



# Rapport Renaturation du trait de côte des Vieux Salins d'Hyères

---

**Composante: T3**

**Partner Responsable: Conservatoire du Littoral**

**Date: Février 2020**

## **T3.4 Rapport infrastructures**

Site pilote des Vieux Salins - Hyères,  
France

CONSERVATOIRE DU LITTORAL

Version 01 – Février 2020

# TABLE DES MATIÈRES

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>RAPPEL DU PLAN D'INTERVENTION</b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>EXECUTION DES TRAVAUX</b> .....   | <b>9</b>  |
| 2.1      | ACTION A : RENFORCEMENT DES TALUS .....  | 9         |
| 2.2      | ACTION B : RECONSTITUTION DU CORDON DUNAIRE .....  | 9         |
| 2.3      | ACTION D : IDENTIFICATION D'UN CHEMINEMENT « BIS » POUR<br>ASSURER LA CONTINUITE DU SENTIER LITTORAL ..... | 11        |
| 2.4      | ACTION C : TRAVAUX SUR LES ENROCHEMENTS .....  | 12        |
| <b>3</b> | <b>SUIVIS ENVIRONNEMENTAUX</b> .....   | <b>13</b> |
| 1.1.     | PHASE DE TRAVAUX .....   | 13        |
| 3.1      | SUIVI DE L'HERBIER DE POSIDONIE .....  | 15        |
| <b>4</b> | <b>SUIVI DE LA TOPOGRAPHIE</b> .....   | <b>16</b> |
| <b>5</b> | <b>ILLUSTRATIONS DE L'EVOLUTION DES PAYSAGES</b> .....   | <b>18</b> |

# 1 RAPPEL DU PLAN D'INTERVENTION

Le littoral sableux au droit du site des Vieux Salins d'Hyères souffre depuis des décennies d'une érosion accrue liée à de multiples phénomènes conjugués (élévation du niveau de la mer, modification de la cellule hydrosédimentaire, artificialisation du rivage, surfréquentation du public, ...). Il présente un risque de brèche lors des tempêtes, qui entrainerait une pénétration marine au niveau des canaux d'alimentation des anciens bassins saliniers situés sous le niveau moyen de la mer. Cette évolution morphologique augmenterait le risque d'inondation du site par submersion mais également certaines zones habitées du village des Salins (par le canal d'alimentation). Enfin, cela mettrait à mal le fonctionnement hydraulique actuel du site et irait à l'encontre des objectifs de gestion et de valorisation définis par le Conservatoire du littoral.

Une première opération de désenrochement a été réalisée en 2011 par le Conservatoire du littoral afin d'enlever des blocs de gravats et béton que l'ancien propriétaire (la Compagnie des salins du Midi avait déposé en guise d'enrochements).

L'application de la stratégie transfrontalière Maregot combinée à une étude réalisée par la Métropole Toulon Provence Méditerranée (Artelia, 2017-2018) a conduit à définir le plan d'intervention suivant : afin de limiter l'aléa submersion et érosion, il est proposé de désenrocher une partie du cordon littoral afin d'une part de déplacer la cellule d'érosion produite par l'enrochement sur un secteur non problématique mais également dans un objectif de gestion souple du trait de côte et de reconquête paysagère.

Ainsi, les aménagements proposés dans le plan d'intervention se répartissent selon les actions présentées ci-dessous :

1/ Protéger le site des submersion marines par la reconstitution d'une dune et l'élévation de « digues » de seconds rangs :

- Action A : renforcement du talus en terre situé à l'arrière du canal d'alimentation au droit du Quenet sud et suivi de l'évolution du talus de terre situé au droit du Jeu des Ournèdes afin de limiter les entrées d'eau dans le site des Salins lors d'épisodes de submersion ;
- Action B : renfort doux du cordon dunaire au droit des bassins du Quenet sud et des Ournèdes (voir Figure 2) qui consiste en :
  - Mesure B.1 : rechargement en sable du cordon dunaire dans les zones les plus endommagées ;
  - Mesure B.2 : implantation d'un dispositif de ganivelles visant à maintenir le sable en place et préserver les milieux dunaires du piétinement ;

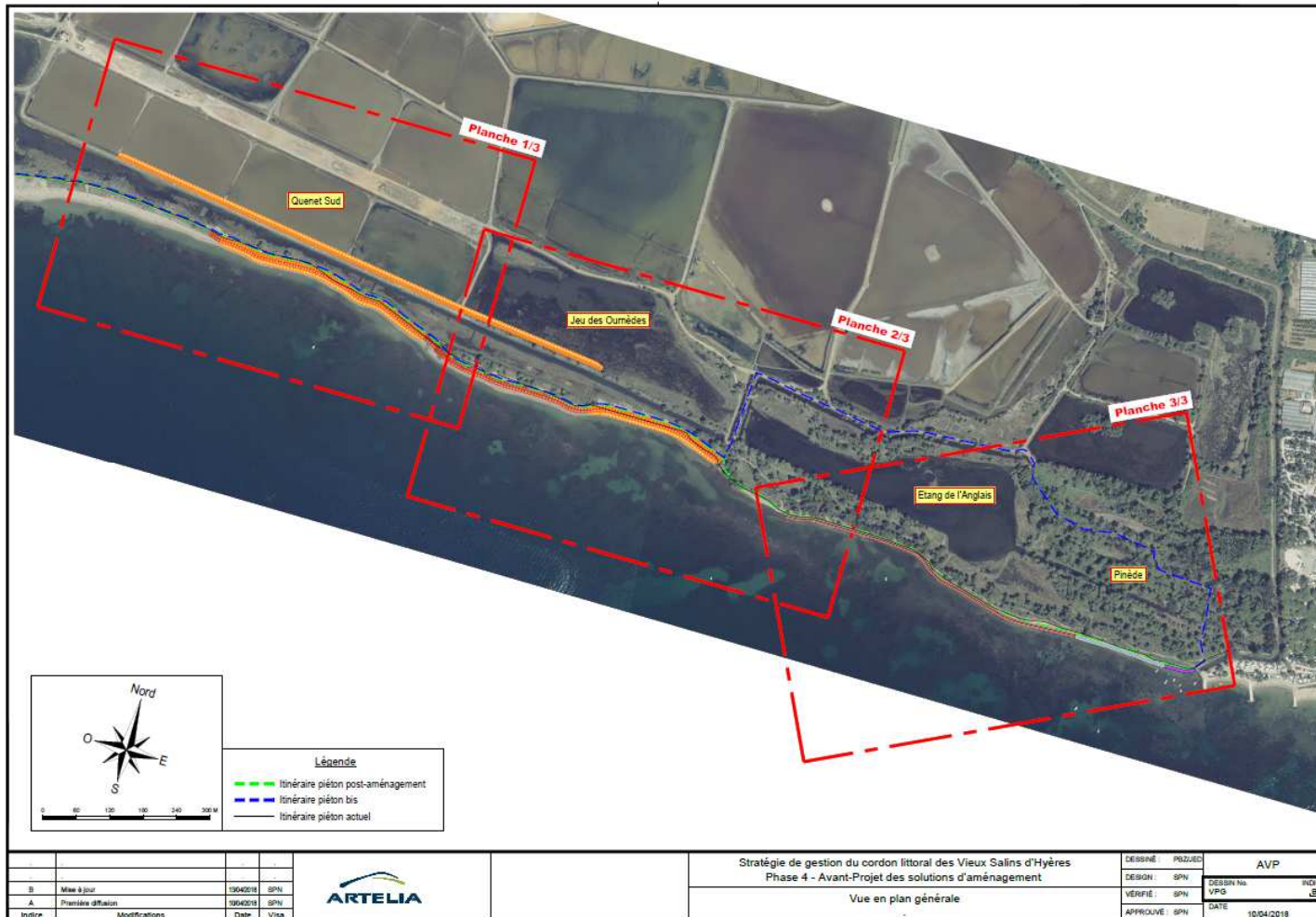
2/ Déplacer la cellule d'érosion provoquée par les enrochements à l'est du site :

- Action C : renaturation du littoral enroché situé au droit de l'étang de l'Anglais et entretien des enrochements au débouché du canal de la Gargatte (voir Figure 3) :
  - Mesure C.1 : suppression d'une partie des enrochements au droit de l'étang de l'Anglais (avec le maintien des enrochements à l'est sur 166 mètres sans entretien, et suivi de l'évolution du trait de côte) ; un linéaire devrait être désenroché dans le futur.

