



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Document à accès immédiat

Projet ADAPTO – Delta du Golo (Haute-Corse): Analyse des évolutions géomorphologiques aux échelles saisonnières et interannuelles

Rapport final

BRGM/RP-71439-FR

Version du 1er janvier 2022

Étude réalisée dans le cadre des projets de recherche du BRGM 2016 – RP16DRP088

Mugica J., Hamon-Kerivel K., Garcin M., Paquier A-E

Vérificateur :

Nom : Palvadeau E.

Fonction : Chef de projet littoral

Date : 03/02/2022

Signature :

Approbateur :

Nom : Rey Anthony

Fonction : Directeur régional BRGM Corse

Date : 09/02/2022

Signature :

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

Contact : qualite@brgm.fr



Conservatoire
du littoral



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Ce projet a été cofinancé par l'Europe dans le cadre du projet LIFE (Climate Change Adaptation) ADAPTO (LIFE16 CCA/FR/000131) : <http://www.lifeadaptto.eu/>

Avertissement

Ce rapport est adressé en communication exclusive au demandeur, au nombre d'exemplaires prévu.

Le demandeur assure lui-même la diffusion des exemplaires de ce tirage initial.

La communicabilité et la réutilisation de ce rapport sont régies selon la réglementation en vigueur et/ou les termes de la convention.

Le BRGM ne saurait être tenu comme responsable de la divulgation du contenu de ce rapport à un tiers qui ne soit pas de son fait et des éventuelles conséquences pouvant en résulter.

Votre avis nous intéresse

Dans le cadre de notre démarche qualité et de l'amélioration continue de nos pratiques, nous souhaitons mesurer l'efficacité de réalisation de nos travaux.

Aussi, nous vous remercions de bien vouloir nous donner votre avis sur le présent rapport en complétant le formulaire mis à votre disposition.

Mots clés : Erosion littorale, suivis géomorphologiques, DGPS, photogrammétrie, évolutions prévisibles

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

Mugica J., Hamon-Kerivel K., Garcin M., Paquier A-E (2022) – Projet ADAPTO – Delta du Golo (Haute-Corse): Analyse des évolutions géomorphologiques aux échelles saisonnières et interannuelles. Rapport final. BRGM/RP-71439-FR, 35 fig., 47 p.

© BRGM, 2022, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.
IM003-MT008-P2-21/09/2021

Synthèse

Le projet Life ADAPTO, initié par le Conservatoire du Littoral, a pour objectif d'explorer des solutions possibles sur le littoral pour faire face aux effets du changement climatique, en intégrant les écosystèmes dans une gestion souple du trait de côte. L'un des dix sites pilotes du projet à l'échelle de la France (métropole et Guyane), le Delta du Golo, se situe à l'est de la Corse, sur une côte basse meuble ouverte sur la mer Tyrrhénienne. Constitué d'un système de plage et de dune, sableux et très mobile, ce littoral connaît par endroits des évolutions parmi les plus fortes de Corse (taux de - 0,5 à - 1 m/an).

Ce présent rapport concerne l'analyse de l'évolution géomorphologique des « sous-sites » de « Maraninca » (commune de Borgo) et de « Cap-Sud/Mucchiatana » (commune de Venzolasca) situés respectivement au nord et au sud de l'embouchure du Golo. Pour cela des suivis géomorphologiques ont été réalisés entre décembre 2018 et juillet 2021, à une fréquence semestrielle par DGPS et interannuelle par photogrammétrie pour la production de Modèle Numériques de Surface (MNS). Ils ont mis en évidence deux comportements différents entre les deux sous-sites.

L'évolution de la zone de Maraninca, ayant fait l'objet de restauration dunaire par le Conservatoire du Littoral au printemps 2019, présente une importante variabilité spatiale et temporelle des évolutions géomorphologiques liée à la dynamique des barres sous-marines en croissant qui progressent vers le nord sous l'impulsion de la dérive littorale (vitesse de déplacement de plusieurs dizaines de mètres par an). Cette variabilité se caractérise par des oscillations du trait de côte induisant des sinuosités dont la longueur d'onde est de 150 à 170 m. Les déplacements du trait de côte bas sont de l'ordre de 5 à 10 m avec des variations d'altitude du bas de la plage émergée active de 2 m environ.

L'évolution de la zone de Cap-Sud/Mucchiatana ne semble pas représentative de la tendance à moyen et long terme de la zone qui est plutôt à l'érosion (Paquier *et al.*, en cours). Elle semble bénéficier d'un apport relativement conséquent en sédiments provenant du delta du Golo (ayant permis l'accrétion de la plage émergée active) de manière ponctuelle et épisodique sous l'effet d'une inversion de la dérive littorale.

Le bilan, à l'échelle des deux sous-sites ADAPTO, sur toute la période de suivi (décembre 2018 à juillet 2021), présente globalement une stabilité voire une accrétion avec des zones en érosion assez localisées. Cependant, il est rappelé que les suivis géomorphologiques ont démarré en décembre 2018, quelques semaines après la tempête Adrian du 29 octobre 2018. La configuration des plages était alors défavorable et représentative d'un déficit sédimentaire (falaise dunaire, plages étroites et planes, etc.). Les évolutions constatées peuvent être interprétées comme une récupération naturelle. Le prolongement du suivi serait intéressant afin de confirmer cette capacité de résilience.

L'estimation de l'évolution potentielle du trait de côte à l'horizon 2050 met en évidence que les tendances sont susceptibles d'être amplifiées lorsqu'elles indiquent le recul et de s'inverser lorsqu'elles indiquent une relative stabilité. Cette représentation prospective, indique qu'aucun secteur ne serait donc épargné par l'érosion marine à l'horizon 2050 (recul de -25 à -50 m) dont l'évolution historique était plutôt à la stabilité. L'élévation du niveau de la mer liée au changement climatique est donc un facteur de contrôle majeur sur l'évolution des prochaines décennies sur les sites ADAPTO. De plus, l'impact d'un événement de tempête majeur peut générer un recul brutal de -15 m comme cela a été mesuré après la tempête Adrian (29/10/2018).

Le fonctionnement morphosédimentaire récent (2018 – 2021) mis en évidence par ces suivis au nord et au sud de l'embouchure du Golo, permet une relative récupération naturelle de la plage émergée active grâce à la dynamique des barres sous-marines, aux stocks sédimentaires de l'avant-côte, et à des apports épisodiques de sédiments par l'embouchure (et à des inversions de la dérive littorale vers le sud). La dune semble cependant disposer d'une très faible capacité de récupération compte tenu de la largeur réduite de la plage et de la surface de déflation insuffisante pour l'action éolienne. L'évolution historique du trait de côte ainsi que la projection des évolutions futures témoignent malgré tout d'une forte exposition à l'érosion marine. **La connaissance de ce mode de fonctionnement, qui pourrait être amélioré grâce à des suivis spécifiques à la dynamique de l'embouchure (processus marins et fluviaux), est primordiale pour la gestion et la prévention des risques côtiers.**

Sommaire

1. Description du site et objectifs de l'étude.....	8
1.1. Contexte et description du site	8
1.1.1. <i>Le projet ADAPTO</i>	8
1.1.2. <i>Le Delta du Golo</i>	8
1.2. Exposition du site aux aleas côtiers.....	11
1.3. Objectifs de l'Etude	12
1.4. Protocoles d'acquisition de données geomorphologiques	14
1.4.1. <i>Levés DGPS</i>	15
1.4.2. <i>Données photogrammétriques</i>	17
2. Evolutions géomorphologiques saisonnières	19
2.1. Evolution du trait de côte	19
2.2. Site de Maraninca	20
2.2.1. <i>Evolution du trait de côte</i>	20
2.2.2. <i>Evolution des profils</i>	22
2.3. Site de Cap-Sud/Mucchiatana.....	24
2.4. Interpretation et Bilan	26
3. Evolutions géomorphologiques interannuelles.....	29
3.1. Site de Maraninca	29
3.1.1. <i>Différentiels de MNS</i>	29
3.2. Site de Cap-Sud/Mucchiatana.....	32
3.2.1. <i>Différentiel 2021-2019</i>	33
3.2.2. <i>Profils topographiques</i>	33
3.2.3. <i>Micromorphologies</i>	33
3.3. Interpretation et Bilan	38
4. Estimation des évolutions potentielles à l'horizon 2050	39
4.1. Données et méthodologie.....	39
4.1.1. <i>Analyse diachronique et projection</i>	40
4.1.2. <i>Estimation du recul du trait de côte lié à l'élévation du niveau de la mer sous l'effet du changement climatique (CC)</i>	40
4.1.3. <i>Estimation du recul maximal du trait de côte lié à un évènement de tempête majeur (Lmax)</i>	41
4.1.4. <i>Cartographie</i>	41
4.2. Interpretation et bilan.....	42
5. Bilan et conclusion.....	45
6. Références bibliographiques	47

Liste des figures

Figure 1 : Principales actions du projet ADAPTO et localisation des 10 sites du projet (d'après <https://www.lifeadaptto.eu/>); le site du Delta du Golo, objet du présent rapport, est représenté en rouge sur la carte..... 8

Figure 2 : Illustration des dégradations sur les infrastructures côtières de protection contre l'érosion marine (lotissement de Pineto à 2km environ au nord de l'embouchure, commune de Lucciana, février 2021). 9

Figure 3 : Localisations des sites d'étude ADAPTO..... 10

Figure 4 : Ganivelles sur le site de Maraninca (15/12/2020). 10

Figure 5 : Enrochement et ancien restaurant du camping de Cap-Sud (14/02/2019).....	11
Figure 6 : Dune et plage émergée active, naturelles sur le site de Mucchiatana (14/02/2019).	11
Figure 7 : Localisation des sites de Maraninca et de Cap-Sud/Mucchiatana faisant l’objet des suivis géomorphologiques.	14
Figure 8 : Linéaire de trait de côte et localisation des profils topographiques suivis sur les sites de Maraninca et de Cap-Sud/Mucchiatana.....	14
Figure 9 : Profil de type méditerranéen (Moulis et Barbel, 1999 et Paskoff, 1985).....	16
Figure 10 : Date des relevés photogrammétriques à Mucchiatana et Cap-Sud / Mucchiatana.	17
Figure 11: Préparation, traitements thématiques et exploitation des modèles numériques de surface des secteurs de Maraninca et de Cap Sud/Mucchiatana.	17
Figure 12 : Positions successives du trait de côte bas à Maraninca et Cap-Sud/Mucchiatana entre 2018 et 2021.	19
Figure 13 : Taux d’évolution des traits de côte bas sur toute la période de suivi. La largeur des bâtonnets représente la zone de divagation du trait de côte sur la période de suivi.....	20
Figure 14: Taux d’évolution des traits de côte haut sur toute la période de suivi. La largeur des bâtonnets représente la zone de divagation du trait de côte sur la période de suivi.....	20
Figure 15: Localisation des profils DGPS et des profils extraits A et B.	21
Figure 16 : Evolution en fonction du temps de la position des traits de côte haut (marron) et bas (bleu) au niveau des profils A (ligne en pointillés) et B (ligne continue).....	22
Figure 17 : Profils topographiques Nord et Sud levés au DGPS sur le site de Maraninca.....	23
Figure 18 : Exemple de chantier du Conservatoire du Littoral (reprofilage de la dune à gauche, le 02/06/2019, ganivelles à droite le 11/10/2019).....	23
Figure 19: Profils topographiques Nord et Sud levés au DGPS sur le site de Cap-Sud/Mucchiatana.....	25
Figure 20 : Apport de sable et élargissement de la plage d'une dizaine de mètres au droit de l’ancien restaurant de Cap-Sud (07/12/2018 à gauche, 14/05/2020 à droite).	26
Figure 21 : Site de Maraninca à gauche et site de Mucchiatana à droite (le 07/12/2018, un mois après la tempête Adrian du 29/10/2018).	27
Figure 22 : Légende commune aux différentiels présentés dans ce chapitre 3.	29
Figure 23 : Différentiel altimétrique de la plage de Maraninca. A gauche : entre 2020 et 2019 : à droite : entre 2021 et 2020.....	30
Figure 24 : Ondulation du trait de côte bas sur le site de Mucchiatana (07/02/2020).	30
Figure 25 : Détail de l’évolution du centre de la plage de Maraninca. A gauche : différentiel de MNS 2020-2019 ; à droite : différentiel de MNS 2021-2020 (fond : ortho-photographie de 2021). On remarque que les secteurs ayant subi une érosion entre 2020 et 2019 peuvent être le siège d’une accrétion sédimentaire entre 2020 et 2021. A l’inverse les secteurs ayant subi une accrétion entre 2020 et 2019 peuvent être soumis à une érosion entre 2020 et 2021. ...	31
Figure 26: Illustration de l’impact de la migration annuelle des zones d’érosion et d’accrétion sur la morphologie et les oscillations du trait de côte (Maraninca ; de gauche à droite 2019, 2020, 2021).....	32
Figure 27 : Configuration de zones en accrétion à gauche et de zones en érosion à droite (07/02/2020).....	32

Figure 28 : Orthophotographie et MNS photogrammétrique du secteur de l'Hôtel Cap-Sud en 2019, 2020 et 2021	34
Figure 29: Evolution topographique entre 2020 et 2019, 2021 et 2020 et entre 2021 et 2019. On constate entre 2019 et 2021 en engraissement de la plage de Cap-Sud et la progradation du trait de côte dans le secteur face au parking.....	35
Figure 30: Evolution des profils de plage de 2019 à 2021 extraits des MNS photogrammétriques. A gauche : au droit du parking de l'hôtel : engraissement significatif de la plage et la progradation du trait de côte.....	36
Figure 31: A droite au Nord immédiat de l'ancien hôtel : engraissement de la plage et de l'arrière plage ; progradation du trait de côte.	36
Figure 32 : Exemple(s) d'évolution morphologique sur le secteur de Cap-Sud entre 2019 et 2021 : élargissement et engraissement de la plage, progradation du trait de côte, apports éoliens et piégeage de sable en arrière-plage	37
Figure 33 : Localisation des linéaires concernés par les approches « 2017 » et « 2021 »....	40
Figure 34 : Règle d'érosion du littoral sous l'effet de l'ENM (Bruun, 1983). Hypothèse d'évolution du profil de plage et principaux paramètres descriptifs : a, montée du niveau de la mer ; L, longueur du profil de plage soumis à l'influence de vagues ; h, hauteur entre le trait de côte et le bas du domaine pré-littoral.....	41
Figure 35 : Emprise de la zone d'évolution potentielle du trait de côte à l'horizon 2050.....	43

1. Description du site et objectifs de l'étude

1.1. CONTEXTE ET DESCRIPTION DU SITE

1.1.1. Le projet ADAPTO

Dans un contexte de changement climatique, les zones côtières basses sont potentiellement plus vulnérables à l'élévation du niveau de la mer ou aux événements climatiques extrêmes qui engendrent un recul du trait de côte et des submersions marines. Le projet Life ADAPTO, initié par le Conservatoire du Littoral, a pour objectif d'explorer des solutions possibles sur le littoral pour faire face aux effets du changement climatique, en intégrant les écosystèmes dans une gestion souple du trait de côte. L'objectif est de mettre en œuvre une approche pluridisciplinaire, afin de pouvoir envisager et comparer 3 modes de gestion face aux conséquences attendues de l'élévation du niveau de la mer sous l'effet du changement climatique : « Résister », « S'adapter », « Laissez-faire ». Ainsi, 10 sites pilotes aux problématiques côtières variées sont étudiés en France métropolitaine, dont la Corse, et Guyane française (Figure 1).



Figure 1 : Principales actions du projet ADAPTO et localisation des 10 sites du projet (d'après <https://www.lifeadaptto.eu/>); le site du Delta du Golo, objet du présent rapport, est représenté en rouge sur la carte.

Les réflexions concernant la mise en œuvre de ces solutions sont à des stades d'avancement différents sur les sites. En effet, pour certains sites tels que l'île Nouvelle et les polders de Mortagne-sur-Gironde, respectivement dépoldérisés depuis 1999 et 2010, il s'agit essentiellement d'obtenir un retour d'expériences sur ces dépoldérisations. **Pour d'autres sites en devenir, un accompagnement pluridisciplinaire est proposé de manière à faire émerger une stratégie prenant en compte les différents enjeux. C'est le cas du site du Delta du Golo en Corse, objet du présent rapport et présenté au paragraphe suivant.**

1.1.2. Le Delta du Golo

Le site du Delta du Golo se situe en Haute-Corse sur la plaine « Marana-Casinca » de la façade est, édifiée et parcourue par le fleuve du Golo. Il s'agit du plus important fleuve de Corse avec environ 90 km de long. Il prend sa source à plus de 2000 m d'altitude (au sud de la cime du Paglia Orba dans le massif du Monte Cinto) et traverse des domaines géologiques variés au sein d'un bassin versant de 1069 km².

Ce site pilote ADAPTO s'étend sur un linéaire de 23 km, entre Bastia (grau de l'étang de Biguglia) au nord et jusqu'à 5,5 km au sud de l'embouchure du Golo, sur les communes de Bastia, Furiani, Biguglia, Borgo, Lucciana et Vescovato (linéaire en pointillés rouge sur la Figure 3).

