

## Infrastructure Maritime Traitements de sol

WEBINAR CFMS

Le 08 décembre 2020

Thibaut Perini (Bouygues)  
Fabien Borsellino (Egis)  
Maelle Jourden (Menard)





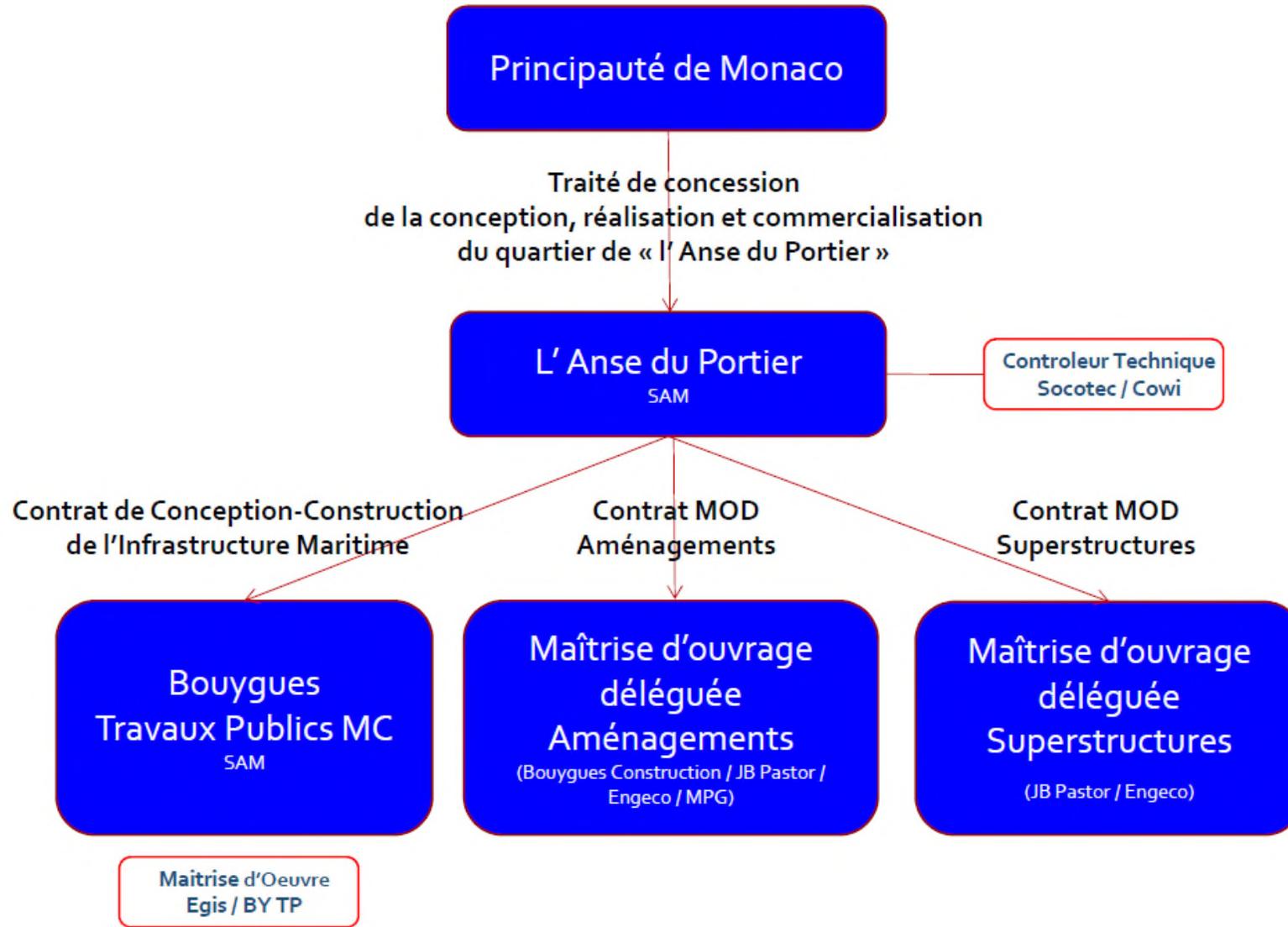
# PRÉSENTATION DU PROJET

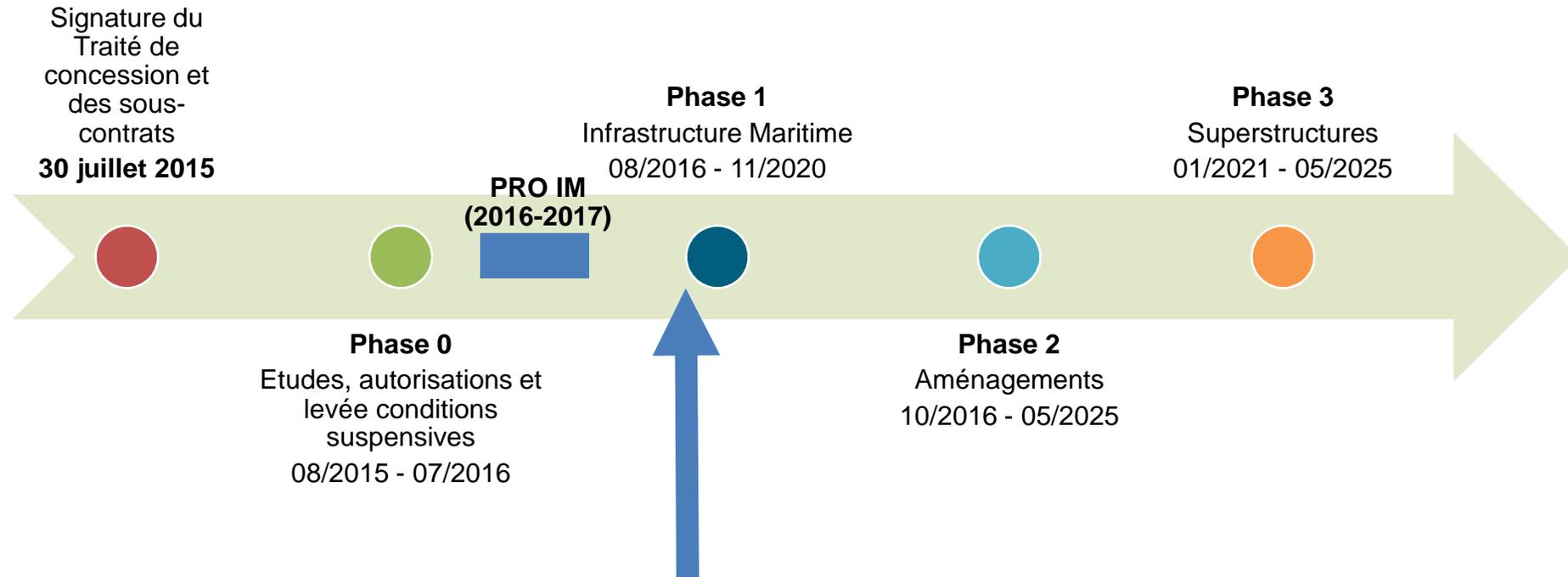
01.

# Localisation du projet

T





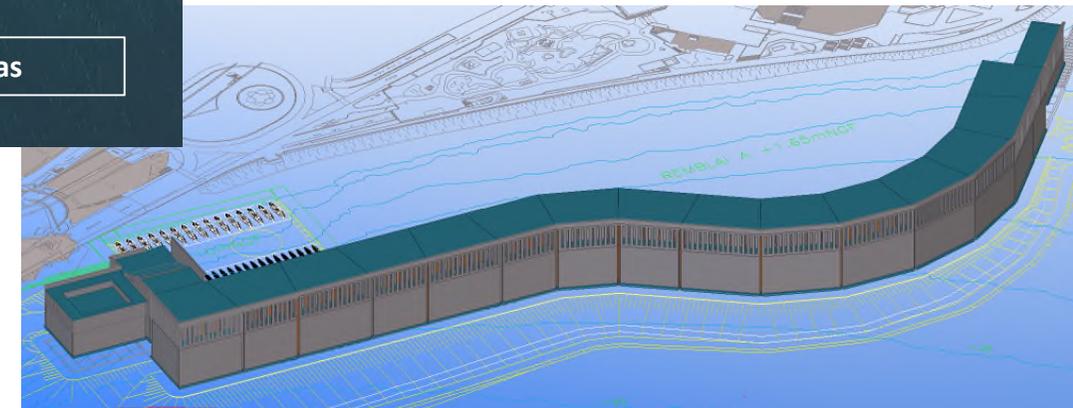


## PLAN MASSE



L'extension en mer:

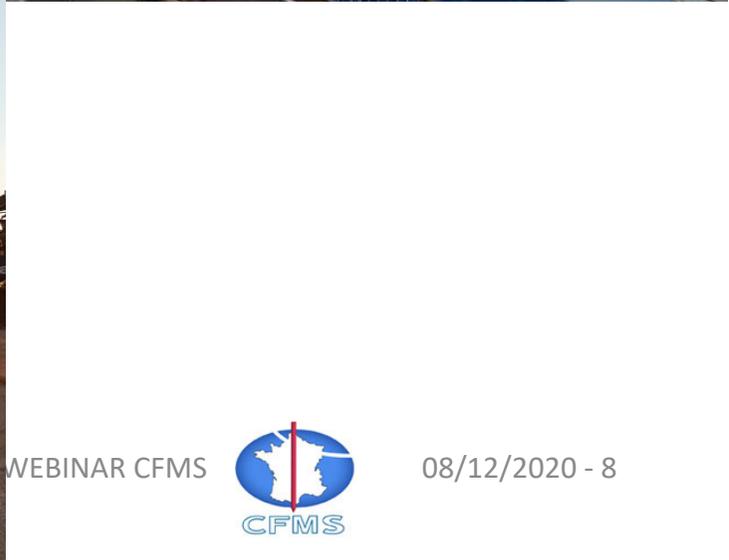
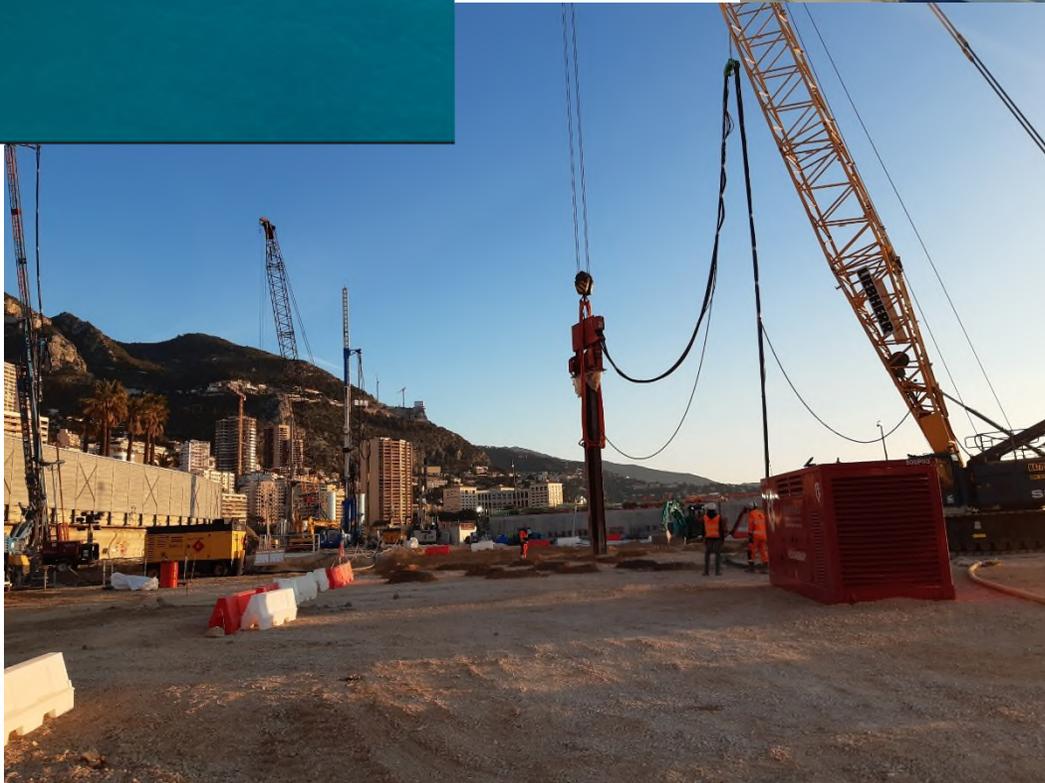
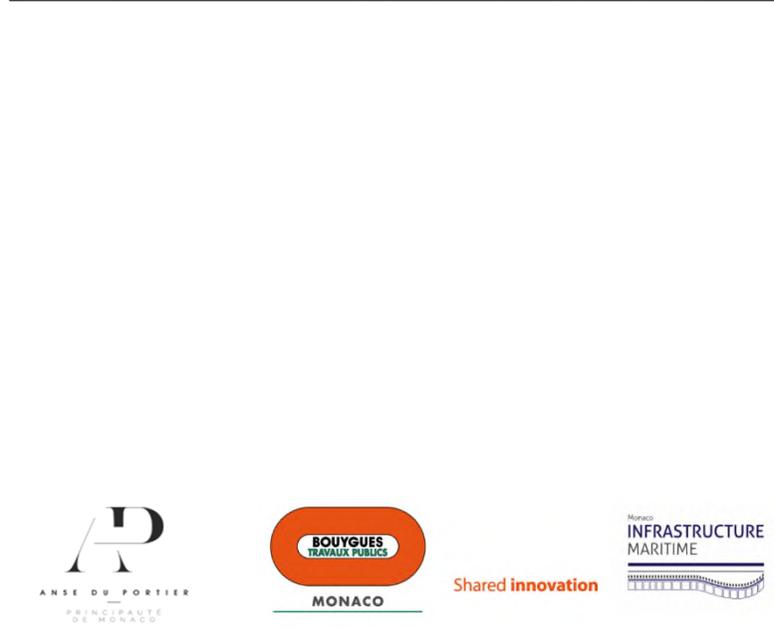
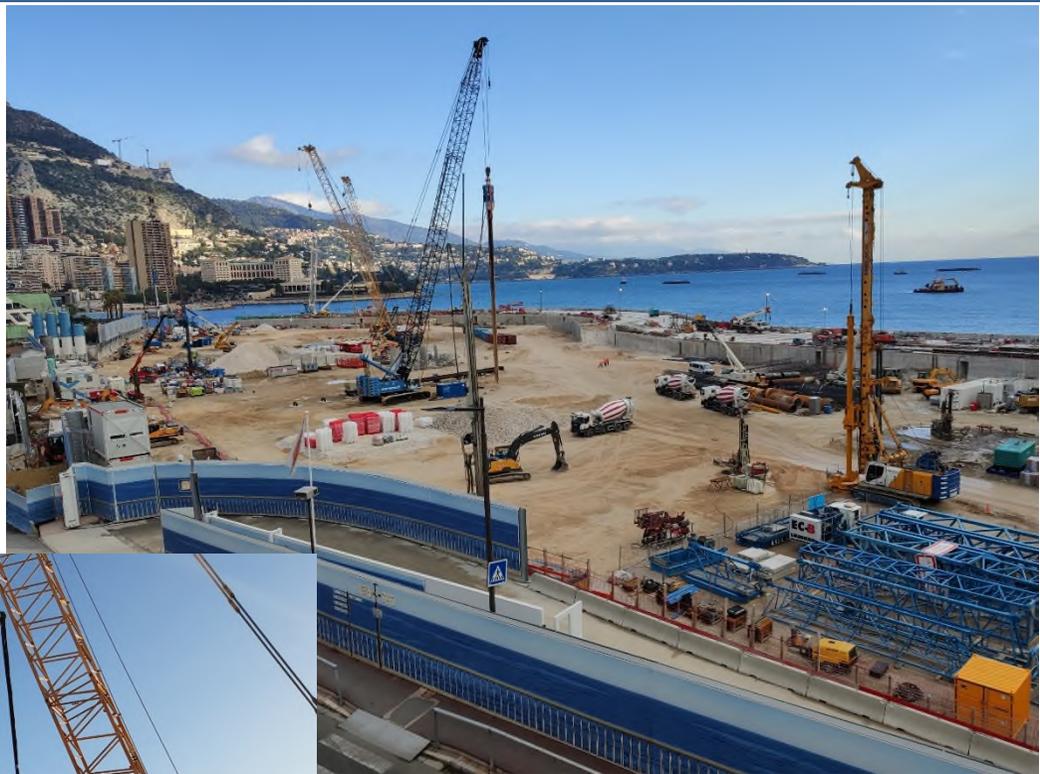
- Eco-quartier (remblai gagné sur la mer)
- Surface: 6 hectares
- 18 caissons en béton préfabriqués
- Taille d'un caisson:
  - Hauteur: 26m
  - Poids: 10 000 tonnes