□ Mesure C.2 : entretien des enrochements situés à l'ouest du débouché du canal de la Gargatte, sur un linéaire d'environ 60 mètres, avec des matériaux prélevés sur place lors des opérations de désenrochement (mesure C.1) ;

3/ Assurer la continuité de l'accueil pédestre sur le site :

- Action D : identification du cheminement littoral « bis » pour assurer la continuité du sentier littoral en cas de redistribution du trait de côte (Figure 4).




|                                       |               |                          |            |   |  |   |   |                         |
|---------------------------------------|---------------|--------------------------|------------|---|--|---|---|-------------------------|
|                                       |               |                          |            |  |  | Stratégie de gestion du cordon littoral des Vieux Salins d'Hyères<br>Phase 4 - Avant-Projet des solutions d'aménagement |   | DESSIN : PSZ/JEC<br>AVP |
|                                       |               |                          |            | Vue en plan générale  |  | DESIGN : SPN<br>VÉRIFIÉ : SPN<br>APPROUVÉ : SPN   | DESSIN No. :<br>VPIG<br>DATE : 10/04/2018 | INDICE :<br>5           |
| B Mise à jour<br>A Première diffusion |               | 10/04/2018<br>10/04/2018 | SPN<br>SPN |   |  |   |   |                         |
| Indice                                | Modifications | Date                     | Visa       |   |  |   |   |                         |

Figure 1 : Plan général des travaux aux Vieux Salins d'Hyères



Figure 2 : Plan des travaux de réhabilitation du cordon dunaire



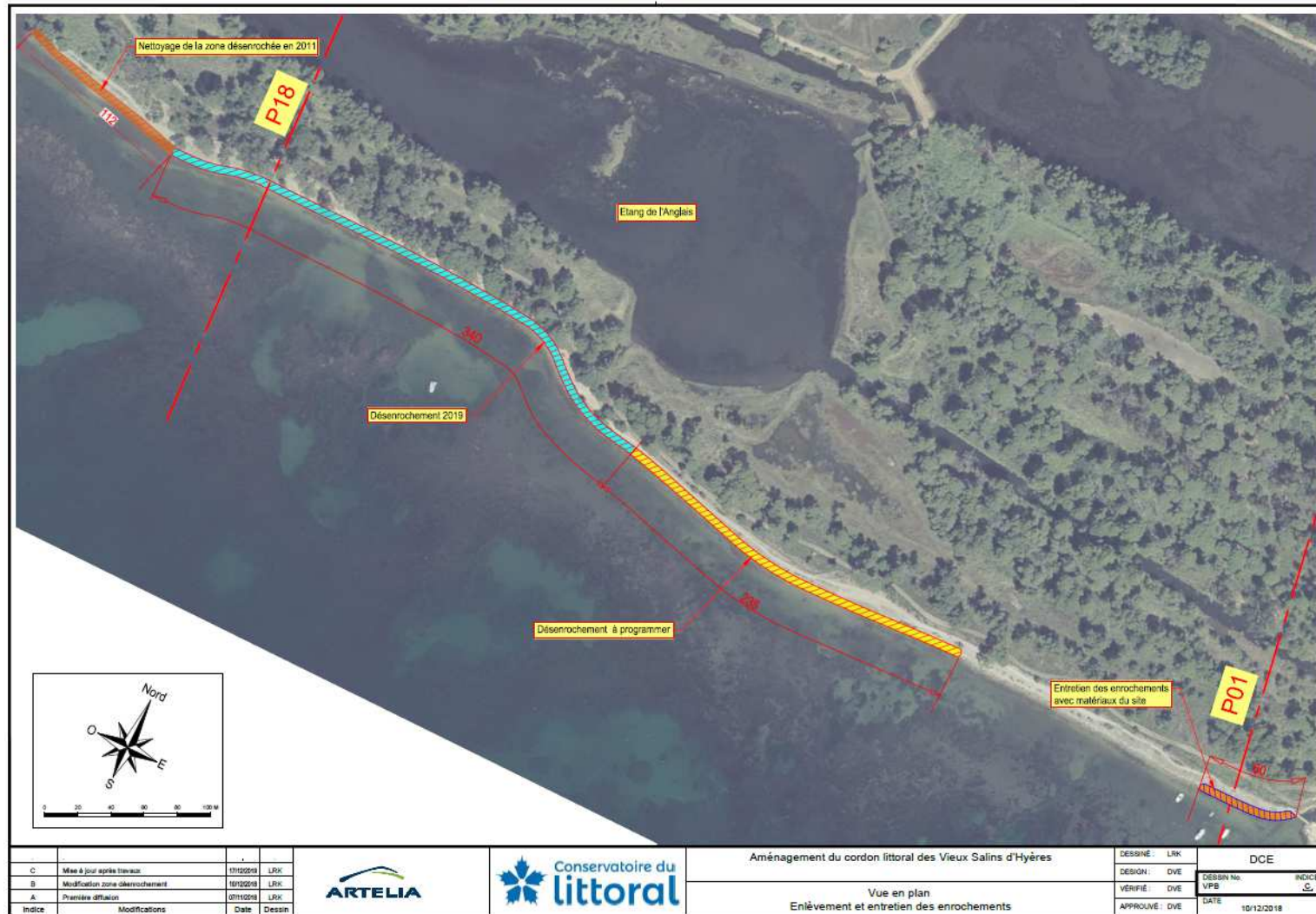


Figure 3 : Plan des travaux de suppression et d'entretien des enrochements



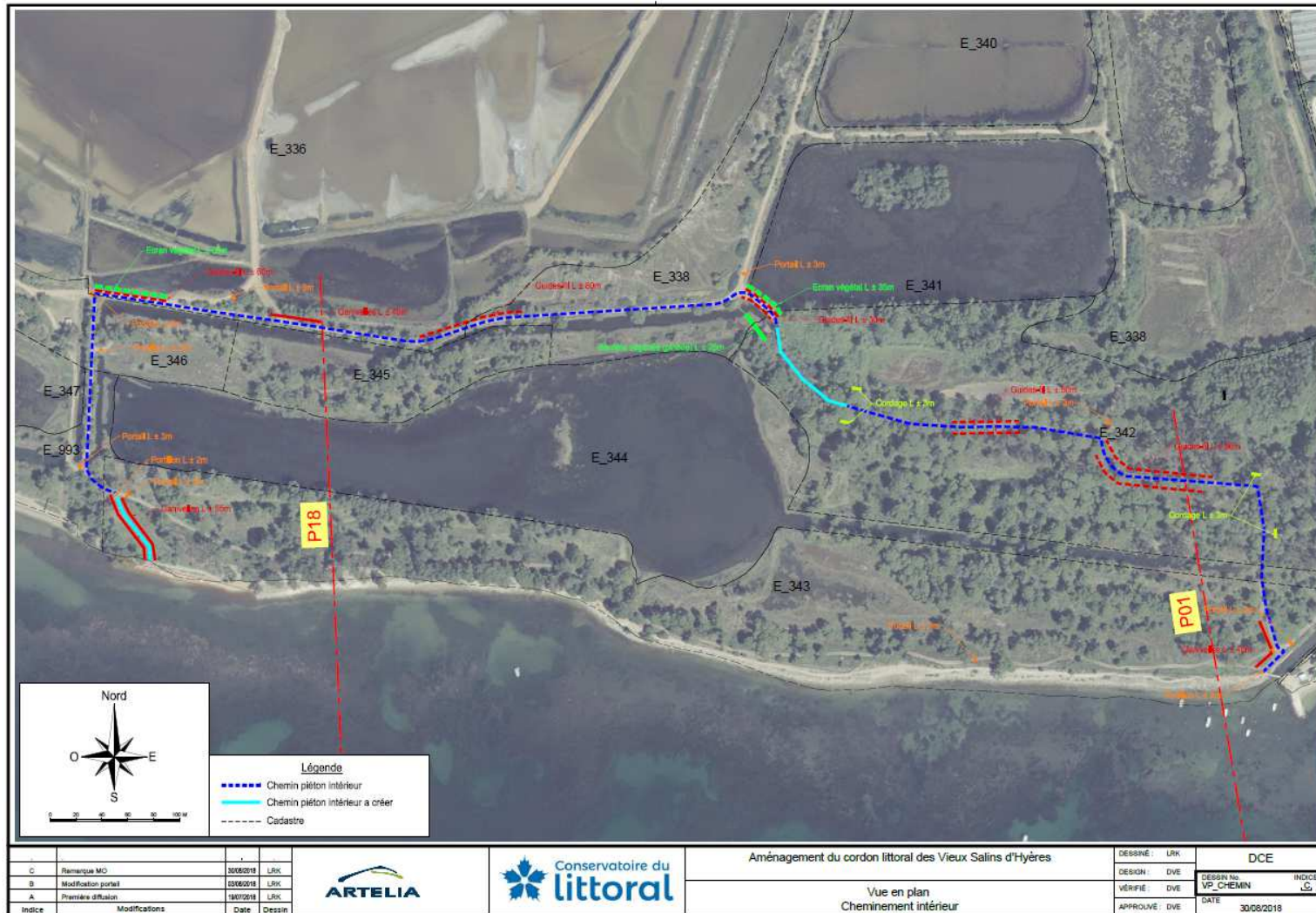


Figure 4 : Plan d'aménagement du sentier bis

## 2 EXECUTION DES TRAVAUX

### 2.1 ACTION A : RENFORCEMENT DES TALUS

Les travaux de réhaussement des talus correspondant à l'action A ont été pris en charge en régie par la Métropole Toulon Provence Méditerranée.