Il se caractérise par une côte basse meuble ouverte sur la mer Tyrrhénienne, constituée d'un système de plage et de dune, sableux et très mobile qui connaît par endroits des évolutions parmi les plus fortes du littoral de Corse (taux de recul du trait de côte entre -0,5 et -1 m/an). Des suivis géomorphologiques au DGPS sont réalisés quasi-annuellement, depuis une vingtaine d'années par le BRGM, sur le lido de la Marana (entre l'embouchure de l'Etang de Biguglia et du Golo, Figure 3) dans le cadre du Réseau d'Observation du Littoral de Corse¹ (ROL). Ces suivis mettent en évidence des reculs du trait de côte de -30 à -50 m. Sur des périodes plus longues, les reculs observés à partir d'orthophotographies, entre 1937 et 2019, atteignent -60 et -130 m, respectivement au sud et au nord de l'embouchure. Ces données (DGPS et orthophotographies) mettent surtout en évidence une **grande variabilité spatiale et temporelle des évolutions géomorphologiques**. La zone sous l'influence directe de l'embouchure du Golo (linéaire côtier d'environ 4 km de part et d'autre), est particulièrement marquée par cette variabilité, avec des spécificités qui lui sont propres et qui sont mal connues (probable cyclicité, inversion de la dérive littorale, phénomènes de convergence des vagues, édification et divagation de flèches sableuses, systèmes de bancs de sables obliques à la côte, etc.). Elle présente **un bilan à l'érosion avec des taux de recul du trait de côte parmi les plus importants des sites du ROL suivis en Corse** (jusqu'à -2 m/an).

Exposée aux aléas érosion et submersion marines, la côte de la plaine Marana-Casinca est par endroit fortement artificialisée (infrastructures touristiques, quartiers résidentiels, structures de protection côtières, etc.). Les enjeux humains qui occupent la dune engendrent un risque prégnant comme en témoignent les indicateurs géomorphologiques (falaises dunaires, plages étroites, arbres déracinés, etc.), l'enregistrement des impacts des tempêtes historiques (Mugica et Laigre, 2019 par exemple), ainsi que la présence de structures de protection côtière à proximité et sous l'influence de l'embouchure du Golo (enrochements, murs, sacs de sables tels que par exemple au niveau du lotissement Pineto sur la commune de Lucciana, à environ 2km au nord de l'embouchure, Figure 2).



Figure 2 : Illustration des dégradations sur les infrastructures côtières de protection contre l'érosion marine (lotissement de Pineto à 2km environ au nord de l'embouchure, commune de Lucciana, février 2021).

Ce présent rapport concerne l'analyse de l'évolution géomorphologique du littoral à l'échelle de deux « sous-sites ADAPTO » situés de part et d'autre de l'embouchure du Golo (encadrés en vert sur la Figure 3). Le sous-site dit « Maraninca » au nord de l'embouchure s'étend sur un linéaire de 3,3 km sur une partie des « Rives de l'Etang de Biguglia », propriété du Conservatoire du Littoral, jusqu'au nord du lotissement Maraninca sur la commune de Borgo (Figure 4). L'autre sous-site dit « Cap-Sud/Mucchiatana » s'étend sur

¹ Partenariat avec l'Office de l'Environnement de la Corse (OEC)

un linéaire de 2,9 km, depuis le sud de l'embouchure du Golo jusqu'au sud de Mucchiatana, propriété du Conservatoire du littoral, sur la commune de Venzolasca. Alors que Maraninca est un site totalement naturel, Cap-Sud / Mucchiatana présente quelques infrastructures très localisées sur la dune : parking, bâtiment de restauration du camping avec enrochement de fixation du pied de dune (Figure 5 et Figure 6).

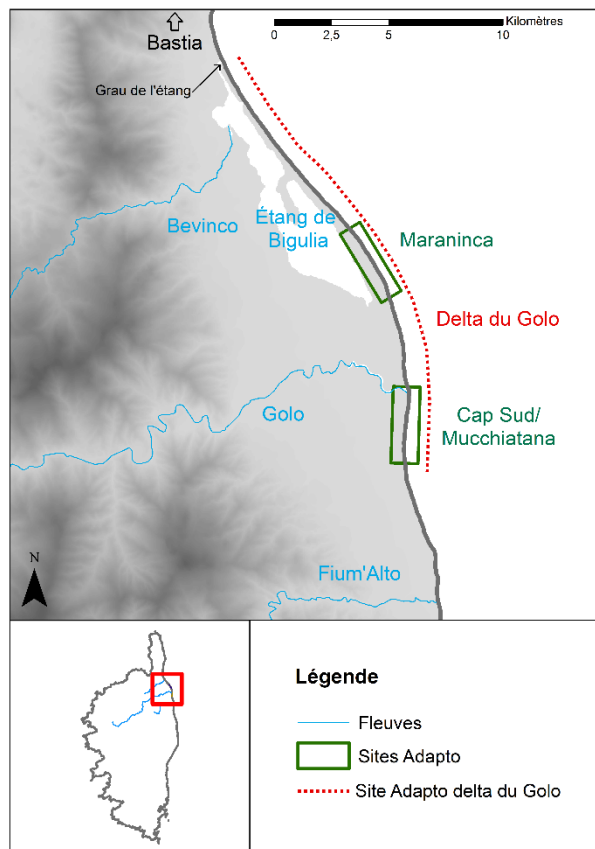


Figure 3 : Localisations des sites d'étude ADAPTO.



Figure 4 : Ganivelles sur le site de Maraninca (15/12/2020).



Figure 5 : Enrochement et ancien restaurant du camping de Cap-Sud (14/02/2019).



Figure 6 : Dune et plage émergée active, naturelles sur le site de Mucchiatana (14/02/2019).

En parallèle de l'étude faisant l'objet de ce rapport, la contribution du fleuve Golo à l'évolution du littoral de la plaine Marana-Casinca a été évaluée et fait l'objet d'un rapport séparé (Mugica *et al.*, 2021). Il s'agit d'un état des connaissances relatives à la dynamique du fleuve à différentes échelles de temps et d'espace, ainsi qu'aux différentes actions anthropiques (barrages, gravières, urbanisation, etc.) susceptibles de modifier cette dynamique et donc d'impacter l'apport de sédiments au littoral. Le contexte météo-marin contrôlant l'évolution morphosédimentaire récente (dernières décennies) du littoral de la plaine Marana-Casinca y est décrit.

1.2. EXPOSITION DU SITE AUX ALEAS COTIERS

Dans le cadre de deux études réalisées pour le compte de la DDTM2B, le BRGM a mis en évidence l'exposition du littoral de la plaine Marana-Casinca à la submersion marine ainsi qu'au recul du trait de côte :

- **Estimation des zones basses potentiellement exposées aux submersions marines (1/10 000) à l'échelle de la Corse** (Mugica *et al.*, 2021). Cette étude met en évidence que si le lotissement ne semble actuellement pas exposé à des submersions marines par

débordement pour un évènement météo-marin centennal, il est en revanche **exposé à des franchissements de paquets de mer**. Il s'agit d'un type de submersion qui, s'il génère généralement moins de volume d'eau que les débordements, peut être à l'origine de vitesses d'écoulement plus élevées. D'autre part, la carte représente une exposition aux submersions marines par débordement à l'horizon 2100 (en vert sur la carte). Enfin, la zone est également **exposée aux chocs mécaniques liés au déferlement des vagues pouvant induire des dégâts sur les infrastructures notamment** ;

- **Estimation de l'évolution potentielle du trait de côte aux horizons 2040 et 2100 à l'échelle de la plaine orientale (1/10 000)** (Paquier *et al.*, 2021). Cette étude s'appuie sur les évolutions passées du trait de côte en les projetant aux échéances précitées, ainsi que sur le recul maximal induit par un évènement de tempête majeur (L_{max}) et le recul lié à l'élévation du niveau de la mer sous l'effet du changement climatique. La somme de ces trois contributions permet d'identifier une **emprise de plusieurs dizaines de mètres, à compter du trait de côte de référence, au sein de laquelle le trait de côte est susceptible d'évoluer aux horizons 2040 et 2100**.

Les méthodes mises en œuvre pour ces deux études respectent les recommandations ministérielles pour l'élaboration de Plans de Prévention des Risques Littoraux (guide de 2014, MEDDE).

Il est souligné qu'une partie du site ADAPTO est sous l'influence directe de l'embouchure du Golo qui est une zone où l'estimation de l'évolution future présente de fortes incertitudes. En effet, l'embouchure du Golo présente une dynamique complexe contrôlée par des interactions entre des processus fluviaux et marins, associées à une grande variabilité dont les processus restent peu documentés faute de suivi spécifique. C'est pourquoi, ces cartes d'expositions aux phénomènes d'érosion et de submersion marine sont à interpréter et à exploiter avec précaution dans cette zone. D'une part, une aggravation de l'exposition aux submersions marines ne peut être exclue dans la mesure où l'étude a été réalisée avec une topographie donnée et fixe. Or cette zone est naturellement mobile et susceptible d'évoluer défavorablement (entailles d'érosion marine, recul du pied de dune, abaissement de la topographie de la plage, déplacement des barres sous-marines, etc.). D'autre part, l'estimation de l'évolution potentielle du trait de côte pourra être précisée au gré de l'amélioration des connaissances relatives à la dynamique morphosédimentaire de l'embouchure et du littoral adjacent.

Les évènements de tempêtes ayant impactés le littoral de la Plaine orientale ont été recensés (Stepanian *et al.*, 2010). Ils mettent en évidence la grande sensibilité de cette côte basse meuble aux épisodes de fortes conditions d'agitation météo-marines (fortes houles en particulier). A la suite de la tempête Adrian du 29 octobre 2018, des observations post-tempêtes ont permis de mesurer des falaises d'érosion dunaire de plusieurs dizaines de centimètres (exemple du site de Mucchiatana et de Cap-Sud) associées à des reculs du trait de côte jusqu'à -15 m (exemple du site de Maraninca). De plus, des lasses de mer ont été mesurées assez haut sur la dune (1,7 m/NGF) témoignant de l'action des vagues et des franchissements de paquets de mer (Mugica et Laigre, 2019).

1.3. OBJECTIFS DE L'ETUDE

Dans le contexte précédemment présenté, la délégation Corse du Conservatoire du Littoral a défini les objectifs suivants pour le site du Delta du Golo :

- Améliorer la connaissance des aléas et du comportement physique de l'interface terre-mer, en fonction des principaux scénarios envisageables de l'espace côtier ;
- Estimer les effets prévisibles en termes de biodiversité et de paysage ;

- Analyser les conséquences en termes de risques et d'activités économiques ;
- Evaluer la perception des habitants et des responsables locaux sur les enjeux présents et les solutions possibles.

Pour contribuer à répondre à ces objectifs, le BRGM a mis en œuvre les actions suivantes et qui font l'objet de ce présent rapport :

1. **Analyser des évolutions géomorphologiques** du système plage/dune aux échelles saisonnières et interannuelles et à l'échelle des deux « sous-sites », Maraninca au nord de l'embouchure, et Cap-Sud / Mucchiatana au sud (Figure 3), afin de permettre au Conservatoire du Littoral d'établir un retour d'expérience sur les actions de protection douces du cordon dunaire qu'il y met en œuvre ;
2. **Estimer l'évolution potentielle** du trait de côte à l'horizon 2050 afin de permettre au Conservatoire du Littoral l'élaboration de scénarios de gestion de la bande côtière.

Cette deuxième action, a préalablement fait l'objet en 2017, dans le cadre du projet ADAPTO, d'une estimation de l'évolution potentielle de trait de côte à l'horizon 2050, à l'échelle d'une partie du site du Delta du Golo (rapport RP-67389-FR, Stéphanian *et al.*, 2017). Il sera présenté dans ce rapport le complément à l'échelle de l'ensemble du site ADAPTO réalisé à partir de l'actualisation des données et outils statistiques et géomatiques disponibles. Ce complément s'appuie sur la méthode de l'étude réalisée par le BRGM pour la Direction de la Mer et du Littoral de Corse (DMLC), relative à l'estimation de l'évolution potentielle du trait de côte aux horizons 2040 et 2100 à l'échelle de la Plaine orientale (Paquier *et al.*, en cours).

Ces actions se sont articulées avec les opérations du Conservatoire du littoral, à savoir :

- **Opérations de restauration du cordon dunaire sur le site de Maraninca (Rives de l'Étang de Biguglia) au printemps 2019.** Ce chantier a concerné le reprofilage de la dune, l'installation de ganivelles pour orienter le cheminement des usagers et protéger la dune du piétinement ainsi que pour favoriser le piégeage du sable. Ces opérations sont également réalisées par le Conservatoire sur d'autres zones situées plus au nord sur le Lido de la Marana (Arinella et Banda Bianca) mais ne font pas l'objet de suivis géomorphologiques par le BRGM dans le cadre d'ADAPTO² ;
- **Elaboration de scénarios prospectifs sur le volet économique** (en sous-traitance avec le bureau d'études BRLi, études multicritères et études coûts/bénéfices) pour servir de base au dialogue avec les acteurs économiques (hôteliers, village vacances de Cap-Sud en particulier) du site, et ainsi sensibiliser élus, associations, professionnels, particuliers, services de l'Etat, à l'aménagement durable et à la protection du littoral face aux impacts du changement climatique. Ces scénarios ont été définis à partir des projections de l'évolution potentielle du trait de côte à l'horizon 2050, réalisées par le BRGM.

² Il est souligné que dans le cadre du ROL, le site de l'Arinella fait l'objet d'un suivi géomorphologique haute fréquence par caméra depuis 2019 et le site de Banda Bianca fait l'objet d'un suivi géomorphologique annuel par DGPS et sondeur monofaisceau depuis 2002.

1.4. PROTOCOLES D'ACQUISITION DE DONNEES GEOMORPHOLOGIQUES



La mise en œuvre de l'action 1 précitée repose sur des suivis géomorphologiques sur deux « sous » sites au sein du site ADAPTO « Delta du Golo », sites de Maraninca et de Cap-Sud/Mucchiatana (Figure 7), à partir :

- De levés au DGPS à une fréquence **semestrielle** par le BRGM de la position des traits de côte haut et bas ainsi que de 4 profils topographiques (dune et plage émergée active). Sur ces 4 profils, le plus au nord sur le site de Maraninca est déjà levé dans le cadre du ROL depuis 2002 (Figure 8) ;
- D'acquisition de données **photogrammétriques (drone)** à une fréquence **annuelle** par le prestataire Sub-C Marine afin de produire des Modèles Numérique de Surface (MNS). Ils permettent d'une part, de représenter en 3 dimensions les corps sédimentaires puis d'autre part, d'estimer les transits sédimentaires.

Figure 7 : Localisation des sites de Maraninca et de Cap-Sud/Mucchiatana faisant l'objet des suivis géomorphologiques.

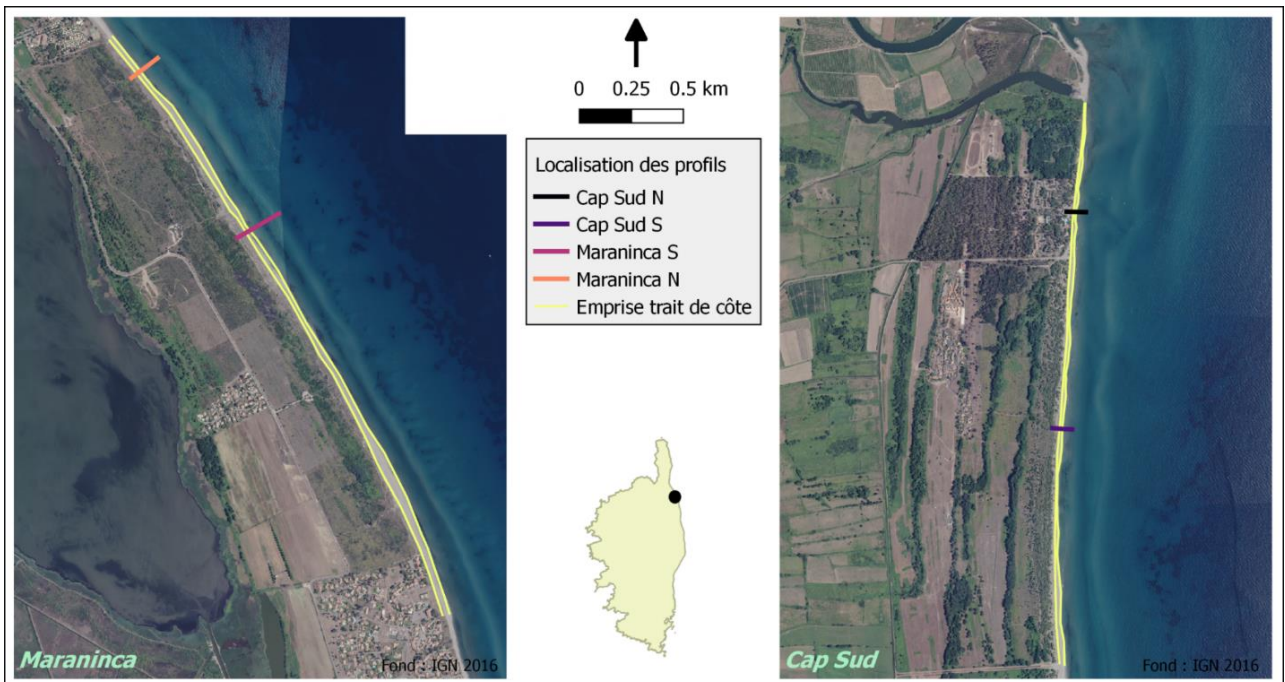


Figure 8 : Linéaire de trait de côte et localisation des profils topographiques suivis sur les sites de Maraninca et de Cap-Sud/Mucchiatana.

1.4.1. Levés DGPS

Ces levés (Tableau 1 et Tableau 2) sont réalisés selon les protocoles classiquement mis en œuvre dans le cadre du ROL avec un DGPS Trimble R10®, décrits dans le rapport Mugica *et al.* (2019, RP-69318-FR) ainsi que sur le site internet du ROL (<https://www.littoral-corse.fr/>).

