

Rapport de mise en œuvre du pilote

(Anse du Vieux Moulin, Grimaud, Var)

Composante: T3

Action: T3.4

Partenaire responsable: Commune de Grimaud

Date: 2020/02/20

Table des matières

Présentation du site.....	3
Description géographique	3
Application de la stratégie transfrontalière	4
Plan d'intervention.....	6
Exécution des travaux.....	8
Confinement de la zone de chantier.....	8
Terrassement sous-marin	9
Apport des matériaux de remplissage.....	11
Pose des tapis anti-affouillement	12
Plan de récolement	13
Impact de l'ouvrage	16

Présentation du site

Description géographique

la plage de l'anse du Vieux Moulin est située dans le golfe de Saint-Tropez (Commune de Grimaud, Département du Var) (Illustration 1).

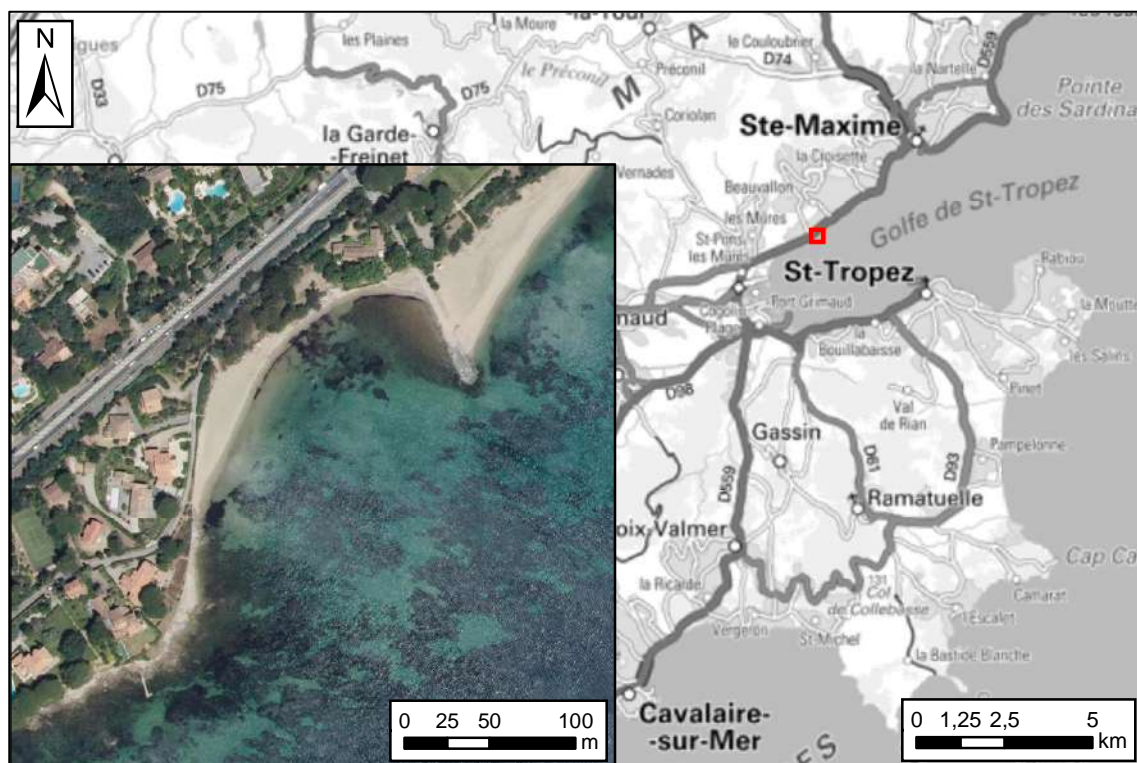


Illustration 1 - Vue aérienne et localisation de la plage du Vieux Moulin (Fonds : IGN BD ORTHO® 2017 et SCAN EXPRESS®)

La morphologie de cette petite plage de poche est largement contrainte par la présence d'un épi perpendiculaire au rivage, situé dans l'axe du chemin de Vieux Moulin descendant à la plage depuis la D559 (Illustration 2). A l'ouest, la plage est bordée par le mur de soutènement du chemin des Embruns et des affleurements rocheux, tandis qu'au nord elle est délimitée par le mur d'enceinte d'une propriété privée.

Cette plage d'environ 185 m de large, s'inscrit dans une façade littorale plus vaste d'environ 5 km de long, comptant près de 3 km de linéaire sableux. Le reste du littoral grimaudois, s'il n'est pas artificiel, est caractérisé par de l'affleurement rocheux subhorizontal.



Illustration 2 - Parcelles cadastrales (Fonds : IGN BD PARCELLAIRE® et BD ORTHO® 2017)

Application de la stratégie transfrontalière

L'application de la stratégie transfrontalière MAREGOT¹ au site pilote de l'anse du Vieux Moulin (rapport T3.1.1) a mis en lumière les pressions (aléas) qui s'exercent sur cette plage, ainsi que les différents enjeux, dont il faudra impérativement tenir compte dans les scénarios d'aménagement.

Ainsi, la problématique principale est celle de l'érosion du rivage ; en effet, le rapport T3.1.1 pour ce site met en évidence une dynamique érosive modérée mais cependant constante à l'échelle séculaire (Illustration 3). Toutefois, à échelle des 20 dernières années (1998-2014), s'il y a bien de l'accrétion dans la partie centrale de la plage, de l'érosion persiste au pied de l'épi ainsi qu'à l'extrémité sud-ouest (Illustration 4).

Par conséquent, les scénarios d'aménagement côtier pour l'anse du Vieux Moulin, doivent participer à réduire l'aléa érosion.

¹ http://interreg-maritime.eu/documents/428470/891881/OUTPUT_T2_FR.pdf/63bf8d99-2370-47e2-8db6-60d4fb4f058d

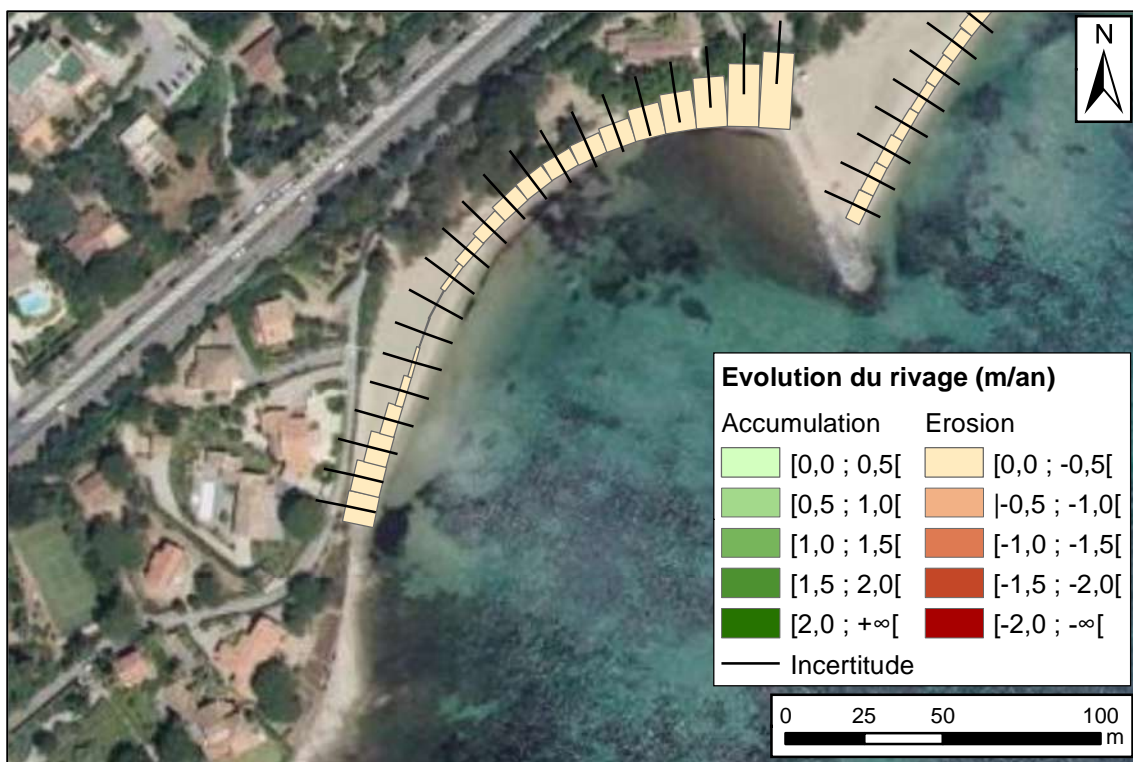


Illustration 3 - Evolution du trait de côte entre 1924 et 2014 (fond : BD ORTHO® IGN)

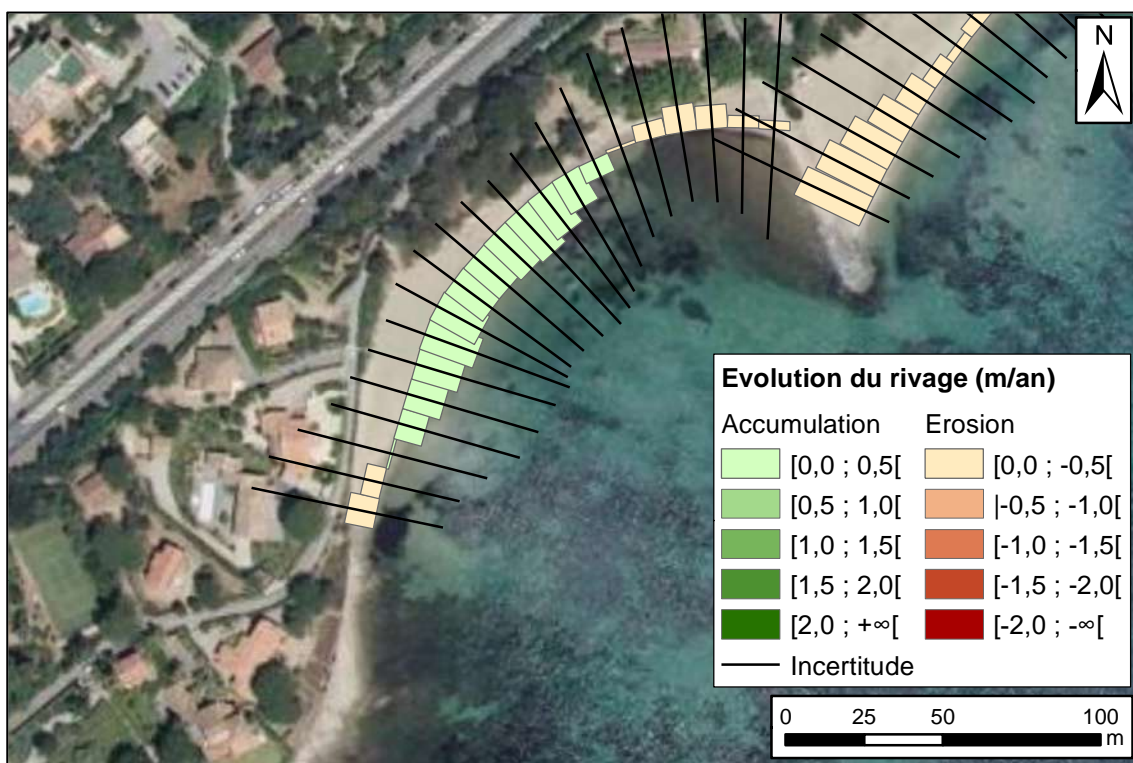


Illustration 4 - Evolution du trait de côte entre 1998 et 2014 (fond : BD ORTHO® IGN)