*Figure 5 : Réhaussement du talus longeant le canal d'alimentation*

### 2.2 ACTION B : RECONSTITUTION DU CORDON DUNAIRE

Les travaux de restauration dunaire et l'aménagement du sentier bis se sont déroulés au premier semestre 2019, du 11 avril au 5 juillet. ACTION B : Reconstitution du cordon dunaire

Les opérations de rechargement ont porté sur un linéaire total d'environ 640 m répartis sur deux secteurs, au niveau des portions les plus endommagées du cordon dunaire, dans la continuité du cordon dunaire existant à l'Ouest.

La restauration dunaire a eu lieu en deux temps d'Ouest en Est : d'abord l'apport de matériaux et le façonnage de la dune, puis l'installation des ganivelles. Les travaux se sont déroulés au premier semestre 2019 du 11/4/19 au 5/7/19.

Un volume total d'environ 2000 m<sup>3</sup> de sables issu du dragage des entrées de ports environnants a été mis en place. Les matériaux ont été apportés depuis les stocks (situés à l'intérieur des salins) jusqu'au site dans des dumpers de 3 à 4 m<sup>3</sup>.



Figure 6 : Apport de matériaux de rechargement sur le littoral des Vieux Salins



Figure 7 : Façonnage du profil de dune sur le littoral des Vieux Salins

Le dépôt de matériaux a été adapté à la topographie naturelle et à la sinuosité du littoral, en prenant soin de ne pas recouvrir la végétation et les banquettes de posidonie existantes. La dune ainsi créée a été modélisée par les engins de chantier avec une crête à 1,5 m. La dune a été recouverte d'un mélange de sable et de feuilles de posidonie morte.

Les ganivelles ont ensuite été installées sur l'ensemble du cordon dunaire des Vieux Salins non équipé de ganivelles, situé au droit des bassins du Quenet Sud et du bassin des Ournèdes, correspondant à un linéaire d'environ 1 020 m répartis sur trois secteurs. Au total, le dispositif de ganivelles a mobilisé une longueur 5 000 m de ganivelles implantée selon le principe suivant :

- 3 lignes de défens parallèlement au trait de côte: une rangée de ganivelles au sommet du cordon dunaire côté mer, une rangée de ganivelles au niveau de l'arase du cordon côté terre, une rangée de ganivelles en pied de dune côté sentier ;
- Des refends perpendiculaires réguliers (tous les 5 m) de manière à créer des casiers ;
- Des accès piétons à la plage depuis le sentier tous les 100 m environ.





Figure 8 : Casiers de ganivelles installés sur le cordon dunaire

Des guides-fils ont également été implantés pour délimiter le chemin piéton à l'arrière du cordon dunaire renforcé.



Figure 9 : Installation des guide-fils délimitant le sentier piéton en arrière du cordon dunaire

### **2.3 ACTION D : IDENTIFICATION D'UN CHEMINEMENT « BIS » POUR ASSURER LA CONTINUITÉ DU SENTIER LITTORAL**

Dans le cadre du projet LIFE ADAPTO porté par le Conservatoire du littoral, un sentier piéton de contournement de l'Etang de l'Anglais a été aménagé dans un double objectif :

- Assurer la continuité du sentier littoral entre Hyères et La Londe les Maures durant les travaux
- Assurer cette continuité également lors de forts coups de mer ou lorsque, à terme, le trait de côte aura été redistribué.

Les travaux ont consisté à réaliser du guidage et de la contention sur les pistes déjà existantes dans les Salins, et du débroussaillage dans la pinède de l'Anglais. Pour le guidage, des guides-fils, des cordages et des portails ont été installés. Des végétaux issus de la palette végétale locale ont été plantés pour masquer certaines vues vers les étangs et ainsi préserver la tranquillité des oiseaux (Cf. figures 25, 26 et 27 en fin de rapport).

## 2.4 ACTION C : TRAVAUX SUR LES ENROCHEMENTS

Les opérations sur les enrochements du littoral des Vieux Salins se sont déroulées à l'automne 2019, du 30 septembre au 8 novembre.

Il s'agissait de nettoyer les vestiges de l'ancien enrochement retirés en 2011 à l'extrémité Ouest, de déposer les enrochements et blocs divers sur un linéaire de 340 m et de réaliser un entretien des enrochements à l'extrémité Est, sur un linéaire de 60 m.

L'entreprise en charge des travaux a dans un premier temps retiré les plus gros blocs du secteur à désenrocher (Figure 10).

Une partie de ces blocs a été transportée vers le secteur Est pour permettre de consolider l'ouvrage existant et de rehausser sa crête. Dans ce secteur, du matériau sableux a également été apporté pour combler les trous présents en arrière de l'ouvrage (Figure 12).

Les enrochements de tailles moyennes ont ensuite été retirés avec un godet squelette (Figure 11).

Environ 600 m<sup>3</sup> d'enrochements ont ainsi été retirés du littoral et évacués vers un lieu de stockage temporaire dans les salins.

Suite au désenrochement, les sédiments mis à nu ont été façonnés en pente douce jusqu'à la mer, minimisant ainsi la turbidité de l'eau.

Les enrochements enfouis sous les banquettes de posidonie n'ont pas été touchés afin de réduire l'impact environnemental des travaux.

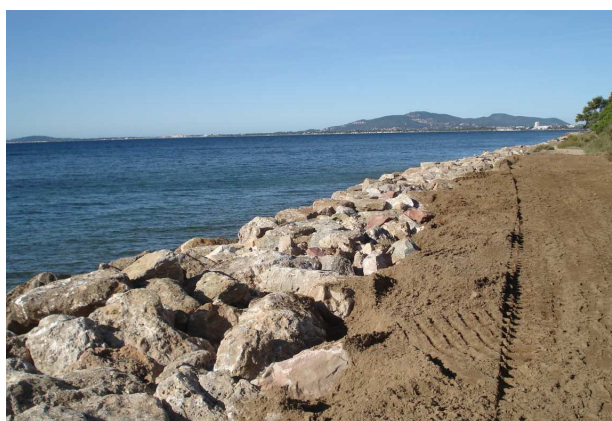
Afin de maintenir l'accès au public pendant la durée des travaux, le sentier aménagé autour de l'étang de l'Anglais a été ouvert pendant les heures de travail des engins. Cependant, une zone de croisement du public et des engins de chantier n'a pu être évitée à l'entrée de ces nouveaux aménagements. Un agent a donc été placé à ce croisement pour assurer la sécurité des usagers.



*Figure 10 : Dépose des plus gros enrochement du littoral des Vieux Salins*



*Figure 11 : Dépose des enrochements avec une pince hydraulique « squelette »*



*Figure 12 : Enrochement remis en état à l'Est du site*

### **3 SUIVIS ENVIRONNEMENTAUX**

#### **1.1. PHASE DE TRAVAUX**

Conformément à ses engagements en faveur de la préservation du milieu naturel, le Conservatoire du littoral a missionné un écologue pour accompagner les opérations et minimiser leur impact sur l'environnement.

En amont des travaux, l'écologue a réalisé un repérage et un balisage des espèces protégées et patrimoniales (principalement des pieds de Lys de mer et de Liseron des sables sur les dunes et des romulées sur les zones d'entrepôt) ainsi que des zones de chantier.





Figure 13 : Balisage des espèces protégées et envahissantes avant les travaux (AGIR Ecologique, 2019)

Il a aussi sensibilisé les équipes de l'entreprise de travaux aux mesures de protection environnementales. Il a notamment encadré l'arrachage des quelques espèces envahissantes présentes sur site. L'écologue a réalisé des audits réguliers pour s'assurer du bon déroulé des opérations et rappeler les consignes.

Pour être en conformité avec ses engagements environnementaux, le Conservatoire du littoral, a demandé à l'entreprise de travaux de prendre des mesures de protections contre la turbidité ainsi que des mesures spécifiques pour protéger les reptiles et les amphibiens, en particulier pendant la phase de désenrochement.

Au regard du contexte hivernal et de la typologie des enrochements concernés (peu d'amas de blocs, proximité directe de la mer), l'écologue n'a pas jugé utile de déployer de filet anti amphibien. Cette mesure n'a donc pas été suivie. Par ailleurs, suite à une alerte lancée par le Parc National de Port Cros concernant la présence de Chilopodes (mille-pattes) dans les enrochements, il a été convenu de limiter le roulement des engins sur la plage et de maintenir sur site les plus petits blocs ainsi que les accumulations de posidonies et de déchets organiques en place. Ainsi, les individus dérangés ont pu trouver refuge.

Un protocole de protection a été établi en cas de découverte de reptile, et notamment de serpents. Il s'agit de laisser le temps à l'individu de fuir et si besoin de l'inciter à fuir sans le blesser. Ce protocole a été appliqué lors de la découverte d'une couleuvre.

Enfin, pour limiter la dispersion de matière en mis en suspension par les opérations de désenrochement, l'entreprise a utilisé un barrage à sédiment. Il s'agit d'un rideau de geotextile permettant de confiner le secteur de travaux, par tronçons de 60m. L'écologue a observé la bonne efficacité de la mesure et l'absence de turbidité hors de la zone confinée. Les mesures quotidiennes de la turbidité prévues ont donc été abandonnées et remplacées par des justifications photographiques.



