



# MINISTÈRE DES ARMÉES

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



**Secrétariat général pour l'administration**

Etablissement du Service d'infrastructure de la Défense de Toulon



**MINISTÈRE  
DES ARMÉES**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**Secrétariat général  
pour l'administration**

Etablissement du service d'infrastructure  
de la Défense de Toulon

# **Réfection de la Grande Jetée de Toulon le point de vue du Maître d'Ouvrage**

**15 juin 2023**

IC1 NARDELLI - DCSID

IC2 BORDARAUD – ESID Toulon - chef BOM

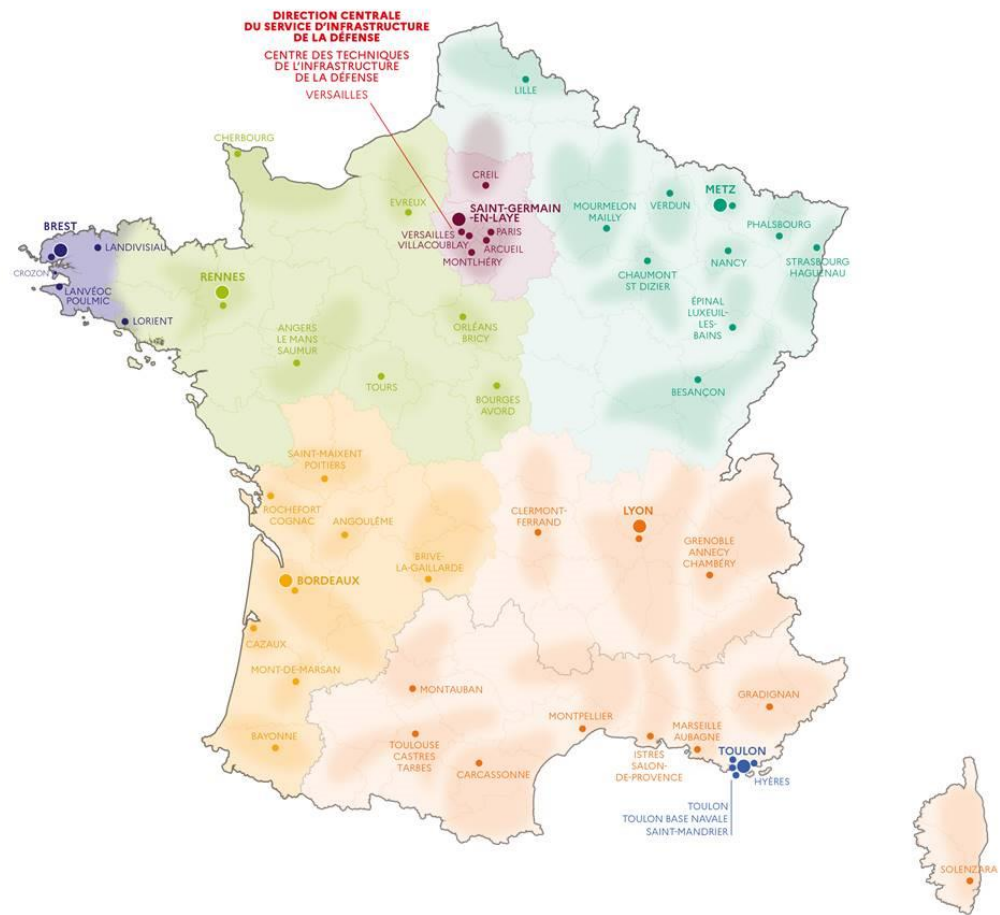
Mme ESTOUDRE – ARCADIS – MOE de réalisation



# Sommaire

- Le SID
- L'ouvrage
- Le projet
  - évolutions
  - aléas rencontrés
- Bilan/RETEX

# Le choix d'un maillage territorial dense



## OUTRE-MER ET À L'ÉTRANGER



## Les 4 missions du SID

**1 Contrat opérationnel :** dissuasion, OPEX/OPINT stationnement, infrastructures opérationnelles, prévention des crises



**Construction et Maintenance :** concevoir et réaliser les infrastructures militaires, optimiser les efforts sur le patrimoine actuel

2



**3 Environnement et énergie :** piloter la performance énergétique du patrimoine – Achat énergie d'infrastructure



**Compétences et Expertises :** assister le commandement et apporter toutes les compétences nécessaires pour répondre aux spécificités de l'infrastructure militaire.

4

## Chiffres clés



**4 720** sites

et **270 000 ha** de terrain  
(équivalent à toute l'aire urbaine d'Île-de-France)

**30,5 millions de m<sup>2</sup>**  
de surface bâtie active

Dont 45 000 composants utiles



**2,6** milliards de crédits investis dans  
l'infra en 2022

(hors achats d'énergie)



plus de  
**20 000** marchés  
notifiés par an

**200 000 dépannages par an**  
50% résolus en moins d'une semaine.

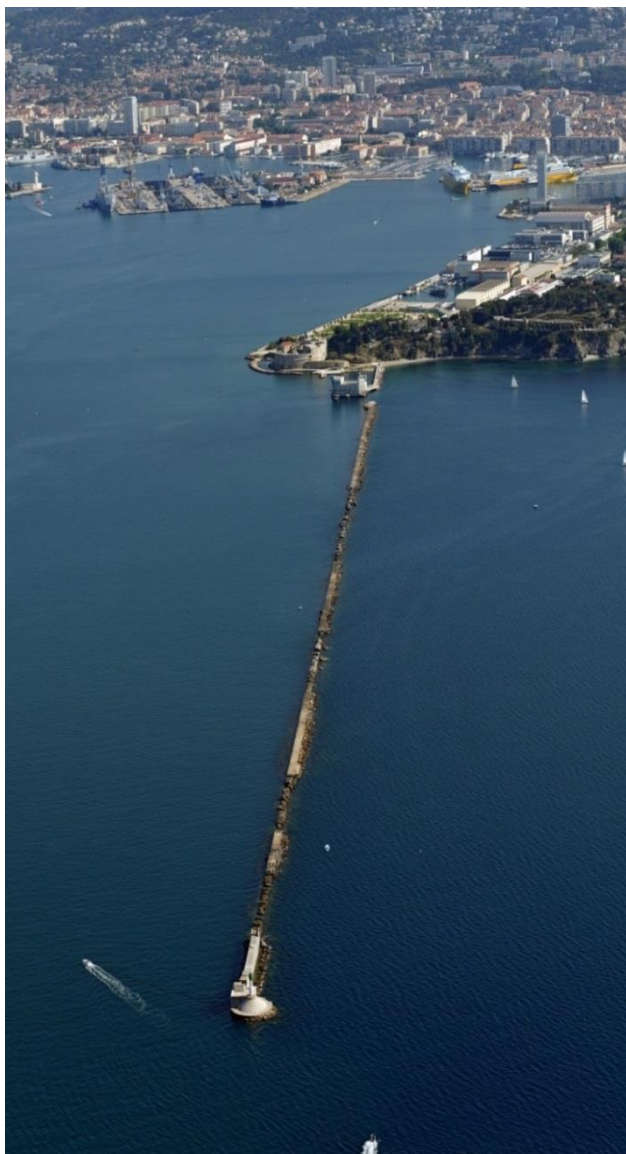
# Répartition des crédits



## VAR (83) Toulon - La Grande Jetée







Rôle : ouvrage de protection de la petite rade vis-à-vis de l'agitation

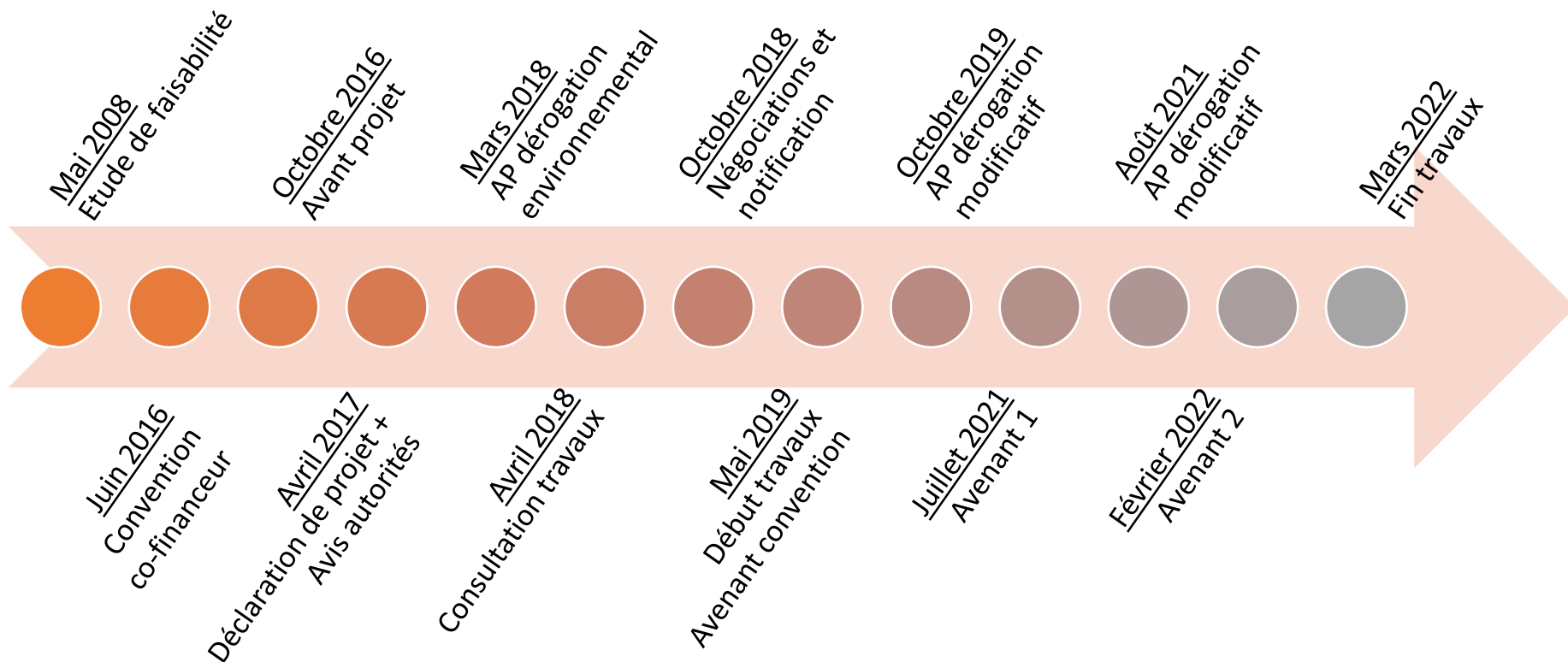
Historique.

- Ouvrage ancien (construction achevée en 1877)
- Plusieurs rénovations successives (1945, 1948, 1951).