# Anse du Portier après travaux

T





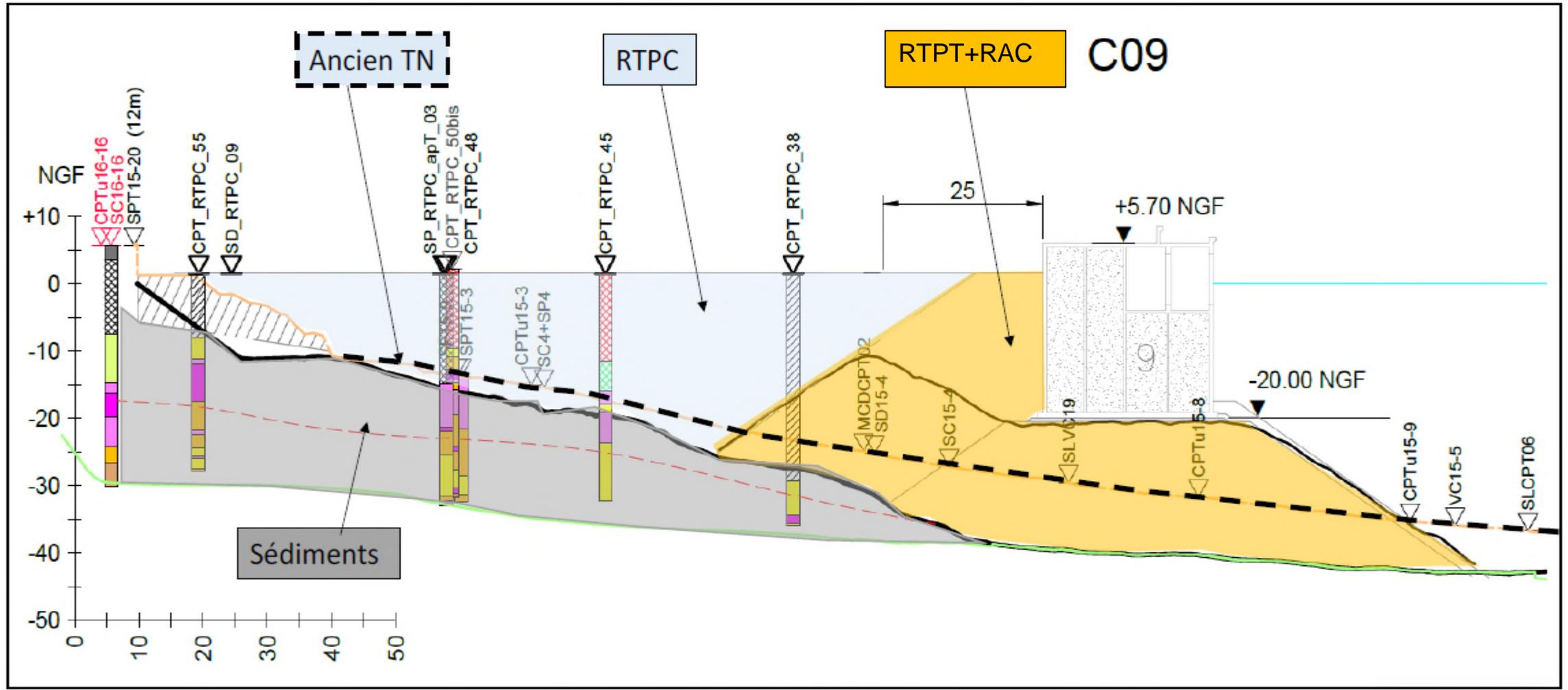


Figure 2 : Coupe géotechnique synthétique au droit d'un caisson

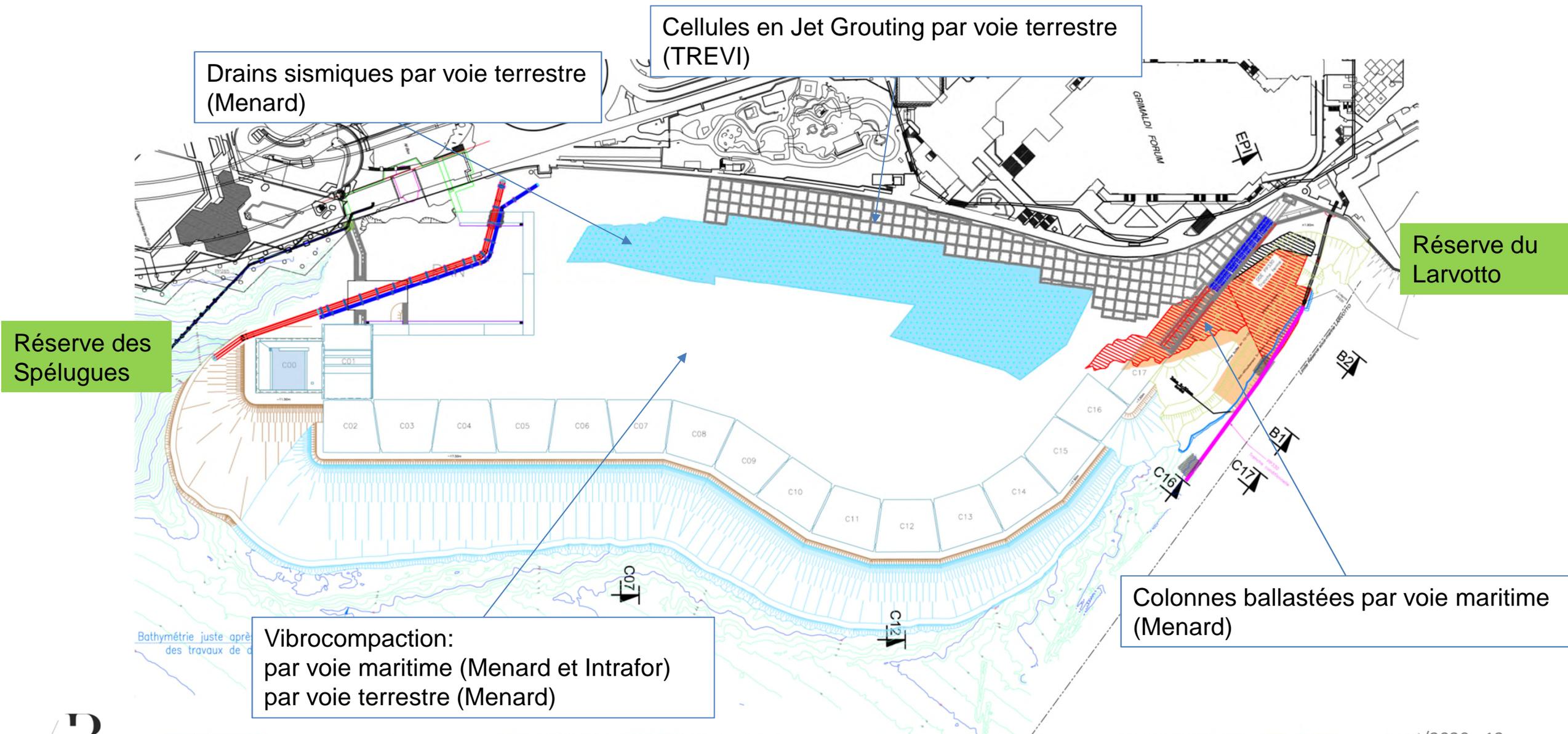
## ENJEUX GÉNÉRAUX

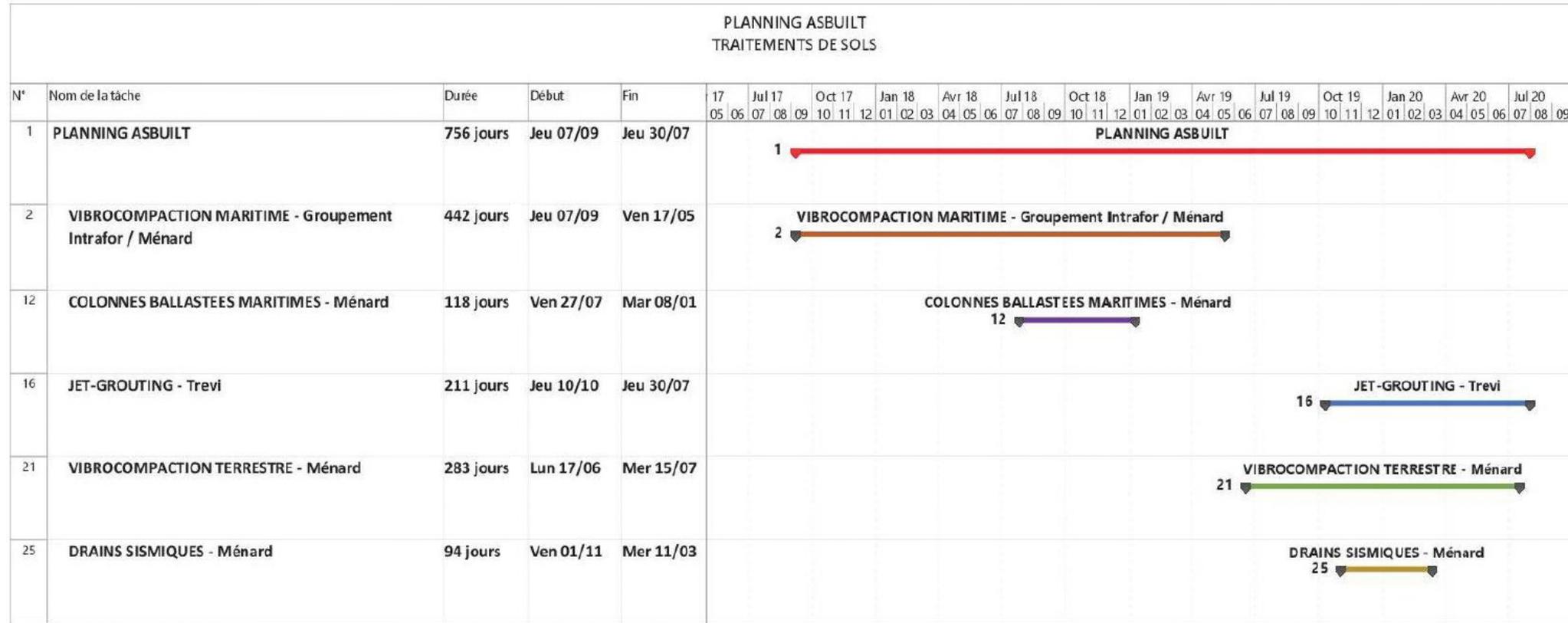
- Prendre en compte le contexte sismique;
- Prendre en compte les contraintes de délai de construction;
- Prendre en compte le contexte urbain et maritime du projet.

## ENJEUX DE L'INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE

- Garantir la stabilité des ouvrages;
- Garantir une plate-forme non liquéfiable;
- Maitriser les tassements de la plate-forme;
- Performances des matériaux de remblai.

	Vibrocompaction RAC/RTPT	Vibrocompaction RTPC	Colonnes Ballastées	Cellules en Jet Grouting	Drains sismiques
Densification	X	X			
Liquéfaction des sédiments			X	X	X
Stabilité au grand glissement			X		
Tassements (15 à 90 mm admissible selon les différentes zones du projet)				X	X





Surface de traitement

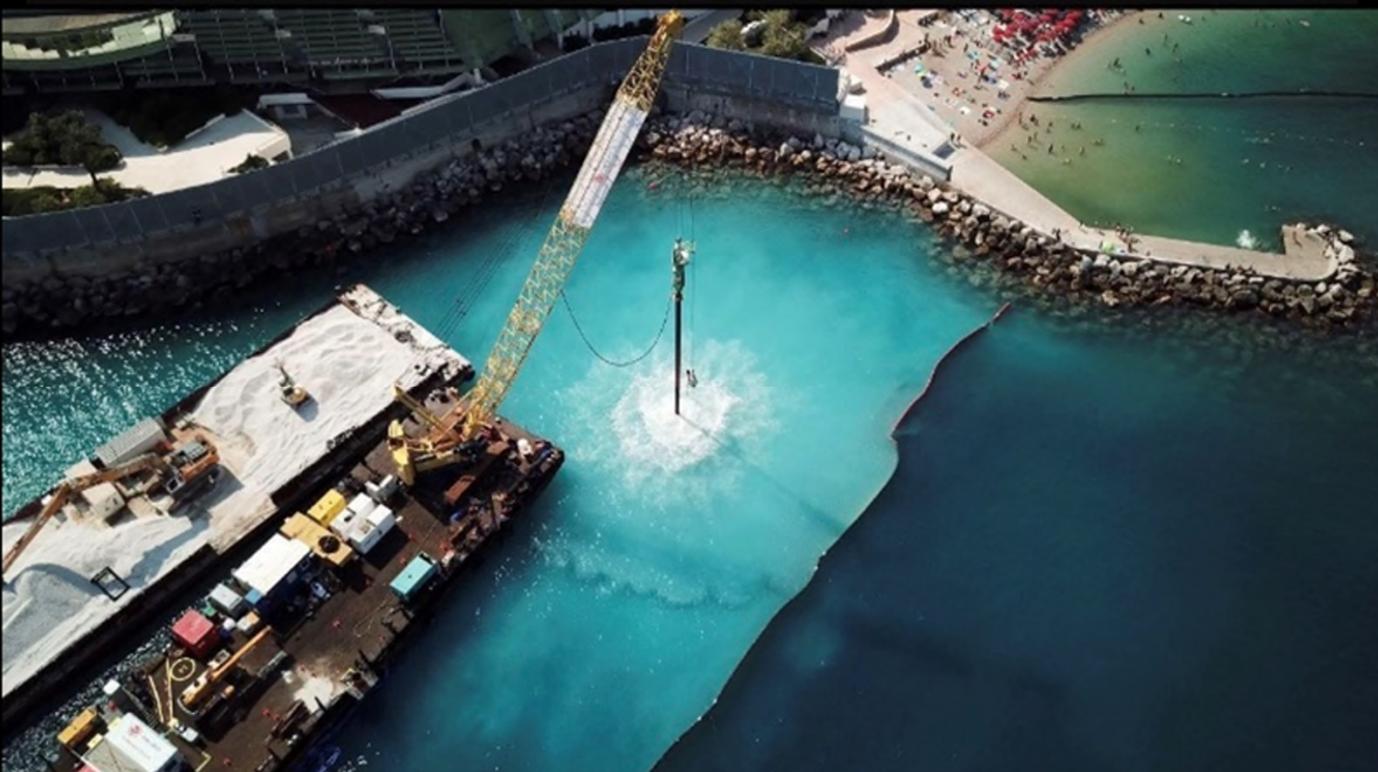
≈ 693 000 m<sup>3</sup>

≈ 26 000 m<sup>3</sup>

≈ 71 000 m<sup>3</sup>

≈ 143 000 m<sup>3</sup>

≈ 462 000 m<sup>3</sup>



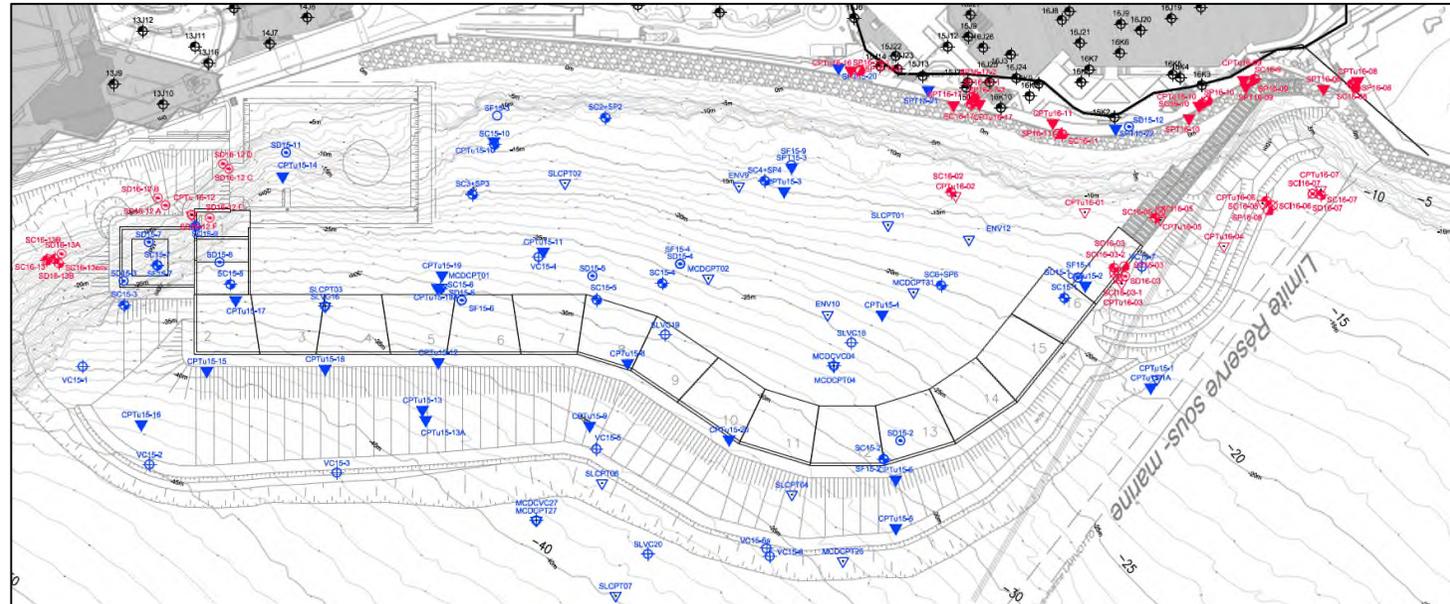
# LES COLONNES BALLASTÉES

■  
Conception  
Travaux  
Contrôles

02.

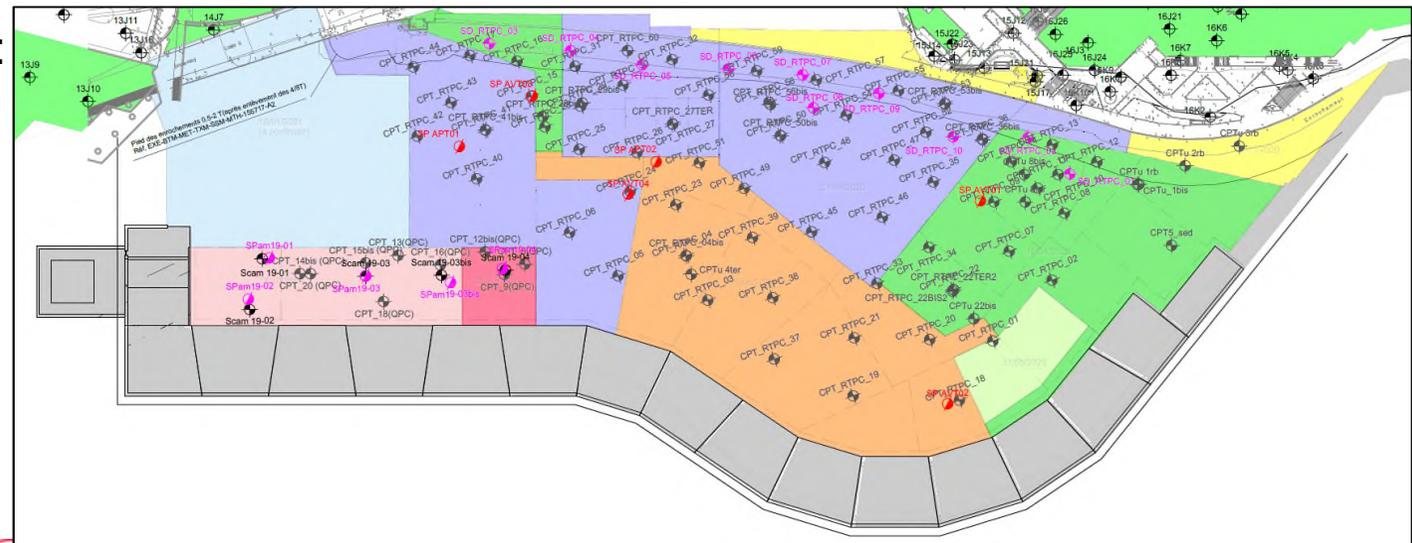
## Sondages par voie maritime:

- Sondages CPTu (>30);
- Sondages scissométriques;
- Standard Penetration Test (sur la cote);
- sondages destructifs;
- sondages pressiométriques;
- profil avec caméra thermique et des profils géophysiques maritimes;
- sondages carottés;
- géophysique en forage.



## Sondages par voie terrestre (post remblaiement):

- Sondages CPTu (>50);
- Sondages scissométriques;
- sondages destructifs;
- sondages pressiométriques;
- Cross holes;
- sondages carottés;

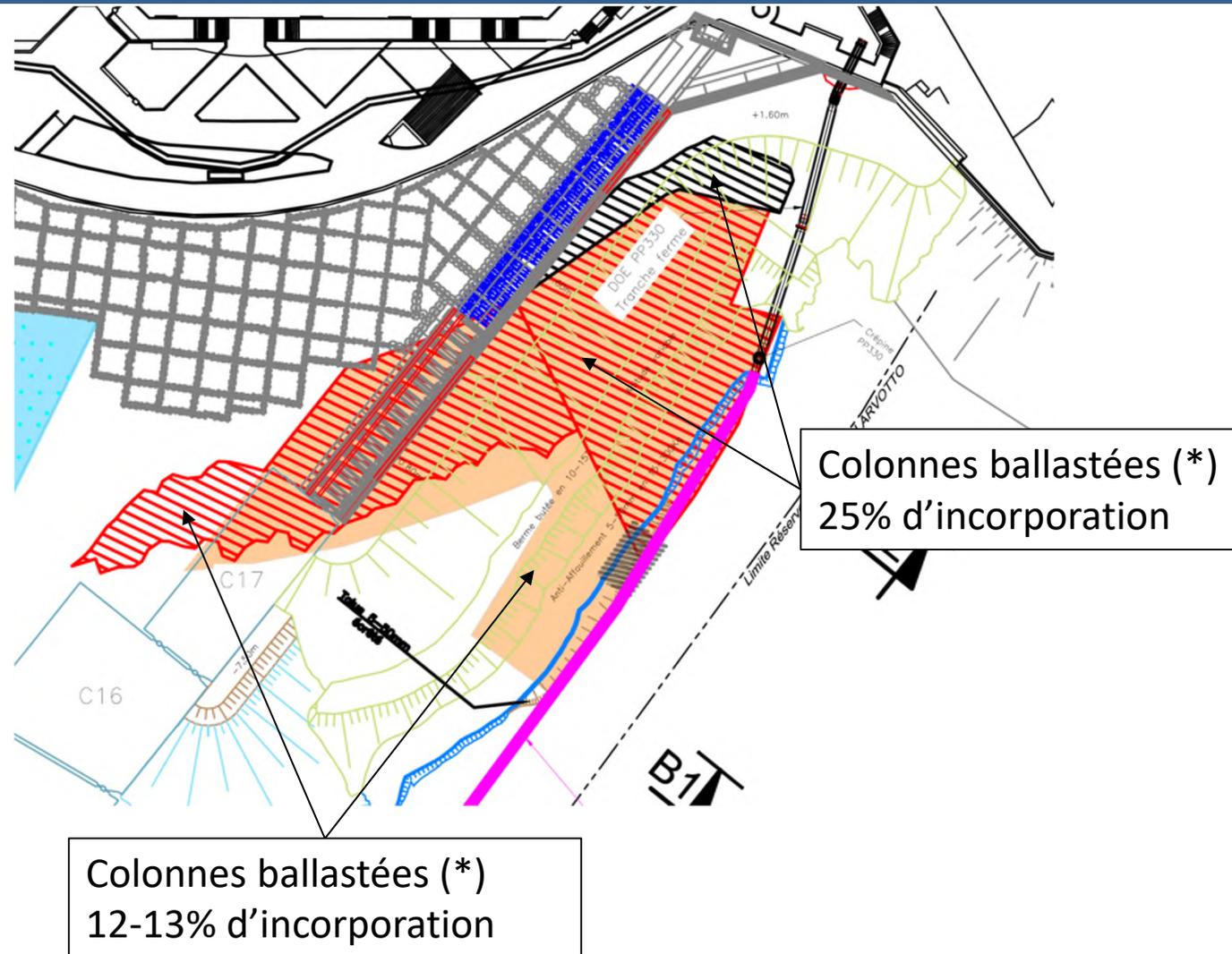


## Objectifs du traitement par colonnes ballastées

- Garantir une plate-forme non liquéfiable;
- Contribuer à la stabilité des ouvrages.