*Figure 14 : Barrage anti-décontamination déployé pendant les travaux de désenrochement aux Vieux Salins d'Hyères (2019)*

### **3.1 SUIVI DE L'HERBIER DE POSIDONIE**

Dans le cadre du projet LIFE Adapto et conformément à ses engagements auprès des autorités environnementales, le Conservatoire du littoral a lancé en 2019 une étude de suivi des herbiers marins et en particulier de l'herbier de posidonie présents au droit des Vieux Salins. Cette étude consiste en 4 campagnes de mesures de la limite haute de l'herbier de posidonie et des surfaces couvertes par les herbiers de cymodocées. Ce suivi cartographique est complété par un suivi de la vitalité des herbiers. Cette étude permettra d'évaluer l'impact (ou pas) des travaux sur ces herbiers.

A partir d'images aériennes haute définition acquises par drone et géoréférencées, les herbiers sont contournés sous SIG (différence de teinte sur la photo), avec une résolution d'environ 20 cm. Des observations en plongée permettent ensuite de vérifier la réalité du terrain. La première campagne a été réalisée en septembre 2019, avant les travaux de désenrochement. La seconde campagne sera réalisée au printemps 2020, la troisième en septembre 2020 et la dernière campagne au printemps 2021. Les cartographies issues de ces 4 campagnes seront comparées et permettront d'évaluer les évolutions de l'herbier.

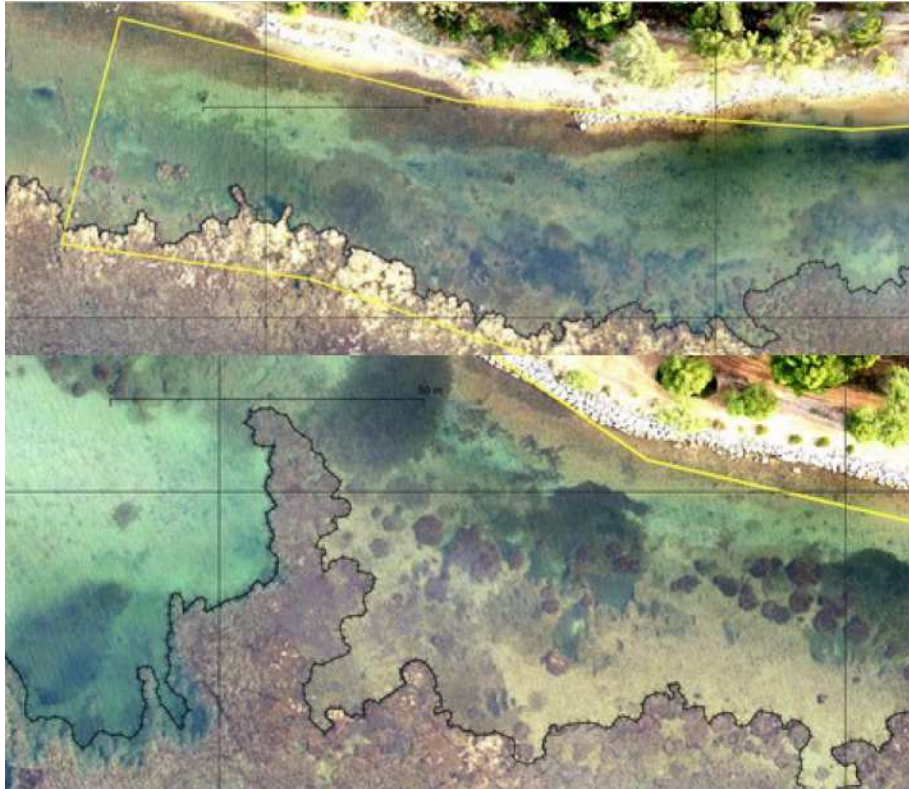


Figure 15 : Contours de référence de l'herbier de posidonie sur deux secteurs du littoral des Vieux Salins d'Hyères (SEMANTIC-TS, 2019)

#### 4 SUIVI DE LA TOPOGRAPHIE

Dans le cadre du projet LIFE Adapto, un suivi topographique du littoral des Vieux Salins est mis en place. Ce suivi est réalisé par le BRGM, bénéficiaire associé au Conservatoire du Littoral pour ce projet.

Chaque trimestre, le BRGM réalise des suivis de la topographie de la plage le long de 8 transects ainsi qu'un suivi de la position du trait de côte.

Deux fois par an, le BRGM réalise aussi un suivi de la topographie basé sur des images aériennes acquises par ULM et traitées par photogrammétrie pour obtenir un modèle numérique de terrain (MNT) de la totalité de la plage.

En fin de projet Life Adapto (fin 2021), les 12 levés topographiques et les 6 MNT seront comparés les uns aux autres pour évaluer l'impact des travaux et en particulier l'impact du désenrochement sur la morphologie du littoral des Vieux Salins.

Les premiers résultats disponibles n'incluent pas les premiers levés post-désenrochement. Les changements morphologiques observés sont donc limités (Figure 16).



Figure 16 : Evolution de la position du trait de côte sur une partie du linéaire des Vieux Salins entre mars 2018 et juin 2019 (BRGM 2019)



## 5 ILLUSTRATIONS DE L'ÉVOLUTION DES PAYSAGES

Les illustrations ci-après présentent l'évolution des paysages aux Vieux Salins avant, pendant et après les travaux de renaturation.



*Figure 17 : Localisation des illustrations suivantes*

Les *Figure 18* à *Figure 21* présentent l'évolution des paysages dunaires sur les secteurs restaurés. Les *Figure 22* à *Figure 25* illustrent le désenrochement. La *Figure 26* montre le résultat de la remise en état de l'enrochement à l'Est du site. Enfin, les *Figure 27* à *Figure 29* donnent à voir les aménagements réalisés le long du sentier de contournement de l'Étang de l'Anglais.



*Figure 18 : Evolution du paysage dunaire au point 1 (de haut en bas : avril 2019 avant les travaux ; avril 2019 : pendant le rechargement ; juin 2019 : installation des ganivelles fin des travaux)*





*Figure 19 : Evolution du paysage dunaire au point 2 (de haut en bas : avril 2019 avant les travaux ; mai 2019 : après le rechargement ; juin 2019 : installation des ganivelles ; juillet 2019 : à la fin des travaux)*



Figure 20 : Evolution du paysage dunaire au point 3 (de haut en bas : mai 2019 suite au rechargement ; juin 2019 : à la fin des travaux)







*Figure 21 : Evolution du paysage dunaire au point 4 (de haut en bas : avril 2019 avant les travaux ; mai 2019 : après le rechargement ; juin 2019 : installation des ganivelles ; juillet 2019 : à la fin des travaux)*







*Figure 22 : Evolution du tronçon désenroché au point 5 (de haut en bas : septembre 2019 avant travaux; octobre 2019 : pendant travaux ; 24 octobre 2019 : après travaux et tempête)*





Figure 23 : Evolution du tronçon désenroché au point 6 (de haut en bas : septembre 2019 avant travaux; octobre 2019 : pendant travaux ; novembre 2019 : après travaux et tempêtes)



*Figure 24 : Evolution du tronçon désenroché au point 7 (de haut en bas : septembre 2019 avant travaux; novembre 2019 : après travaux et tempête)*





*Figure 25 : Evolution du tronçon désenroché au point 8 (de haut en bas : septembre 2019 avant travaux; novembre 2019 : après travaux et tempêtes)*



Figure 26 : Evolution du tronçon de maintien des enrochements au point 9 (de haut en bas : septembre 2019 avant travaux; novembre 2019 : après travaux et tempête)



Figure 27 : Entrée du sentier de contournement de l'Etang de l'Anglais (point 10)





*Figure 28 : Guides-fils le long du sentier de contournement de l'Etang de l'Anglais (point 11)*



*Figure 29 : Guides-fils le long dans la pinède de l'Anglais (point 12)*





# Report Rinaturalizzazione del sito delle Vecchie Saline Hyères (infrastruttura verde)

---

**Componente: T3**

**Partner responsabile: Conservatoire du Littoral**

**Data: Febbraio 2020**

## **T3.4 Relazione sulle infrastrutture**

Sito pilota del Vieux Salins - Hyères,  
Francia

CONSERVATORIO COSTIERO

Versione 01 - Febbraio 2020



# PAGINA DEI CONTENUTI

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>PROMEMORIA DEL PIANO DI INTERVENTO.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>ESECUZIONE DI LAVORO .....</b>   | <b>6</b>  |
| 2.1      | AZIONE A: RINFORZO DEGLI ARGINI .....   | 6         |
| 2.2      | AZIONE B: RICOSTITUZIONE DEL CORDONE DUNARE .....   | 6         |
| 2.3      | AZIONE D: IDENTIFICAZIONE DI UN PERCORSO "BIS" PER<br>GARANTIRE LA CONTINUITA DEL PERCORSO COSTIERO ..... | 7         |
| 2.4      | AZIONE C: LAVORO DI STRAPPO .....   | 7         |
| <b>3</b> | <b>FOLLOW-UP AMBIENTALI.....</b>  | <b>8</b>  |
| 1.1.     | FASE DI COSTRUZIONE.....  | 8         |
| 3.1      | MONITORAGGIO DELLA PRATERIA DI POSIDONIA.....   | 9         |
| <b>4</b> | <b>MONITORAGGIO DELLA TOPOGRAFIA .....</b>  | <b>9</b>  |
| <b>5</b> | <b>ILLUSTRAZIONI DELL'EVOLUZIONE DEI PAESAGGI.....</b>  | <b>11</b> |

# 1 PROMEMORIA DEL PIANO DI INTERVENTO

Il litorale sabbioso di fronte al sito di Vieux Salins d'Hyères soffre da decenni di una maggiore erosione dovuta a molteplici fenomeni combinati (innalzamento del livello del mare, modifica della cellula idrosedimentaria, artificializzazione del litorale, sovraffollamento pubblico, ecc.). Durante le tempeste, essa presenta un rischio di rottura, che porterebbe alla penetrazione marina a livello dei canali di approvvigionamento delle ex saline situate al di sotto del livello medio del mare. Questa evoluzione morfologica aumenterebbe il rischio di inondazione del sito per sommersione ma anche di alcune zone abitate del paesino di "Les Salins" (attraverso il canale di approvvigionamento). Infine, ciò pregiudicherebbe l'attuale funzionamento idraulico del sito e sarebbe in contrasto con gli obiettivi di gestione e valorizzazione definiti dal Conservatoire du littoral.