Plan d'intervention

Parmi les propositions de mesures pour la réduction du risque érosion sur ce site pilote du projet MAREGOT (rapport T3.2.2), la mise en place d'un ouvrage submergé est identifié comme le type d'intervention le plus approprié, d'après les simulations numériques portant sur plusieurs scénarios d'aménagement.

L'implantation proposée des ouvrages (2 lignes de digues immergées en géotextile, espacées entre elles) permet de créer une zone de dissipation et limite la reformation de la houle avant d'atteindre la plage :

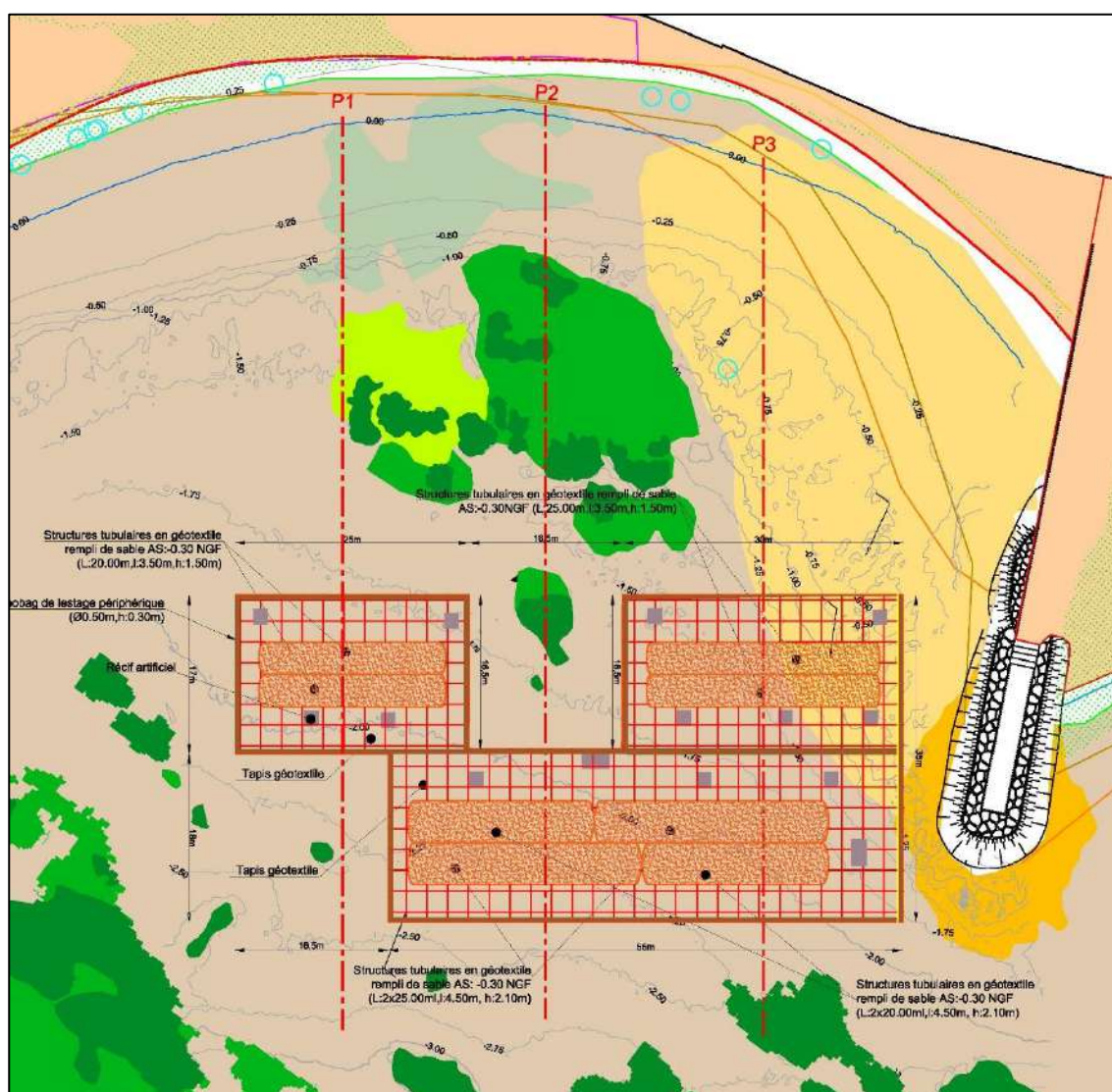


Illustration 5 - Plan de l'ouvrage immergé

Par ailleurs, le Commune de Grimaud souhaitait expérimenter la mise en place de récifs artificiels afin de contrebalancer l'impact de l'ouvrage sur les biocénoses. Les notes d'exécution ont permis d'arrêter une forme de récif qui conserverait sa stabilité jusqu'à des houles de période de retour cinquantennale :