## Contraintes

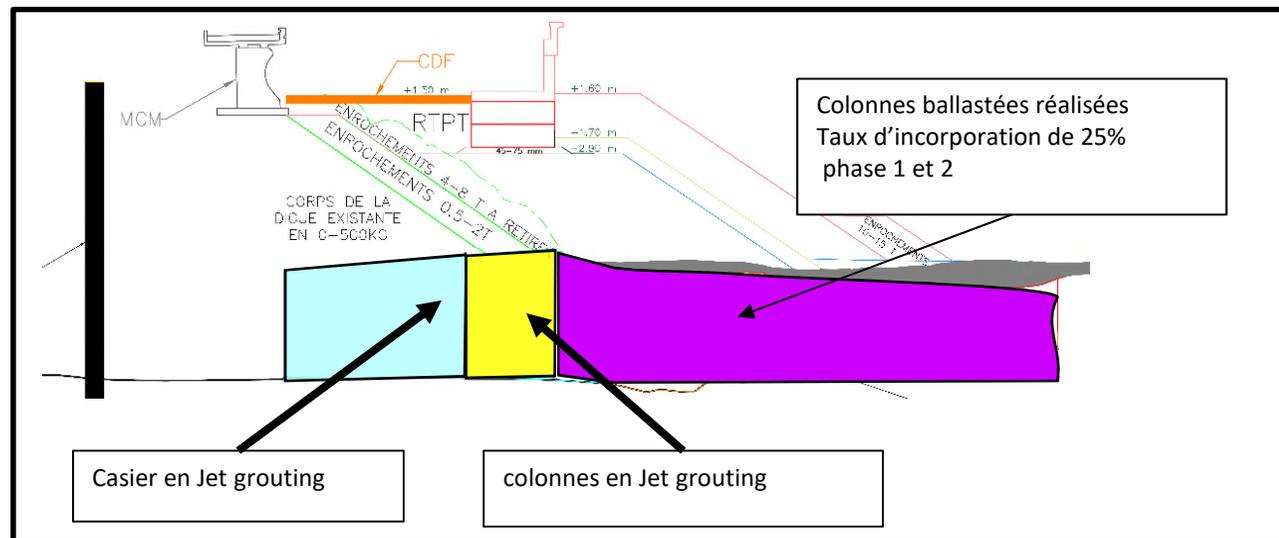
- Ne peut être réalisé qu'en dehors de la zone des enrochements;
- Présence des anciens tirants d'ancrage du forum Grimaldi;
- Taux d'incorporation très important.



(\*) nota: pas d'utilisation d'air pour les travaux de colonnes ballastées compte-tenu des enjeux environnementaux (réserve du Larvotto)

## Justification de la stabilité au grand glissement

→ Justification en termes de déplacements de la zone hors villa au moyen de calculs aux éléments finis



PIANC: ces recommandations permettent de quantifier, pour un niveau d'endommagement donné, les déplacements acceptables

Table 3.1. Acceptable level of damage in performance-based design.\*

Level of damage	Structural	Operational
Degree I : Serviceable	Minor or no damage	Little or no loss of serviceability
Degree II: Repairable	Controlled damage**	Short-term loss of serviceability***
Degree III: Near collapse	Extensive damage in near collapse	Long-term or complete loss of serviceability
Degree IV: Collapse****	Complete loss of structure	Complete loss of serviceability

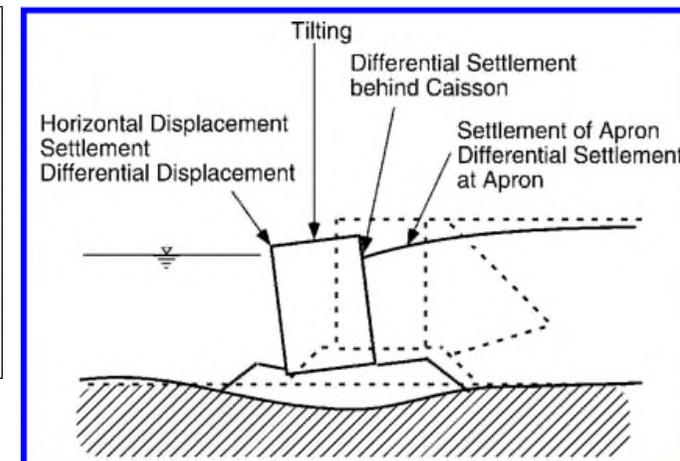


Table 4.1. Proposed damage criteria for gravity quay walls.

Level of damage	Degree I	Degree II	Degree III	Degree IV	
Gravity wall	Normalized residual horizontal displacement ( $d/H$ )*	Less than 1.5%**	1.5~5%	5~10%	Larger than 10%
	Residual tilting towards the sea	Less than 3°	3~5°	5~8°	Larger than 8°

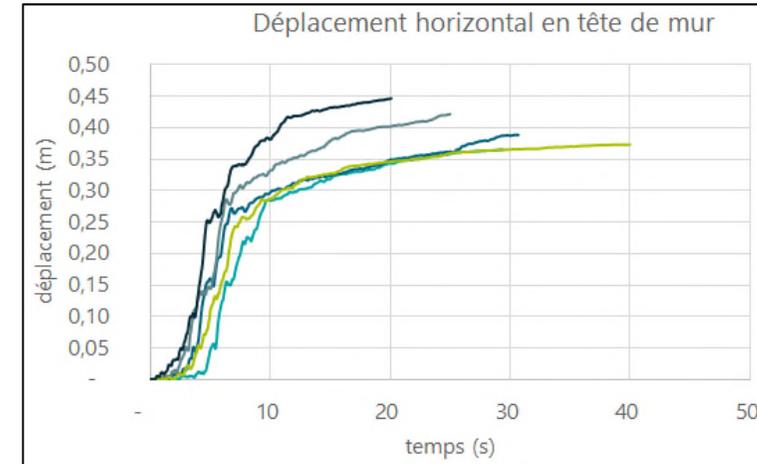
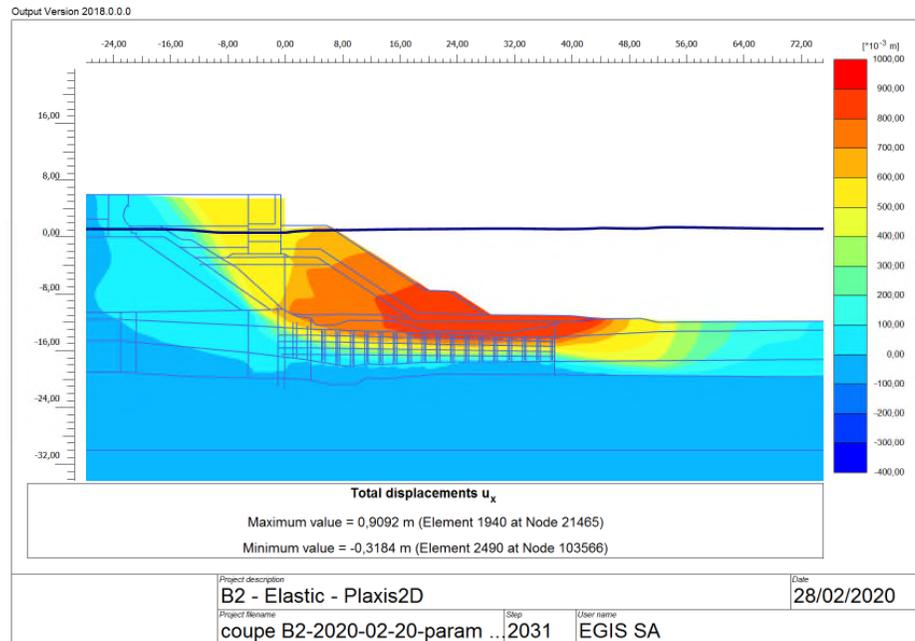
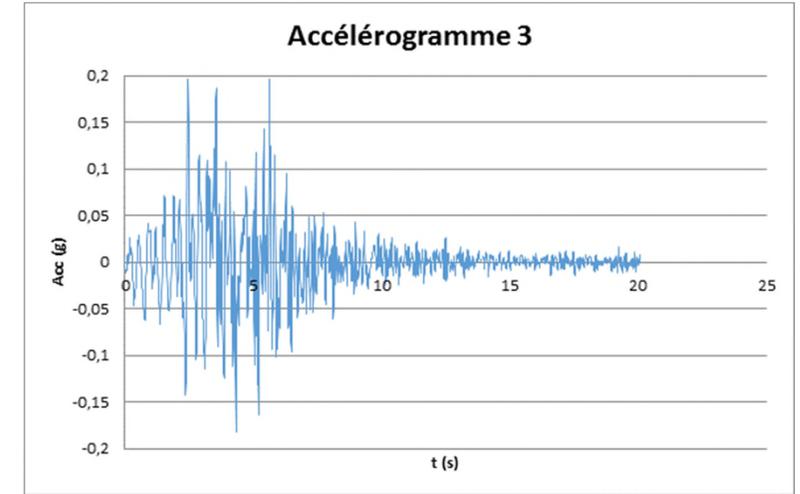
\*  $d$ : residual horizontal displacement at the top of the wall;  $H$ : height of gravity wall.

→ Calculs Plaxis prenant en compte les sols traités par casing en jet grouting et par colonnes ballastées

lois de comportement :

- Loi HSS pour les remblais et sédiments non liquéfiables ;
- Loi UBC3D pour les sols potentiellement liquéfiables.

Calculs dynamiques basés sur 5 accélérogrammes du type:





## Principe & Méthodologie d'exécution

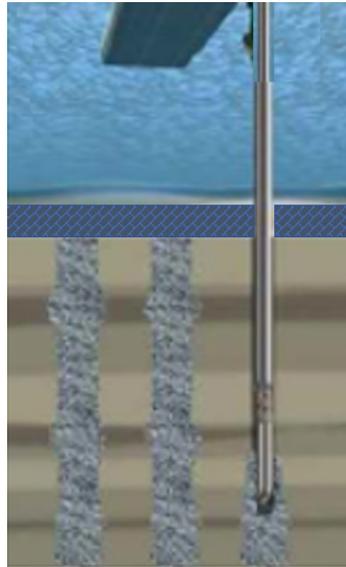
Principe: incorporer dans le terrain des matériaux granulaires compactés:

### Bottom Feed

Les colonnes ballastées par voie maritime sont réalisées à l'aide d'un vibreur à double sas avec lançage à l'air et à l'eau, permettant de mettre en œuvre et d'acheminer le ballast au niveau de la pointe du vibreur.

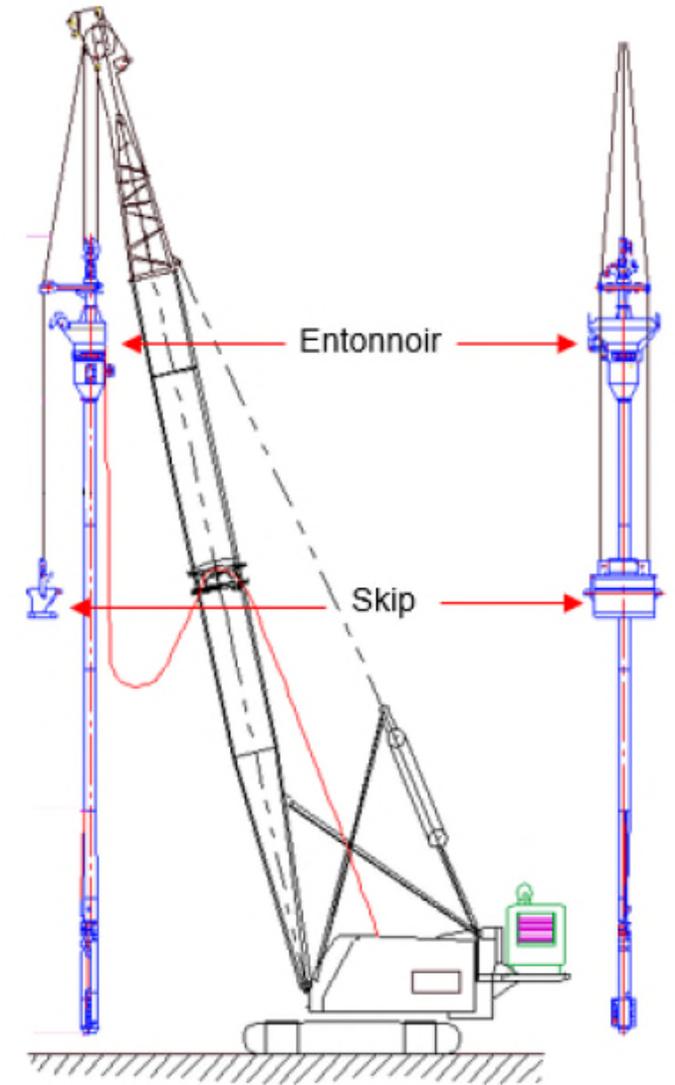
### Top Feed

Le matériau est préalablement mis en place. C'est ce matériau qui sera incorporé dans le terrain à densifier.



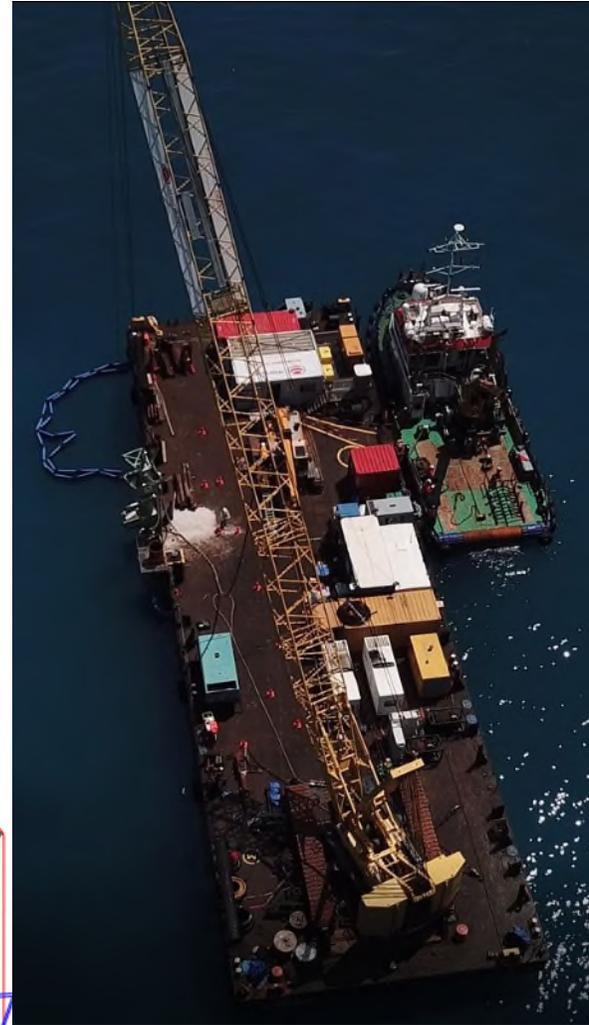
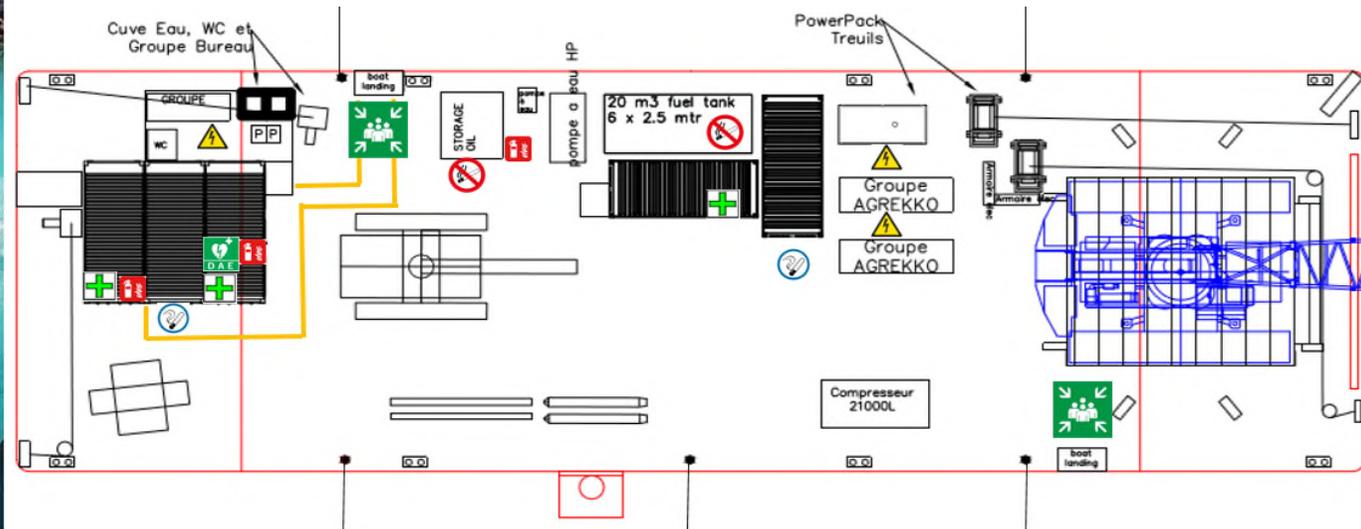
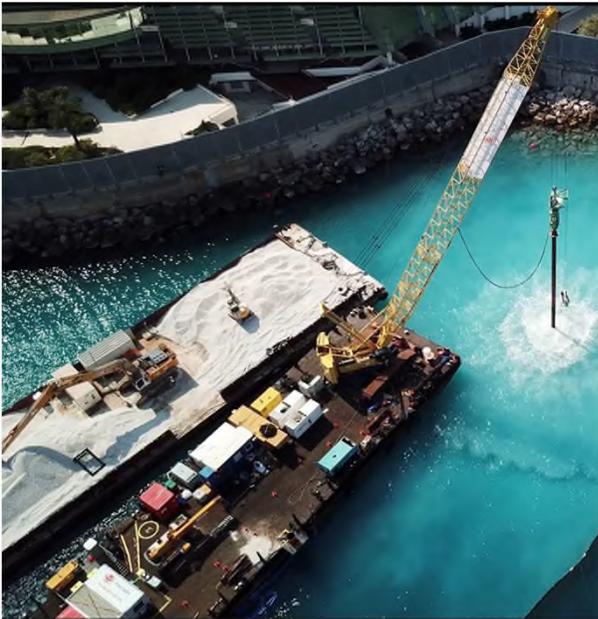
## Réalisation des colonnes ballastées

- **Objectif:**  
Améliorer la cohésion Cu des matériaux mis en place;  
Augmenter le facteur de sécurité FS pour limiter le risque lié à la liquéfaction en cas d'évènement sismique.
- **4 étapes :**
  - Réalisation des colonnes ballastées en « **bottom feed** » (phase 1)  
Mise en œuvre du ballast selon maillage primaire → **taux d'incorporation** de l'ordre de **10%**.
  - Contrôle et réception  
Campagne de CPT 14 jours après la fin du traitement;  
Contrôle de la bathymétrie.
  - Réalisation des colonnes ballastées en « **top feed** » (phase 2)  
Mise en œuvre en inter-maille → **taux d'incorporation** de l'ordre de **25%**.
  - Contrôle et réception  
Campagne de CPT 14 jours après la fin du traitement;  
Contrôle de la bathymétrie.



## Les moyens utilisés

- 1 barge principale (55m x 17m x 3,6m);
- 1 barge de stockage de cailloux (70m x 20m x 4,3m);
- 1 multicat & 1 remorqueur;
- 1 grue Kobelco CKE 2750G (Longueur de flèche = 48.8m);
- 1 grue de manutention télescopique 40T;
- 1 VREX (vibreux, entonnoir, tube cailloux) + 2 vibreurs électriques V23;
- 1 antenne GPS;
- 3 vibreurs V48 (utilisés en phase 2 uniquement);
- 1 Grue télescopique sur la barge B2 – G3;
- 1 Pelle 13T Komatsu - P1.