MARANINCA

Date	Type de relevé
31/01/2018	TCH
06/12/2018	TCB
21/02/2019	TCH/TCB
14/06/2019	TCH/TCB
07/02/2020	TCH/TCB
25/05/2020	TCH/TCB
15/12/2020	TCH/TCB
29/03/2021	TCH/TCB
02/07/2021	TCH
08/07/2021	TCB

Tableau 1 : Date et nature des relevés DGPS à Maraninca

CAP-SUD/MUCCHIATANA

Date	Type de relevé
06/12/2018	TCH/TCB
31/10/2018	TCH
14/02/2019	TCH/TCB
14/06/2019	TCH/TCB
31/01/2020	TCH/TCB
14/05/2020	TCH/TCB
31/01/2020	TCH
15/12/2020	TCH
17/12/2020	TCB
29/03/2021	TCH
30/03/2021	TCB
08/07/2021	TCH
09/07/2021	TCB

Tableau 2 : Date et nature des relevés DGPS à Cap-Sud / Mucchiatana

Les termes « traits de côte haut » et « traits de côte bas » ont spécifiquement été définis pour les besoins du ROL (Figure 9). Ces indicateurs géomorphologiques sont levés dans le cadre du projet ADAPTO :

- Le **trait de côte bas** (TCB) correspond à la berme de basse plage ou à la ligne de rivage. Il s'agit du niveau moyen de l'eau en période calme ou « trait de côte moyen » ;
- Le **trait de côte haut** (TCH) correspond au pied de dune ou à la limite de végétation ou au pied d'ouvrage. Il s'agit du niveau de l'eau en période agitée ou « trait de côte maximal ».

Le trait de côte bas est systématiquement levé car 1/ il est le plus facilement reconnaissable sur le terrain ainsi que sur les orthophotographies 2/ il représente le descripteur employé pour les estimations de l'évolution future prévisible. En revanche, le trait de côte haut n'est pas systématiquement levé, car lorsque le haut de plage est fortement anthropisé (fixation du trait

de côte par des ouvrages, trait de côte indiscernable sous l'effet de rechargement en sédiments ou matériaux divers et reprofilage), la reconnaissance du critère géomorphologique est difficile et/ou sans signification physique. Il n'est que très ponctuellement anthropisé sur les sites de Maraninca et Cap-Sud/Mucchiatana.

Ces deux indicateurs, trait de côte bas et trait de côte haut, délimitent la **zone active de la plage émergée** qui correspond à la zone de déferlement des vagues sur les plages microtidales lors de fortes conditions de vagues (tempêtes, Figure 9). La largeur de la plage émergée active est un paramètre important pour évaluer la vulnérabilité du littoral à l'érosion.

Le cordon dunaire (Figure 9) représente la zone à partir de laquelle la mer n'a plus d'action (y compris en période de tempête, hors événements exceptionnels lors desquels le déferlement des vagues peut entraîner une érosion importante du cordon, son franchissement voire la formation de brèches pouvant conduire à des submersions marines en arrière de la dune). Il s'agit d'une zone mobile sous l'action du vent sur laquelle une végétation typique, qui témoigne de son état (morphodynamique et écologique), peut s'y installer. La morphologie du cordon dunaire (son altitude et sa largeur notamment) ainsi que son état biologique (biodiversité floristique) représentent également un paramètre nécessaire à l'évaluation de la vulnérabilité du littoral à l'érosion.

L'avant-côte est la portion de la plage en permanence immergée (Figure 9) exposée aux vagues et aux divers courants (marée, vent, vagues). Les courants induits par la houle peuvent être relativement puissants et donnent lieu à des transports sédimentaires (dérive littorale notamment) qui construisent et font se déplacer les barres sous-marines (barres de déferlement). Leur morphologie et leur évolution contrôlées par les variations des conditions hydrodynamiques et des transports sédimentaires impactent directement celles de la plage émergée. Les barres sous-marines représentent un stock de sédiment et permettent l'atténuation des vagues. La connaissance de leur dynamique complexe est nécessaire pour évaluer la vulnérabilité du littoral à l'érosion.

Alors que dans le cadre du ROL, l'ensemble du système fait l'objet des suivis annuels, dans le cadre du projet ADAPTO, seulement la plage émergée active et le cordon dunaire font l'objet des suivis à une fréquence saisonnière et interannuelle.

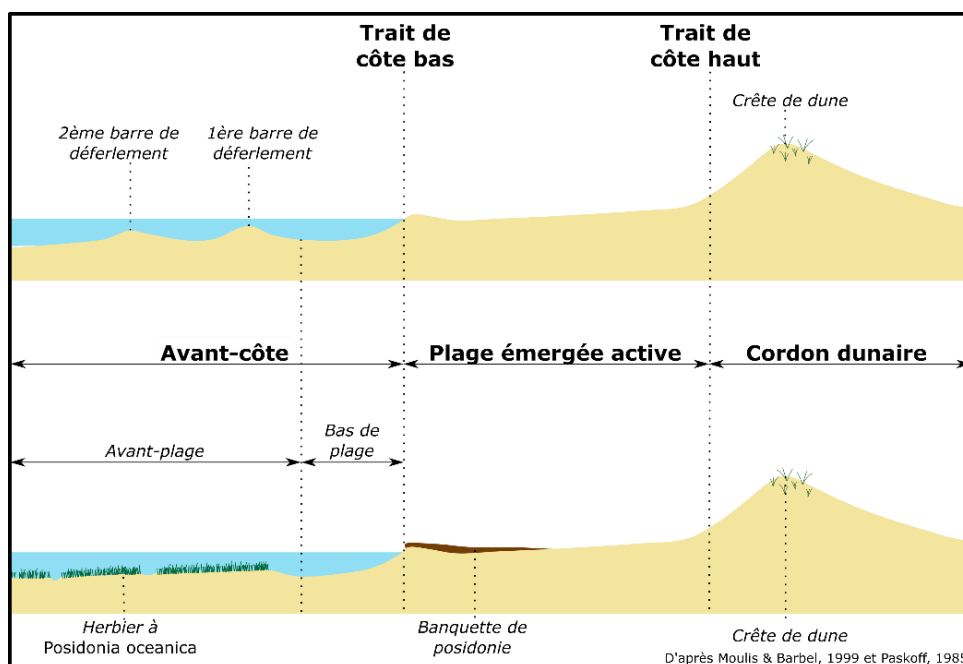


Figure 9 : Profil de type méditerranéen (Moulis et Barbel, 1999 et Paskoff, 1985).

1.4.2. Données photogrammétriques

Les 3 sessions de prises de vues ont été réalisées par la société Sub-C Marine à un an d'intervalle (Figure 10). Les acquisitions ont été réalisées à partir d'un ULM basé sur l'aérodrome de Corte, équipé d'un Canon 6D muni d'un objectif de 50 mm de focale. La hauteur au sol de vol (environ 220 m) a permis d'obtenir une résolution des images d'environ 2,5 cm/pixel. Les données ont été livrées sous forme de MNS (Modèles Numériques de Surface) qui ont ensuite été exploités selon la procédure décrite dans la Figure 11.

Date
04/06/2019
15/06/2020
04/06/2021

Figure 10 : Date des relevés photogrammétriques à Mucchiatana et Cap-Sud / Mucchiatana.

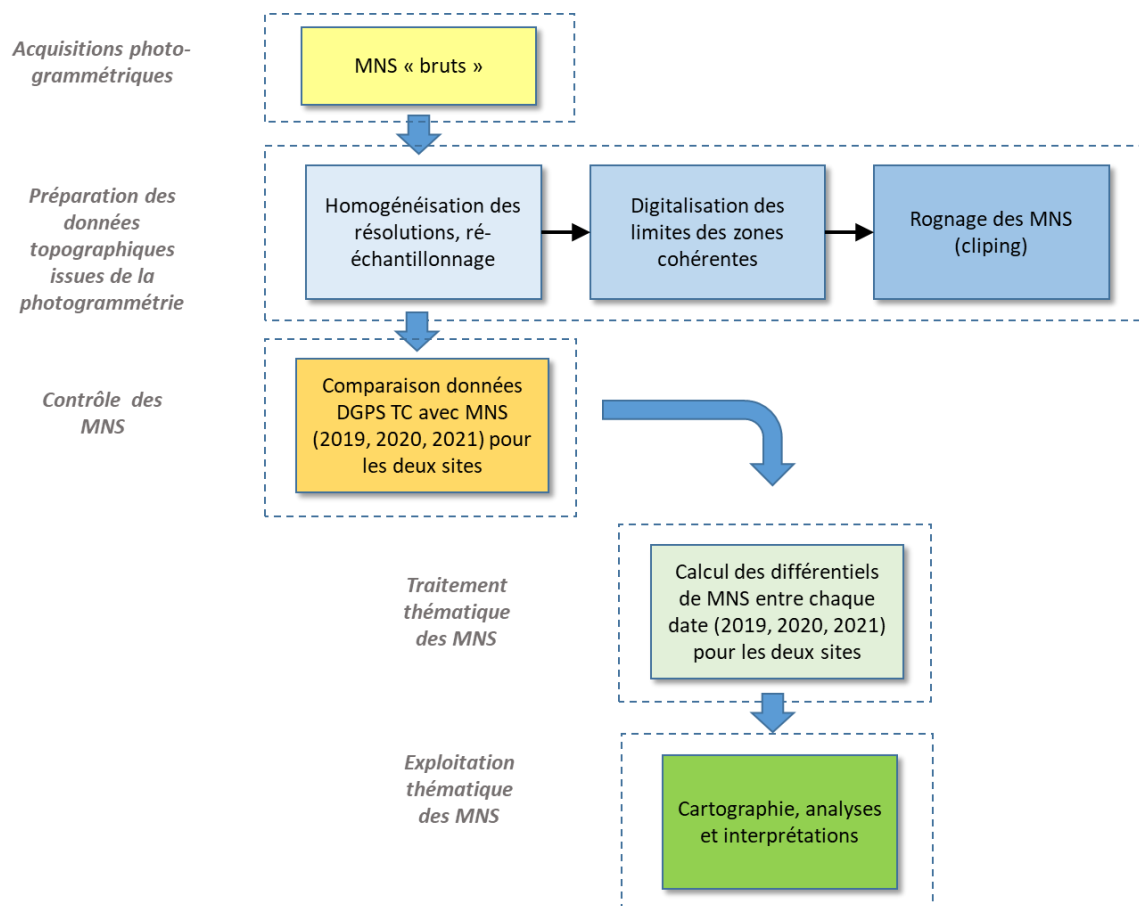


Figure 11: Préparation, traitements thématiques et exploitation des modèles numériques de surface des secteurs de Maraninca et de Cap Sud/Mucchiatana.

2. Evolutions géomorphologiques saisonnières

Les suivis géomorphologiques du BRGM dans le cadre d'ADAPTO ont démarré en décembre 2018, quelques semaines après la tempête Adrian du 29 octobre 2018, la plus importante de ces dernières années avec des hauteurs de vagues de 5 m (avec un maximum de 9,2 m) et des vents de 60 km/h (avec des rafales dépassant 110 km/h). Les observations post-tempêtes sont compilées dans le rapport Mugica et Laigre (2019) et mettent en évidence des plages en érosion (falaises dunaires, recul du trait de côte, plages étroites, arbres déracinés, dégâts sur les ouvrages, etc.).

2.1. EVOLUTION DU TRAIT DE COTE

A l'issue des levés des traits de côte bas (Figure 12), les taux d'évolution ont été calculés sur toute la période de suivi c'est-à-dire entre décembre 2018 et juillet 2021.

Pour le site de Maraninca, la tendance est à l'avancée du trait de côte bas sur la moitié sud alors qu'une large moitié nord présente une alternance de zones à taux d'évolution positif (avancée) et de zones à taux d'évolution négatif (recul). Ces alternances se manifestent par une sinuosité du trait de côte bas classique de la dynamique du lido de la Marana et liée à la dynamique des barres sous-marines. Ces dernières migrent globalement vers le nord sous l'effet de la dérive littorale dominante (sud-nord) tout en induisant une grande variabilité aux évolutions morphosédimentaires. Ce même fonctionnement se retrouve pour le trait de côte haut (pied de dune).

Pour le site de Cap-Sud/Mucchiatana, la tendance à l'avancée du trait de côte bas est plus marquée (en particulier au droit de l'établissement de Cap-Sud, même si deux zones présentent un taux négatif au sud du site. Cette tendance se retrouve pour le trait de côte haut (pied de dune) mais une plus large zone au centre semble relativement stable ou en érosion (<-1m/an).

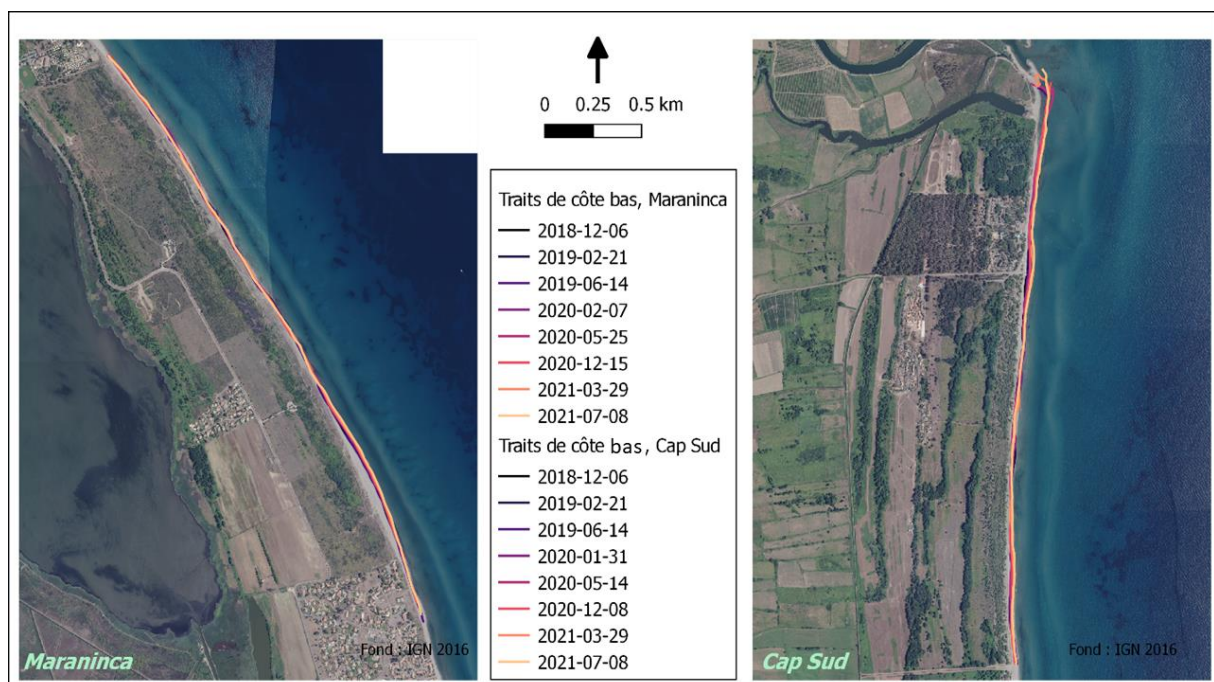


Figure 12 : Positions successives du trait de côte bas à Maraninca et Cap-Sud/Mucchiatana entre 2018 et 2021.

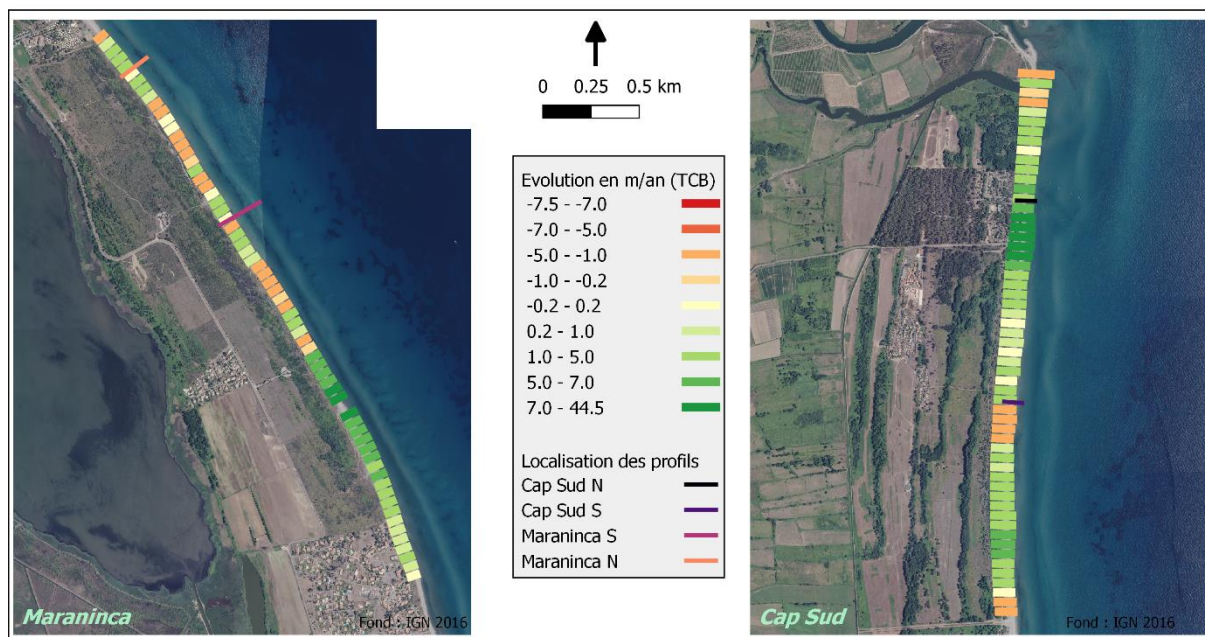


Figure 13 : Taux d'évolution des traits de côte bas sur toute la période de suivi. La largeur des bâtonnets représente la zone de divagation du trait de côte sur la période de suivi.