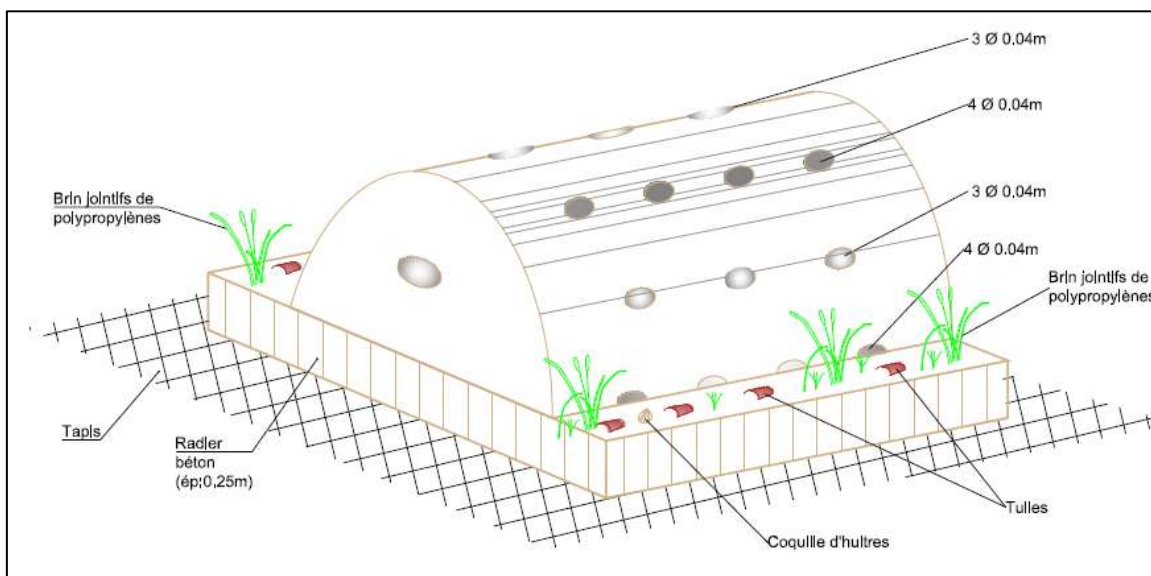


Illustration 6 - Vue 3D des récifs artificiels tirée des notes d'exécution

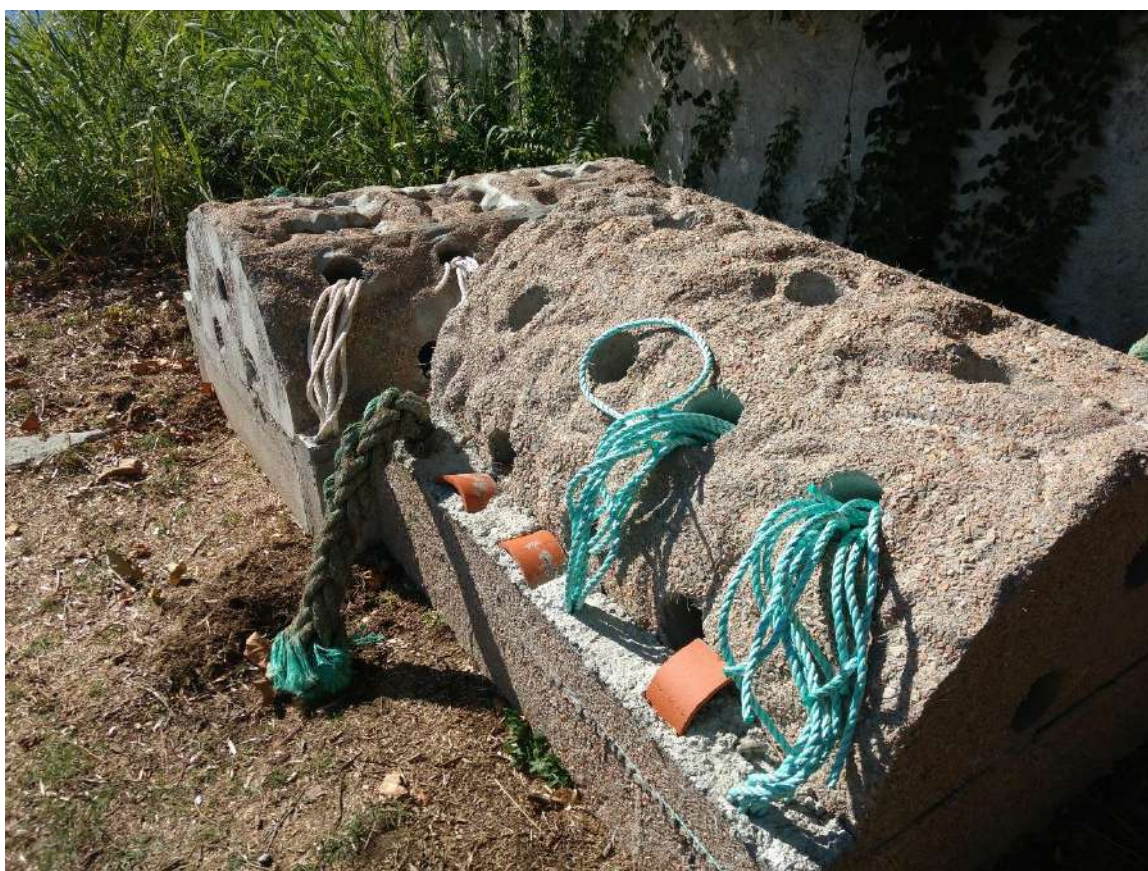


Illustration 7 - Récifs artificiels définitifs entreposés sur la zone de chantier, en attente de leur immersion

Exécution des travaux

Confinement de la zone de chantier

Afin de protéger les herbiers à *posidonia oceanica* présents à proximité, un filet anti-MES² était constamment présent ; la photo ci-après illustre son intérêt :

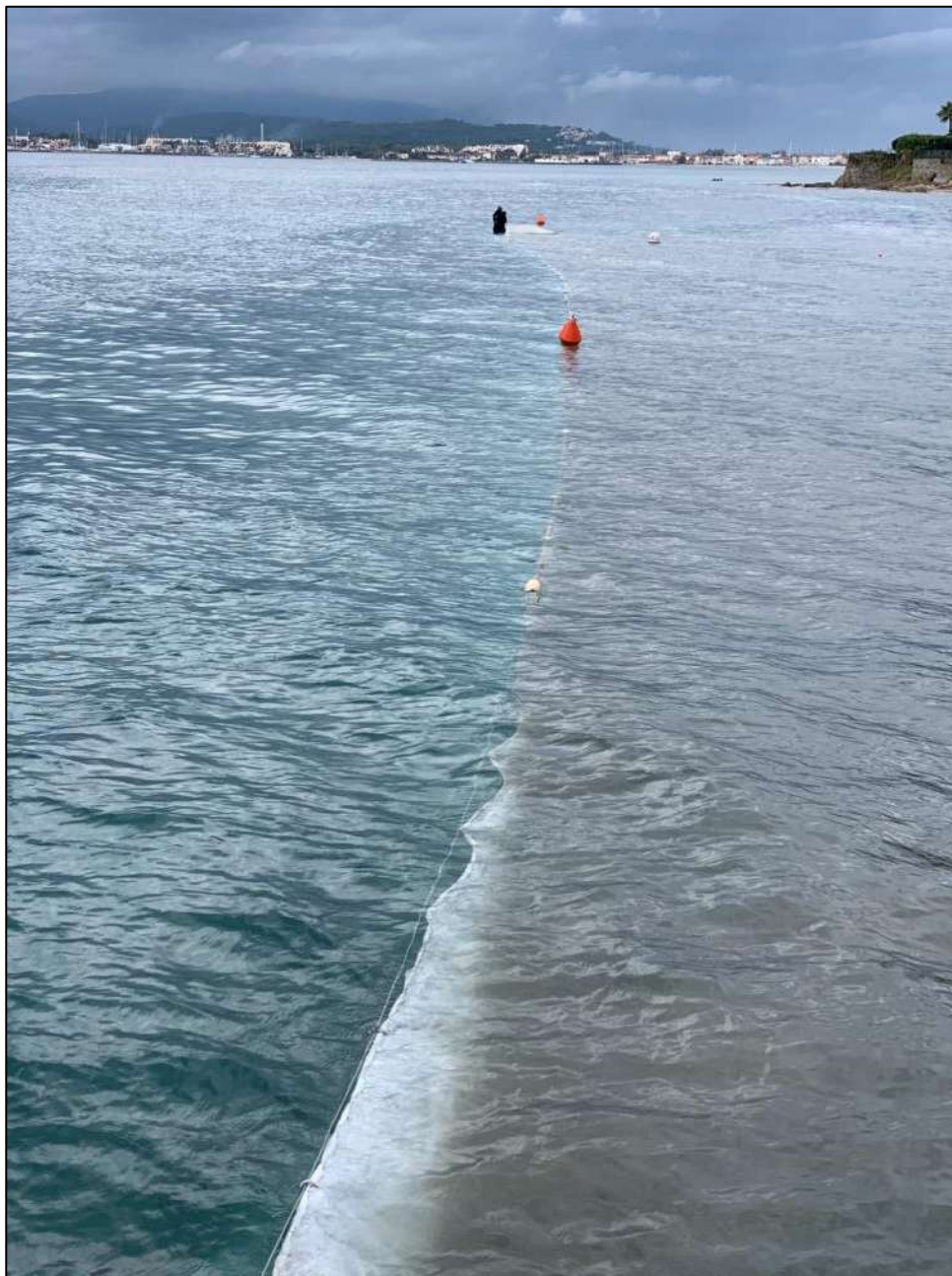


Illustration 8 - Filet anti-MES installé dans l'anse du Vieux Moulin : la forte turbidité de la zone de chantier (à droite) est contenue de façon à ne pas endommager les herbiers à proximité

² Matières en suspension

Terrassement sous-marin

De façon à positionner l'ouvrage sur une surface plane et horizontale, un nivellement de la zone d'implantation a dû être réalisé :



Illustration 9 - Sable décaissé de la zone d'implantation lors des opérations de terrassement

340 m³ de sable ont dû être remobilisés afin d'obtenir une profondeur uniforme de -2,40 m NGF-IGN69 :

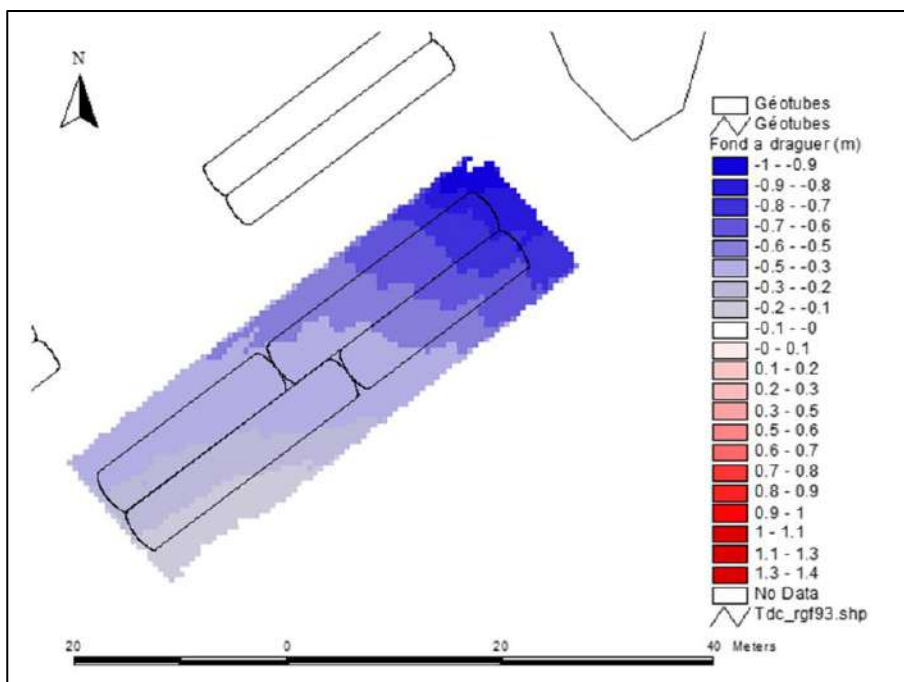


Illustration 10 - Cartographie du calcul de cubatures en amont des opérations de terrassement

Ce surplus de sédiments a été stocké temporairement à proximité du rivage, comme le montre la figure ci-après ainsi que l'illustration 9. Cette position du stock permettait une relative mise à l'abri en arrière de l'épi, de façon à en limiter la remobilisation par la houle en cas de coup de mer. En outre, ce stock a permis de former une rampe d'accès afin de faciliter l'accès à la zone de chantier aux engins de terrassement.

