

Atelier EUCC-France

Corse

Crédit photo : : © BRGM

Livret-guide

02 et 03 octobre 2025

Coordination : Serge Calendini OEB, Julie Mugica BRGM,
Jean-Philippe Lacoste EUCC-France



Crédit photo : : © BRGM et OEC



<https://euccfrance.org>

Sommaire

SITES VISITES.....	3
AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS.....	4
JOUR 1 : CADRE GENERAL DU LITTORAL DE CORSE	6
<i>Contexte géomorphologique et hydrosédimentaire</i>	6
<i>Contexte hydroclimatique</i>	9
<i>Le Réseau d’Observation du Littoral Corse</i>	10
<i>Typologie géomorphologique de la côte meuble de corse</i>	13
JOUR 1 ; STOP SITES DE MUCCHIATANA, ANALYSE DES EVOLUTIONS GEOMORPHOLOGIQUES DU SITE ADAPTO « DELTA DU GOLU » .	16
JOUR 1 : STOP SECTEUR DE TAVERNA : FONCTIONNEMENT HYDROSEDIMENTAIRE DU LITTORAL DE LA COSTA VERDE AUX ABORDS DU PORT DE CAMPOLORO	20
<i>Projet de restauration d’un by-pass mécanique</i>	20
JOUR 1 : STOP SITE DE MARIANA PLAGE	26
<i>Contribution du fleuve du Golo à l’évolution du littoral des plaines de la Marana et de la Casinca</i>	26
<i>Géologie et géomorphologie du bassin versant</i>	26
<i>L’évolution historique du Golo</i>	29
<i>Evolution récente du Golo</i>	31
<i>L’évolution du littoral de la plaine Marana-Casinca,</i>	34
<i>Synthèse</i>	38
JOUR 2 : STOP SANTA SEVERA – DIAGNOSTIC GEOMORPHOLOGIQUE ET SENSIBILITE A L’EROSION MARINE.....	39
<i>Cadre géologique</i>	39
<i>Cadre géomorphologique</i>	39
<i>Herbiers et banquette de posidonie</i>	40
<i>Plage de Santa Severa</i>	43
JOUR 2 : CARTOGRAPHIE DE LA SENSIBILITE A L’EROSION MARINE	55
<i>Susceptibilité à l’érosion</i>	55
<i>Vulnérabilité aux vagues de tempête</i>	56
<i>Sensibilité à l’érosion marine</i>	57
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	58
ANNEXES	61
<i>Annexe 1 : Sites de Mucchiatana et de Mariana-Plage Site ADAPTO « Delta du Golu »</i>	61
<i>Annexe 2 : RETEX géotube longitudinal de Santa-Lucia-di-Moriani</i>	68
<i>Annexe 3 : Exemple d’exercices économiques sur les scénarios d’évolution du trait de côte par le Conservatoire du Littoral dans le cadre d’ADAPTO</i>	75
<i>Annexe 4 – RETEX big bag wave bumper</i>	77
<i>Annexe 5 : Santa Severa</i>	81

SITES VISITES



JOUR 2 : Vendredi 3 octobre

Site de Santa Severa

JOUR 1 : Jeudi 2 octobre

STOP 3
Site de Mariana Plage

STOP 1
Site de Mucchiatana

STOP 2
Sites de Taverna et de Moriana-Plage

AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS

Jusqu'à aujourd'hui, EUCC n'avait pas encore organisé d'atelier de terrain en Corse. Après 41 ateliers organisés depuis 1994 tout au long des littoraux hexagonaux et ultra-marins, il était grand temps de combler cette lacune.

EUCC-France s'attache à valoriser les connaissances scientifiques, à promouvoir une gestion intégrée des espaces côtiers en rapprochant élus, scientifiques, experts, gestionnaires, praticiens et représentants de la société civile. L'association suscite des échanges et des transferts d'expériences pour concilier protection de l'environnement et développement durable, qui constituent autant de leviers pour la prise de conscience éclairée des acteurs du littoral confrontés aux phénomènes complexes d'érosion et de submersion.

Au rythme de deux ateliers par an, EUCC arpente les littoraux français métropolitains et ultramarins, fait se rencontrer et échanger sur le terrain les acteurs nationaux et locaux sur l'érosion, la submersion et de la gestion intelligente de la bande côtière, sujets d'importance croissante au regard des effets perceptibles ou attendus du dérèglement climatique.

En Corse, les enjeux relatifs à l'érosion se concentrent sur les côtes basses et principalement, mais pas uniquement, sur la plaine orientale de l'île. C'est donc préférentiellement sur ce secteur côtier que l'atelier d'EUCC porte son attention avec les acteurs locaux.

Exposée aux aléas côtiers et extrêmement sensible aux impacts des tempêtes, la côte meuble de la Corse est de plus soumise à une forte pression anthropique (urbanisation, fréquentation touristique, plaisance, etc.).

Selon les chiffres clés du Réseau d'Observation du Littoral de la Corse (ROL), le littoral Corse représente un linéaire de **1000 km** avec environ **220 km de côte meuble** et **680 km de côte rocheuse**.

Pour la côte meuble

- 59 % des plages présente une sensibilité à l'érosion marine forte à très forte
- 30 % des plages présente une sensibilité à l'érosion marine modérée
- 11 % des plages présente une sensibilité à l'érosion marine faible

Les vitesses de recul du trait de côte demeurent relativement faibles par rapport à d'autres littoraux entre **- 0,2 et - 0,75 m/an** (ce n'est que très localement qu'elles dépassent -1 m/an).

Les évolutions géomorphologiques sont marquées par une grande variabilité (5 à 15 m à l'échelle saisonnière voire événementielle).

Pour la côte rocheuse

- 30 % des falaises présente une sensibilité à l'érosion forte à très forte
- 32 % des falaises présente une sensibilité à l'érosion modérée
- 20 % des falaises présente une sensibilité à l'érosion faible
- 18 % du linéaire rocheux est une côte basse

Le recul du trait de côte au niveau de la côte rocheuse est imperceptible avec les données disponibles couvrant plusieurs décennies. Il peut se manifester par des mouvements de terrain dont l'ampleur et la fréquence sont en cours d'estimation par le BRGM.

Le présent atelier sera consacré aux côtes meubles avec deux problématiques :

- les phénomènes d'érosion sur le littoral de la plaine orientale, les réponses d'aménagement technique qui ont été apportées historiquement ainsi que les nouvelles pistes de réflexion apportées, par exemple avec le projet ADAPTO sur le delta du Golo.
- Le sujet des plages de poche sur le littoral rocheux du cap Corse et le rôle morphologique des herbiers de posidonies.

Nous aurons aussi très vraisemblablement l'occasion d'évoquer ou de débattre les derniers travaux du Comité national du trait de côte (CNTC) qui traite principalement du financement de l'adaptation des territoires littoraux au changement climatique. Cette nécessaire adaptation repose sur la mise en œuvre de stratégies locales en cohérence avec la stratégie nationale de gestion intégrée du trait de côte (SNGITC) qui vient d'être révisée. Les opérations de recomposition spatiale (protection, renaturation et relocalisation) très longues à élaborer et à faire accepter par les populations ne peuvent plus attendre très longtemps.

Cet atelier a été conçu et organisé en partenariat étroit avec l'Office de l'environnement de la Corse (OEC), le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM), le Réseau d'Observation du Littoral de la Corse (ROL) et le Conservatoire du littoral sous la direction scientifique de Julie Mugica.

EUCC remercie particulièrement celles et ceux qui ont contribué à cet atelier : Serge CALENDINI, de l'Office de l'environnement de la Corse, Julie MUGICA du BRGM et Matthieu ZANCA-ROSSI du Conservatoire du littoral.

Le ministère de la Transition écologique, de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche, apporte son soutien précieux à EUCC France, notamment pour l'organisation des ateliers et nous accompagne depuis plusieurs années.

Jean-Philippe Lacoste, Président d'EUCC-France

JOUR 1 : CADRE GENERAL DU LITTORAL DE CORSE



Julie Mugica, ingénieure littoral, BRGM

CONTEXTE GEOMORPHOLOGIQUE ET HYDROSEDIMENTAIRE

La Plaine orientale (linéaire de 100 km environ) est une côte basse meuble qui représente un linéaire d'une centaine de kilomètres interrompue par endroits par des embouchures fluviales et lagunaires (Figure 1). Drainant la région montagneuse centrale de la Corse, de nombreux cours d'eau alimentent le littoral : le Golo, Le Fium'Altu, l'Alésani, l'Alistro, le Fium'Orbo, la Bravona, le Travo et la Solenzara pour les plus importants (Figure 2). Les étangs et lagunes côtières occupant les parties basses de la plaine constituent des zones humides contribuant à l'évolution du littoral : Biguglia, Bravona, Diana, Urbino et Palu.

Le cordon littoral de la Plaine orientale peut être découpé en unités homogènes dont les limites spatiales se distinguent des limites administratives. Il s'agit de portions du littoral délimitées par des ouvrages maritimes et/ou des obstacles naturels ou autres discontinuités importantes (caps, embouchures, etc.) au sein desquelles la circulation sédimentaire sous l'action de la dérive littorale se fait de manière autonome par rapport aux portions voisines. Il existe peu ou pas d'échange sédimentaire entre ces unités qualifiées de cellules morphosédimentaires (Stepanian *et al.*, 2010 et 2011, Balouin *et al.*, 2012, notamment repris dans le catalogue sédimentologique du Cerema, 2021, Figure 3).



Figure 1 : Côte basse meuble de la Plaine orientale, naturelle à gauche (commune de Venzolasca) ; urbanisée à droite (commune de Lucciana), ©Conservatoire du littoral (2016).



Figure 2 : Exemple de l'embouchure du Travo à gauche et de l'Étang de Diane à droite (orthophotographie IGN, 2016).

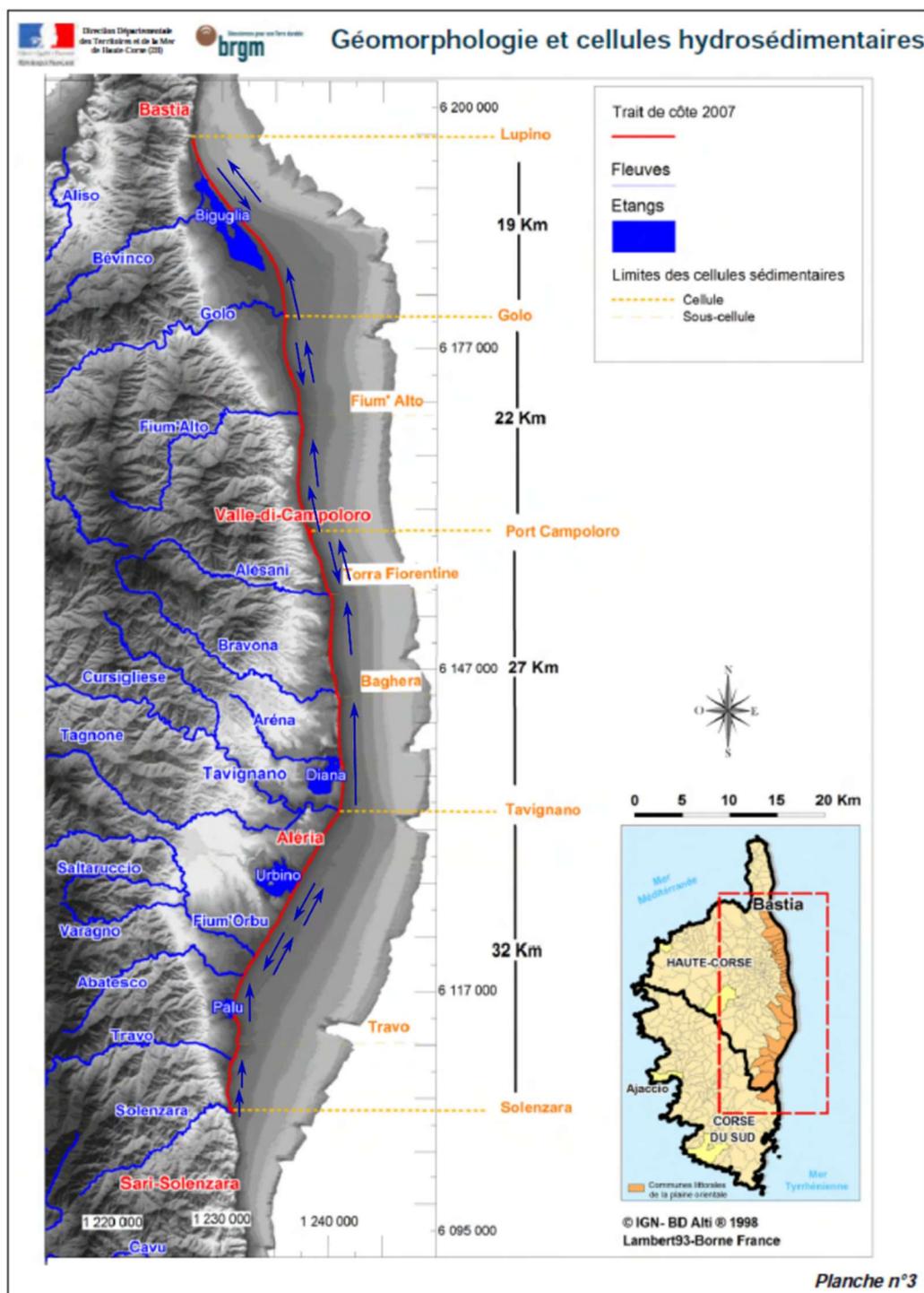


Figure 3 : Cellules morphosédimentaires de la Plaine orientale (Stepanian et al., 2010).

Le reste du littoral de Corse est rocheux et abrite des plages de sable et/ou de galets souvent accolées à des falaises rocheuses, à toutes les échelles spatiales, depuis les plages de poche isolées dans des criques jusqu'aux plus grandes baies et golfes.

Les plages de poche sont des petites baies sableuses situées entre deux caps rocheux. Le transfert sédimentaire entre ces plages est généralement limité et dépend de la géométrie des caps et de leur position plus ou moins proéminente vers le large. Les événements tempétueux les plus puissants sont responsables des transferts sédimentaires inter-plages (Belon et Bodéré, 2016).

En Corse, ces anses sableuses sont souvent situées au droit de vallées incisées par une rivière dont l'embouchure marine interrompt le cordon littoral sableux telle que l'Ostriconi par exemple (commune

de Palasca). En arrière de celui-ci se développe généralement une zone humide présentant des intérêts écologiques importants et/ou des aménagements touristiques (Figure 4).

De grandes baies constituent des échancrures du littoral de Corse. Les principales sont la baie de Calvi, le Golfe de Saint-Florent (Figure 5), les golfes d'Ajaccio et de Valinco sur la côte Ouest et de Porto-Vecchio sur la côte Est. Au sein de ces grands ensembles, les plages se présentent soit sous la forme de plages de poches d'envergure limitée, soit de cordons littoraux d'environ 3 à 4 km de longueur, disposées de part et d'autre d'un grau d'embouchure, comme la plage de Taravo-Tenutella, ou celle de Portigliolo.

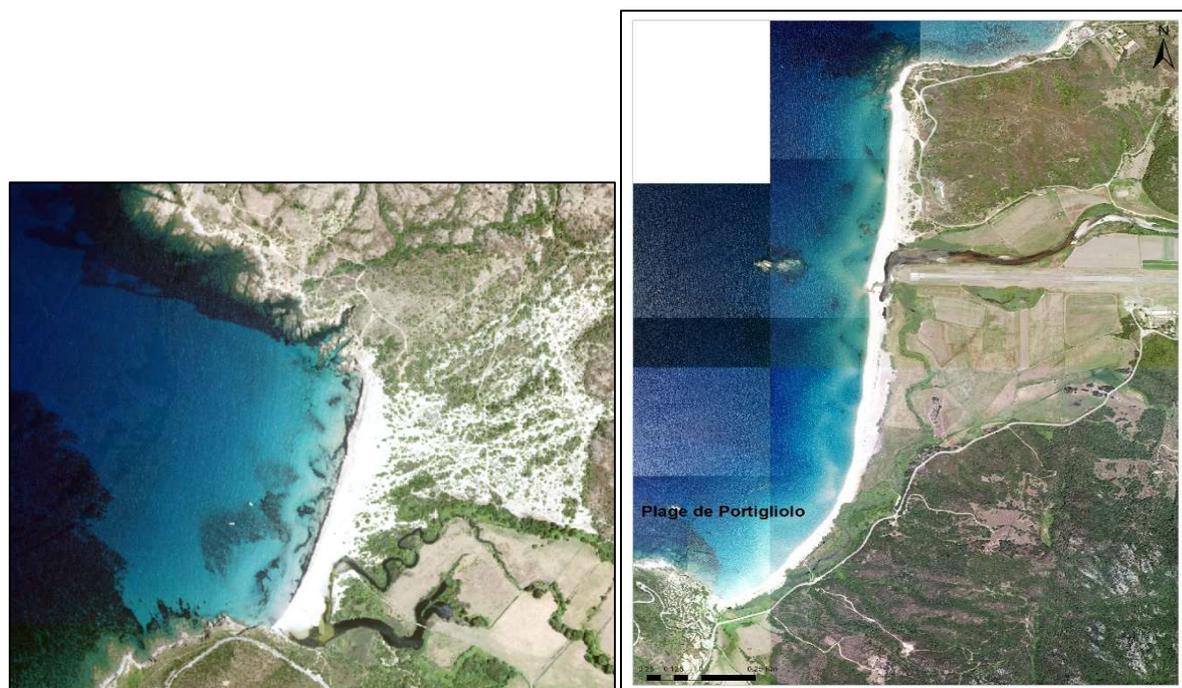


Figure 4 : Exemple de la plage de l'Ostriconi (commune de Palasca, à gauche) et de la plage de Portigliolo (communes de Propriano et de Belvédère-Campomoro, à droite), orthophotographie IGN 2016.



Figure 5 : Plage de La Roya au fond du Golfe de Saint-Florent à droite

Niveaux d'eau et vagues

En Méditerranée, la marée est de type microtidale¹. D'après le SHOM² avec un marnage de 0,2 m en mortes-eaux³ à 0,4 m en vives-eaux⁴.

Sur la façade Est et Nord-Est de la Corse, les conditions de vagues sont en moyenne relativement peu énergétiques, mais soumises à une forte saisonnalité avec des tempêtes violentes en hiver et des valeurs de Hs⁵ dépassant chaque hiver les 2 m. La direction principale des vagues est Sud-Est (Figure 6).

Sur la côte Ouest et Nord-Ouest, les conditions de vagues sont bien plus énergétiques, avec des valeurs de Hs dépassant 2 m en toute saison et 4 m en hiver. La direction principale des vagues est Ouest (Figure 6).

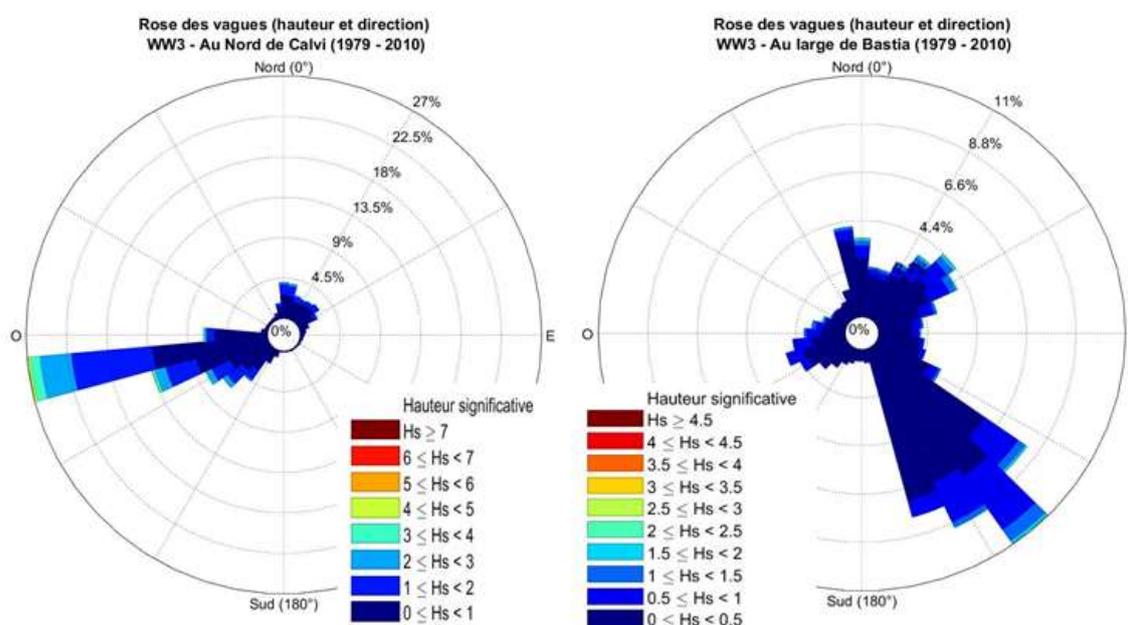


Figure 6 : Roses des vagues calculées : au large de Bastia (à droite) et au large de Calvi (à gauche) entre 1979 et 2010 (source : NWW3 MED de la NOAA).

Vents

Ces directions de vagues plutôt uniformes contrastent avec la diversité des vents observables en Corse (Figure 7). La Corse de par sa position géographique est sujette à un régime de vents réputés violents avec des changements de directions fréquents et brutaux (Stépanian *et al.*, 2011). Les vents dominants sont donnés sur la Figure 7. Concernant les secteurs de l'étude, la côte Ouest de la Haute-Corse est dominée par des vents d'Ouest et Nord-Ouest (Mistral). La côte Est est quant à elle dominée par des vents de Sud-Ouest (Libeccio) et de Nord-Est (Grecale). La côte Nord est dominée par le Mistral et la Tramontane. La Figure 8 présente les roses des vents provenant de la base de données NWW3 Méditerranée (NWW3 MED, <https://polar.ncep.noaa.gov/waves/hindcasts/nopp-phase2.php>) pour des points d'extraction au large (~10 km) de Bastia et de Calvi de 1979 à 2009.

¹ Milieu microtidal : milieu où le marnage est inférieur à 2 mètres, caractéristique des mers fermées.

² Service Hydrographique et Océanographique de la Marine.

³ Marée de morte-eau : marée où le coefficient est inférieur à 70.

⁴ Marée de vive-eau : marée où le coefficient dépasse 70.

⁵ Hs : hauteur significative des vagues en mètre, elle représente la moyenne du tiers supérieur des vagues.

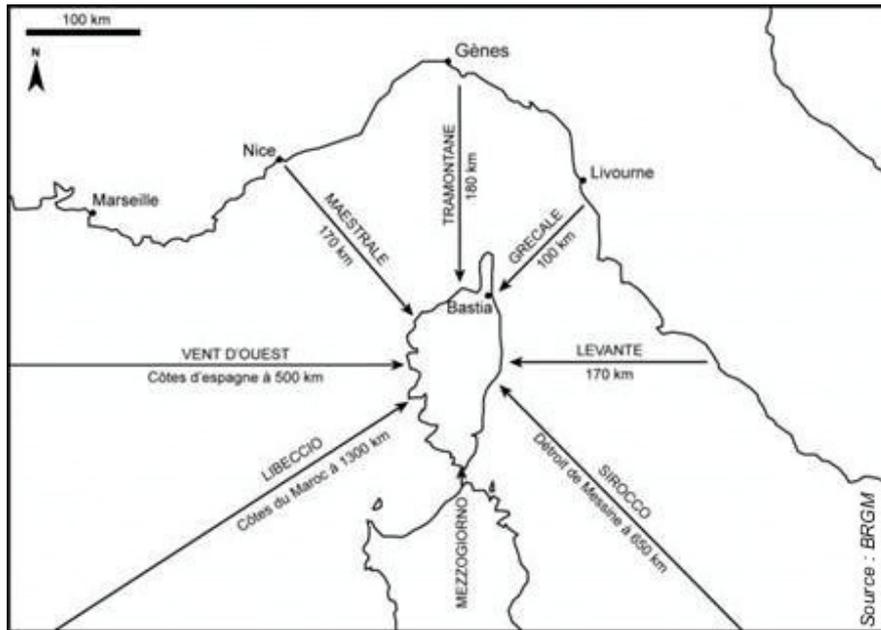


Figure 7 : Répartition des vents dominants en Corse

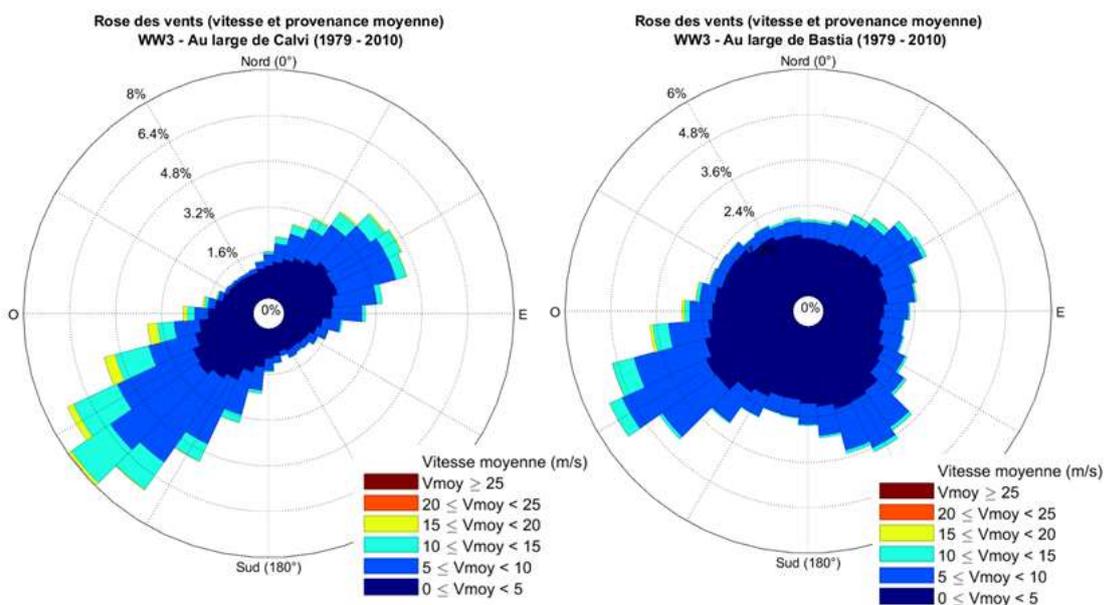


Figure 8 : Roses des vents calculées : au large de Bastia (à droite) et au large de Calvi (à gauche) entre 1979 et 2009 (source : NWW3 MED de la NOAA).

LE RESEAU D'OBSERVATION DU LITTORAL CORSE

Le Réseau d'Observation du Littoral de la Corse (ROL) est un programme d'acquisition de données nécessaires à la compréhension des phénomènes sédimentaires qui agissent sur le littoral de Corse. C'est un projet partenarial initié en 2001 et piloté par l'Office de l'Environnement de la Corse (OEC) avec le BRGM comme opérateur technique, qui mène des opérations de suivi morphologique du littoral corse. Il a bénéficié d'une collaboration avec la Communauté d'Agglomération du Pays Ajaccien (CAPA) entre 2012 et 2023 ainsi que du soutien de la Direction Régionale de l'Aménagement et du Logement (DREAL) et du programme européen MARITIMO avec le projet MAREGOT (2017 - 2020).

L'objectif du Réseau d'Observation du Littoral de Corse est triple :

- Le suivi de l'évolution géomorphologique du littoral meuble (sables et galets) : des indicateurs géomorphologiques des systèmes plage – dune (trait de côte, plage émergée, barres sous-marines, etc.) sont régulièrement mesurés et analysés à partir de levés topo-bathymétriques. Produites et collectées par le BRGM, les données permettent de déterminer les tendances d'évolution, d'en estimer les taux et d'améliorer la connaissance du fonctionnement hydro-morphosédimentaire du littoral meuble de Corse ;
- la mutualisation et le partage des connaissances : les données relatives à la géomorphologie, la dynamique hydro-morphosédimentaire et l'océanographie produites et collectées dans le cadre du ROL sont intégrées dans un système d'information géographique (SIG) et mises à disposition d'un large public (acteurs publics, gestionnaire du littoral et citoyens).
- l'expertise pour la gestion intégrée de la bande côtière : sur la base des connaissances élaborées grâce aux suivis, des avis techniques peuvent être émis en appui aux partenaires du projet sur des problématiques d'aménagement et de protection des enjeux humains, environnementaux et économiques. Le ROL représente ainsi un outil d'aide à la décision pour les politiques publiques.

Initialement constitué de 5 sites, le ROL s'est au fil des années, élargi à d'autres sites. Il a pu compter jusqu'à 21 sites répartis sur le pourtour littoral de la Corse et en compte aujourd'hui 18 (**Figure 9**). Les trois sites de Ricanto, Lava et Saint-François, ont répondu à une priorité spécifique et ponctuelle de la Communauté d'Agglomération du Pays Ajaccien.

L'ensemble des rapports du ROL et autres publications en relation avec le littoral corse sont disponibles sur le site internet www.littoral-corse.fr.

Le ROL est membre du [Réseau National des Observatoires du Trait de Côte \(RNOTC\)](#) qui réunit les différents réseaux d'observation du Littoral régionaux afin de favoriser le partage et la diffusion des données et des savoirs traitant de l'évolution du littoral sur le long terme. Ainsi, tout en mutualisant les efforts de connaissance et d'acquisition de données sur l'évolution du littoral corse, il contribue aux réflexions nationales sur l'homogénéisation des protocoles de collecte, de traitement et de diffusion des données.



Figure 9 : Localisation des sites suivis dans le cadre du ROL.

La vingtaine de site constituant le Réseau d’Observation du Littoral de Corse font l’objet de suivis géomorphologiques réguliers (échelle bimensuelle à annuelle et pluriannuelle, *Figure 11*) à partir de la mesure topo-bathymétriques des indicateurs morphosédimentaires dont les principaux sont représentés sur la *Figure 10* (avec ou sans herbier et banquettes de *Posidonia oceanica* ; Pasqualini, 1997).

Globalement, les profils types de plage se caractérisent par (*Figure 10*) :

- **une avant-côte** parfois marquée par la présence d’une ou deux barres sous-marines relativement parallèles à la côte ou en forme de croissants, et par endroit d’un herbier de posidonie ;
- **une plage émergée active** de largeur variable (de 10 à 100 m). Elle est parfois marquée par la présence d’une berme et/ou de banquettes de posidonie (d’échelle décimétrique à métrique maximum) ;
- **une dune** généralement basse (< 4 m/NGF en moyenne) et végétalisée ;

- **l'arrière-dune** se caractérise par des boisements de forêts plus ou moins développées voire inexistantes, des parcelles agricoles par endroit ou des zones humides. Des bâtiments (habitations, résidence touristiques, camping, front de mer urbains, etc.) occupent par endroit la dune et parfois le haut de la plage émergée active.

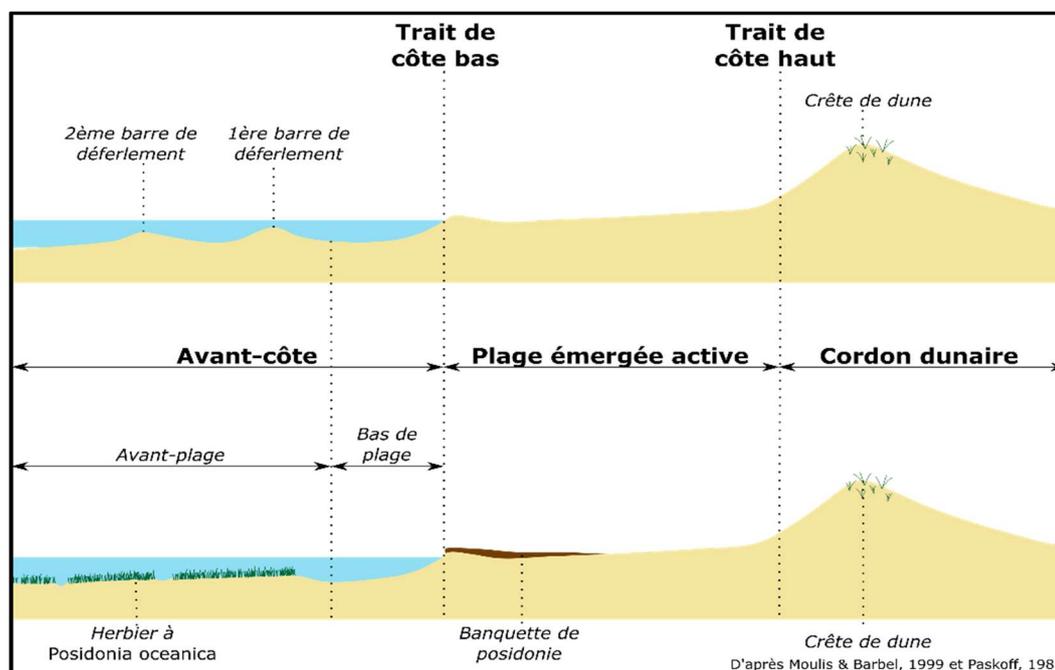


Figure 10 : Profils types de plage méditerranéennes avec une configuration à 2 barres sous-marines (profil du haut) et avec la présence d'herbiers et de banquettes de posidonie (profil du bas), D'après Moulis et Barbel, 1999, Paskoff, 1985.



Figure 11 : Relevés topo-bathymétriques du ROL.

TYPOLOGIE GEOMORPHOLOGIQUE DE LA COTE MEUBLE DE CORSE

Rapport BRGM/RP-72045-FR (Mugica et al., 2022)

Sur la côte meuble, une typologie géomorphologique a été réalisée pour 261 plages de plus de 150 m de long (seuil adapté à la lisibilité des données tout en intégrant un grand nombre de petites unités). Les limites de ces plages meubles sont rocheuses (caps, affleurements), artificielles (urbanisation, ouvrages côtiers, etc.), hydrauliques (embouchures) ou géographiques (changement d'orientation de la côte par ex.). Elles correspondent aux cellules morphosédimentaires (Stépanian et al., 2010) pour la Plaine orientale (côte basse meuble relativement rectiligne d'environ 100 km).