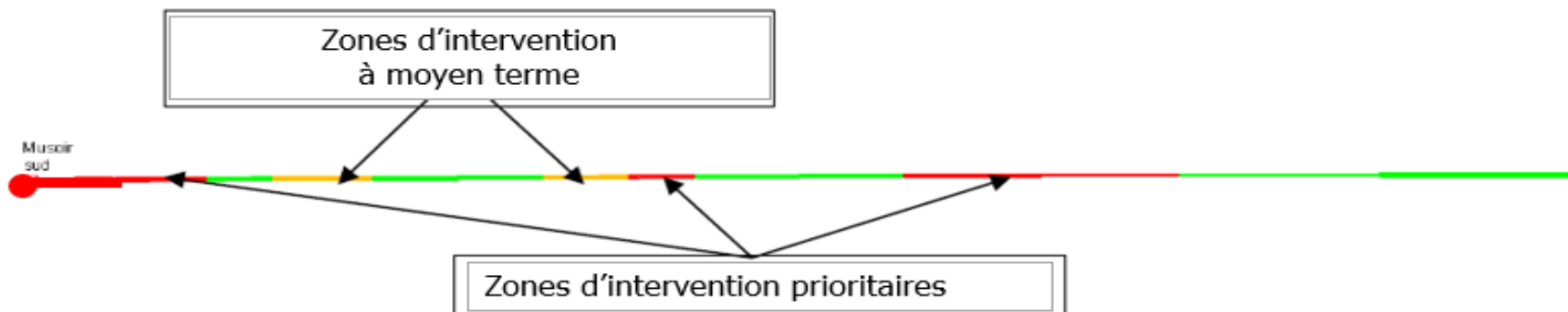
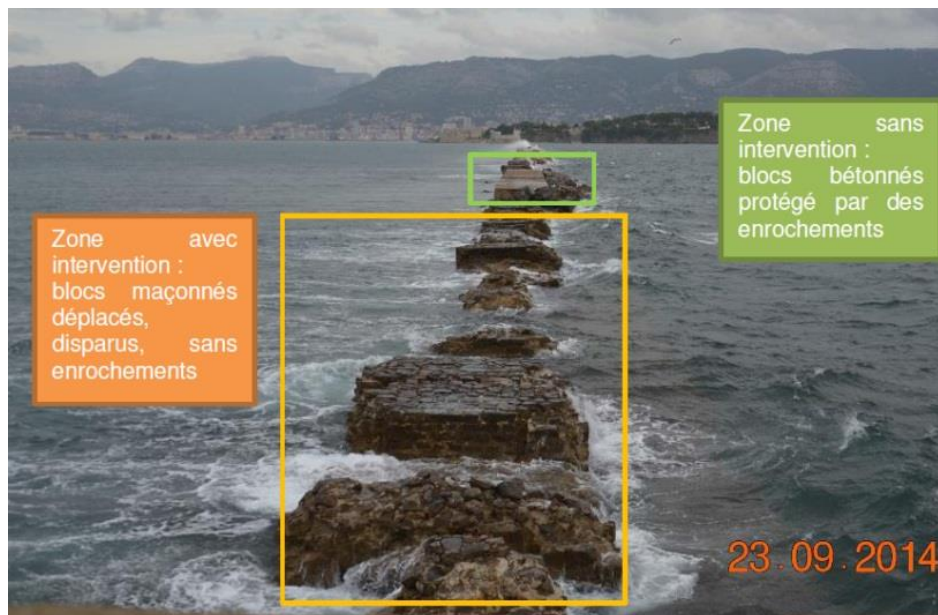


# Les événements majeurs



## Le corps de digue - Etat

- Couronnement non uniforme
- Nombreuses brèches



**Zones d'intervention prioritaires, c'est-à-dire zones d'usure des blocs > 60 % : 360 ml**

Zones d'intervention à moyen terme, c'est à dire zone d'usure des blocs > 30 % : 160 ml

## Le corps de digue - Impact

**Pourcentage  
de la  
houle initiale**

**0 à 20 %**

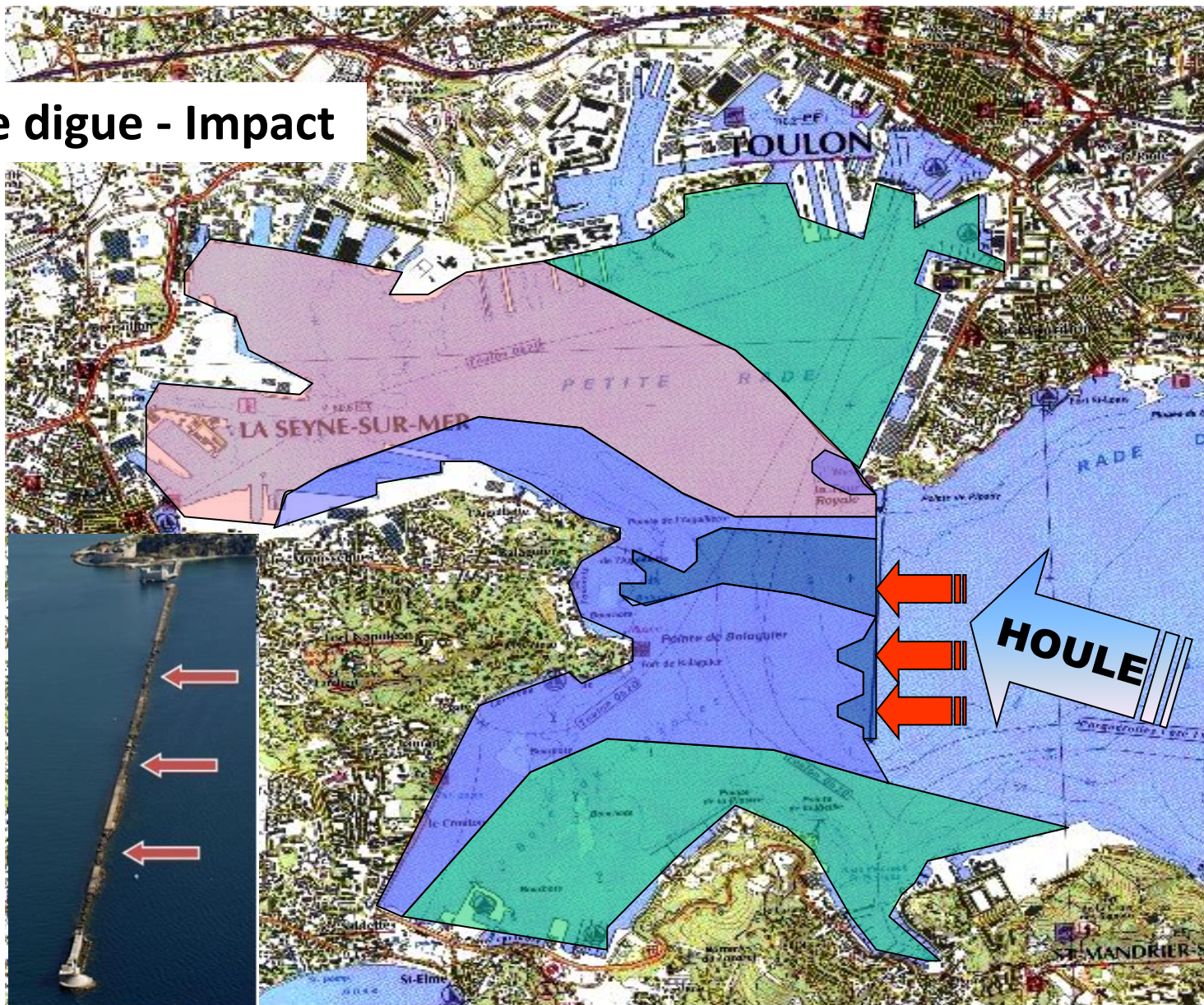
**20 à 40 %**

**40 à 60 %**

**> à 60 %**

**GRANDE JETEE  
AVEC  
3 PERCEES  
-  
ETUDE DE 1992**

**HOULE DE CALCUL :**  
amplitude 3.3 m  
période 6.2 s



## Le musoir sud - Etat

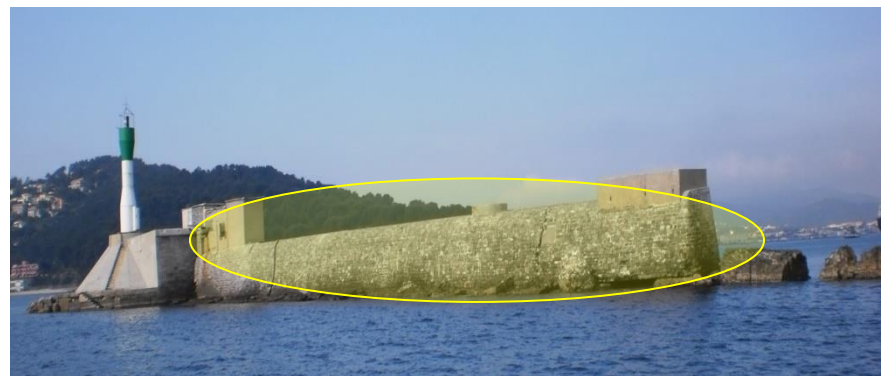
### *L'épaulement maçonné*



Cinq fractures variant de 10 à 40 cm



**Affouillement  
très conséquent  
et traversant  
d'une dizaine de  
mètres**



**Quai en état de  
ruine et  
appareaux très  
corrodés**



**Superstructures  
type casemates  
en état de ruine**

# Le musoir sud - Etat

## *Le musoir circulaire*



Figure 36 Photographie de l'ouvrage après bombardement



Assise de Fondation sur les vestiges de l'ancien musoir

Assise de Fondation réalisée en 1945 avec remblais en enrochements et dalles béton

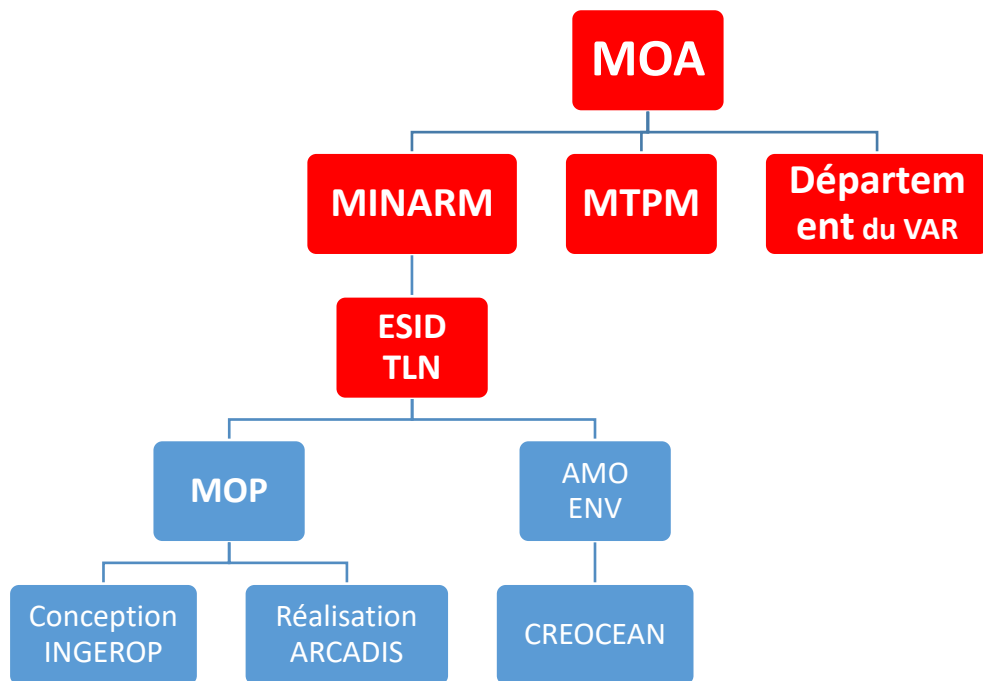


Fracturation du cône béton et de la dalle



Casemate en état de ruine

# La gouvernance du projet



## COFIL :

- 3 co-financeurs + Préfet + ESID
- 1/an
- Validation des évolutions

## COTECH :

- 3 co-financeurs + Préfet + ESID + CCI
- 2/an
- Avancement + préparation COFIL



## Les contraintes du projet

### Environnementales :

- Présence de dattes de mer (espèces protégées) dans les enrochements : procédure spécifique pour demande de dérogation pour destruction espèces protégées.
- Présence d'herbiers de posidonies.
- Procédure Loi sur l'eau: impact fort sur le déroulement de l'opération (jalon pour le commencement des travaux).