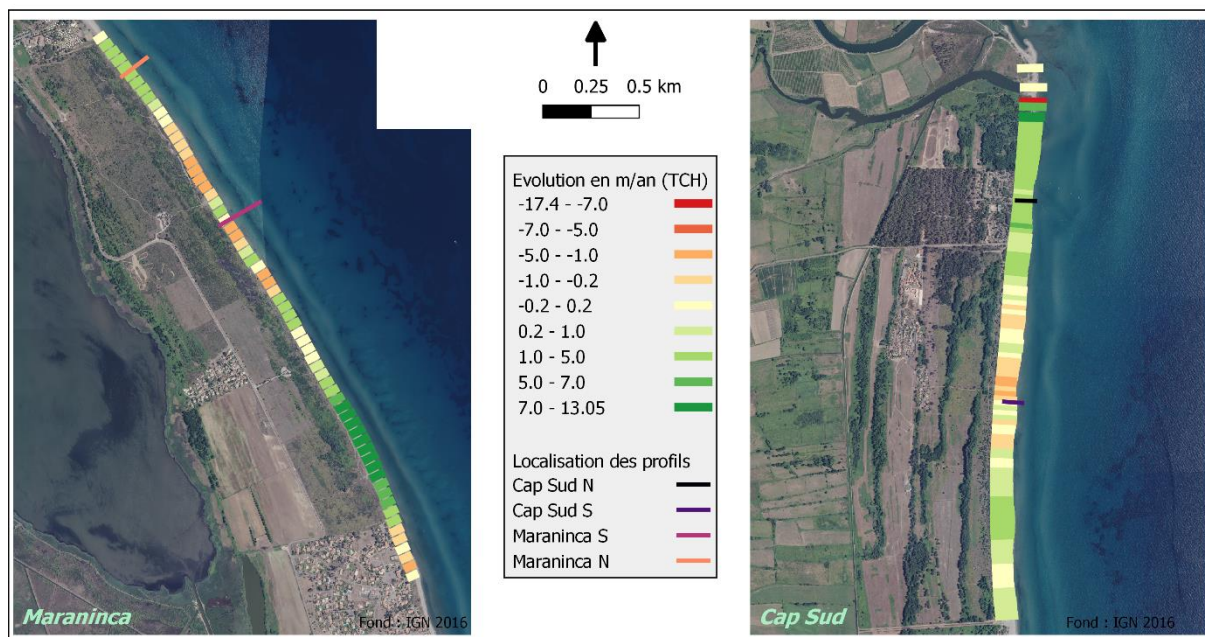


Figure 14: Taux d'évolution des traits de côte haut sur toute la période de suivi. La largeur des bâtonnets représente la zone de divagation du trait de côte sur la période de suivi.

2.2. SITE DE MARANINCA

2.2.1. Evolution du trait de côte

Ces valeurs du taux d'évolution du trait de côte masquent la variabilité saisonnière au sein de la période de suivi. C'est pourquoi, il a été choisi d'extraire la position des traits de côte haut (TCH) et bas (TCB) au niveau de 2 profils (l'un dans la zone A, où le taux d'évolution du TCB est négatif, l'autre dans la zone B, où le taux d'évolution du TCB est positif) (Figure 15), et de représenter leur évolution en fonction du temps par rapport à une position de référence.

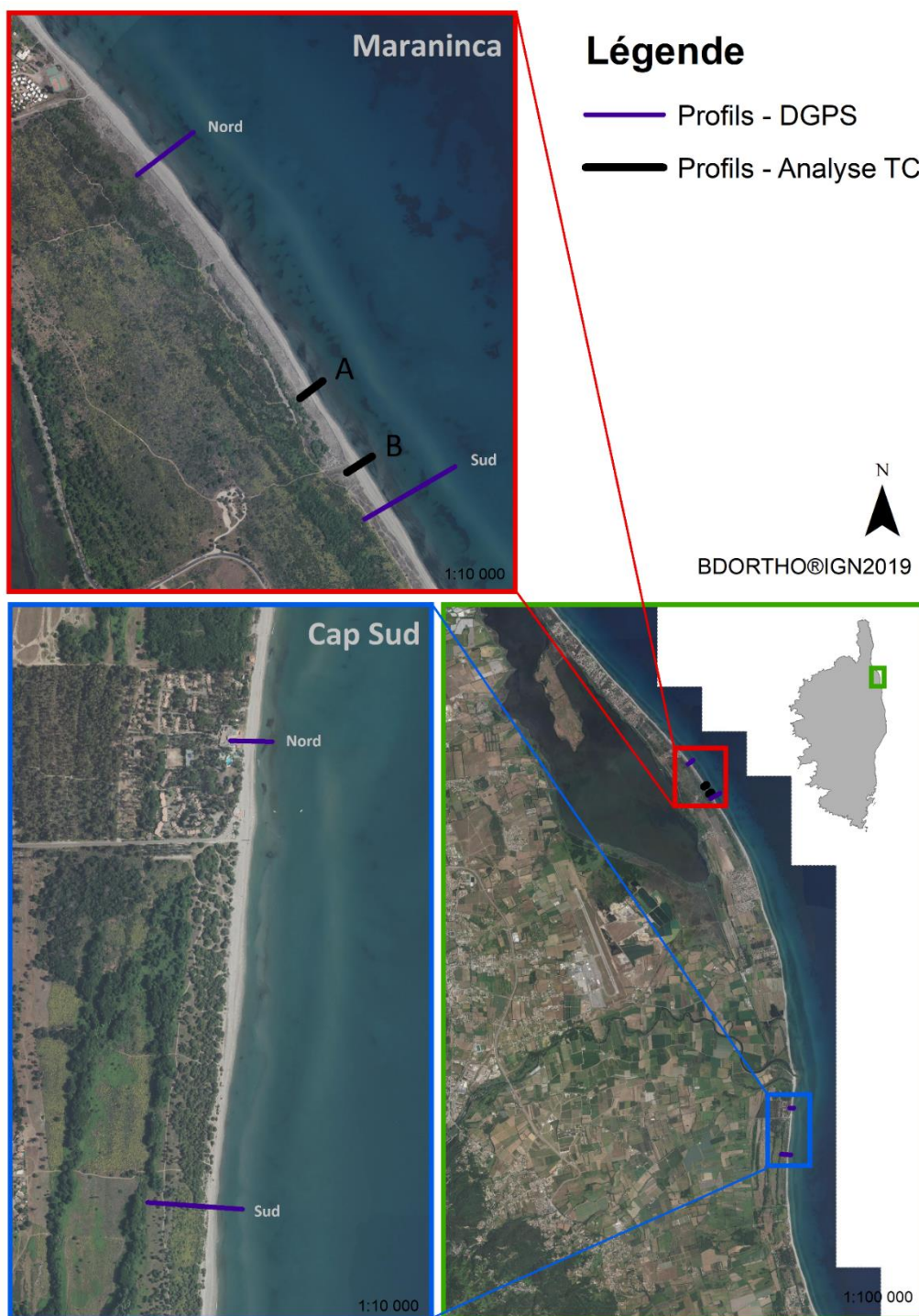


Figure 15: Localisation des profils DGPS et des profils extraits A et B.

Période	A	B
Février 2019 – juillet 2019	Recul (~ -5 m)	Avancée (+10 m)
Juillet 2019 – juillet 2020	Avancée (+10 m)	Recul (-10 m)
Juillet 2020 – mars 2021	Recul (- 5 m)	Avancée (+ 5 m)
Mars – juillet 2021	Avancée (+ 5 m)	Recul (- 2-3 m)

Tableau 3 : Détail des périodes d'avancée et de recul des TCB pour les profils A et B.

Le premier constat réalisé à partir de la Figure 16 est que le TCB avance et recule plusieurs fois pendant la période de suivi, et cela de manière opposée entre les 2 zones, ce qui est **caractéristique de la dynamique des barres sous-marines en croissant** (Tableau 3). Hormis entre janvier 2019 et janvier 2020, l'évolution du TCH est également opposée entre les 2 zones. Ensuite, les TCH évoluent globalement dans le même sens jusqu'à la fin du suivi (évolutions faibles de ± 2 à 3 m).

Le deuxième constat est que dans la zone où le taux d'évolution du TCB est positif (B), **la plage émergée active est plus large (15m) et s'élargit rapidement** en raison d'une importante avancée du TCB (+10 m) ainsi que d'un faible recul du TCH (-2 à -3 m) entre février et juillet 2019. Elle est étroite au début du suivi en décembre 2018 (5 m) mais elle s'élargit à partir de février 2020 (5 à 10m). Dans cette zone, sur la période de suivi le TCH présente un bilan au recul d'une dizaine de mètres. En revanche le TCB présente un bilan à l'avancée (< + 5 m) malgré l'alternance de périodes d'avancée et de recul comme vu précédemment. Ces évolutions maintiennent une largeur de plage d'une quinzaine de mètres.

Dans la zone où le taux d'évolution du TCB est négatif (A), la plage émergée active est plus étroite (< 5m) mais s'élargit (< 10m) à partir de janvier 2020 grâce à une avancée du TCB et un recul du TCH. Cette largeur est maintenue jusqu'à la fin des suivis.

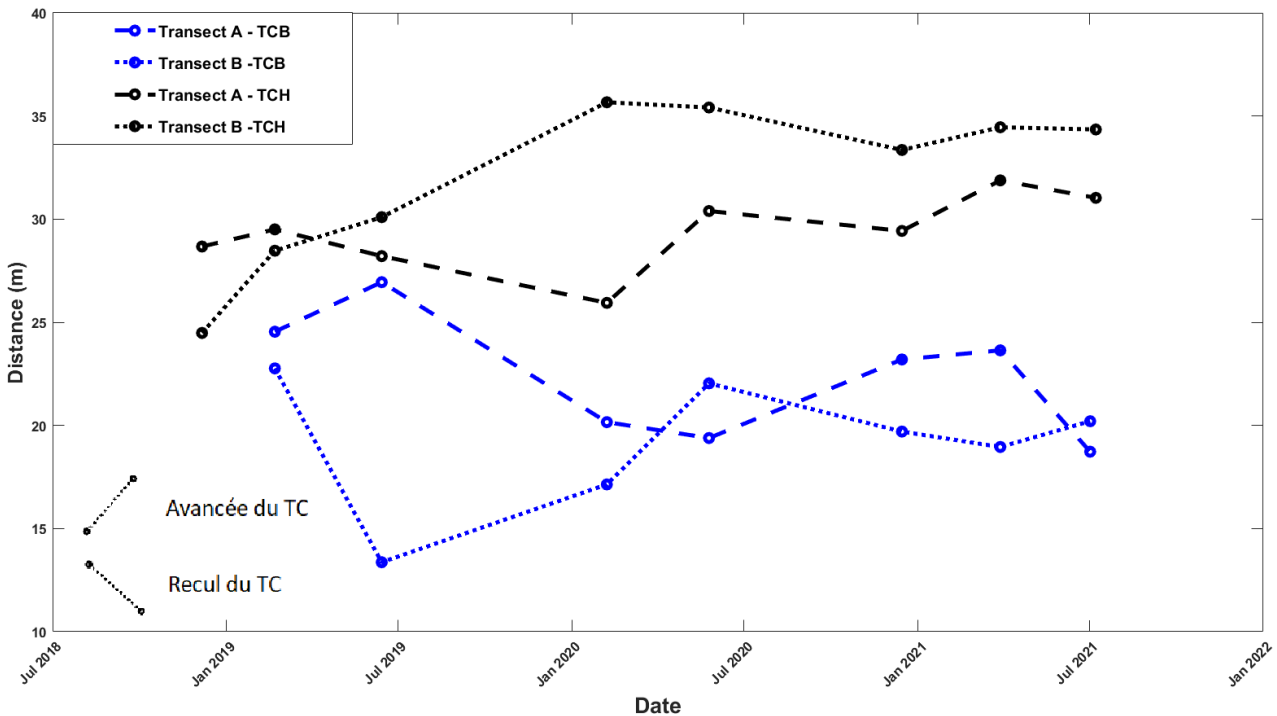


Figure 16 : Evolution en fonction du temps de la position des traits de côte haut (marron) et bas (bleu) au niveau des profils A (ligne en pointillés) et B (ligne continue).

2.2.2. Evolution des profils

L'évolution des profils topographiques Nord et Sud de Maraninca (Figure 17) se caractérise également par une variabilité pendant la période de suivi avec des phases irrégulières d'accrétion et d'érosion (Tableau 4).

Les 2 profils semblent connaître une période d'accrétion, probablement de récupération, après la tempête Adrian (29/10/2018) jusqu'en juin 2019.

Cette évolution positive s'inverse jusqu'à la fin des suivis pour le profil Nord. Il est cependant souligné la présence d'une berme qui pourrait indiquer une nouvelle phase de récupération.

Sur le profil Sud, malgré un lissage du profil d'équilibre du système plage/dune lié aux opérations de restauration dunaire du Conservatoire du Littoral entre avril et mai 2019 (Figure 18), l'évolution s'inverse également jusqu'en février 2020 puis se stabilise.

De manière générale, la dune / le haut de plage émergée active est plus stable sur l'ensemble de la période d'observation. Les variations sont de plus grande amplitude en bas de plage avec une morphologie distincte entre les profils hivernaux et les profils de faibles énergie.

A noter que l'hiver 2019-2020 a été plus érosif que l'hiver 2020-2021. Ainsi la restauration dunaire effectuée par le Conservatoire du Littoral ne semble pas avoir permis le maintien d'un profil d'équilibre.

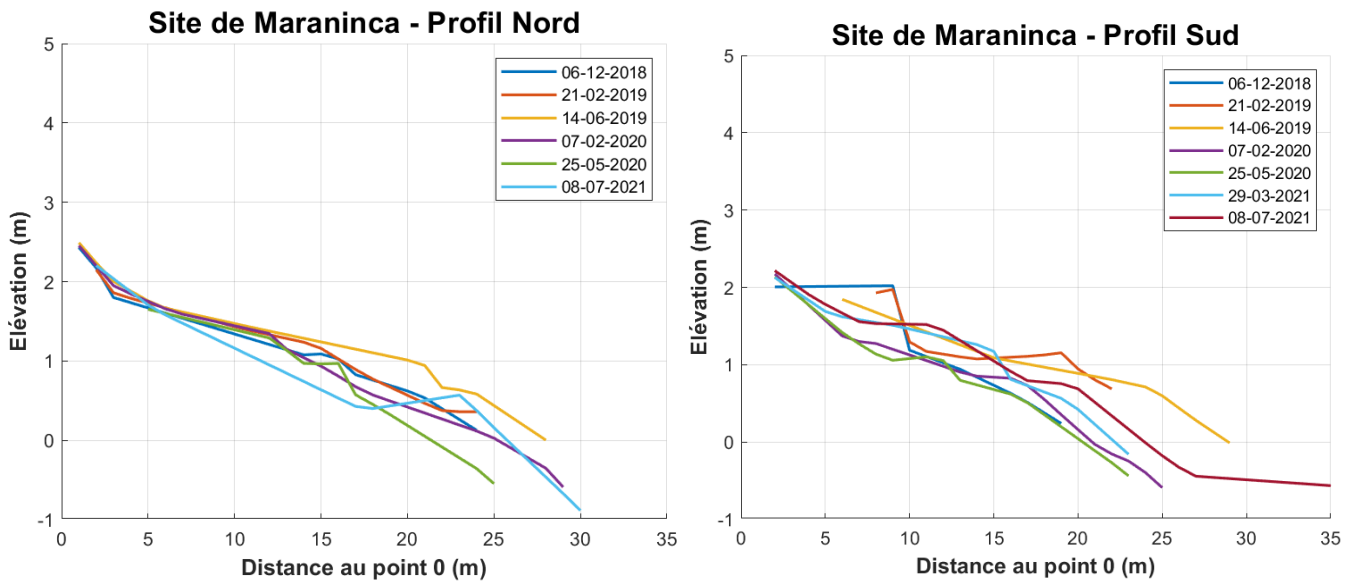


Figure 17 : Profils topographiques Nord et Sud levés au DGPS sur le site de Maraninca.



Figure 18 : Exemple de chantier du Conservatoire du Littoral (reprofilage de la dune à gauche, le 02/06/2019, ganivelles à droite le 11/10/2019).

Période	Profil Nord	Profil Sud
Décembre 2018 – Février 2019	Elévation de la plage émergée active (<+0,5m), TCH stable	Falaise dunaire, élévation de la plage émergée active (+1m) et avancée du TCB (+5m)
Février 2019 – <i>Avril/mai 2019 : opérations CdL</i> Juin 2019	Elévation du bas de la plage émergée active (+0,5m) Avancée du TCB et TCH (+5m), présence d'une berme	Régularisation du profil d'équilibre (disparition de la falaise dunaire) et avancée du TCB
Juin 2019 – Février 2020	Recul du TCB et TCH (- 2-3m)	Abaissement de l'ensemble du profil (- 0,5 à -1m) , recul du TCB et TCH (- 5 à -10m)
Février 2020 – Mai 2020	Abaissement du bas de la plage émergée active (-0,5m), avancée du TCH (+ 2-3m)	Stabilité
Mai 2020 – Mars 2021	Abaissement du haut (-0,5m) et élévation (+1m) du bas de la plage émergée active avec présence d'une berme.	Elévation du profil (+0,5m)
Mars 2021 – Juillet 2021		Relative stabilité, élévation du bas de la plage émergée active (+0,25m), avancée du TCB (+1m)

Tableau 4 : Interprétation des mesures topographiques au niveau des profils Nord et Sud de Maraninca.

2.3. SITE DE CAP-SUD/MUCCHIATANA

L'évolution des profils topographiques Nord et Sud de Cap Sud/Mucchiatana (Figure 19) se caractérise par une tendance à l'accrétion (gain en élévation et avancée des traits de côte) pendant la période de suivi (Tableau 5).