Le choix des indicateurs de la typologie est basé sur la littérature scientifique et les données disponibles à une résolution appropriée pour l'analyse qualitative mais aussi quantitative dans la mesure du possible. Ils concernent :

- a) la géomorphologie des plages : largeur, longueur et pente de la plage, présence ou absence de berme(s), de barre(s) sous-marine(s), continuité de la dune, nature de l'arrière-plage (lagune, zone humide, etc.) ;
- b) l'hydrodynamique à partir de l'ajustement de l'indicateur d'« agitation » de Brunel (2010) : indentation, incidence des vagues, présence d'abris, etc. ;
- c) les apports sédimentaires : lithologie, embouchures de fleuves ou étangs côtiers ;
- d) le degré d'urbanisation de la dune qui témoigne des possibilités d'évolution naturelle.

Compte tenu du grand nombre d'indicateurs considérés et des données collectées, des analyses statistiques factorielles ont été réalisées afin de regrouper ces plages de manière objective selon leurs critères de ressemblance. L'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) a été réalisée afin de traiter des variables qualitatives et quantitatives en discrétisant ces dernières en classes. Elle décrit les relations deux à deux à travers des groupes de plages correspondant aux divers critères retenus. Les informations les plus importantes et les plus structurantes sont extraites et restituées sous forme de graphiques dans lesquels la distance entre les individus témoigne de leur ressemblance ou dissemblance. Une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) a ensuite été réalisée afin de regrouper les plages par « cluster », en fonction de leur degré de ressemblance défini par l'ACM. Plusieurs tests ont été effectués afin d'ajuster les résultats. Bien que les groupes aient ensuite été ajustés à dire d'expert, cette approche permet de définir des types de plages de manière robuste et objective à l'échelle de l'île.

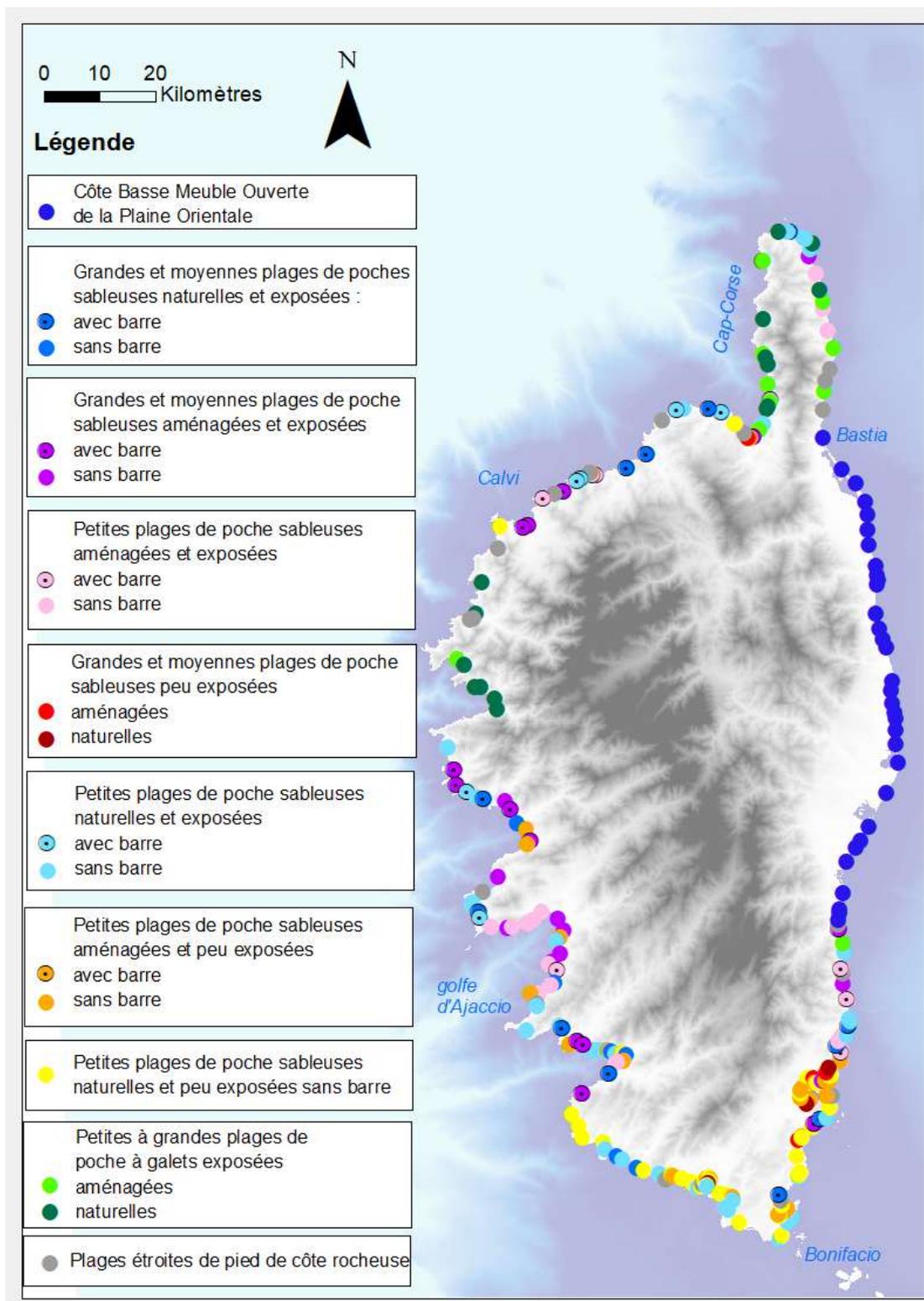


Figure 12 : Cartographie des 11 types de plages du littoral Corse.

JOUR 1 ; STOP SITES DE MUCCHIATANA, ANALYSE DES EVOLUTIONS GEOMORPHOLOGIQUES DU SITE ADAPTO « DELTA DU GOLU »

Synthèse des documents Conservatoire du Littoral et Rapport BRGM/RP-71439-FR (Mugica et al., 2022)

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. Il bénéficie du concours financier de l'UE à travers le programme LIFE.

Sur 10 sites pilotes à dominante naturelle et agricole, appartenant au Conservatoire du littoral, adapto teste une gestion souple du trait de côte. Il contribue à démontrer l'intérêt écologique et économique d'améliorer la résilience des espaces littoraux pour protéger les activités humaines en redonnant de la mobilité au trait de côte.

L'un des dix sites pilotes du projet à l'échelle de la France (métropole et Guyane), le Delta du Golu, se situe à l'est de la Corse entre les communes de Bastia et Penta di Casinca, sur une côte basse meuble ouverte sur la mer Tyrrhénienne, avec formation d'un lido, fermant l'étang lagunaire de Biguglia (Figure 13). Il s'étend sur un linéaire côtier de près de 30 km. 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).

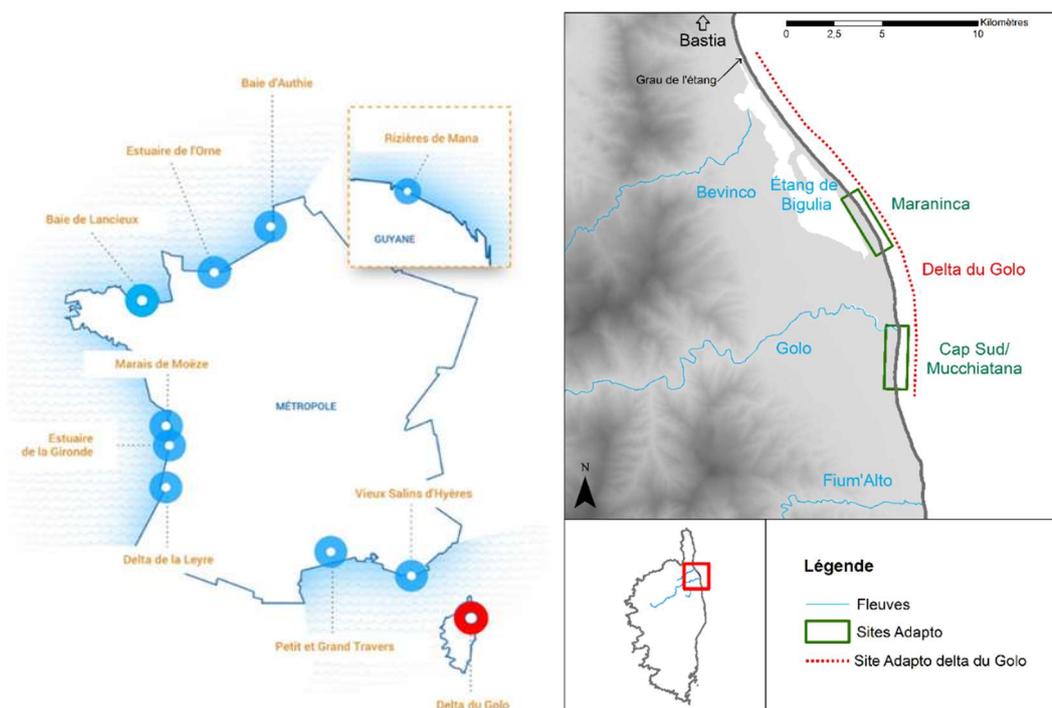


Figure 13 : Localisation du site ADAPTO du « Delta du Golu » (linéaire rouge) et des sous-sites (en vert) sur lesquels l'analyse géomorphologique a été menée.

Sur ce linéaire côtier doivent être comprises et utilisées pour organiser la coexistence des espaces naturels avec des enjeux économiques importants à travers l'élaboration de schémas d'intentions pour une gestion intégrée de l'espace littoral.

Sur certaines parties de ce linéaire, les milieux sont à l'abandon et les cordons dunaires sont fortement fragilisés par des impacts naturels (tempêtes et houle) ou anthropiques (bâtis proches du trait de côte et fréquentation motorisée anarchique des plages). Sur les terrains du Conservatoire, des mesures de protection (comme la pose de ganivelles) permettent de répondre aux problématiques de fréquentation

anarchique des plages et de laisser les cordons dunaires se reconstruire et se stabiliser, retrouvant leur fonction de barrière naturelle contre les intrusions salines.

Delta du Golu, c'est : 9 communes, 3 ComCom, 30 km de linéaire côtier. 1 bassin de vie représentant 1/3 de la Corse.

- Un diagnostic de la façade littorale pour remettre le sujet au cœur des problématiques.
- Un message à transmettre : un espace littoral en constante évolution.
- Des Orientations de gestion afin de réaliser des schémas d'intentions (cf. Annexe) afin de protéger, restaurer, développer des démarches (entretien des plages ou adaptation au risque) sur le littoral.

Dans ce cadre, le BRGM a réalisé une 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 Modèles Numériques de Surface (MNS). Ils ont mis en évidence deux comportements différents entre les deux sous-sites (cf. Annexes).

Le site de Mucchiatana (Figure 14), au sud de l'embouchure actuelle du Golo, dans la plaine de la Casinca, (80ha) s'étire le long du rivage : c'est une alternance régulière de motifs paysagers parallèles au trait de côte et dont l'altitude ne dépasse pas 3 mètres. D'est en ouest la plage et le cordon dunaire, couvert d'un boisement exceptionnel de genévriers à gros fruits, précèdent une alternance régulière d'aulnaies marécageuses, dans les creux, et de pâturages sur les reliefs des anciens cordons littoraux. Dans ce territoire, la Casinca, marquée par les exploitations agricoles et les installations touristiques, Mucchiatana est comme une respiration de nature en préambule à la mer.

Comme pour son voisin de Tanghiccìa, l'histoire géomorphologique du site de Mucchiatana est liée à la dynamique littorale et aux phénomènes alluvionnaires du Golu le plus important fleuve de Corse, qui a tracé un large delta et gagné peu à peu sur la mer au cours des siècles. Mucchiatana est l'un des rares lieux où les anciens rivages se lisent encore dans le paysage, comme des lignes géométriques bordées d'aulnaies.

Le boisement de genévriers oxycèdres à gros fruits de Mucchiatana est unique en Corse, par sa densité et sa hauteur : c'est la plus belle junipéraie de Corse, pour cette espèce qui joue un rôle écologique majeur pour les dunes. Ses racines fixent le sable et ses branches basses protègent le maquis environnant des embruns. On rencontre à Mucchiatana toute la succession des milieux dunaires, depuis les laisses de mer riches en soude épineuse, les dunes mobiles en partie couvertes d'oyats jusqu'aux pelouses d'arrière-dune.



Figure 14 : Evolution du littoral au nord du site de Mucchiatana (CDL, 1979 - 2016).

L'estimation de l'évolution potentielle du trait de côte à l'horizon 2050 (cf. annexe *Figure 68* et méthode dans le rapport BRGM/RP-71439-FR) 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).

Travaux de recul d'une aire de stationnement

Cette estimation de l'évolution potentielle du trait de côte à l'horizon 2050, met en évidence que le secteur Nord du site de Mucchiatana est fortement exposé aux phénomènes de recul du trait de côte. Le Conservatoire, via le programme ADAPTO a donc mis en place des travaux de restauration et de protection de l'espace littoral sur ce site très fréquenté avec le recul de l'aire de stationnement (qui était en partie sur le DPM, *Figure 15*). Coût global de l'opération : 500 K€

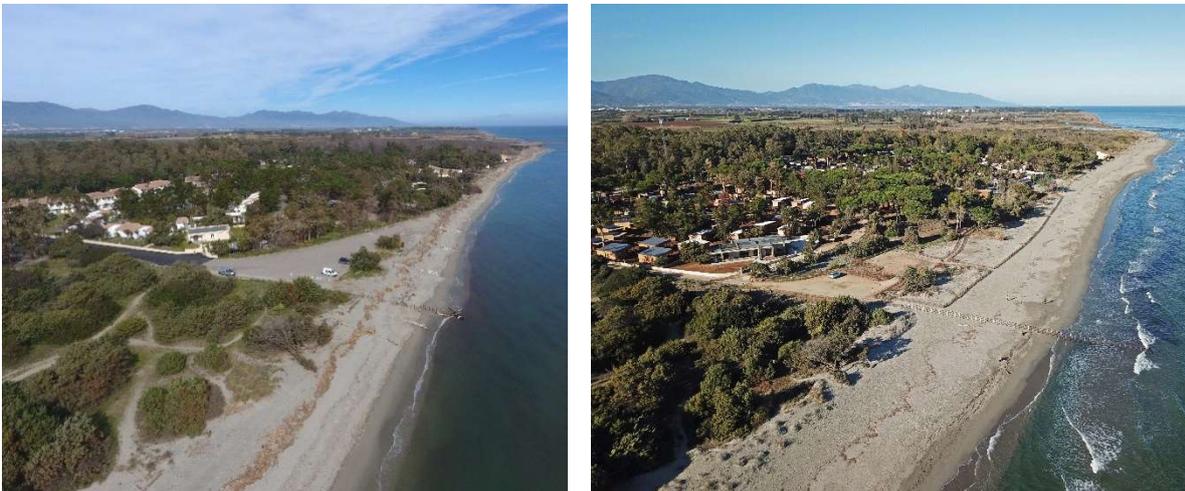


Figure 15 : Vue drone avant/après du réaménagement nord du site de Mucchiatana (CDL, 2022)

Exercice économique sur les scénarios d'évolution du trait de côte sur le camp de Cap sud

Sur la base des travaux d'évolution du trait de côte du BRGM et la prospective à 2050, le Conservatoire a lancé une démarche concertée d'élaboration et d'évaluation technique et socio-économique de scénarios de gestion du trait de côte dans 4 secteurs à enjeux identifiés en développant la réflexion sur des scénarios de recul stratégique de certaines installations ou constructions. Cette démarche méthodologique ayant une vocation expérimentale. A chaque cas, trois scénarios ont été étudiés d'un point de vue économique avec en perspective 2050 (analyse coût/bénéfices) : tendancielle (laisser faire), interventionniste et recul stratégique. Une analyse multicritère a également été réalisée.

Site d'étude : Cap Sud (Venzolasca, *Figure 16*) : Centre de vacances en bord de mer déjà impacté par les tempêtes.

- Scénario tendanciel comme le moins pertinent de tous les scénarios ;
- En fonction de l'hypothèse du recul du trait de côte, le recul stratégique est le plus pertinent ;
- L'analyse multicritère met en évidence que les solutions de recul stratégique apparaissent globalement les meilleurs sur les critères environnementaux et techniques.



Figure 16 : Evolution du secteur nord de Mucchiatana entre 2017 et 2023 (CDL).

Réflexion sur l'érosion du littoral et biodiversité (évolution du Genévrier à gros fruits sur la zone)

Comment l'habitat dunaire à juniperus va évoluer à l'horizon 2050 dans un contexte de recul du trait de côte et de changement climatique au regard de l'évolution historique du boisement depuis 1948 ?

Un mémoire de stage au Conservatoire du Littoral a été réalisé sur cette problématique afin d'analyser l'évolution du boisement et son comportement depuis 1948 ainsi que la projection à 2050 afin d'adapter si besoin la stratégie d'intervention du Conservatoire du littoral sur le site.

Adapto + : Vers une application à large échelle de la gestion souple de la bande côtière face au changement climatique dans les territoires littoraux. Si le Life Adapto était un projet de démonstration avec une portée locale importante, l'approche nécessitait une approche à plus vaste échelle afin de décupler l'impact de cette nouvelle méthode de gestion des littoraux : c'est la raison d'être du Life Adapto+ :

- Formation en ligne
- Création d'une méthode d'ingénierie et d'outils adaptés
- Approche démonstratrice plus étendue
- Réplication des pratiques
- Intégration de la gestion souple dans les stratégies et politiques publiques

JOUR 1 : STOP SECTEUR DE TAVERNA : FONCTIONNEMENT HYDROSEDIMENTAIRE DU LITTORAL DE LA COSTA VERDE AUX ABORDS DU PORT DE CAMPOLORO

Rapport BRGM/RP-71888-FR (Stéphanian et al., 2022)

PROJET DE RESTAURATION D'UN BY-PASS MECANIQUE

Dans le cadre de son projet de facilitation d'un by-pass sédimentaire au niveau du port de Taverna, la Communauté de Communes de Costa Verde (CCCV) a sollicité un appui du BRGM pour une contribution à une étude sur les conditions de mise en œuvre de prélèvements sur les zones littorales en excès sédimentaire vers des secteurs en déficit. Cette solution serait une première expérimentation, à cette échelle sur le littoral insulaire, de mitigation de l'érosion par une gestion dynamique des stocks sableux au sein d'une même cellule sédimentaire (Figure 17). L'appui de la Direction régionale du BRGM en Corse a porté sur l'analyse des données qu'il a pu acquérir sur ce territoire dans le cadre de ses missions de service public.

L'objectif principal de l'étude du BRGM a consisté à apporter des éléments scientifiques nouveaux à la CCCV, pour aboutir à une estimation globale de la ressource et de la mobilité sédimentaire au niveau du port de Taverna. Les résultats alimentent les études de faisabilité et le dimensionnement de ce plan de gestion des sédiments qui répondra à différentes contraintes techniques, matérielles, environnementales et réglementaires, et dont le projet fera une instruction par les services de l'Etat au titre du Code de l'Environnement.

Cette étude rend compte des travaux consacrés à l'amélioration des connaissances concernant la dynamique sédimentaire et l'évolution du trait de côte du secteur d'étude et les volumes sédimentaires disponibles au droit du port de Taverna. Cette première phase a pour but d'accompagner la collectivité dans la présentation de son projet de facilitation du « by-pass » naturel des ouvrages portuaires, et d'estimer les volumes sédimentaires en présence.

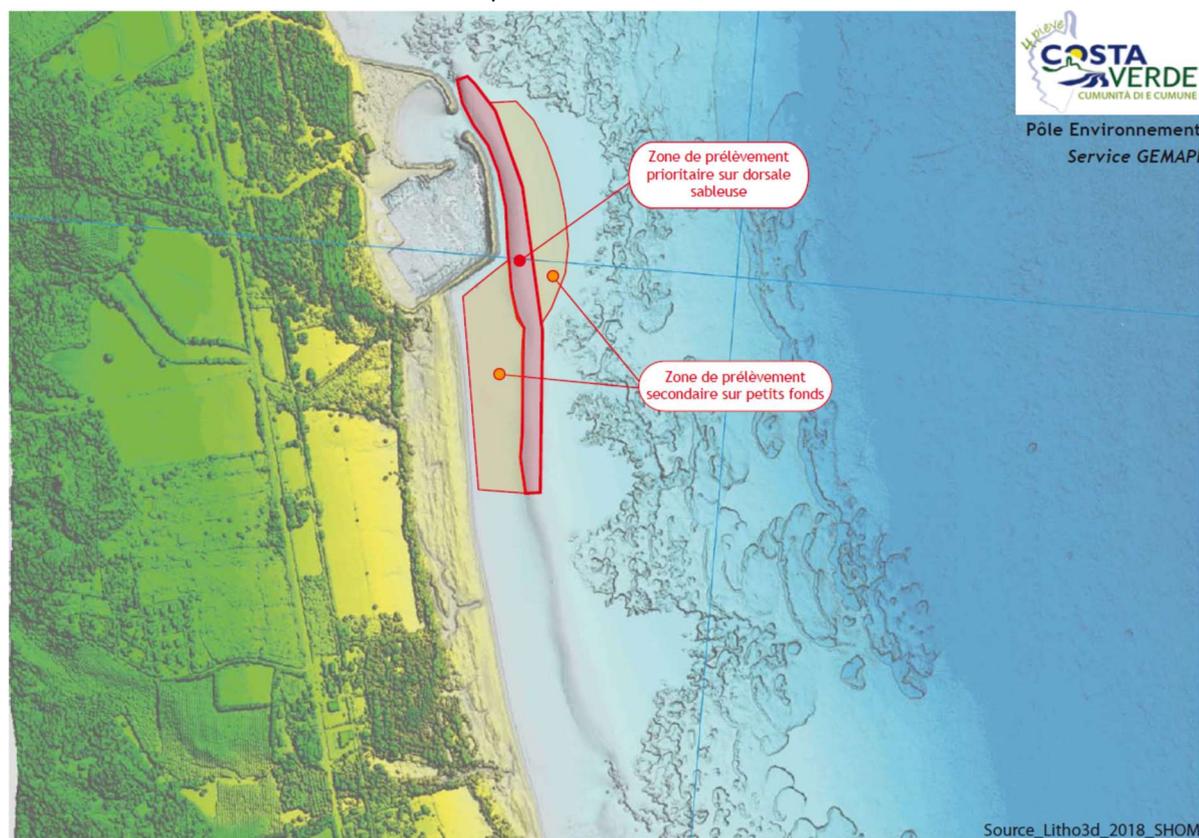


Figure 17 : Zones de prélèvements envisagées (Source CCCV).

L'étude de la dynamique sédimentaire et de l'évolution du littoral a été réalisée à plusieurs échelles de temps dont les analyses croisées montrent une cohérence avec les connaissances préalables concernant l'influence de la construction du port de Taverna : depuis sa construction en 1972, les jetées portuaires perturbent la dérive littorale et l'évolution naturelle du littoral au sein de la cellule sédimentaire avec un décrochage du trait de côte en aval-dérive (Figure 18). Cette situation, causée par une artificialisation du littoral, modifie ainsi le comportement morphodynamique du système dune-plage-avant-côte, qui est ici principalement contrôlé par une dynamique des barres sous-marines, typiques de la Plaine orientale, et dont le comportement est encore peu documenté.

Les mesures réalisées dans le cadre du Réseau d'Observation du Littoral de la Corse illustrent une variabilité interannuelle importante de la dynamique des barres et du trait de côte, mais permettent de montrer également une tendance assez récente depuis 2019, avec une forte accrétion de la barre sous-marine au sud contre la digue (Figure 19 et Figure 20).



Figure 18 : Comparaison de la photographie IGN 2017 et celle de 1950 sur le site internet de l'IGN <https://remonterletemps.ign.fr>. Le port de Taverna est signalé par le rectangle sur l'image du haut.

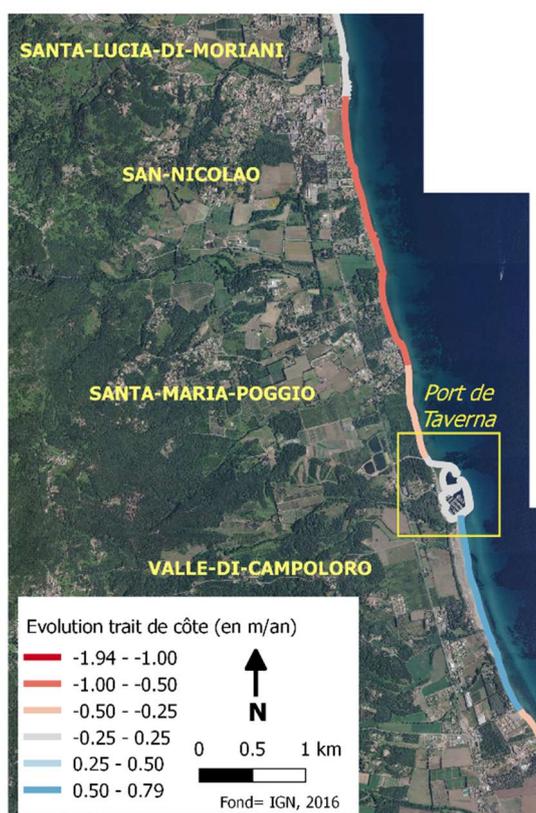


Figure 19 : Evolution du trait de côte au droit du Port de Taverna. Les taux d'évolutions sont calculés sur la période 1982-2019 revus à dire d'expert (Paquier et al., 2021).

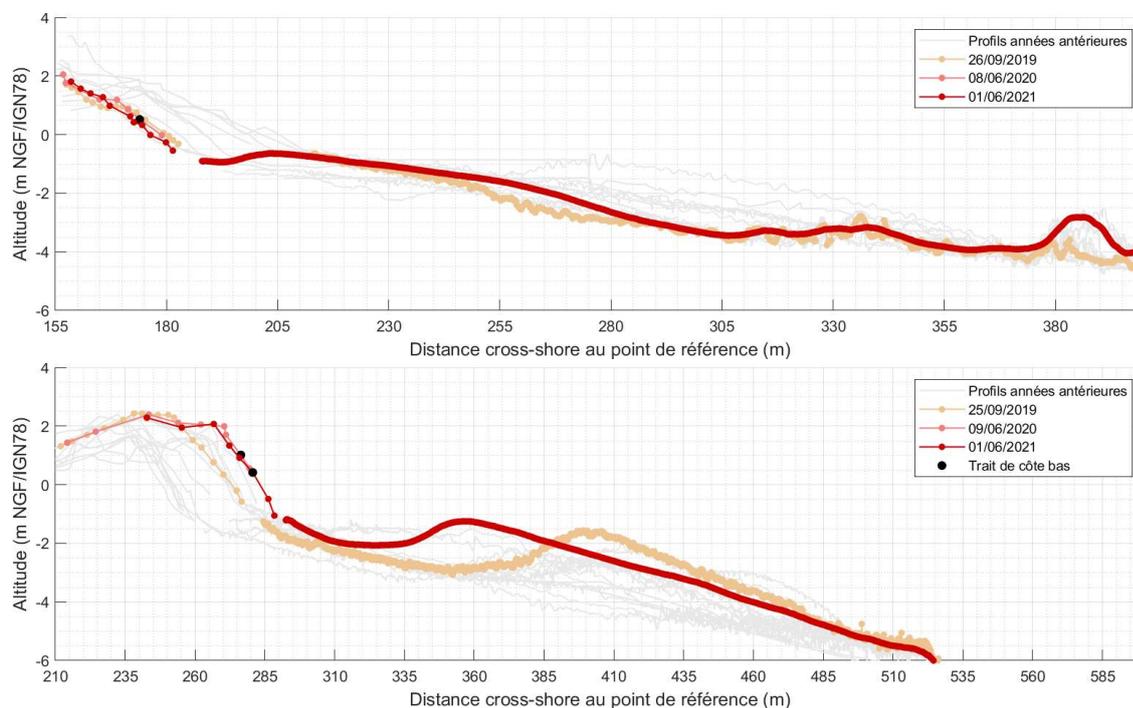


Figure 20 : Exemple de profils topo-bathymétriques au nord (graphe du haut) et au sud (graphe du bas) du port, relevés dans le cadre du ROL.

Ces données confirmées par les acquisitions bathymétriques récentes (2010, 2018, 2020) laissent suggérer qu'un by-pass naturel des infrastructures, situation inédite depuis 1972, est probablement déjà en cours depuis quelques années. Les dragages d'entretien des chenaux d'accès (estimés à 10 000 m³/an) en attesteraient.

Des données de caméra vidéo, à haute résolution temporelle, acquises en 2020-2021 montrent cependant que le by-pass ne se traduit pas au niveau de l'évolution du trait de côte des plages adjacentes sur la période de suivi (*figure 21 et Figure 22*). Il reste cantonné au proche avant-côte (Paquier et Valentini, 2020, Paquier et Bègues, 2023).



Figure 21 : Localisation des caméras sur le port de Taverna (gauche). Caméra Nord lors de sa calibration (droite).

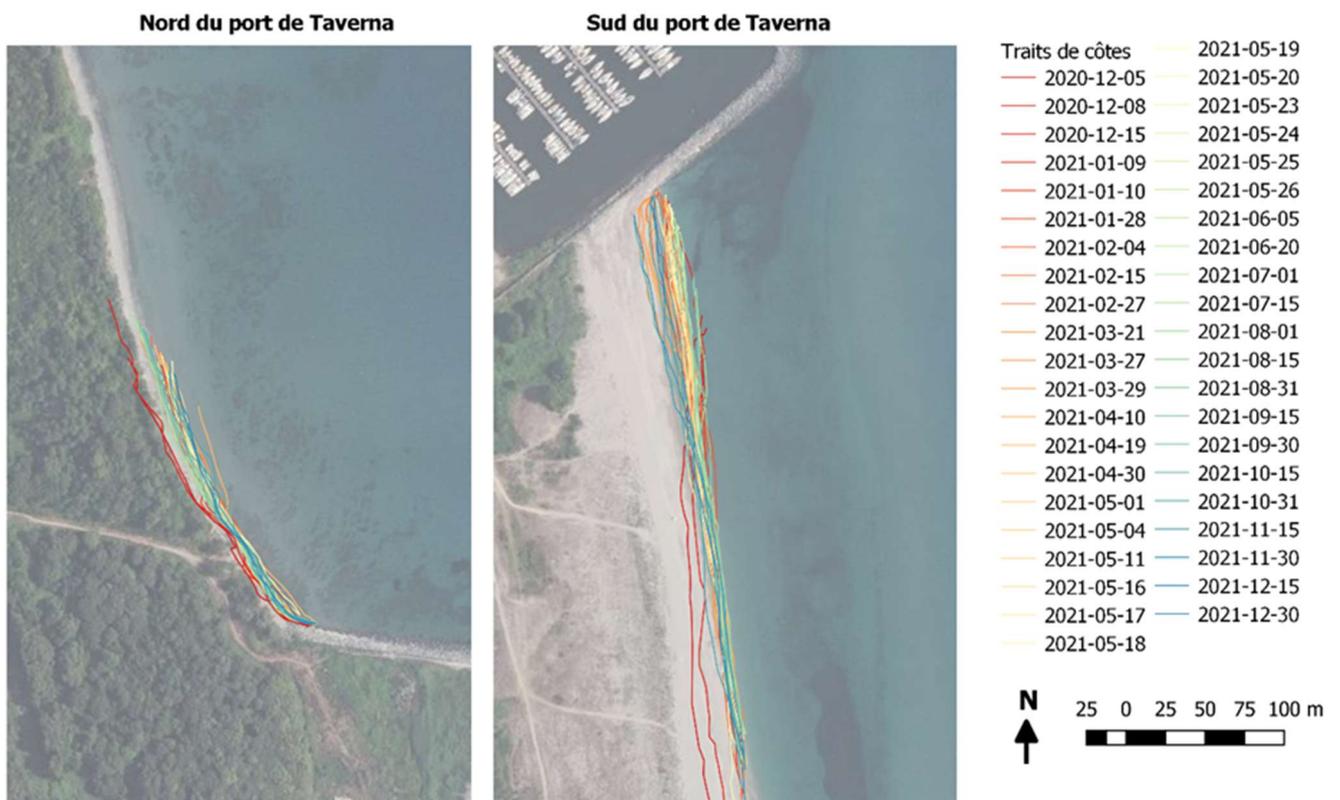


Figure 22 : Ensemble des traits de côte extraits des images vidéos sur les plages situées au Nord et au Sud du port. Fond : IGN 2019.

La prospection par sismique-réflexion a permis d'évaluer à 400 000 +/- 60 000 m³, le stock sédimentaire significatif et disponible au niveau de la zone d'extraction pressentie par la CCCV (*Figure 23*). Cette estimation doit être cependant précisée en fonction de la géométrie de la zone prévue et de l'épaisseur sédimentaire considérée comme exploitable pour des opérations de rechargement de plage. Il est mis

en évidence également une relative faiblesse des stocks sableux au Sud, ce qui est un indicateur peu favorable d'une recharge du stock sableux bloqué par la digue sud, par la dérive littorale, en cas de by-pass du port, et ce qu'il soit naturel ou bien accompagné par des prélèvements artificiels.