**Calendaire** : notification des travaux en 2018 pour des contraintes de financement des partenaires (optimisation recherchée).

### Chantier :

- Accessibilité : uniquement par moyens nautiques.
- Météorologiques : contraintes de houles pour travail sur site.

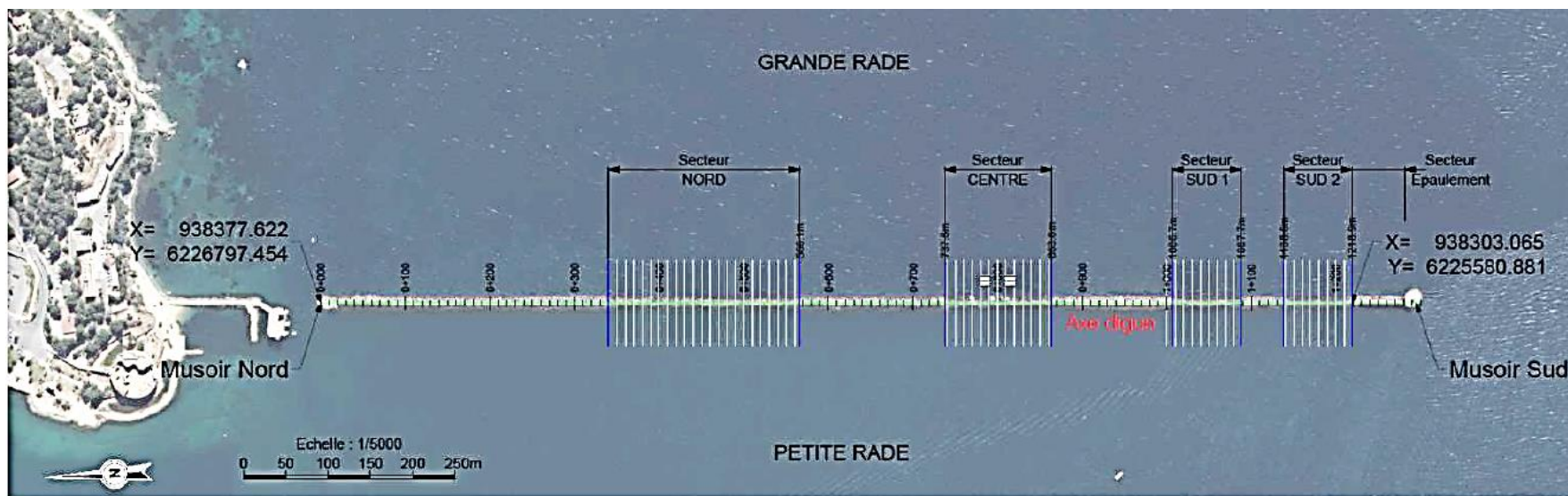
**Fonctionnelles** : proximité de la grande passe: accès au port de Toulon.



## Projet initial – appel d’offres 2018

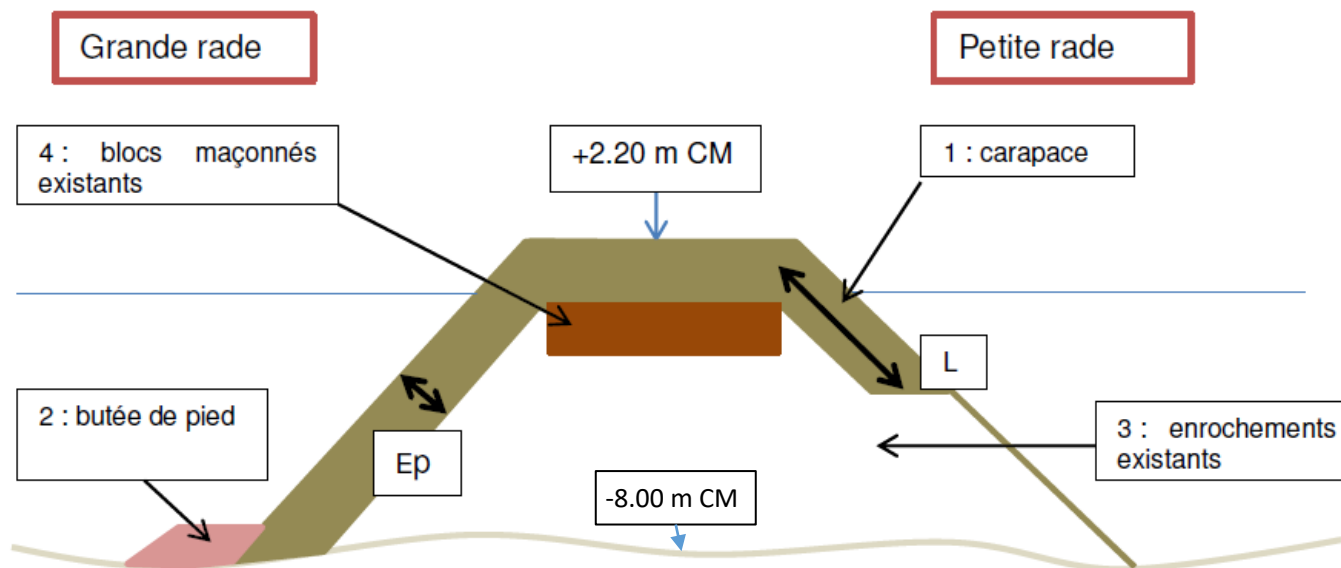
Les 5 zones retenues pour la suite du projet :

- Nord (226 ml);
- Centre (126ml);
- Sud 1 (81 ml);
- Sud 2 (80 ml);
- Musoir Sud avec l'épaulement



## Projet initial – Solution technique Partie courante de digue

- ⇒ Reprise du talus avec la mise en œuvre d'une protection en enrochement
- ⇒ Remplacement de la crête de digue par une crête en enrochement



	Zone Nord	Zones Centre & Sud	Musoir Sud
Ep (m)	2,5	2,1	1,4
L (m)	9,4	4,5	SO
1	2-5t & 7t	1-3t	0,5-1t
2	0,1-0,5t		
3	Enrochements existants		

## Projet initial – Solution technique du musoir Sud et épaulement

⇒ Déconstruction de l'épaulement et création d'une nouvelle crête en enrochement



⇒ Déconstruction des parties maçonnées du musoir Sud et reconstitution en enrochement





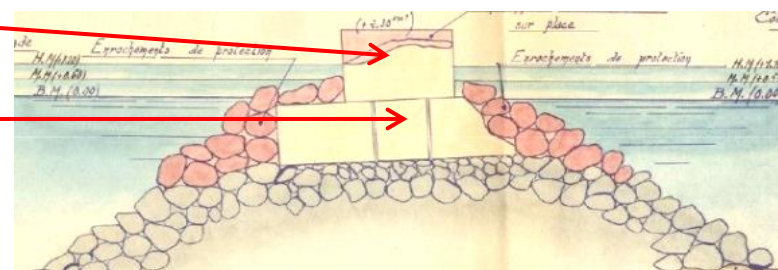
# Modifications apportées aux travaux après négociation

\* Conservation de la structure maçonnée de l'épaulement et suppression des superstructures



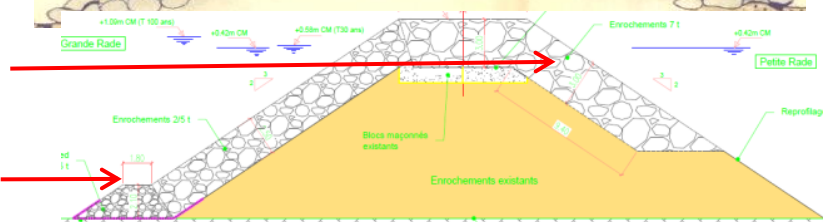
\* Réemploi sur site après démolition des blocs émergés

\* Préparation des blocs maçonnés immergés et réutilisation des matériaux du déroctage sur site



\* Peignage du talus pour tendre vers l'équilibre déblais/remblais

\* Réemploi des éléments béton comme butée de pied



	Initiales	Après négociation	
		Conservation de l'épaulement	Démolition de l'épaulement
Offre 1	14 831 k€ H.T.	12 874 k€ H.T.	14 304 k€ H.T.
Offre 2	18 062 k€ H.T.	14 281 k€ H.T.	16 224 k€ H.T.

## Projet retenu

### Désignation des entreprises

- le 15 novembre 2018 : notification du marché au groupement:  
NEGRI / ETPO / TP SPADA / Suez Environnement  
Montant: 12 872 793,47 € H.T. (15 447 352,16 T.T.C.).
- Début de la période de préparation le 3 décembre 2018
- Début des travaux le 2 mai 2019 pour une durée de 26 mois

### Convention

- le 22 mai 2019 : Avenant à la convention tripartie
  - Passage du montant de 13 M€ à 17,6 M€ TTC
  - Nouvelle répartition: 24% MTPM / 24% CD83 / 52% MINARM

# Panneau d'information des travaux



REFECTION DE LA GRANDE JETEE DE TOULON

LA GRANDE JETEE RETROUVE SA FONCTION DE PROTECTION CONTRE LA HOULE  
GRACE AUX ACTEURS DE LA RADE

**MONTANT DE L'OPERATION: 17,6 M € TTC**

## FINANCEMENT

Ministère des armées



52%

Conseil Départemental  
du Var



24%

Métropole TPM



24%

FIN DES TRAVAUX

Juillet 2021



MINISTÈRE  
DES ARMÉES

SECRETARIAT  
GENERAL POUR  
L'ADMINISTRATION

SERVICE  
D'INFRASTRUCTURE  
DE LA DEFENSE

Maitrise d'ouvrage : ministère des armées

Conduite d'opération : E.S.I.D de Toulon

Maitrise d'œuvre: ARCADIS

AMO environnement : CREOCEAN

SPS : QUALICONSULT

CT : VERITAS

AMO Géotechnique: ERG

BCRM de Toulon – ESID Toulon – BP n°71 – 83 800 Toulon Cedex 9 Tél: 04 22 42 55 06

Imm Cap Azur - Ilôt M3 Euromed - 67 Chevalier Paul CS 30321 - 13 236 Marseille Cedex 02 Tél: 04 96 14 59 89