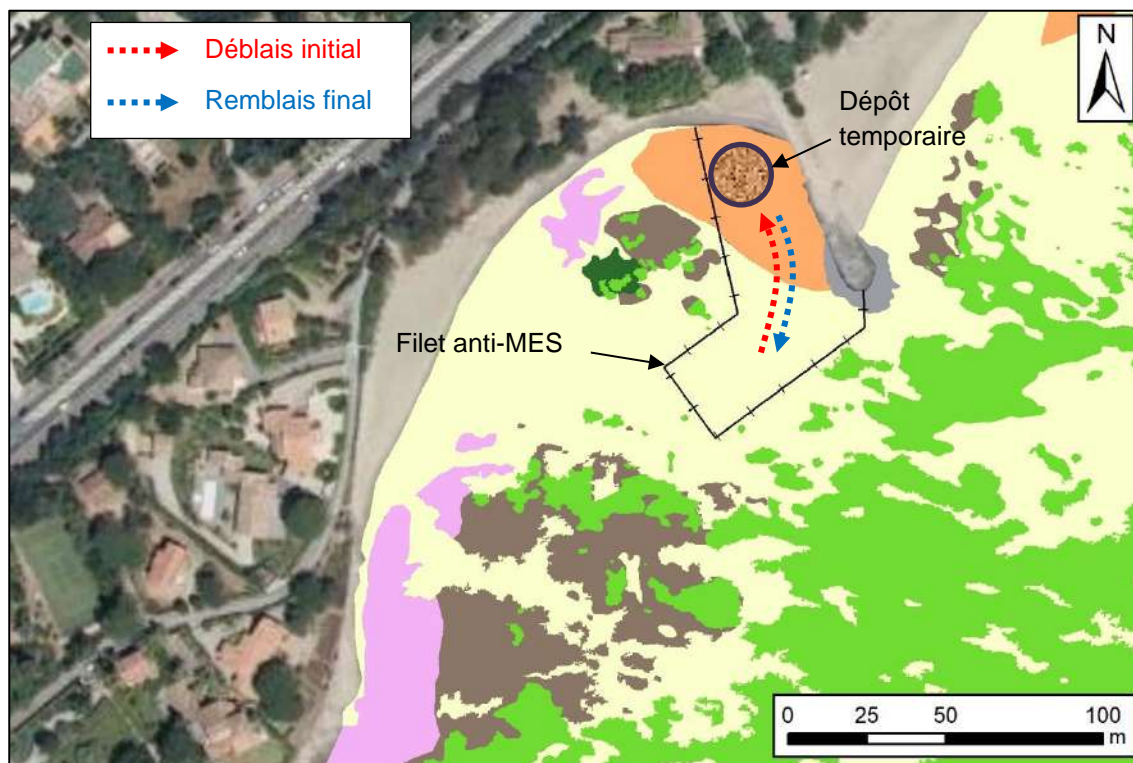


Illustration 11 - Schéma de principe des opérations de déblais et remblais pour le terrassement

Une fois la double ligne de géotubes côté large finalisée, ce tas de sable a été repositionné dans son site d'origine, recouvrant ainsi partiellement les éléments en géotextile (tapis et tubes).

A noter que l'opération n'est pas rentrée dans le cadre de la réglementation sur les dragages car ces sables sont réputés « propres », en l'absence de toute source de pollution éventuelle à proximité immédiate.

Apport des matériaux de remplissage

Dans la mesure où il n'existait pas de stock de sédiments naturellement disponible pour le remplissage des géotubes, la Commune de Grimaud a fait l'acquisition de 1500 m³ sable de carrière :



Illustration 12 - Livraison du sable de remplissage sur la zone de chantier

Le principal critère de choix du matériau était la compatibilité avec le sable déjà présent sur site : en effet, dans l'éventualité où l'ouvrage a un impact négatif tant sur les biocénoses que sur l'érosion de la plage, la Commune de Grimaud devra procéder à son retrait. Pour les géotubes, seule l'enveloppe en géotextile est retirée : le sable de remplissage est laissé sur place. Par conséquent, il ne doit pas avoir des caractéristiques granulométriques trop éloignées du sable naturellement présent.

Les analyses granulométriques réalisées en amont des travaux ont permis d'établir le diamètre médian (D50) du sable dans l'anse du Vieux Moulin à 350 µm. Parmi les carriers les plus proches de Grimaud, le produit le plus adapté s'est révélé être un sable 0/2 roulé-lavé d'un diamètre médian de 500 µm.

Pose des tapis anti-affouillement



Illustration 13 - Mise en place du tapis anti-affouillement en géotextile

Classiquement pour ce genre d'ouvrage, les tubes en géotextile sont positionnés sur des tapis anti-affouillement afin d'assurer la stabilité de l'ouvrage sur le long terme.

Les études d'exécution préconisaient une côte d'arase à 30 cm sous le niveau 0 NGF-IGN69. D'après le plan de récolement, il n'y a aucune réserve à émettre quant à la conformité de l'ouvrage.



Illustration 14 - Photo réalisée en février 2020 illustrant les géotubes en place, visibles par transparence de l'eau



Illustration 15 - Photo réalisée en janvier 2020 illustrant les récifs artificiels immergés (crédit photo : Service Observatoire Marin, Communauté de Communes du Golfe de Saint-Tropez)

Impact de l'ouvrage

La comparaison des levés du trait de côté (Illustration 16) avec l'application pour smartphone *Rivages* du Cerema³ permet d'observer un gain de surface d'environ 1020 m² : l'avancée du rivage est au maximum de 9,5 m, mais oscille le plus souvent entre 4 et 6 m.



Illustration 16 - Comparaison des traits de côte levés avec l'application Rivages en octobre 2018 et février 2020 (fond : ESRI® Wold Imagery®)

Les photographies ci-après illustrent la largeur de la plage avant et après travaux.

³ <http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/suivi-du-trait-de-cote-par-smartphone-r489.html>



Illustration 17 - Photographies de la plage de l'anse du Vieux Moulin, en octobre 2019 (en haut) et en février 2020 (en bas)

Rapporto di realizzazione del sito pilota

(Ansa del Vieux Moulin, Grimaud, Var)

Componente: T3

Azione: T3.4

Partner responsabile: Comune di Grimaud

Data: 2020/02/20

Table des matières

Presentazione del sito	3
Descrizione geografica	3
Applicazione della strategia transfrontaliera	4
Piano di intervento.....	6
Esecuzione dei lavori	8
Confinamento dell'area dei lavori.....	8
Sterro sottomarino.....	9
Apporto dei materiali di riempimento	11
Posizionamento di tappeti antierosione	12
Piano di verifica	13
Impatto dell'opera.....	16

Presentazione del sito

Descrizione geografica

La spiaggia dell'ansa del Vieux Moulin si situa nel golfo di Saint-Tropez (Comune di Grimaud, Dipartimento del Var) (Illustrazione 1).

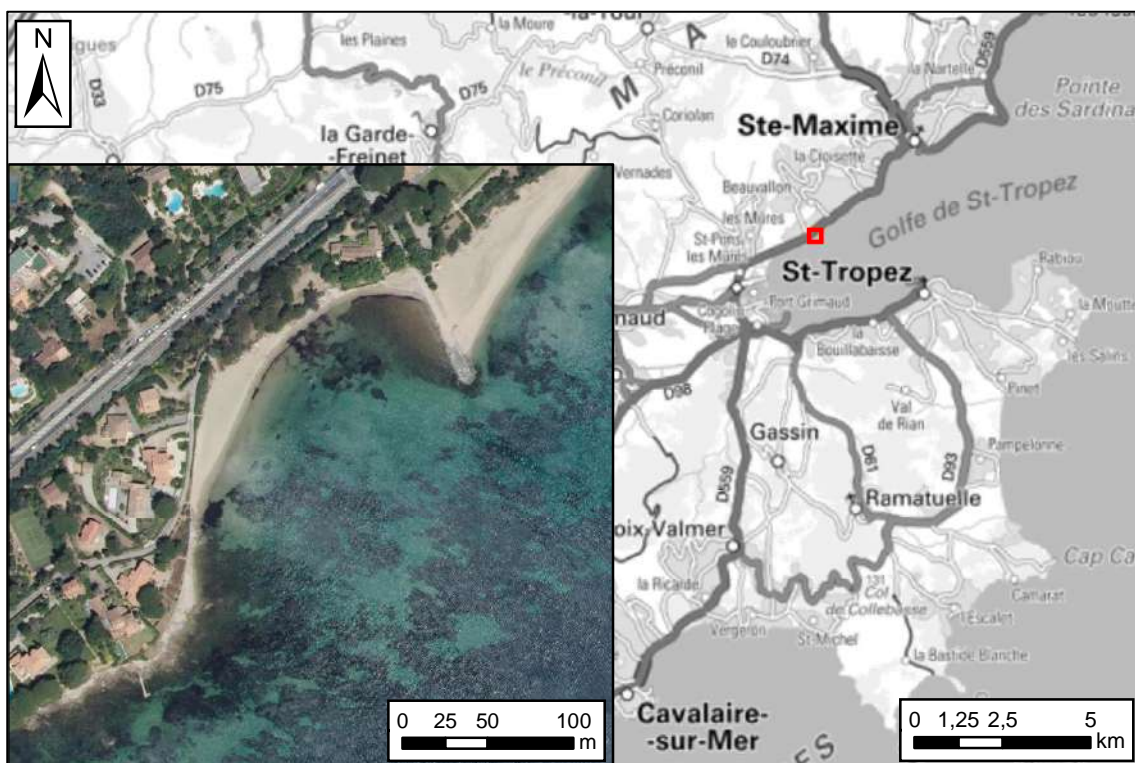


Illustrazione 1 - Vista aerea e posizione della spiaggia del Vieux Moulin (Fondi: IGN BD ORTHO® 2017 e SCAN EXPRESS®)

La morfologia di questa pocket beach è ampiamente vincolata dalla presenza di un pignone perpendicolare alla riva, situato nell'asse del Chemin de Vieux Moulin che scende verso la spiaggia dalla strada D559. (Illustrazione 2). A ovest, la spiaggia è costeggiata dal muro di sostegno del Chemin des Embruns e da affioramenti rocciosi, mentre a nord è delimitata dal muro di cinta di una proprietà privata.

Questa spiaggia larga circa 185 m si inserisce in un lungomare più ampio lungo circa 5 km, comprendente quasi 3 km di sezione lineare sabbiosa. La restante parte del litorale di Grimaud, quando non è artificiale, è caratterizzata da un affioramento roccioso suborizzontale.



Illustrazione 2 - Parcelle catastali (Fondi: IGN BD PARCELLAIRE® e BD ORTHO® 2017)

Applicazione della strategia transfrontaliera

L'applicazione della strategia transfrontaliera MAREGOT¹ al sito pilota dell'ansa del Vieux Moulin (rapporto T3.1.1) ha evidenziato le pressioni (i rischi) esercitate su questa spiaggia, nonché le varie problematiche da tenere tassativamente in considerazione negli scenari di sviluppo.

Così, la principale problematica è quella dell'erosione della riva; infatti, il rapporto T3.1.1 per questo sito mostra una dinamica erosiva moderata ma comunque costante su scala secolare (Illustrazione 3). Tuttavia, su scala degli ultimi 20 anni (1998-2014), se vi è un'accrezione nella parte centrale della spiaggia, un fenomeno erosivo persiste ai piedi del pignone nonché all'estremità sud-ovest (Illustrazione 4).