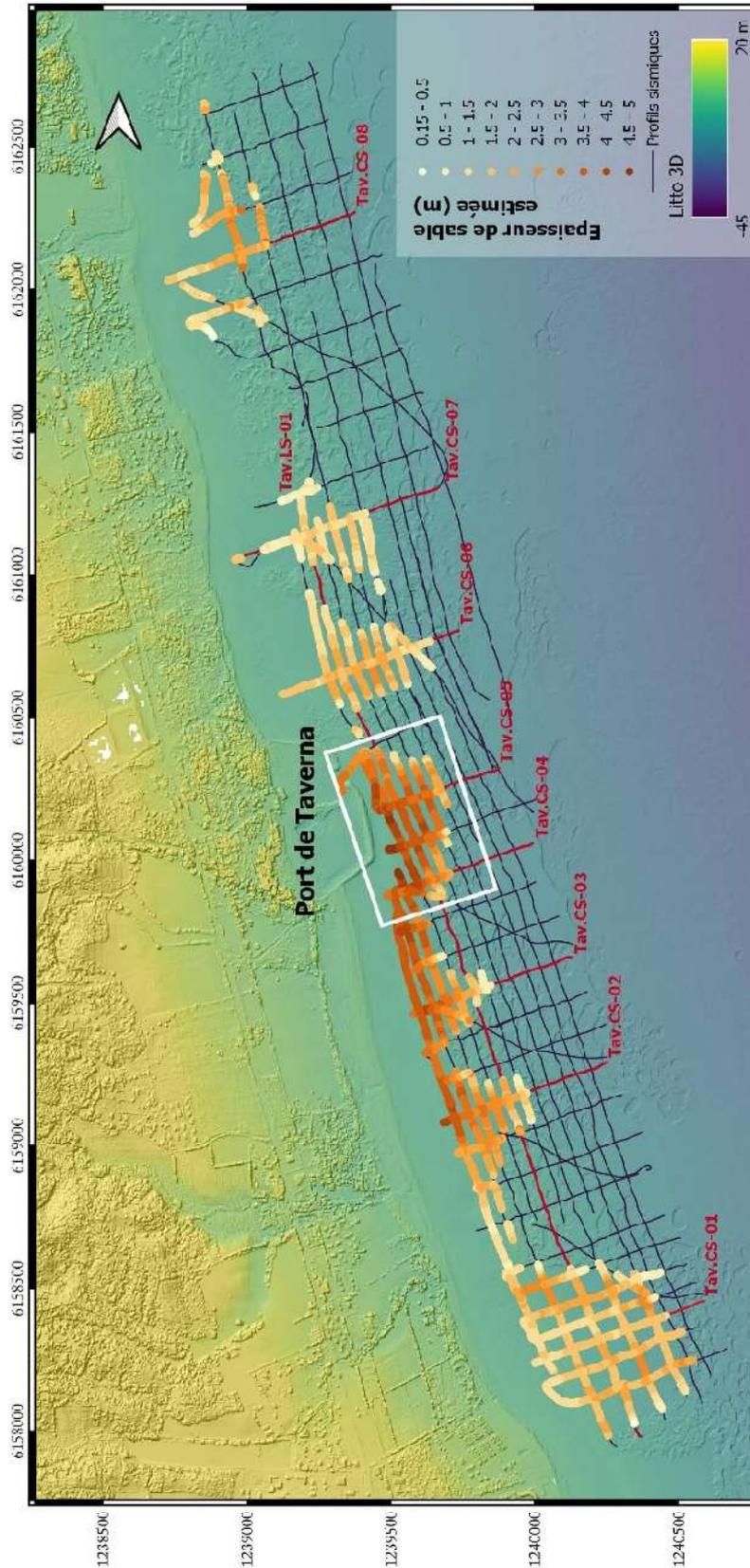


Figure 23 : Epaisseur de sable estimé grâce aux profils sismiques sur la zone d'étude. La vitesse des ondes utilisée dans le sédiment est 1700 m/s.

Enfin, la proximité de l'herbier de posidonies et son imbrication réciproque avec les masses sédimentaires sableuses laissent supposer des contraintes importantes en termes d'extraction d'un point de vue technique et réglementaire. En effet, l'accumulation sédimentaire à proximité du musoir de la digue sud du port tend à recouvrir localement l'herbier de posidonies.

Ces nouvelles données laissent supposer des difficultés pour la quantification de la dynamique sédimentaire sur la plage et le proche avant-côte par modélisation numérique en raison d'un grand nombre d'incertitudes liées à la présence de l'herbier et de sa prise en compte dans les modélisations numériques des transports sédimentaires, et donc de leur représentativité. Ces données pointent également des difficultés de calibration de l'estimation de la dérive littorale par modélisation.

Le projet, tel qu'envisagé à ce jour, par la Communauté de Communes Costa Verde repose sur la mise place d'un prélèvement d'environ 200 000 m³, en 10 ans (15 000 – 20 000 m³/an) des stocks sableux excédentaires et bloqués contre la digue sud du port. Pour la mise en œuvre de ce projet, le BRGM recommande une approche expérimentale avec des suivis appropriés permettant d'ajuster les opérations au fur et à mesure si nécessaire. Une attention particulière sera portée sur la localisation de la zone de prélèvements et des zones de dépôts à 1050 m de la limite haute de l'herbier de posidonies sur les modalités de prélèvements par aspiration, pour limiter les impacts sur celui-ci. Pour la pérennisation de ce by-pass artificiel avec l'exploitation à plus long terme du stock sableux au sud et au droit du port de Taverna, le BRGM recommande d'élargir les réflexions au niveau à minima de la cellule sédimentaire qui se situe entre l'embouchure de l'Alesani et le Port de Taverna avec par ordre de priorité :

- L'extension de la reconnaissance des stocks sédimentaires sous-marins vers le sud, pour juger de l'existence et de la pérennité d'un gisement-source au sein de la cellule, à même de venir réalimenter la zone des prélèvements effectués au droit du port ;
- La mise en place d'un réseau de mesures de la dynamique sableuse en plusieurs points répartis le long du littoral pour disposer d'une calibration robuste des formules de transport utilisées par la suite dans les modélisations ;
- La bonne paramétrisation du rôle de l'herbier de posidonies dans la propagation des vagues, qui est le principal forçage de la dérive littorale.

Au vu des résultats sur la morphodynamique du littoral de Taverna, et des incertitudes qui pèsent sur la disponibilité de la ressource sédimentaire, les opérations de by-pass au niveau de la cellule de Taverna, devront être réalisées et suivies à titre expérimental afin de pouvoir être ajustées dans le cas d'éventuels impacts défavorables en amont et en aval de la dérive ainsi qu'au droit du port. Pour cela, les recommandations suivantes sont émises :

- Poursuivre les suivis existants (ROL et caméras) et mettre en place de nouveaux suivis spécifiques à différentes échelles temporelles (MNT, protocole prises de vue, réseau tempête, , végétation dunaire, etc.) de l'évolution des littoraux au nord et au sud, permettant de constater l'efficacité du by-pass, en particulier sur la plage nord dont l'évolution naturelle est peu connue et dont le domaine dunaire est plus urbanisé qu'au sud, induisant de fait un potentiel de résilience face à l'érosion plus faible ;
- Assurer un suivi bathymétrique haute-résolution (MNT) sur l'avant-côte à un pas de temps annuel, à l'échelle de la cellule sédimentaire au sud de Taverna pour mieux cerner l'évolution des stocks sédimentaires. Ce suivi annuel sera idéalement réalisé sur la base, de deux levés avant et après la campagne de dragage ;
- Réaliser une campagne de sismique-réflexion extensive pour estimer la répartition des stocks sédimentaires sur l'avant-côte, en particulier au sud pour une évaluation complète de la ressource. Ce bilan sédimentaire pourra être prévu tous les 5 ans par exemple et en cohérence avec l'échelle de temps du projet.

Ce projet fait également l'objet d'une seconde phase, de type « Assistance à Maitrise d'Ouvrage », pour apporter un appui technique et scientifique à la CCCV, durant le déroulé de son projet, en particulier pour la réalisation des études règlementaires, les travaux de prélèvement/rechargement et le suivi de leur efficacité sur le littoral inter-communal.

JOUR 1 : STOP SITE DE MARIANA PLAGE

Rapport BRGM/RP-69969-FR, (Mugica et al., 2021)

CONTRIBUTION DU FLEUVE DU GOLO A L'ÉVOLUTION DU LITTORAL DES PLAINES DE LA MARANA ET DE LA CASINCA

Le littoral de la plaine « Marana-Casinca » édifée et parcourue par le fleuve du Golo (le principal de Corse), se caractérise par une côte basse meuble très exposée aux aléas côtiers (érosion et submersion marines). A certains endroits, le trait de côte y recule à un taux parmi les plus forts de Corse (de -0,75 à -1,25 m/an, de 100 à 130 m de recul depuis 1948 au nord de l'embouchure). L'importante variabilité qui caractérise les évolutions du trait de côte témoignent des nombreuses interactions entre les agents météo-marins, fluviaux, géologiques et anthropiques qui contrôlent les transits sédimentaires. Si le fleuve du Golo a pu représenter une source de sédiments importante, sa contribution récente à l'évolution géomorphologique du littoral est mal connue. L'amélioration de cette connaissance est essentielle à la mise en œuvre d'une gestion intégrée de la zone côtière. C'est pourquoi, le Conservatoire du Littoral et le BRGM ont décidé de mener une étude concernant la contribution du fleuve du Golo à l'évolution du littoral adjacent à son embouchure (Haute-Corse). Ce travail est un état des connaissances afin de déterminer le rôle (potentiel ou réel) que peut jouer le fleuve Golo, et les différents facteurs naturels ou anthropiques qui le contraignent dans l'évolution récente et actuelle du littoral.

GÉOLOGIE ET GÉOMORPHOLOGIE DU BASSIN VERSANT

Le Golo, *Golu* en Corse, est le plus grand fleuve côtier de l'île (Figure 24). Il prend naissance sur la commune d'Albertacce, à 2 000 mètres d'altitude, au sud de la cime du Paglia Orba dans le massif du Monte Cinto. Son bassin versant, d'une superficie de 1 069 km², s'étend de la Balagne à la Castagniccia, où les eaux sont drainées par l'Asco à l'ouest, et la Casaluna à l'Est, le second affluent du fleuve. Il traverse une trentaine de communes et présente un linéaire hydrographique de près de 220 km.

Les trois principaux cours d'eau se rejoignent au hameau de Ponte-Leccia. Le Golo se prolonge ensuite séparant la plaine de la Marana au nord de la plaine de la Casinca au sud. L'ensemble formant la plaine de Marana-Casinca est limité au nord par le Bévinco et au sud par le Fium'Alto.

Les eaux du Golo longent le site antique de la Mariana pour se jeter ensuite dans la mer Tyrrhénienne. Tout au long de son parcours de près de 90 km, dont la pente moyenne est inférieure à 4%, le Golo traverse une grande variété de terrains géologiques (figure 25) selon des géomorphologies très variées. Les produits de l'érosion de ces terrains constituent les sédiments formant la plaine côtière et le cordon littoral du Golo.

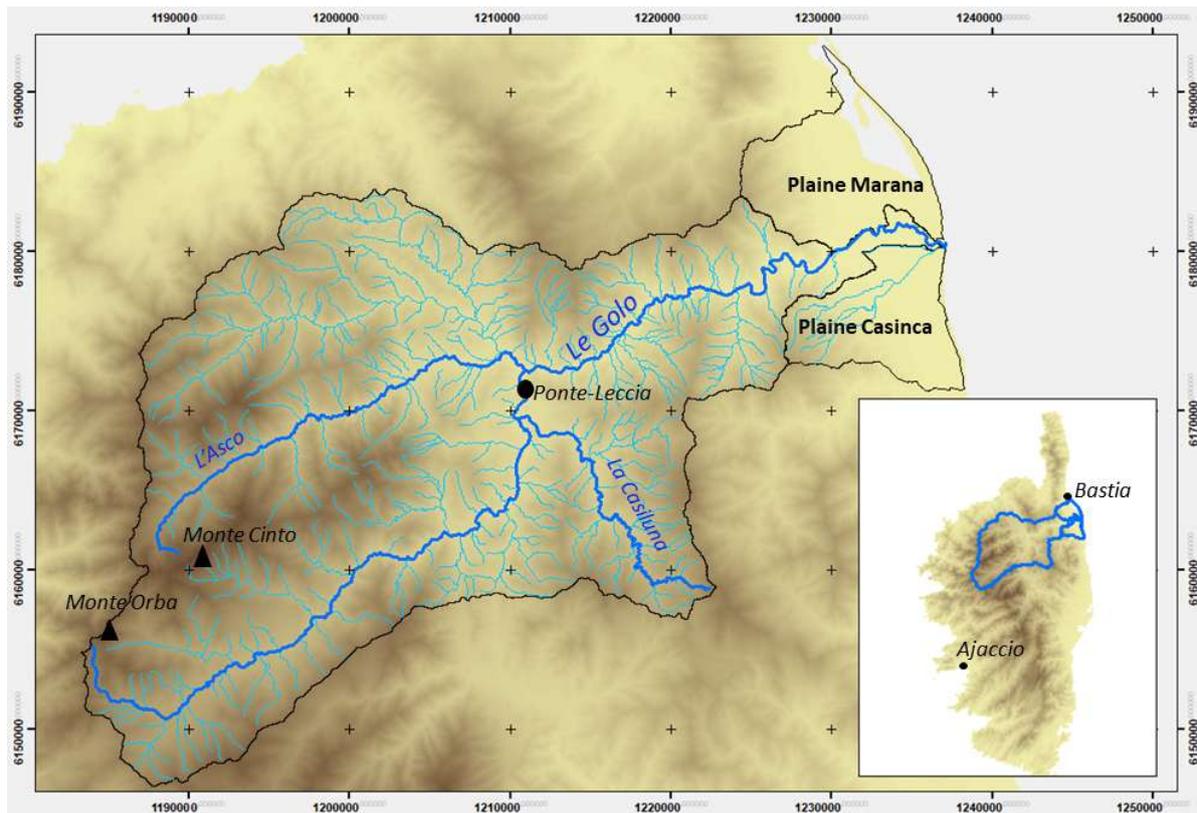


Figure 24 : Carte du contexte géographique et hydrographique du bassin versant du Golo et de la plaine Marana-Casinca.

Géologiquement, il est possible de distinguer trois grands domaines (Figure 25) :

- **La moitié ouest** est formée par les massifs montagneux les plus anciens, que l'on nomme communément la Corse « cristalline », ou hercynienne. Ces massifs se sont érigés lors de l'orogénèse varisque à la fin du Paléozoïque. Ils sont identifiables à leurs reliefs abrupts, aux paysages minéraux, majoritairement granitiques, mis à part le Monte Cinto constitué d'un complexe volcanique (rhyolites, ignimbrites) très ancien.
- **De Ponte-Leccia jusqu'à la plaine Marana-Casinca**, les cours d'eau s'écoulent et drainent les fragments des terrains de la Corse dite « alpine » ou « schisteuse ». Ce sont des formations issues de l'orogénèse alpine datée entre le Jurassique et le Crétacé. Les terrains sont plus variés, métamorphiques et composés d'alternances de schistes, de calcaires, de gneiss, et de roches mantelliques basiques et ultra-basiques telles que les basaltes et les serpentinites caractéristiques de la Haute-Corse. Ces formations, en provenance du plancher océanique, ont été charriées en altitude à la fin du Mésozoïque (Crétacé supérieur) lors de la remontée vers le nord de l'Afrique et de la plaque ibérique formant par compression la chaîne pyrénéo-provençale dont la Corse et la Sardaigne font partie. L'ensemble compose un relief un peu plus doux, vallonné, à couvert végétal plus dense.
- **La plaine alluviale Marana-Casinca**, au relief monotone et plat est bordée à l'ouest par les massifs de la Corse alpine. Elle est caractérisée par une succession de vallonnements constitués par des éboulis et glaciaires de pentes aux abords de la vallée puis par une série d'alluvions anciennes s'étagant en terrasses emboîtées d'est en ouest incisée par le Golo.

L'âge des dépôts décroît depuis les reliefs jusqu'à l'embouchure. Le cordon littoral est, lui, constitué de sables fins récents à actuels, produits de l'altération des formations géologiques (traversées par le fleuve et ses affluents), érodés, dissouts, polis, émoussés lors de leur transport vers le plateau continental, et qui sont ensuite remobilisés par la mer.

L'EVOLUTION HISTORIQUE DU GOLO

Au cours des **85 000 dernières années**, les phases climatiques glaciaires-interglaciaires et l'évolution du niveau de la mer associée ont contraint le Golo à s'adapter. Les principales phases de dépôts sédimentaires se sont produites durant les 4 périodes suivantes. Les dépôts associés (dépôts continentaux : N3-N6 ; en mer : U1-U4) témoignent de **l'enregistrement de ces variations climatiques et de leur contrôle sur le fonctionnement du Golo** qui a conduit à l'édification de la plaine Marana-Casinca :

- **Au Pléistocène** (antérieurs à 17 000 ans, période de bas niveau marin), les colluvions et alluvions se sont déposées jusque sur le plateau continental et constituent la charpente de la plaine côtière.
- **A l'Holocène** (période de haut niveau marin, plus particulièrement les 6 000 dernières années), **la plaine prend peu à peu sa morphologie actuelle** (Figure 26). Les sédiments expulsés par l'embouchure et présents sur l'avant-côte sont remaniés par les courants et les vagues et se déposent pour former des cordons littoraux, des flèches sableuses, des bancs de sables d'avant-côtes.

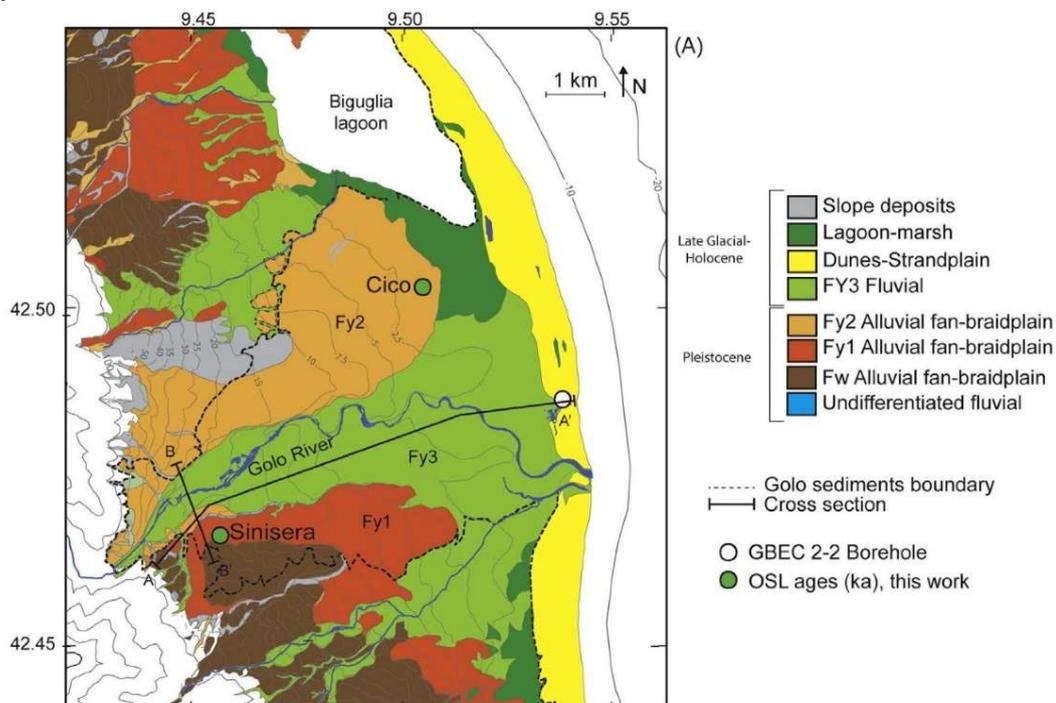


Figure 26 : Cartographie des dépôts Tardiglaciaire et Holocène recouvrant les dépôts alluviaux plus anciens sur la plaine Marana-Casinca. En jaune les dépôts littoraux, en vert foncé les zones de marais et en vert clair les dépôts fluviaux les plus récents (Forzoni et al., 2015).

- **La fin de la période Antique (100 av J.C.) et le Moyen âge** se caractérisent par une **progradation du rivage de 600 m à 1 km** (Figure 27). Cette période est marquée par la crise climatique du Petit Age Glaciaire (XIV - XV^{ème} siècle), dont les fortes précipitations sont responsables d'un alluvionnement plus important et du développement d'un réseau de chenaux en tresse ainsi que du colmatage de l'ancienne embouchure du Golo (site de Tanghiccìa) en lien avec sa migration vers le sud.

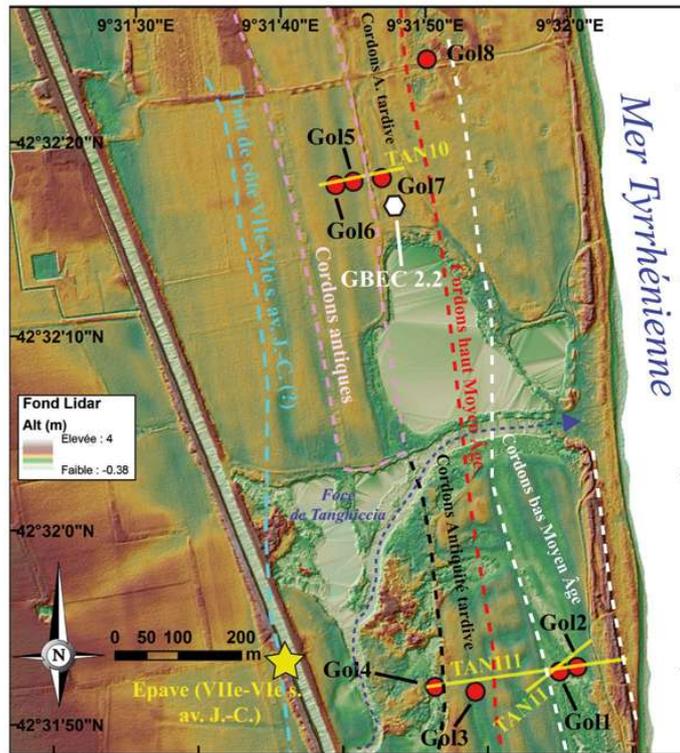


Figure 27 : Illustration de la position du trait de côte et des cordons littoraux lors de l'Antiquité ainsi que de l'ancienne embouchure de Tanghiccìa (Vella et al., 2016).

- Au cours des trois cent dernières années, le lit de la rivière ainsi que son embouchure demeurent très mobiles (Figure 28 Erreur ! Source du renvoi introuvable.). Ce fonctionnement demeure au moins jusqu'au début du XX^{ème} siècle, ce qui témoigne d'apports sédimentaires du Golo au littoral plus importants qu'actuellement. Depuis le milieu du XXI^{ème} siècle, le trait de côte au droit de l'embouchure a reculé d'une centaine de mètres.

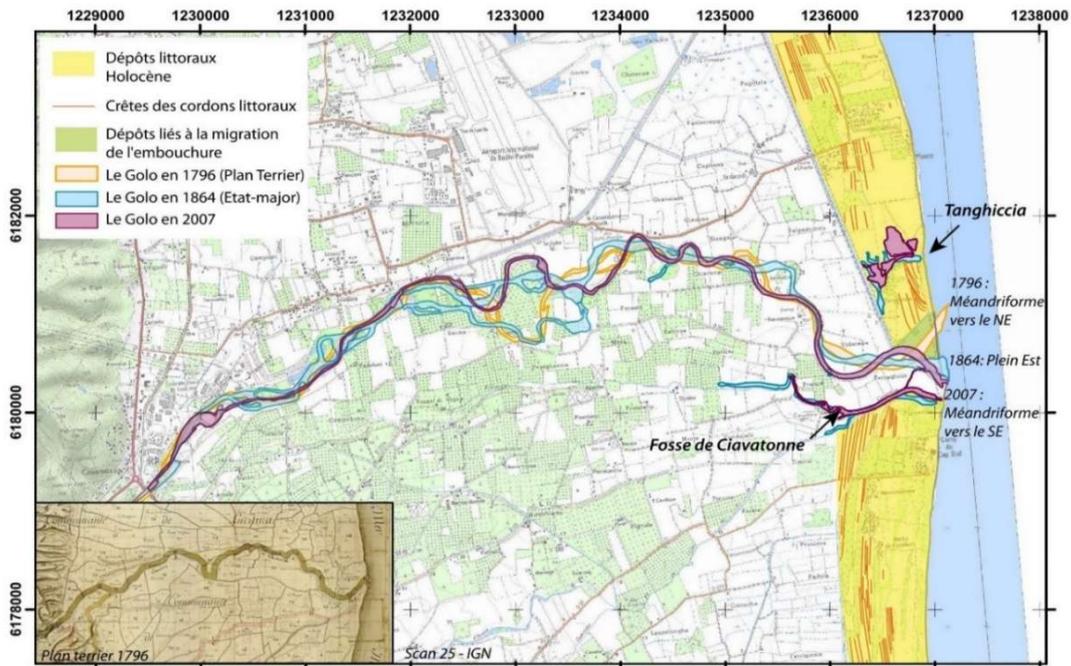


Figure 28 : Cartographie de la Plaine du Golo illustrant les structures littorales (les crêtes des cordons) et les positions du chenal en 1796 (plan terrier), 1864 (carte historique de l'état-major) et 2007 (ortho-photos IGN) – Base cartographique Scan25 IGN.

Hormis au Pléistocène, le trait de côte n'a jamais été autant à l'est que depuis le milieu du XX^{ème} siècle. Il prograde (avance vers la mer) depuis l'Holocène à un taux, variable sous l'effet des variations climatiques, mais que l'on peut grossièrement estimer à quelques dizaines de centimètres par an sur les derniers 2 000 ans, les études archéogéographiques ayant révélé sa position à 700 m à l'ouest de sa position actuelle lors de l'Antiquité. Depuis le milieu du XX^{ème} siècle cette progradation s'est arrêtée et semble même s'inverser.

EVOLUTION RECENTE DU GOLO

Sur le bassin versant, les réservoirs artificiels des barrages (Calacuccia, Corscia, Lucciana) ainsi que les seuils hydrauliques (naturels ou en béton, *Figure 29*) piègent une partie des sédiments transportés, notamment grossiers (sables, graviers, galets). Malheureusement, aucune donnée n'existe sur la quantité de sédiments piégés, la caractérisation sédimentaire ou le temps de transport entre l'amont et l'aval. Il est supposé que seuls les sédiments en aval des barrages et ceux qui arrivent par la vallée de l'Asco parviennent dans le lit actuel du Golo jusqu'à la mer, et très ponctuellement ceux expulsés lors des phases de vidanges des barrages. En plus de l'effet local et individuel de chaque ouvrage, l'effet cumulé de tous les ouvrages présents le long du cours d'eau est supposé avoir un impact fort sur le transit des sédiments par ce dernier.

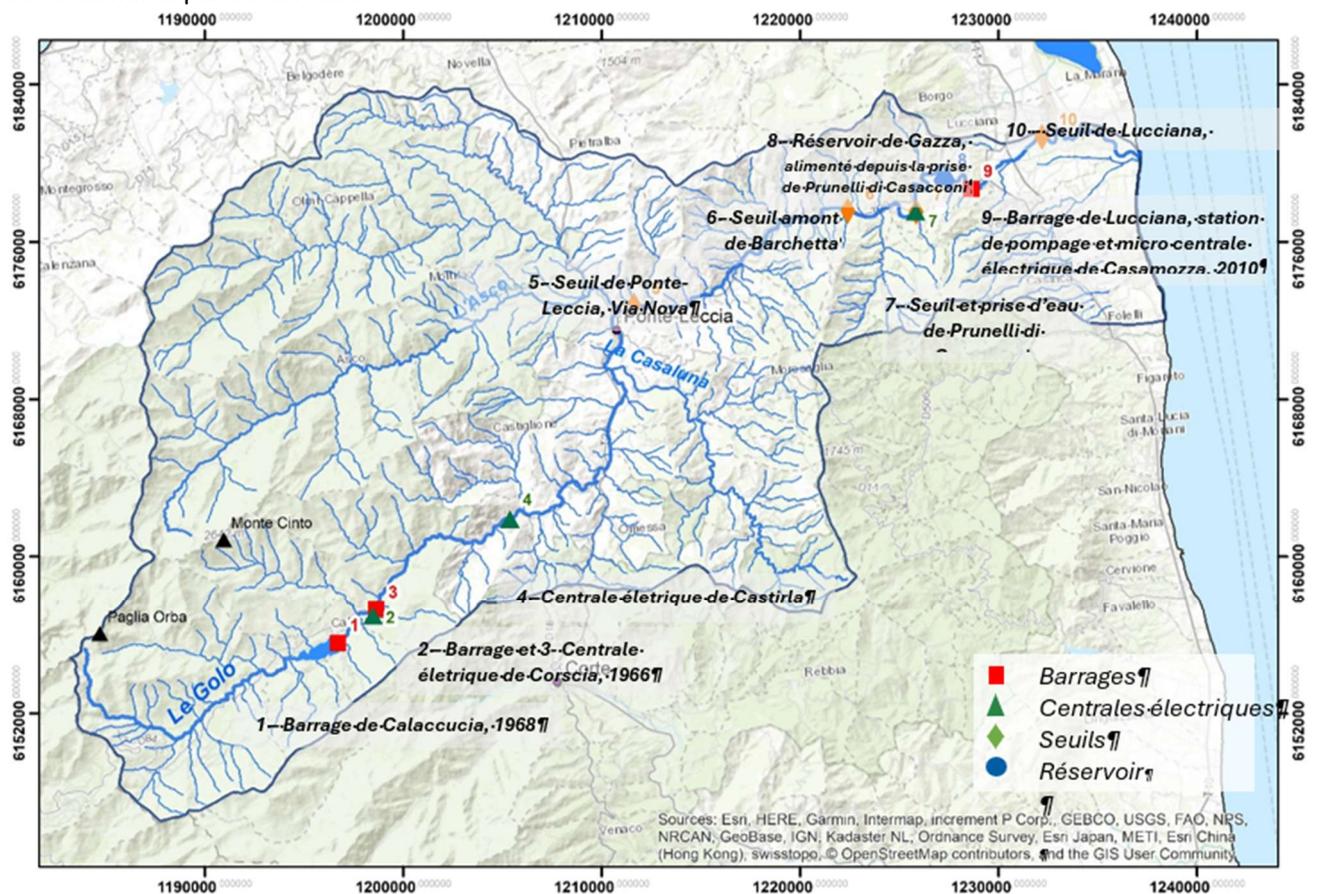


Figure 29 : Carte de localisation des ouvrages hydrauliques présents sur le cours principal du Golo.

D'autre part, l'exploitation des alluvions aux abords et dans le lit du Golo au niveau de la plaine alluviale (*Figure 30*), qui s'est arrêtée en 1998, a eu de multiples incidences sur la morphologie du fleuve (élargissement du lit majeur et surcreusement du lit mineur par endroit, disparition des zones de divagations à bras secondaires où s'étaient accumulés des bancs de galets). La dynamique naturelle de transport sédimentaire a été perturbée et diffère entre la période avant les années 1970, la période d'exploitation et la période succédant à l'arrêt des exploitations (depuis 1998). L'impact de cette exploitation sur l'apport en sédiments au littoral est cependant difficile à évaluer (volume réel extrait

non disponible, exploitations illégales des berges ou dans le lit vif). Depuis 1948 (date des orthophotographies de l'IGN disponibles) différentes évolutions significatives sont visibles sur la plaine alluviale, telles qu'une diminution de la zone de divagation (mobilité) des chenaux et une re-végétalisation des berges au centre de la plaine alluviale, ce qui conduit à un lit du Golo plus étroit et incisé dans cette zone. Cette évolution de la morphologie a eu pour conséquence de priver le fleuve d'une partie des sédiments détritiques (sables et graviers) mobilisables et de constituer des pièges à sédiments qui ne sont alors plus transportés jusqu'au littoral. Cet effet est encore probablement ressenti aujourd'hui, malgré l'arrêt des exploitations depuis 1998, et ce, tant que les fosses ne seront pas totalement comblées.

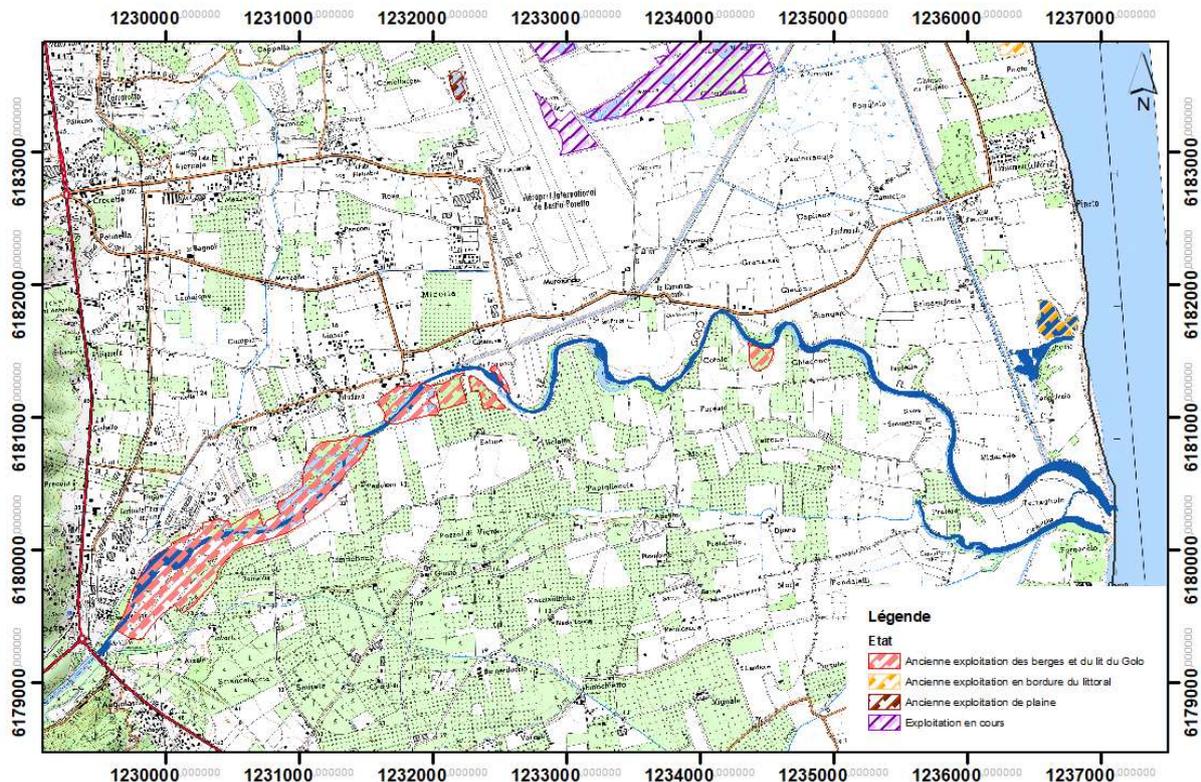


Figure 30 : Carte de localisation des gravières exploitant le lit du Golo ou une frange du littoral.