Valparc Bâtiment B - 230 Avenue de Rome – 83 500 La Seyne sur Mer Tél: 04 98 00 25 60

Parc Tertiaire Valgora Bâtiment A – 83 160 La Valette Tél: 04 94 08 01 29

Imm Le France – Village d'Entreprises VALGORA – BP 502 La Valette – 83 041 Toulon Cedex 9 Tél: 04 94 14 19 40

243 Av de Bruxelles – 83 500 La Seyne sur Mer Tél: 04 94 11 69 99

Travaux: Groupement NEGRI / ETPO / TP SPADA / SAFEGE ZI le Tonkin – Secteur des Bétonniers – 13 270 Fos sur Mer Tél: 04 42 48 39 70

**CE CHANTIER EMPLOIE 15 PERSONNES REPRESENTANT 66 000 HEURES DE TRAVAIL**

BCRM Toulon - Etablissement du service d'infrastructure de la défense de Toulon - Boite postale N ° 71 - 83 800 Toulon Cedex 9 -

[www.defense.gouv.fr](http://www.defense.gouv.fr)

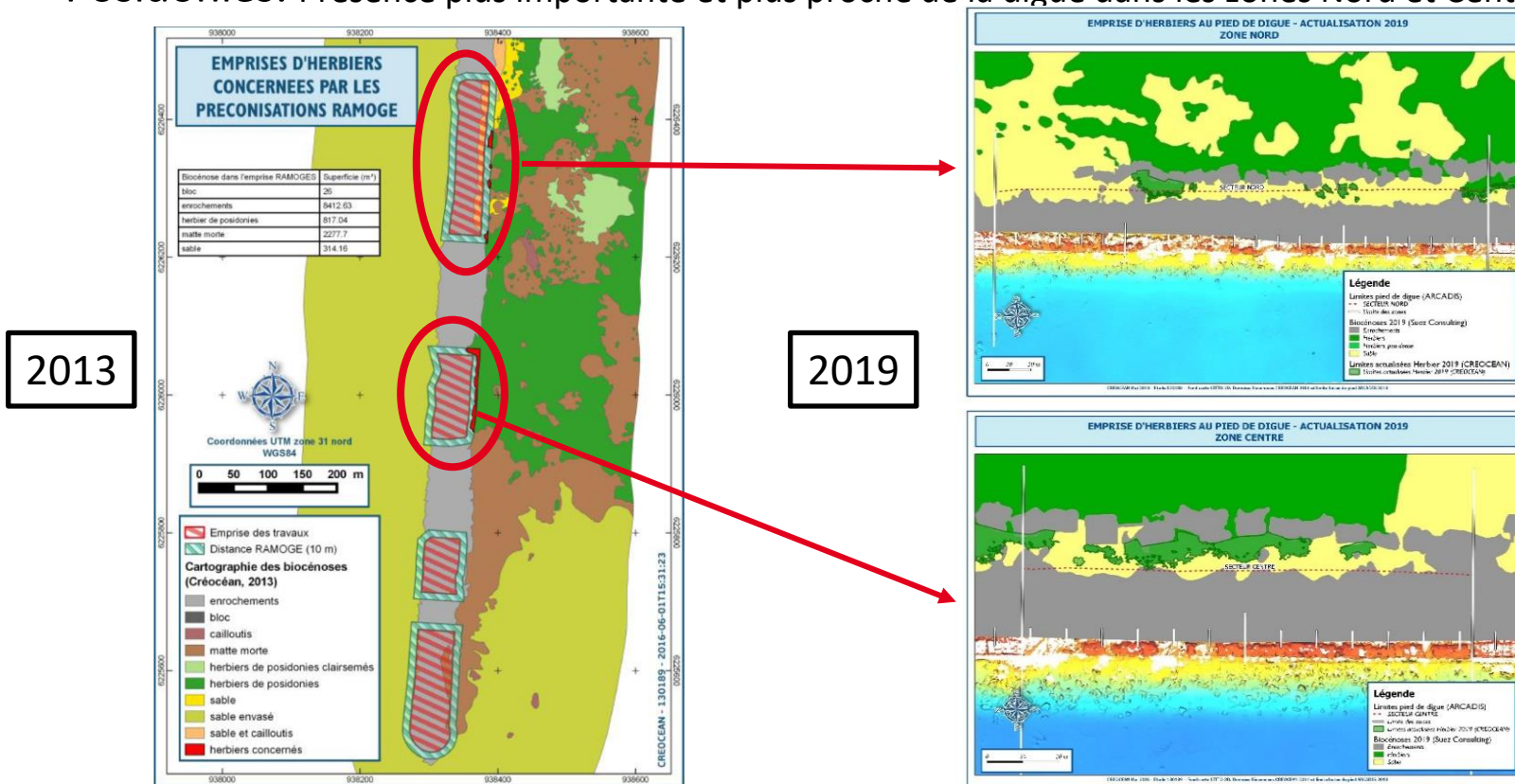




# Projet retenu – Évolution initiale

## Environnementale - problématique

- Posidonies: Présence plus importante et plus proche de la digue dans les zones Nord et Centre.

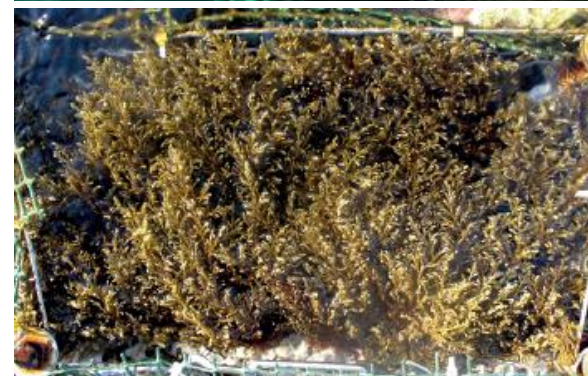
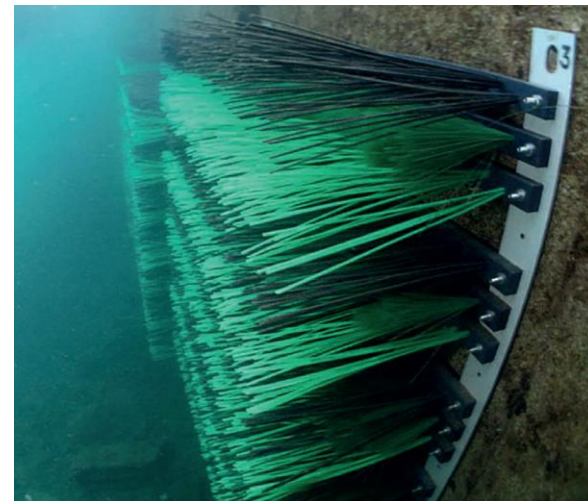


- Cystoseires : Multiplication sur les enrochements affleurant dans les zones de travaux.

# Projet retenu – Évolution initiale

## Environnementales (les solutions apportées)

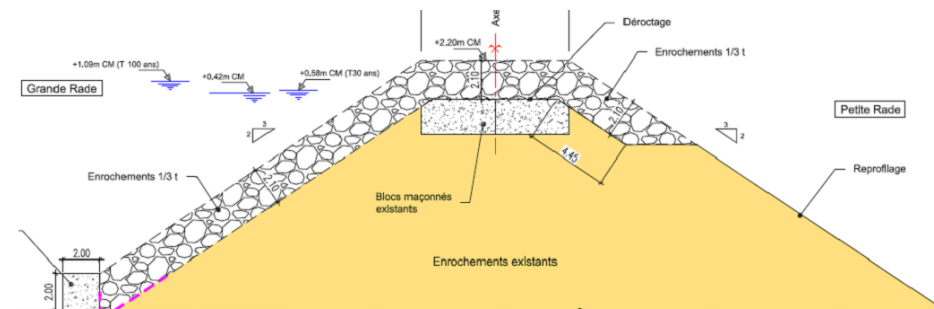
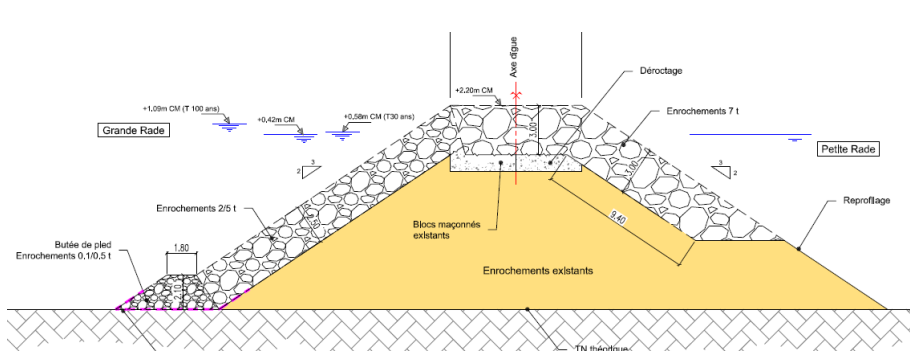
- Addendum au dossier dérogation espèces protégées
  - ⇒ Dossier envoyé à la DREAL le 8 août 2019
  - ⇒ Arrêté modificatif « Espèces protégées » le 3 octobre 2019
  
- Nouvelles mesures pour les posidonies
  - ⇒ Mise en place et suivi d'habitats artificiels
  - ⇒ Adaptation des profils avec modification de la butée de pied en Secteur Nord
  - ⇒ Déplacement des débris à proximité des herbiers
  - ⇒ Adaptation du planning pour être en phase avec la prise de l'arrêté modificatif (*octobre 2019*)
  
- Nouvelles mesures pour les cystoseires
  - ⇒ Réimplantation d'embrochements colonisés depuis les secteurs à remanier vers les secteurs en cours de travaux.