Le profil Nord présente une accrétion quasi constante pendant toute la période d'étude, avec une avancée des TCH et TCB et un gain en élévation d'au moins 75 cm sur l'ensemble de la période (Figure 20). Seule la période entre janvier et mai 2020 connaît une évolution négative (du bas de plage uniquement) avec le recul du TCB et la disparition de la berme de bas de plage. Ce type d'évolution au niveau du TCB est probablement lié à des variations saisonnières du profil retrouvant une position similaire à celui de juin 2019 en mai 2020.

Le profil Sud présente une évolution plus contrastée que le profil Nord, bien que l'évolution soit aussi globalement positive sur l'ensemble de la période d'étude. Le profil Sud est marqué par une forte érosion de la plage entre décembre 2018 et février 2019 et le reste de la période d'étude montre une tendance à l'accrétion qui permet le retour de la plage à un niveau proche de celui de décembre 2018 au début de 2021.

La tendance généralisée à l'accrétion de la zone du profil Nord et, dans une moindre mesure dans la zone Sud, semble liée à un apport de sédiments probablement en lien avec la dynamique de l'embouchure du Golo. Les visites de terrain lors desquelles la morphologie de la plage émergée active a été constatée permettent de supposer que cet apport de sédiments provient des barres sous-marines de l'embouchure grâce à une inversion de la dérive littorale

(globalement orientée du sud vers le nord à l'échelle de la Plaine Orientale). Cet apport a ensuite été enregistré au sud à partir de février 2019.

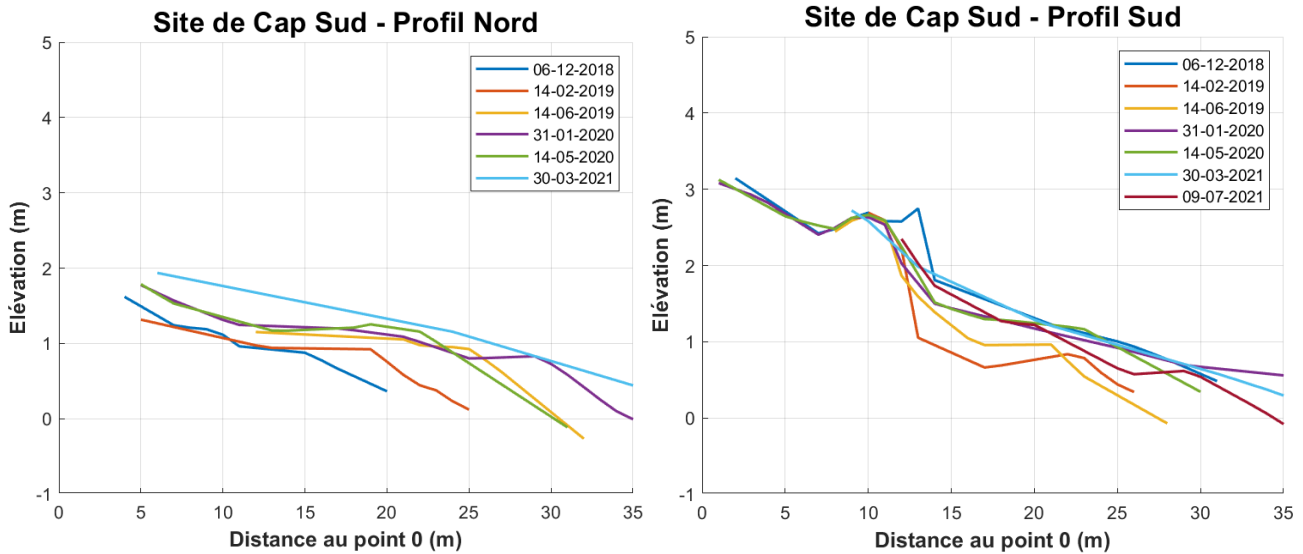


Figure 19: Profils topographiques Nord et Sud levés au DGPS sur le site de Cap-Sud/Mucchiatana.

Période	Profil Nord	Profil Sud
Décembre 2018 – Février 2019	Élévation de la plage émergée active (développement d'une berme), TCH stable.	Fort abaissement de plage émergée (jusqu'à -1m) associé à un recul du TCH et de la dune
Février 2019 – Juin 2019	Élévation généralisée de la plage émergée active, particulièrement en bas de plage avec un gain de près de 1m. Avancée du TCB	Légère élévation de la plage émergée (~+20-à +30cm), possible éolisation de la dune au niveau du TCH. Faible recul du TCB
Juin 2019 – Janvier 2020	TCH et haut de plage stable, gain en élévation (~+70 à +80cm) et avancée au niveau du TCB probablement liée à la formation d'une nouvelle berme.	Élévation généralisée de la plage émergée active (de + 20 cm à +70cm). Dune stable, petite avancée du TCH, avancée du TCB et linéarisation du profil de plage.
Janvier 2020 – Mai 2020	Perte d'élévation et recul au niveau du TCB. Retour à un profil similaire à celui de Juin 2019.	Dune et plage émergée stables, petit abaissement au niveau du TCB et formation d'une berme.
Mai 2020 – Mars 2021	Élévation généralisée de la plage émergée active (entre +10cm et +80cm). Avancée du TCB et linéarisation du profil de plage	Élévation au niveau du pied de dune (+20-30cm), recul au niveau de TCB. Linéarisation du profil de plage
Mars 2021 – Juillet 2021		Abaissement de la plage émergée active (entre - 10 et -40cm), deux bermes visibles, une ancienne et une active en bas de plage.

Tableau 5: Interprétation des mesures topographiques au niveau des profils Nord et Sud de Cap-Sud/Mucchiatana.



Figure 20 : Apport de sable et élargissement de la plage d'une dizaine de mètres au droit de l'ancien restaurant de Cap-Sud (07/12/2018 à gauche, 14/05/2020 à droite).

2.4. INTERPRETATION ET BILAN

La zone de Maraninca présente une évolution plus typique de ce qui est connu pour les plages de la Plaine Orientale et du Lido de la Marana en particulier ; avec une **importante variabilité spatiale et temporelle des évolutions géomorphologiques, liée à la dynamique des barres sous-marines** qui présentent ici une morphologie en croissant. Des secteurs en avancée alternent avec des secteurs en recul, et des périodes d'avancée alternent avec des périodes en recul. Ces différentes phases semblent irrégulières, mais la résolution des données ne permet pas de vérifier cette hypothèse. La restauration dunaire ne résiste pas aux phases d'érosion marine les plus fortes dans les zones où la plage émergée active est déjà relativement étroite (< 10 m, déstabilisation et dégradation des ganivelles, falaises dunaires).

La zone de Cap-Sud semble bénéficier d'un **apport relativement conséquent en sédiments provenant du delta du Golo** permettant l'accrétion de la plage émergée active. Cet événement, inhabituel et ponctuel (la dérive littorale, habituellement, entraîne les sédiments vers le nord) rend la comparaison entre les deux sites difficiles car **la tendance d'évolution pour Cap-Sud entre 2018 et 2021 n'est pas représentative de la tendance à moyen et long terme** qui est plutôt à l'érosion. En effet, l'étude concernant l'estimation de l'évolution potentielle du trait de côte aux horizons 2040 et 2100 à l'échelle de la plaine orientale (Paquier *et al.*, 2021), qui a nécessité l'actualisation des taux d'évolution sur la période 1937 à 2019, indique des valeurs comprises entre -0,5 m/an et -2 m/an jusqu'au nord de la zone de Mucchiatana où les taux témoignent d'une relative stabilité.

Le bilan, à l'échelle des deux sous-sites ADAPTO, sur toute la période de suivi entre décembre 2018 et juillet 2021, présente donc globalement une stabilité voire une accrétion, avec des zones en érosion assez localisées. Cependant, il est rappelé que les suivis géomorphologiques ont démarré en décembre 2018, quelques semaines après la tempête Adrian du 29 octobre 2018. La configuration des plages émergées était alors défavorable et représentative d'un déficit sédimentaire (falaise dunaire, plages étroites et planes, etc., Figure 21). Les évolutions constatées peuvent être interprétées comme une récupération naturelle après l'événement Adrian. Le prolongement du suivi serait intéressant afin de confirmer cette capacité de résilience.



Figure 21 : Site de Maraninca à gauche et site de Mucchiatana à droite (le 07/12/2018, un mois après la tempête Adrian du 29/10/2018).

3. Evolutions géomorphologiques interannuelles

Les évolutions géomorphologiques interannuelles ont été évaluées grâce à l’analyse des modèles numériques de surface (MNS) produits aux mois de juin 2019, 2020 et 2021.

Des différentiels entre chacun ont été calculés. La Figure 22 présente la légende commune à toutes les figures des paragraphes 3.1 et 3.2.

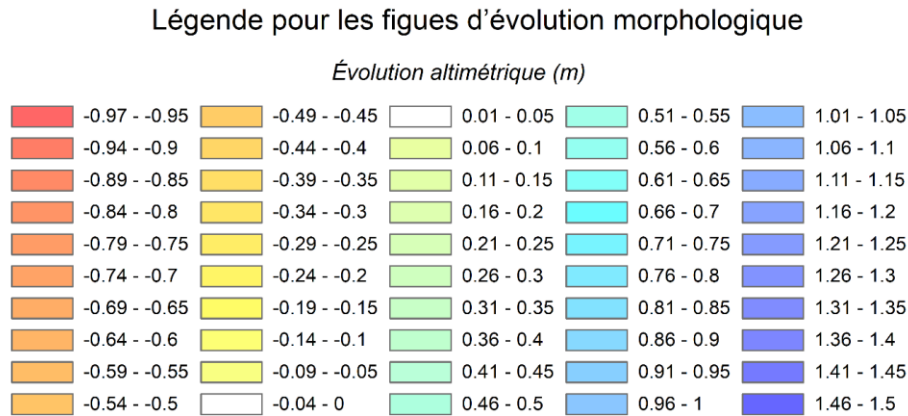


Figure 22 : Légende commune aux différentiels présentés dans ce chapitre 3.

3.1. SITE DE MARANINCA

3.1.1. Différentiels de MNS

Les différentiels des MNS (cf. paragraphe 1.4.2) de la plage et de l’arrière plage du site de Maraninca ont été calculés entre juin 2020 et juin 2019 et entre juin 2021 et juin 2020 (Figure 23).

Le long de la côte, les secteurs en érosion (couleur dominante jaune à rouge dans les figures) alternent avec des secteurs en accrétion. **Ces alternances semblent assez ordonnées et rythmées avec des longueurs d’onde de l’ordre de 150 m à 170 m. Les déplacements du trait de côte bas sont de l’ordre de 5 à 10 m et les variations d’altitude de la plage émergée active de l’ordre de 2 m** (Figure 24) . L’analyse des localisations des zones en érosion et en accrétion entre 2019, 2020 et 2021 montrent qu’elles se déplacent dans le temps. En effet, les zones ayant été en érosion entre 2020 et 2019 se retrouvent en accrétion entre 2021 et 2020 et inversement (Figure 25, Figure 26). La migration de ces zones érosives est responsable des oscillations temporelles de la position des traits de côte (Figure 27), mises en évidence précédemment (cf. chapitre 2).

Cette alternance de phases d’érosion et de phase d’accrétion des plages a déjà été mise en évidence grâce aux levés réalisés dans le cadre du ROL depuis 2002 sur le Lido de la Marana. Cette dynamique est liée à celle des barres sous-marines dont la vitesse de déplacement longshore (parallèlement à la côte) a été estimée à plusieurs dizaines de mètres par an.

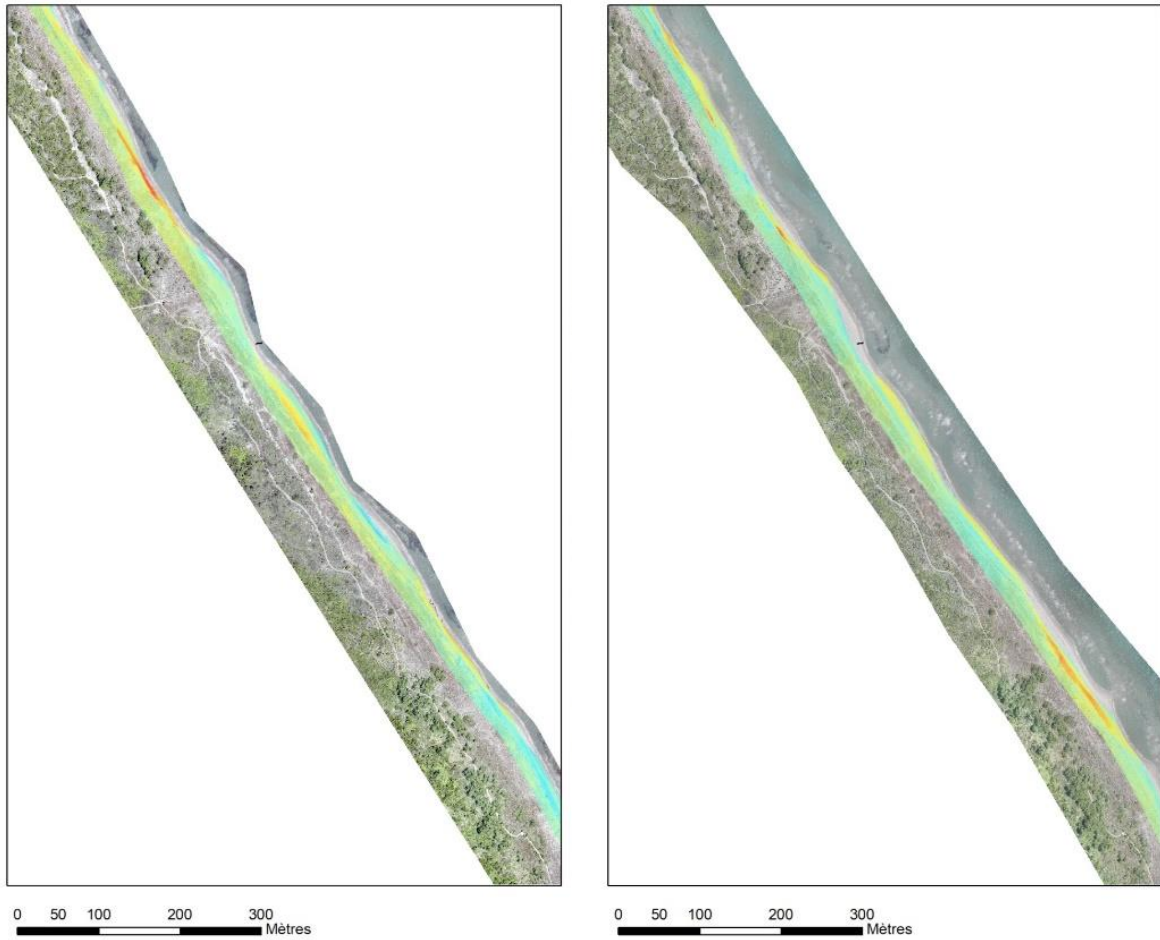


Figure 23 : Différentiel altimétrique de la plage de Maraninca. A gauche : entre 2020 et 2019 : à droite : entre 2021 et 2020.



Figure 24 : Ondulation du trait de côte bas sur le site de Mucchiatana (07/02/2020).

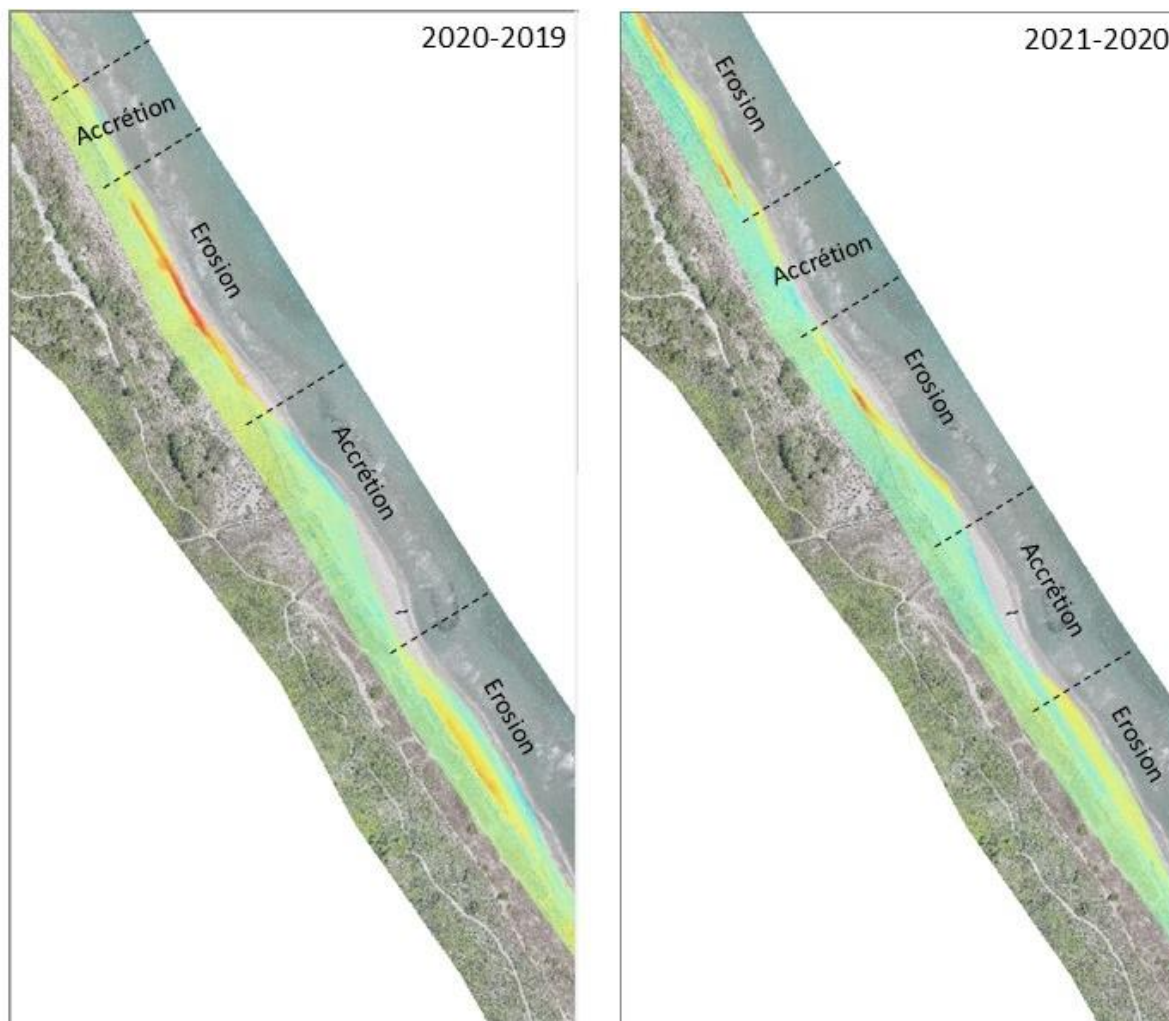


Figure 25 : Détail de l'évolution du centre de la plage de Maraninca. A gauche : différentiel de MNS 2020-2019 ; à droite : différentiel de MNS 2021-2020 (fond : ortho-photographie de 2021). On remarque que les secteurs ayant subi une érosion entre 2020 et 2019 peuvent être le siège d'une accrétion sédimentaire entre 2020 et 2021. A l'inverse les secteurs ayant subi une accrétion entre 2020 et 2019 peuvent être soumis à une érosion entre 2020 et 2021.