Enfin, sur les dernières décennies, les principales évolutions de l'occupation du sol concernent la déprise agricole en amont du bassin versant du Golo (abandon des cultures en terrasses, **Figure 31**) au profit d'une agriculture intensive plus en aval dans la plaine en lien avec la construction ou le réaménagement des canaux d'irrigation et d'assainissement (

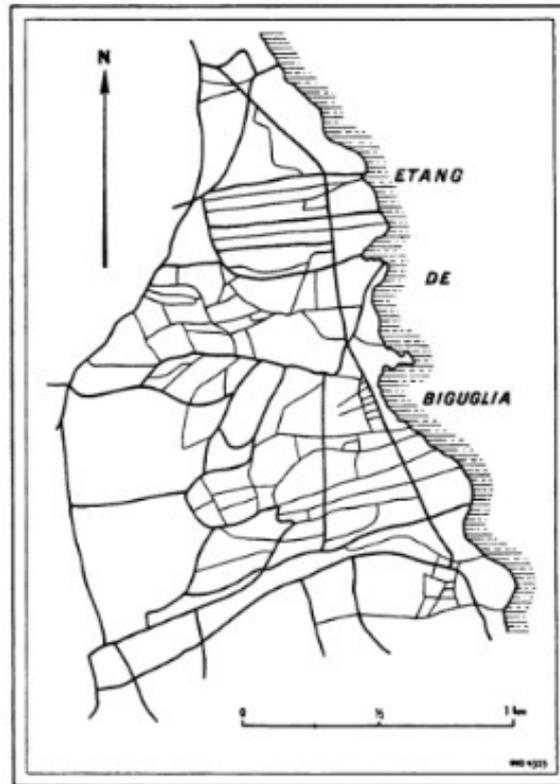


Figure 32. La plaine alluviale est également marquée par une croissance de l'urbanisation depuis le milieu du XX^{ème} siècle.



Figure 31 : Illustration de l'abandon des terrasses entre le milieu du XX^{ème} (à gauche) et le début du XXI^{ème} siècle (à droite), issue du portail de l'IGN « remonter le temps » (secteur de Fontanone, commune de Prunelli-di-Casacconi)

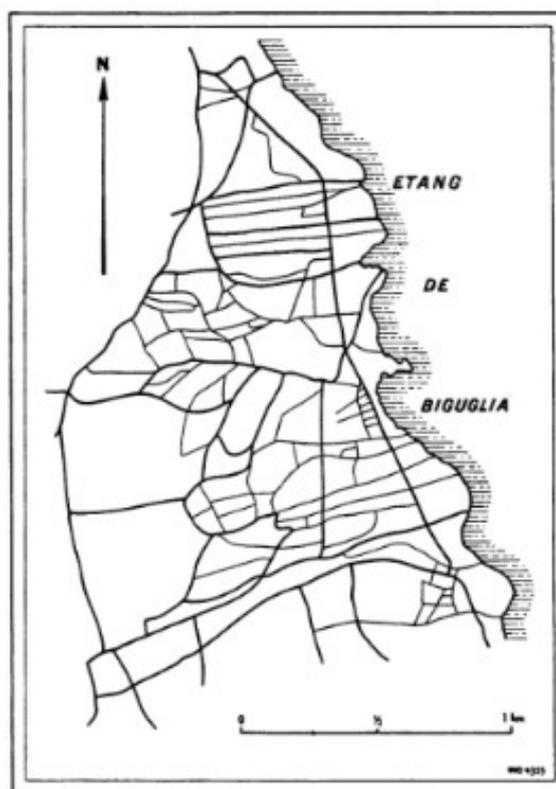


Figure 32 : Exemple du réseau de canaux d'irrigation construits à l'ouest de l'étang de Biguglia au nord du Golo (Jaujou, 1954).

Globalement, ces évolutions ont perturbé les apports sédimentaires au Golo par l'imperméabilisation (urbanisation), la fixation (réinstallation de la forêt et du maquis) et le drainage (canaux) des sols et par la modification des écoulements (ruissellement et crue). Cependant, l'absence de données et les nombreuses interactions entre les différents facteurs ne permettent pas de quantifier l'impact de l'occupation du sol sur l'apport de sédiments au Golo puis au littoral.

En termes de débits solides du cours d'eau, les données disponibles ne permettent pas de quantifier ni de distinguer l'impact de chacune des diverses actions anthropiques précitées. Si leur effet cumulé est à considérer, elles ont cependant pu être qualitativement relativisées les unes par rapport aux autres. Ainsi, l'exploitation des gravières ainsi que le barrage de Lucciana sont supposés avoir un impact fort. De même les seuils sont supposés avoir un impact modéré à fort. En revanche, les barrages en amont (Calacuccia et Corscia) sont supposés avoir un impact faible. L'urbanisation de la plaine est supposée avoir un impact modéré du fait de son lien avec la fixation des berges (qui reste très limitée). L'évolution de l'occupation du sol du bassin versant (urbanisation, déprise agricole, déforestation et reforestation) et de l'aval de la plaine alluviale (canaux) est supposée avoir un impact faible. Les opérations effectuées sur le cordon littoral sont supposées avoir un impact faible au regard des autres opérations sur le cours d'eau dans le bassin versant et la plaine alluviale, ou bien modéré à fort mais uniquement à une échelle locale.

L'ÉVOLUTION DU LITTORAL DE LA PLAINE MARANA-CASINCA,

L'évolution de la position du trait de côte sur les 70 dernières années, varie spatialement et avec une alternance de phases de recul et d'avancée.

C'est dans la zone sous l'influence directe de l'embouchure (linéaire de 4 km environ, soit 2,75 km au nord et 1,25 km au sud) que l'évolution du trait de côte est la plus importante avec les plus forts reculs entre 1937 et 2019 (50 à 130 m environ). Les taux de recul du trait de côte sur les dernières décennies semblent globalement du même ordre de grandeur que les taux d'avancée estimés sur les derniers 2000 ans (en particulier entre 1937 et 1982, *Figure 33, Figure 35* *Figure 34*).

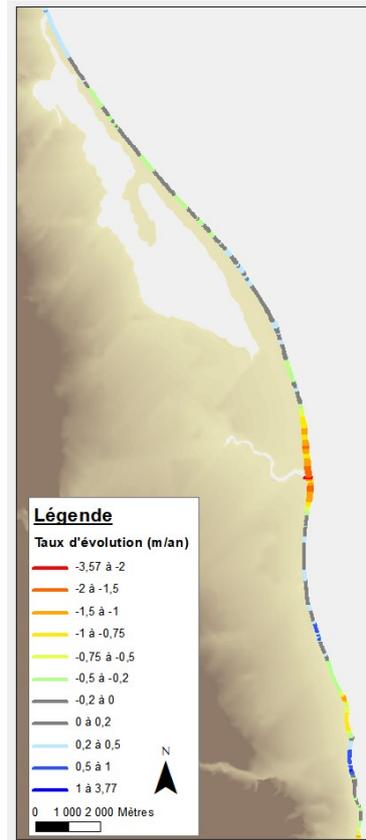


Figure 33 : Evolution du trait de côte de 1937 à 2019 sur le littoral de la plaine de Marana-Casinca.
Les valeurs négatives (jaune au rouge) correspondent à un recul du trait de côte, les valeurs positives (bleu) à une avancée du trait de côte, les valeurs en gris représentent une relative stabilité.

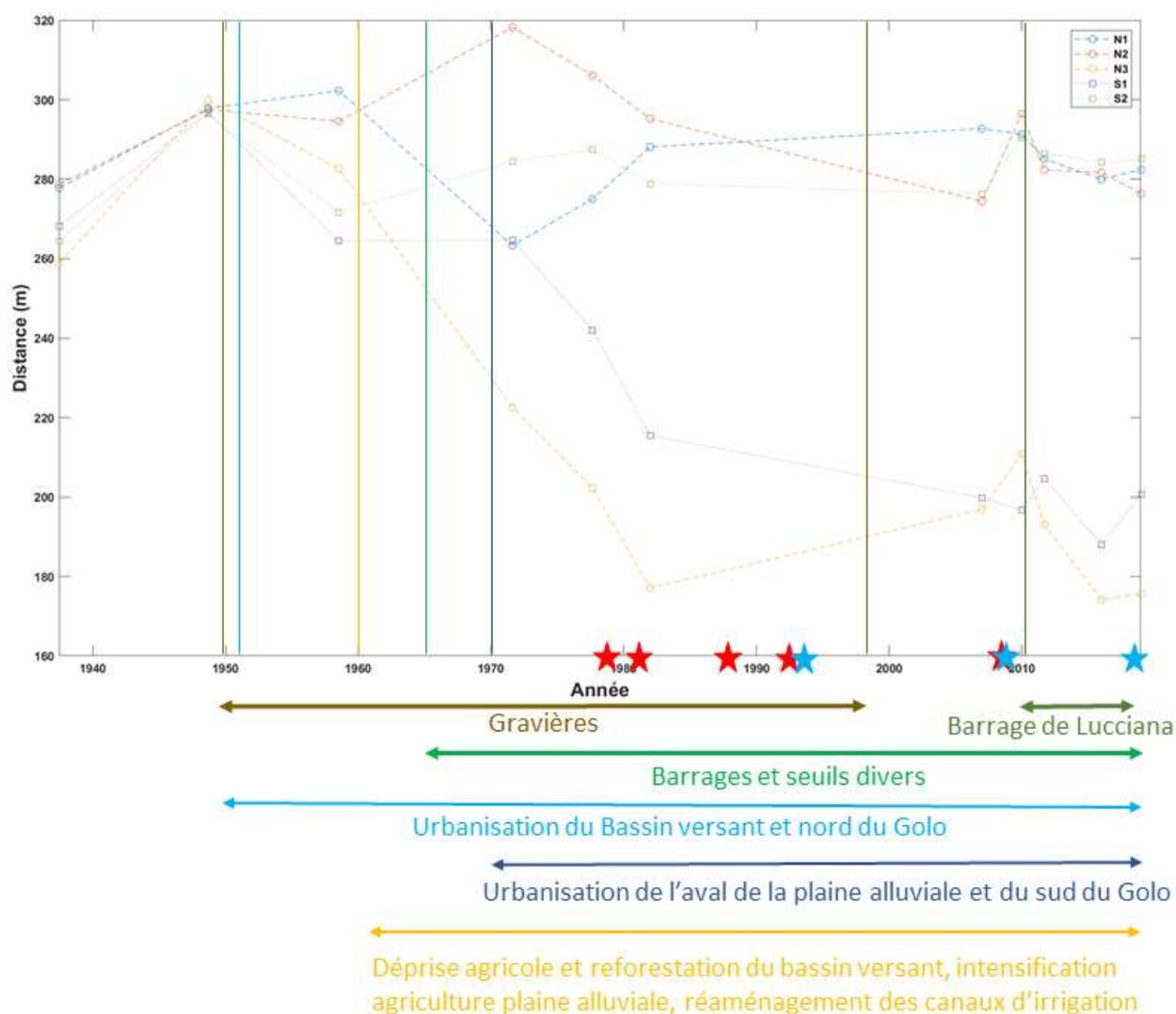


Figure 34 : Evolution dans le temps de la position du trait de côte sur plusieurs profils autour de l'embouchure du Golo et représentation des facteurs potentiels anthropiques et climatiques (tempête étoiles bleu, crues étoiles rouge). La position des traits de côte est issue de la digitalisation d'orthophotographies de l'IGN (Paquier et al., 2021).

L'embouchure du Golo a un comportement cyclique que l'on peut découper en deux phases (Figure 35).

Lors de la période estivale on constate une phase de dépôts de sédiment et le développement de flèches sédimentaires induisant une fermeture ponctuelle, partielle ou totale de l'embouchure qui limite ou stoppe les échanges entre la mer et le fleuve. Lors de crues et/ou d'épisodes de tempêtes (automne, hiver), cette flèche sédimentaire se rompt, ce qui permet de nouveau des échanges entre le fleuve et la mer. Ces sédiments expulsés lors de la rupture de la flèche sont redistribués au sein de la cellule sédimentaire (transit sédimentaire, dépôts).

Ces évolutions géomorphologiques résultent d'interactions entre des processus météorologiques, marins, fluviaux et anthropiques complexes et mal connues notamment par manque de données et de suivis. Les principales inconnues qui ne permettent pas à l'heure actuelle d'établir des liens clairs entre les évolutions géomorphologiques et les facteurs de forçages sont entre autres :

- La résolution temporelle et spatiale des données géomorphologiques et hydrodynamiques insuffisante ;
- L'absence d'inventaire des opérations de rechargement et de reprofilage des plages et d'historique sur les protections côtières ;

- La dynamique propre de l'embouchure du Golo (cyclicité, rôle dans le piégeage, l'expulsion et la redistribution des sédiments) ainsi que le linéaire directement sous l'influence de cette dynamique ;
- Les interactions avec les barres sous-marines et les stocks sédimentaires mobilisables en mer ;
- **ETC.**

Il a également été mis en évidence les lacunes de connaissance sur la dynamique propre de l'embouchure du Golo qui effectue un contrôle majeur sur le piégeage et l'expulsion de sédiments (cyclicité, réaction aux crues et aux tempêtes, etc.) ainsi que sur leur distribution au sein de la cellule sédimentaire (impact sur la dérive littorale, convergence des vagues, etc.).



Figure 35 : Dynamique naturelle d'ouverture et de fermeture de l'embouchure du Golo, formation de flèches sédimentaires rives nord et sud, entre Novembre 2018 et Mai 2020.

Cette étude a permis de mettre en lumière les éléments contribuant à l'apport de sédiments au littoral par le Golo et de les relativiser les uns par rapport aux autres tels que présenté dans le schéma ci-dessous (Figure 36). Des recommandations afin d'améliorer la connaissance de cet hydrosystème et notamment du contrôle qu'il exerce sur le littoral ont été émises. Il s'agit notamment de mettre en place plusieurs types de suivis dans le cours d'eau (quantification du transport actuel, quantification de la charge sédimentaire interceptée par les ouvrages, mesures bathymétriques du lit, etc.) afin d'appréhender le temps de latence et de rémanence du système suite à l'arrêt des exploitations, à l'installation d'ouvrages, etc. Enfin, il est recommandé de mener une étude hydro-morphosédimentaire complète autour de l'embouchure du Golo visant à améliorer la connaissance de l'impact des tempêtes et des crues sur le système plage – dune et des interactions entre dérive littorale et apports fluviaux.

Dans le contexte de changement climatique actuel, l'amélioration des connaissances avec notamment l'identification et la quantification des sources de sédiments ainsi que des facteurs anthropiques qui les favorisent ou les réduisent est essentielle afin de mettre en place une gestion intégrée de cette ressource et des problématiques d'érosion marine.

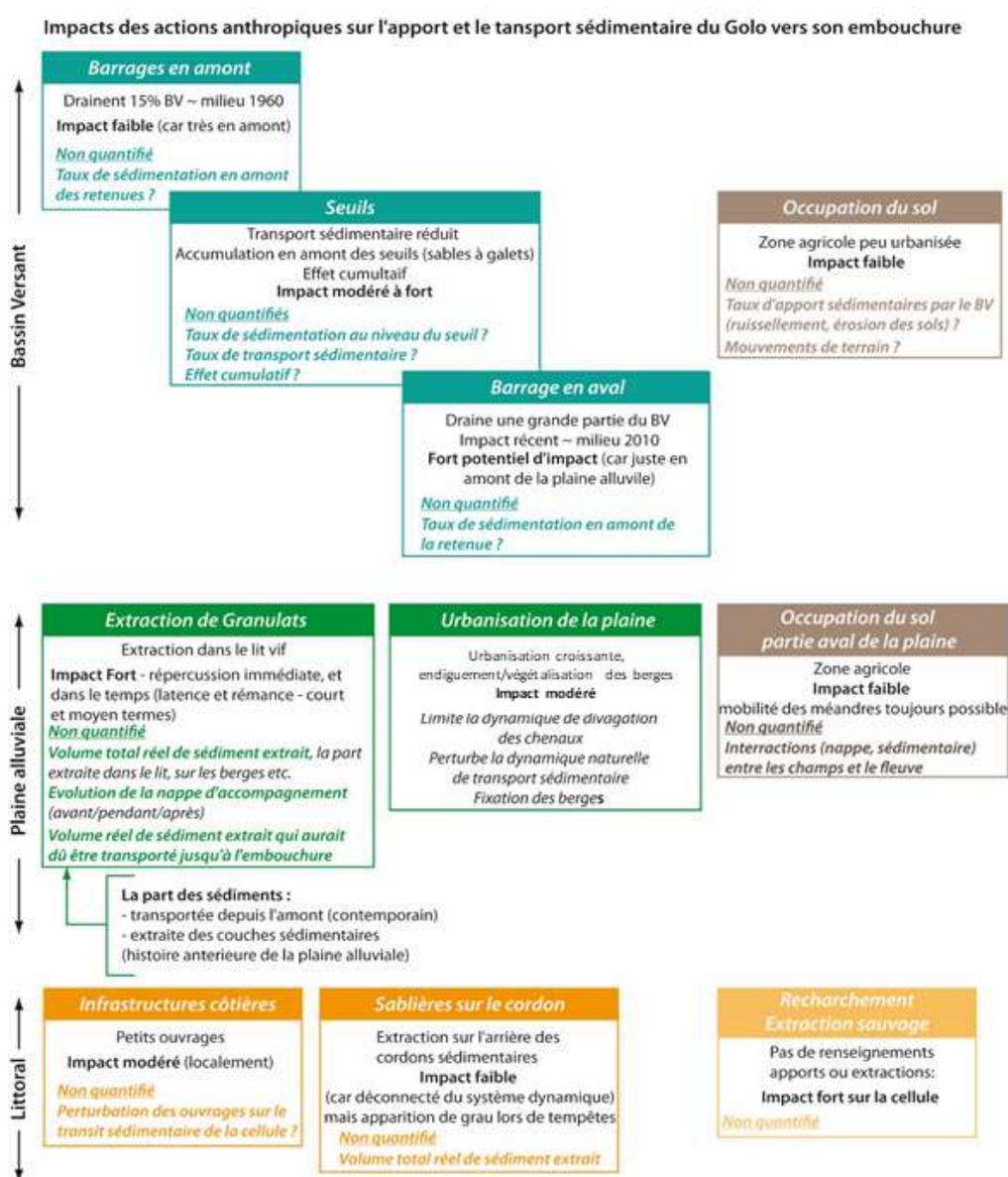


Figure 36 : Synthèse de l'impact potentiel des différentes actions anthropiques le long du cours d'eau dans la zone du bassin versant, la plaine alluviale et le littoral.

JOUR 2 : STOP SANTA SEVERA – DIAGNOSTIC GEOMORPHOLOGIQUE ET SENSIBILITE A L'EROSION MARINE

Rapports RP-72296-FR (Mugica et al., 2023) et RP-73920-FR (Paquier et al., en cours)

CADRE GEOLOGIQUE

Le Cap Corse fait partie des formations géologiques Alpines de la Corse dites « schisteuses » (Figure 37). Il est principalement constitué de lithologies métamorphiques de type « schistes lustrés », et de complexes ophiolitiques⁶ sauf au niveau du lambeau sédimentaire de Macinaggio à l'extrême nord-est du Cap Corse qui est composé de flysch et de brèches.

Le golfe de Saint Florent diffère du Cap Corse avec à l'est, des roches calcaires et des conglomérats miocènes et à l'ouest, une composition lithologique de granites gneissiques. Le massif des Agriates est composé d'unités volcano-sédimentaires et de roches granitoïdes.

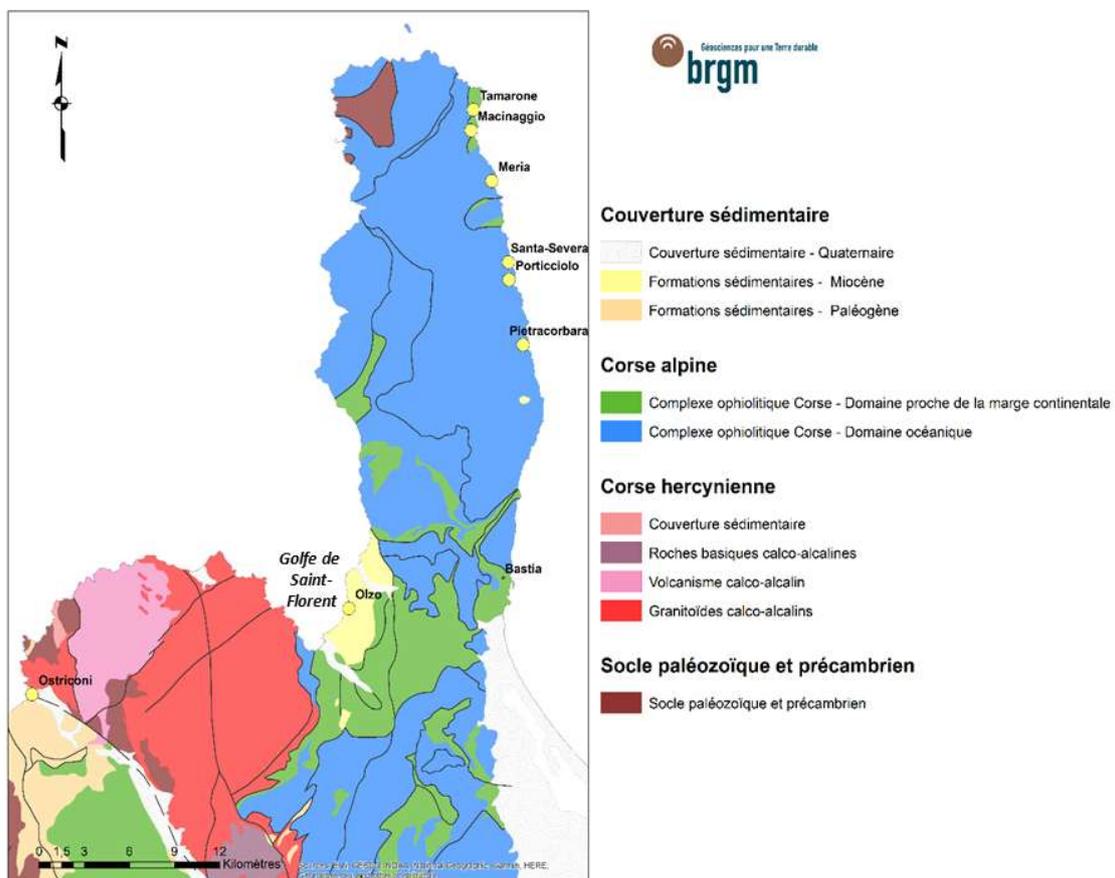


Figure 37 : Carte géologique simplifiée au 1/500 000^{ème}, BRGM.

A l'est du Cap Corse, la marge océanique fait partie du bassin Nord Tyrrhénien. La morphologie est moins abrupte qu'à l'ouest, où la marge est caractérisée par une morphologie accidentée avec la présence de multiples canyons sous-marins.

CADRE GEOMORPHOLOGIQUE

Le littoral du Cap Corse est caractérisé par une côte essentiellement rocheuse entrecoupée de zones basses dites des « plages de poche ». Il s'agit de cordons littoraux composés de sédiments meubles (sables à galets) en forme de petite baie généralement traversés par un cours d'eau et pouvant présenter

⁶ Ensemble de roches appartenant à une portion de lithosphère océanique, charriée sur un continent lors d'un phénomène de collision de deux plaques lithosphériques

une zone humide en arrière du cordon dunaire, ce dernier étant soit naturel soit anthropisé (urbanisé). Leur taille varie de quelques dizaines de mètres jusqu'à plusieurs centaines de mètres de long.

Le Cap Corse regroupe une grande partie des plages de poches à galets du territoire (cf. Annexe, *Figure 86*). Elles ont cependant des caractéristiques assez diverses et peuvent être naturelles ou aménagées et de dimensions variables (petites à moyennes).

Ces plages de poche sont généralement situées au droit de vallées incisées par des cours d'eau pérennes ou intermittents dont les embouchures interrompent les cordons littoraux. Compte tenu de la lithologie des bassins versants, ces rivières sont une source potentielle de sédiments silico-clastiques pour le système littoral. Cependant, à cause de la petite taille des bassins versants et du régime hydrologique local, la quantité des apports d'origine fluviale est limitée. Ces sédiments représentent la fraction la plus grossière (sables fins à graviers voire galets).

Les herbiers de phanérogames marines (*Posidonia oceanica*) qui tapissent les fonds dès l'avant-côte, représentent une source potentielle de sédiments (généralement plus fins) d'origine biogénique silico-carbonatée.

Il n'existe à ce jour pas d'étude permettant de quantifier les apports sédimentaires terrigènes fluviaux et les apports marins biogéniques.

Pour la plupart, les plages de poche du Cap Corse peuvent chacune être considérée comme une cellule morpho-sédimentaire qui est une entité au sein de laquelle la circulation sédimentaire présente un fonctionnement autonome par rapport aux entités voisines. La figure 85 (en annexe) présente le principe de cette circulation.

HERBIERS ET BANQUETTE DE POSIDONIE

L'élément biologique le plus marquant du littoral Corse impactant l'évolution géomorphologique des plages est une plante à fleur appartenant au groupe des Magnoliophytes marines, la *Posidonia oceanica*. Elle constitue des herbiers qui tapissent les fonds de manière inégale mais continue sur l'ensemble du pourtour de l'île. De par la rugosité qu'ils génèrent sur l'avant-côte, les herbiers sont susceptibles d'atténuer l'énergie des vagues et de limiter les processus d'érosion marine. Constituant un habitat pour des organismes à coquille calcaire ou siliceuse, ils représentent également une source de sédiments biogéniques potentielles pour la plage.

Soit sous l'effet de leur saisonnalité ou d'évènement de tempête, des feuilles mortes et des rhizomes de *Posidonia* viennent s'accumuler sur les plages en constituant des banquettes. Elles contiennent plus ou moins de sable et peuvent parfois atteindre plusieurs mètres de hauteur (Simeone et De Falco, 2013 ; *Figure 38*). Avec une dynamique qui leur est propre (arrivée ou départ massifs parfois en quelques heures), ces banquettes sont susceptibles d'offrir une protection aux plages contre l'érosion marine.

Dans le cadre du projet CARTHAMED, l'Agence des Aires Marines Protégées en partenariat avec le laboratoire EqEL (Equipe Ecosystèmes Littoraux) de l'Université de Corte, ont réalisé une cartographie des habitats et biocénose du littoral (entre 0 et 150 m de profondeur) sur le pourtour de la Corse. Les herbiers de *Posidonia oceanica* sont représentés en vert sur la *Figure 39*.



Figure 38 : Banquettes de *Posidonia* sur la plage de Méria (Cap Corse, 2020).

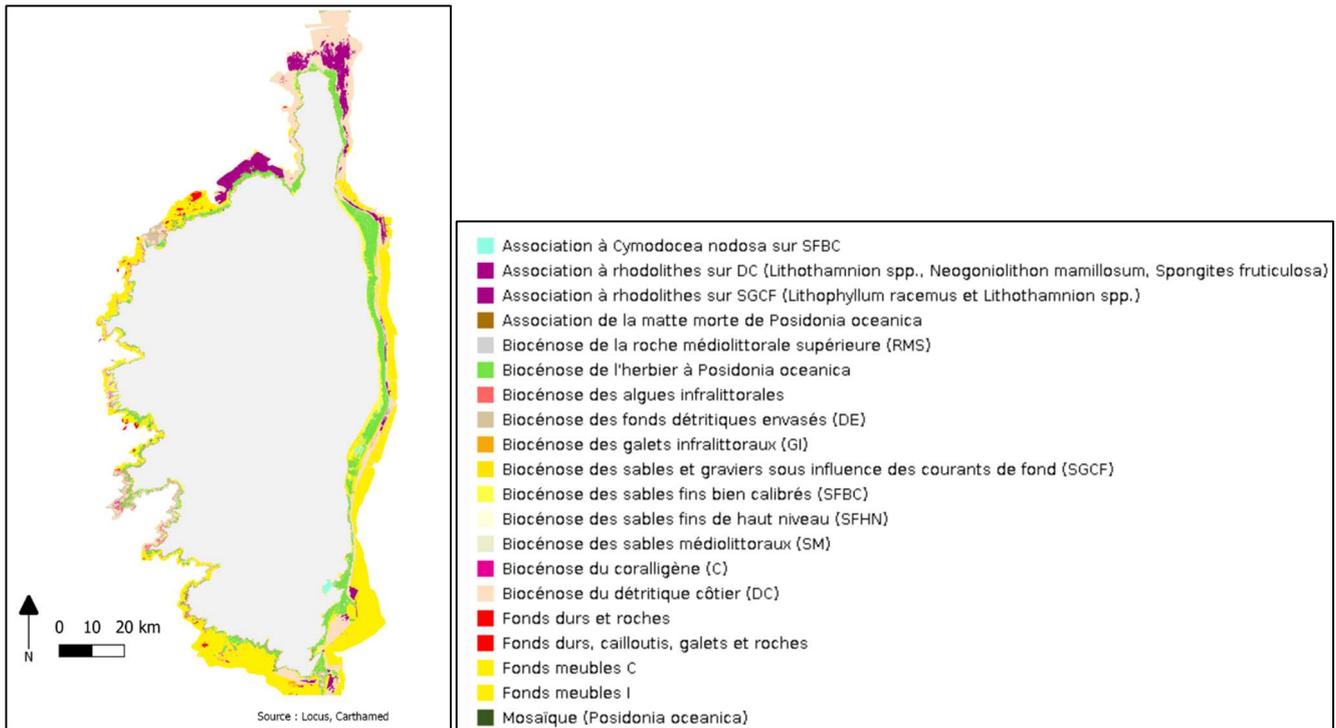


Figure 39 : Cartographie des habitats et biocénoses du littoral Corse (projet CARTHAMED, Equipe Ecosystèmes Littoraux, UMR CNRS SPE 6134 / FRES 3041, Université di Corsica.).

Le Cap Corse est caractérisé par une présence abondante d'herbiers de posidonie (*Posidonia oceanica*). Cette phanérogame marine forme de vastes prairies sous-marines. Elles sont présentes au droit de chacune des plages étudiées dans le présent rapport.

La figure 40 illustre les multiples influences de la présence d'un herbier de Posidonie sur la géomorphologie d'une plage. En premier lieu, l'herbier, de par son réseau racinaire, assure un rôle de réservoir de particules sédimentaires. Ces particules peuvent être d'origine rocheuse et avoir été retenues par les feuilles de posidonie lors de leur mise en mouvement par les courants et/ou les vagues. Elles peuvent aussi être d'origine animale. L'herbier abrite de nombreuses espèces produisant des structures calcaires (coquilles en particulier). La désagrégation des structures calcaires génère la formation de sable (reconnaisable à terme par sa blancheur et sa finesse).

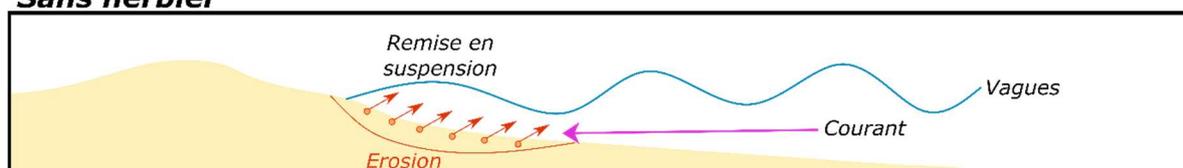
Un autre facteur d'action de la posidonie sur l'hydrodynamique du littoral vient de la génération de quantités abondantes de feuilles mortes. Lors des épisodes de tempêtes que connaît la Corse pendant les mois d'hiver et d'automne, les feuilles se détachent de leur rhizome et sont en partie portés par les vagues jusqu'à la côte. Ils se forment alors de vastes amas de feuilles mortes sur les plages, appelés « banquettes de posidonie ».

Les banquettes de posidonie favorisent la résilience des plages face à l'assaut des vagues par deux processus. D'une part, elles confinent le sable composant les plages et contribuent ainsi à la conservation d'une plage géo-morphologiquement stable. D'autre part, lorsqu'elles sont immergées et concentrées le long du trait de côte, les feuilles mortes forment des panaches qui augmentent la viscosité de la masse d'eau aux abords du rivage. Ces panaches dissipent ainsi l'énergie des vagues avant qu'elles ne déferlent sur les plages.

Malgré une certaine diminution des volumes de banquettes pendant le printemps par l'assèchement de celle-ci ainsi que par leur remaniement sous l'effet des vagues et de leur enfouissement naturel dans la plage, de nombreuses communes organisent un enlèvement des banquettes avant la saison estivale dans un souci de promotion touristique. Outre la destruction d'habitat et/ou de ressources pour les espèces faisant partie de l'écosystème dunaire, l'enlèvement des banquettes accentue l'exposition des plages à l'érosion et induit le retrait d'un volume de sable piégé entre les feuilles non négligeable.

En dépit des avantages géomorphologiques et écologiques qu'elles confèrent, les banquettes de posidonie sont parfois perçues comme une nuisance environnementale affectant le développement touristique voire, plus globalement, le développement économique. L'accumulation périodique de ce matériel végétal sur le rivage peut générer des dépôts conséquents sur les plages et causer des conflits d'usage, en particulier durant la saison estivale. En Corse aussi, au cours des dernières années, plusieurs études et suivis ont mis en évidence des pratiques de gestion inappropriées, comme l'enlèvement régulier des banquettes et l'utilisation d'engins mécaniques non adaptés et fortement impactants (Cancemi et Buron, 2010).