# Projet retenu – Évolution initiale

## Techniques

- Modification du coefficient de recouvrement **sur l'ensemble de la digue.**
- Modification de la taille des enrochements sur le musoir:
  - ⇒ Passage des enrochements de 1-3t au lieu de 0,5-1t
- Modification des profils **en secteur Nord:**
  - ⇒ Optimisation de la taille des enrochements : passage en crête et arrière à 5 t au lieu de 7t
  - ⇒ Optimisation de la butée de pied



# Projet retenu – Évolution initiale

## Méthodologie

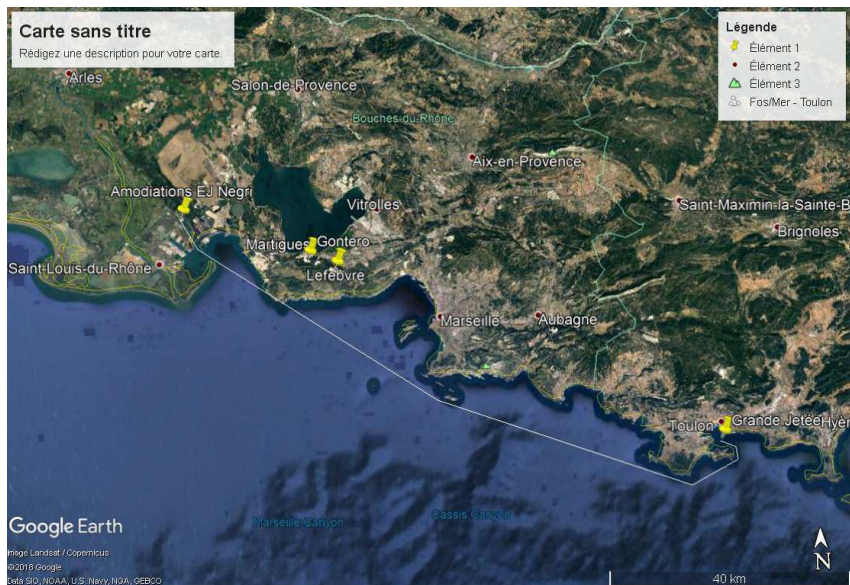
### Modification du mode d’approvisionnement :

- Fourniture des blocs d’enrochement par 2 carrières à Châteauneuf les Martigues
- Approvisionnement du chantier:

Marché: Acheminement routier jusque la Seyne puis approvisionnement du chantier par barge

Chantier: Acheminement en ponton depuis Fos sur Mer jusqu’au chantier

Aller / Retour en 36 heures avec chargement à Fos de 1500 t (soit 4 à 5 jours de travail)



# Projet retenu – Évolution initiale

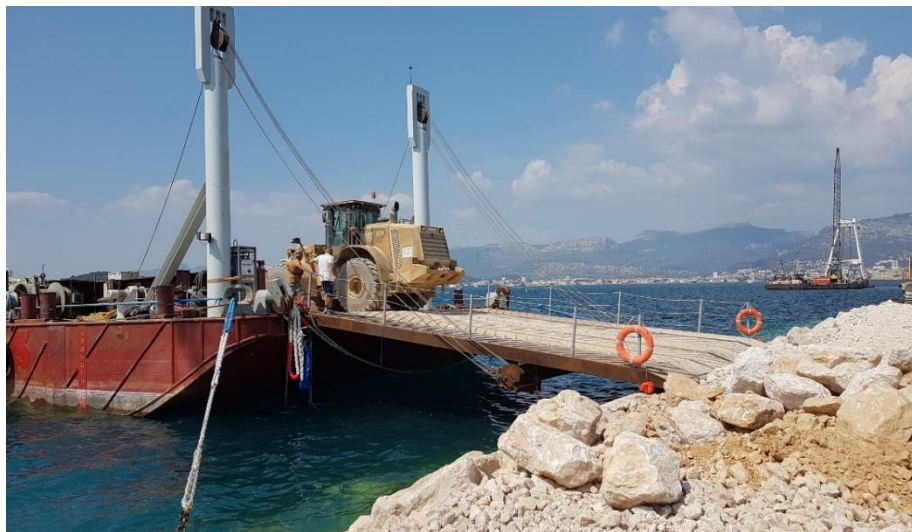
## Méthodologie

Modification de la méthodologie de mise en œuvre

Marché : Intervention depuis des barges accostées à la digue

Chantier: Mise en œuvre des enrochements depuis la digue

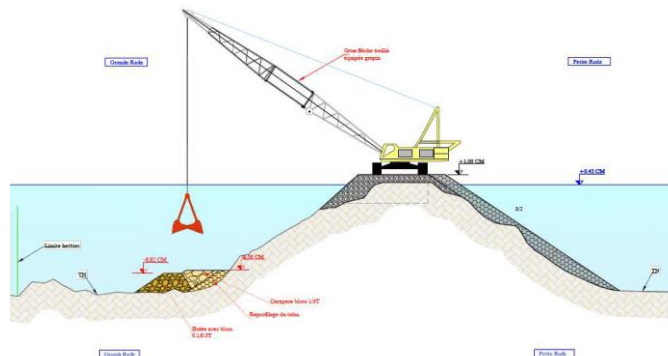
Approvisionnement des enrochements depuis la barge vers l'atelier de travail par un chargeur à chenilles



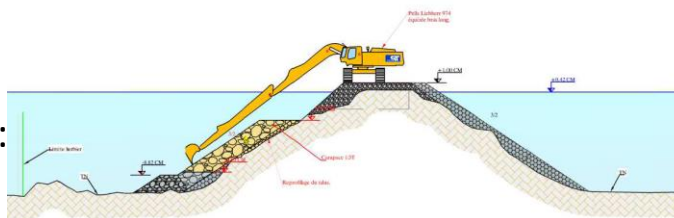
# Projet retenu – Évolution initiale

## Modification de la méthodologie de la mise en œuvre

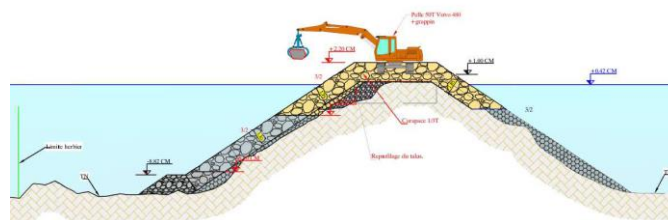
\* De -10 m à - 8 m: Grue flèche treillis: Mise en œuvre de la butée de pied et des enrochements en profondeur (1-3t)



\* De -8 m à - 3m: Pelle à chenilles équipée d'un bras long: reprofilage puis pose des enrochements (1-3t et 2-5t)



\* De -3 m à +2,2m: Pelle à chenilles avec pince à blocs



# Aléas et réponses

## Présence de réseaux non identifiés

- Localisation, identification des concessionnaires et service effectif ou abandon



## Turbidité

- Lors de la mise en œuvre des matériaux pour réalisation de la couche de roulement



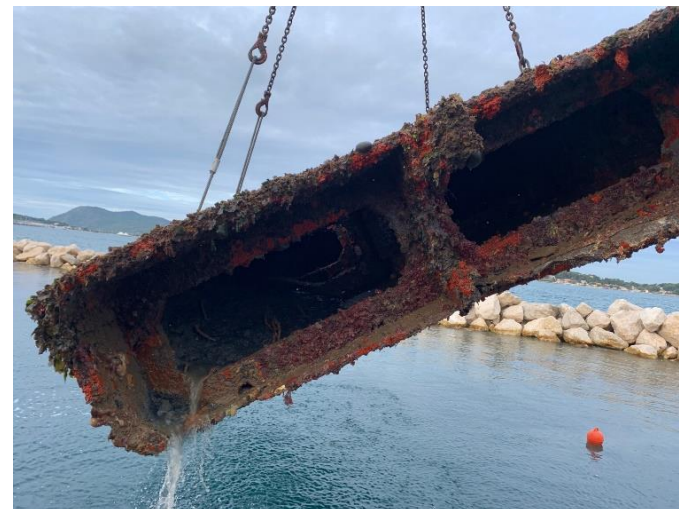
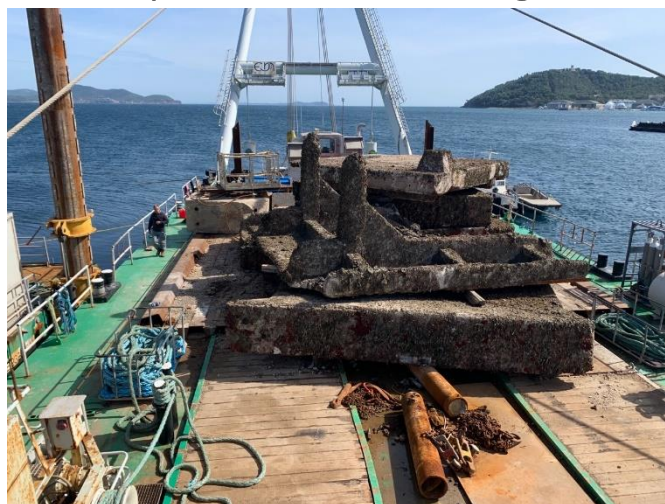
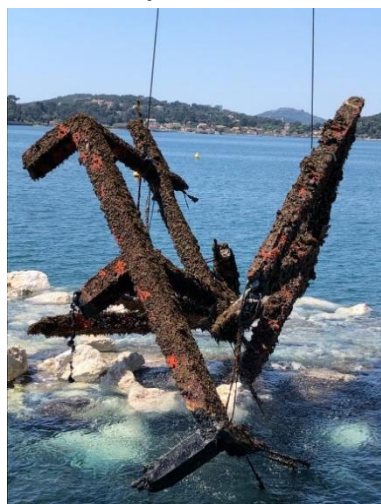
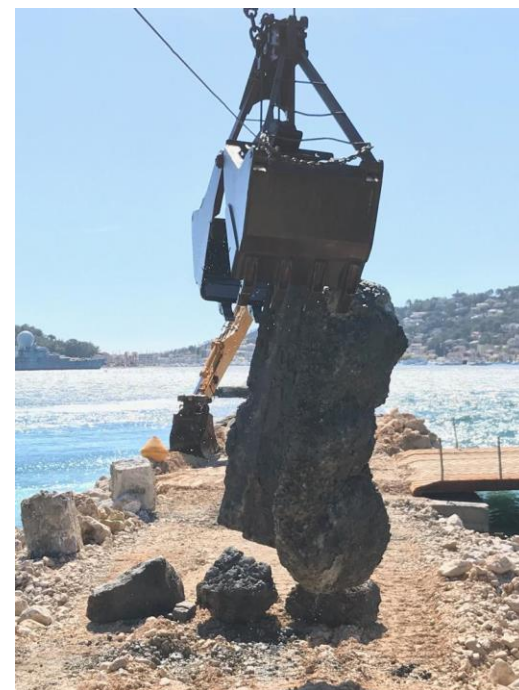
# Aléas et réponses

## Remblai de substitution

- Présence de nombreux éléments bétons dans la digue non réutilisables
- Nécessité de remplacer par des matériaux de substitution

## Nature de la sous-couche

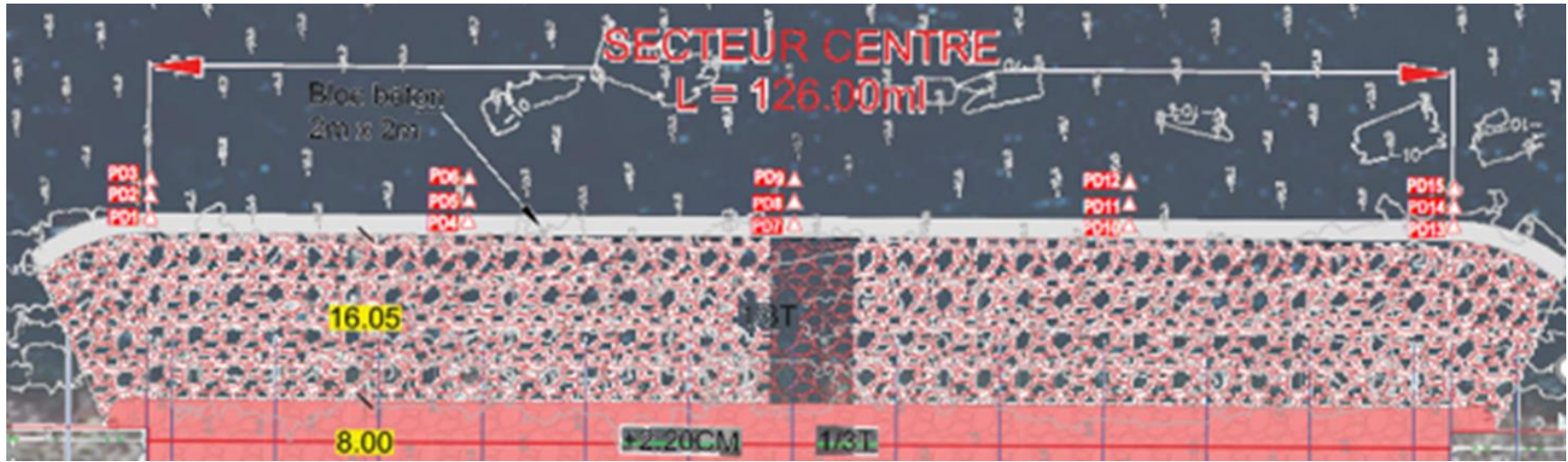
- Vérification à l'avancement de la nature et de la densité de la sous couche avant pose de la carapace pour s'assurer de la pérennité de la digue