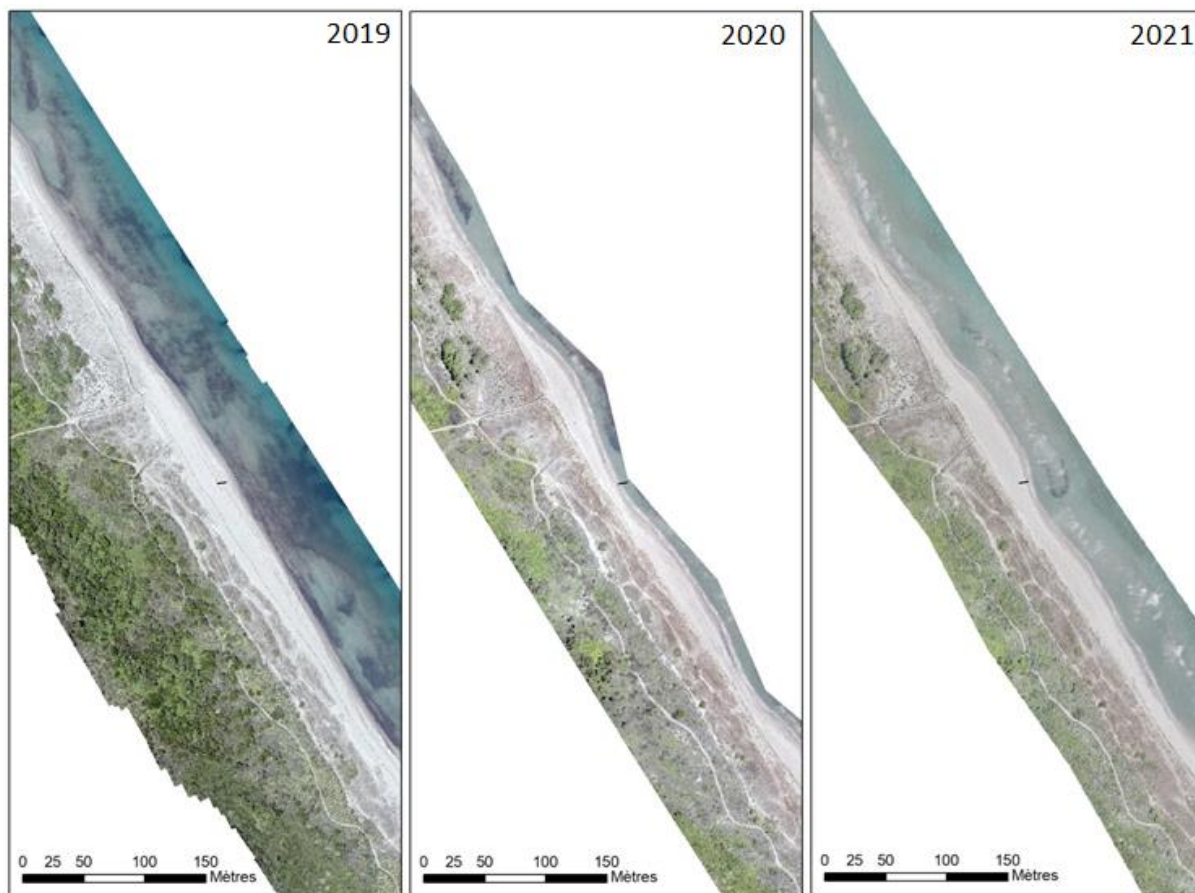


Figure 26: Illustration de l'impact de la migration annuelle des zones d'érosion et d'accrétion sur la morphologie et les oscillations du trait de côte (Maraninca ; de gauche à droite 2019, 2020, 2021).



Figure 27 : Configuration de zones en accrétion à gauche et de zones en érosion à droite (07/02/2020).

3.2. SITE DE CAP-SUD/MUCCHIATANA

Les orthophotographies et les MNS associés permettent d'analyser les évolutions morphologiques et les mouvements du trait de côte qui s'opèrent sur 3 ans. Ainsi, la Figure 28 permet de visualiser l'élargissement de la plage, la progradation du trait de côte au droit de Cap-Sud.

3.2.1. Différentiel 2021-2019

Ce différentiel donne une représentation spatiale quantifiée de l'évolution qui s'est produite sur une durée de 2 ans. Un exemple de résultat est fourni dans la Figure 29 autour des aménagements et constructions de Cap-Sud. L'évolution de la topographie de la plage est diverse et organisée en lambeaux longilignes successifs orientés parallèlement à la plage, avec des gains et des pertes topographiques. Certains secteurs sont en accrétion (couleurs bleues) alors que d'autres sont plutôt en érosion (couleurs jaune-orangées). L'arrière plage, à proximité immédiate des ganivelles, devant l'ancien restaurant de Cap-Sud, est plutôt en accrétion tout comme le milieu de plage. Il faut noter que le bas de plage visible sur l'orthophotographie de 2021 n'était pas affleurant en 2019, en conséquence, le MNS de ce secteur n'a pas pu être produit ce qui n'a pas permis de calculer le différentiel.

3.2.2. Profils topographiques

Les MNS de 2019, 2020 et 2021 permettent la réalisation de profils topographiques diachrones mettant en évidence l'évolution des plages et du littoral. A titre d'exemple, les profils de plage de Cap-Sud de la Figure 30 et de la Figure 31 ont été extraits des MNS. L'évolution de ces profils montre, que ce soit au niveau du parking ou au nord de l'ancien restaurant, une tendance à l'élévation et à l'élargissement de la plage associée à une avancée du trait de côte.

3.2.3. Micromorphologies

Les différentiels des MNS permettent de caractériser les évolutions altimétriques des plages. Leur analyse permet de détecter les zones affectées par l'érosion, la sédimentation et les évolutions morphologiques. Il est alors possible de visualiser ces évolutions morpho à micromorphologiques tels que des dépôts éoliens ensevelissant progressivement des ouvrages, troncs d'arbres etc. ou créant des micromorphologies éoliennes métriques (Figure 32).

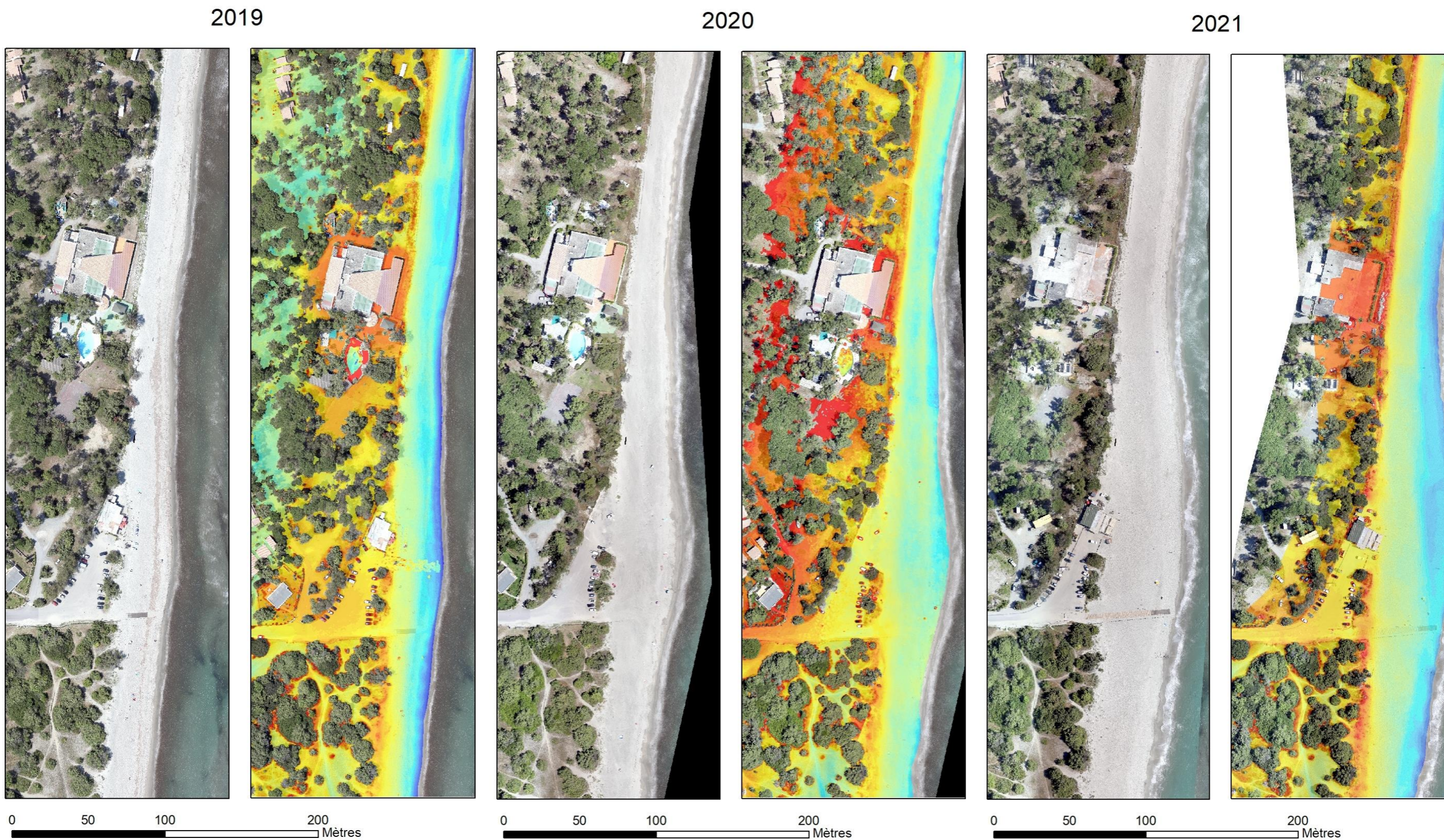


Figure 28 : Orthophotographie et MNS photogrammétrique du secteur de l'Hôtel Cap-Sud en 2019, 2020 et 2021

Différentiels des MNS photogrammétriques

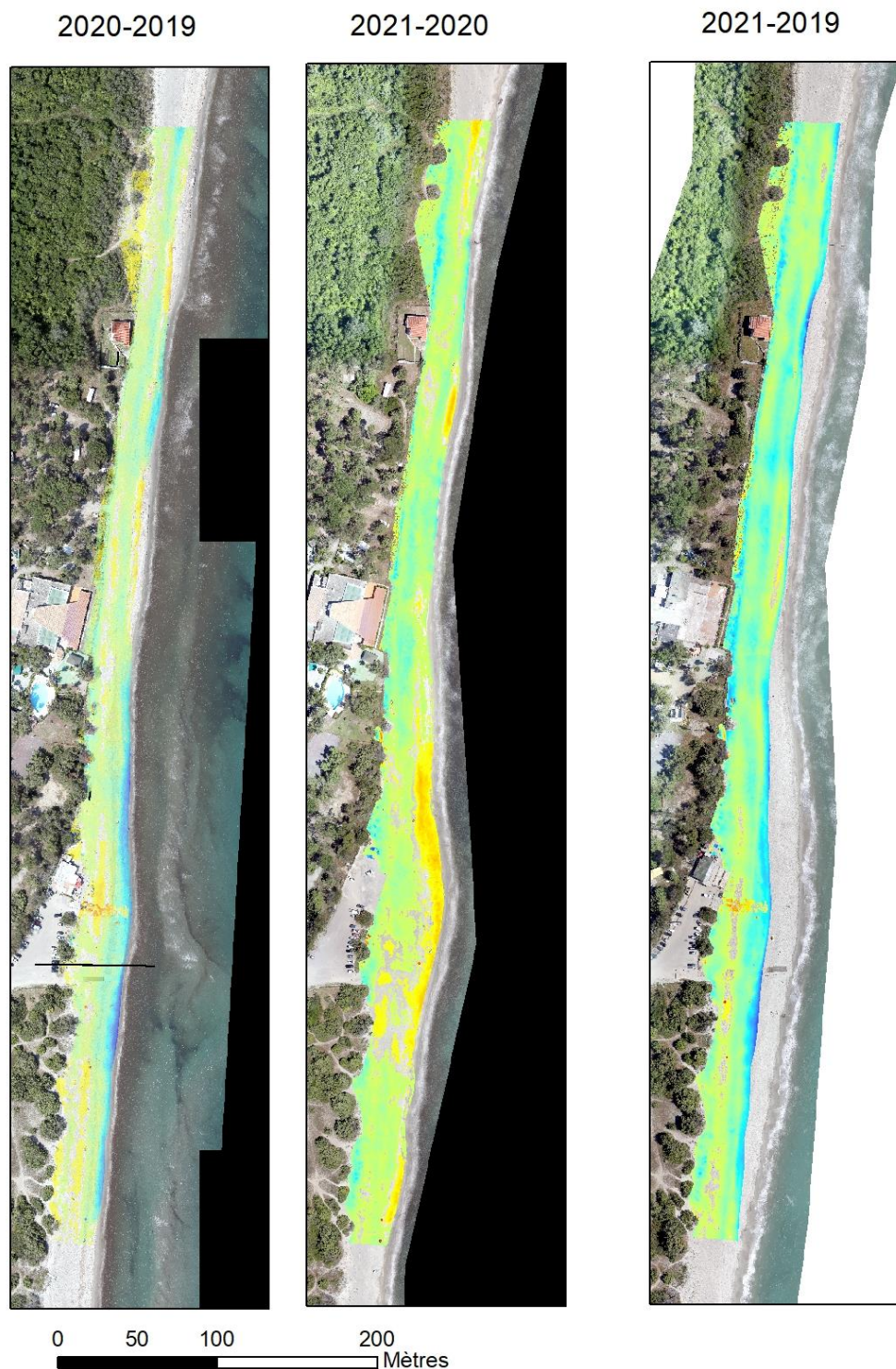


Figure 29: Evolution topographique entre 2020 et 2019, 2021 et 2020 et entre 2021 et 2019. On constate entre 2019 et 2021 en engraissement de la plage de Cap-Sud et la progradation du trait de côte dans le secteur face au parking.

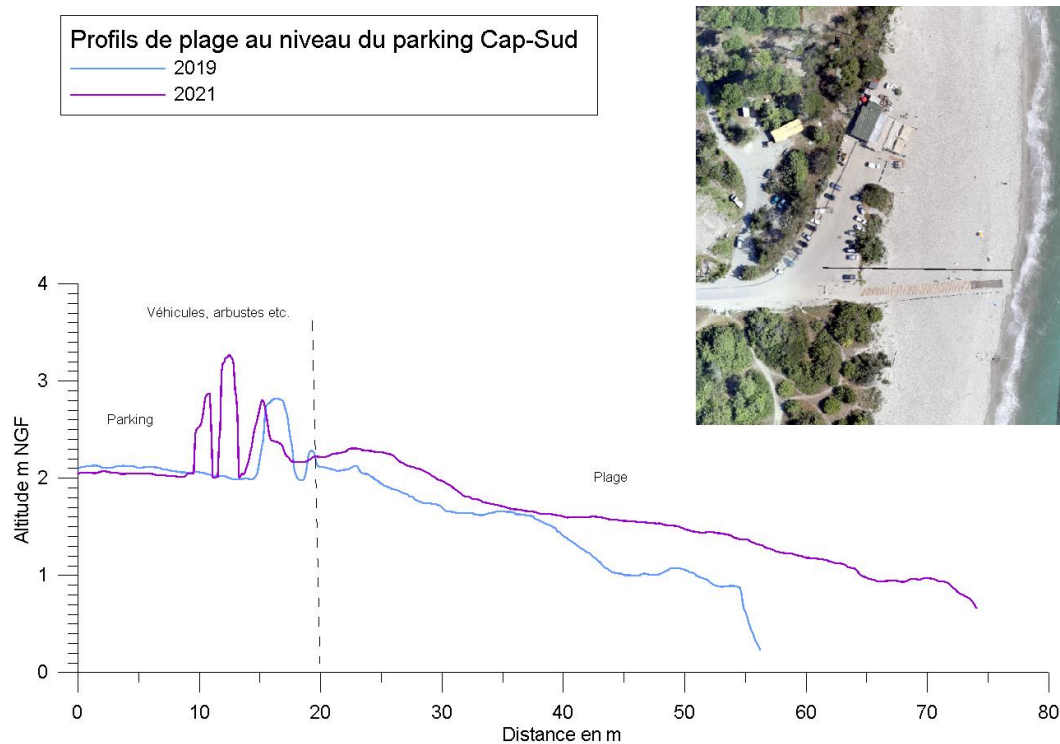


Figure 30: Evolution des profils de plage de 2019 à 2021 extraits des MNS photogrammétriques. A gauche : au droit du parking de l'hôtel : engraissement significatif de la plage et la progradation du trait de côte.