Sans herbier



Avec herbiers

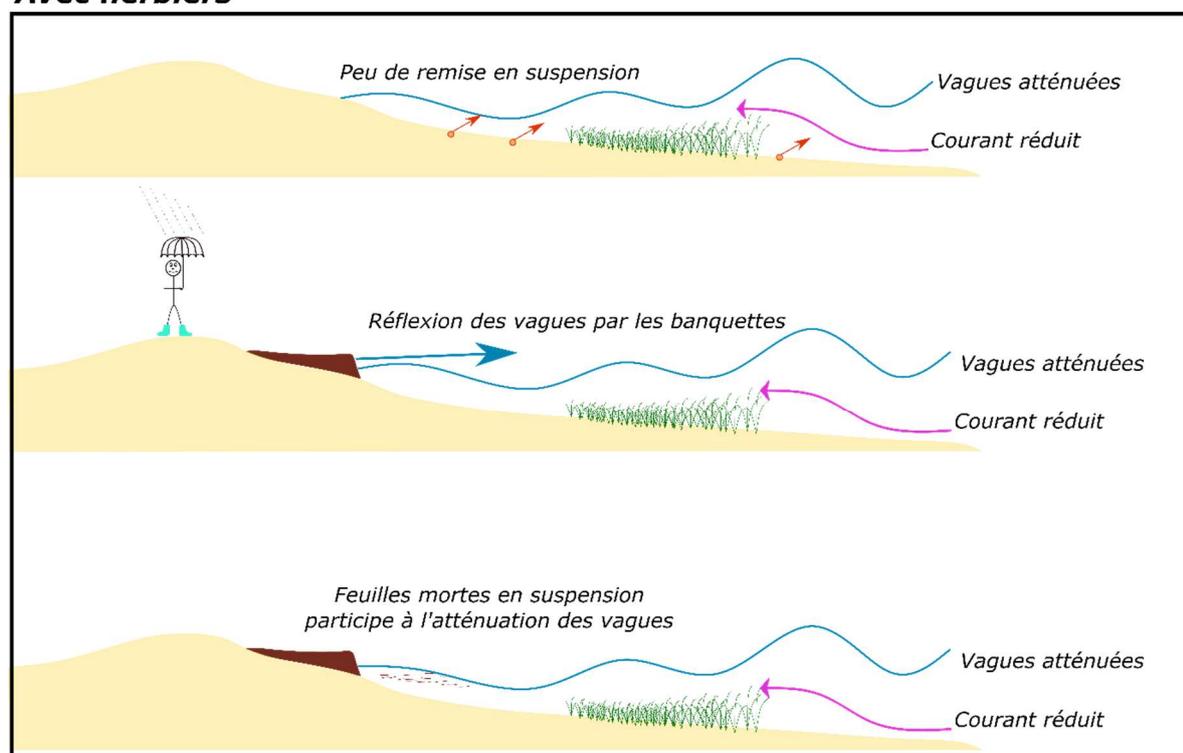


Figure 40 : Représentation schématique des effets des herbiers et banquettes de posidonie sur l'hydrodynamie littorale.

Des études réalisées par la Stareso (Fontaine et al., 2022) pour l'Office de l'Environnement de la Corse et le PNMCCA, montrent que la compacité permet de dissocier facilement les banquettes contenant beaucoup de sédiments de celle en contenant peu. D'autres paramètres pourraient entrer en jeu dans la compacité. L'un de ces paramètres pourrait être la granulométrie des sédiments contenus dans la banquette.

Les résultats de ces études ont surtout permis de proposer une méthode de caractérisation des banquettes, grâce à laquelle ces dernières peuvent être classifiées en différentes catégories, sur la base d'une corrélation existante entre leur compacité et leur contenu en sédiment. Cela a permis d'identifier des critères objectifs pour améliorer la gestion des banquettes sur les plages du littoral corse.

Une étude du BRGM pour l'OEC (Paquier et al. en cours), met en évidence que les banquettes ont des faciès très différents, sans doute du fait de fonctionnement géomorphologiques mais également du fait des conditions hydrodynamiques différentes (Figure 41).

Trait de côte → Plage émergée



Figure 41 : Faciès des banquettes à Tamarone, depuis le trait de côte jusqu'au haut de plage, en haut ; Banquettes à l'ouest (en bas à gauche) et à l'est (en bas à droite) de la plage d'Olzu

PLAGE DE SANTA SEVERA

Contexte géographique, géologique et hydrodynamique

Le site de Santa-Severa (Figure 42) est situé sur la façade Est du Cap Corse sur la commune de Luri. Il s'étend sur un linéaire de 270 m orienté nord-sud vers l'est. Il inclut au nord le port de Santa-Severa ainsi qu'une marine. Alors que la moitié nord du site est urbanisée, la moitié sud se caractérise par la présence de la route territoriale qui longe le haut de plage ainsi que par le grau du ruisseau de Luri.

En plus de son statut protégé au sein du PNMCCA, le site se situe dans la ZNIEFF 940031052 Santa Severa/Luri (espèces et habitats) qui s'étend des abords du ruisseau de Luri jusqu'à son estuaire sur la plage de Santa-Severa.

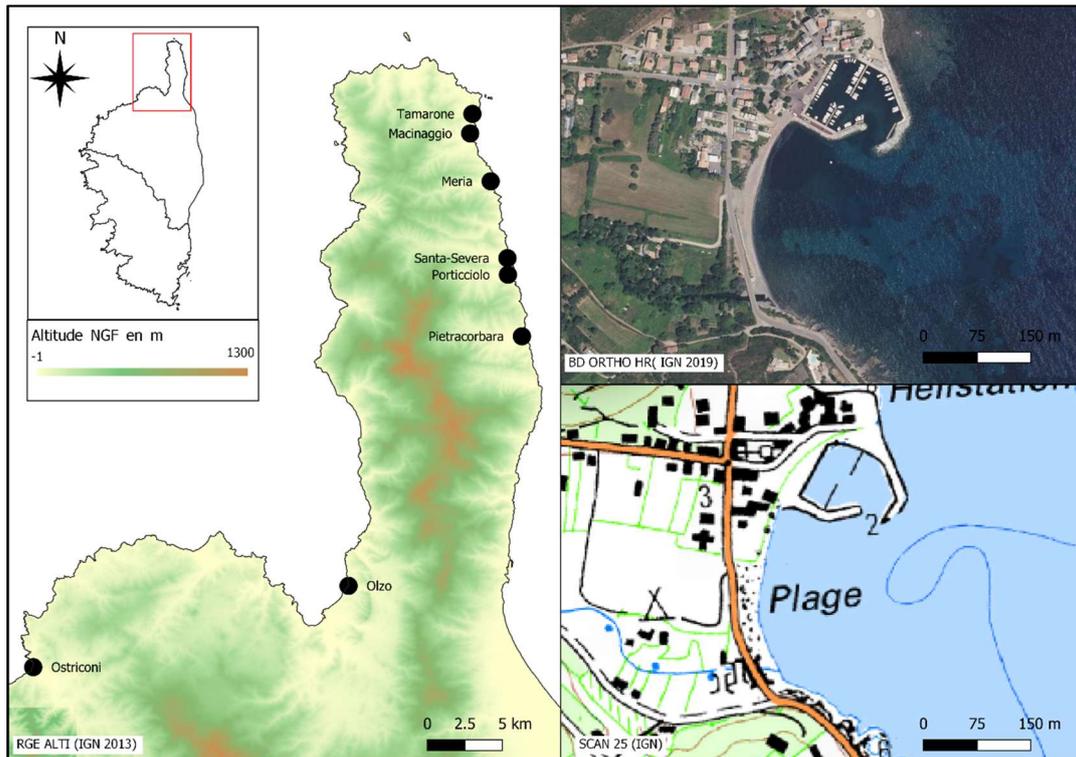


Figure 42 : Carte géographique - Secteur Santa-Severa (Source : Geoportail).

Le site de Santa-Severa est une plage de poche limitée au sud par un éperon rocheux composé de métabasaltés et métagabbros et au nord par la marine de Santa-Severa. Le bassin versant est composé d'alluvions récentes bordées par des éboulis indifférenciés puis des alternances de calcaires et de schistes (cf. Annexe, Figure 85).

Le régime de vague modal est caractérisé par une dominance de vagues de sud-est, inférieures à 1 m (48 % en été, 38 % en hiver). Seulement 1 % des vagues dépasse les 2 m de hauteur et 6 occurrences (soit 0.0066 %) dépassent les 4 m qui représente le seuil de tempête en Corse.

Dans le diagnostic géomorphologique de la côte meuble réalisé à l'échelle de la Corse (Mugica et al., 2022), le critère d'agitation a été qualifié de fort car la morphologie de la baie est simple, parabolique et modérément indentée. Elle présente peu de protection face au régime de houle dominant de sud-est (assez ouverte au SE, pas de cap fermant la baie, pas d'abris ni de récif). La jetée du port au nord offre à la zone nord du site une relative protection face aux vagues de nord-est plus fréquentes en hiver. La localisation du site sur la façade est du Cap-Corse l'abrite des houles d'ouest plus fréquentes et plus fortes.

La plage de Santa-Severa est fortement vulnérable aux vagues de tempête d'un évènement météo-marin centennal ($H_s = 5,74$ m ; $T_p = 10,09$ s, $U = 19,62$ m/s, Mugica et al., 2022).

Caractérisation géomorphologique

La typologie de la côte meuble de Corse classe le site de Santa-Severa parmi les « Petites à grandes plages de poche à galets aménagées et exposées » (Mugica et al., 2022) tel que le met en évidence la carte topobathymétrique de la Figure 43. Les caractéristiques des principales entités géomorphologiques sont illustrées sur les profils de la Figure 45 et détaillées ci-dessous ainsi que dans le Tableau 1.

La plage émergée active se caractérise par un linéaire court de 270 m environ et une largeur intermédiaire d'une quinzaine de mètres. La pente est élevée (~ 10%), probablement à cause des banquettes de posidonie, très présentes sur cette plage en particulier sur la moitié nord et dont le front côté mer se présente sous forme de falaise de taille métrique (Figure 44). La granularité est très grossière. La plage est principalement composée de galets de faible largeur (5 à 15 cm), avec au nord des galets de

1 à 10 cm associé à des blocs de 20 cm, du sable grossier et des débris de chantiers. Elle est traversée au sud par le débouché du ruisseau de Luri (Figure 46).

L'avant-côte sableuse est globalement moyennement pentue (~ 2,5 %) mais présente une portion très pentue à proximité du rivage entre 0 et - 1,5 m/NGF au nord et - 2 m/NGF au sud. Une légère barre sous-marine est présente à environ 150 m du rivage (cf. profil nord ~ 200 m sur figure 44). Le profil sud est plus uniforme. Au nord, le premier massif de posidonie est distant du trait de côte bas de 280 m. L'herbier devient plus dense à 100m plus au large (soit 400 m environ de la plage). Au sud, le premier massif de posidonie est situé à plus de 300 m même si quelques tâches ponctuelles sont présentes autour de 250 m de distance du trait de côte bas. L'herbier devient plus continu à partir de 420 m de la plage.

Le cordon dunaire et l'arrière du cordon littoral de la plage de Santa-Severa sont entièrement anthropisés. Sur une large moitié nord le cordon dunaire est occupé par des constructions résidentielles. Au nord le haut de plage est délimité par les murs de propriété. Au sud il est délimité par des enrochements en soutènement de la route adjacente. Dans son état actuel, le cordon dunaire a perdu ses fonctions naturelles et ne joue plus son rôle dans les échanges sédimentaires.

La limite supérieure de l'herbier est une information importante pour estimer les zones de sédiments à nu où les transits sédimentaires s'effectuent principalement car l'action des vagues et des courants sur le fond y est plus forte que dans les zones végétalisées. Elle a été évaluée (distance au trait de côte et profondeur) à partir des levés bathymétriques effectués par le BRGM en 2020 et 2021 (Figure 44, **Tableau 1**).

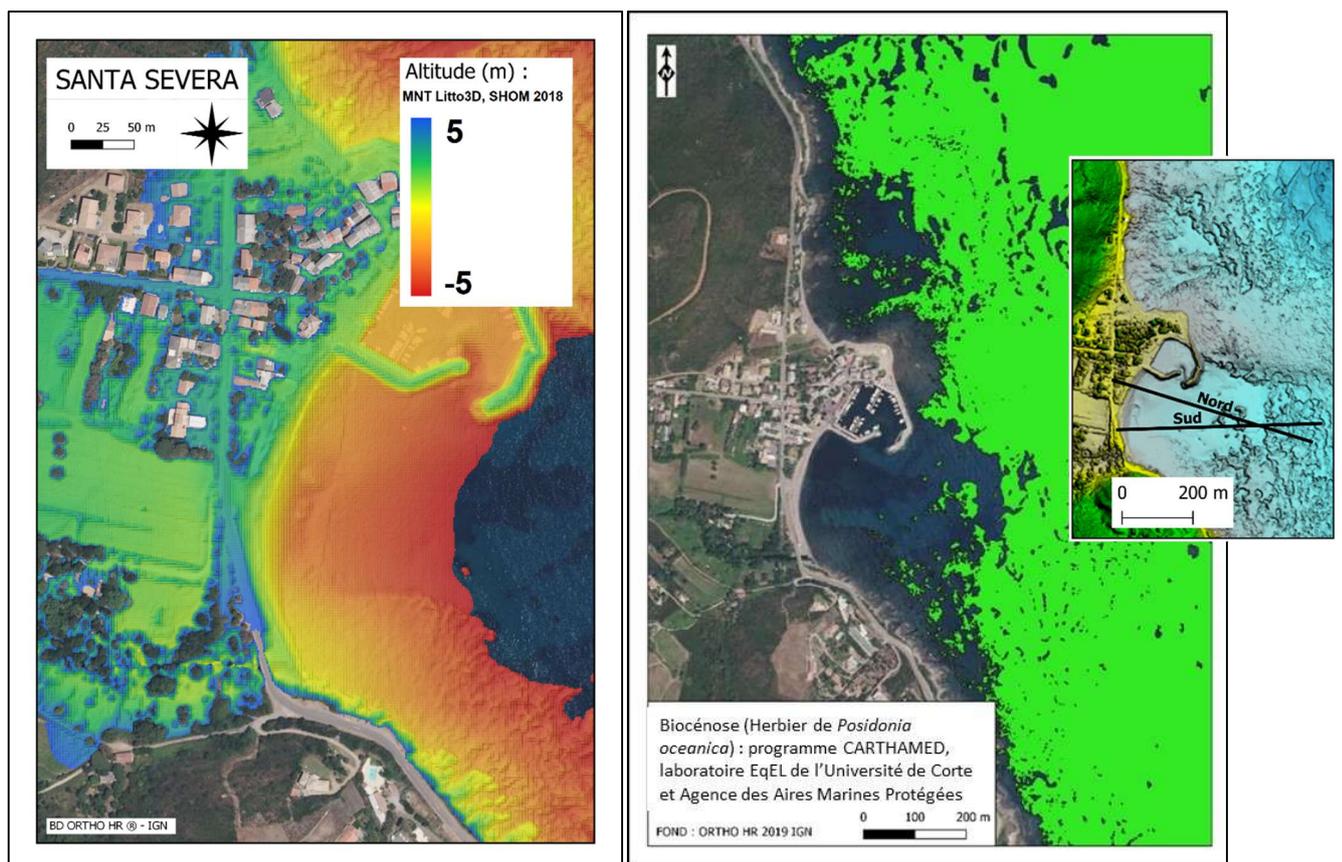


Figure 43 : Carte topobathymétrique de Santa-Severa à gauche et carte de l'occupation sur le fond de l'herbier de posidonie à droite.



Figure 44 : Site de Santa-Severa avec des épaisse banquettes de posidonie (métriques à plurimétriques) sur la moitié au nord (à droite), grau et enrochements soutenant la route territoriale au sud (à gauche), le 21/06/2021.

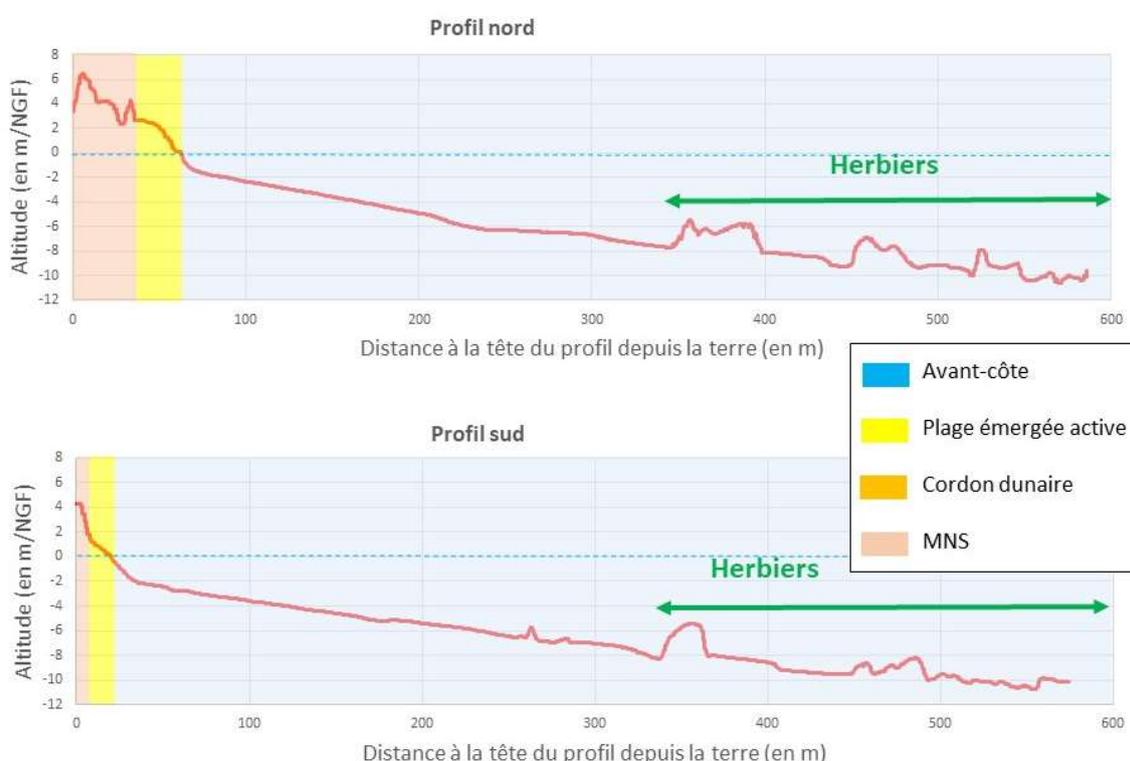


Figure 45 : Site de Santa-Severa – Profils topo-bathymétriques issus du MNT Litto3D (SHOM, 2018).

	Dune	Plage émergée active	Avant-côte	Posidonie
Profil nord	Urbanisée - bâti	Pente moyenne : 9,88 % Largeur : 26,4 m	Pente moyenne : 2,7 % Largeur : 282 m	Première occurrence à -7,6 m, début de l'herbier à -8,6 m
Profil sud	Urbanisée – route et soutènement/enrochement	Pente moyenne : 10,3 % Largeur : 11,7 m	Pente moyenne : 2,2 % Largeur : 316 m	Début de l'herbier à -9,6 m avec des tâches ponctuelles de posidonie à -6,5m et -8,2 m

Tableau 1 : Caractéristiques des entités géomorphologiques du site de Santa-Severa.



Figure 46 : Moitié sud du site de Santa-Severa (vue vers le nord) avec granularité grossière et enrochements soutenant la route territoriale (le 07/11/2018).

Evolution historique

La mosaïque des orthophotographies entre 1948 et 2019 (*Figure 47*) met en évidence la modification de l'occupation du sol et de la configuration du site :

- **En 1948**, le site de Santa-Severa est déjà construit, particulièrement au nord de la plage où une jetée permet le mouillage. La route territoriale longe le site. Au sud, une végétation basse (avec quelques arbres ou arbustes) semble témoigner de la présence d'une dune entre la plage et la route.
- **En 1985**, une jetée supplémentaire est édifée, supprimant un tiers de la plage émergée active et de la dune au nord. La rangée d'arbres au sud semble avoir disparu, de même que la plage semble s'être réduite. Une nouvelle route a été construite. L'urbanisation s'est intensifiée au nord du site de part et d'autre de la route territoriale.
- **Entre 1990 et les années 2010**, l'urbanisation s'est encore intensifiée en particulier au nord du site, jusqu'à remplacer le cordon dunaire jusqu'à sa quasi disparition aujourd'hui. Elle semble stabilisée depuis.
La présence de banquettes et de litière est importante et ancienne sur ce site (banquette continue et panache de litière au moins depuis 1948).

La représentation des évolutions du trait de côte au niveau des 2 profils (*Figure 48*) met en évidence des évolutions différentes entre le nord et le sud. Bien qu'un recul du trait de côte bas d'environ - 6 m soit constaté sur les 2 profils, celui-ci semble avoir relativement récupéré au nord entre 1990 et 2007 mais pas au sud. Sur toute la période, entre 1948 et 2019, le trait de côte bas a reculé de - 3 m au nord alors qu'il a reculé de -7 à 8 m au sud. Ce décalage peut être associé à la présence quasi permanente de banquettes de posidonie au nord de la plage.

Sur le long terme entre 1983 et 2019, la position du trait de côte bas est relativement stable car le taux d'évolution est inférieur à +/- 0,2 m/ans (ce qui est inclus dans la marge d'incertitude sur les données). De plus la variabilité de la position du trait de côte est elle aussi faible avec un trait de côte variant dans une enveloppe inférieure à 4 m (*Figure 49*).

☞ *Le calcul a été effectué entre 1983 et 2019, afin de ne pas intégrer la perturbation ponctuelle constatée dans les années 80 en particulier au sud du site.*

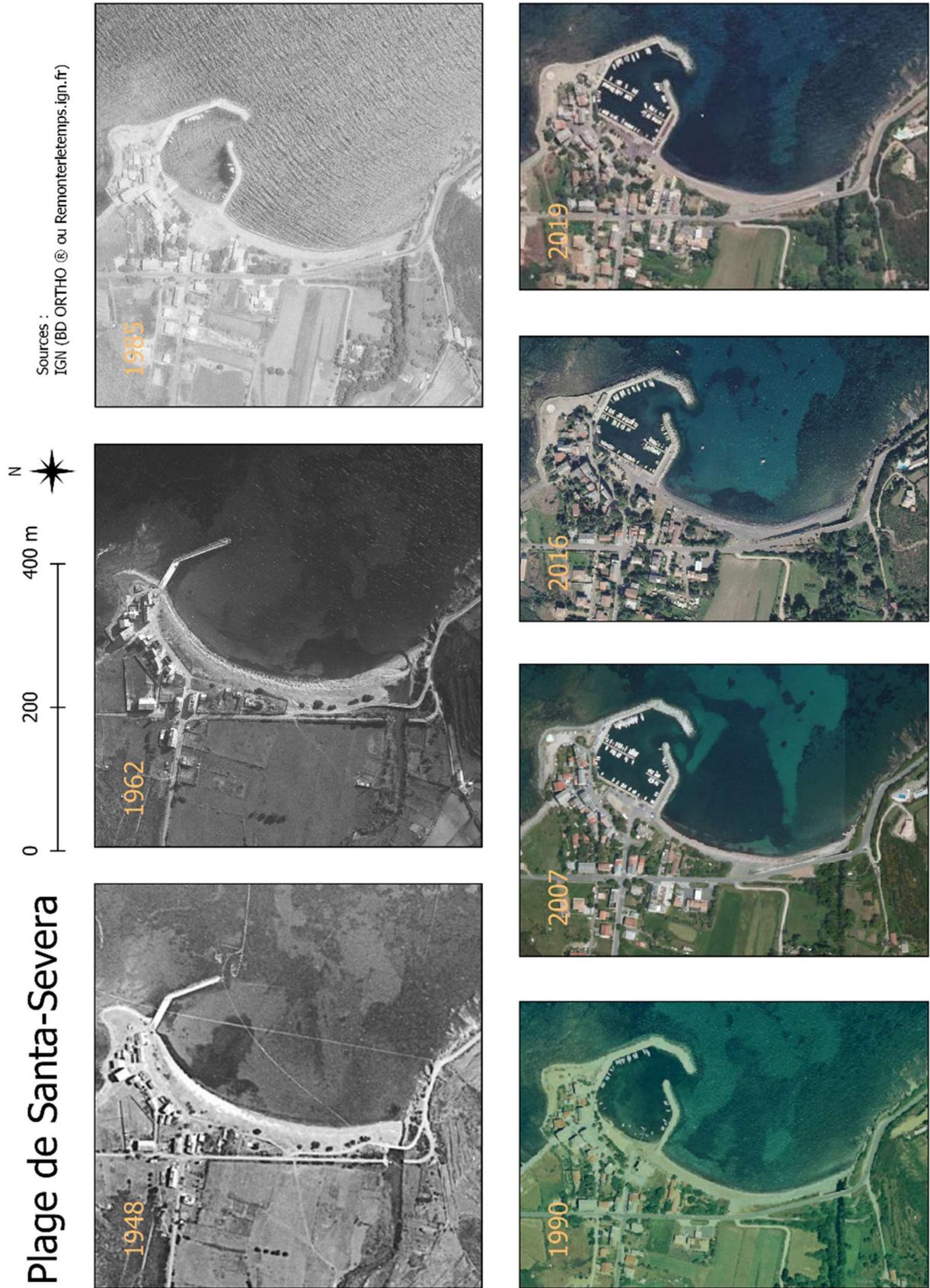


Figure 47 : Mosaïque des orthophotographies de l'IGN de 1948 à 2019 sur le site de Santa-Severa.

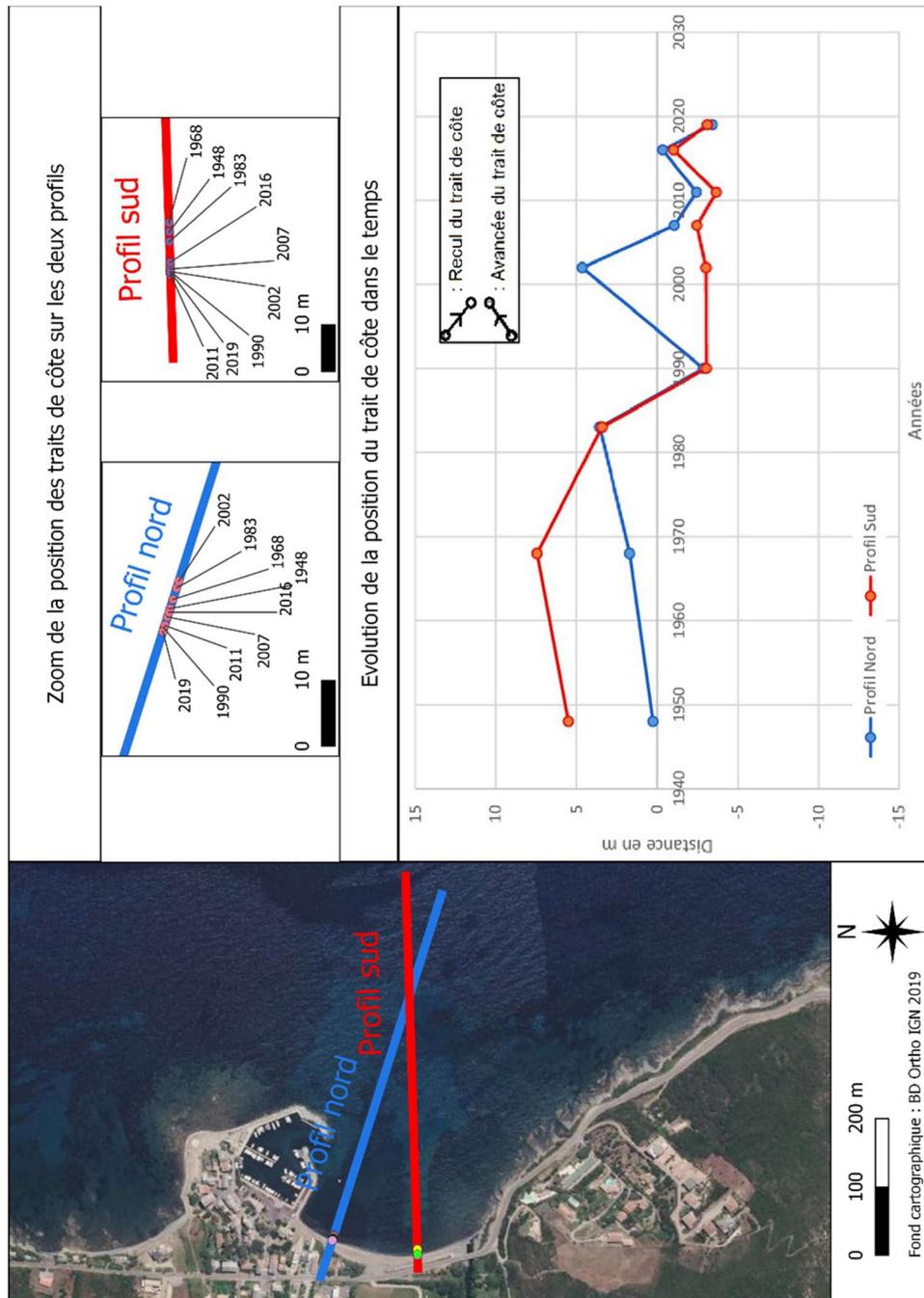


Figure 48 : Analyse des évolutions du trait de côte au niveau des 2 profils pour le site de Santa-Severa.

Entre 2013 et 2018, l'analyse de l'évolution de la dune et de la plage émergée met en évidence pour la plage émergée active un abaissement sur une grande partie du site (moitié sud particulièrement, jusqu'à - 1,8 m) et une élévation du bas (environ + 0,5 m) et du haut (jusqu'à + 1,3 m) de plage de la moitié nord.

Entre 2018 et 2020, la comparaison des profils topo-bathymétriques (Figure 50, Figure 48 pour la localisation des profils) met en évidence au nord du site, un recul du trait de côte bas d'environ - 7 m avec un abaissement de - 0,5 à - 1 m de la plage émergée active et du bas de plage. L'avant côte demeure stable.

Le Tableau 2 synthétise les évolutions constatées au niveau de l'avant-côte et de la plage émergée active.

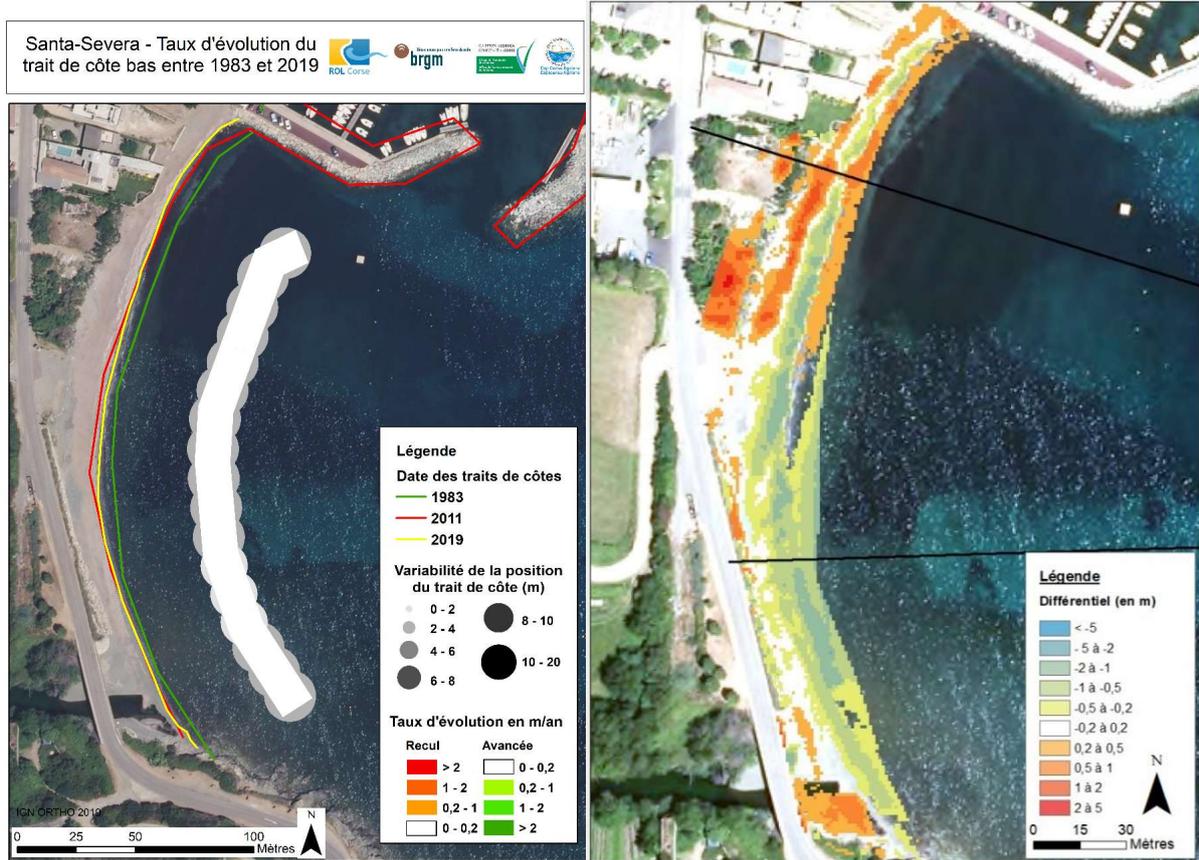


Figure 49 : Site de Santa-Severa. A gauche : taux d'évolution et variabilité de la position des traits de côte bas digitalisés entre 1983 et 2019. A droite : différentiel entre le MNT Litto3D du SHOM de 2018 et le MNT Lidar de l'IGN de 2013 (traits noirs : position des profils).