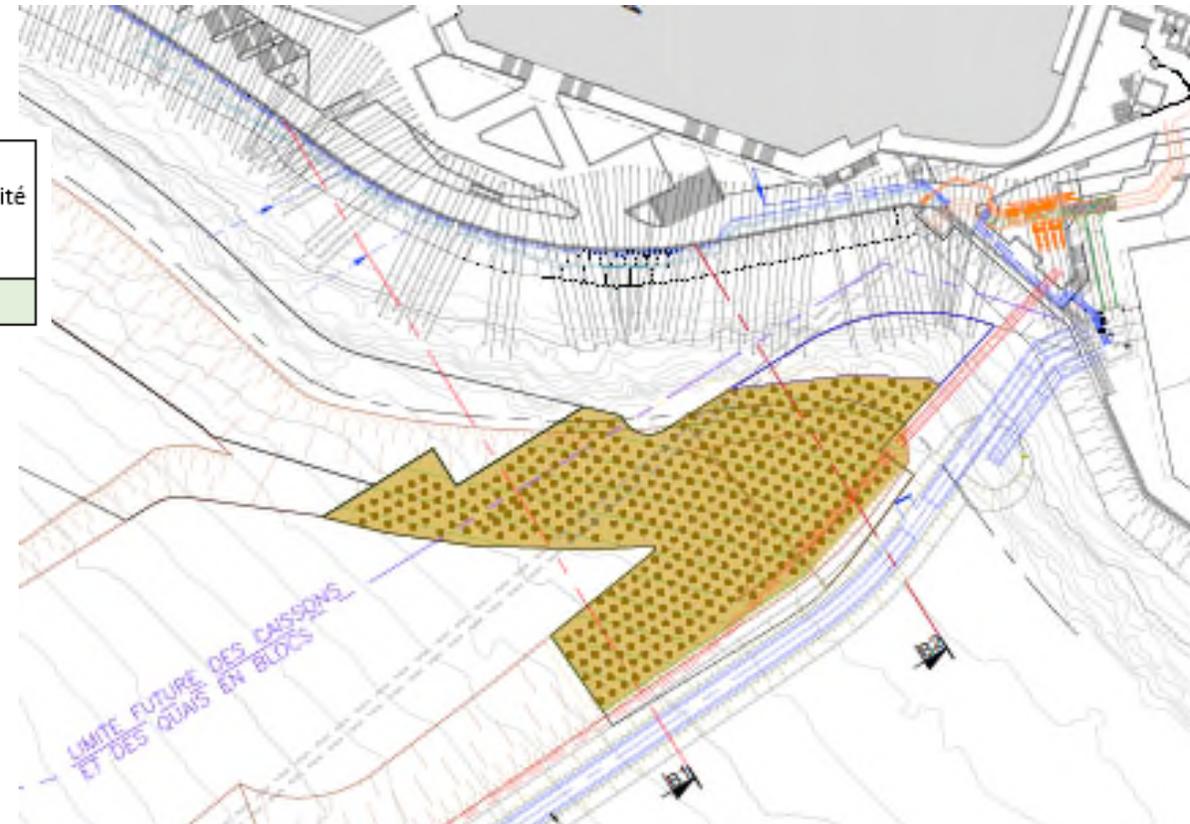
## Le phasage des travaux de colonnes ballastées

Réalisation des Colonnes Ballastées (bottom feed) dans la zone du Larvotto

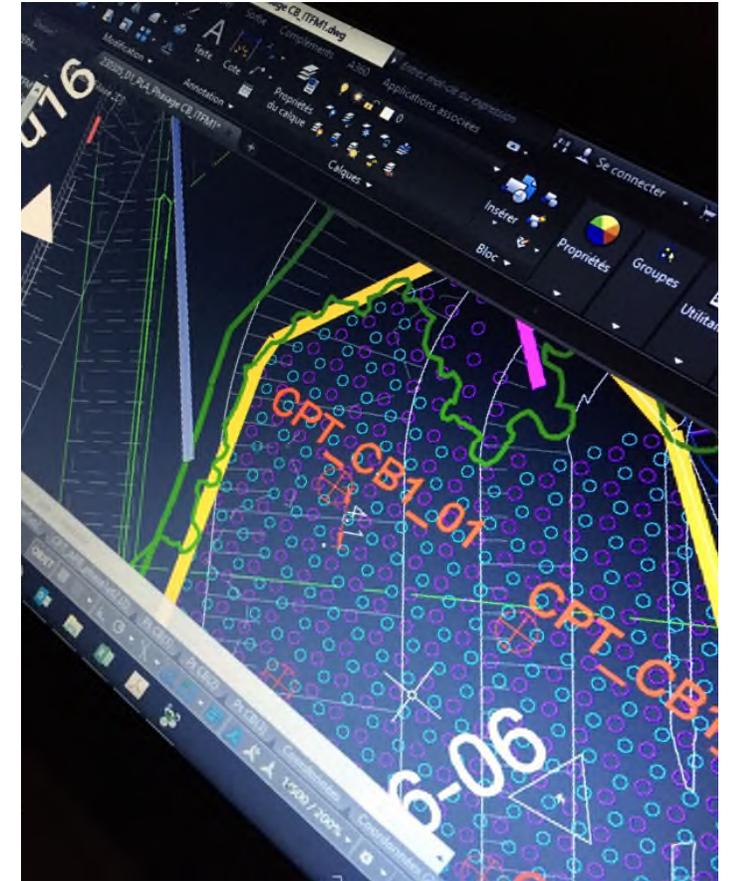
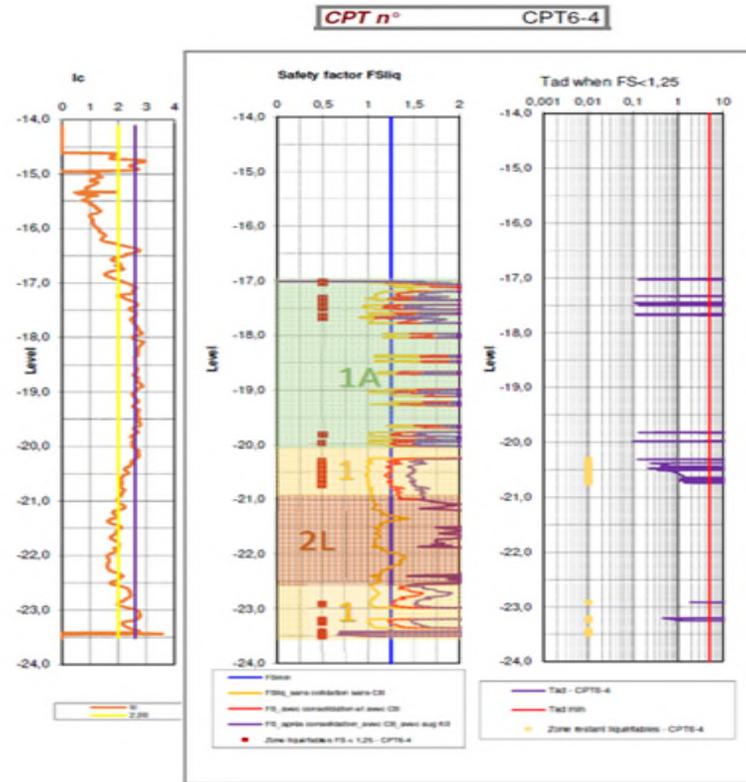
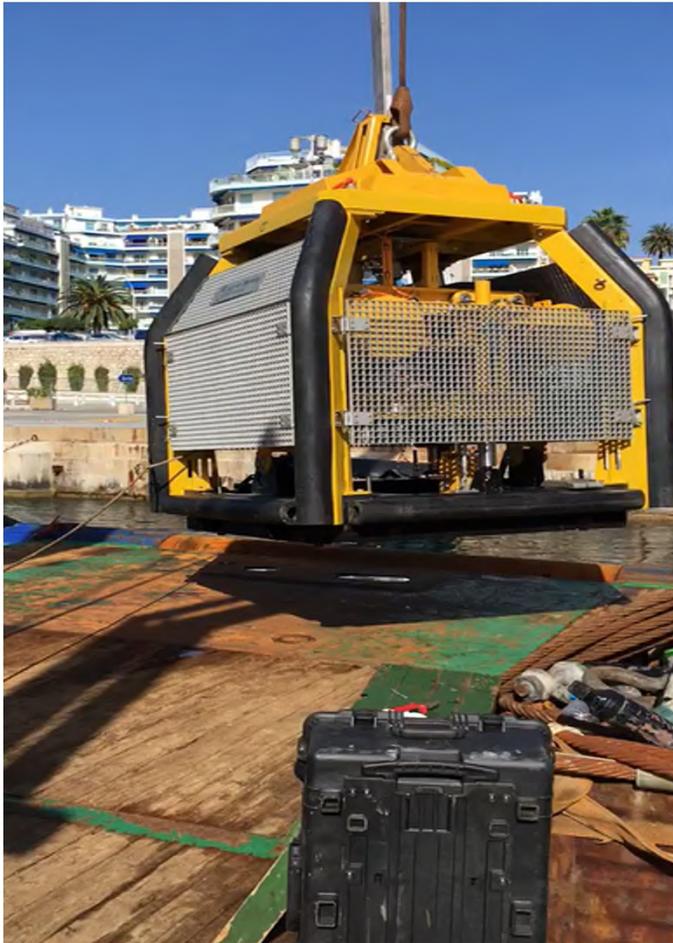
N TOTAL CB théorique (u)	N TOTAL CB réalisées (u)	CB non-réalisées (FAT) (u)	CB non-réalisées (u)	N TOTAL linéaire foré (ml)	N TOTAL linéaire traité (ml)	Quantité ballast consommée (m3)	Quantité ballast consommée (T)	Taux d'incorporation calculé (suivant méthode validé par constructeur et MOE)
818	785	32	1	6438,69	6007,67	2461	4183,7	12%

Réalisation des Colonnes Ballastées (Top feed) dans la zone du Larvotto

N TOTAL CB théorique (u)	N TOTAL CB réalisées (u)	CB non-réalisées (Enrochement)(u)	N TOTAL linéaire foré (ml)	N TOTAL linéaire traité (ml)
368	366	2	3097,27	3078,87



## Réception & Test & Contrôle

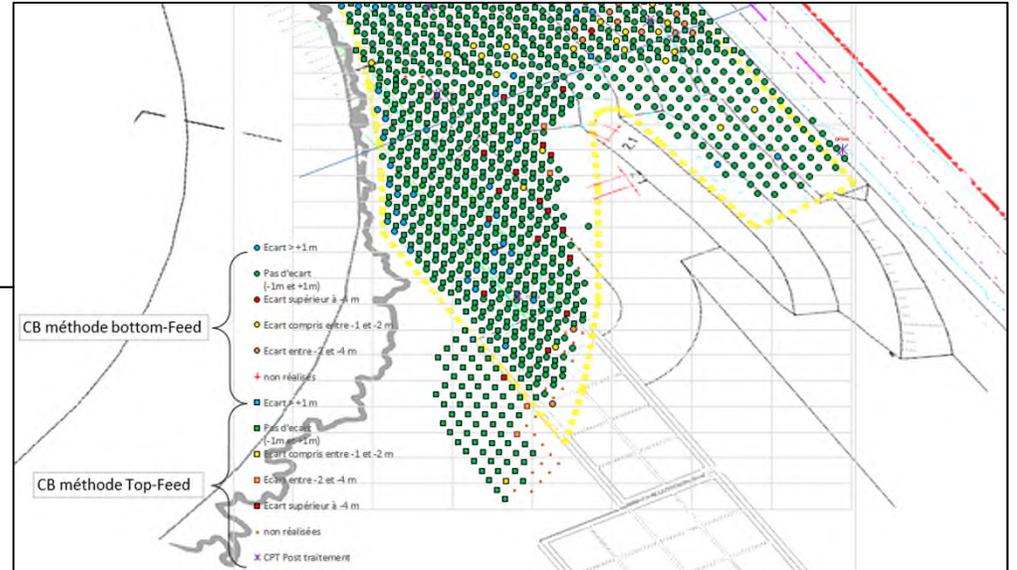
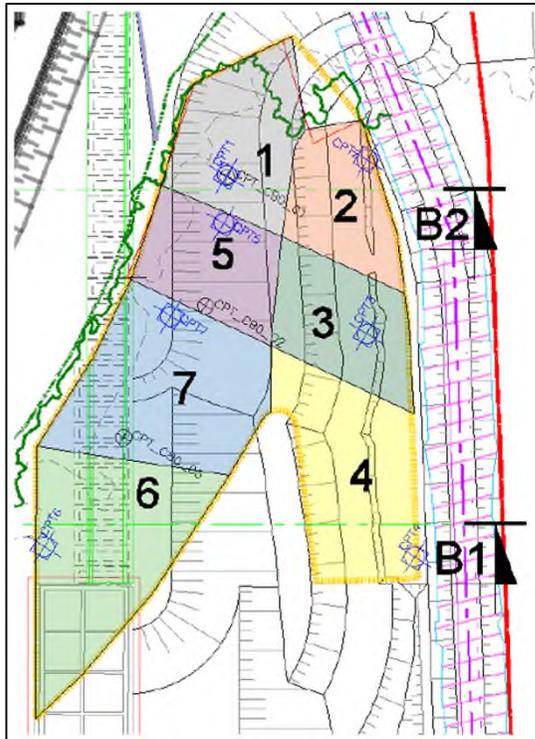


Zone traitée par colonnes ballastées réceptionnée sur la base des CPT et des taux d'incorporations:

- ➔  $F_s > 1,25$  au droit de la plate-forme
- ➔ Objectifs de cohésion non drainée atteints

## Contrôle des travaux (MOE)

- Contrôle du niveau du substratum;
- Contrôle du taux d'incorporation (Bottom feed);
- Analyse des sondages CPTu (3 CPTu pré-traitement et 7 CPTu post traitement).



**Réception des travaux**  
Facteur de sécurité vis-à-vis de la non-liquéfaction  $F_s > 1,25$  (analyse NCEER)  
Amélioration de la cohésion non-drainée « Cu » => Vérification la stabilité générale



# LA VIBROCOMPACTION

Conception  
Travaux  
Contrôles

03.

## Objectifs du traitement par vibrocompaction des remblais :

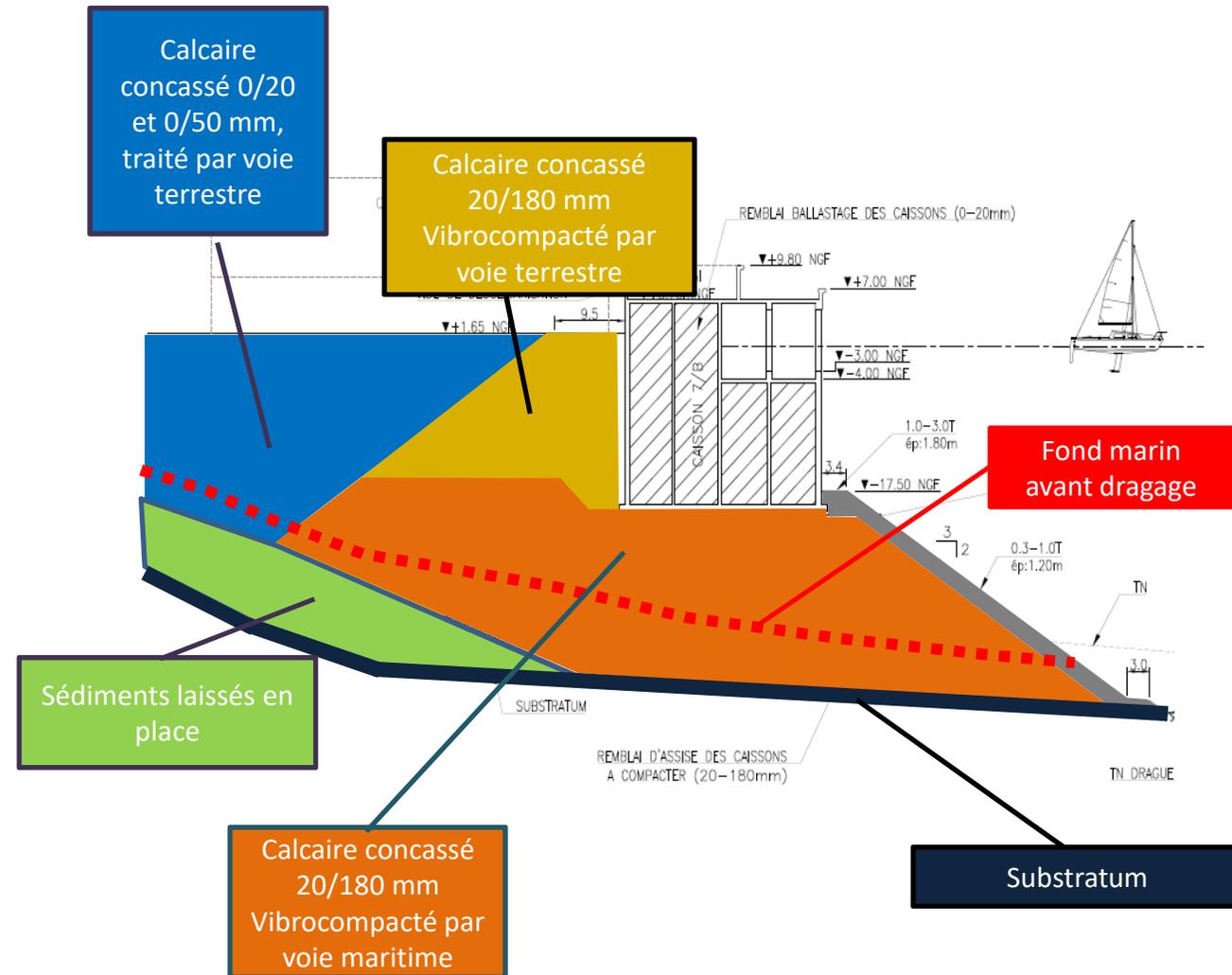
- Respecter les critères d'interface entre les maîtrises d'œuvre et les besoins en conception du projet:

### RAC et RTPT

- ✓  $E_m = 17,5$  MPa (calage loi HSM);
- ✓  $\Phi_i = 46^\circ$ ;
- ✓  $k_h$  et  $k_v > 1.10^{-3}$  m/s.

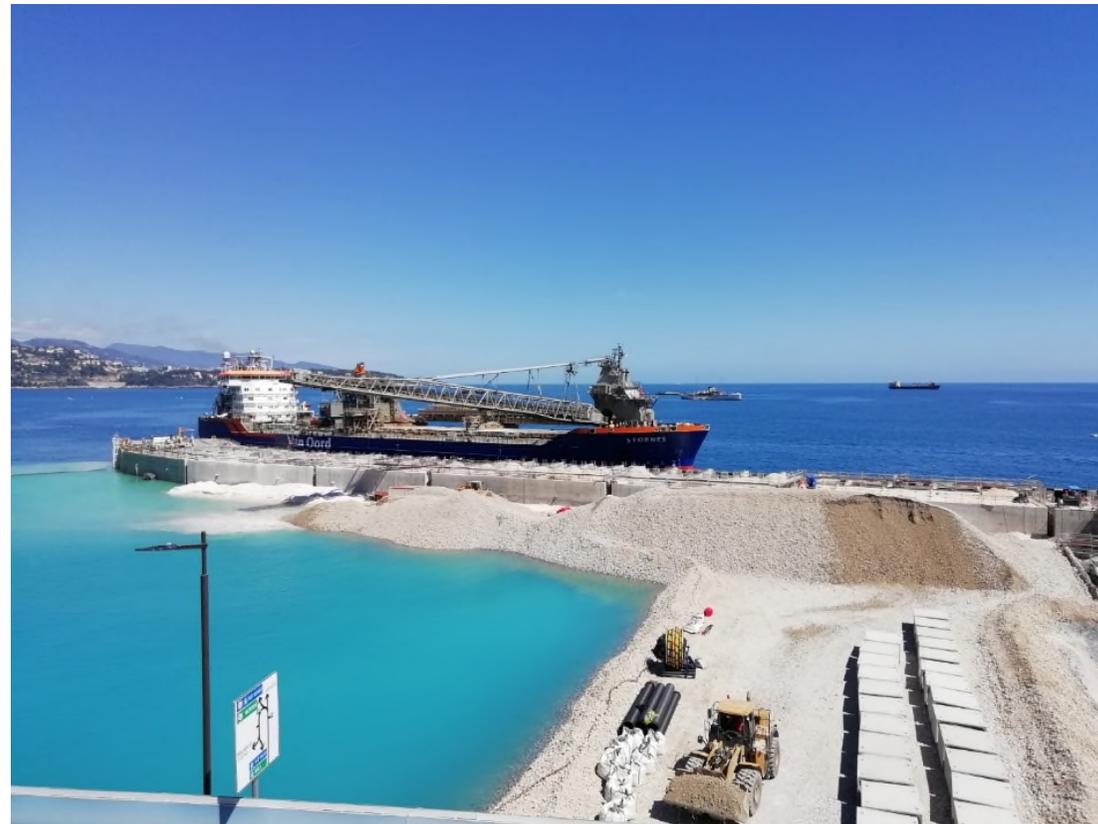
### RTPC

- ✓  $E_m = 15$  MPa sur les 3 m supérieurs puis 10 MPa (calage loi HSM);
- ✓  $\Phi_i = 33^\circ$  sur les 3 m supérieurs puis  $30^\circ$ .