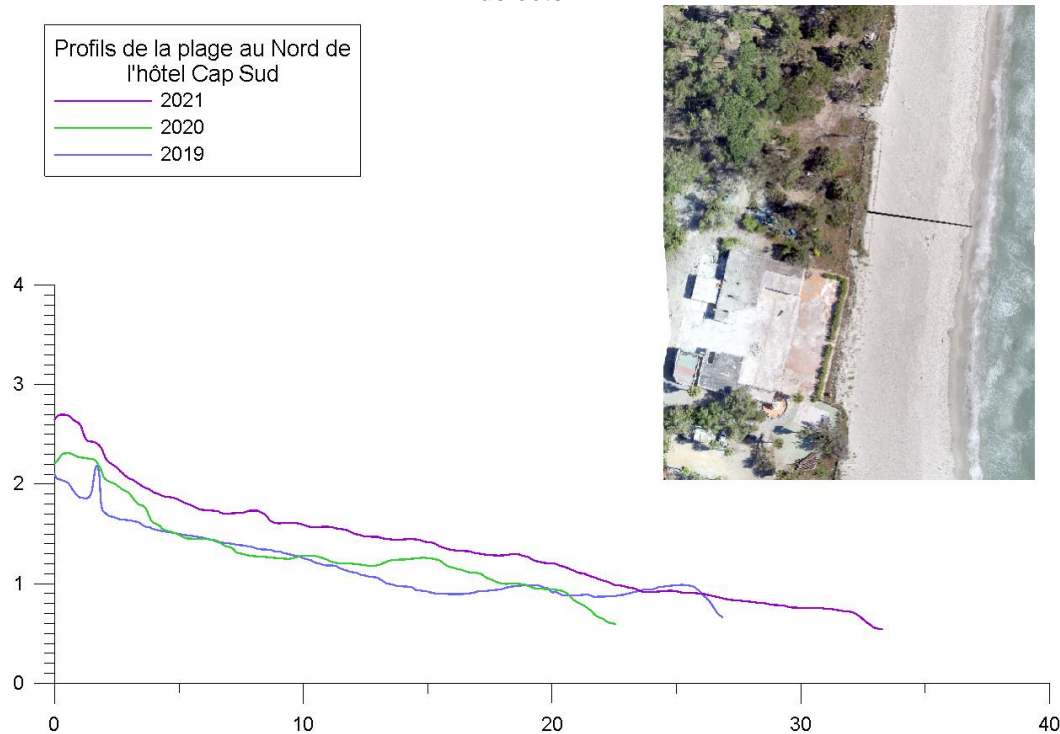


Figure 31: A droite au Nord immédiat de l'ancien hôtel : engraissement de la plage et de l'arrière plage ; progradation du trait de côte.

Exemple d'évolution morphologique entre 2019 et 2021

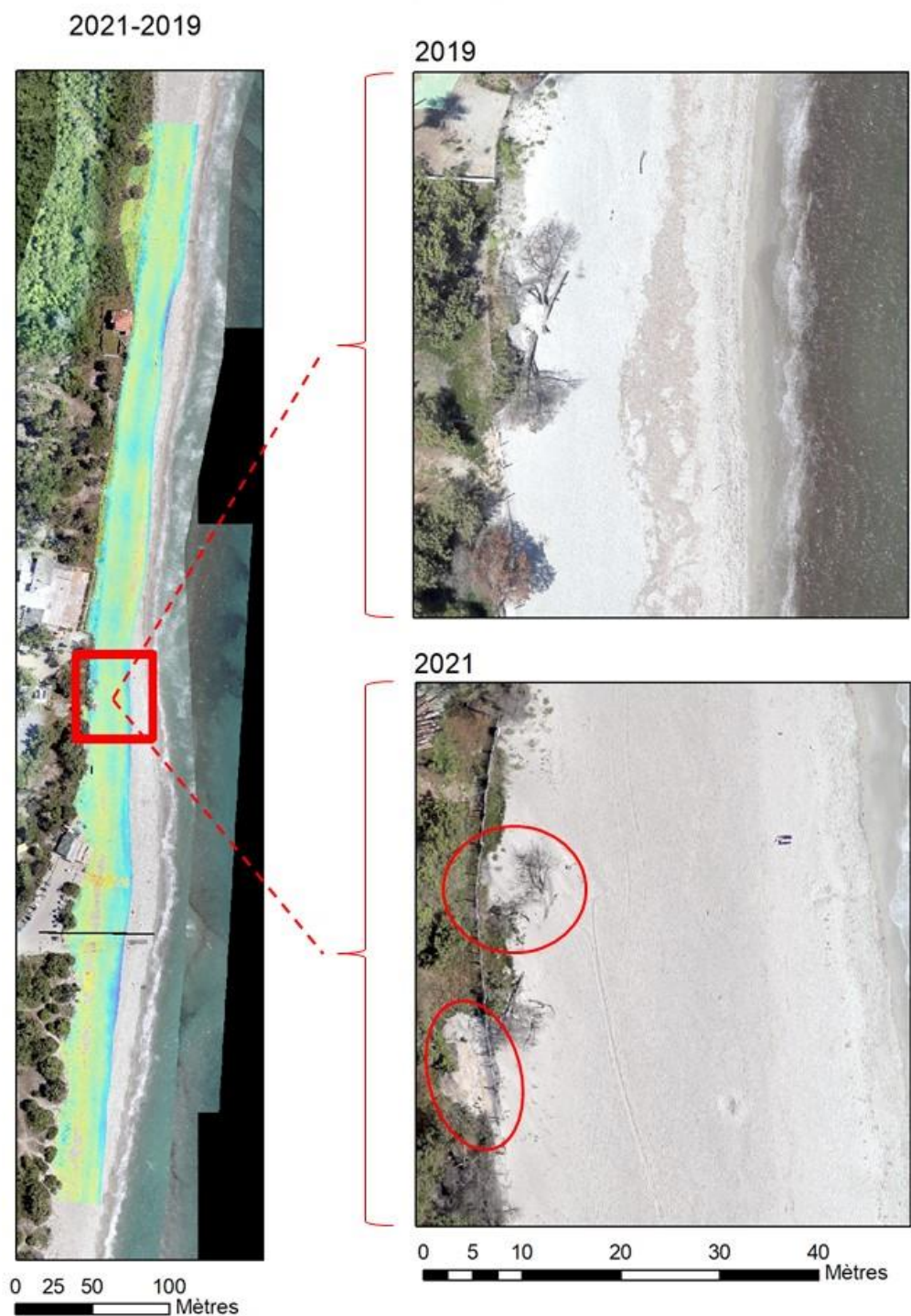


Figure 32 : Exemple(s) d'évolution morphologique sur le secteur de Cap-Sud entre 2019 et 2021 : élargissement et engraissement de la plage, progradation du trait de côte, apports éoliens et piégeage de sable en arrière-plage

3.3. INTERPRETATION ET BILAN

Pour la zone de Maraninca, les évolutions interannuelles montrent des alternances de zones d'érosion et d'accrétion, particulièrement sur le bas de la plage émergée active (longueur d'onde de 150 à 170 m). Les déplacements du TCB sont de l'ordre de 5 à 10 m avec des variations d'altitude de la plage émergée active pouvant atteindre 2 m environ. Ce type de variations, aussi observées sur les profils et les données de TCB, sont liées à la dynamique des barres sous-marines en croissant et plus particulièrement à leur progression vers le nord sous l'impulsion de la dérive littorale comme c'est le cas pour d'autres sites de la plaine orientale. Leur vitesse de déplacement est estimée à plusieurs dizaines de mètres par an.

Les levés du ROL réalisés depuis une vingtaine d'années sur le système plage/dune du Lido de la Marana ont permis de mettre en évidence ce mode de fonctionnement morphosédimentaire confirmé par la production des 3 MNS dans le cadre d'ADAPTO.

Ce type de comportement avec des alternances de phases d'avancée et de recul du trait de côte constitue une information primordiale pour prendre en compte la mobilité du trait de côte dans ce secteur dans le cadre de la réalisation d'aménagement ou la prévention des risques littoraux. En effet, un secteur actuel apparemment en accrétion et ne présentant pas à priori de risque pourrait, au cours des années à venir, être affecté par des phases de recul rapide pouvant mettre en danger les aménagements, les bâtiments etc.

D'autre part, ce fonctionnement confère à la plage émergée active une capacité de récupération naturelle après une phase érosive, grâce au transport cross-shore et au stockage de sédiments dans les petits fonds. Cependant, lorsque la dune est érodée, la récupération naturelle n'est pas très marquée et semble plus longue, plus particulièrement semble-t-il si la plage demeure insuffisamment large pour favoriser sa reconstruction par action éolienne (5 à 25 m). C'est pourquoi, les capacités de résilience du système plage/dune semblent limitées sans accompagnement des processus naturels et opération de restauration dunaire telle que réalisée par le Conservatoire du Littoral.

Pour la zone Cap-Sud/Mucchiatana, la tendance générale est à l'accrétion à la fois au niveau de la plage émergée active mais aussi au niveau de l'arrière-plage. Ces observations sont concordantes avec les évolutions relevées au niveau des profils DGPS et avec les variations des traits de côte. La cause de l'accrétion au niveau de la zone de Cap-Sud semble être un apport sédimentaire en provenance de l'avant – côte et du delta du Golo.

La zone de Cap-Sud est directement sous l'influence de l'embouchure qui présente un fonctionnement qui lui est propre et mal connu (probable cyclicité, inversion de la dérive littorale, phénomènes de convergence des vagues, édification et divagation de flèches sableuses d'embouchure, systèmes de bancs de sables obliques à la côte, etc.). Globalement à l'échelle de la Plaine orientale, la dérive littorale est orientée vers le nord et entraîne les sédiments du delta vers le nord. Il est cependant possible qu'une inversion de la dérive vers le sud, plus ou moins ponctuelle dans le temps, ait entraîné un corps sédimentaire vers le sud de l'estuaire où, sous l'action des vagues, le sédiment qui le constitue a progressivement été transporté vers la côte.

4. Estimation des évolutions potentielles à l’horizon 2050

Compte tenu de sa configuration géomorphologique de côte basse meuble ouverte sur la mer (cordon dunaire de faible altitude < 4 m/NGF), le site ADAPTO du Delta du Golo est exposé aux submersions marines, principalement par franchissements de paquets de mer liés au déferlement des vagues. Les **zones basses potentiellement exposées aux submersions marines (ZBPESM)** ont été cartographiées dans le cadre d’une étude pour la DDTM2B pour un évènement météo-marin centennal. Les cartes sont consultables dans le rapport Mugica *et al.* (2021). Le littoral de la Communauté d’Agglomération de Bastia ainsi que la Communauté de Communes de la Marana-Golo fait l’objet d’une approche complémentaire par le BRGM pour la DDTM2B pour **la caractérisation de l’aléa submersion marine** avec prise en compte de la dynamique de l’évènement (vitesse d’écoulement à terre, durée de la submersion, etc., Mugica *et al.*, en cours).

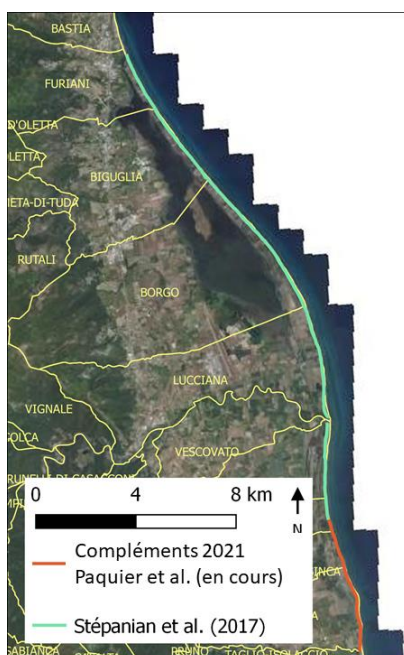
Outre cet aléa submersion marine, **le site est exposé à l’aléa recul du trait de côte à moyen terme, voire court terme par endroit**. Le guide méthodologique pour l’élaboration des Plans de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) recommande une approche basée sur une analyse diachronique des évolutions et l’emploi de formules empiriques pour caractériser cet aléa (MEDDE, 2014). L’évolution potentielle du trait de côte a été estimée à l’horizon 2050, en deux temps dans le cadre du projet ADAPTO : tout d’abord à l’échelle du nord du Lido de la Marana tel que présenté dans le rapport Stepanian *et al.* (2017) puis sur le linéaire restant, avec des données actualisées et de nouveaux outils géomatiques, tel que développé dans les paragraphes suivants.

4.1. DONNEES ET METHODOLOGIE

La méthode mise en œuvre pour estimer l’évolution potentielle du trait de côte dans le futur, repose sur 3 étapes :

1. **La projection à l’échéance voulue (2050 en l’occurrence) des évolutions passées du trait de côte.** Pour cela, une analyse diachronique des positions historiques des traits de côte a été réalisée ;
2. **L’estimation du recul du trait de côte liée à l’élévation du niveau de la mer sous l’effet du changement climatique à l’horizon 2050** et avec le scénario du GIEC 4.5 (IPCC, 2019). Pour cela, un modèle développé par le BRGM a été exploité afin d’estimer cette élévation du niveau de la mer à l’échelle locale. Ensuite, une expertise géomorphologique sur la pente de l’avant-côte a été réalisée afin d’appliquer la règle de Bruun (1962) ;
3. **L’estimation du recul maximal du trait de côte lié à un évènement de tempête majeur.** Grâce aux suivis annuels et post-tempêtes du ROL, cet indicateur a pu être mesuré et exploité pour cette étude.

Ces trois étapes permettent de définir l’emprise de la zone d’évolution potentielle du trait de côte à l’horizon 2050. Il est souligné qu’il ne s’agit pas de la prévision de la position du trait de côte mais la détermination d’une enveloppe au sein de laquelle il pourra se trouver.



Ainsi, l'évolution potentielle du trait de côte a été estimée à l'horizon 2050 sur l'ensemble du Lido de la Marana jusqu'à Bastia ainsi que sur 3,5 km au sud de l'embouchure du Golo, dans une première phase en 2017 (Figure 33). La méthode mise en œuvre est présentée dans le rapport Stepanian *et al.* (2017, Rapport BRGM/RP-67389-FR).

En 2021, le Conservatoire du Littoral a souhaité que les projections soient complétées au sud de l'embouchure du Golo sur 5,5 km supplémentaires (Figure 33). Pour cela, la méthode mise en œuvre bénéficie de l'amélioration des connaissances, des nouvelles données et outils disponibles tel que précisé ci-dessous dans les trois paragraphes suivants. Elle est détaillée dans le rapport : Paquier *et al.* (en cours, Rapport BRGM/RP-70722-FR) et s'appuie sur les recommandations ministérielles du guide pour l'élaboration des Plans de Prévention des Risques Littoraux (MEDDE, 2014).

Figure 33 : Localisation des linéaires concernés par les approches « 2017 » et « 2021 ».

4.1.1. Analyse diachronique et projection

Les traits de côte ont été digitalisés sur les orthographies de 1937, 1948, 1958, 1971, 1982, 2007, 2011, 2016 et 2019 (IGN), et 2010 (BRGM). Les incertitudes sur les positions des traits de côte ont été estimées à partir des décalages de géoréférencement, de projections et de taille des pixels entre chaque orthophotographie et l'orthophotographie de 2016 prise en référence. Ainsi, une incertitude a été attribuée à chaque trait de côte (1 à 20 m selon les années).

L'outil DSAS d'ArcGIS® a été utilisé pour calculer les taux d'évolution du trait de côte sur des transects perpendiculaires à la côte et espacés de 50 m. La méthode du WLR (Weighted Linear Regression) a été choisie afin d'intégrer l'incertitude des traits de côte au calcul. Les taux ont été calculés sur la période 1937-2019 et sur la période 1982-2019.

Une analyse à dire d'expert des taux d'évolution a ensuite été menée, sur la base de la connaissance terrain et des données du ROL capitalisées depuis une vingtaine d'années. Ainsi tout en conservant une approche sécuritaire, la période de calcul des taux d'évolution la plus représentative des évolutions récentes a été retenue : 1937 - 2019 ou 1982 - 2019. L'expertise considère ensuite la géomorphologie (pointe rocheuse, dérive littorale, embouchure, etc.) et l'anthropisation (présence d'ouvrage, de front de mer durci, etc.) pour l'ajustement des taux d'évolution.

4.1.2. Estimation du recul du trait de côte lié à l'élévation du niveau de la mer sous l'effet du changement climatique (CC)

Le modèle COASTAUD (*COASTAI Uncertainties Demystification*) développé par le BRGM (Le Cozannet *et al.*, 2019) a été employé pour définir la remontée locale du niveau de l'eau avec le scénario du GIEC choisi RCP 4.5.