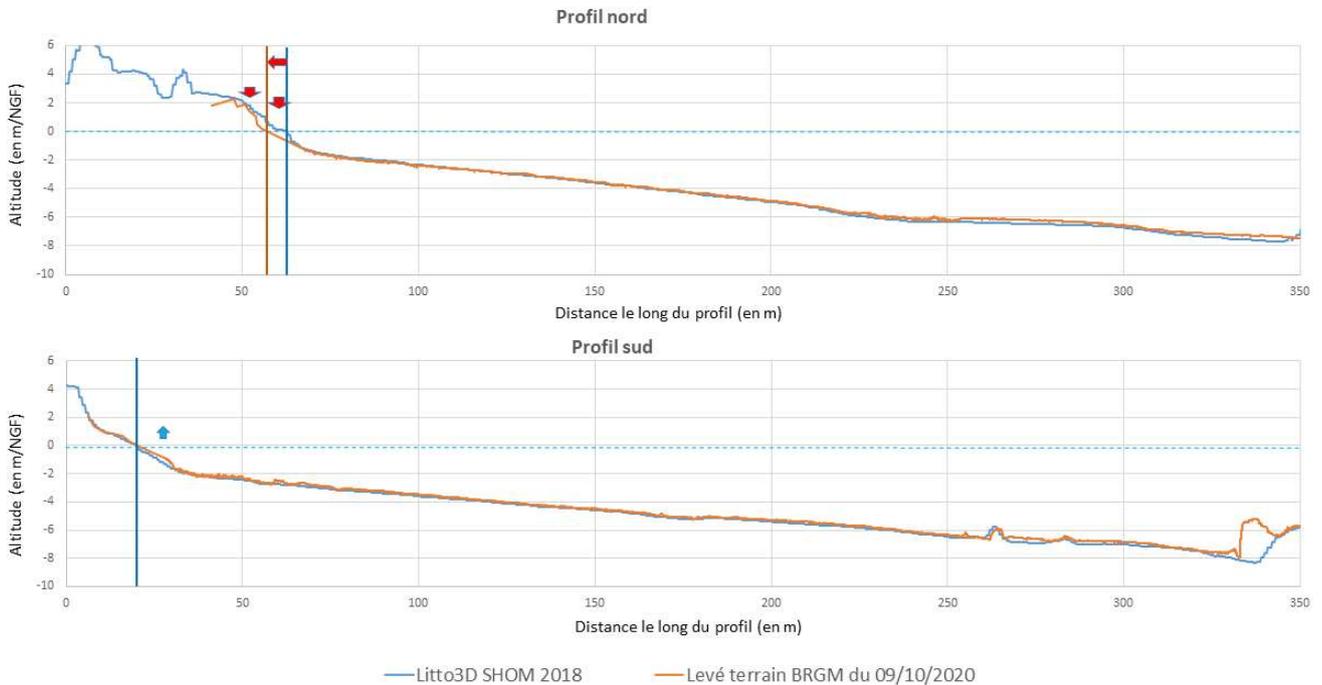


Figure 50 : Comparaison des profils topo-bathymétriques issus du lidar Litto3D du SHOM de 2018 et des levés DGPS du BRGM de 2020 pour le site de Santa-Severa (flèche rouge : abaissement ou recul).

	Plage émergée active	Avant-côte
Profil nord	Recul du TCB d'environ - 7 m	Pas de changement
Profil sud	Pas de changement	Léger abaissement du bas de plage (- 20 cm)

Tableau 2 : Bilan des évolutions entre 2018 et 2021 sur les profils topo-bathymétriques de Santa-Severa.

Susceptibilité à l'érosion marine

L'analyse diachronique du trait de côte entre 1983 et 2019 réalisée dans le cadre du diagnostic géomorphologique de la côte meuble à l'échelle de la Corse, fournit un taux de recul moyen (à l'échelle du linéaire) du trait de côte bas de - 0,17 m/an (Mugica et al., 2022). Cette valeur est comprise dans la marge d'incertitude des données. Le trait de côte est donc considéré comme stable.

Cependant, ce site ne dispose pas d'un espace d'accommodation important. Le cordon dunaire est en effet aujourd'hui quasi inexistant, ayant été progressivement remplacé par des constructions résidentielles et la route territoriale. En raison de la présence de ces obstacles durs (à moins de 7 m du trait de côte), le profil du cordon littoral n'a pas ou peu de capacité d'ajuster une morphologie en équilibre et donc de récupérer naturellement après des épisodes érosifs. Ses capacités de résilience sont faibles en cas de forte tempête.

L'analyse croisée du taux d'évolution avec l'espace d'accommodation a donc conduit à **qualifier la susceptibilité à l'érosion marine forte à l'échelle du site de Santa-Severa.**

Dynamique des banquettes de posidonie

Des suivis des banquettes de posidonie sont effectués par PNMCCA une fois par mois sur les plages de son territoire depuis 2018. Les taux d'occupation surfacique ainsi que le volume des banquettes sont mesurés de manière fréquente mais le plus aléatoire possible pour garantir de bons résultats sur les statistiques modélisées. Chacune des plages est divisée en 3 secteurs (sud, centre, nord) quelles que soient leurs dimensions, pour lesquels le pourcentage surfacique de banquette est estimé.

Sur le site de Santa-Severa, les banquettes sont réparties différemment en fonction des secteurs. Les volumes de posidonie les plus importants se situent systématiquement dans le secteur nord où le taux d'occupation surfacique est rarement inférieur à 40 % (*Figure 51*, ~59% au nord). Inversement dans les secteurs centre et sud les banquettes sont moins importantes en surface (~ 30%) et en volume (357 m³ en moyenne, 96 m³ au sud, 761 m³ au nord).

Ces suivis ne mettent pas en évidence de saisonnalité nette dans les dépôts. Sur la période de suivi, les volumes (nord et centre uniquement) sont plus ou moins importants par périodes de plusieurs mois : de février à décembre 2019, ils sont assez importants (500 à 1500 m³) puis diminuent brusquement (< 500 m³) de décembre 2019 janvier 2020 avant d'augmenter à nouveau brusquement (~ 2500 m³, *Figure 52*). Une tendance à l'augmentation est notable pour les secteurs centre et nord surtout à partir du printemps 2020 pour les surfaces et de la fin de l'été pour les volumes. Les causes de ces arrivées ou de départs massifs ne sont pas précisément connues (saisonnalité de l'herbier, caractéristiques des tempêtes, autre).

La dynamique des banquettes de posidonie représente un élément important pour la compréhension du lien avec l'évolution géomorphologique de la plage. Les suivis du PNMCCA ont été exploités pour évaluer des tendances sur la dynamique générale des banquettes de chaque site et tenter de mettre en évidence des modes de fonctionnement. Cependant, compte tenu de la variabilité haute-fréquence (sensibilité événementielle) de la dynamique des banquettes, des données géomorphologiques du cordon littoral ainsi que de l'état des banquettes (volume, surface, etc.), des suivis à plus haute-fréquence seraient nécessaires.

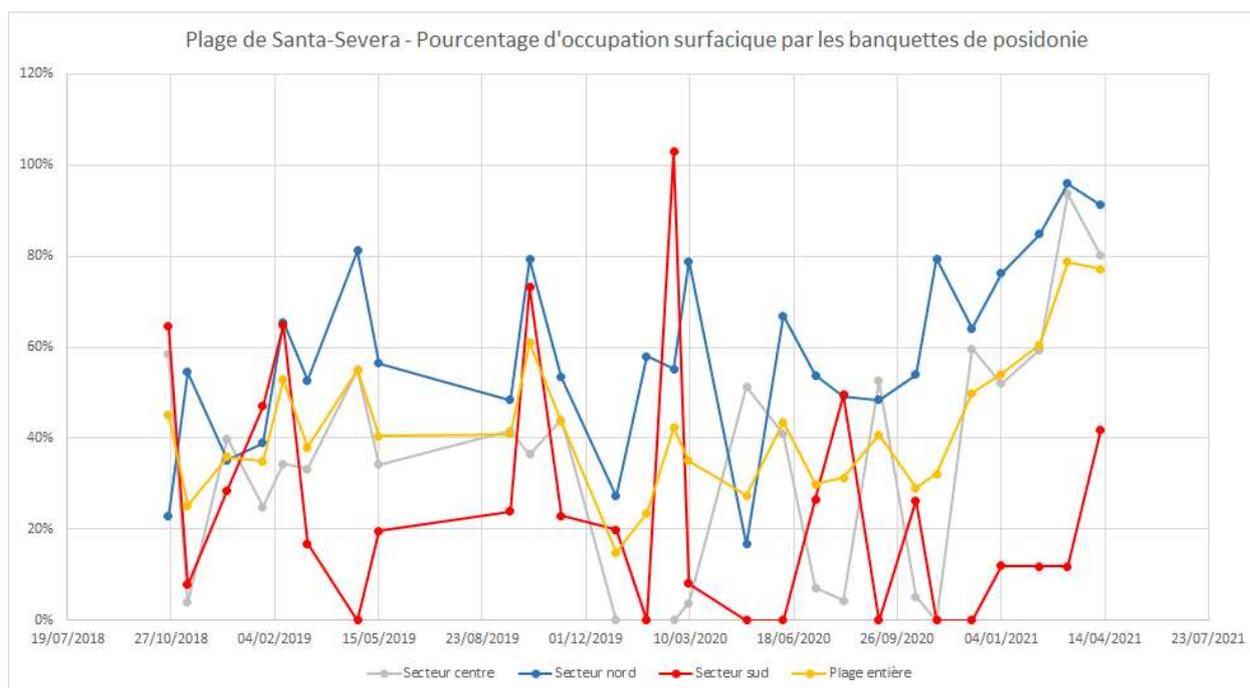


Figure 51 : Site de Santa-Severa - occupations surfaciques de la plage par les banquettes de posidonie entre octobre 2018 et avril 2021 (données PNMCCA).

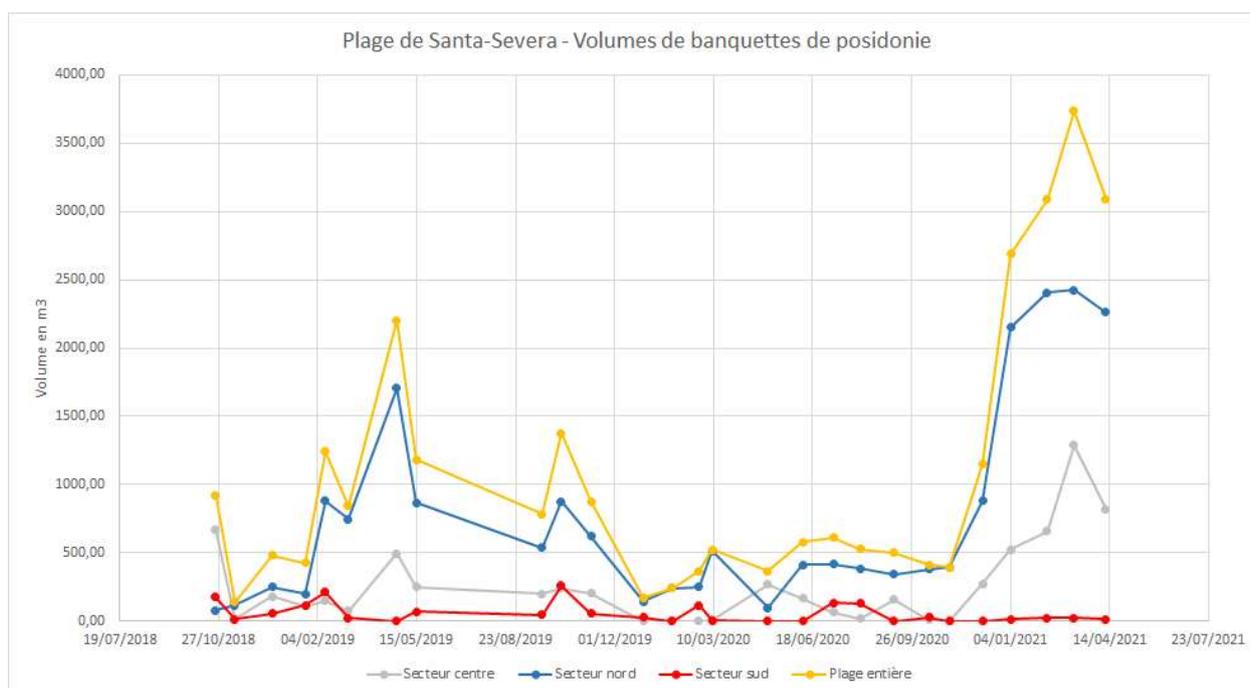


Figure 52 : Site de Santa-Severa - volumes de banquettes de posidonie mesurés entre octobre 2018 et avril 2021 (données PNMCCA).

Exposition aux alés côtiers

La moitié sud du site est **exposée à la submersion marine par débordement** pour un évènement actuel (rouge et bleu) et un évènement à l'horizon 2100 (vert, *Figure 53*). L'entrée d'eau préférentielle se fait par le grau du ruisseau de Luri. Les berges sont essentiellement concernées mais la submersion se propage également vers le nord à l'ouest de la route territoriale.

L'ensemble du site est **exposé aux franchissements de paquets de mer** qui peuvent générer des vitesses d'écoulement plus importantes que dans les zones de débordement. Ces franchissements de paquets de mer peuvent être associés à des **chocs mécaniques et des projections**.

La sensibilité à l'érosion marine est considérée forte car elle combine une forte vulnérabilité aux vagues de tempête et une forte susceptibilité à l'érosion marine. Cette érosion marine ne se manifeste pas forcément par un recul du trait de côte mais par un abaissement de l'altitude de la plage émergée et de l'avant-côte. Des affouillements au niveau des enrochements ainsi que des basculements de blocs ont pu être constatés notamment après la tempête Adrian (29/10/2018, Mugica et Laigre, 2019).

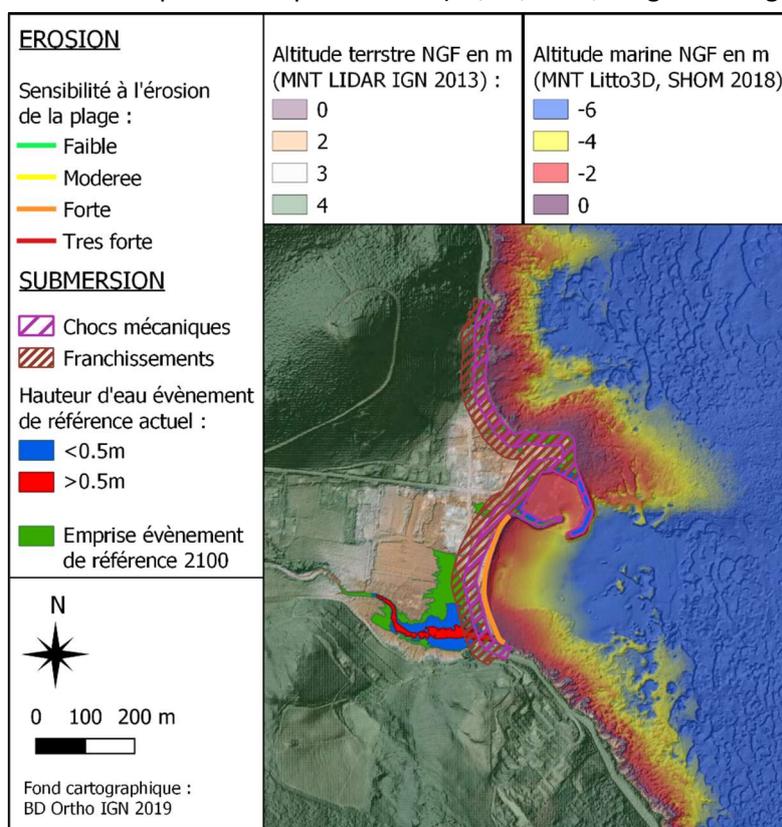


Figure 53 : Exposition du site de Santa-Severa à l'érosion et la submersion marines.

Bilan et recommandations

☞ La position du trait de côte est **globalement stable** sur le site de Santa-Severa même si la configuration géomorphologique du cordon littoral a connu des évolutions importantes (occupation et disparition de la dune). Comme pour d'autres sites du PNMCCA (et de Corse), le trait de côte a connu un recul plus important dans les années 80-90 (- 5 à -8 m) qui n'a pas été récupéré dans la moitié sud à la différence de la moitié nord.

☞ La dynamique de la plage émergée active de Santa Severa est également **influencée par la dynamique des banquettes de posidonie**, souvent absentes de la moitié sud (ou présentes en faible quantité) mais qui occupent une grande partie de la moitié nord, et lui confère une plus grande variabilité dans la position du trait de côte. Cependant, en raison de la granularité grossière (sable à galets), cette variabilité est relativement faible par rapport à d'autres sites du Cap Corse. La géomorphologie du site évolue dans des conditions hydrodynamiques plus intenses que pour les autres sites à la granularité plus fine.

☞ Si le taux de recul du trait de côte peut être considéré nul, **les capacités de résilience de la plage sont considérées extrêmement faibles** (voire nulles) en cas d'érosion marine importante (impact tempête par exemple) en raison de de l'anthropisation de la dune et de l'absence de barre sous-marine (ou alors très légère) et donc de stock sédimentaire rapidement mobilisable après un épisode érosif au niveau de l'avant-côte (stock « tampon »).

☞ Le site est exposé aux submersions marines par débordement via le grau du ruisseau de Luri et par franchissements de paquets de mer ainsi qu'aux chocs mécaniques et projections. **La sensibilité à l'érosion marine est considérée très forte.**

La présence de banquettes de posidonie constitue une protection indéniable du site de Santa Severa et des enjeux aux aléas côtiers, plus particulièrement dans la moitié nord du site, compte tenu de l'étroitesse de la plage émergée active et de l'absence de dune. Leur dynamique semble être le principal agent responsable de la variabilité de la position du trait de côte en particulier au nord mais qui demeure relativement faible par rapport à celle d'autres sites du PNMCCA.

Les banquettes de posidonie sont connues pour leur rôle de *Solution Fondée sur la Nature*, comme les déplacements estivaux par exemple. Cependant, si ceux-ci sont mal réalisés, ils peuvent gravement nuire à ce potentiel de protection. Rotini et al. (2020) ont montré que, pour une plage à banquette :

- le coût du nettoyage est de 15 à 130 milliers d'euros par commune et par an ;
- le stockage de la banquette coûte 60 à 80€ par m³ soit 70€ en moyenne ;
- le rechargement de plage coûte 13 à 130 € par m³ soit 78€ en moyenne (dans Rotini et al., d'après Botero et al., 2018).

Les coûts de gestion des banquettes peuvent donc être extrêmement lourds pour les communes.

Si seules les banquettes contenant très peu de sédiments sont déplacées dans le système plage (sans dépasser la dune) :

- il ne sera pas nécessaire de remplacer le sédiment ou de stocker la banquette et des économies substantielles pourront donc être réalisées ;
- les feuilles ainsi déposées devraient être remobilisables par les premières tempêtes pour reformer des banquettes servant de véritable barrière contre l'érosion, encore une fois, pour une somme nulle ;
- le potentiel « mur » formé en front de banquette servira à protéger la plage en cas de tempête mais sera détruit si les conditions hydrodynamiques sont trop importantes. Ainsi, les inconvénients des ouvrages en dur (par ailleurs très coûteux) comme l'érosion en pied d'ouvrage n'auront pas lieu.

Le déplacement des banquettes présente les inconvénients suivant sur le plan géomorphologique :

- la déstructuration des banquettes qui annule leur rôle de protection contre les premières tempêtes automnales. Pour constituer une barrière naturelle contre l'érosion, les feuilles déplacées doivent être remobilisés par la mer sous forme de litière puis être restructurées sous forme de banquette ;
- l'impact défavorable sur la morphologie de la plage (et donc, sur sa résilience) de certaines méthodes de déplacement (génération de trou, d'ornières, etc.) ;
- l'exposition en première ligne des banquettes plus compactes et présentant une plus grande teneur en sédiment après le retrait des banquettes ayant une faible teneur en sédiment. Les impacts du démantèlement de ces banquettes sur le système plage (notamment sur la destination des sédiments contenus dans les banquettes compactes) ne sont pas connus.

Ces éléments sur les avantages et inconvénients du déplacement estival des banquettes représentent une base de réflexion sur l'intérêt de conserver la banquette de Posidonie comme Solution Fondée sur la Nature pour gérer les problématiques d'érosion côtière.



Figure 54 : Site de Santa Severa (©BRGM, juin 2025)

JOUR 2 : CARTOGRAPHIE DE LA SENSIBILITE A L'EROSION MARINE

Rapports BRGM/RP-72045-FR (Mugica et al., 2022) et RP-72043_FR (Grellier et al., 2022)

Bien que la Corse dispose depuis 2001 d'un Réseau d'Observation du Littoral (ROL), la connaissance des évolutions géomorphologiques du littoral demeurerait trop partielle et hétérogène pour la mise en œuvre d'une Stratégie Territoriale Corse de Gestion Intégrée du Trait de Côte (Bezert, 2019). C'est pourquoi, à la demande de l'OEC, une méthode a été élaborée afin de compiler un grand nombre de données et de critères géologiques, géomorphologiques et hydrodynamiques, de manière homogène et la plus exhaustive possible à l'échelle des côtes meuble et rocheuse de l'île. Appuyée notamment sur des analyses statistiques, l'interprétation de ces données a permis de cartographier (au 1/25 000) la susceptibilité à l'érosion marine ainsi que la vulnérabilité aux vagues de tempête. La cartographie de la sensibilité à l'érosion marine résulte du croisement de la susceptibilité et de la vulnérabilité.

SUSCEPTIBILITE A L'EROSION

La susceptibilité est une caractéristique propre de la côte qui définit sa prédisposition à l'érosion. Sur la côte meuble, elle s'obtient en croisant les taux d'évolution du trait de côte avec la présence d'un obstacle dur. Les taux d'évolution ont été calculés à partir des traits de côte historiques digitalisés sur les orthophotographies entre 1951 et 2019 avec le module DSAS d'ArcGIS© (voir C, Figure 55). En présence d'un obstacle dur (affleurement rocheux, falaise, bâtiment, protection dure, etc.), l'espace d'accommodation du trait de côte est limité et sa position reste stable. Le taux d'évolution n'est plus représentatif de l'érosion marine qui se manifeste par un abaissement de l'altitude de la plage et/ou de l'avant-côte (diminution du volume sédimentaire). Ces indicateurs n'ayant pu être quantifiés à une échelle territoriale, la distance au trait de côte d'un obstacle dur (A) et sa continuité (B) ont été évaluées sur l'orthophotographie 2019 de l'IGN. Pour la côte rocheuse, la susceptibilité au recul s'obtient en

croisant des indicateurs géomorphologiques (hauteur $a1$ et pente $a2$ de la falaise) et des indicateurs géologiques (résistance mécanique de la roche $b1$, activité historique $b2$ et susceptibilité liée à la présence de surplombs et/ou de sous-cavages $b3$).

Afin de réaliser une cartographie de manière semi-automatique de la susceptibilité, une méthode de scoring a été appliquée. Les classes de valeurs pour les différents indicateurs ont été définies puis un score a été attribué à chacune, ceci par itération avec des tests de sensibilité, analysés à dire d'expert afin d'assurer une cohérence avec la connaissance terrain.

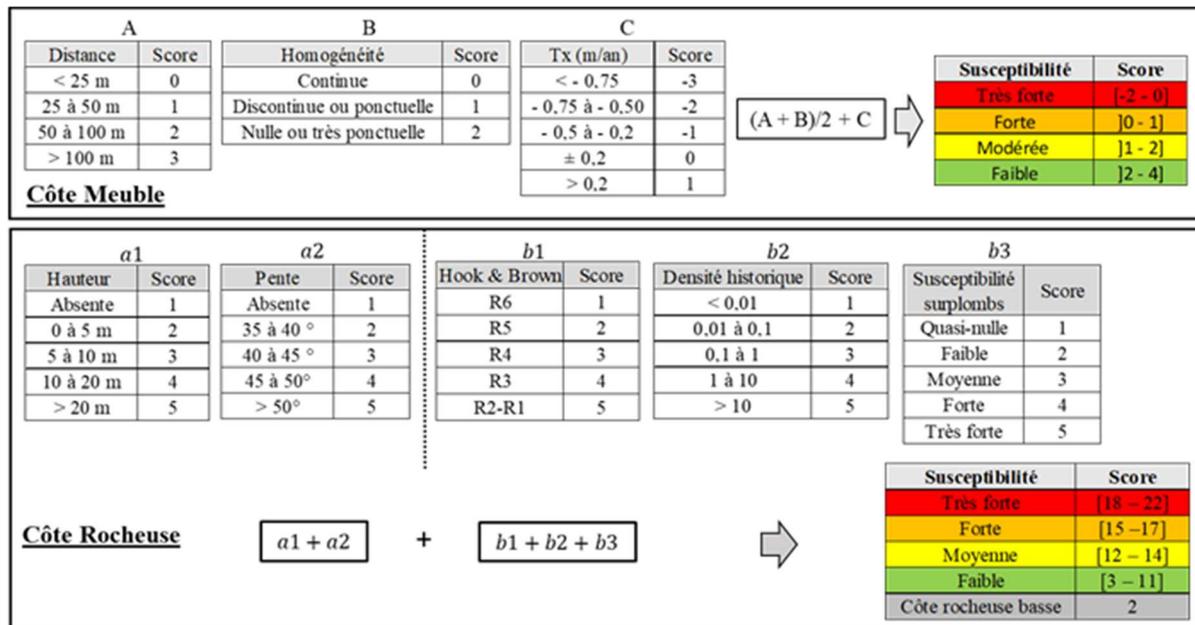


Figure 55 : Schéma illustrant la méthode de scoring pour la détermination de la susceptibilité à l'érosion marine.

VULNERABILITE AUX VAGUES DE TEMPETE

La vulnérabilité introduit la notion d'impact d'agents externes (conditions marines lors d'évènements extrêmes). Comme pour la susceptibilité, une méthode de scoring, ajustée à dire d'expert et avec des tests itératifs, a été employée.

Pour la côte meuble, la vulnérabilité se définit par le croisement de la géométrie de la plage (largeur) avec le régime d'impact des vagues (Figure 56). Le code SWASH en mode profil a été utilisé pour calculer les paramètres des formules de Sallenger (2000) permettant d'estimer le régime d'impact des vagues. Pour la côte rocheuse, elle s'obtient par le croisement de la hauteur et de l'angle d'incidence des vagues (exprimant l'énergie incidente proche de la côte) avec la pente moyenne de l'avant-côte (exprimant un rôle d'atténuation). La vulnérabilité aux vagues de tempêtes traduit l'influence de la mer sur les falaises littorales.

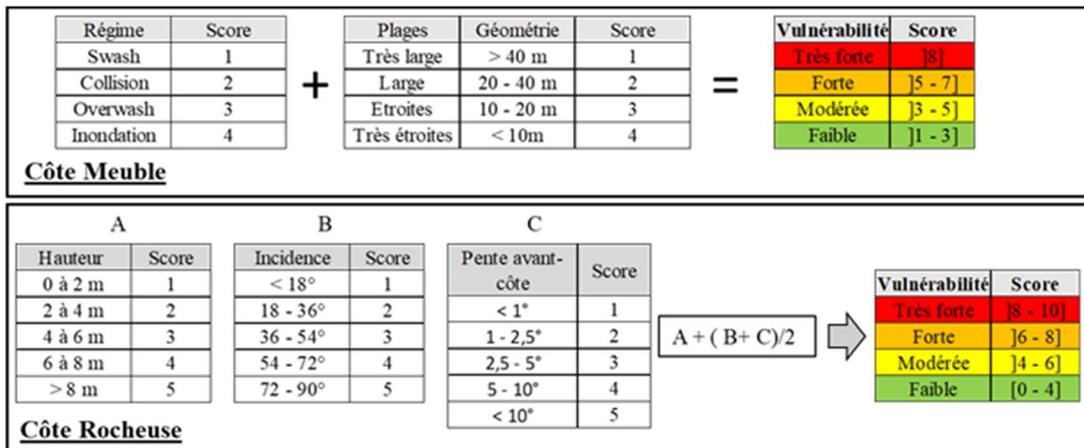


Figure 56 : Schéma illustrant la méthode de scoring pour la détermination de la vulnérabilité aux vagues de tempêtes.

SENSIBILITE A L'EROSION MARINE

La sensibilité à l'érosion marine résulte du croisement entre la susceptibilité et la vulnérabilité selon une matrice élaborée par itération avec des tests de sensibilité analysés à dire d'expert afin de limiter les éventuels biais et d'assurer l'homogénéité à l'échelle de chaque type de côte (Figure 57). Sur la côte rocheuse, l'impact des vagues est considéré comme un facteur aggravant du déclenchement de mécanismes gravitaires principaux responsables de l'érosion des falaises (connaissance locale, Andriani et Pellegrini, 2014, Giuliano, 2015).

		Susceptibilité						Très forte
		Faible		Modérée		Forte		
		CR	CM	CR	CM	CR	CM	
Vulnérabilité	Faible	Faible		Modérée	Faible	Forte	Modérée	Forte
	Modérée	Faible		Modérée		Forte		Forte
	Forte	Faible	Modérée	Modérée	Forte	Forte		Très forte
	Très forte	Modérée	Forte	Forte	Forte	Très forte	Très forte	Très forte

Figure 57 : Matrice de croisement de la susceptibilité à l'érosion marine et de la vulnérabilité aux vagues de tempêtes pour la cartographie de la sensibilité à l'érosion marine pour la côte rocheuse (CR) et la côte meuble (CM).

Sur la côte meuble, 59,5% du linéaire meuble présentent une sensibilité forte à très forte et correspond en majorité à des plages aménagées (Figure 58) La typologie a mis en évidence un contrôle important exercé par le caractère naturel ou urbanisé du cordon littoral. Les plages naturelles qui offrent un plus large espace d'accommodation, ont en majorité une sensibilité faible à modérée. Le linéaire le plus sensible est localisé sur la façade Est au niveau de la Plaine orientale (zones sous influence d'ouvrages côtiers et/ou d'embouchures, zones de dune urbanisée), des petites plages de poche aménagées du Cap Corse et du Golfe de Porto-Vecchio par ex. ainsi que localement sur des grandes plages de poche aménagées et exposées de la façade Ouest (Golfe d'Ajaccio, Calvi, Taravo-Tenutella par ex.). Ailleurs sur cette façade, le bilan est mitigé avec une sensibilité faible à modérée. Les plages les moins sensibles sont situées sur la façade Sud-Ouest (19% du linéaire).

Sur la côte rocheuse, environ 35 % du linéaire est caractérisé par une sensibilité forte ou très forte et correspond à des hautes falaises subverticales voire en surplomb, de géologie variable (calcaires, schistes, granites, roches volcaniques, flysch) principalement autour de Bonifacio, du Cap Corse, entre Cargèse et Calvi et le secteur entre Lozari et l'Ostriconi (environ 200 km). Près de la moitié du linéaire présente une sensibilité à l'érosion marine plutôt faible ou moyenne, et correspond généralement à des côtes moins abruptes et/ou de lithologies plus massives et résistantes (granites), tel que sur la moitié sud de la Corse (entre Ajaccio et Figari, entre le golfe de Sant'Amanza et Solenzara) et entre Calvi et Saint-Florent (hors linéaire entre Lozari et l'Ostriconi). Le reste du linéaire rocheux (18 %) est une côte rocheuse basse (pente de la falaise < 35°), principalement sur la moitié sud de l'île (la majorité est globalement

située entre Ajaccio et Solenzara), où la sensibilité à l'érosion marine n'a pas été évaluée car ces côtes faiblement inclinées sont généralement de hauteur limitée (souvent inférieure à 5 m). De plus, d'après l'expertise de terrain, il s'agit globalement de roches plutôt résistantes (granites, roches métamorphiques), avec une sensibilité à l'érosion marine considérée très faible.



Figure 58 : Cartographie de la sensibilité à l'érosion marine.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Andriani G.F. et Pellegrini V. (2014) – Qualitative assessment of the cliff instability susceptibility at a given scale with a new multidirectional method, *INTERNATIONAL JOURNAL OF GEOLOGY*, 8, p. 9.

Balouin Y., Belon R., Stépanian A., Bodéré G., (2012). Etude générale pour la protection du littoral de la Plaine Orientale de Corse - Préconisations de gestion. Rapport BRGM/RP-61650-FR ; 52p., 36 ill.

Bezert, G., (2019). Erosion du littoral : Définition des grandes orientations et méthodologie pour l'élaboration d'une Stratégie Territoriale Corse de Gestion Intégrée du Trait de Côte. Rapport OEC, Corti, 52 p.

Cancemi G., Buron K., Gobin C., (2010). Caractérisation qualitative des biocénoses benthiques et étude des herbiers de Posidonie dans la partie externe du Golfe de Porto-Vecchio. Rapport E.V.E.Mar., 51 pages + Planches et Annexes.