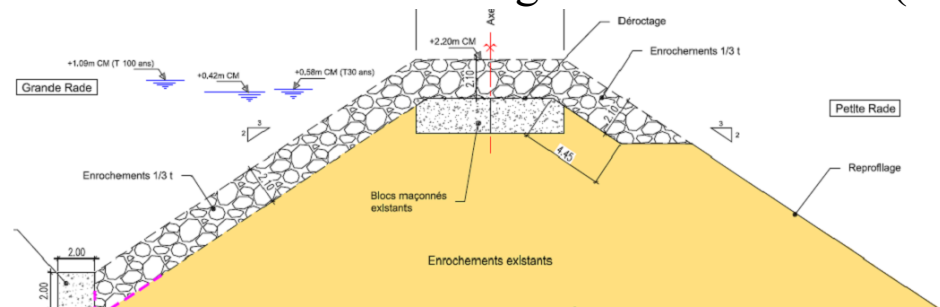


# Aléas et réponses

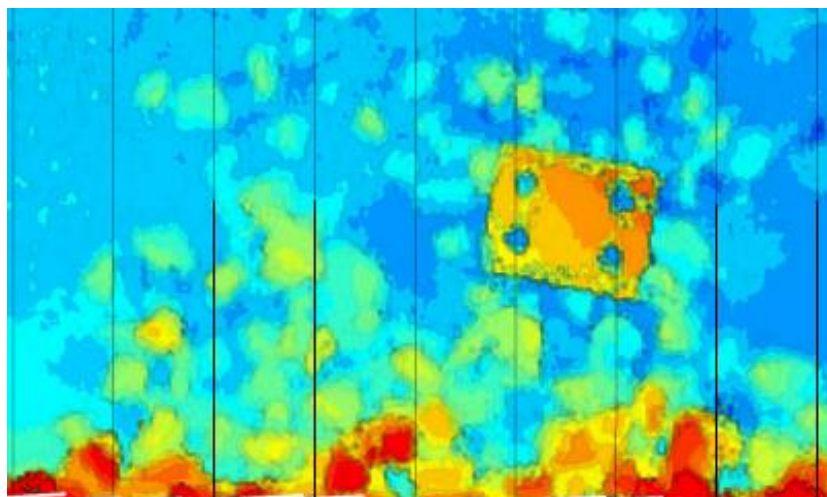
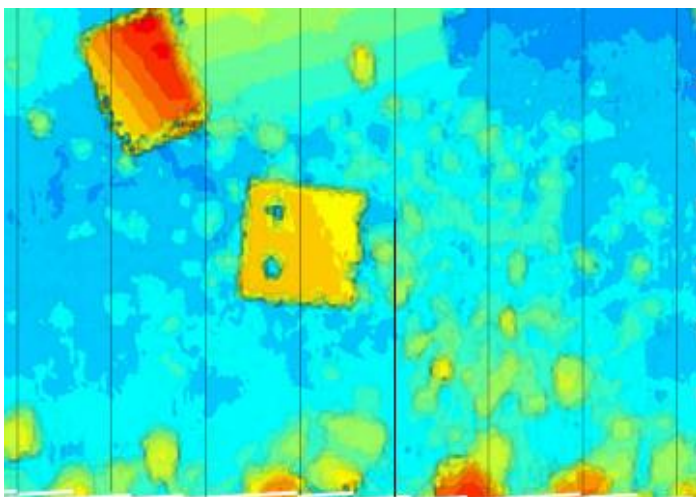
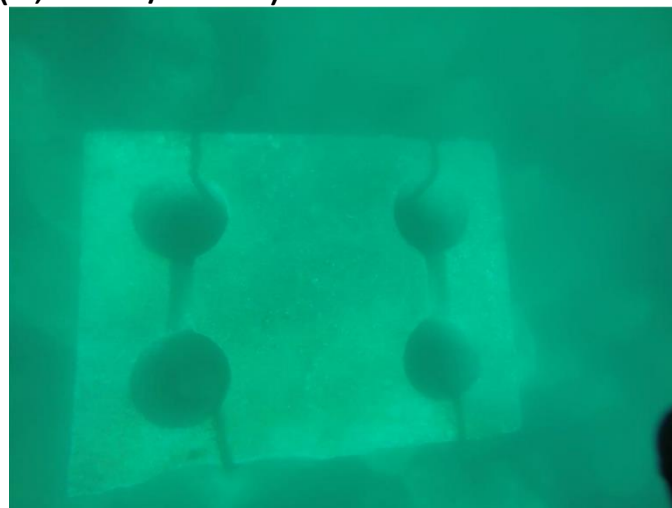
**Présence de sols vasards en pied de talus en zone centre sur 2,5 à 4 m d'épaisseur :**



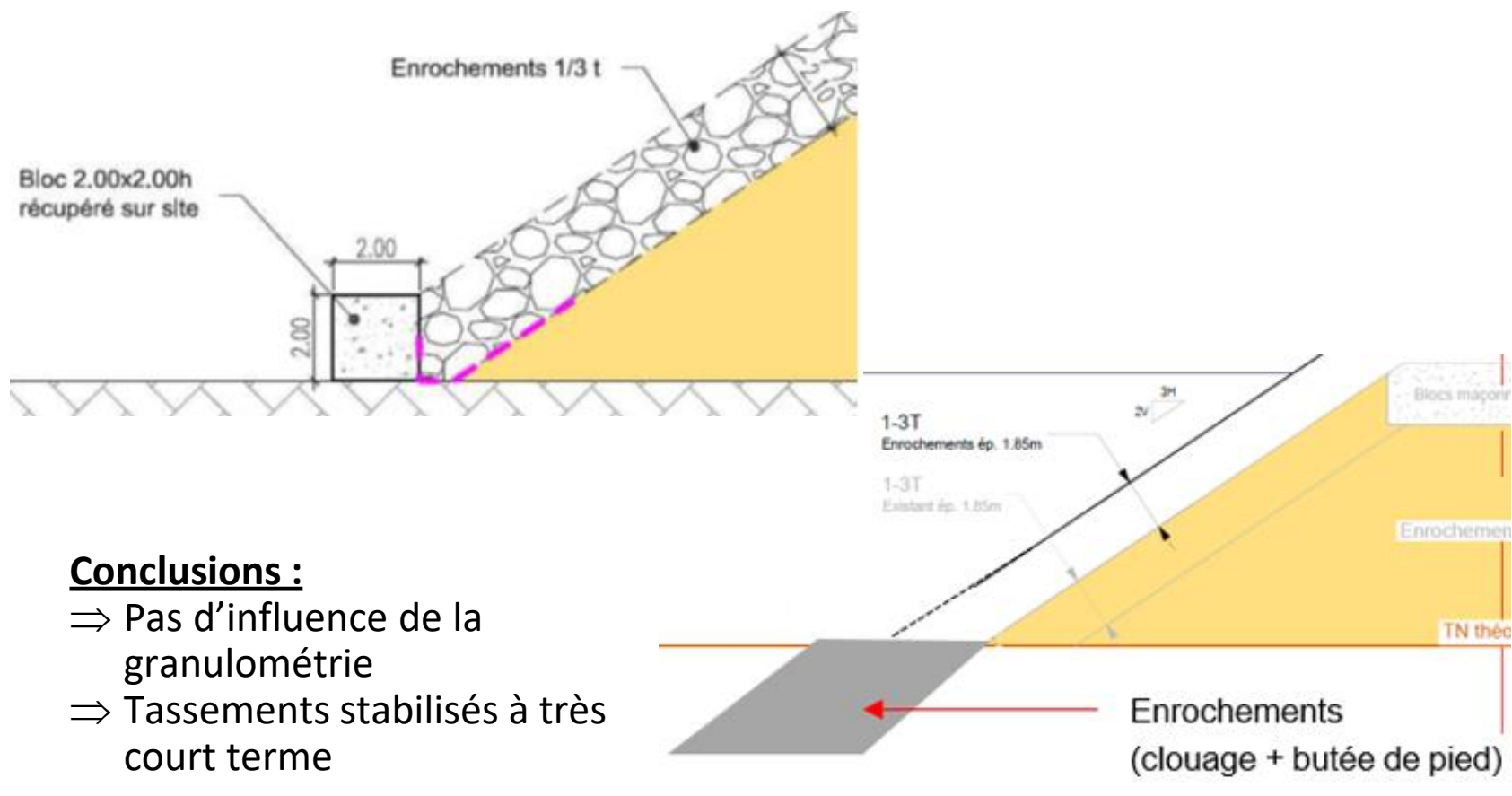
Impossibilité de mettre en œuvre une butée de pied en blocs maçonnés  
 => Butée de pied classique en enrochements avec clouage des sols vasards (impact minimum sur posidonies)



Redéfinition de la technique de mise en œuvre de la butée de pied  
=> Réalisation et suivi de planches d'essais : juin / juillet 2021 avec deux  
granulométries différentes pour le clouage (0,3-1 t / 1-3 t)



Redéfinition de la technique de mise en œuvre de la butée de pied  
 => Réalisation et suivi de planches d'essais : juin / juillet 2021