Gli scenari di sviluppo costiero dell'ansa del Vieux Moulin devono quindi contribuire a ridurre il rischio erosivo.

¹ http://interreg-maritime.eu/documents/428470/891881/OUTPUT_T2_FR.pdf/63bf8d99-2370-47e2-8db6-60d4fb4f058d

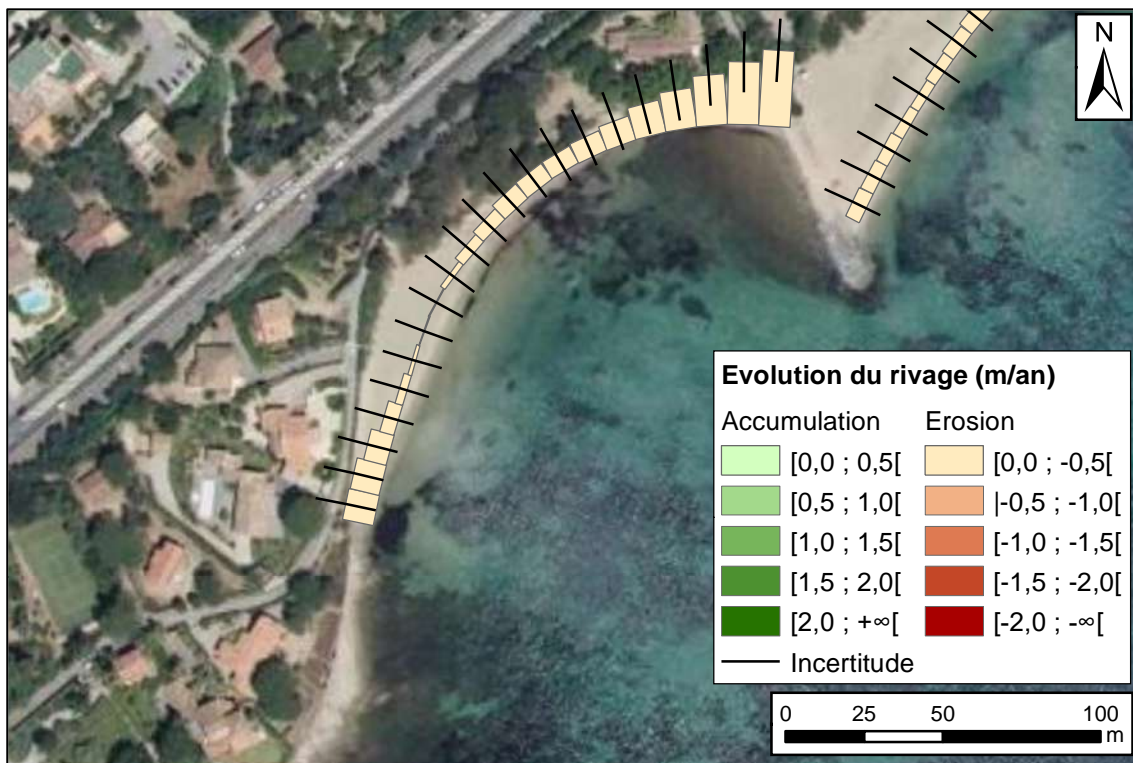


Illustrazione 3 - Evoluzione della linea di costa tra il 1924 e il 2014 (fondo: BD ORTHO® IGN)

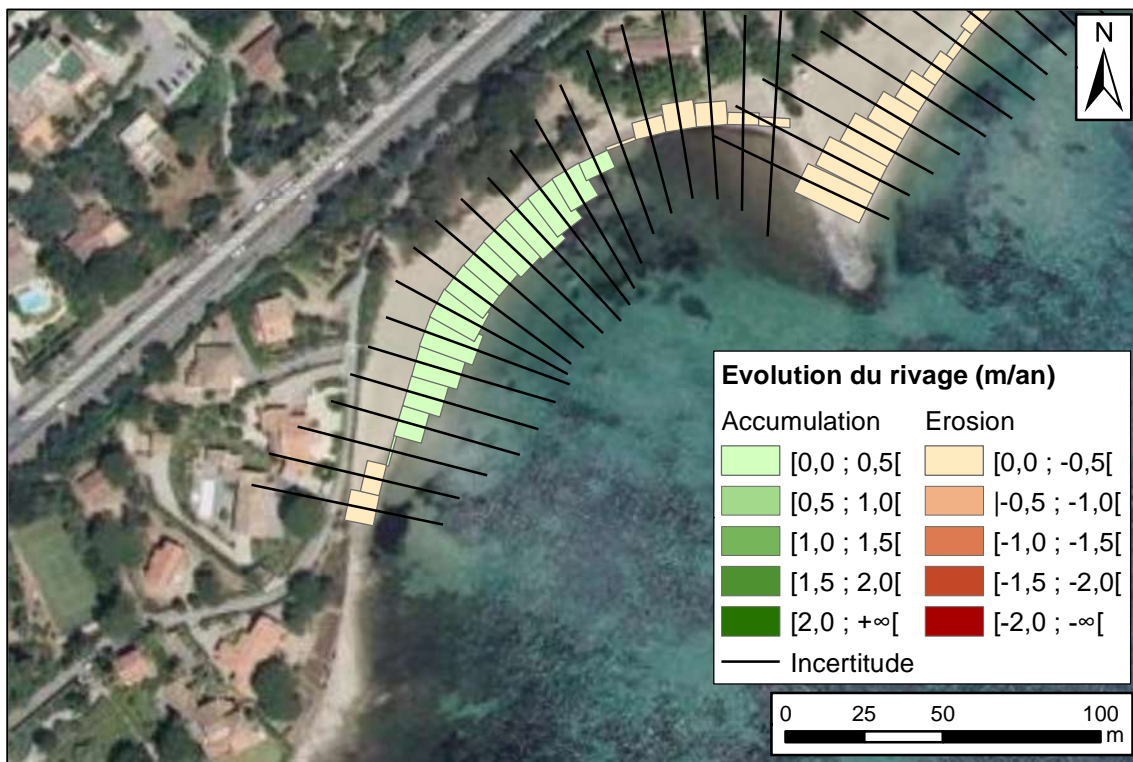


Illustrazione 4 - Evoluzione della linea di costa tra il 1998 e il 2014 (fondo: BD ORTHO® IGN)

Piano di intervento

Tra le misure proposte per ridurre il rischio di erosione in questo sito pilota del progetto MAREGOT (rapporto T3.2.2), l'allestimento di un'opera sommersa è identificato come il tipo di intervento più appropriato, secondo le simulazioni digitali sui vari scenari di sviluppo.

La disposizione proposta per le opere (2 linee di dighe sommerse di geotessuto, distanziate tra loro) consente di creare una zona di dissipazione e limita il riformarsi del sistema ondoso prima di arrivare in spiaggia:

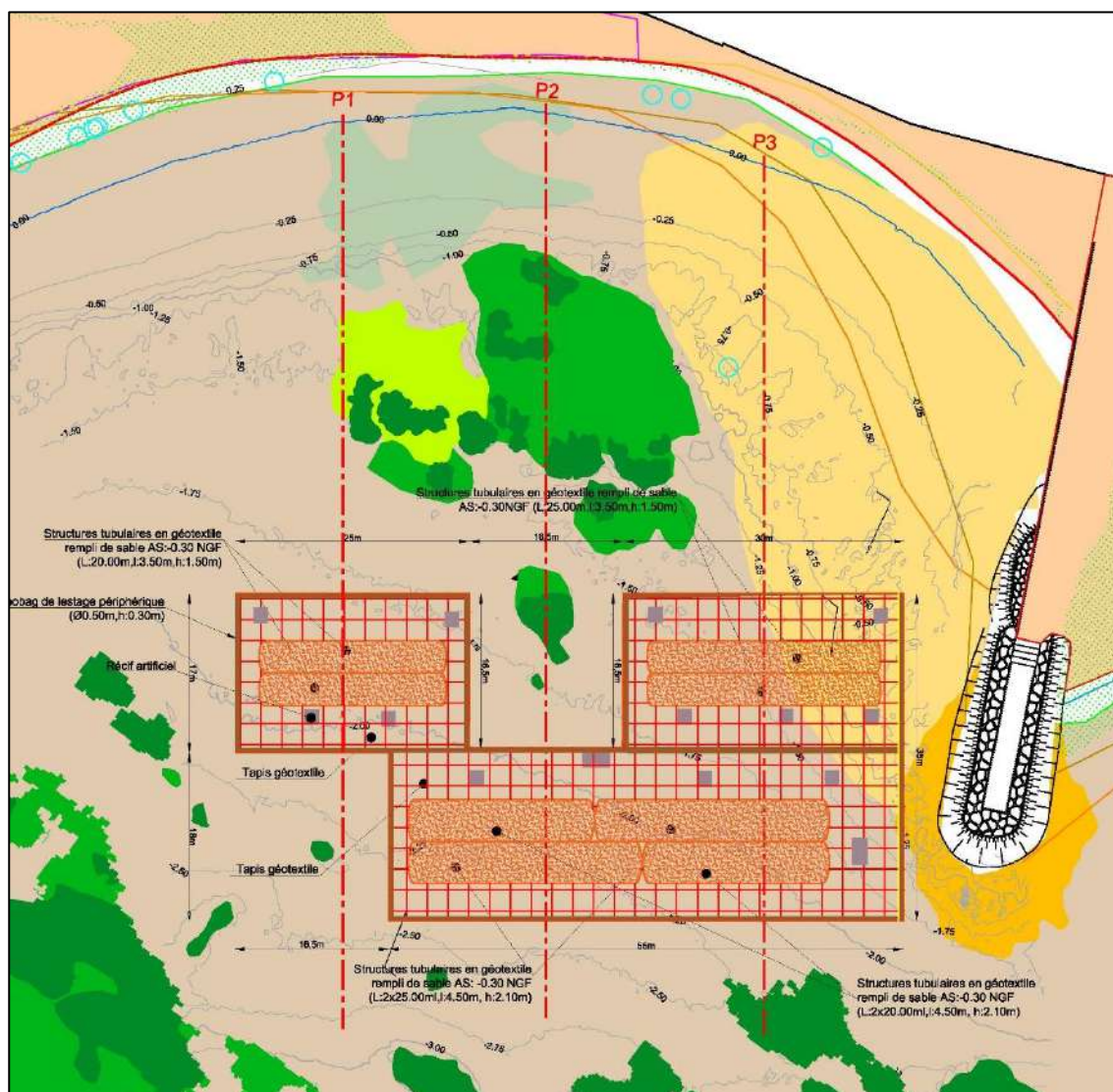


Illustrazione 5 - Pianta dell'opera sommersa

D'altronde, il Comune di Grimaud ha auspicato sperimentare il posizionamento di scogliere artificiali per compensare l'impatto dell'opera sulle biocenosi. Le note di esecuzione hanno permesso di definire una forma di scogliera tale da conservare la sua stabilità ai sistemi ondosi per un periodo di ritorno cinquantennale:

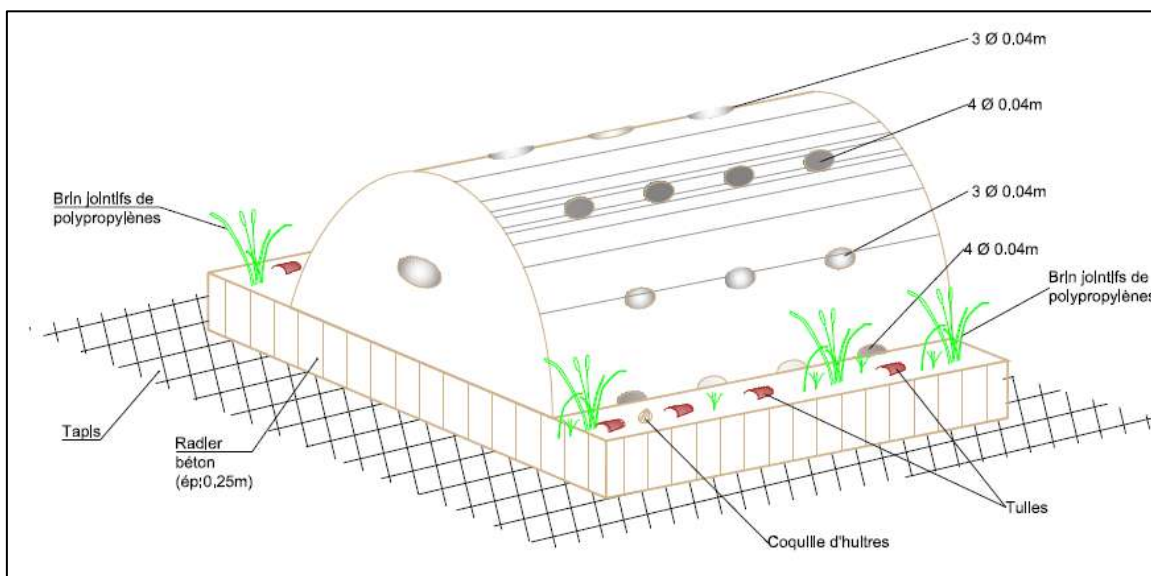


Illustrazione 6 - Vista in 3D delle scogliere artificiali tratta dalle note di esecuzione

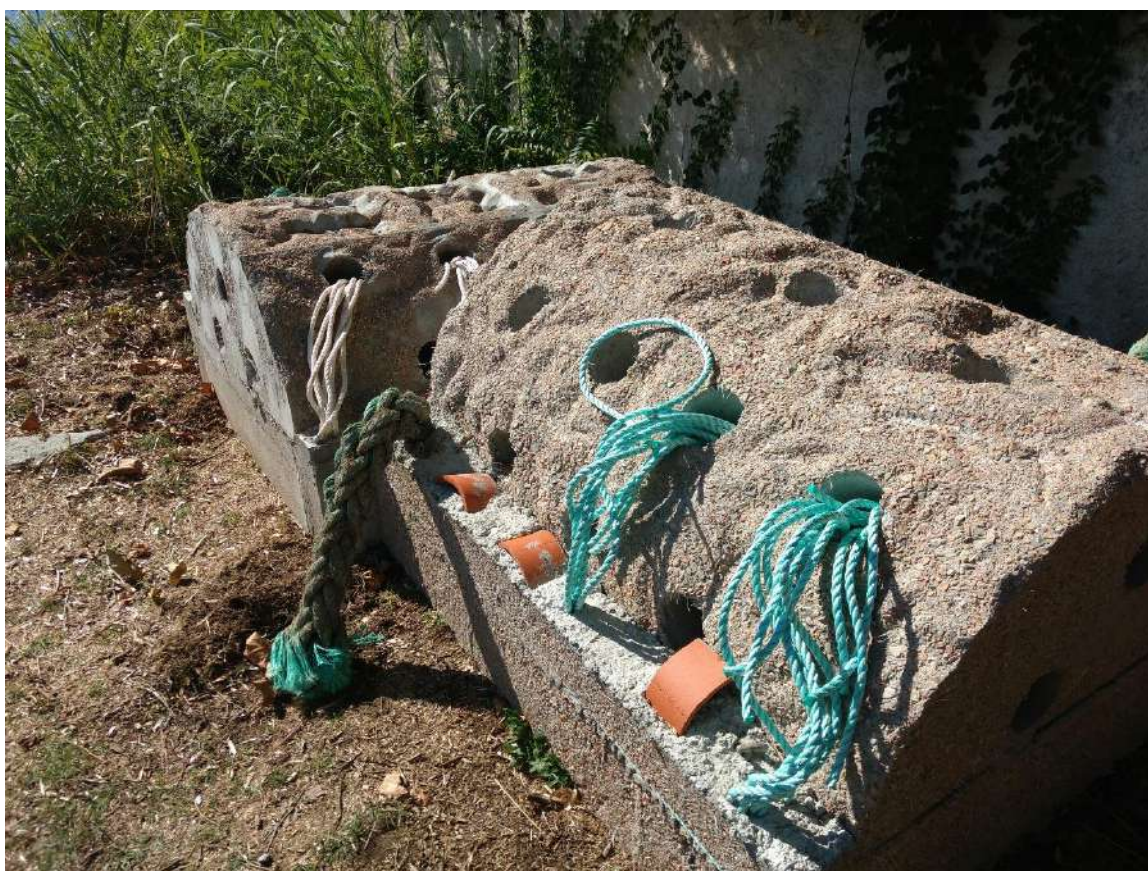


Illustrazione 7 - Scogliere artificiali definitive disposte nella zona di cantiere, in attesa di essere sommerse

Esecuzione dei lavori

Confinamento dell'area dei lavori

Per proteggere le vicine praterie di *posidonia oceanica*, è stata usata sempre una rete antimaterie in sospensione; la seguente foto ne illustra l'utilità:

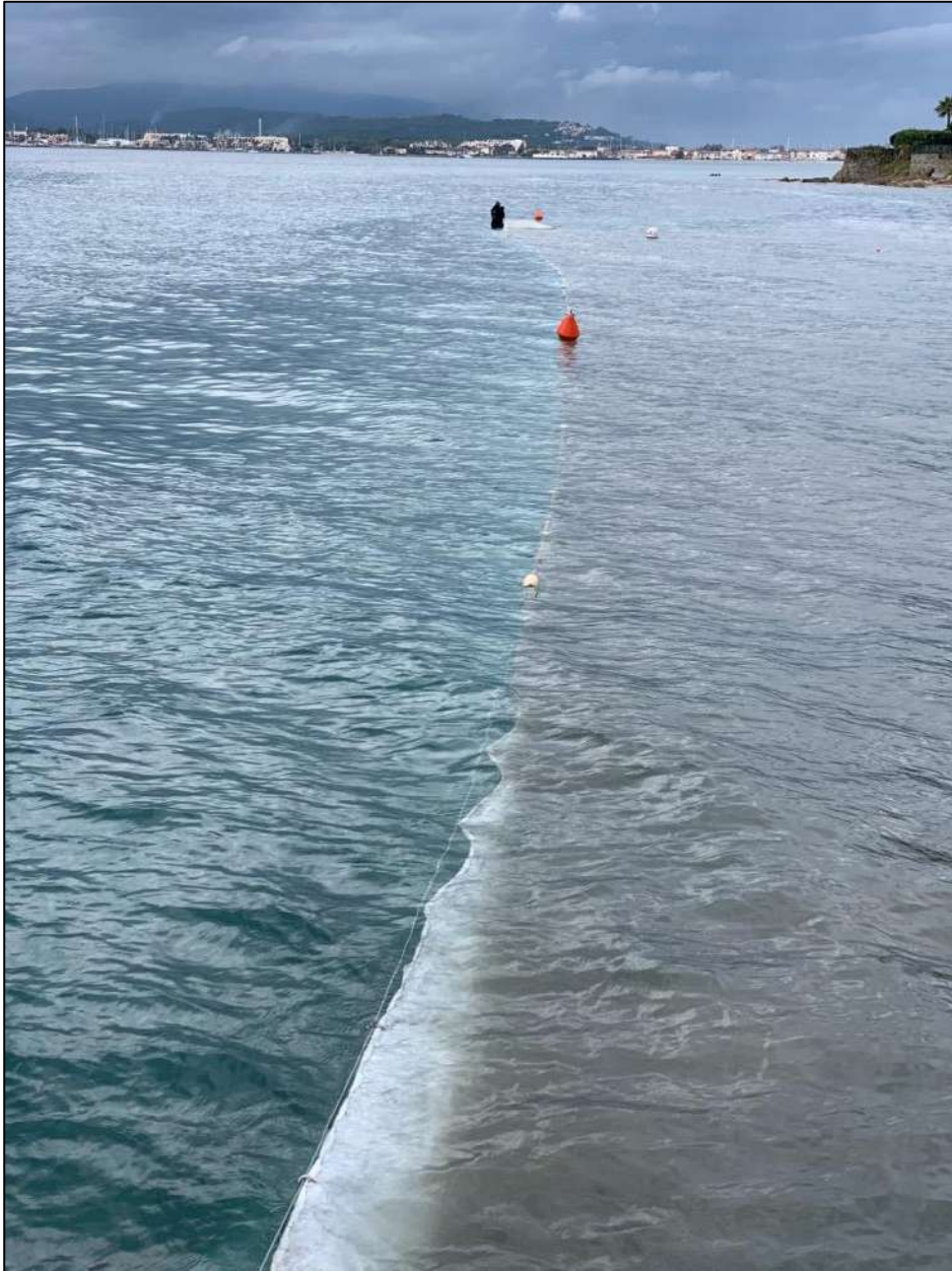


Illustrazione 8 - Rete antimaterie in sospensione installata nell'ansa del Vieux Moulin: la forte torbidità della zona di cantiere (a destra) è limitata in modo tale da non danneggiare le vicine praterie