Una prima operazione di de-rocking è stata effettuata nel 2011 dal Conservatoire du Littoral per rimuovere i blocchi di macerie e cemento che l'ex proprietario (la Compagnie des Salins du Midi aveva depositato come riprap).

L'applicazione della strategia transfrontaliera di Maregot combinata con uno studio realizzato dalla Metropoli Toulon Provence Méditerranée (Artelia, 2017-2018) ha portato alla definizione del seguente piano d'intervento: per limitare il rischio di sommersione ed erosione, si propone di rimuovere una parte del litorale al fine, da un lato, di spostare la cellula di erosione prodotta dal riprap in un settore non problematico, ma anche in vista di una gestione flessibile del litorale e della bonifica del paesaggio.

Pertanto, gli sviluppi proposti nel piano d'intervento sono suddivisi nelle azioni presentate di seguito:

1/ Proteggere il sito dalla sommersione marina ricostituendo una duna e innalzando "dighe" in seconda fila:

- Azione A: Rafforzamento del terrapieno di terra situato sul retro del canale di approvvigionamento a destra del Quenet Sud e monitoraggio dell'evoluzione del terrapieno di terra situato a destra del Jeu des Ournèdes per limitare l'ingresso di acqua nel sito delle Saline durante gli episodi di sommersione;
- Azione B: delicato rinforzo della barriera dunale nei bacini di Quenet Sud e di Ournèdes (vedi Figura 2) costituito da :
  - Misura B.1: ricaricare la sabbia del cordone dunale nelle zone più danneggiate;
  - Misura B.2: Implementazione di un sistema a manovella per mantenere la sabbia in posizione e preservare gli ambienti dunali da calpestio ;

2/ Riposizionare la cella di erosione di riprap ad est del sito:

- Azione C: rinaturalizzazione del litorale di riprap situato nella zona dell'Etang de l'Anglais e manutenzione del riprap all'uscita del canale di Gargatte (vedi Figura 3):
  - Misura C.1: rimozione di parte del riprap presso lo stagno di Etang de l'Anglais (con il riprap ad est mantenuto per 166 metri senza

manutenzione, e monitoraggio dell'evoluzione della linea di costa); una linea dovrebbe essere de-rocked in futuro.

□ Misura C.2: manutenzione dello strappo situato ad ovest dello sbocco del canale di Gargatte, su una linea di circa 60 metri, con materiale prelevato dal sito durante le operazioni di rimozione della roccia (misura C.1);

3/ Assicurare la continuità dell'accoglienza pedonale sul sito:

- Azione D: Identificazione del sentiero costiero "bis" per garantire la continuità del sentiero costiero in caso di redistribuzione della linea di costa (Figura 4).