### **Conclusions :**

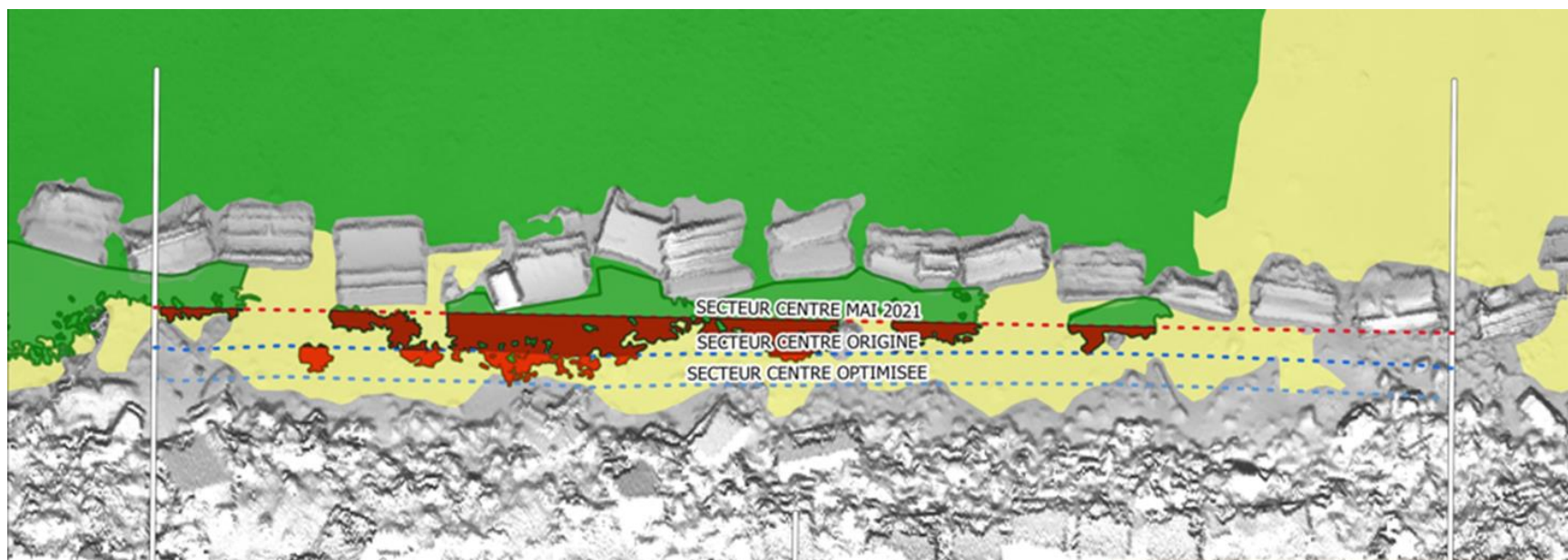
- ⇒ Pas d'influence de la granulométrie
- ⇒ Tassements stabilisés à très court terme

Débordement de l'emprise travaux sur l'herbier de posidonie

=> Mesures complémentaires pour compenser la destruction de l'herbier

=> Arrêté modificatif autorisant la destruction d'espèces protégées

Obtenu le 19/08/2021



## Quantités d'enrochements

		Catégories					Total (t)
		100-500 kg (t)	0,5 -1 t (t)	1 - 3 t (t)	2 - 5 t (t)	7 t (t)	
Zones	Nord	3 720			20 170	24 400	48 290
	Centre			17 360			17 360
	Sud I	1 023		10 860			11 883
	Sud II	1 010		11 130			12 140
	Musoir	620	6 460				7 080
	<b>Total (t)</b>	<b>6 373</b>	<b>6 460</b>	<b>39 350</b>	<b>20 170</b>	<b>24 400</b>	<b>96 753</b>

Initial : 96 753 t

		Catégories					Total (t)	
		100-500 kg (t)	0,3 -1 t (t)	1 - 3 t (t)	2 - 5 t (t)	7 t (t)		
Zones	Nord	2 719	3 962	19 174	20 031		45 886	-5%
	Centre		6 584	19 164			25 748	48%
	Sud I	1 144	5 463	10 982			17 589	48%
	Sud II	1 887	5 216	15 929			23 032	90%
	Musoir	1 692	196	9 276			11 164	58%
	<b>Total (t)</b>	<b>7 442</b>	<b>21 421</b>	<b>74 525</b>	<b>20 031</b>	<b>0</b>	<b>123 419</b>	<b>28%</b>

final :  
123 419 t

Soit + 28%

# Aléas et réponses

## Calcul du délai supplémentaire contractuel

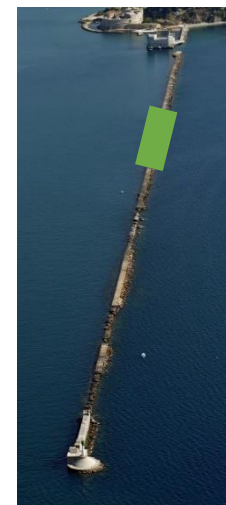
- **Période de COVID:**
    - De mi-mars 2020 à fin juin**2 mois de délai supplémentaire**
  - **Quantités supplémentaires**
    - 36 000 T de matériaux supplémentaires
    - Approvisionnement de 1500 T/semaine**5 mois de délai supplémentaire**
- 7 mois.**

## Estimation de la date de fin de travaux

- **Date de fin contractuelle** **02 juillet 2021**
- **Date de fin théorique** (7 mois de délais supplémentaires) **02 février 2022**

# Les travaux

## Secteur Nord (226m) :



Avant



Après





## Carapace en Zone Nord



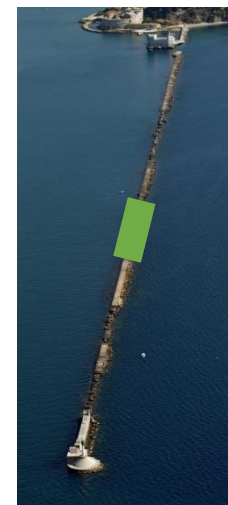


## Secteur Centre (126m) :

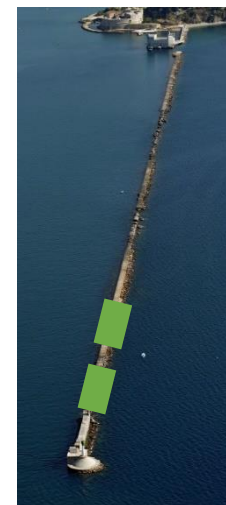
Avant



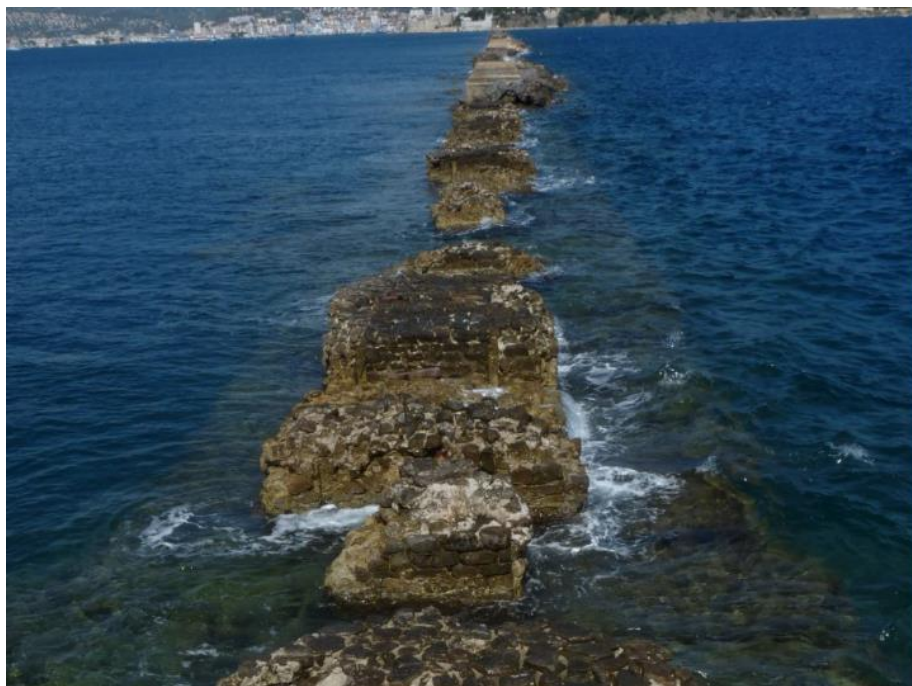
Après



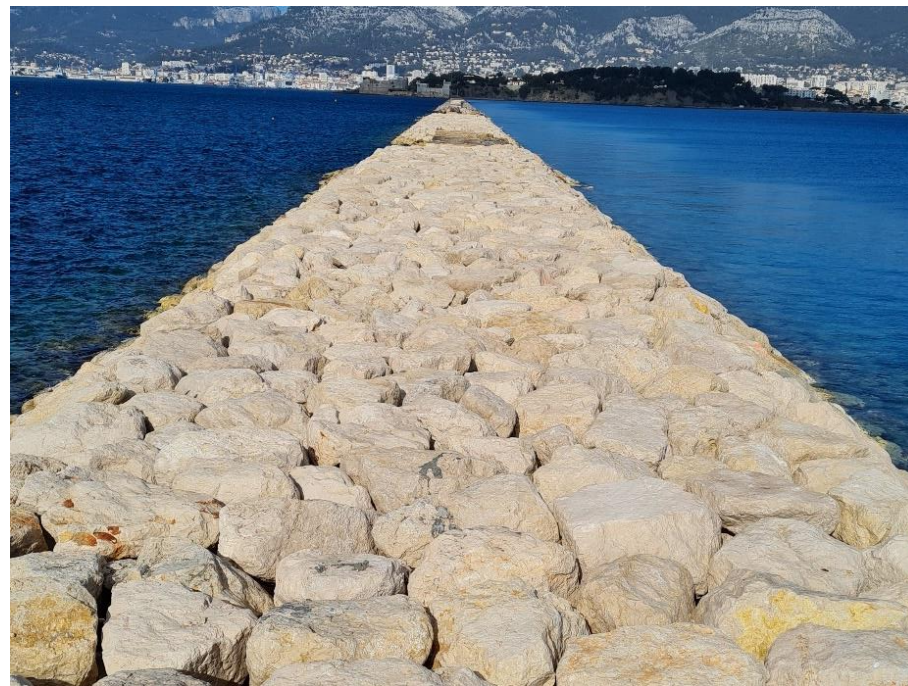
## Secteur Sud 1 et Sud 2 (81m et 80m) :