Sterro sottomarino

Per poter posizionare l'opera su di una superficie piana e orizzontale, è stato realizzato un livellamento della zona di posizionamento:



Illustrazione 9 - Sabbia scaricata dalla zona di posizionamento durante le operazioni di sterro

È stato necessario rimobilizzare 340 m³ di sabbia per ottenere una profondità uniforme di -2,40 m NGF-IGN69:

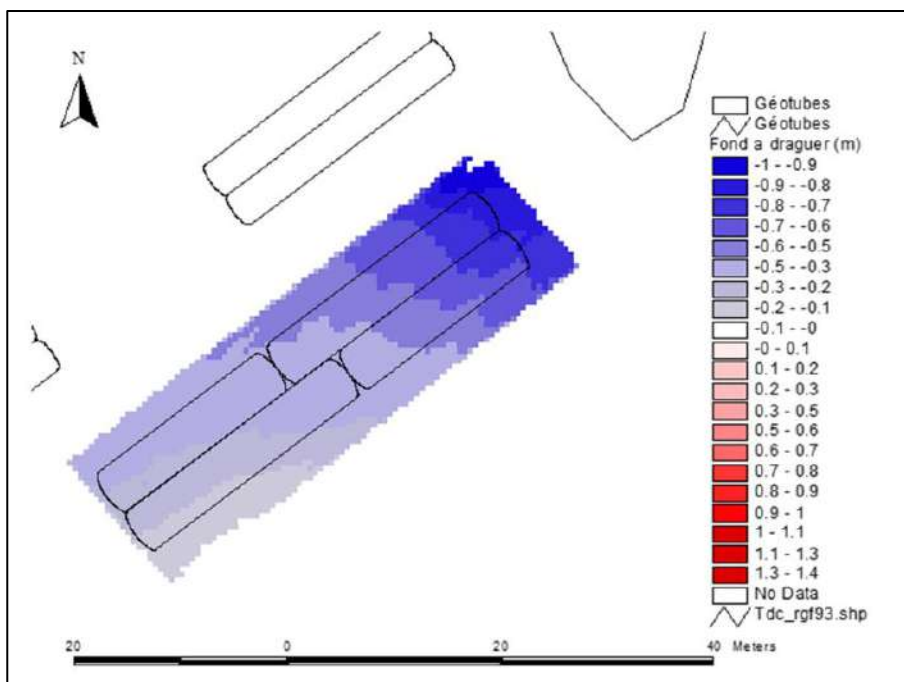


Illustrazione 10 - Cartografia del calcolo di cubature precedente alle operazioni di sterro

Questi sedimenti in più sono stati immagazzinati temporaneamente lungo la riva, come lo mostra la figura qui sotto nonché l'illustrazione 9. Questa posizione dello stock consentiva una relativa copertura dietro il pignone, in modo tale da limitarne la rimobilizzazione causata dal sistema ondoso in caso di mareggiata. Inoltre, questo stock ha consentito di formare una rampa di accesso per agevolare l'accesso in cantiere ai mezzi di sterro.

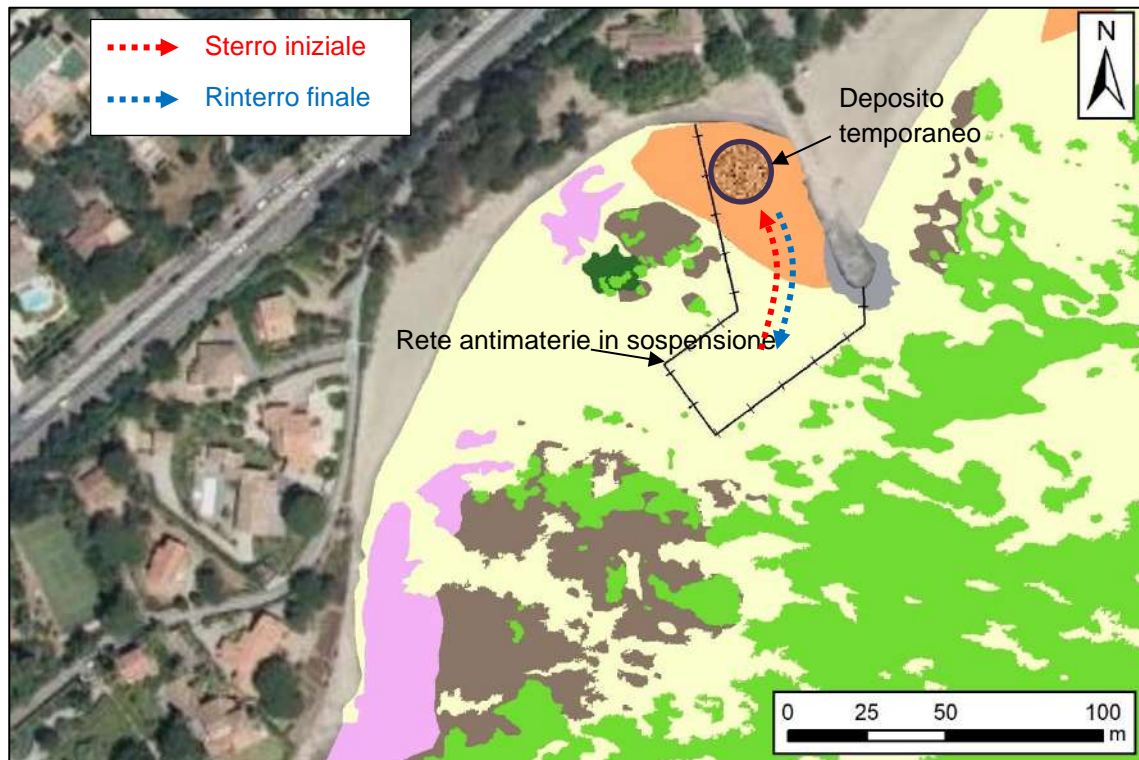


Illustrazione 11 - Schema di principio dei lavori di sterro e rinterro

Una volta completata la doppia linea di geotubi sul lato largo, questo cumulo di sabbia è stato riposizionato nel sito iniziale, ricoprendo così parzialmente gli elementi di geotessuto (tappeti e tubi).

Si fa presente che l'operazione non rientrava nell'ambito della normativa sui dragaggi, poiché queste sabbie sono considerate "pulite", in assenza di ogni eventuale fonte di inquinamento nelle immediate vicinanze.

Apporto dei materiali di riempimento

Nella misura in cui non esisteva uno stock di sedimenti naturalmente disponibile per il riempimento dei geotubi, il Comune di Grimaud ha acquistato 1500 m³ di sabbia di cava:



Illustrazione 12 - Consegna della sabbia di riempimento nella zona di cantiere

Il criterio principale per la scelta del materiale è stato la compatibilità con la sabbia già presente nel sito: infatti, qualora l'opera abbia un impatto negativo sia sulle biocenosi che sull'erosione della spiaggia, il Comune di Grimaud dovrà rimuoverla. Per i geotubi, si rimuove soltanto l'involucro di geotessuto: la sabbia di riempimento viene lasciata sul posto. Per questo motivo, non deve avere caratteristiche granulometriche troppo diverse dalla sabbia naturalmente presente.

Le analisi granulometriche effettuate a monte dei lavori hanno consentito di stabilire un diametro medio (D50) di 350 µm della sabbia nell'ansa del Vieux Moulin. Tra le cave più vicine a Grimaud, il prodotto più adatto era una sabbia lavata e rullata 0/2 di un diametro medio di 500 µm.