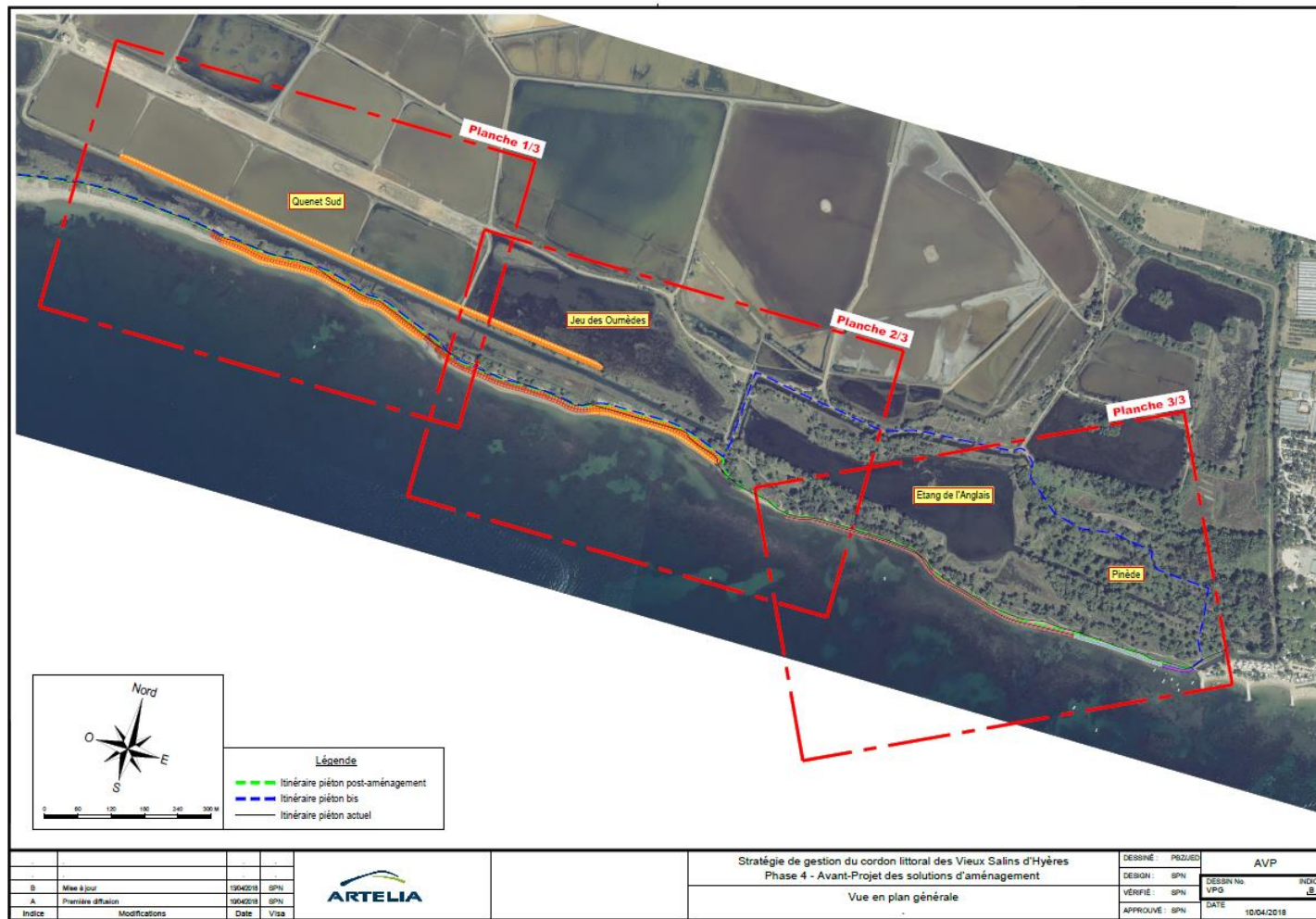


Figura 1: Schema generale dei lavori al Vieux Salins d'Hyères

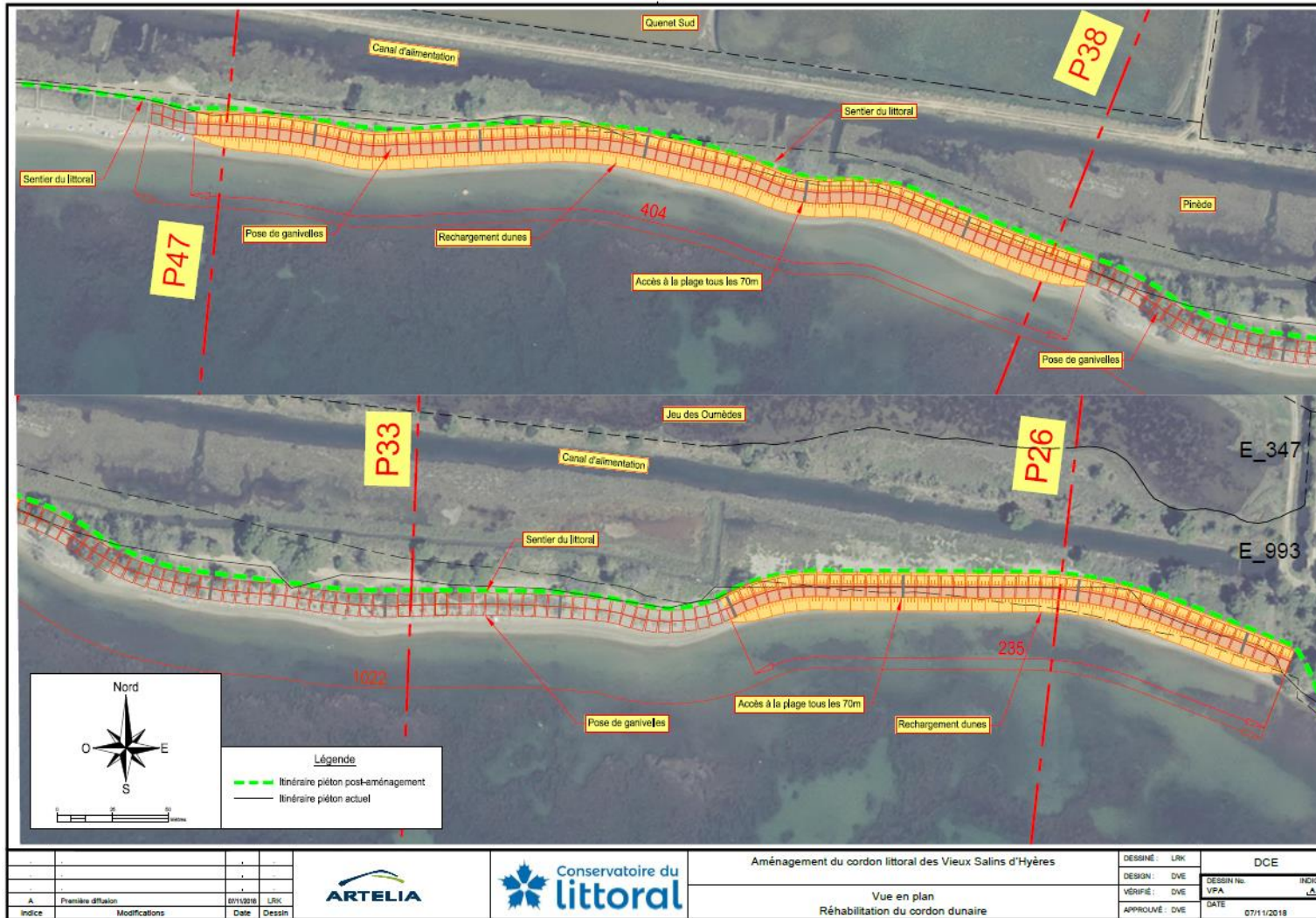


Figura 2: Piano di lavoro per la riabilitazione del cordone dunare





Figura 3: Piano di lavoro per la rimozione e la manutenzione di Riprap



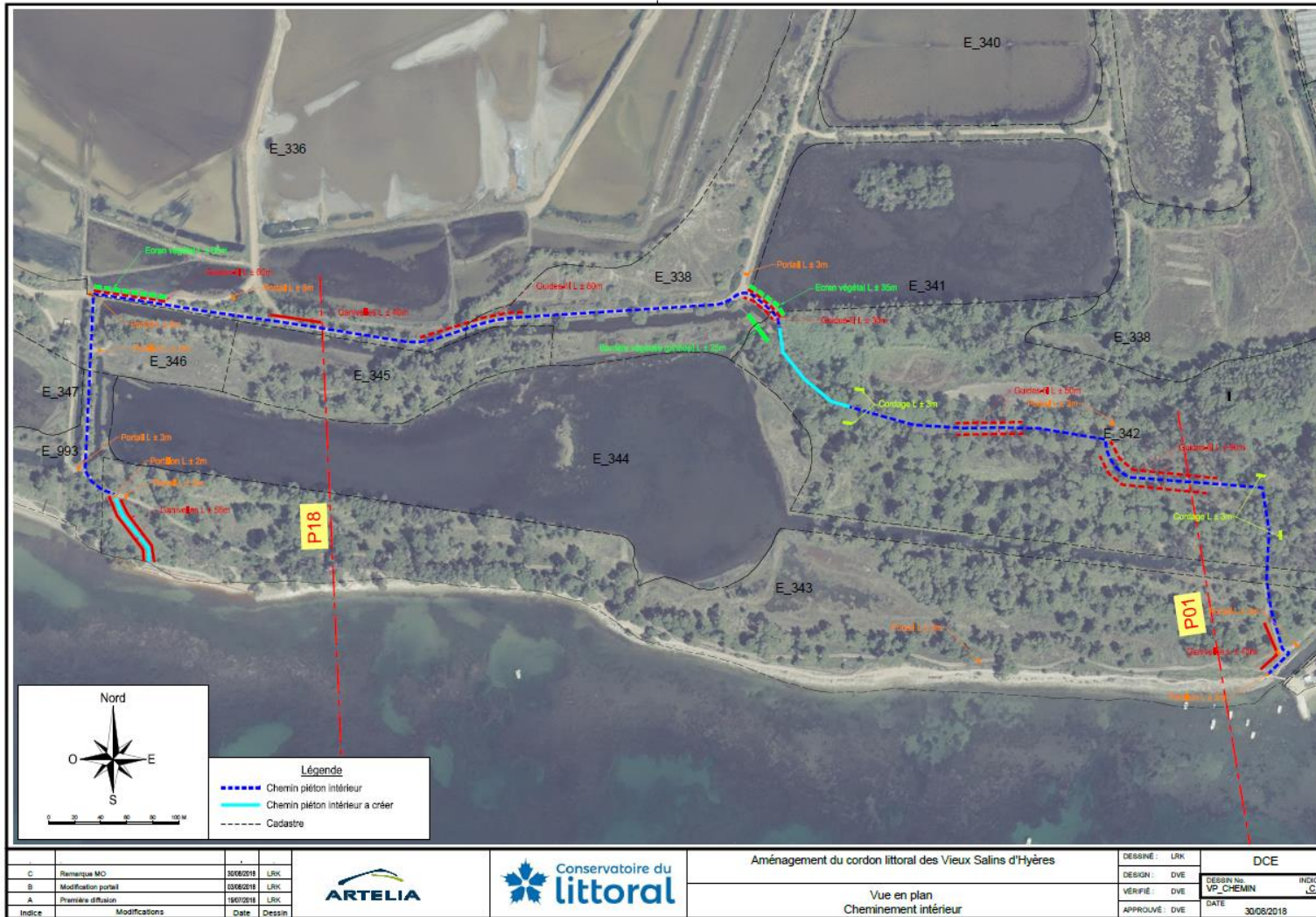


Figura 4: Piano di sviluppo per il Trail bis

## 2 ESECUZIONE DI LAVORO

### 2.1 AZIONE A: RINFORZO DEGLI ARGINI

I lavori di innalzamento dei terrapieni corrispondenti all'azione A sono stati realizzati sotto la supervisione della Metropoli Toulon Provence Méditerranée.

### 2.2 AZIONE B: RICOSTITUZIONE DEL CORDONE DUNARE

I lavori di restauro delle dune e lo sviluppo del trail bis hanno avuto luogo nella prima metà del 2019, dall'11 aprile al 5 luglio. AZIONE B: Ricostruzione del cordone dunare

Le operazioni di relanding hanno coperto una distanza lineare totale di circa 640 m distribuiti su due settori, nelle porzioni più danneggiate della barriera dunale, in continuità con la barriera dunale esistente ad ovest.

Il restauro della duna si è svolto in due fasi da ovest a est: prima l'aggiunta di materiali e la modellazione della duna, poi l'installazione delle manovelle. I lavori si sono svolti nel primo semestre del 2019 dal 11/4/19 al 5/7/19.

È stato messo in opera un volume totale di circa 2000 m<sup>3</sup> di sabbia proveniente dal dragaggio degli ingressi dei porti circostanti. Il materiale è stato portato dai depositi (situati all'interno delle saline) al sito in dumper da 3 a 4 m<sup>3</sup>.



Figura 5: Aggiunta di materiali di ricarica alla linea di costa del Vieux Salins



Figura 6: Modellamento del profilo della duna sul litorale del Vieux Salins

Il deposito di materiale è stato adattato alla topografia naturale e alla sinuosità della costa, facendo attenzione a non coprire la vegetazione esistente e le praterie di Posidonia. La duna così creata è stata modellata da macchine edili con una cresta di 1,5 m. La duna era coperta da una miscela di sabbia e foglie di Posidonia morta.

Le manovelle sono state poi installate su tutta la barriera dunale Vieux Salins non dotata di manovelle, situata a destra dei bacini di Quenet Sud e di Ournèdes, corrispondente ad una distanza lineare di circa 1.020 m distribuita su tre settori. In totale sono stati mobilitati 5.000 m di pattini per gru, installati secondo il seguente principio:

- 3 linee di difesa parallele alla linea di costa: una fila di manovelle in cima alla barriera dunale sul lato mare, una fila di manovelle a livello della barriera dunale sul lato terra, una fila di manovelle ai piedi della barriera dunale sul lato sentiero;
- Fessure perpendicolari regolari (ogni 5 m) per creare trappole;
- Accesso pedonale alla spiaggia dal sentiero ogni 100 m circa.