## Contraintes pour le traitement par vibrocompaction :

- Première phase de vibrocompaction par voie maritime, à grande profondeur;
- Granulométrie du matériau;
- Énergie à mettre en place fonction de l'état initial de densité relative des matériaux.



Principe de conception pour déterminer l'énergie à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs de performance des matériaux:

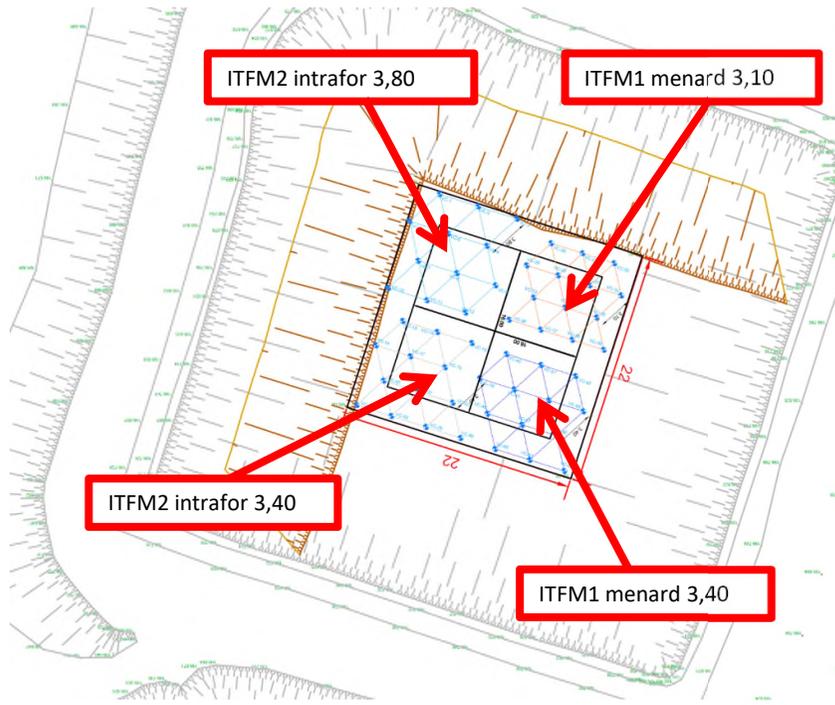
## Méthode:

- Planche d'essai – traitement par voie terrestre ;
- Planche de convenance sur projet – traitement par voie maritime;
- Travaux de vibrocompaction;
- Contrôles et réception.

## Objectifs - déterminer:

- Le maillage du vibrocompactage;
- Les paramètres de vibrocompactage:
  - ➔ énergie de vibrocompactage à mettre en œuvre
- Le respect des objectifs de performance des matériaux;
- Le tassement post-traitement.

## Réalisation d'une planche d'essai (en carrière)



Objectif de déterminer notamment, avant et après vibrocompactage :

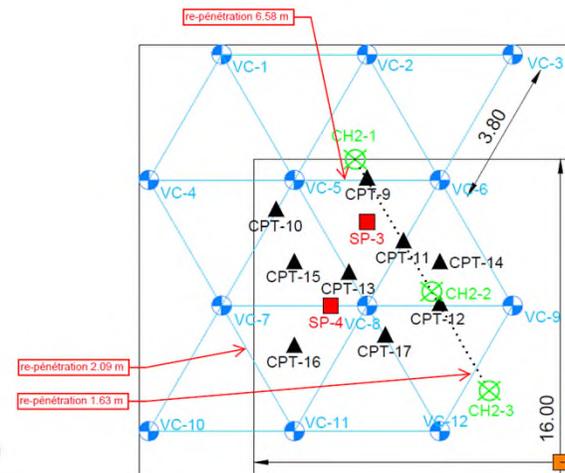
- La densité relative;
- Les caractéristiques géotechniques ( $q_c$ ,  $E_m$ ,  $V_s$ , etc.);
- Le tassement post-traitement.

➔ Campagnes de reconnaissances (géotechnique, géophysique, etc.) pour caractériser les matériaux :

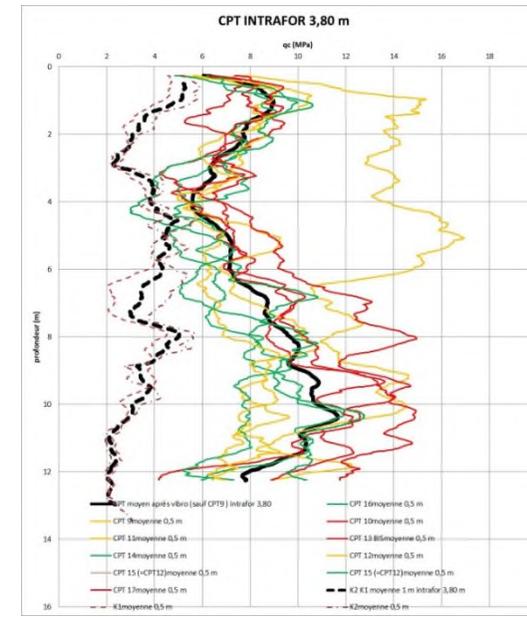
- avant vibrocompactage;
- Après vibrocompactage, pour chaque maille de traitement.

Prise en compte de l'énergie mise en oeuvre

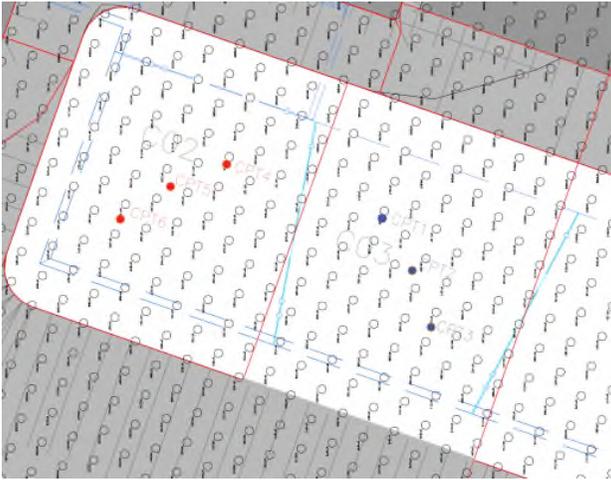
## 4 mailles testées



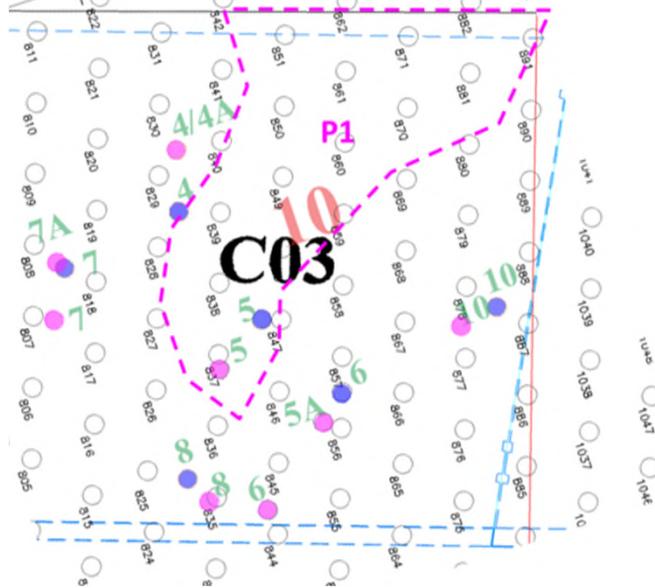
## Reconnaisances



Réalisation d'une planche de convenance sur site (C02 et C03)

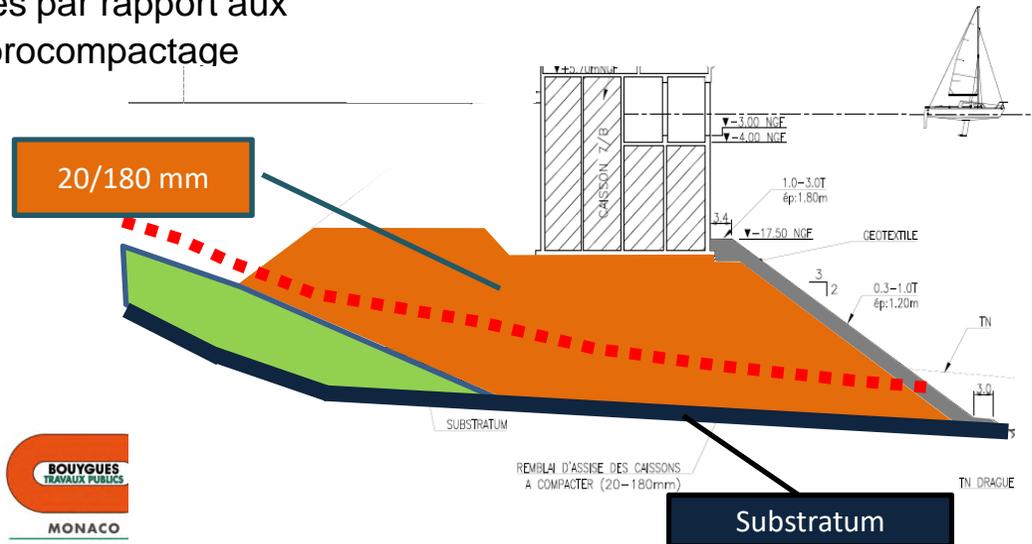


Épaisseur >25 m de matériaux, sous 20 m d'eau



CPT avant vibro  
CPT après vibro

Difficulté: maîtriser l'implantation des sondages par rapport aux points de vibrocompactage

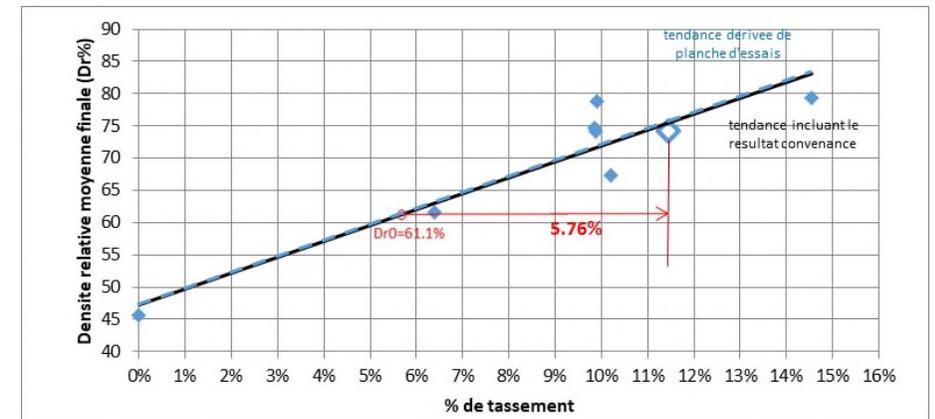


Objectif de fiabiliser :

- Les méthodes et moyens utilisés;
- Les paramètres de vibrocompactage:
  - Maillage ;
  - Temps de passe ;
  - Critère d'ampérage.
- Le tassement post-traitement;
- Profondeur max: 55 m (épaisseur de matériaux jusqu'à 34m).

Vérifier :

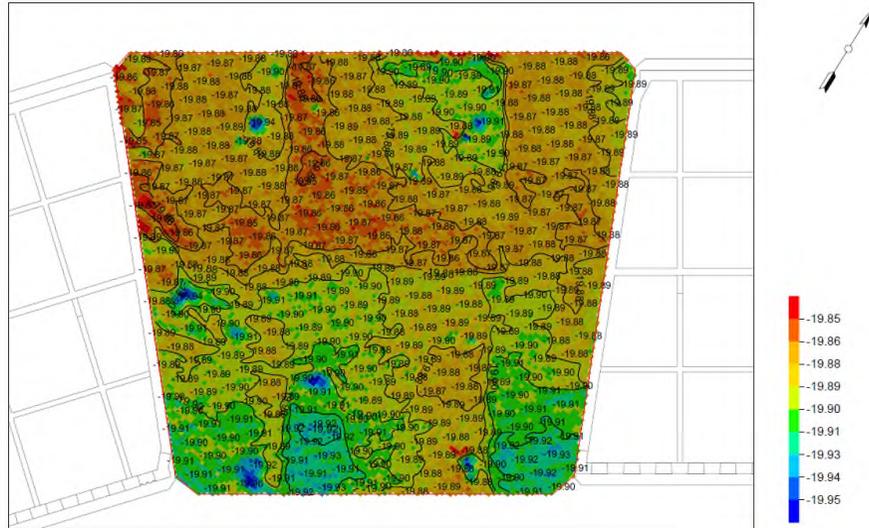
- L'atteinte des performances des matériaux;
- Les profils d'assises théoriques avant et après traitement;
- Le nivellement des assises;
- Les densités relatives initiale et finales.



## Conception du plan de consigne de pose des caissons

### 1. Vibrocompaction

Bathymetrie - Zone de nivellement B09 - 10/03/2019

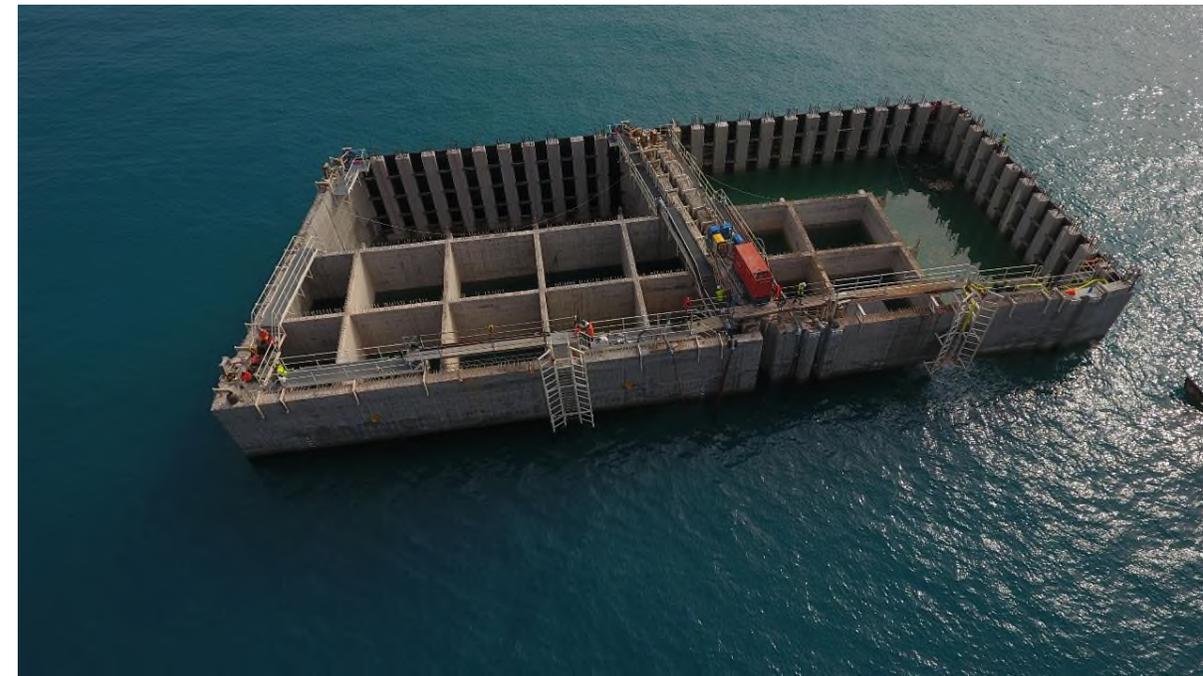
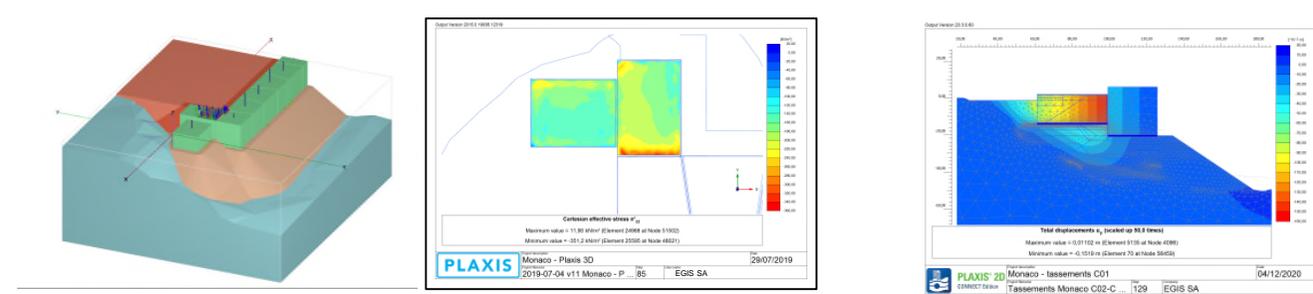


Legende:

□ Limites de nivellement NC = -19.90 m

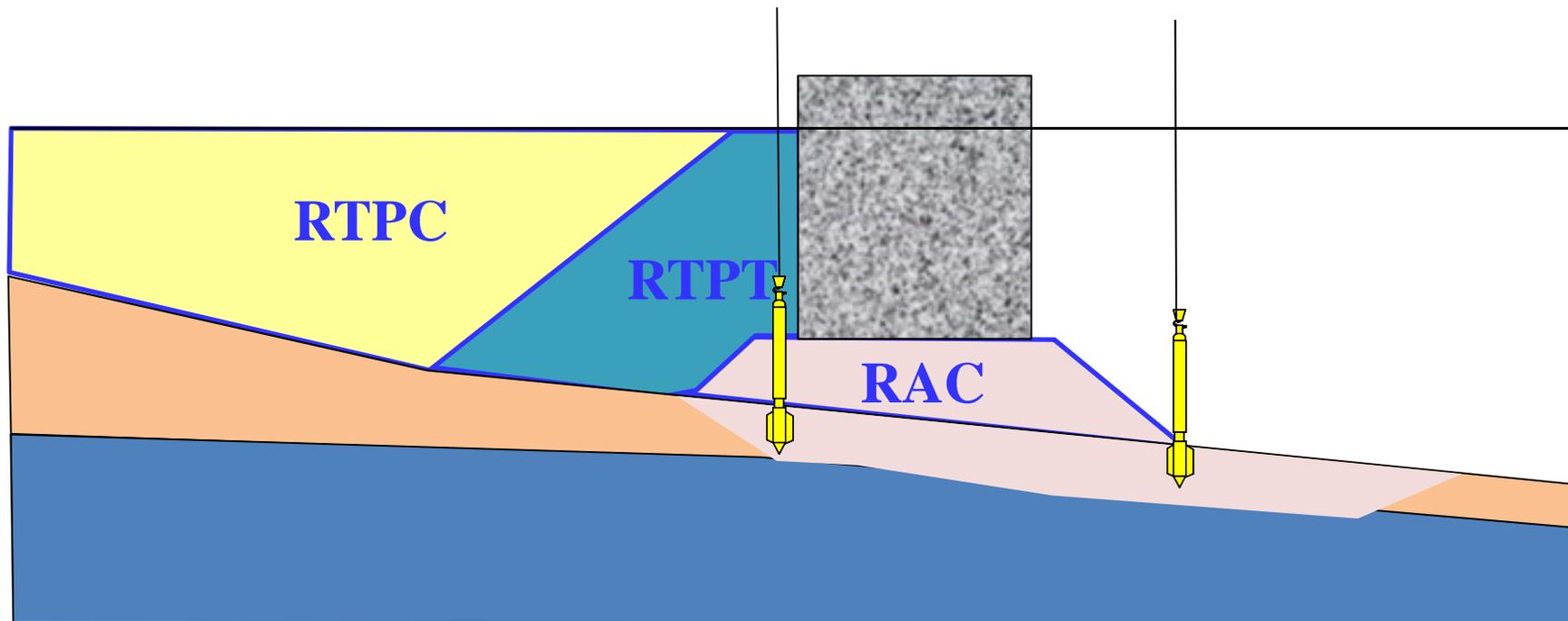
Domaine	Phase	Emetteur	Lot	Zone	Niveau	Type	Numero	Indice
INF	EXE	ECCM	BAT	TXM	SSM	PLA	203873	AT

### 2. Couche de réglage granulaire → caler l'altimétrie des caissons, cote déterminée sur la base de calculs aux éléments finis (Plaxis 2Det 3D)