Posizionamento di tappeti antierosione

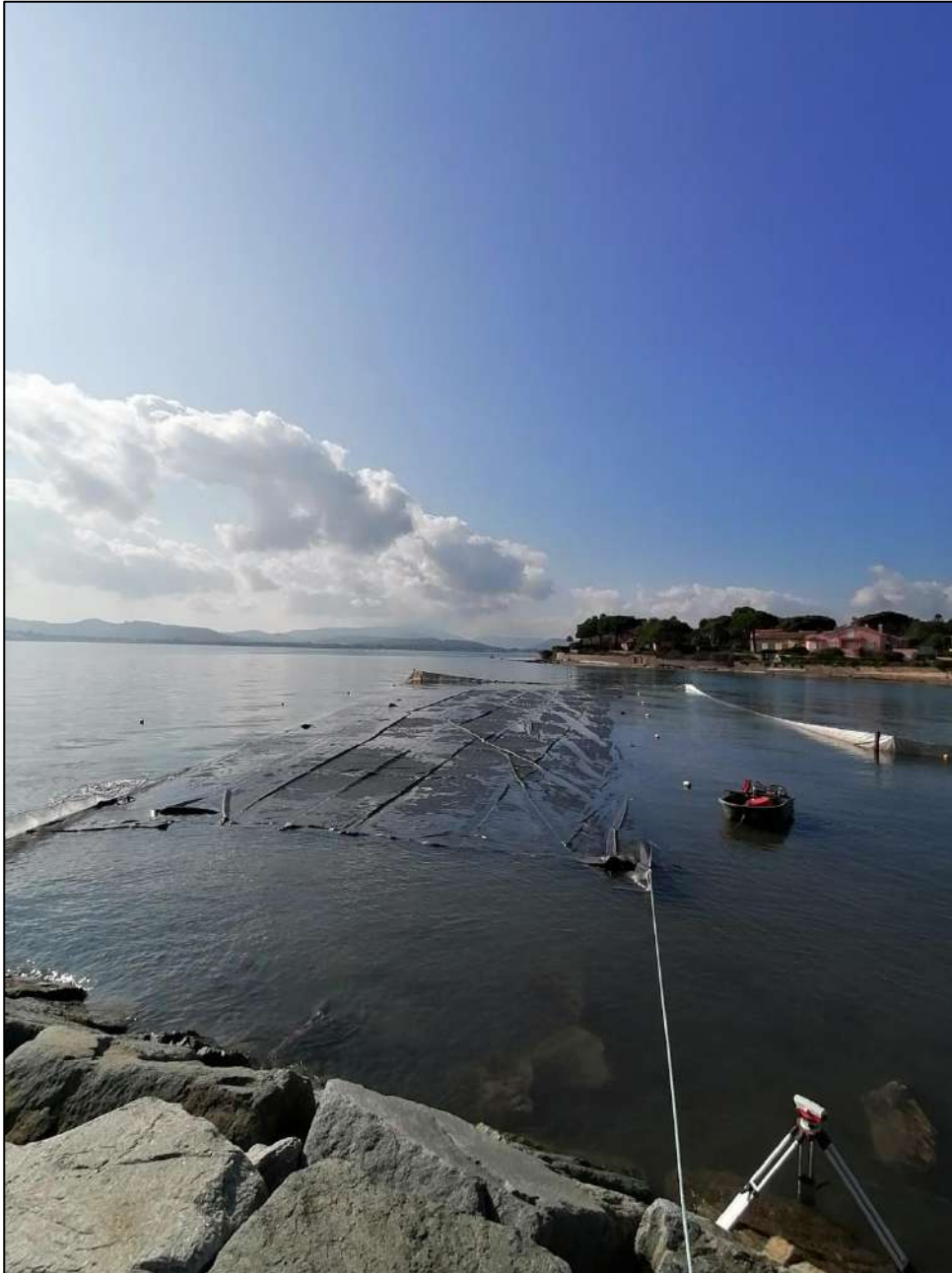


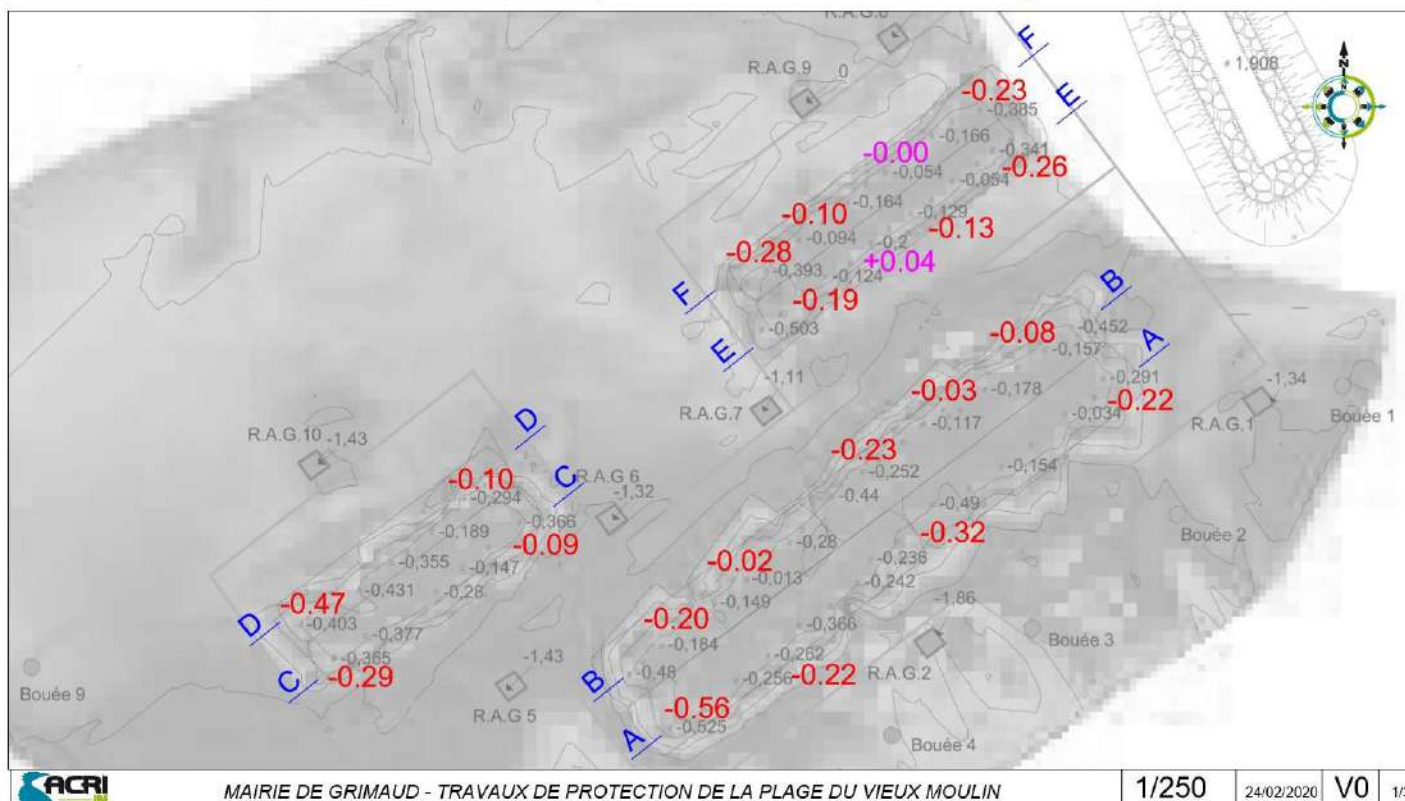
Illustrazione 13 - Sistemazione del tappeto antierosione in geotessuto

Classicamente, per questo tipo di opera, i tubi di geotessuto sono posizionati su tappeti antierosione per garantire la stabilità dell'opera a lungo termine.

Piano di verifica

LEGENDE :	
-0.00	RECOLEMENT du 6 décembre 2019 (relevé AZOTE)
-0.00	RELEVÉ du 7 février 2020 (ACRI IN)

Systeme de nivellement : Rattaché au N.G.F.



Gli studi di esecuzione raccomandavano un valore di livellamento di 30 cm sotto il livello 0 NGF-IGN69. Secondo il piano di verifica, non vi è nessuna riserva da emettere sulla conformità dell'opera.



Illustrazione 14 - Fotografia fatta a febbraio 2020 illustrante i tubi di geotessuti presenti, visibili dalla trasparenza dell'acqua



Illustrazione 15 - Fotografia fatta a gennaio 2020 illustrante le scogliere artificiali sommerse (credito fotografico: Servizio Osservatorio Marino, Comunità di Comuni del Golfo di Saint-Tropez)

Impatto dell'opera

Il confronto dei rilievi della linea di costa (Illustrazione 16) con l'applicazione per smartphone Rivages del Cerema² permette di osservare un guadagno di superficie di circa 1020 m²: l'avanzamento della riva è di 9,5 m al massimo, ma di solito oscilla tra i 4 e i 6 m.



Illustrazione 16 - Confronto delle linee di costa rilevate con l'applicazione Rivages a ottobre 2018 e a febbraio 2020 (fondo: ESRI® Wold Imagery©)

Le seguenti fotografie illustrano la larghezza della spiaggia prima e dopo i lavori.

² <http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr/suivi-du-trait-de-cote-par-smartphone-r489.html>

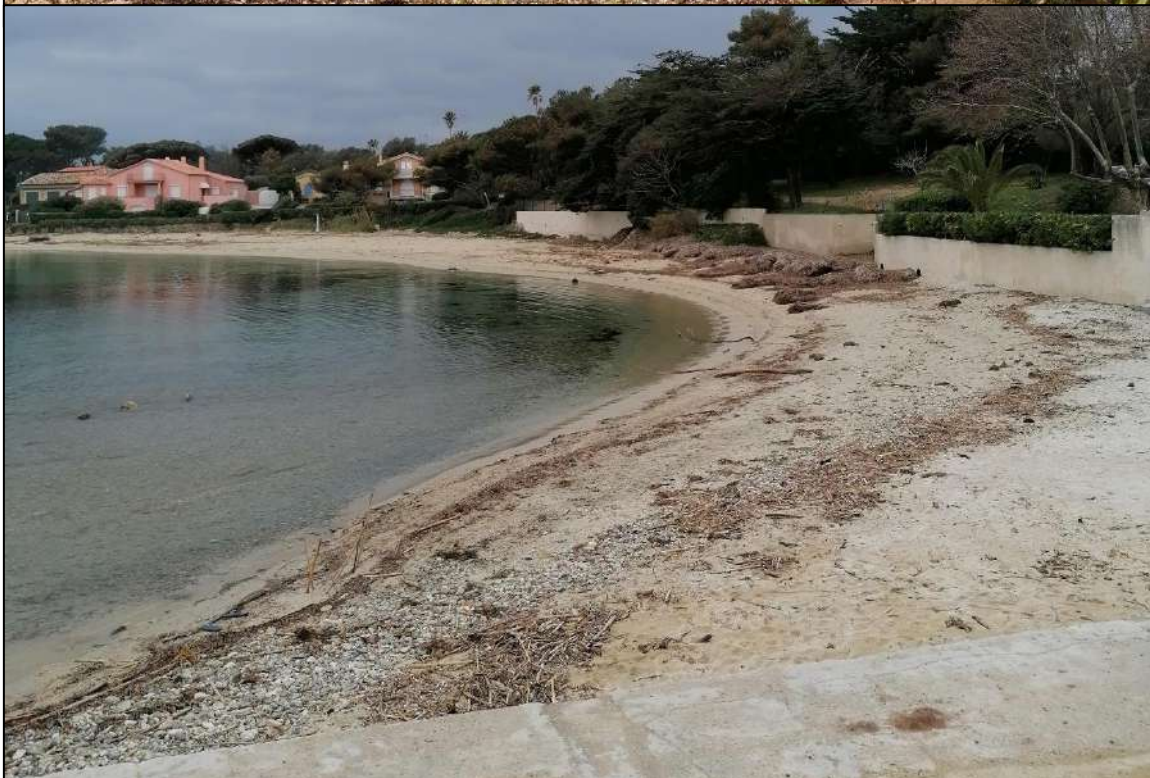


Illustrazione 17 - Fotografie della spiaggia dell'ansa del Vieux Moulin, a ottobre 2019 (in alto) e a febbraio 2020 (in basso)