Avant



Après



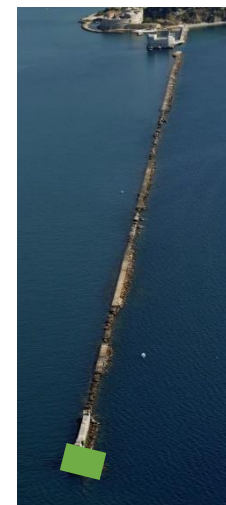


Pose des blocs 1 – 3t  
à la pince

Pose de la butée de  
pied en 100 – 500 kg  
à la grue



## Secteur Musoir Sud et Epaulement :



Avant



Après





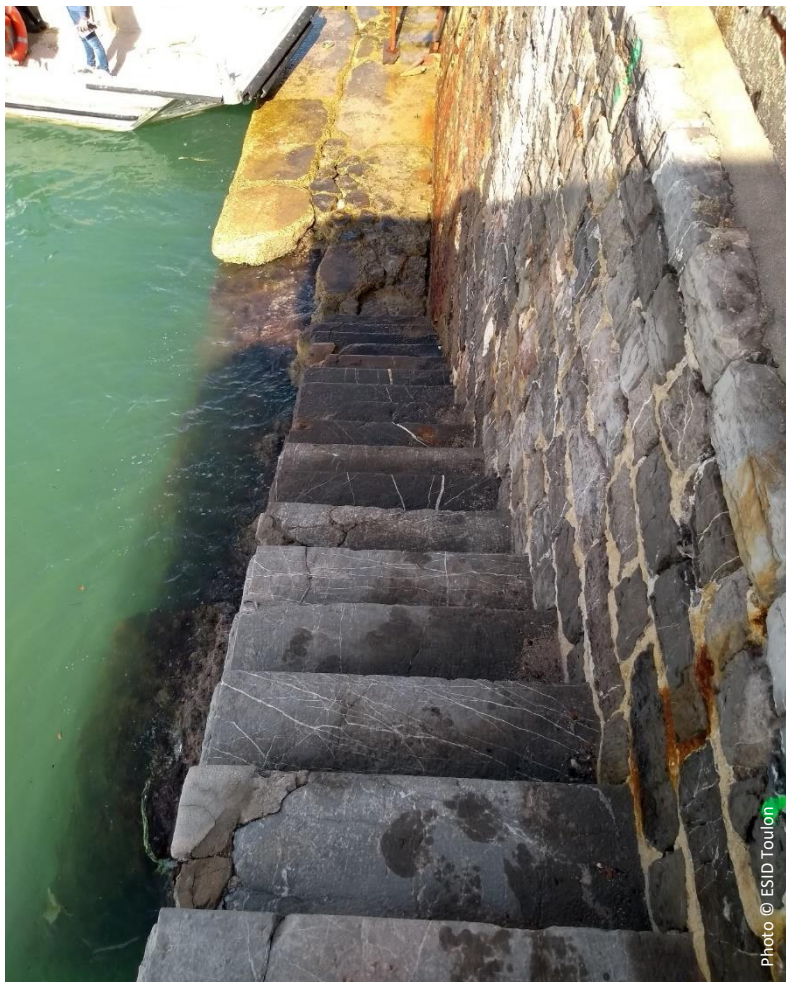
Démolition du  
museoir

Amenée du phare  
sur le museoir sud

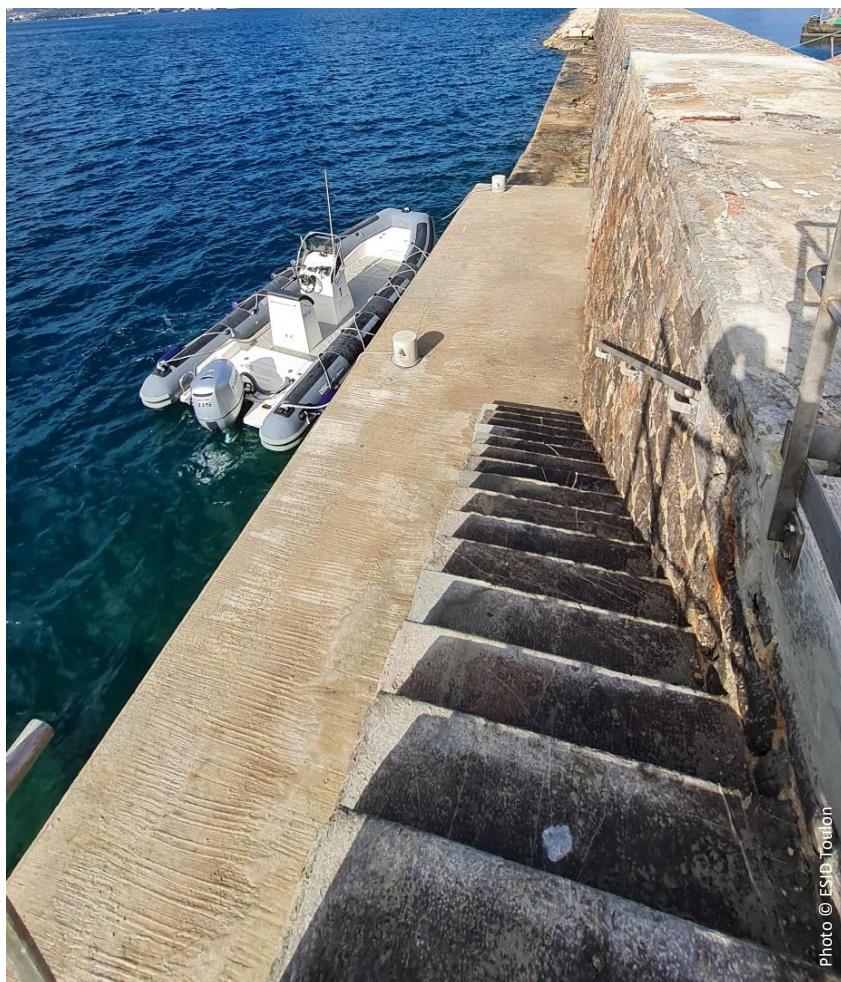


## Secteur Musoir Sud et Epaulement :

Avant

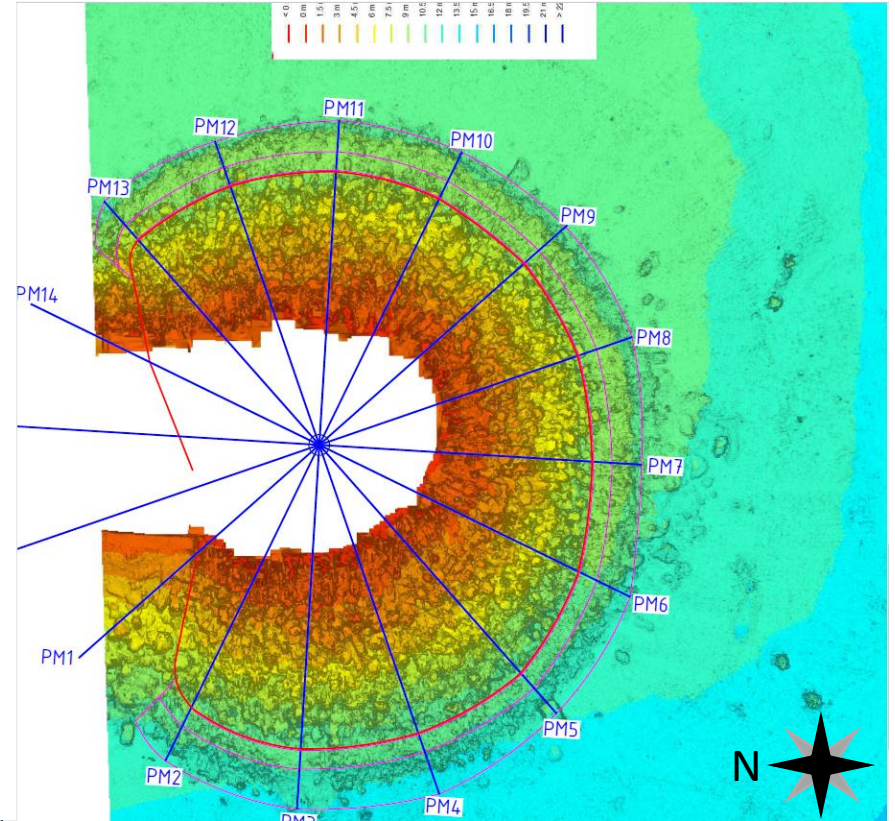
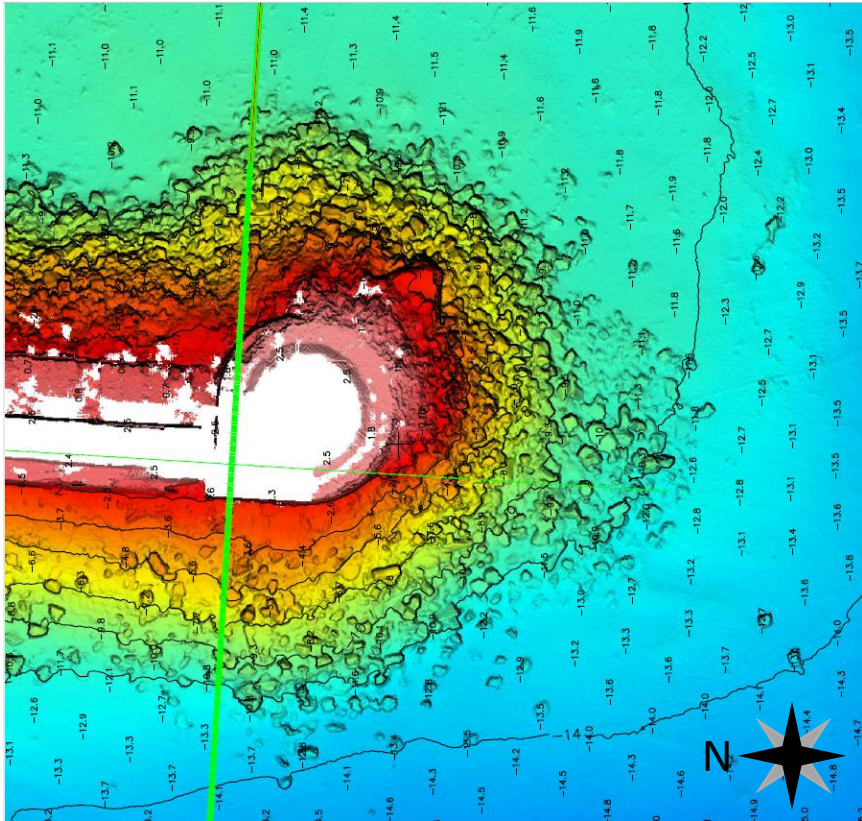


Après





## Comparatif avant/après pose d'enrochement zone musoir sud





## Global:

Avant

Après



# RETEX du maître d'ouvrage

## Environnement

Nécessité de parfaitement identifier les espèces en présence et leur zone d'évolution

Lancer la procédure destruction espèces protégés au moment opportun

Disposer de mesures compensatoires

Intégrer les mesures dans le marché de travaux

Conserver un dialogue avec les instances d'instructions : DREAL / DDTM

## Géotechnique

Faire la synthèse géotechnique des données existantes

Faire les sondages complémentaires nécessaires à la parfaite connaissance de l'ouvrage au cœur de la digue mais aussi de part et d'autres pour le traitement des pieds de talus et la définition des tassements et méthodologies d'exécution

Identifier la nature et l'état de la sous-couche plus précisément

## Etat des lieux

Reconnaitre au maximum les zones objet des travaux

Partir du postulat que les éléments ne sont pas réutilisables

**=> Ajuster les métrés**

## Les chiffres de l'opération

- 600 mètres de linéaire de digue entièrement refaits
- 35 000 m<sup>2</sup> de talus de digue reprofilés avant pose d'enrochements
- 3700 m de géotextile anti-poinçonnement positionnées en pied de digue par scaphandriers
- 122 000 Tonnes d'enrochement toute taille confondue de 100 kg le bloc à 5 tonnes
- 330 éléments béton immergés présents sur le talus de la digue de masse jusqu'à 40 Tonnes élingués par scaphandrier pour évacuation.
- 6000 Tonnes de béton et maçonnerie présents sur la digue et le musoir, démolies
- 94 voyages de 1300 tonnes environ chacun
- 100 m<sup>2</sup> de dispositif favorisant la nidification des espèces (dispositif Refish)
- 600 tonnes de produits de démolition en béton qui étaient présent sur le fond, en avant de la digue, retirés pour favoriser le développement de la posidonie
- 10 cuvettes permettant le développement de la cystoseire installé au niveau de l'épaulement, à proximité du musoir
- **Coût final 21 M€** : 60% MINARM - 20% MTPM - 20 % Département