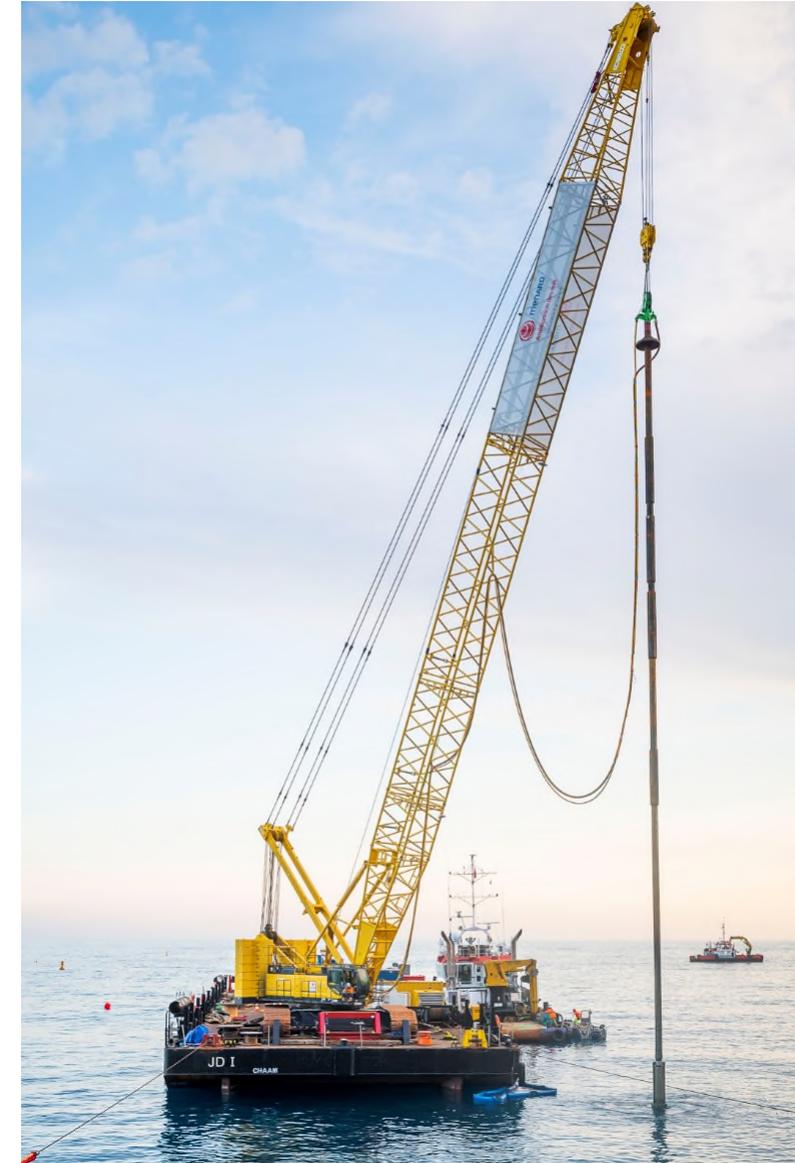
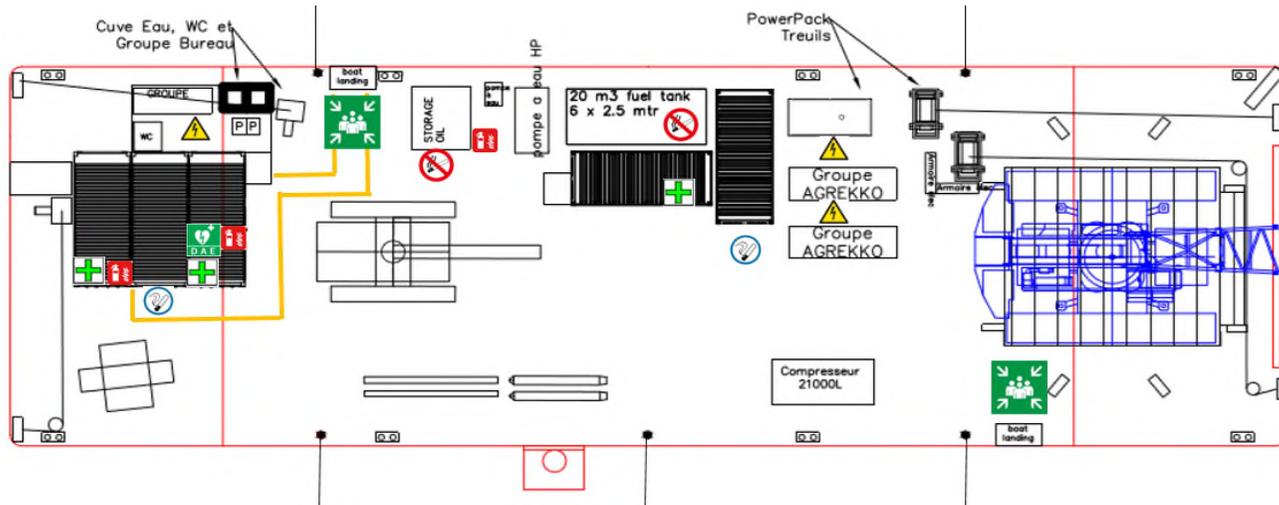
## La réalisation des assises des caissons

- Mise en place d'un **remblai d'assise** en grave calcaire **20-180mm** de façon gravitaire
- Densification des remblais d'assise des caissons (RAC) ainsi qu'une partie des remblais du terre-plein technique (RTPT) par **travaux maritimes de vibrocompactage**;



## Les moyens utilisés - C10 à C17

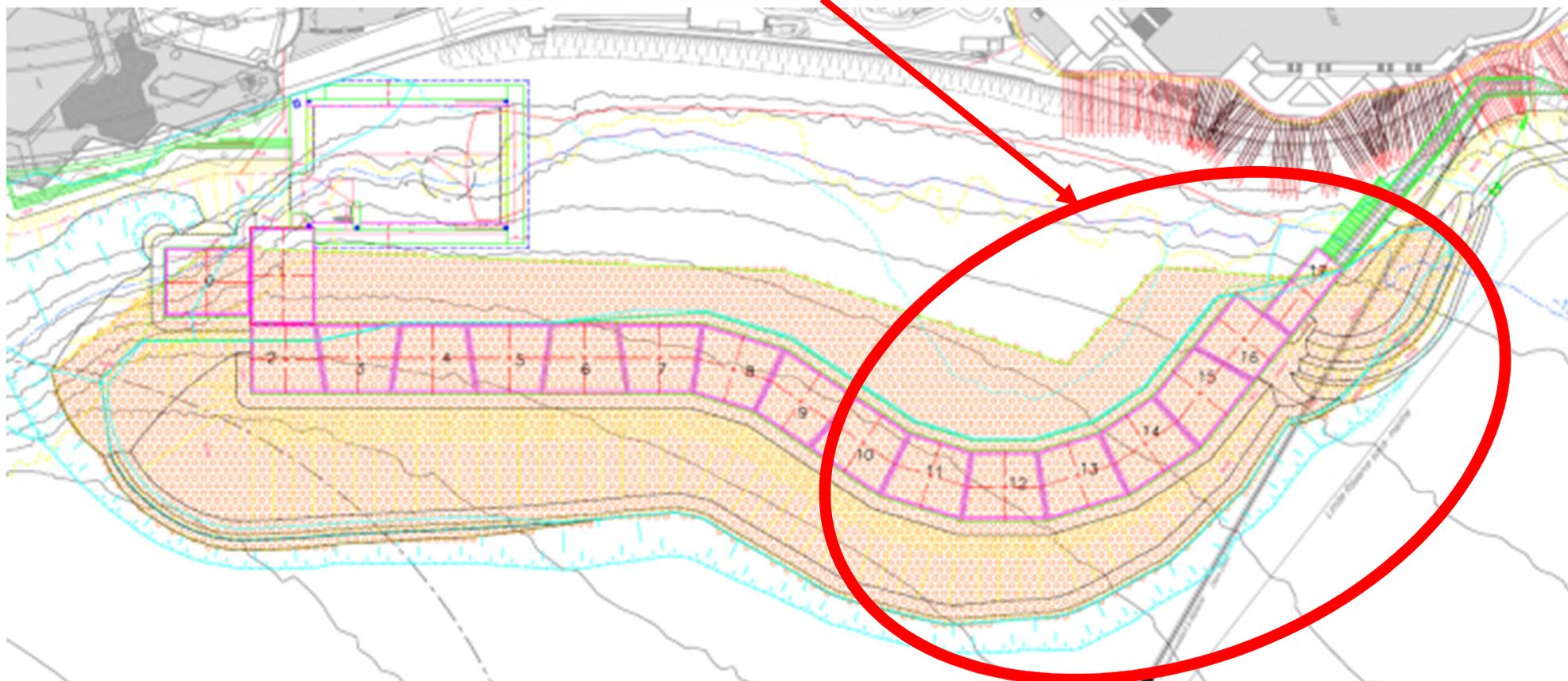
- 1 barge principale (55m x 17m x 3,6m);
- 1 multicat;
- 1 grue Kobelco CKE 2750G (Longueur de flèche = 48.8m);
- 1 grue de manutention télescopique 40T - G2;
- 1 antenne GPS;
- 3 vibreurs V48.



Réalisation de la Vibrocompaction du RAC

Désignation	C10 à C16	
Volume de Traitement	162133	m <sup>3</sup>
Aire de Traitement	13198	m <sup>2</sup>
Nombre de Points	1 120	
Longueur de Traitement	315 158	ml

Profondeur max: 25m

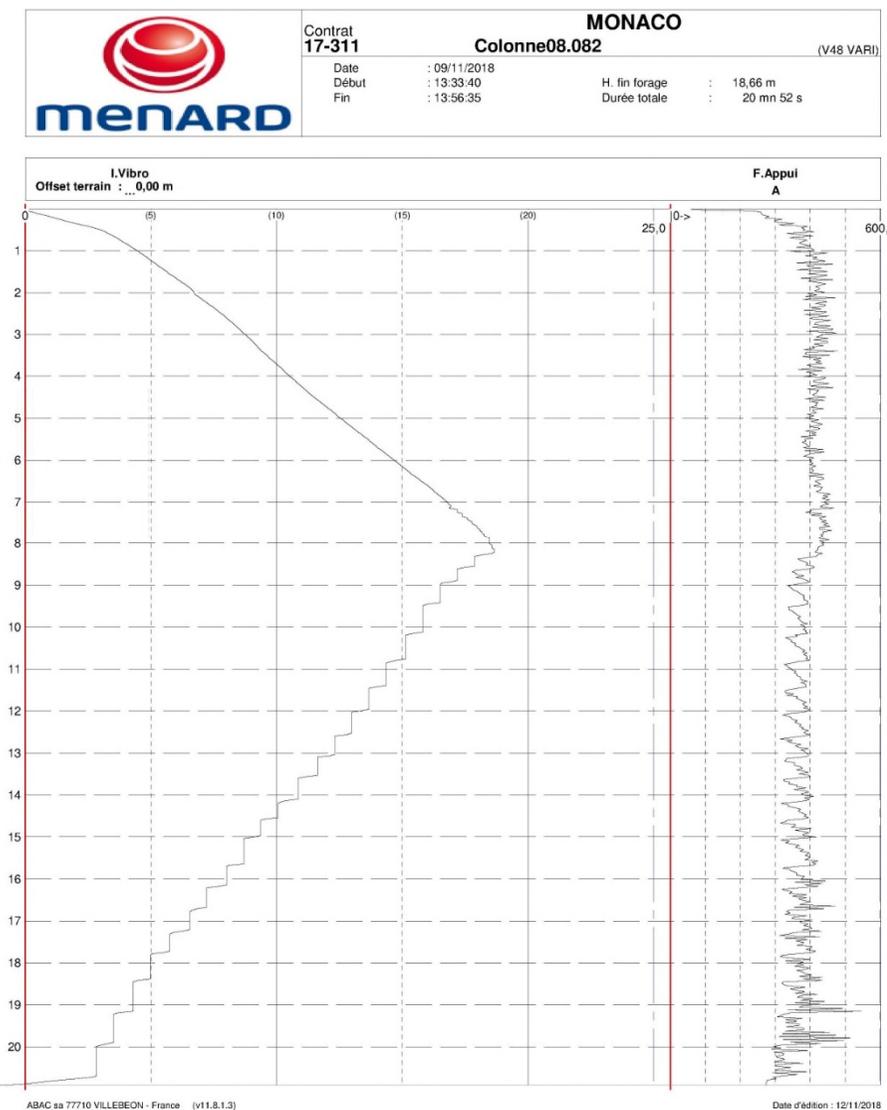
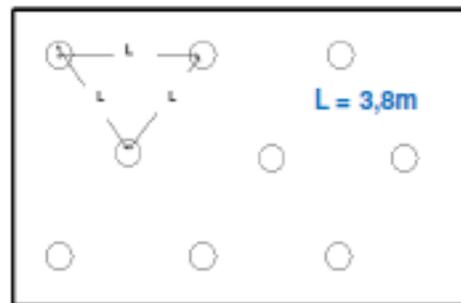


## Principe & Méthodologie d'exécution

Principe: Compactage en profondeur par la pénétration d'aiguilles vibrantes.

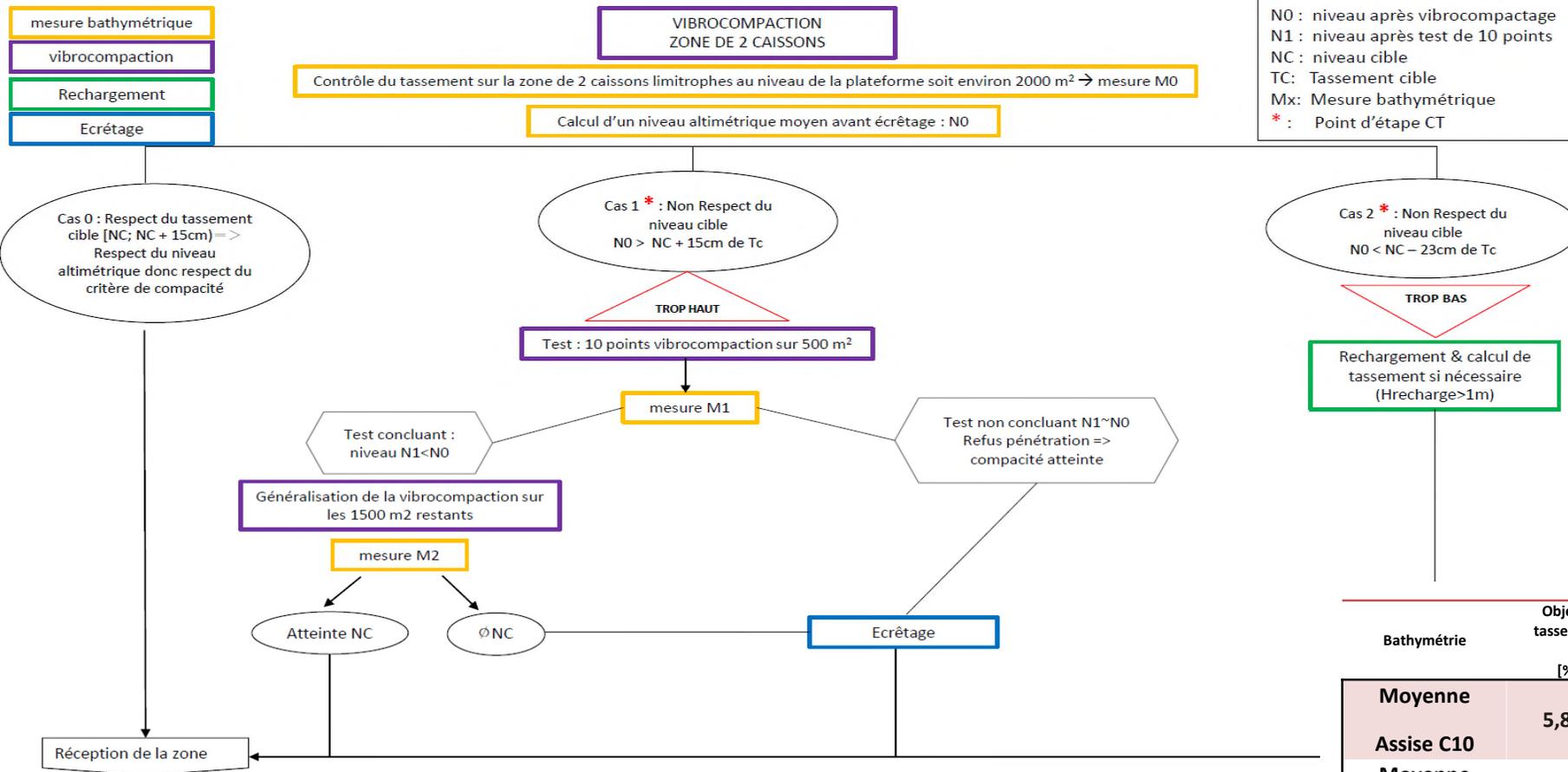
3 phases:

- **Position**
- **Fonçage**  
 Vibreur mis sous tension;  
 Aiguille mise en position;  
 Fonçage sous son propre poids;  
 Vitesse de descente contrôlée par l'opérateur;  
 Fonçage arrêté à l'altimétrie de l'arase inférieure.
- **Compactage**  
 Réalisé en remontant progressivement l'aiguille vibrante par passes successives.  
 Critère de compaction :
  - temps de station : 30 à 40s suivant la profondeur ;
  - ou
  - Ampérage du vibreur (290A) atteint avant la fin du temps de station.
 Remontée de l'aiguille par passe (70cm).
- **Point de traitement suivant**



## Réception des travaux

Calcul du niveau altimétrique post-compactation moyen qui sera comparé au niveau cible à atteindre sur environ 2000 m<sup>2</sup> soit 2 caissons:



N0 : niveau après vibrocompactage  
 N1 : niveau après test de 10 points  
 NC : niveau cible  
 TC : Tassement cible  
 Mx : Mesure bathymétrique  
 \* : Point d'étape CT

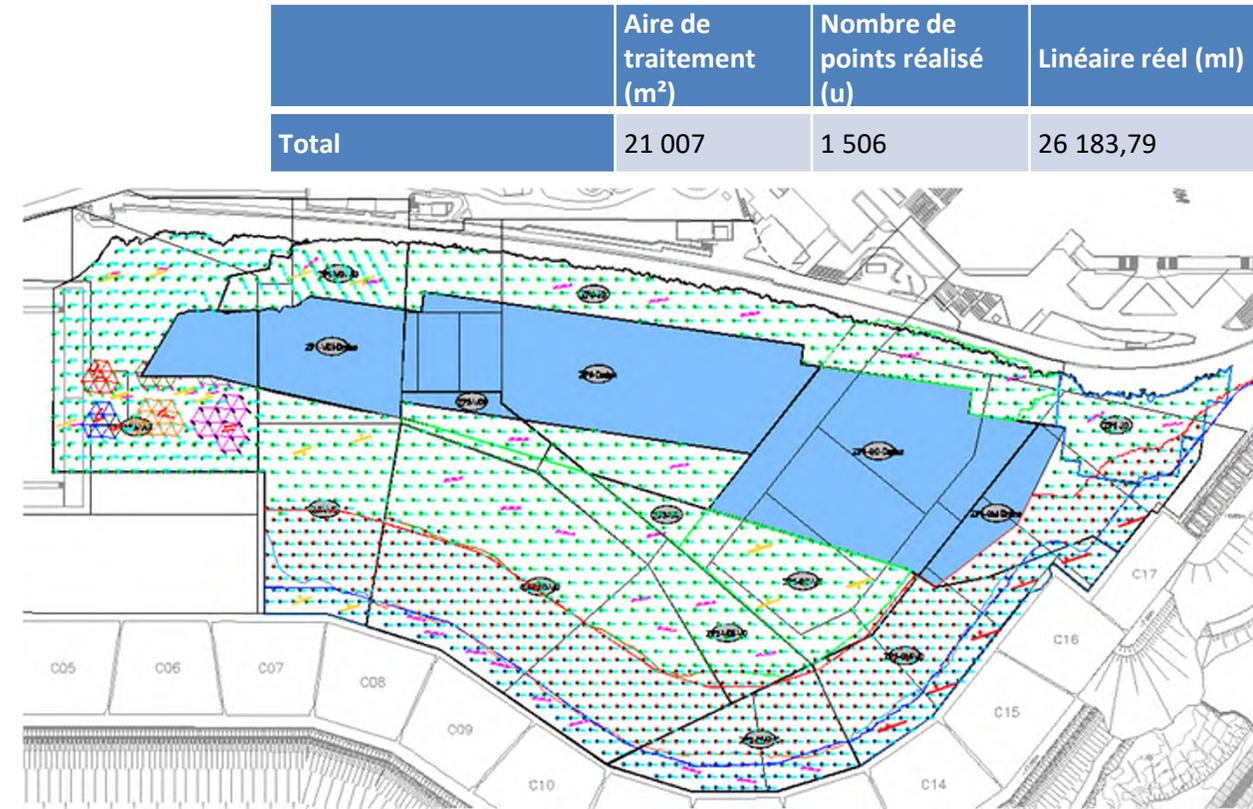
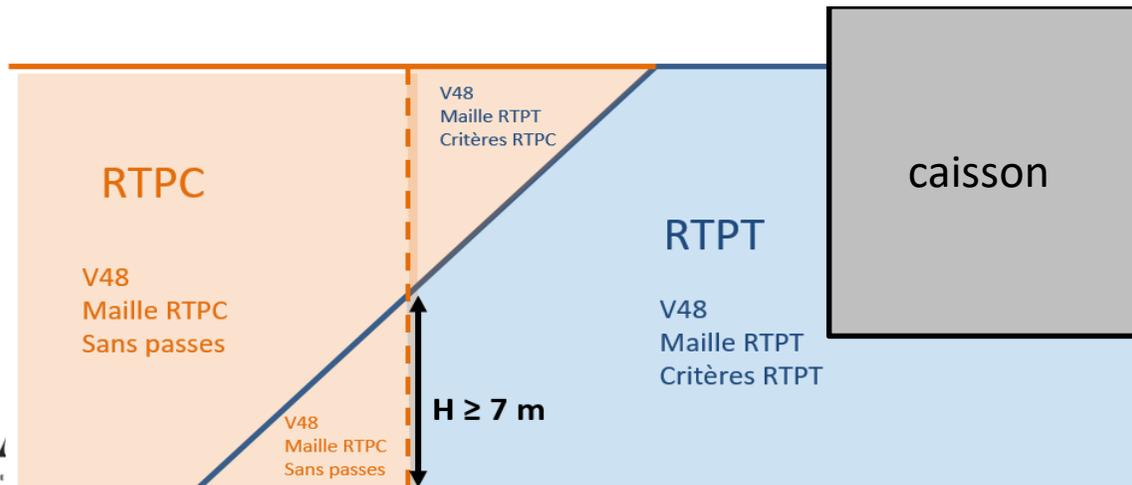
Bathymétrie	Objectif tassement [%]	Tolérance haute [%]	Tolérance basse [%]	Tassement réel [%]	Conformité	Validation E <sub>m</sub> =17,5 MPa
<b>Moyenne</b>	5,8 %	4,64 %	7,54 %	7.10*%	Oui	Oui
<b>Assise C10</b>	5,8 %	4,64 %	7,54 %	6,40*%	Oui	Oui