*Figura 7: Involucri installati sul cordone della duna*

Sono state installate anche delle guide metalliche per delineare la passerella pedonale dietro la barriera dunale rinforzata.



*Figura 8: Installazione dei guidafili che delimitano il percorso pedonale dietro il crinale della duna*



### **2.3 AZIONE D: INDIVIDUAZIONE DI UN PERCORSO "BIS" PER GARANTIRE LA CONTINUITA' DEL PERCORSO COSTIERO**

Nell'ambito del progetto LIFE ADAPTO guidato dal Conservatorio del litorale, è stato sviluppato un percorso pedonale intorno all'Etang de l'Anglais con un duplice obiettivo:

- Assicurare la continuità del percorso costiero tra Hyères e La Londe les Maures durante i lavori.
- Per garantire questa continuità anche durante le forti onde o quando, a lungo termine, la linea di costa sarà stata ridistribuita.

Il lavoro è consistito nella guida e nel contenimento dei sentieri esistenti nei Salins, e nello sgombero della boscaglia nella pineta inglese. Per la guida sono stati installati guidafili, funi e cancelli. La vegetazione della tavolozza delle piante locali è stata piantata per mascherare alcune vedute verso gli stagni e preservare così la tranquillità degli uccelli (cfr. figure 25, 26 e 27 alla fine del rapporto).

### **2.4 AZIONE C: LAVORO DI STRAPPO**

Le operazioni di Riprap sulla linea di costa del Vieux Salins si sono svolte nell'autunno del 2019, dal 30 settembre all'8 novembre.

Si è trattato di ripulire i resti del vecchio riprap rimosso nel 2011 all'estremità occidentale, di posare il riprap e vari blocchi su un tratto di 340 metri e di mantenere il riprap all'estremità orientale su un tratto di 60 metri.

L'azienda incaricata dei lavori ha inizialmente rimosso i blocchi più grandi dall'area da de-rockerare (Figura 9).

Alcuni di questi blocchi sono stati trasportati nel settore orientale per consolidare la struttura esistente e innalzarne la cresta. In questo settore è stato portato anche materiale sabbioso per riempire i fori dietro la struttura (Figura 11).

Lo strappo di medie dimensioni è stato poi rimosso con un secchio a scheletro (Figura 10).

Circa 600 m<sup>3</sup> di materiale di scarto sono stati quindi rimossi dal litorale ed evacuati in un sito di stoccaggio temporaneo nelle saline.

A seguito del de-rocking, i sedimenti esposti sono stati delicatamente inclinati verso il mare, riducendo al minimo la torbidità dell'acqua.

Lo strappo sepolto sotto le praterie di Posidonia non è stato intaccato per ridurre l'impatto ambientale dell'opera.

Per mantenere l'accesso al pubblico durante i lavori, il sentiero costruito intorno allo stagno dell'Etang de l'Anglais è stato aperto durante l'orario di lavoro delle macchine. Tuttavia, un'area in cui il pubblico e i macchinari edili si incrociavano non poteva essere evitata all'ingresso di queste nuove strutture. A questo incrocio è stato quindi collocato un agente per garantire la sicurezza degli utenti.



*Figura 9: Rimozione del più grande strappo dalla linea di riva del Vieux Salins.*



*Figura 10: Rimozione dello strappo con una pinza idraulica "a scheletro"*



*Figura 11: Ricostruzione della roccia a est del sito*

### **3 FOLLOW-UP AMBIENTALI**

#### **1.1. FASE DI COSTRUZIONE**

In linea con il suo impegno per la conservazione dell'ambiente naturale, il Conservatoire du littoral ha nominato un ecologo per accompagnare le operazioni e minimizzare il loro impatto sull'ambiente.

Prima del lavoro, l'ecologista ha identificato e delimitato le specie protette e patrimonio (principalmente giglio di mare e convolvolo sulle dune e convolvolo sulle dune e convolvolo sulle aree di stoccaggio), nonché le aree di lavoro.

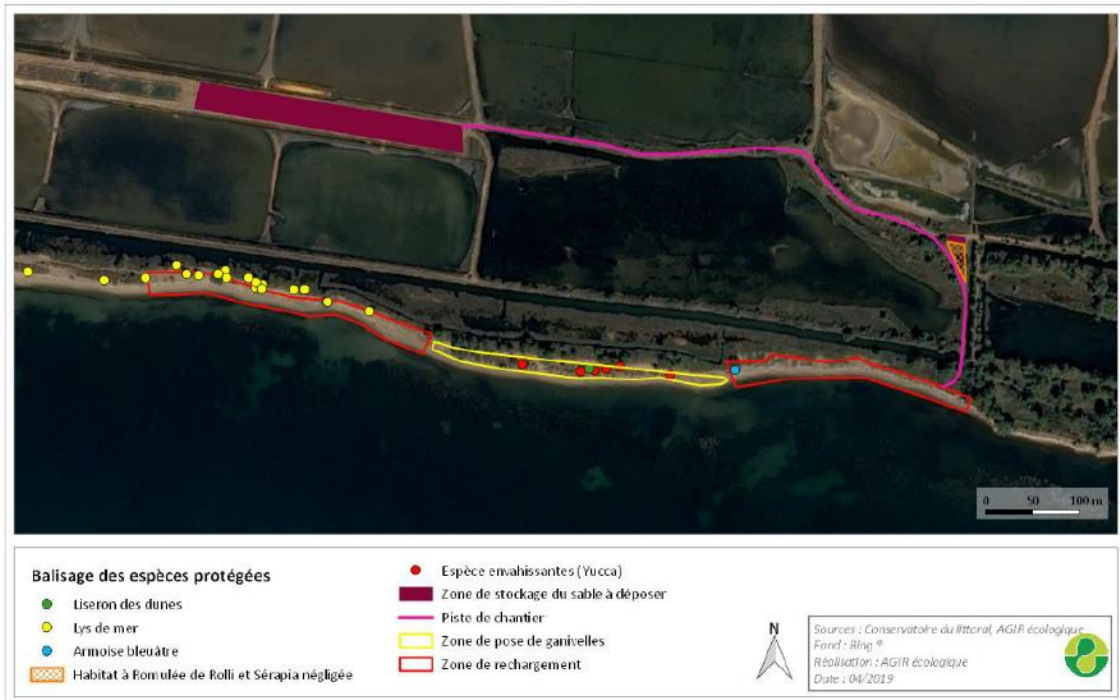


Figura 12: Marcatura delle specie protette e invasive prima del lavoro (AGIR Ecologique, 2019)

Ha inoltre sensibilizzato i team dell'impresa di costruzioni alle misure di protezione ambientale. In particolare, ha supervisionato lo sradicamento delle poche specie invasive presenti sul sito. L'ecologista ha effettuato regolari audit per garantire che le operazioni fossero eseguite correttamente e per ribadire le istruzioni.

Per rispettare i suoi impegni ambientali, il Conservatoire du Littoral ha chiesto all'impresa di costruzioni di adottare misure di protezione contro la torbidità e misure specifiche per proteggere rettili e anfibi, in particolare durante la fase di de-rocking.

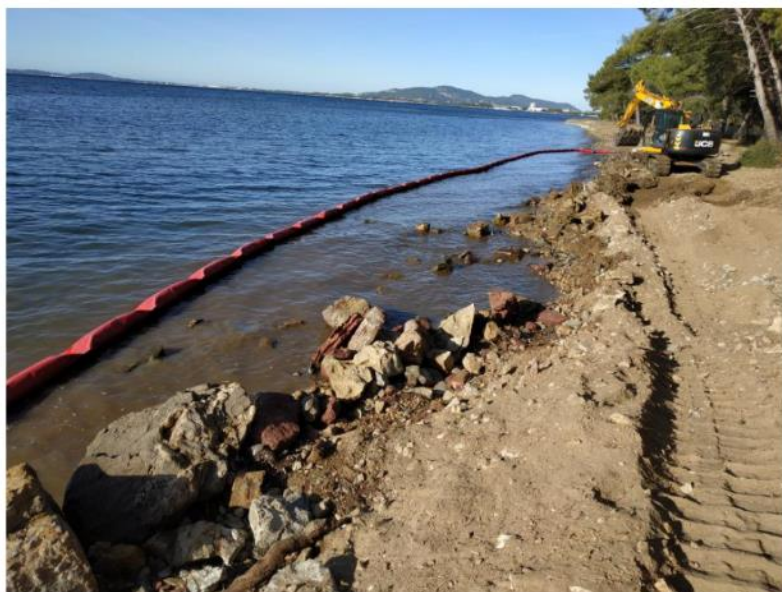
Considerato il contesto invernale e il tipo di strappi (pochi massi, vicinanza diretta al mare), l'ecologista non ha ritenuto utile l'impiego di una rete anti-amibi. Questa misura non è stata quindi seguita. Inoltre, a seguito di un allarme emesso dal Parco Nazionale di Port Cros riguardo la presenza di Chilopods (millepiedi) nel riprap, è stato concordato di limitare il rotolamento degli ingranaggi sulla spiaggia e di mantenere i massi più piccoli così come gli accumuli di posidonia e di rifiuti organici. Così, gli individui disturbati hanno potuto trovare rifugio.