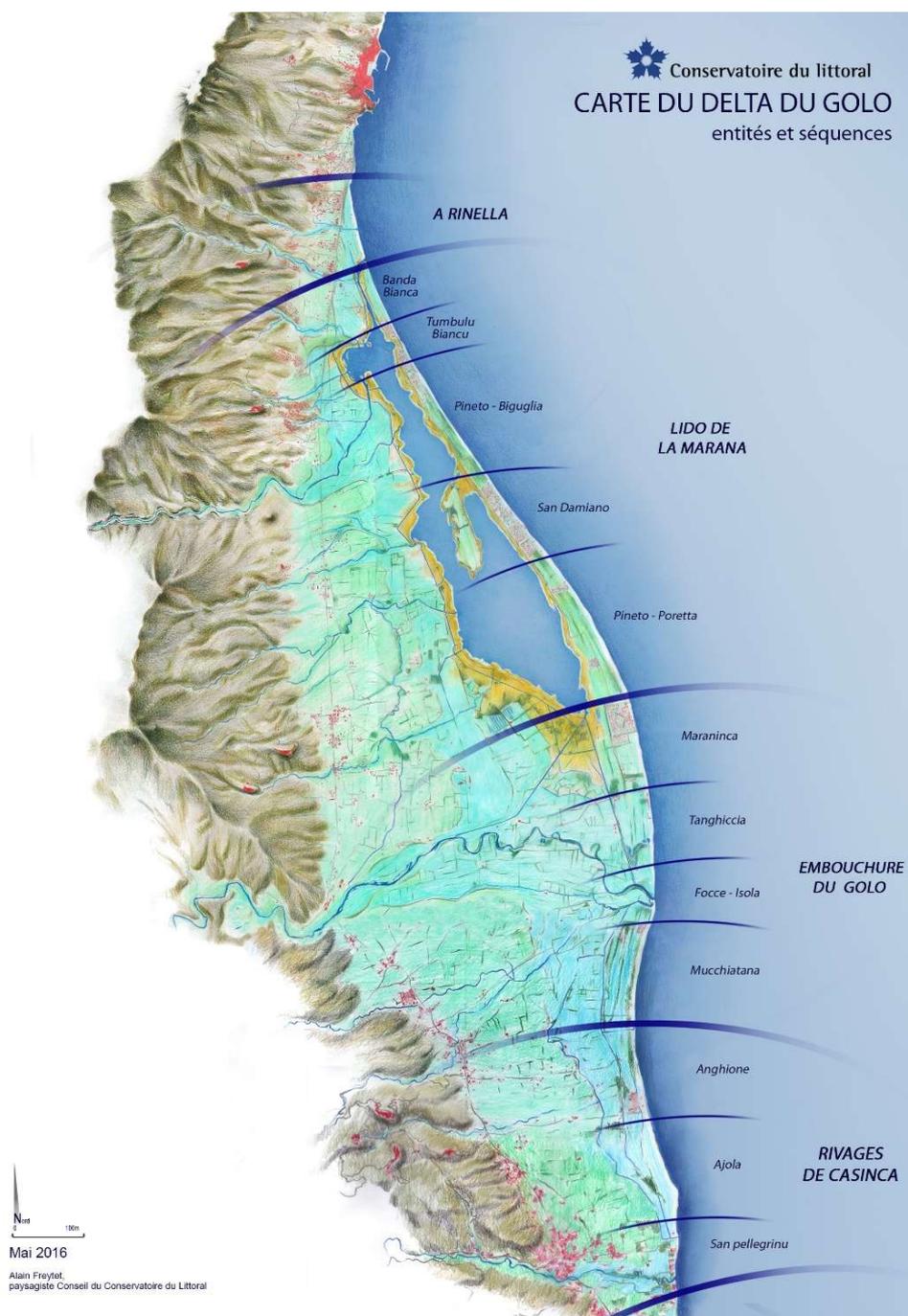
Fontaine Q., Cnudde S., Defortescu C., Paradis G., Fullgrabe L., Tomasi N., Gobert S., Marengo M. (2022) – Caractérisation des dépôts de banquettes de Posidonie et étude des communautés végétales présentes sur trois plages du Parc Naturel Marin du Cap Corse et de l'Agriate. Contrat STARESO/PNMCCA/OFB. E06-21 : 133 p

- Forzoni, A., Storms, J.E.A., Reimann, T., Moreau, J., Jouet, G., (2015).** Non-linear response of the Golo River system, Corsica, France, to Late Quaternary climatic and sea level variations. *Quat. Sci. Rev.* 121, 11–27. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.04.021>
- Garcin M., Le Cozannet G., (2013).** The driving factors of coastal evolution. Conference: “*Climate change and sea level rise; Coastal vulnerability and societal impacts*” At: Collège de France, Paris, France.
- Giuliano J. (2015)** – Erosion des falaises de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur : Evolution et origine de la morphologie côtière en Méditerranée. Ph.D. thesis, Université Nice – Sophia Antipolis.
- Grellier E., Mugica J., Hamon-Kerivel K. (2022)** – Diagnostic géomorphologique de la côte rocheuse en Corse. Rapport final. V3. BRGM/RP-72043-FR, 55 ill., 19 tabl., 5 ann. 170 p.
- Jaujou M.J., (1954).** La lutte antipaludique en Corse. *Bulletin Organisation Mondiale Santé*, II, 635- 677.
- Korres, G., Oikonomou, C., Denaxa, D., & Sotiropoulou, M. (2023).** Mediterranean Sea Waves Analysis and Forecast (Copernicus Marine Service MED-Waves, MEDWAM4 system) (Version 1) [Data set]. Copernicus Marine Service (CMS). https://doi.org/10.25423/CMCC/MEDSEA_ANALYSISFORECAST_WAV_006_017_MEDWAM4
- Mugica J. et Laigre T. (2019)** – Rapport d'observation post-tempête sur le littoral Corse. Evènement Adrian – 29 octobre 2018. Rapport final. BRGM/RP-69445-FR, 79p., 55ill., 2 ann..
- 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. BRGM/RP-69969-FR, 95 p., 56 fig., 2 tabl., 2 ann.
- 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.
- Mugica J., Louisor J., Maspataud A., Pedreros R., Dollo F. (2021)** – Caractérisation des zones basses potentiellement exposées aux submersions marines en Haute Corse. Rapport final BRGM/RP-69915-FR, 93 fig., 5 tab., 6 ann., 248p.
- Mugica J., Hamon-Kerivel K., Paquier A-E., Dolo F., Monier M., Vivier-Boudrier A. (2022)** – Evolution géomorphologique des sites du Réseau d'Observation du Littoral de la Corse entre 2019 et 2021. Rapport final BRGM/RP-71210-FR,
- Paquier, A.-E. Valentini, N. (2020)** – Étude du transit sédimentaire autour du port de Taverna : compte-rendu d'installation des caméras de suivi du trait de côte. Rapport final. BRGM/RP-70187-FR, 45 p., 31 fig.
- Paquier A-E., Mugica J., Maspataud A. (2021)** - Estimation de l'évolution potentielle du trait de côte aux horizons 2040 et 2100 à l'échelle de la Plaine orientale (Haute-Corse).
- Paquier A.E., Bègue N. (2023)** - Potentiels transferts sédimentaires longitudinaux au niveau du port de Taverna : analyse multi-approche. Rapport Final V2. BRGM/RP-72794-FR, 80 p.
- Pasqualini, V., (1997)** - Caractérisation des peuplements et types de fonds le long du littoral corse (Méditerranée, France). Thèse de Doctorat, Université de Corse, 158 p.
- Korres, G., Oikonomou, C., Denaxa, D., & Sotiropoulou, M. (2023)** - Mediterranean Sea Waves Analysis and Forecast (Copernicus Marine Service MED-Waves, MEDWAM4 system) (Version 1) [Data set]. Copernicus Marine Service (CMS). https://doi.org/10.25423/CMCC/MEDSEA_ANALYSISFORECAST_WAV_006_017_MEDWAM4
- Rotini, A., Chiesa, S., Manfra, L., Borrello, P., Piermarini, R., Silvestri, C., Cappucci, S., Parlagraeco, L., Devoti, S., Pisapia, M., Creo, C., Mezzetti, T., Scarpato, A. and Migliore, L. (2020)** - Effectiveness of the 'Ecological Beach' model: Beneficial management of *Posidonia* beach casts and banquette. *Water*, 12, 3238.
- Simeone, S., Palombo, A. G. L., Antognarelli, F., Brambilla, W., Conforti, A. and De Falco, G. (2022)** - “Sediment budget implications from *Posidonia oceanica* banquette removal in a starved beach system”. *Water*, 14(15), 2411.
- Stépanian A, Paquier A.E., et Billy J. (2022)** – Etude des conditions de mise en oeuvre d'un by-pass artificiel au niveau du port de Taverna (Haute-Corse). Rapport final V2. BRGM/RP-71888-FR, 87 p., 61 fig.

Stepanian, A., Balouin, Y., Bacon, A., (2010) - Atlas littoral de la Plaine Orientale. BRGM RP-59058-FR, 78.

Stepanian A., Balouin Y., Belon R., Bodéré G. (2011) - ROL – Etude complémentaire sur l’impact des tempêtes sur le littoral de la Plaine Orientale de Corse – Etat des connaissances sur les impacts des tempêtes sur le littoral. Rapport BRGM/RP-59046-FR, 137p., 64ill., 4 ann.

Vella, C., Costa, K., Istria, D., Dussouillez, P., Ghilardi, M., Fleury, J.T., Delanghe, D., Demory, F., Cibecchini, F., Moreau, J., Jouet, G., (2016) - Evolution du fleuve Golo autour du site antique et médiéval de Mariana (Corse, France). Géoarchéologie des îles la Méditerranée Edition CN, 229–244.



Carte du Delta du Golu.

L'évolution de la zone de Cap-Sud/Mucchiatana qui présente des infrastructures localisées sur la dune, ne semble pas représentative de la tendance à moyen et long terme de la zone qui est plutôt à l'érosion (Paquier *et al.*, 2021). 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 (Figure 60).



Figure 59 : Enrochement et ancien restaurant du camping de Cap-Sud (14/02/2019).

Exemple d'évolution morphologique entre 2019 et 2021



Figure 60 : 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

L'évolution de la zone de Maraninca (Figure 61 et Figure 62), site totalement naturel 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 (Figure 62). 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.



Figure 61 : Configuration de zones en accrétion à gauche et de zones en érosion à droite (07/02/2020).

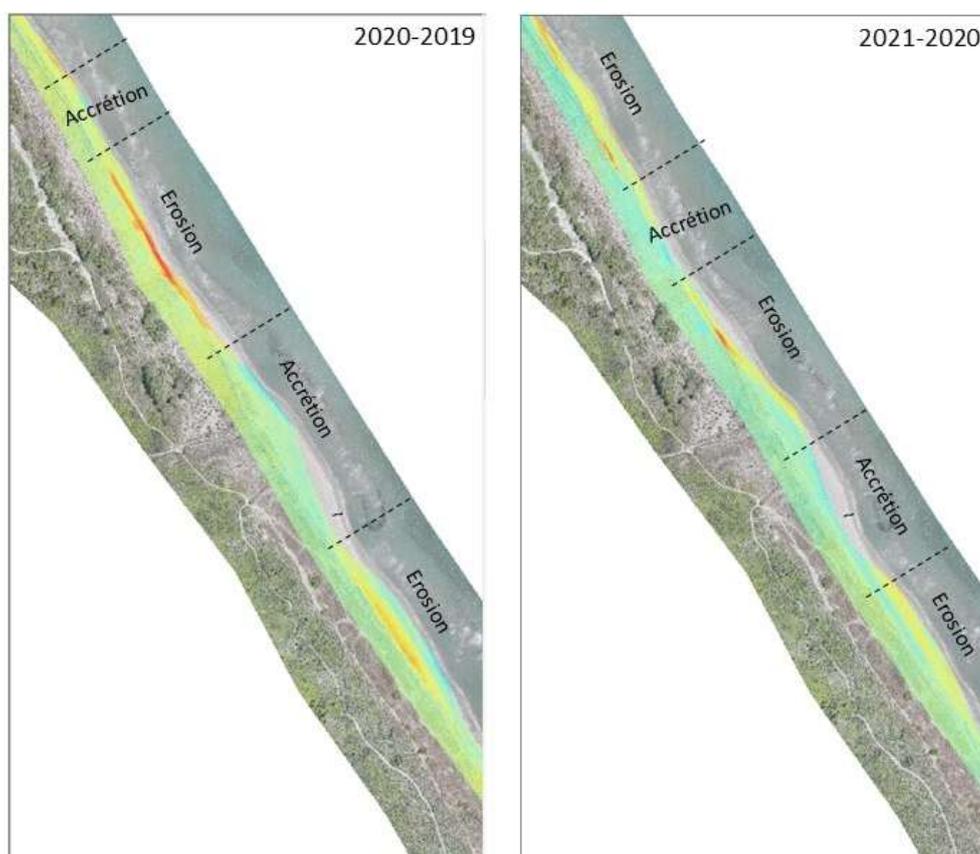


Figure 62 : Détail de l'évolution du centre de la plage de Maraninca. A gauche : différentiel de MNS 2020-2019 ; à droite : différentiel de MNS 2021-2020 (fond : ortho-photographie de 2021). On remarque que les secteurs ayant subi une érosion entre 2020 et 2019 peuvent être le siège d'une accrétion sédimentaire 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.

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 (Figure 63, Figure 64). 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.

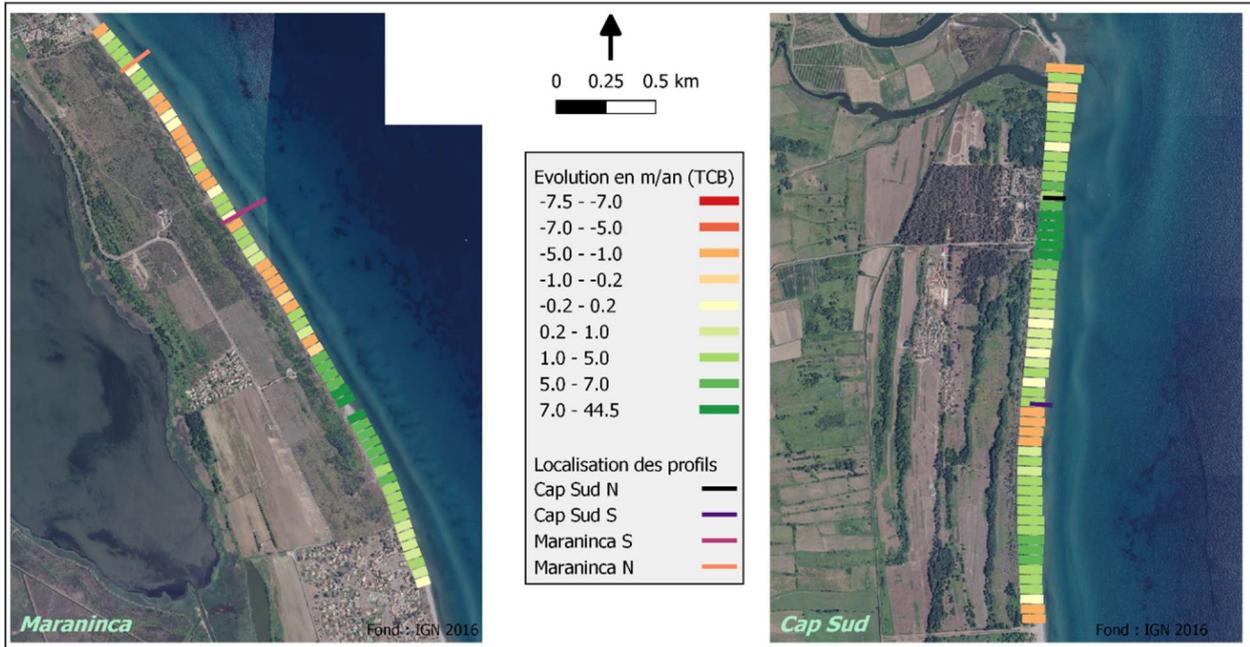


Figure 63 : Taux d'évolution des traits de côte bas sur toute la période de suivi. La largeur des bâtonnets représente la zone de divagation du trait de côte sur la période de suivi.

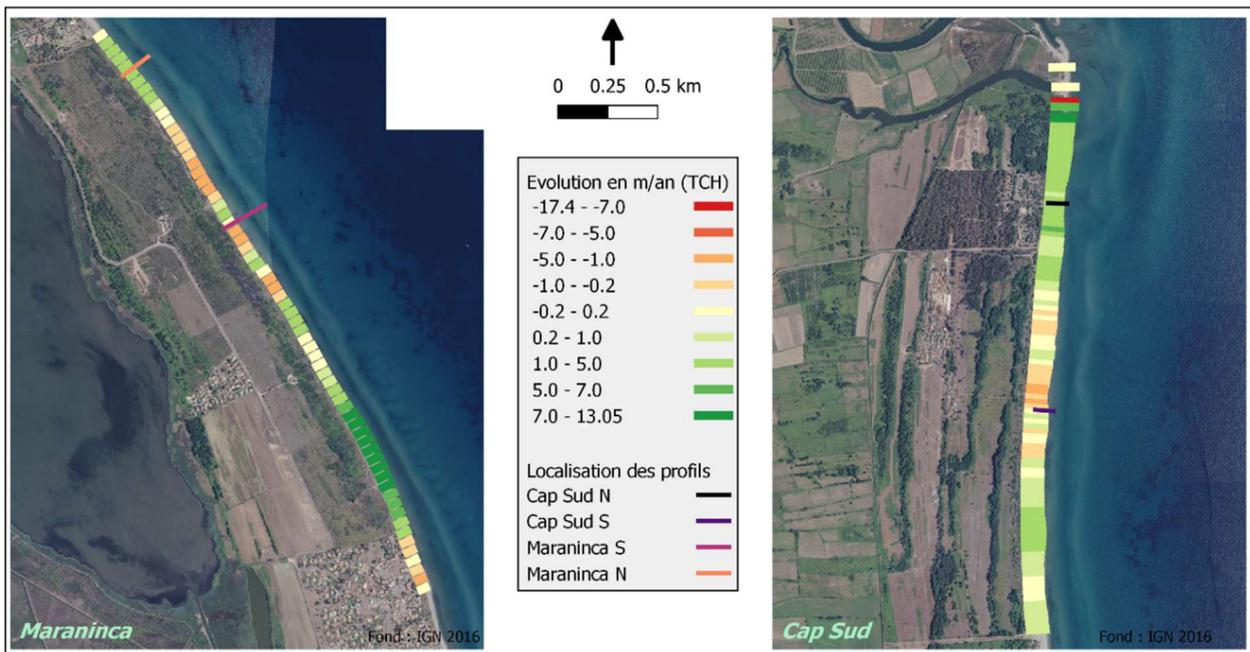


Figure 64 : Taux d'évolution des traits de côte haut sur toute la période de suivi. La largeur des bâtonnets représente la zone de divagation du trait de côte sur la période de suivi.

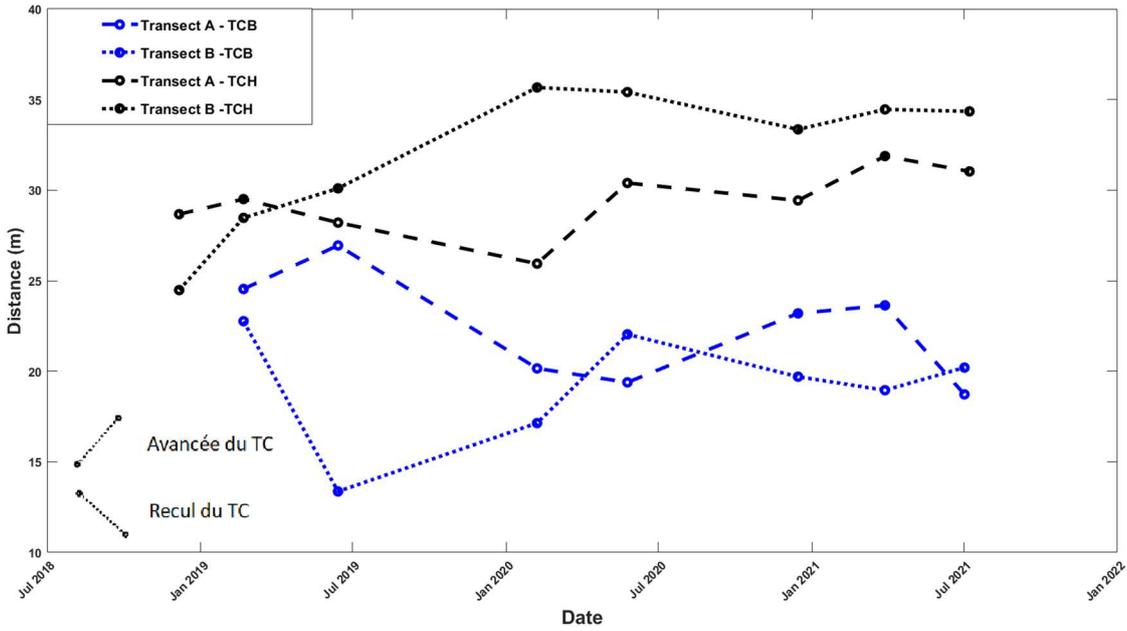


Figure 65 : Evolution en fonction du temps de la position des traits de côte haut (marron) et bas (bleu) au niveau des profils A (ligne en pointillés) et B (ligne continue).

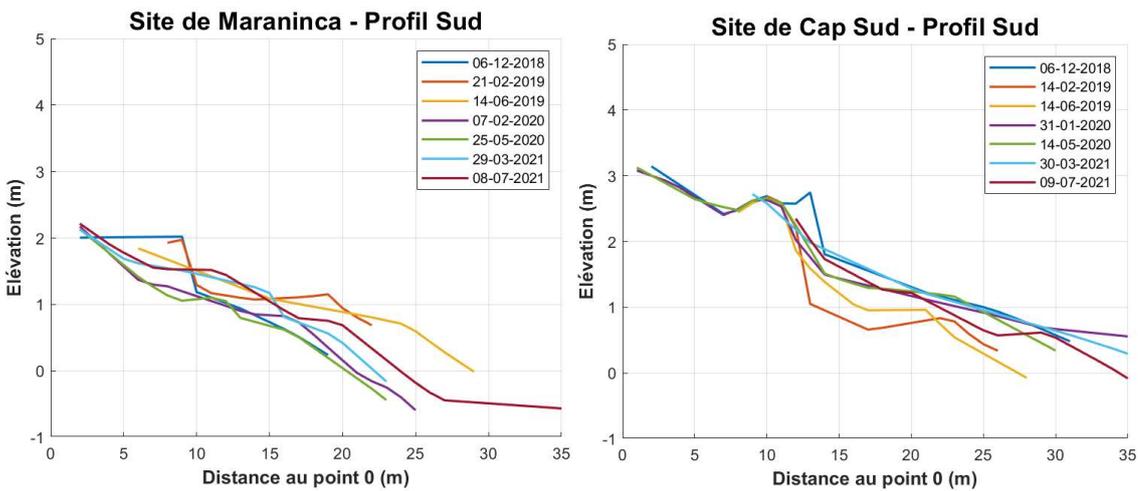


Figure 66 : Exemple des profils topographiques.



Figure 67 : 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).

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.**



Figure 68 : Emprise de la zone d'évolution potentielle du trait de côte à l'horizon 2050.

ANNEXE 2 : RETEX GEOTUBE LONGITUDINAL DE SANTA-LUCIA-DI-MORIANI

A la demande de la DMLC, le BRGM a émis un avis technique sur l'impact de l'installation d'un ouvrage de protection côtière sur la commune de Santa-Lucia-di-Moriani par la Communauté de Commune Costa Verde (CCCV). Cet ouvrage de protection correspond à un système de plusieurs géotubes alignés le long du pied de dune sur un linéaire de 900 m entre la piscine de la résidence « Santa-Lucia » et le parking situé sur la dune au droit de la mairie (Figure 69). Un tapis anti-affouillement complète le dispositif. Les travaux d'installation de cet ouvrage se sont déroulés entre avril et octobre 2023 (Figure 70). Les sédiments exploités pour remplir les géotubes proviennent de l'avant-côte et potentiellement d'une autre source. Les volumes et l'origine des sédiments ne sont pas précisément connus.

Le présent avis s'appuie sur 12 visites de terrain entre mars 2023 et janvier 2025 lors desquelles un protocole de prises de vue a été appliqué ainsi que sur les relevés topo-bathymétriques réalisés dans le cadre du Réseau d'Observation du Littoral de Corse au printemps 2024 et 2025. Des prises de vue complémentaires de la DMLC fournies entre mars et décembre 2023 ont également été exploitées.



Figure 69 : Localisation du système de géotubes (pointillés rouges) sur fond de carte Géoportail (©IGN) et image des géotubes et du tapis anti-affouillement à droite (©CCCV, novembre 2023).

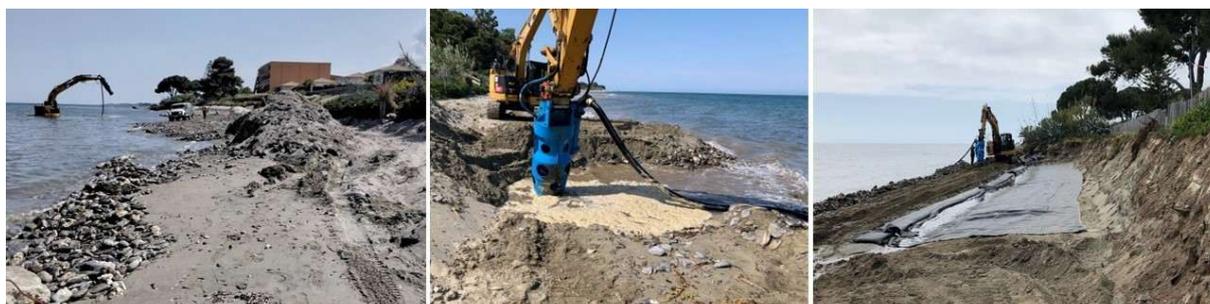


Figure 70 : Illustration des travaux d'installation des géotubes (©BRGM juin 2023 à gauche, ©DMLC mai 2023 au centre et à droite).

Etat des connaissances sur l'exposition du site aux aléas côtiers

L'exposition du site aux aléas côtiers a fait l'objet de rapports et courriers d'appui technique antérieurs du BRGM (Paquier et al., 2021, Mugica et al., 2021, Mugica et al., 2022).

Les suivis réalisés dans le cadre du Réseau d'Observation du Littoral de Corse depuis 2002 (ROL, Mugica et al., 2021) indiquent que le site est exposé à des phénomènes d'érosion marine avec un **recul du trait de côte bas⁷ relativement important à l'échelle de la Plaine orientale (vitesse de recul comprise entre -0,5 et -1 m /an)**. Avant les travaux, la plage émergée active est relativement étroite (3 à 15 m), voire absente au droit des enrochements, mais présente périodiquement soit une berme avec une granularité grossière (graviers) témoignant d'un transit de sable, soit une morphologie plus plane caractéristique de phase d'érosion marine.

Les suivis du ROL mettant en évidence une relative stabilité du pied de dune sont à associer à la présence d'enrochements, de murs, de matériaux divers ou à des réaménagements réguliers qui en fixent la position⁸. Cependant, la dégradation de ces protections, la présence de débris (blocs béton, roches anthropiques, bois et troncs d'arbres, arbres déracinés) sur la plage ainsi que l'hétérogénéité de la géomorphologie du contact entre la dune et la plage émergée active témoignent de l'exposition du site à l'érosion marine.

Les suivis du ROL mettant en évidence une relative stabilité du pied de dune sont à associer à la présence d'enrochements, de murs, de matériaux divers ou à des réaménagements réguliers qui en fixent la position⁹. Cependant, la dégradation de ces protections, la présence de débris (blocs béton, roches anthropiques, bois et troncs d'arbres, arbres déracinés) sur la plage ainsi que l'hétérogénéité de la géomorphologie du contact entre la dune et la plage émergée active témoignent de l'exposition du site à l'érosion marine.

L'exposition à l'érosion marine a été cartographiée dans le cadre d'une étude pour la DDTM2B basée sur 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). Il en est conclu que sur la commune de Santa-Lucia-di-Moriani, le recul du trait de côte constaté depuis plusieurs décennies est voué à se poursuivre dans les prochaines décennies et sera très certainement amplifié par l'élévation du niveau de la mer liée au changement climatique. Des reculs de l'ordre de quelques dizaines à une centaine de mètres sont à attendre aux horizons 2040 et 2100. La présence de bâtiments (habitations et immeubles résidentiels et touristiques) directement sur la dune à proximité de la plage menace la sécurité de ces enjeux à plus ou moins long terme selon les parcelles.

D'autre part, compte tenu de sa configuration géomorphologique de côte basse meuble ouverte sur la mer (cordon dunaire de faible altitude < 4m/NGF), le site est également 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 (Mugica et al., 2021).

Diagnostic de l'installation et de la mise en œuvre du système de géotubes

Le premier constat effectué concerne l'impact des travaux sur la plage émergée et l'avant-côte tel que l'illustrent la *Figure 70*. L'absence de données topo-bathymétriques à haute résolution (MNT) avant et

⁷ Le trait de côte bas correspond à la berme ou à la limite entre le sable sec et le sable mouillé. La zone entre le trait de côte bas et le pied de dune (ou d'ouvrage) correspond à la plage émergée active.

⁸ L'historique de l'installation des protections côtières (enrochements, murs, matériaux divers) ou de réaménagement de la dune n'est pas connue.

⁹ L'historique de l'installation des protections côtières (enrochements, murs, matériaux divers) ou de réaménagement de la dune n'est pas connue.

après les travaux ne permet pas d'évaluer précisément l'impact du prélèvement de sédiments sur le bas de plage ainsi que la remobilisation des sédiments liée à la circulation des engins. Cependant, il est supposé que **ces opérations ont significativement défavorisé les capacités de récupération sédimentaire de cette portion du cordon littoral en amplifiant la réflectivité du profil (approfondissement)** dont la configuration était déjà défavorable avant les travaux (plage émergée très étroite, 5 à 20 m, et avant-côte plane sans barre sous-marine significative pouvant constituer un stock de sédiment et une protection contre l'action des vagues).

L'analyse des conditions de vagues pendant l'hiver 2023-2024 (novembre à avril) est marquée par 4 épisodes de vagues entre 2 et 2,5 m et 3 épisodes entre 2,5 et 3 m de hauteur significative. La direction dominante de ces vagues est le sud-est. Une vingtaine d'évènements d'est – nord-est n'est pas forcément associée à de fortes hauteurs de vagues. Pendant le printemps et l'été 2024 (avril à novembre), les hauteurs significatives de vagues ne présentent qu'une dizaine d'occurrences entre 1 et 1,5 m et n'atteignent 2 m qu'une seule fois. **Les conditions hydrodynamiques ne sont donc pas particulièrement fortes au long de la période d'observation (Figure 71).**

La mosaïque d'images présentée sur la *Figure 73* permet d'illustrer la situation avant les travaux ainsi que l'évolution de l'ouvrage et de la plage les mois qui ont suivi l'installation. Trois secteurs sont identifiés afin de faciliter l'analyse : sud, centre et nord. La réduction de la largeur de la plage émergée ainsi que son abaissement sont très rapides après l'installation du système sur l'ensemble du linéaire. Elle disparaît en quelques semaines en particulier au sud et au centre. Le tapis anti-affouillement destiné à retenir le sable et éviter ainsi le basculement du géotube est très rapidement dégradé (en quelques semaines, *Figure 74*).

Des points faibles du système sont constatés en particulier aux jonctions entre 2 géotubes. Par endroit, des franchissements de paquets de mer génèrent des érosions en arrière des géotubes et s'évacuent par certaines jonctions (*Figure 75*). Il est supposé que des rechargements mécaniques en sédiments ont été effectués afin de combler ces zones d'érosion (*Figure 76*). D'autre part, des tassements et des déformations sont observés en particulier au niveau des jonctions (*Figure 77*).

Enfin, la dégradation totale du géotube à l'extrême sud survient en moins d'un an (*Figure 78*).

Avis et recommandations

Les visites de terrain régulières, en particulier après des périodes d'agitation, ont permis de constater :

- **L'inefficacité du dispositif sur le secteur sud du système** où les géotubes se sont rapidement dégradés. L'enrochement de la piscine de la résidence « Santa-Lucia », situé en amont du système de géotubes par rapport à la provenance des vagues de sud-est, exerce très probablement un effet négatif sur ce secteur. L'enrochement crée une diffraction des vagues dominantes de sud-est qui arrivent alors plus frontalement sur l'ouvrage.
- **La disparition rapide de la plage émergée sur la plus grande partie du linéaire** du système de géotubes probablement accélérée par la remobilisation de l'avant-côte lors de la phase d'installation ainsi que par l'effet de réflexion des vagues des géotubes, effet classique des ouvrages longitudinaux installés sur la plage.
- **La stabilisation du trait de côte haut sur la majeure partie du linéaire**, sauf sur le secteur sud où l'érosion se poursuit avec l'accroissement d'une falaise.
- Hormis des surverses locales des géotubes, aucun épisode de submersion marine n'a été constaté.

- Des opérations de maintenance semblent avoir été réalisées (rechargement, stabilisation au niveau des jonctions) mais les informations n'ont pas été fournies (dates, volume de sédiments apportés, coûts, etc.).

Remarque 1 : malgré de nombreuses et importantes dégradations ainsi que de la réduction (voire disparition) de la plage émergée, le système de géotubes semble avoir joué un rôle de protection sur la majeure partie du linéaire (sauf à l'extrême sud). Cependant, le manque de données topobathymétriques et d'informations sur le déroulé des travaux d'installation (volumes prélevés notamment) et des opérations d'entretien (nature et fréquence) ne permet pas de conclure sur la plus-value de ce système.

Remarque 2 : il faut noter que l'hiver 2023-2024 n'a pas été particulièrement tempétueux. Il est donc souligné la réserve sur la durée de vie de ce système, notamment en cas d'épisodes tempétueux majeurs.

Remarque 3 : il est donc légitime de s'interroger sur l'évolution du pied de dune en l'absence du système. Dans la mesure où des apports de sédiments ont été nécessaires pour l'installation et l'entretien du système (volume et source non connus) et où l'espace en sommet de dune est suffisant (sauf parcelles n°0072 et n°0943), un autre mode de gestion aurait pu être étudié (intérêt et faisabilité) afin de conserver une configuration moins réfléchissante de la plage émergée et de l'avant-côte (telle qu'avant travaux) essentielle au maintien des échanges sédimentaires (entretien régulier avec des rechargements ponctuels et locaux associé à des opérations de reconstitution/renforcement dunaire, par ex.).