La règle de Bruun (Figure 34) a été employée pour estimer le recul du trait de côte (S) en fonction de la pente de l'avant-plage. Pour la zone concernée, les pentes sont "faibles" (1.78% en

moyenne) jusqu'à 2.5 km au Nord de l'embouchure du Fium'Alto et "fortes" (2.81% en moyenne) de ce point à l'embouchure.

$$S = \frac{a \cdot L}{h} = \frac{a}{\tan(\alpha)}$$

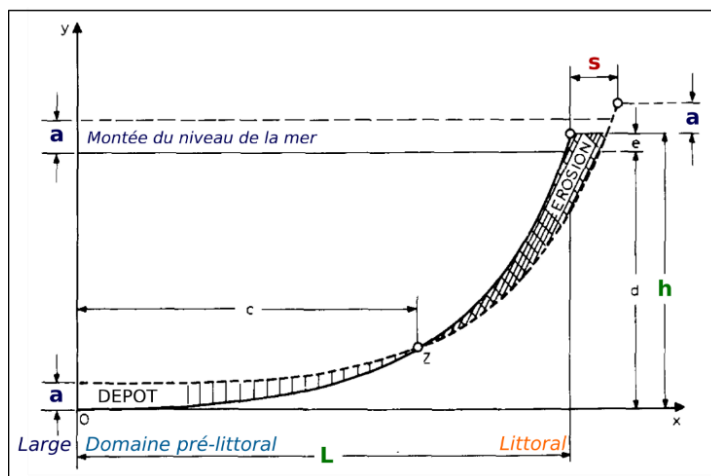


Figure 34 : Règle d'érosion du littoral sous l'effet de l'ENM (Bruun, 1983). Hypothèse d'évolution du profil de plage et principaux paramètres descriptifs : a, montée du niveau de la mer ; L, longueur du profil de plage soumis à l'influence de vagues ; h, hauteur entre le trait de côte et le bas du domaine pré-littoral ; $\tan(\alpha)$ la pente de la plage .

4.1.3. Estimation du recul maximal du trait de côte lié à un évènement de tempête majeur (Lmax)

Le Lmax a été évalué à partir de mesures post-tempête réalisées dans le cadre du ROL, après la tempête Adrian (29/10/2018) (Mugica et Laigre 2019, RP-69445-FR). Les reculs les plus importants ont été retenus (15 m). Une valeur identique avait été utilisée dans l'étude de 2017 (Stepanian *et al.*, 2017).

4.1.4. Cartographie

Le trait de côte de référence est celui de 2019, digitalisée sur l'orthophotographie disponible la plus récente (IGN).

Pour définir la zone d'évolution potentielle du trait de côte à l'horizon 2050, on ajoute au trait de côte de référence :

- La largeur de la bande correspondant à la projection des taux d'évolution passés dans le futur (Tx en m * nombres d'années, ici 31) ;
- L'estimation du recul du trait de côte en fonction de la valeur médiane de l'estimation de la remontée de la mer liée au changement climatique (12 m pour les pentes "fortes" et 18 m pour les pentes "faibles") ;
- le Lmax (15m).

4.2. INTERPRETATION ET BILAN

L'estimation de la zone d'évolution potentielle du trait de côte à l'horizon 2050 requiert le choix d'un indicateur identifiable et comparable. En Méditerranée, c'est généralement le trait de côte bas qui est retenu, c'est-à-dire la berme ou la limite entre le sable sec et le sable mouillé. Cet indicateur est facilement identifiable sur les orthophotographies à la différence du trait de côte haut qui correspond au pied de dune. En effet, la rupture de pente entre la dune et la plage ou la limite de végétation qui indiquent le pied de dune, ne sont pas systématiquement bien marquées et apparentes sur les orthophotographies.

L'importante variabilité du trait de côte bas par rapport au trait de côte haut représente un inconvénient pour l'analyse diachronique, puis dans un deuxième temps pour les projections. Il est susceptible d'évoluer à l'échelle journalière après des épisodes d'agitation, y compris hors tempête et en période estivale, ce qui n'est pas enregistré par les données historiques dont la résolution est pluriannuelle.

Ayant une variabilité moins importante et évoluant plus lentement sous l'effet des vagues les plus fortes et du vent, le trait de côte haut paraît plus adapté à la gestion des problématiques d'érosion marine. Cependant, les données disponibles ne permettent pas de constituer une banque de trait de côte haut suffisante.

Le trait de côte bas témoignant, malgré ses inconvénients, de la tendance d'évolution sur le long terme du système plage-dune (sauf si présence d'ouvrage de protection côtière) a donc été retenu pour l'estimation de la zone d'évolution potentielle du trait de côte à l'horizon 2050. Une analyse à dire d'expert a permis d'ajuster les résultats (expertise géomorphologique sur site, identification d'éventuelles inversions de tendances d'évolution, identifications des périodes représentatives des évolutions récentes, etc.).

Les projections mettent en évidence que, même sur les secteurs connaissant une relative stabilité du trait de côte aujourd'hui (Cap-Sud/Mucchiatana), la tendance d'évolution est fortement susceptible de s'inverser vers le recul. En effet, même si historiquement ou plus récemment le trait de côte a pu avancer, il est fortement probable qu'il recule dans les années à venir sous l'effet de l'élévation du niveau de la mer liée au changement climatique. De plus, l'impact d'un événement de tempête majeur peut générer un recul brutal de -15 m comme cela a été mesuré après la tempête Adrian (29/10/2018) sur le site de la Maraninca.

Sur les autres secteurs soumis à une forte variabilité (Maraninca) et un bilan au recul du trait de côte, l'élévation du niveau de la mer liée au changement climatique associée à l'impact d'événements de tempête majeurs est susceptible d'amplifier les phénomènes d'érosion marines.

Sur le site ADAPTO, des reculs du trait de côte de l'ordre de -25 à -50 m à l'horizon 2050 sont à attendre.

Néanmoins, les zones sous influence des embouchures fluviales présentent une variabilité étroitement liée au fonctionnement de l'embouchure dont la complexité résulte d'interactions entre des processus marins et fluviaux. Comme évoqué précédemment (paragraphe 1.2), la dynamique de l'embouchure du Golo étant peu documentée et mal connue, l'estimation de l'évolution prévisible du trait de côte présente une forte incertitude qui implique une actualisation en fonction de l'amélioration des connaissances.

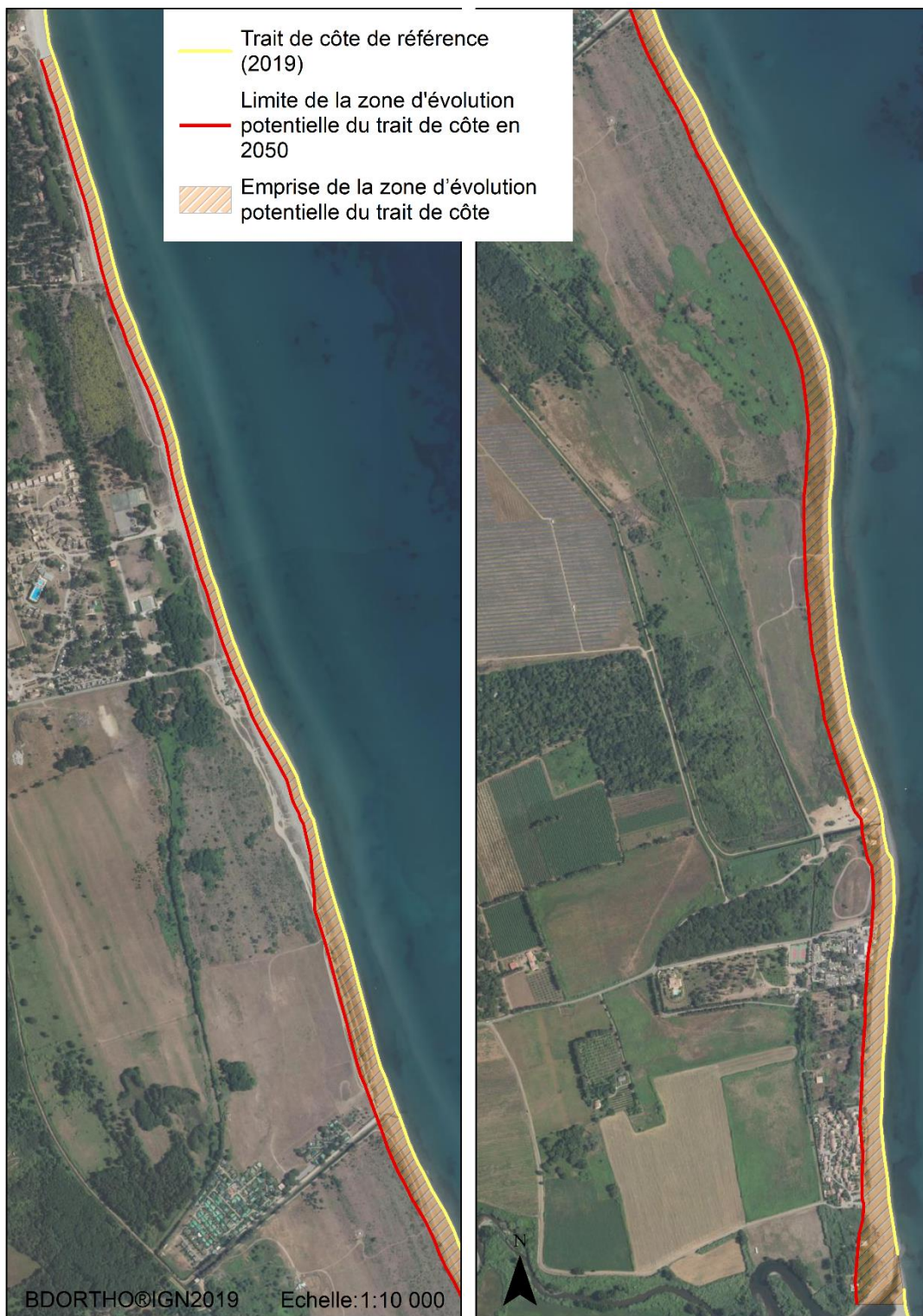


Figure 35 : Emprise de la zone d'évolution potentielle du trait de côte à l'horizon 2050.

5. Bilan et conclusion

Les suivis géomorphologiques réalisés à une fréquence semestrielle (DGPS) et interannuelle (MNS) ont mis en évidence deux comportements différents entre la zone de Maraninca et la zone de Cap-Sud/Mucchiatana.

La zone de Maraninca présente une évolution plus typique de ce qui est connu pour les plages de la plaine orientale et du Lido de la Marana en particulier : oscillations de la position du trait de côte induisant des sinuosités. Les évolutions de cette morphologie présentent une **importante variabilité spatiale et temporelle, liée à la dynamique des barres sous-marines en croissant**. Ces dernières progressent vers le nord sous l'impulsion de la dérive littorale de manière a priori irrégulière. Mais la résolution des données ne permet pas de vérifier cette hypothèse, seulement d'estimer une vitesse de déplacement de l'ordre de plusieurs dizaines de mètres par an. **La longueur d'onde de ces sinuosités est de 150 à 170 m avec des déplacements du trait de côte bas de 5 à 10 m et des variations d'altitude du bas de la plage émergée active de 2 m environ.**

La zone de Cap-Sud/Mucchiatana semble bénéficier d'un apport relativement conséquent en sédiments provenant du delta du Golo, permettant l'accrétion de la plage émergée active. Cet événement, probablement épisodique (les données historiques mettent en évidence une tendance au recul sur cette zone) résulte de la dynamique de l'embouchure qui présente un fonctionnement qui lui est propre et mal connu (probable cyclicité, inversion de la dérive littorale, phénomènes de convergence des vagues, édification et divagation de flèches sableuses, systèmes de bancs de sables obliques à la côte, interactions entre processus fluviaux et marins, etc.). Il est possible qu'une inversion plus ou moins épisodique de la dérive ait entraîné un corps sédimentaire vers le sud de l'estuaire où, sous l'action des vagues, le sédiment qui le constitue a progressivement été transporté vers la côte. **La tendance d'évolution entre 2018 et 2021 n'est donc pas représentative de la tendance à moyen et long terme de la zone plutôt à l'érosion.**

Le bilan, à l'échelle des deux sous-sites ADAPTO, sur toute la période de suivi entre décembre 2018 et juillet 2021, présente globalement une stabilité voire une accrétion, avec des zones en érosion assez localisées. Cependant, il est rappelé que les suivis géomorphologiques ont démarré en décembre 2018, **quelques semaines après la tempête Adrian du 29 octobre 2018**. La configuration des plages était alors défavorable et représentative d'un déficit sédimentaire (falaise dunaire, plages étroites et planes, etc.). Les évolutions constatées peuvent être interprétées comme une récupération naturelle. **Le prolongement du suivi serait intéressant afin de confirmer cette capacité de résilience.**

Les projections mettent en évidence que les tendances d'évolution du trait de côte sont susceptibles d'être amplifiées lorsqu'elles indiquent le recul et de s'inverser lorsqu'elles indiquent une relative stabilité. Cette représentation prospective, indique qu'aucun secteur ne serait donc épargné par l'érosion marine à l'horizon 2050, y compris le site de Mucchiatana dont l'évolution historique était plutôt à la stabilité (Paquier *et al.*, en cours). L'élévation du niveau de la mer liée au changement climatique est donc un facteur de contrôle majeur sur l'évolution des prochaines décennies sur les sites ADAPTO. De plus, l'impact d'un événement de tempête majeur peut générer un recul brutal de -15 m comme cela a été mesuré après la tempête Adrian (29/10/2018).

Sur le site ADAPTO, des reculs du trait de côte de l'ordre de -25 à -50 m à l'horizon 2050 sont à attendre. Il est souligné que les zones sous influence des embouchures fluviales présentent une variabilité étroitement liée au fonctionnement encore mal connu de l'embouchure qui implique

une forte incertitude sur les projections et un besoin d'actualisation en fonction de l'amélioration des connaissances.

Le mode de fonctionnement morphosédimentaire récent (2018 – 2021), mis en évidence par les suivis du projet ADAPTO au nord et au sud de l'embouchure du Golo, permet une relative récupération naturelle de la plage émergée active grâce à la dynamique des barres sous-marines, aux stocks sédimentaires de l'avant-côte ainsi qu'aux apports de sédiments (probablement ponctuels et épisodiques) par l'embouchure (et à des inversions de la dérive littorale vers le sud). Le système plage-dune semble cependant disposer d'une très faible capacité de résilience compte tenu de la largeur réduite de la plage et de la surface de déflation insuffisante pour l'action éolienne. La restauration dunaire telle que pratiquée par le Conservatoire du Littoral permet de favoriser la récupération du système et de ralentir son recul en protégeant ainsi les zones basses situées en arrière. Cependant, cet accompagnement des processus naturels n'a pas résisté à l'érosion marine dans ce système contrôlé par la dynamique des barres sous-marines où l'étroitesse de la plage émergée active n'offre pas de protection à l'action des vagues.

Que ce soit au nord ou au sud de l'embouchure, le mode de fonctionnement morphosédimentaire avec des alternances de phases d'avancée et de recul du trait de côte en lien avec la dynamique des barres sous-marines, ou bien en lien avec l'inversion de la dérive littorale, constitue une information primordiale pour prendre en compte la mobilité du trait de côte dans le cadre de la réalisation d'aménagement (restauration dunaire par exemple) ou la prévention des risques littoraux. En effet, un secteur apparemment en accrétion actuellement et ne présentant pas a priori de risque pourrait, au cours des années à venir, être affecté par des phases de recul rapide pouvant mettre en danger les enjeux (aménagements, bâtiments, etc) comme cela a pu être observé sur les données historiques. **C'est pourquoi, la mise en place de suivis spécifiques à l'embouchure intégrant les processus fluviaux et marins permettrait de mieux documenter sa dynamique à différentes échelles temporelles. L'amélioration des connaissances du fonctionnement de l'embouchure du Golo est indispensable pour la précision des prospectives et la définition des modes de gestion intégrée de la bande côtière.**

6. Références bibliographiques

IPCC (2019) - IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate; Pörtner, H.-O., Roberts, D.C., Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Tignor, M., Poloczanska, E., Mintenbeck, K., Nicolai, M., Okem, A., Petzold, J., *et al.*, Eds.; IPCC: Geneva, Switzerland.

Le Cozannet G., Bulteau T., Castelle B., Ranasinghe R., Wöppelmann G., Rohmer J., Bernon N., Idier D., Louisor J., Salas-y-Mélia D. (2019) – Quantifying uncertainties of sandy shoreline change projections as sea level rises. *Scientific Reports* (2019) 9(1):42, DOI:10.1038/s41598-018-37017-4.

Mugica J. et Laigre T. (2019) – Rapport d’observation post-tempête sur le littoral Corse. Évènement Adrian – 209 octobre 2018. Rapport final. BRGM/ RP-63445-FR, 76p.

Mugica J., Billy J., Coutin C., Garcin M., Paquier A-E. (2021) – Contribution du fleuve Golo à l’évolution du littoral des plaines de la Marana et de la Casinca en Haute-Corse. Rapport final. Rapport BRGM/RP-69969-FR, 95p., 56 fig., 2 tabl., 2 ann.

Mugica J., Louisor J., Pedreros R., Filippini A., Maspataud A. (en cours) – Caractérisation de l’aléa submersion marine sur le littoral de la Communauté d’Agglomération de Bastia et de la Communauté de Communes Marana-Golo (Haute-Corse).

Paquier Anne Eleonore, Julie Mugica et Aurélie Maspataud (2021) – Estimation de l’évolution potentielle du trait de côte aux horizons 2040 & 2100 sur la Plaine orientale (Haute-Corse). Rapport Final V3. BRGM/RP-70722-FR, 212 p.

Stepanian A., Balouin Y., Belon R., Bodéré G. (2011) – ROL – Etude complémentaire sur le littoral de la Plaine Orientale de Corse – Etat des connaissances sur les impacts des tempêtes sur le littoral. Rapport final. Rapport BRGM/RP-59058-FR, 137p., 64 ill., 4 ann.



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Centre scientifique et technique

3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Direction régionale en Corse

Zone Industrielle de Furiani, immeuble Agostin
20600 Bastia
Tél. : 04 95 58 04 33

www.brgm.fr



Géosciences pour une Terre durable

brgm