È stato stabilito un protocollo di protezione nel caso in cui vengano scoperti dei rettili, compresi i serpenti. Si tratta di dare al singolo il tempo di fuggire e, se necessario, di indurlo a fuggire senza ferirlo. Questo protocollo è stato applicato quando è stato scoperto un serpente.

Infine, per limitare la dispersione della materia sospesa mediante operazioni di de-rocking, la società ha utilizzato una diga di sedimentazione. Si tratta di una tenda geotessile che delimita l'area di lavoro in sezioni di 60 metri. L'ecologo ha osservato la buona efficienza della misura e l'assenza di torbidità al di fuori dell'area confinata. Le misure di torbidità



giornaliere previste sono state quindi abbandonate e sostituite da giustificazioni fotografiche.



*Figura 13: Boma anti dispersione dispiegato durante i lavori di disarmo al Vieux Salins d'Hyères (2019)*

### **3.1 MONITORAGGIO DELLA PRATERIA DI POSIDONIA**

Nell'ambito del progetto LIFE Adapto e in conformità con gli impegni assunti nei confronti delle autorità ambientali, nel 2019 il Conservatoire du littoral ha avviato uno studio di monitoraggio delle praterie di fanerogame e in particolare della prateria di Posidonia presente nell'area del Vieux Salins. Questo studio consiste in 4 campagne di misurazione del limite superiore della prateria di Posidonia e delle superfici coperte dalle praterie di cimodocea. Questo follow-up cartografico è completato da un follow-up della vitalità dei prati. Questo studio permetterà di valutare l'impatto (o meno) del lavoro su questi letti.

Dalle immagini aeree ad alta definizione acquisite da UAV e georeferenziate, i prati sono sagomati sotto GIS (differenza di colore sulla foto), con una risoluzione di circa 20 cm. Le osservazioni subacquee vengono poi utilizzate per verificare la realtà del terreno. La prima campagna è stata realizzata nel settembre 2019, prima dei lavori di de-rocking. La seconda campagna si svolgerà nella primavera del 2020, la terza nel settembre 2020 e l'ultima nella primavera del 2021. Le mappe risultanti da queste 4 campagne saranno confrontate e permetteranno di valutare l'evoluzione dell'erbario.

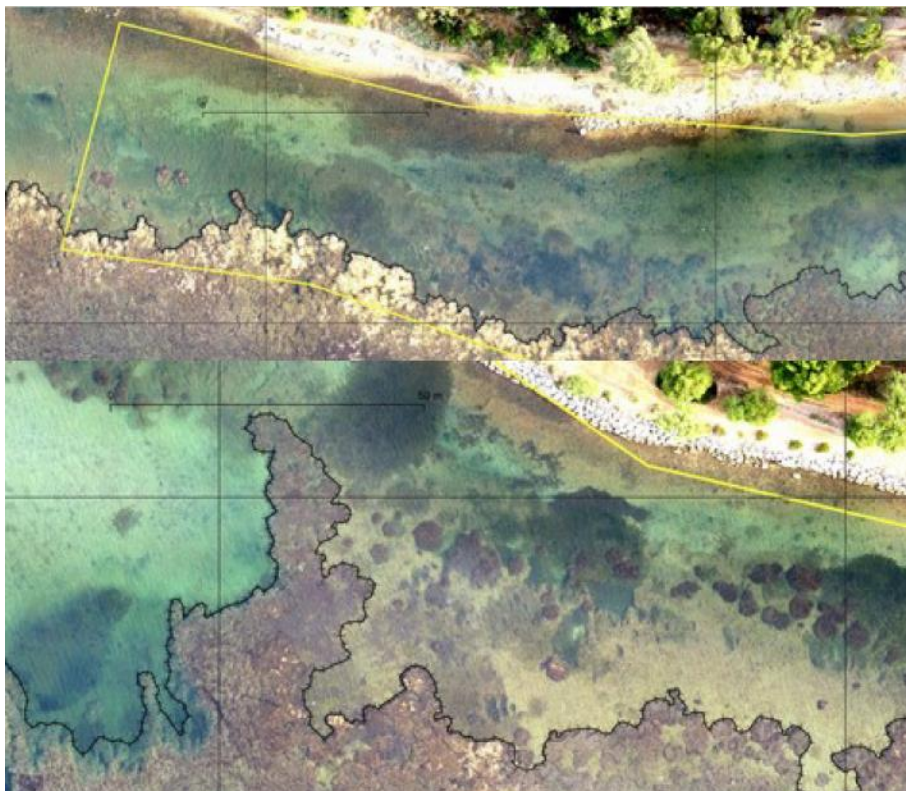


Figura 14: Contorni di riferimento della prateria di Posidonia su due settori della costa del Vieux Salins d'Hyères (SEMANTIC-TS, 2019)

## 4 MONITORAGGIO DELLA TOPOGRAFIA

Nell'ambito del progetto LIFE Adapto, è in corso di realizzazione un monitoraggio topografico della costa del Vieux Salins. Questo monitoraggio è effettuato dal BRGM, un beneficiario associato al Conservatoire du Littoral per questo progetto.

Ogni trimestre il BRGM effettua il monitoraggio della topografia della spiaggia lungo 8 transetti e il monitoraggio della posizione della linea di costa.

Due volte all'anno, BRGM monitora anche la topografia sulla base di immagini aeree acquisite con microluce ed elaborate con la fotogrammetria per creare un modello digitale del terreno (DTM) dell'intera spiaggia.

Al termine del progetto Life Adapto (fine 2021), i 12 rilievi topografici e i 6 DTM saranno confrontati tra loro per valutare l'impatto dell'opera e in particolare l'impatto del de-rocking sulla morfologia della costa del Vieux Salins.

I primi risultati disponibili non comprendono i primi sondaggi post-disconnessione. I cambiamenti morfologici osservati sono quindi limitati (Figura 15).



Figura 15: Evoluzione della posizione della linea di costa su parte della linea del Vieux Salins tra marzo 2018 e giugno 2019 (BRGM 2019)

## 5 ILLUSTRAZIONI DELL'EVOLUZIONE DEI PAESAGGI

Le illustrazioni sottostanti mostrano l'evoluzione dei paesaggi di Vieux Salins prima, durante e dopo il lavoro di rinaturalizzazione.







*Figura 16: Posizione delle seguenti illustrazioni*

*Figura 17a* *Figura 20* mostra l'evoluzione dei paesaggi dunali sulle aree restaurate. La *Figura 24* illustra il de-cropping. La *Figura 25* mostra il risultato della bonifica di riprap ad est del sito. Infine, i *Figura 26* *Figura 28* sviluppi effettuati lungo il percorso intorno alla circonvallazione dell'Etang de l'Anglais.





*Figura 17: Evoluzione del paesaggio dunale al punto 1 (dall'alto verso il basso: aprile 2019 prima dei lavori; aprile 2019: durante la ricarica; giugno 2019: installazione delle gru a fine lavori)*







*Figura 18: Evoluzione del paesaggio dunale al punto 2 (dall'alto verso il basso: aprile 2019 prima dei lavori; maggio 2019: dopo la ricarica; giugno 2019: installazione delle gru; luglio 2019: a fine lavori)*







*Figura 19: Evoluzione del paesaggio dunale al punto 3 (dall'alto verso il basso: maggio 2019 dopo la ricarica; giugno 2019: a fine lavori)*







*Figura 20: Evoluzione del paesaggio dunale al punto 4 (dall'alto verso il basso: aprile 2019 prima dei lavori; maggio 2019: dopo la ricarica; giugno 2019: installazione delle gru; luglio 2019: a fine lavori)*







*Figura 21: Evoluzione della sezione disaccoppiata al punto 5 (dall'alto verso il basso: settembre 2019 prima dei lavori; ottobre 2019: durante i lavori; 24 ottobre 2019: dopo i lavori e la tempesta)*







*Figura 22: Evoluzione della sezione disaccoppiata al punto 6 (dall'alto verso il basso: settembre 2019 prima dei lavori; ottobre 2019: durante i lavori; novembre 2019: dopo i lavori e le tempeste)*



*Figura 23: Evoluzione della sezione disaccoppiata al punto 7 (dall'alto verso il basso: settembre 2019 prima dei lavori; novembre 2019: dopo i lavori e la tempesta)*





*Figura 24: Evoluzione della sezione disaccoppiata al punto 8 (dall'alto verso il basso: settembre 2019 prima dei lavori; novembre 2019: dopo i lavori e le tempeste)*







*Figura 25: Evoluzione della sezione di ritenzione della roccia al punto 9 (dall'alto verso il basso: settembre 2019 prima dei lavori; novembre 2019: dopo i lavori e la tempesta)*



*Figura 26: Ingresso al sentiero intorno all'Etang de l'Anglais (punto 10)*



*Figura 27: Guide di filettatura lungo il sentiero intorno all'Etang de l'Anglais (punto 11)*