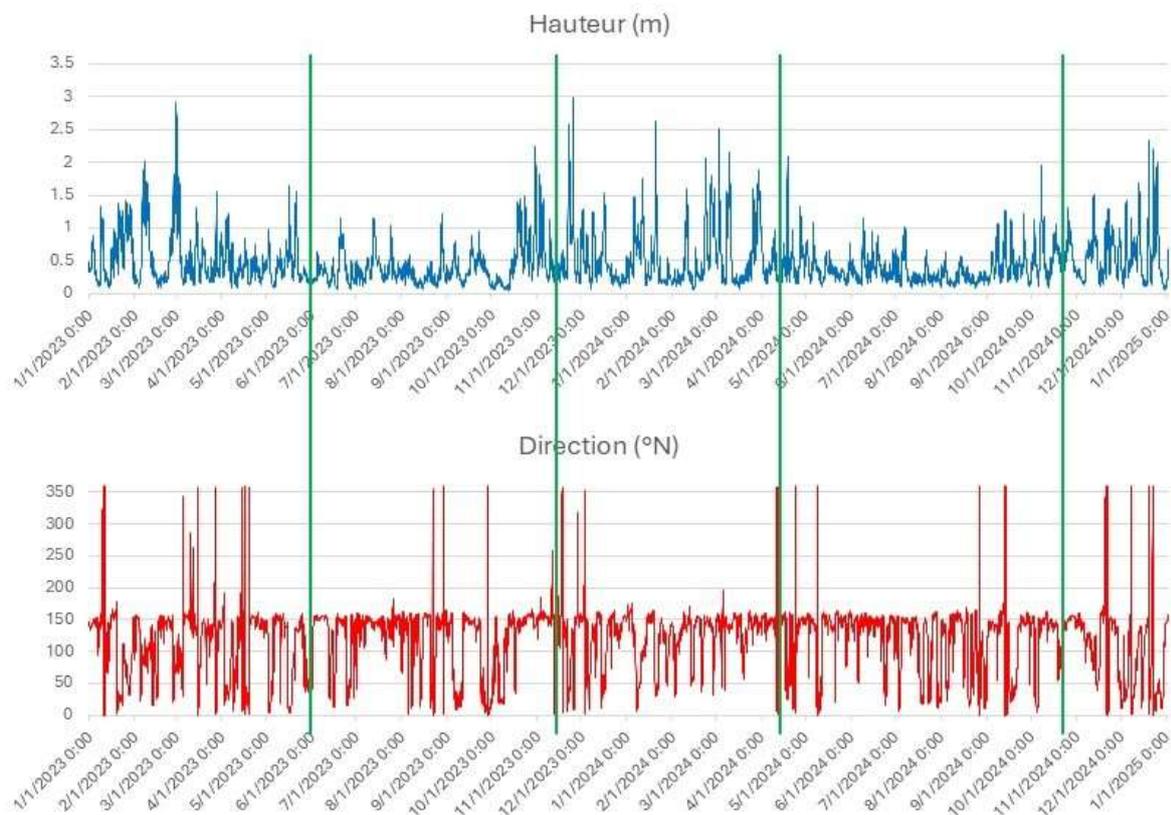


Figure 71 : Séries temporelles des hauteurs significatives et des directions de vagues entre janvier 2023 et janvier 2025 au droit du site (MEDSEA_ANALYSISFORECAST_WAV_006_017, Korres et al., 2023) avec l'indication des principales visites de terrain (trait vert).

CAMPOLORO NORD

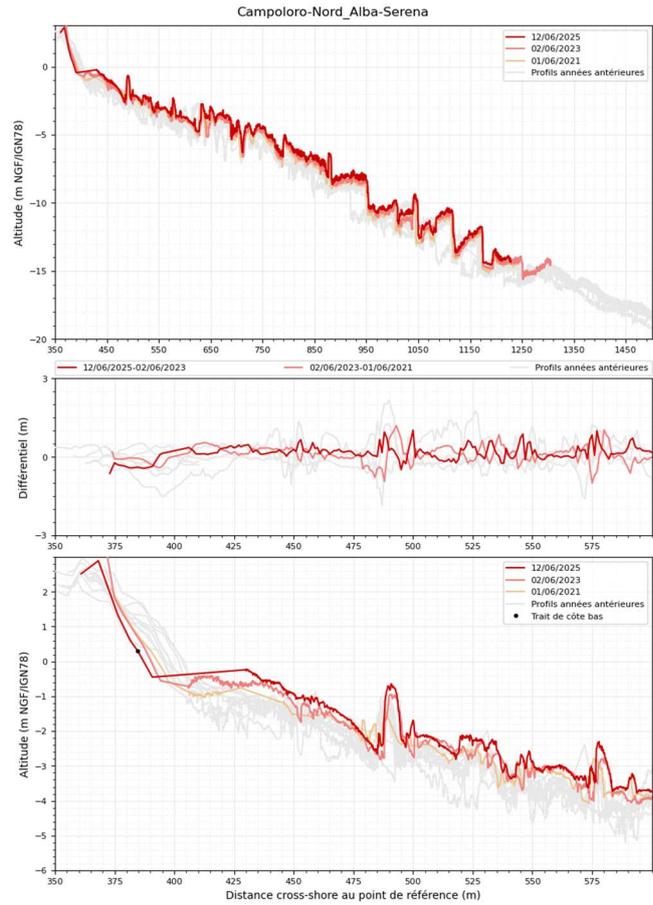
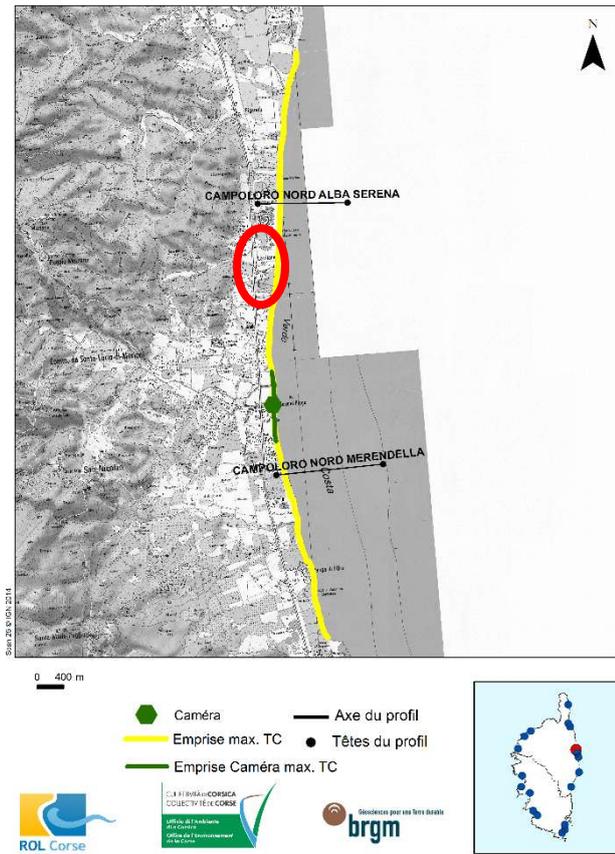


Figure 72 : Localisation des profils du ROL avec en rouge la zone des géotubes à gauche et représentation des relevés du profil topo-bathymétrique d'Alba-Serena à droite.

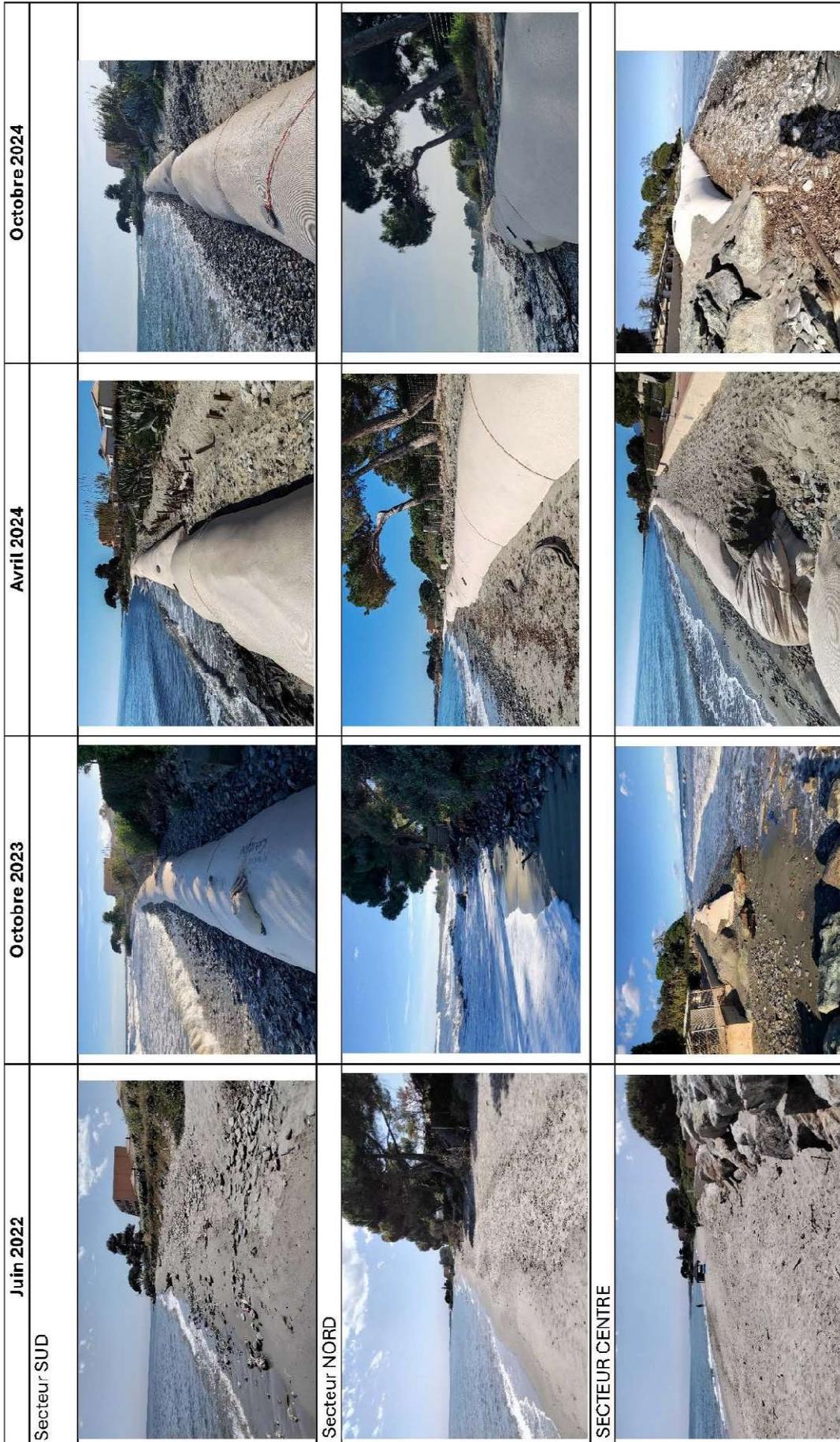


Figure 73 : Suivi photo des géotubes (© BRGM et DMLC).



Figure 74 : Dégradation tapis anti-affouillement janvier 2024 à gauche, octobre 2024 à droite (© BRGM).

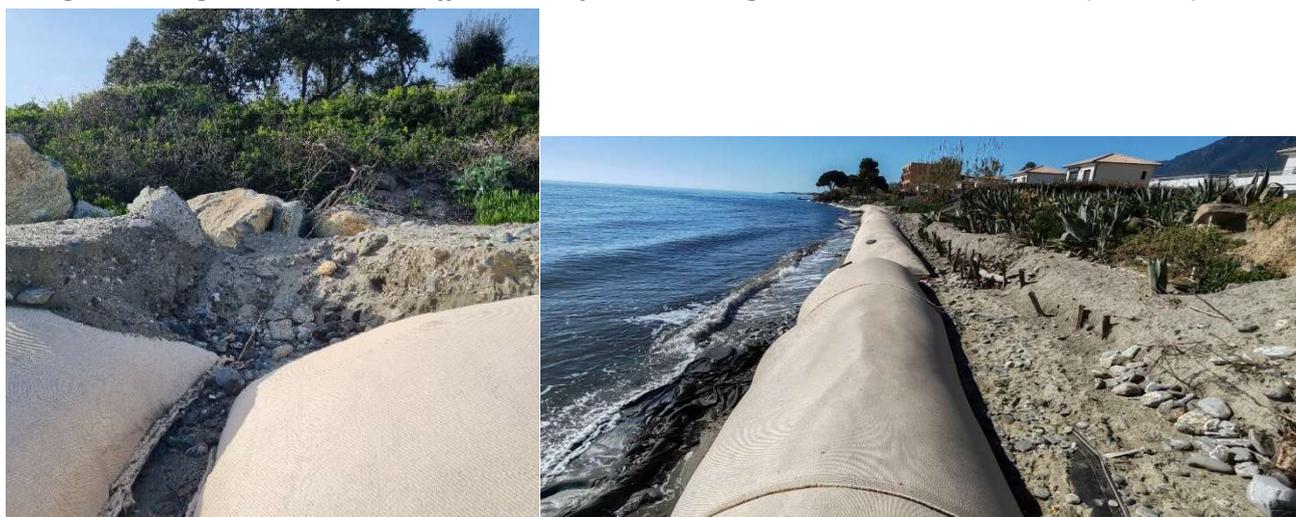


Figure 75 : Surverse, érosion au-dessus des géotubes et évacuation/écoulement entre 2 géotubes.

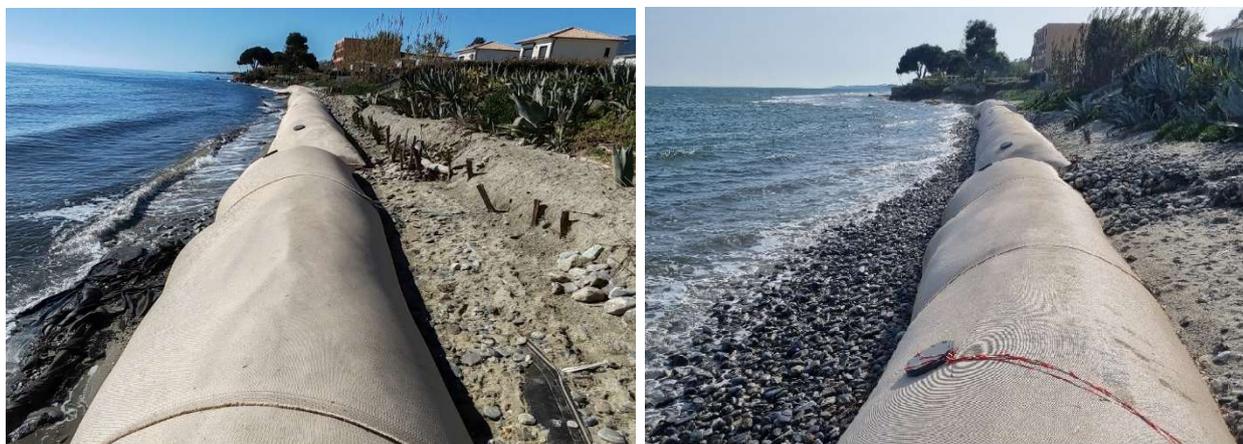


Figure 76 : Surverse et érosion au-dessus des géotubes (avril 2024), rechargement mécanique (octobre 2024).



Figure 77 : Tassement et déformation au niveau des bouches de remplissage (octobre 2024).

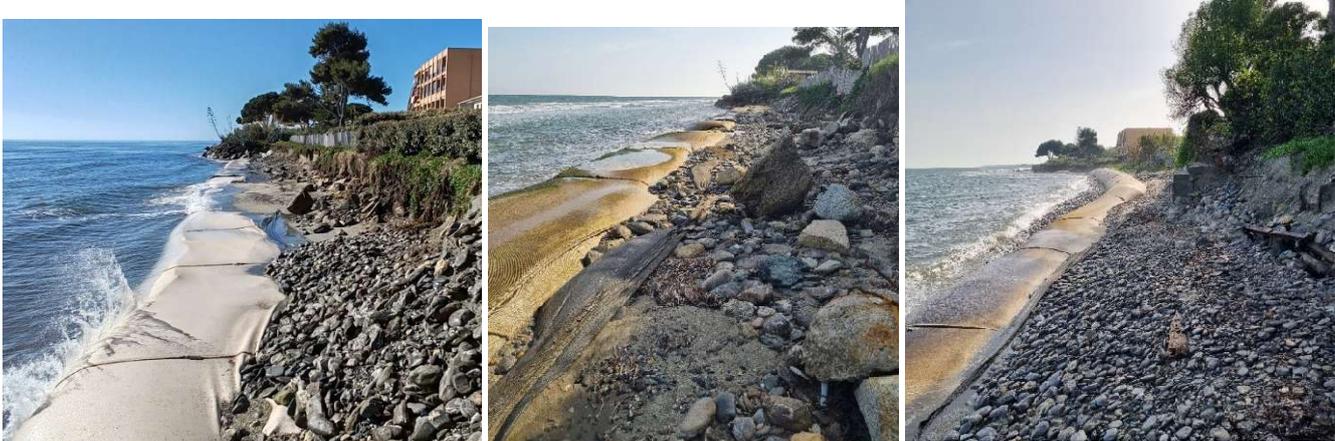


Figure 78 : Dégradation/basculement de certains géotubes au moins à partir d'avril 2024, dégradation totale de plusieurs géotubes en octobre 2024.

ANNEXE 3 : EXEMPLE D'EXERCICES ECONOMIQUES SUR LES SCENARIOS D'EVOLUTION DU TRAIT DE COTE PAR LE CONSERVATOIRE DU LITTORAL DANS LE CADRE D'ADAPTO

Sur la base des travaux d'évolution du Trait de côte du BRGM et la prospective à 2050, le Conservatoire a lancé une démarche concertée d'élaboration et d'évaluation technique et socio-économique de scénarios de gestion du trait de côte dans 4 secteurs à enjeux identifiés en développant la réflexion sur des scénarios de recul stratégique de certaines installations ou constructions. Cette démarche méthodologique ayant une vocation expérimentale. A chaque cas, trois scénarios ont été étudiés d'un point de vue économique avec en perspective 2050 (analyse coût/bénéfices) : tendancielle (laisser faire), interventionniste et recul stratégique. Une analyse multicritère a également été réalisée.

Site d'étude :

Hôtel Pineto (Biguglia) : A la suite d'une tempête en 2008, un enrochement a été construit afin de protéger l'établissement :

- Le scénario tendanciel apparaît comme le plus défavorable à l'horizon 2050
- Pas de différence forte entre les deux autres scénarios



Vue aérienne de l'hôtel Pineto (CDL, 2017).

Lotissement Maraninca (Lucciana) : Lotissement en bord de mer. Les Jardins d'une partie de la résidence sont déjà impactés par les tempêtes.

- La pertinence et l'efficacité comparée des solutions proposées est grandement dépendante du scénario de projection du trait de côte considéré et donc de la perception du risque que peuvent avoir les riverains.
- L'analyse multicritère indique que la solution de recul stratégique est probablement la plus favorable.



Vue aérienne du lotissement Maraninca (CDL, 2017).

Mariana Plage (Lucciana) : Résidence hôtelière en bord de mer déjà impactée par les tempêtes. L'exercice n'a pu être réalisé car aucun contact avec le propriétaire.

Depuis plusieurs décennies, le trait de côte sur le secteur présente une tendance au recul malgré une grande variabilité des évolutions. Les taux d'évolution y sont parmi les plus forts de Corse (recul de l'ordre de plusieurs dizaines de centimètres par an, Paquier et al., 2021 et Mugica et al., en cours).

Ce présent avis scientifique et technique s'appuie sur 8 visites sur site, entre avril et novembre 2021, dont les observations sont décrites dans ce chapitre. Les évolutions constatées sont interprétées au regard des conditions hydrodynamiques (houles) mesurées à la bouée du réseau CANDHIS¹⁰ du CEREMA située au large Alistro (sur 120 m de fond).



Figure 79 : Illustration de la distance des habitations au trait de côte bas sur les orthophotographies de l'IGN de 1937 et 1971.

¹⁰ Seulement 2 houlographes (gérés par le CEREMA dans le cadre du réseau CANDHIS) sont opérationnels en Corse au large de la Revellata à l'ouest et d'Alistro à l'est <https://candhis.cerema.fr/>



Figure 80 : Démontage des infrastructures au sud du lotissement en 2019.

Les suivis du dispositif de protection d'urgence ont démarré au printemps 2021 juste après son installation début avril et se sont poursuivis jusqu'au début de l'automne 2021 (4 novembre). Ils couvrent donc la période généralement la moins énergétique de l'année en termes de vagues. Le comportement et l'efficacité du dispositif ont donc été observés en conditions relativement calmes malgré le fort pic de vagues du 10-11 avril puis quelques autres pics modérés.



Figure 81 : Bigbump® installés sur une centaine de mètres (à gauche). Modules amovibles Bumperblade® avec géotextile sur une dizaine de mètres en partie nord du dispositif (à droite).



Figure 82 : Morphologie de la plage émergée active.

La plage étant fortement sensible à la variation des conditions de vagues, notamment de leur direction pour les périodes plus calmes, présente une grande variabilité : alternance de périodes avec une berme plus ou moins importante, une plage élargie (~ 15 m) et plus haute (attestant du transit et d'un apport sédimentaire) et de périodes avec des microfalaises d'érosion, et de périodes pendant lesquelles la plage est beaucoup plus étroite (quelques mètres). Ce constat témoigne d'un **impact négatif induit probablement faible voire nul du dispositif de protection mis en œuvre, sur ses proches abords, durant la période et dans les conditions de houles analysées.**

Deux parties du dispositif de protection présentant un comportement différent ont été identifiées :

- **La moitié sud** composée par les Bigbump® seuls (parcelles 50 à 55) a été endommagée (basculement) lors de fortes hauteurs de vagues (3 m) de sud-est (162°N) en lien avec l'abaissement de la topographie de la plage (20 à 30 cm). Ils ont ensuite été ensevelis en grande partie lors de conditions de vagues de sud – sud-est plus calmes (figure 82). Cette évolution résulte potentiellement à la fois de la configuration de la plage légèrement plus pentue et plus étroite et des modalités d'installation du pied de dune (reprofilage, éloignement du pied de dune par ex.). Sur cette zone, il est conclu que le dispositif de protection a été **inefficace car dégradé et inopérant au premier coup de mer** (Figure 83).



Figure 83 : Affouillement et basculement du partie des Bigbump®. La mer atteint encore le dispositif de protection le 12/04 (à gauche). Enfouissement des Bigbump® le 21 mai 2021.

- **La moitié nord** (parcelles 49 à 45), restée relativement intacte dans les conditions de vagues de la période d'observation (calmes malgré quelques pics de vagues dont un assez fort), semble avoir joué son rôle de protection. Aucune trace d'érosion particulière n'est constatée en arrière du dispositif de protection notamment. Cependant, les **renforts importants et régulier du dispositif** (pose de sacs de sable en pied, recouvrement par une bâche couverte de galets, etc.) **ont très certainement permis d'éviter le basculement des Bigbump® et de ce fait, l'érosion en arrière** (Figure 84).



Figure 84 : Vue d'ensemble depuis le nord du dispositif de protection (à gauche), zoom sur le nord du dispositif de protection (à droite).

Les conditions d'agitation de la période d'observation ont été relativement calmes, malgré le fort pic de vagues les 10 et 11 avril 2021 puis les quelques pics modérés. **L'efficacité du module amovible Bumperblade®** (paroi courbe) en protection contre les franchissements de paquets de mer n'a donc pas pu être véritablement vérifiée, les vagues n'ayant pas atteint cette section du dispositif de protection durant la période de suivi. Elle pourra être véritablement testée dans des conditions de vagues plus fortes, plus fréquentes en hiver, qui pourront atteindre le pied du dispositif de protection. D'autre part, la courte période d'observation a néanmoins permis de déduire que l'entretien et les renforts réguliers sont essentiels, et à prévoir, pour une efficacité sur une durée plus longue. Enfin, même si ce module amovible joue correctement son rôle de protection contre les franchissements de paquets de mer, celui-ci ne sera que local du fait de son extension limitée (8 m environ), ce qui semble dérisoire comparativement au linéaire du secteur exposé aux submersions marines. En effet, le secteur **demeure exposé à des submersions marines par contournement sur les côtés ou même par franchissement au-dessus lors de tempêtes hivernales importantes, sans être exceptionnelles.**

Même si une efficacité peut être envisagée lors des prochaines conditions hivernales plus dynamiques, elle est supposée devenir **très limitée sur la durée, sans entretien ni renfort**. D'autre part, ce module ayant une étendue limitée, il est susceptible de réduire l'action des vagues directement en arrière mais pas l'écoulement de l'eau sur les côtés.

Les 8 visites effectuées entre le 9 avril et le 4 novembre 2021 ont permis de vérifier qu'il y avait un transit sédimentaire sur la plage émergée active. Celui-ci n'a pas pu être mesuré et quantifié avec le type de suivi mis en œuvre pour le présent avis technique. En revanche, l'analyse des conditions hydrodynamiques a permis de mettre en évidence le **caractère constructif des houles de sud – sud-est jusqu'à un certain seuil** d'environ 1,8 m. Au-delà, un abaissement de la topographie de la plage est prévisible. En revanche, les houles de nord-est même inférieures au seuil des vagues de sud – sud-est semblent plus enclines à induire une érosion de la plage comme le laisse supposer l'épisode entre les 23 et 28 juillet (vagues de hauteur significative H_s de 0,7 à 0,9 m de direction 20 à 40°N).

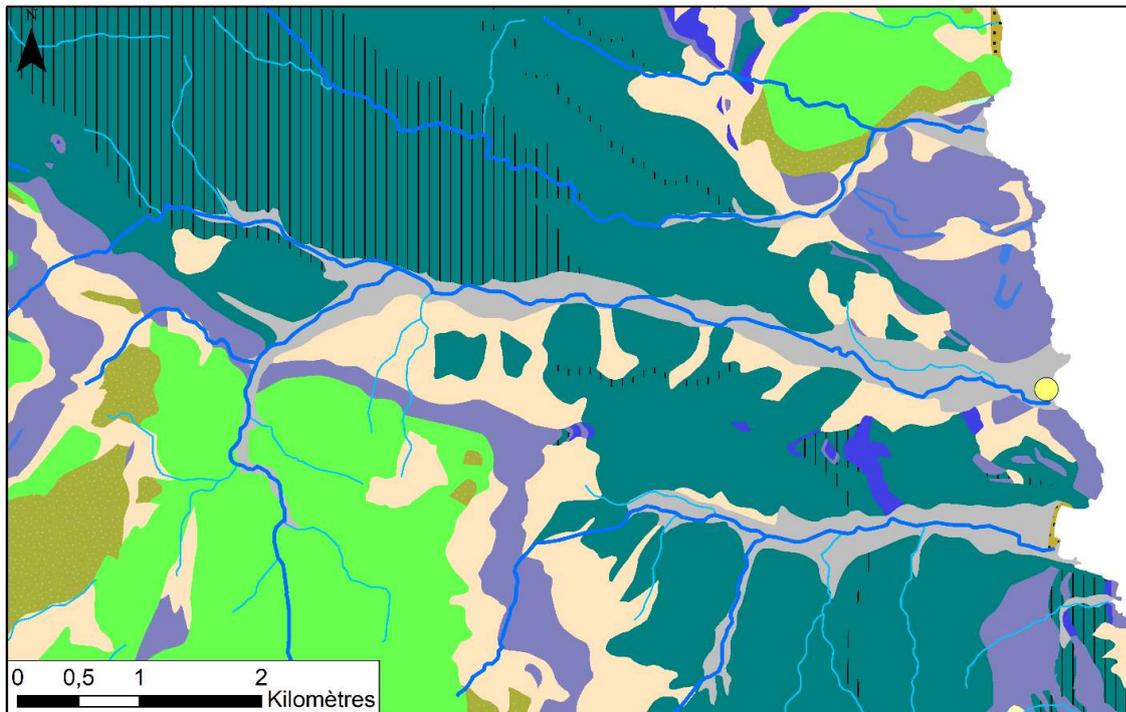
Il est conclu de ce suivi, que le dispositif Wave Bumper® a **une durée de vie relativement limitée et ne peut être envisagé comme une protection durable** contre l'érosion et la submersion marine au-delà de quelques mois sur une côte basse exposée aux vagues. Même s'il est supposé freiner l'érosion marine et limiter le recul du pied de dune, sous réserve d'un entretien régulier, (cas au droit des parcelles 45, 48 et 49), il est considéré que **la protection du site n'est pas garantie contre un phénomène d'érosion majeur (hauteur de houle significative $H_s > 3$ m, classiquement atteinte plusieurs fois chaque l'hiver) et/ou contre la submersion marine, (événement type Adrian par ex. 29/10/2018). C'est pourquoi, il est souligné la forte exposition du site et des enjeux présents aux aléas côtiers érosion et submersion marines malgré l'installation de cette solution d'urgence.**

La plus-value que ce dispositif représente, par rapport à un bourrelet de sable artificiel, par exemple, est sa meilleure stabilité malgré tout et donc une protection relativement plus durable sous réserve d'un encastrement suffisant pour lutter contre les affouillements potentiels, et de renforts et d'entretien réguliers. En revanche, d'une durée de vie plus faible que les géotubes (épis), ils ne semblent pas en présenter les effets négatifs sur le transit sédimentaire et ne semblent pas accentuer l'érosion de part et d'autre.

Ce nouveau dispositif de protection Wave Bumper® avec module amovible a fait l'objet de suivis spécifiques par le BRGM sur des côtes sableuses similaires, lors des hivers 2019-2020 et 2020-2021 (démonté entre les 2) dans l'Hérault (Balouin et Nozières, 2021). La technologie vidéo installée sur ce site d'expérimentation a permis des suivis plus précis de l'évolution de la plage. Ils indiquent également que les effets négatifs sur le transit sédimentaire semblent limités. Ils n'accroissent pas l'érosion de part et d'autre. Mais leur efficacité demeure discutable notamment face à des coups de mer importants.

ANNEXE 5 : SANTA SEVERA

Carte géologique du bassin versant de Santa-Severa



Légende

- Plage de Santa Severa
 - Cours d'eau
 - Tronçon hydrographique
- Géologie au 1/50 000^{ème}**
- | | | |
|---|--|--|
| 11 - Cordons littoraux actuels à subactuels : Sables de plage et dunes | 39 - Alluvions fluviales récentes et actuelles indifférenciées | 169 - Métagabbros à smaragdite |
| 18 - Formations superficielles indifférenciées | 151 - Alternance de schistes et calcaires | 170 - Ensemble ultramafique : Serpentinites indifférenciées |
| 21 - Eboulis indifférenciés | 155 - Quartzites (métaradiolarites p.p.) | 174 - Alternance de schistes et calcaires |
| | 156 - Gneiss à jadéite | 175 - Calcaires massifs, calcaires et schistes |
| | 163 - Métabasaltés et métagabbros localement éclogitiques (glaucophanite à grenat) ; 178 - Métabasaltés et métagabbros indifférenciés | 177 - Quartzites (métaradiolarites p.p.) et schistes quartzifères |

Figure 85 : Carte géologique harmonisée au 1/50 000^{ème} du site de Santa-Severa (BRGM).

Généralités sur les cellules morpho-sédimentaires

Les cellules morpho-sédimentaires sont délimitées latéralement soit par des ouvrages maritimes, soit par des obstacles naturels (caps, embouchures...) importants qui bloquent ou modifient les transits sableux sous l'action de la dérive littorale. En mer et à terre, elles sont respectivement limitées par la profondeur de fermeture¹¹ et la bordure externe du cordon dunaire (*Figure 86*).

Au sein d'une plage de poche, il est considéré que le transport sédimentaire longitudinal (parallèle au trait de côte, dérive littorale) est moindre que le transport sédimentaire transversal (transit sagittal, échanges entre la plage et le large). Les entrées et les sorties de sédiments peuvent se faire dans certaines conditions de fortes agitations météo-marines.

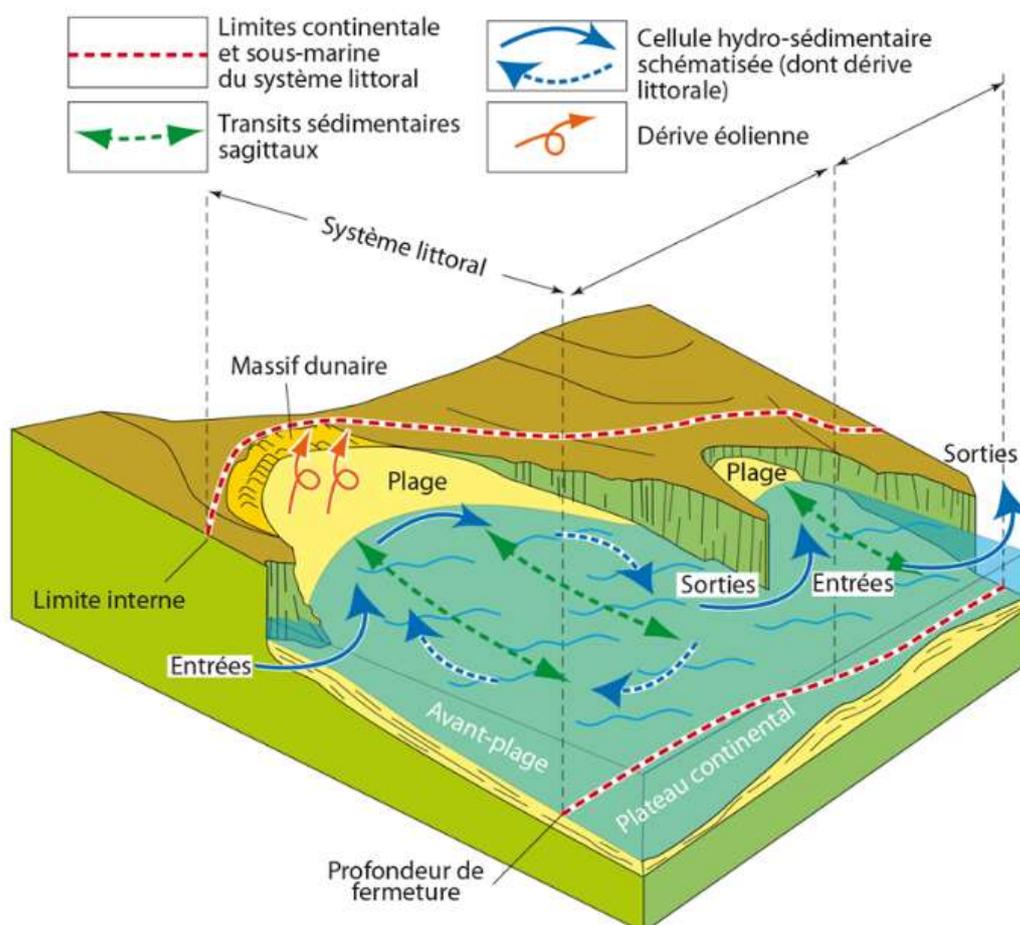


Figure 86 : Circulation sédimentaire au sein d'une cellule morphosédimentaire (Henaff et al., 2015).

¹¹ La profondeur de fermeture est la profondeur limite de mobilité des sédiments sous l'action des vagues.