## Les travaux de vibrocompaction - onshore

- Objectif: **Densifier, Améliorer** RTPT et RTPC.
- **L'objectif** étant de respecter des compacités (résistance de points  $Q_c$ ) minimales)
- **2 phases**
  - Planche d'essai – Terrestre (tests des Mailles et méthodologie)
  - Travaux de vibro-compactage

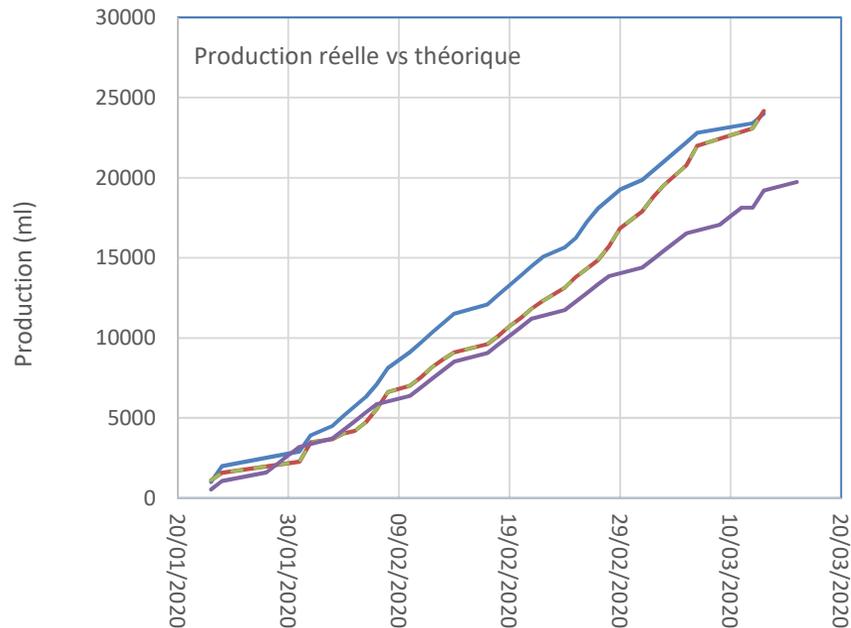
RTPT : Maille triangulaire 3,80 m

RTPC : Maille triangulaire 4,50 m



## Les moyens utilisés

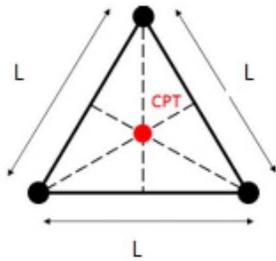
- 1 grue à flèche treillis Hitachi SUMITOMO SCX2800;
- 1 enregistreur de paramètres spécifique aux travaux de vibrocompaction;
- 1 vibreur type V48 + 1 vibreur supplémentaire;
- 1 groupe électrogène;
- 1 compresseur;
- 1 pompe de lancement à eau haute pression.



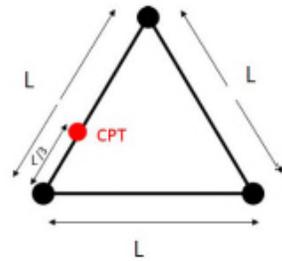
## Critères de réception

- Réception par superficie de 1000 m<sup>2</sup> avec la réalisation de CPT (2 CPTs) sur la hauteur de traitement. La réception des travaux de vibrocompaction se fera par :

- 1 CPT en centre de maille / 500m<sup>2</sup>,
- 1 CPT en tiers de maille / 500m<sup>2</sup>.



CPT au centre de maille

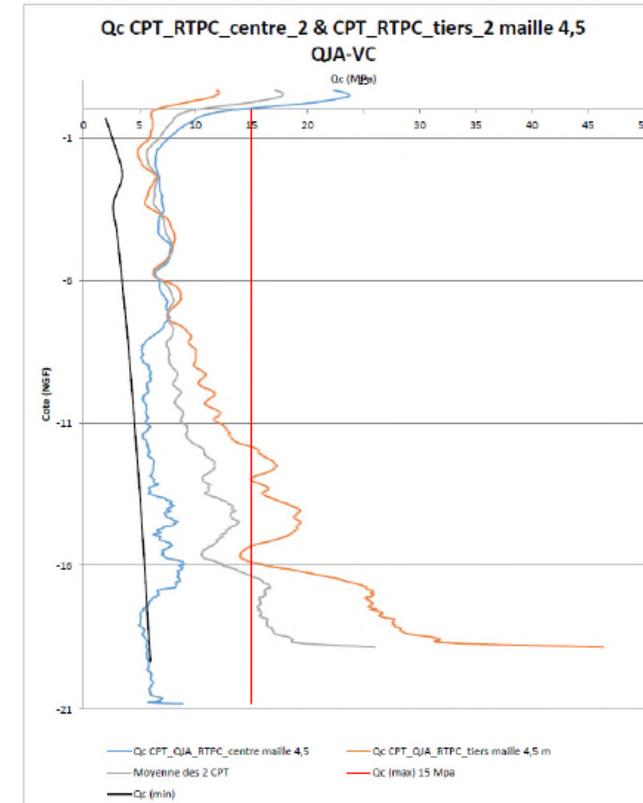


CPT au 1/3 de la distance entre 2 points

- Critère zone RTPC
- Traitement réalisé avec un maillage triangulaire de 4,50m
- Un critère minimum et maximum sont à respecter
- Critère zone RTPT
- Traitement réalisé avec un maillage triangulaire de 3,80m
- Un critère minimum est à respecter

## Réception

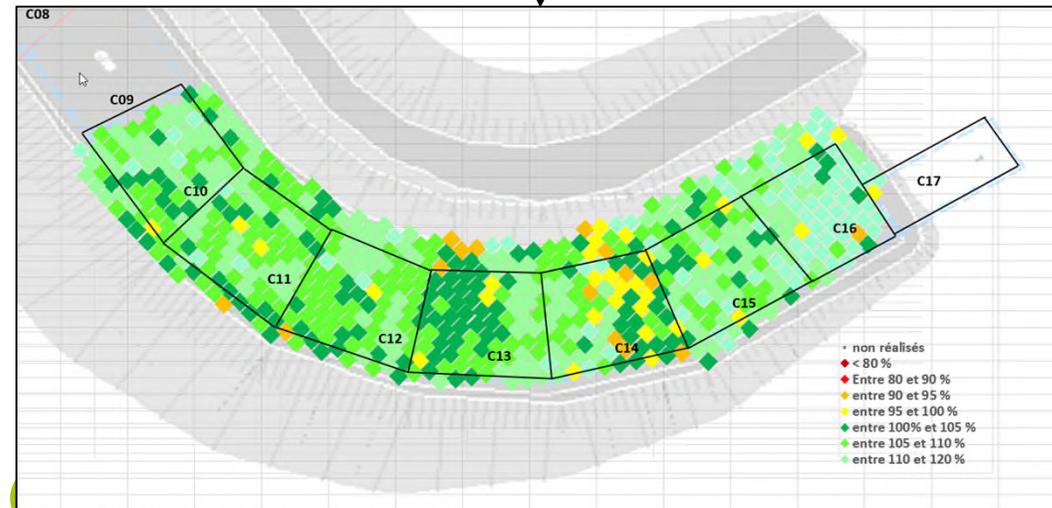
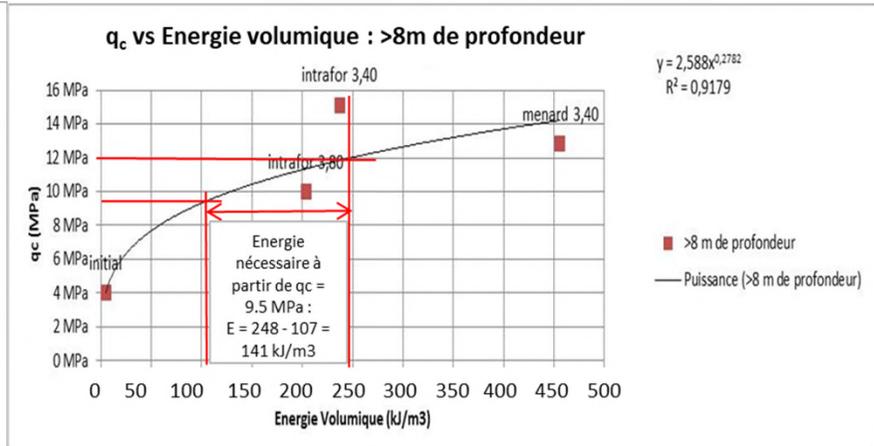
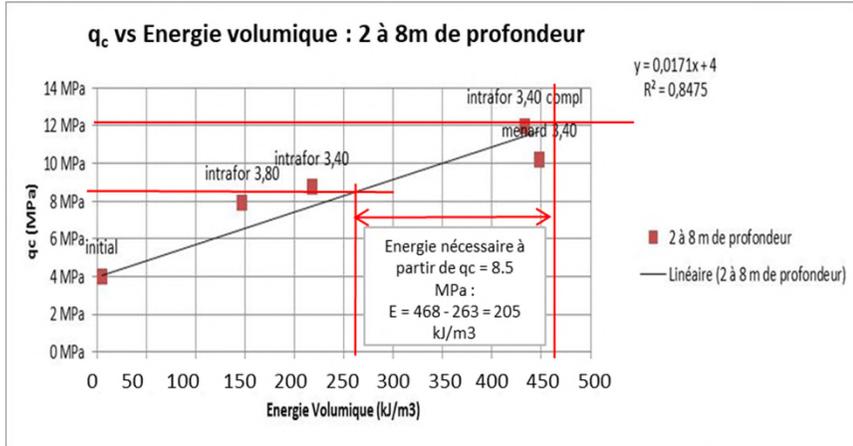
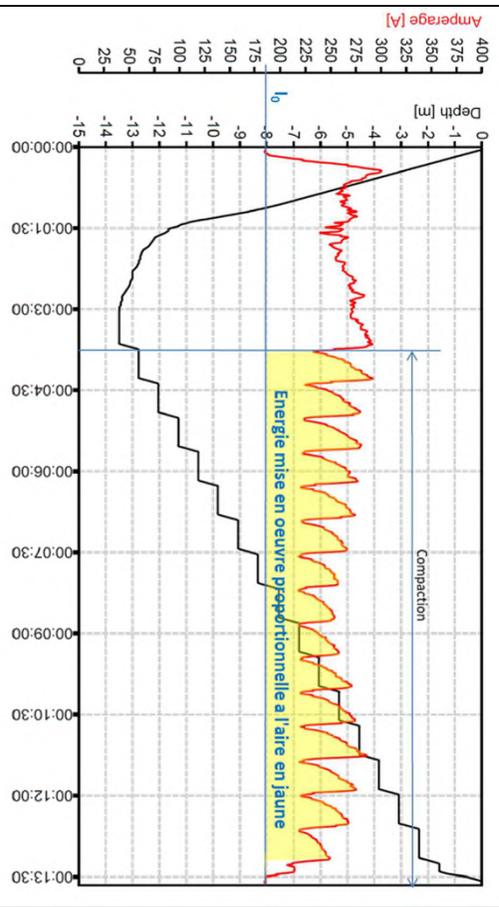
	Position	Z haut CPT (NGF)	Z bas CPT (NGF)	Z fin de VC (NGF)	Linéaire CPT (ml)	Remarques
CPT_QJA_centre_1	Centre de maille	1,67	-15,98	-18,41	17,65	Refus prématuré à -15,98 NGF
CPT_QJA_tiers_1	1/3 de maille	1,76	-19,84	-20,01	21,60	Profondeur de VC atteinte
CPT_QJA_centre_2	Centre de maille	0,70	-20,80	-19,93	21,50	Profondeur de VC atteinte
CPT_QJA_tiers_2	1/3 de maille	0,90	-18,82	-20,13	19,72	Refus prématuré à -18,82 NGF



$$q_{c,unique} = 9,66 \text{ MPa} < q_{c,max}$$

## Contrôle des travaux (MOE)

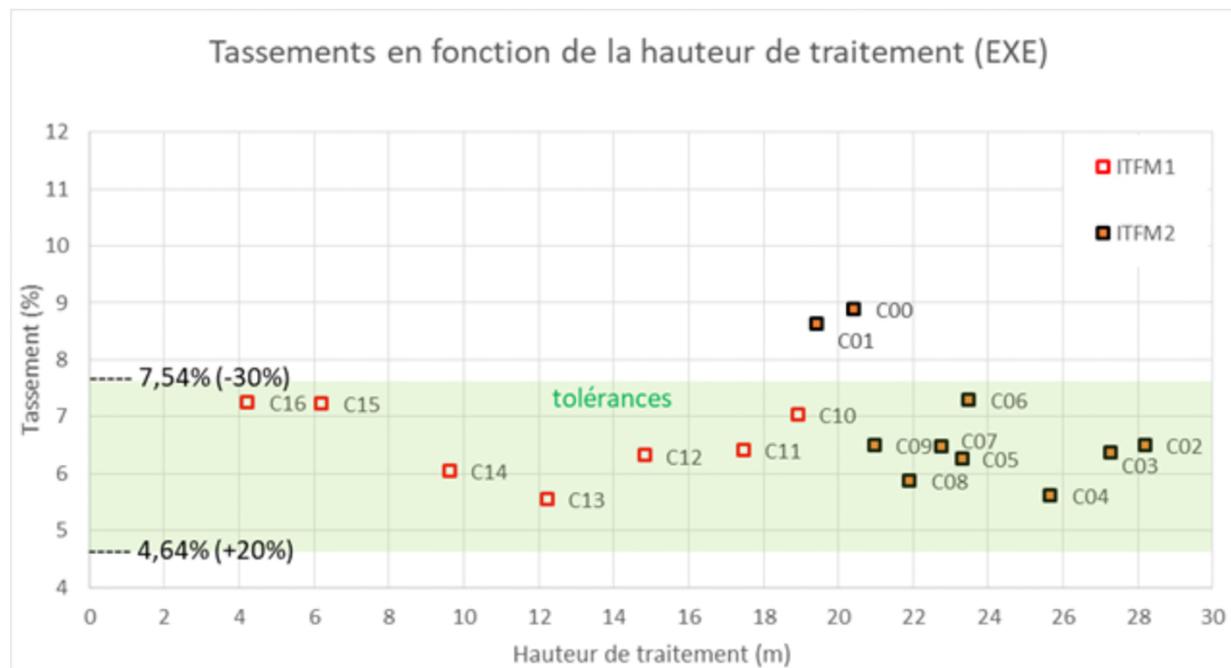
Contrôle des paramètres de vibro-compactation → analyse énergétique



**Objectif final :**  
 $Em \geq 17,5$  MPa

## Contrôle des travaux (MOE)

### Réception de l'assise des caissons





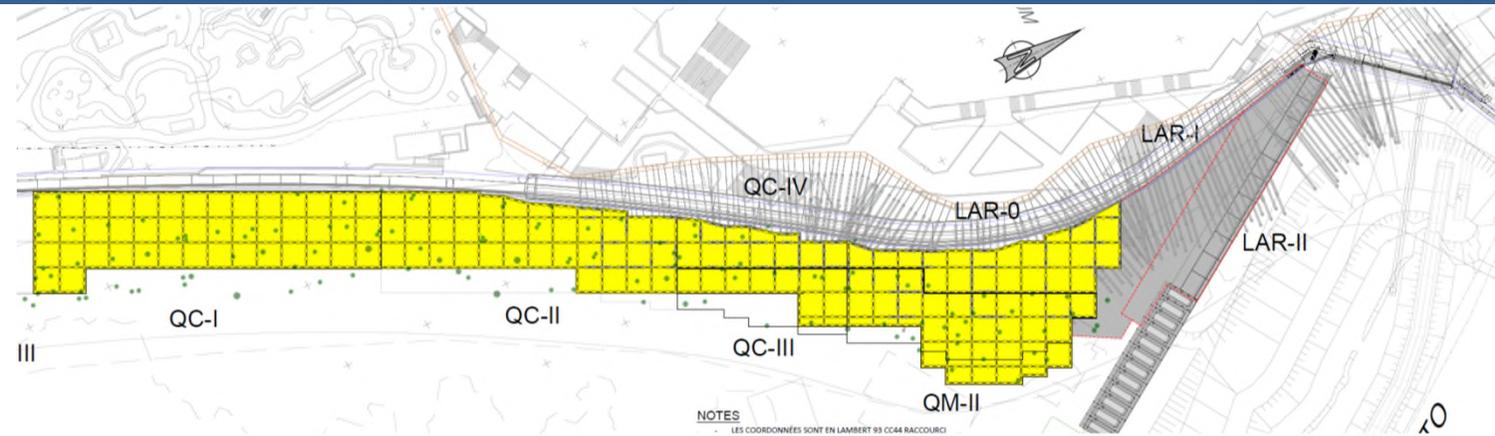
# TRAVAUX DE JET GROUTING

Conception  
Travaux  
Contrôles

04.

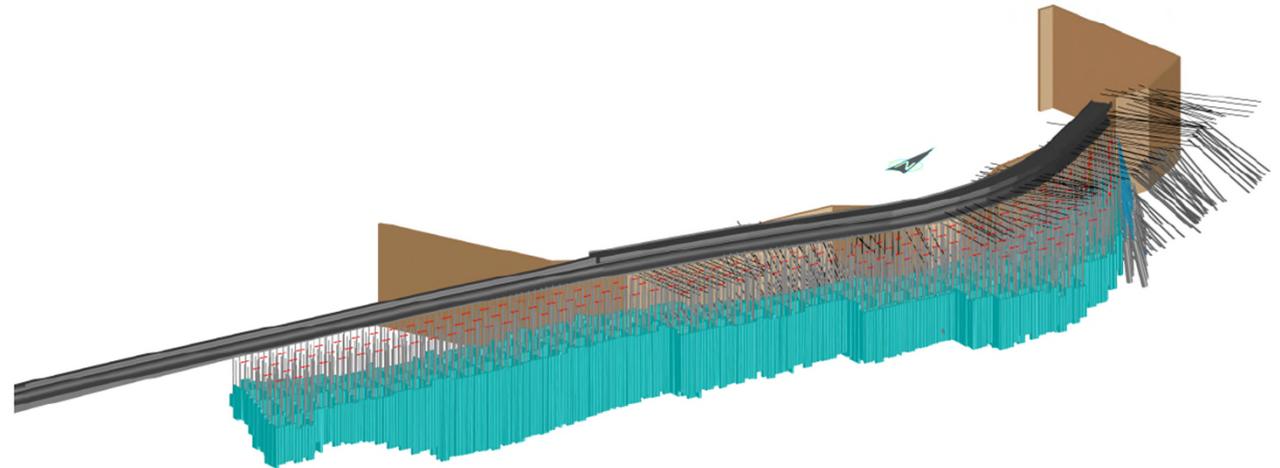
## Objectifs du traitement par jet grouting

- Garantir une plate-forme non liquéfiable;
- Maitriser les tassements.



## Contrainte:

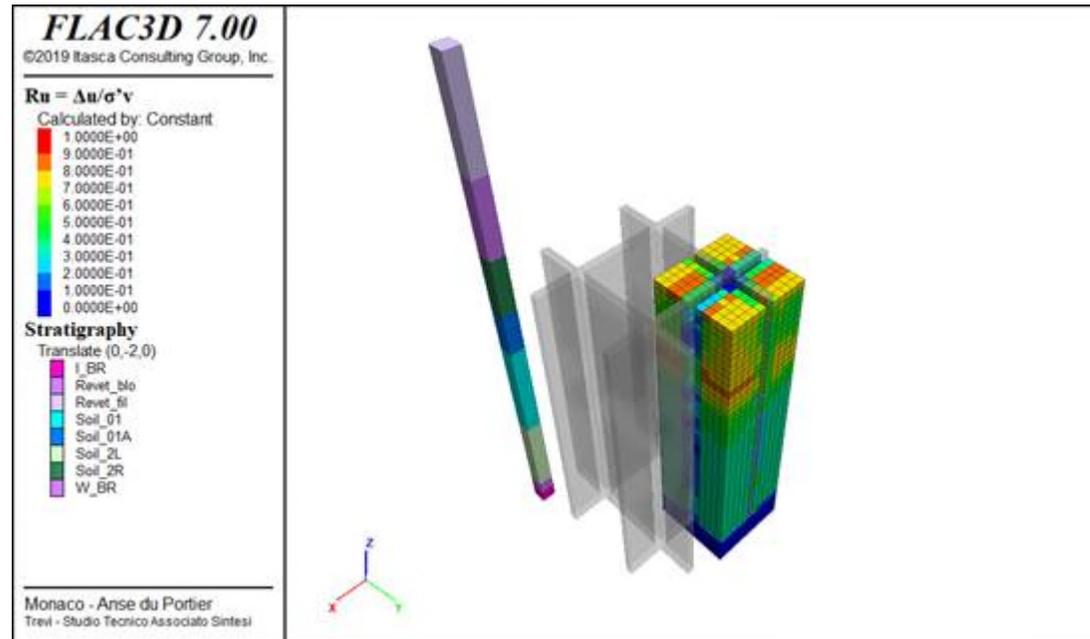
- Zone de traitement systématique, située dans la zone de présence d'enrochements de la digue existante



Travaux et études d'exécutions réalisés par TREVI

## Synthèse du dimensionnement

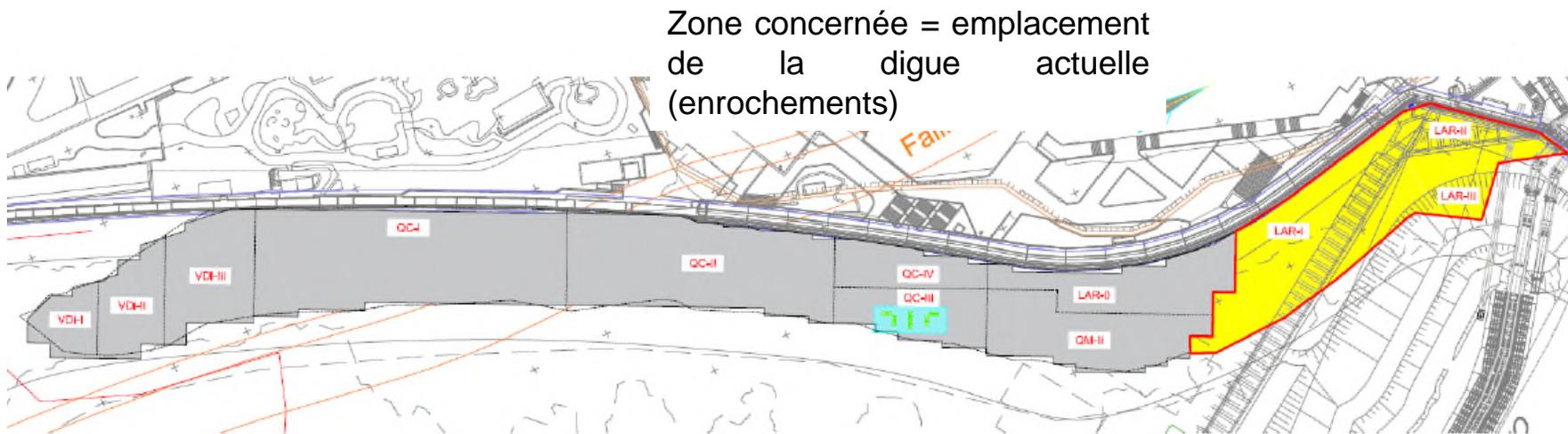
- Caractéristiques des sols à partir de CPT (+ essais laboratoire + corrélations issues de la littérature + vérifications in-situ (cross-hole)...)
- Méthodes « simples » non adaptées au projet d'exécution → Calculs dynamiques non linéaires (modèles de sol HSS , UBC Sand)
- Objectifs :
  - $Ru = \frac{u}{\sigma'} < 0,6$
  - coefficient de sécurité sur la liquéfaction respecté



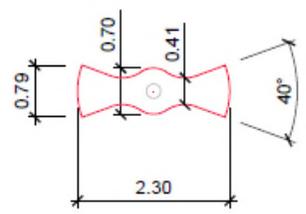
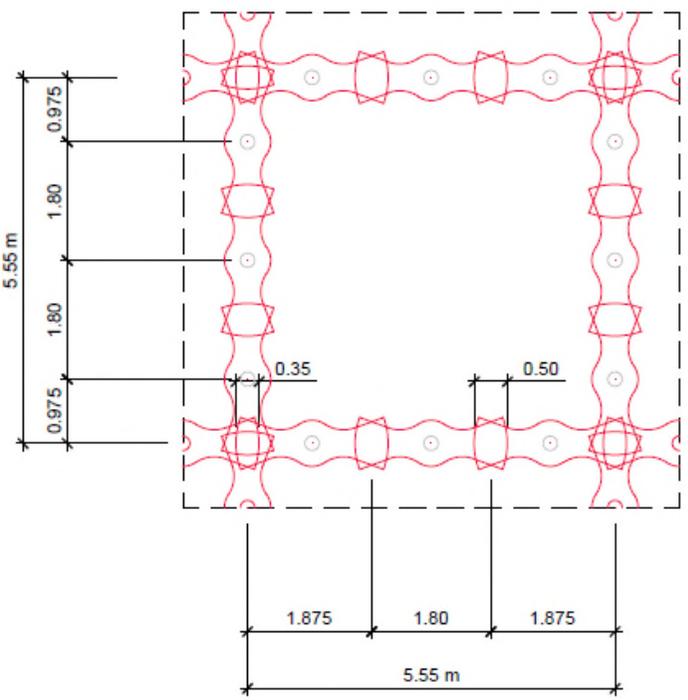
- Calculs réalisés avec le logiciel FLAC3D:
  - Sur des cellules unique (Pour toutes les Sections Typiques et pour tous les Accélérogrammes)
  - Analyse de modèles raffinés (maillage dense + ouvertures dans les cellules)
  - Analyse de modèles complexes (coupe transversale avec substratum incliné)

## Spécificité

- Double fluide coulis / air. Energie spécifique 35MJ/m
- Jet elliptique
- Création de casiers sur toute la hauteur des sédiments

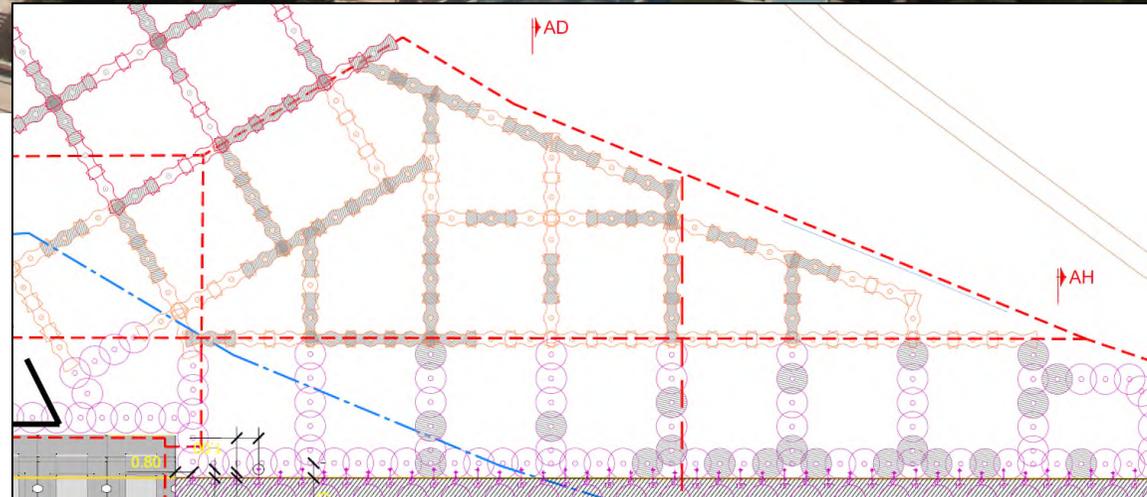


## Focus jet elliptique





Mono fluide (circulaire) à proximité des talus



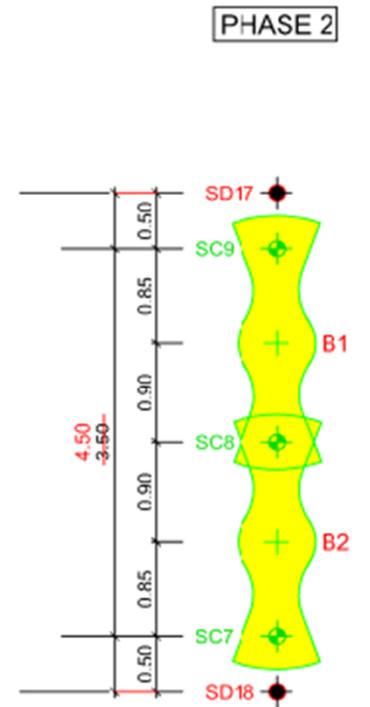
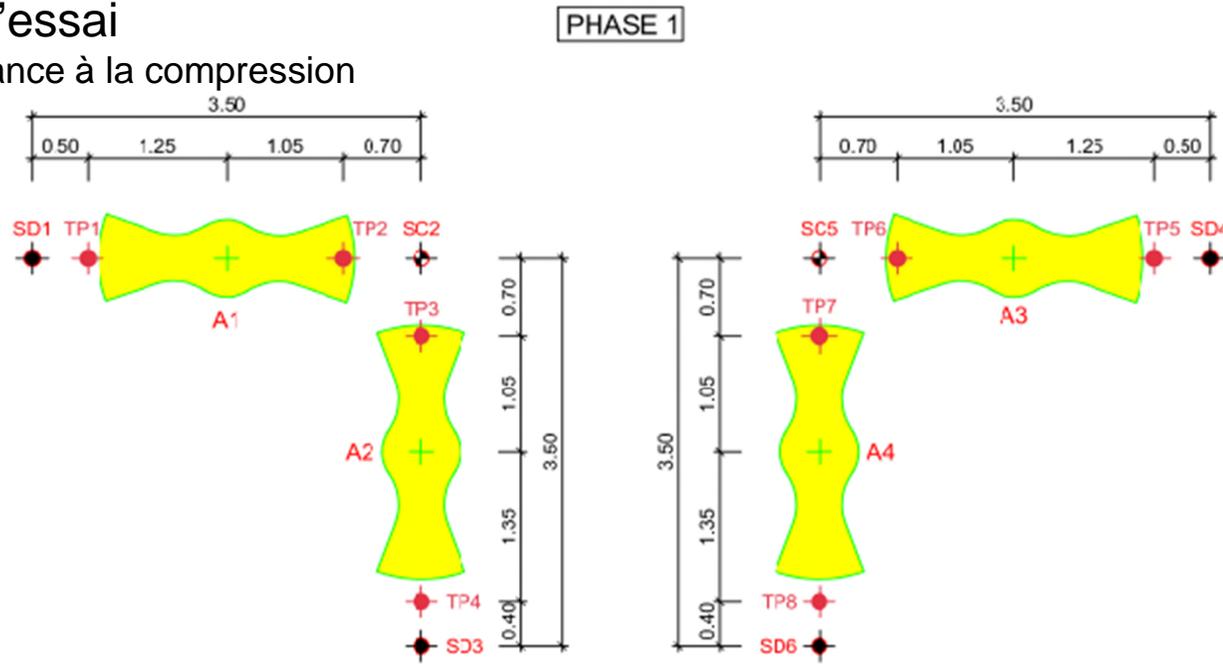
## Réalisation d'une planche d'essai

Objectif = vérifier diamètre et résistance à la compression

Vérification du diamètre :

- Tiges peintes (intérieur et extérieur de la colonne)
- Sondages carottés
- Cross-hole sismique

Résistance à la compression



TP7  
TP8

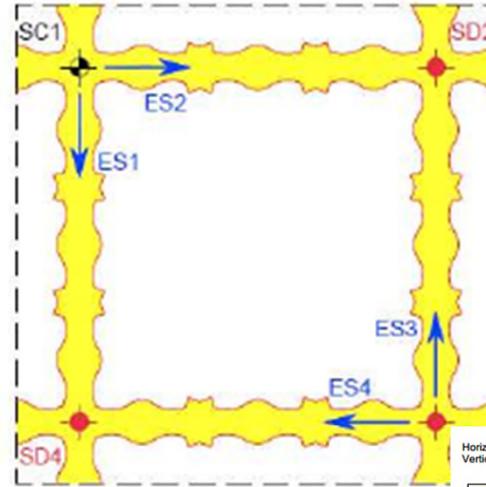
## Contrôles des travaux de jet grouting.

### Contrôles renforcés en production

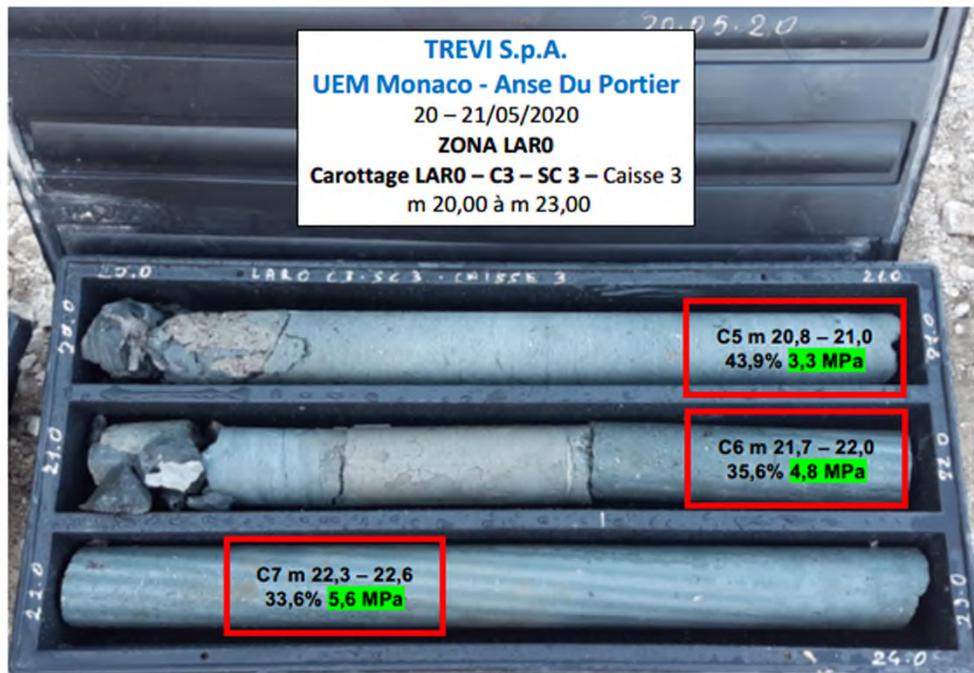
- Rhéologie du coulis
- Implantation et inclinaison du forage
- Paramètres de forage
- Paramètres d'injection
- Orientation des buses avant et après jet

### Contrôles après production :

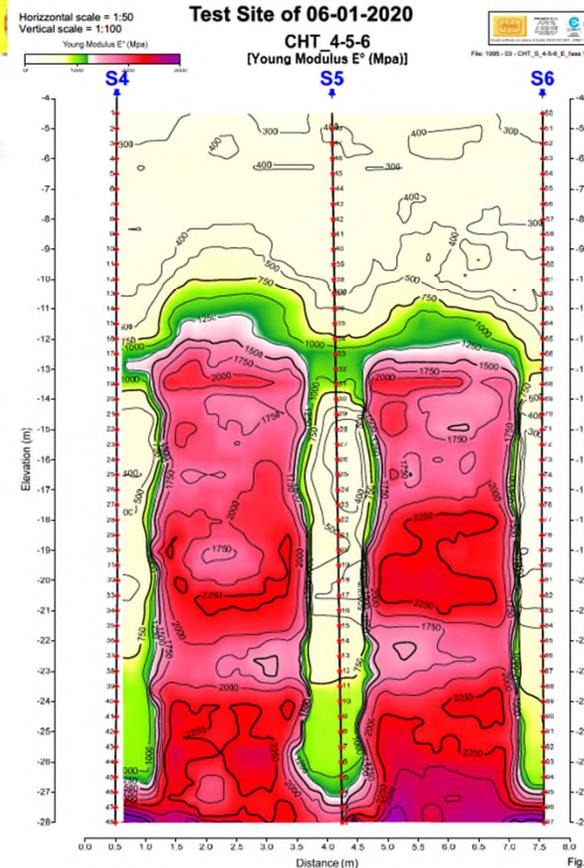
- Sondages carottés
- Résistance à la compression
- Cross-hole



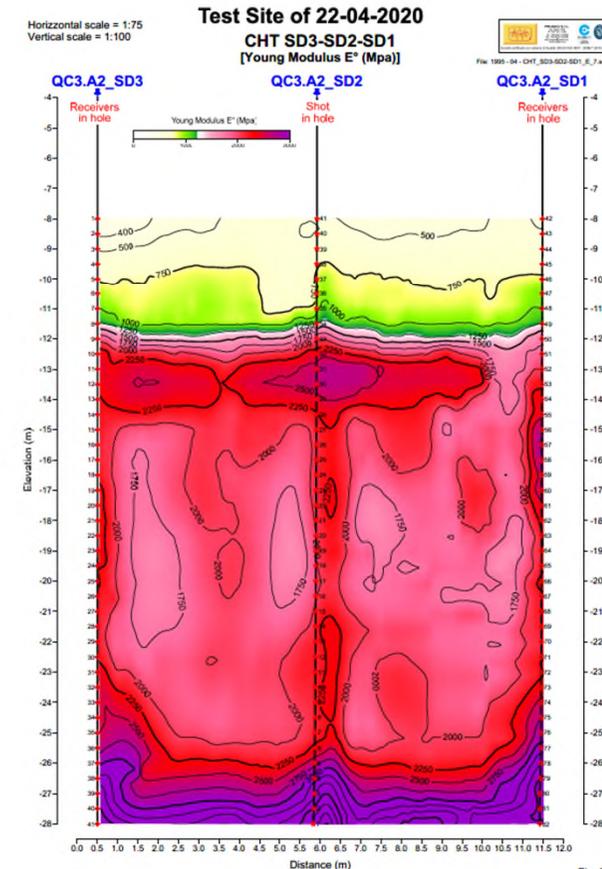
SC SONDAGE CAROTTÉ  
SD SONDAGE DESTRUCTIF



### Validation diamètre, planche d'essai



### Validation continuité voiles, production





# LES DRAINS SISMIQUES

Conception  
Travaux  
Contrôles

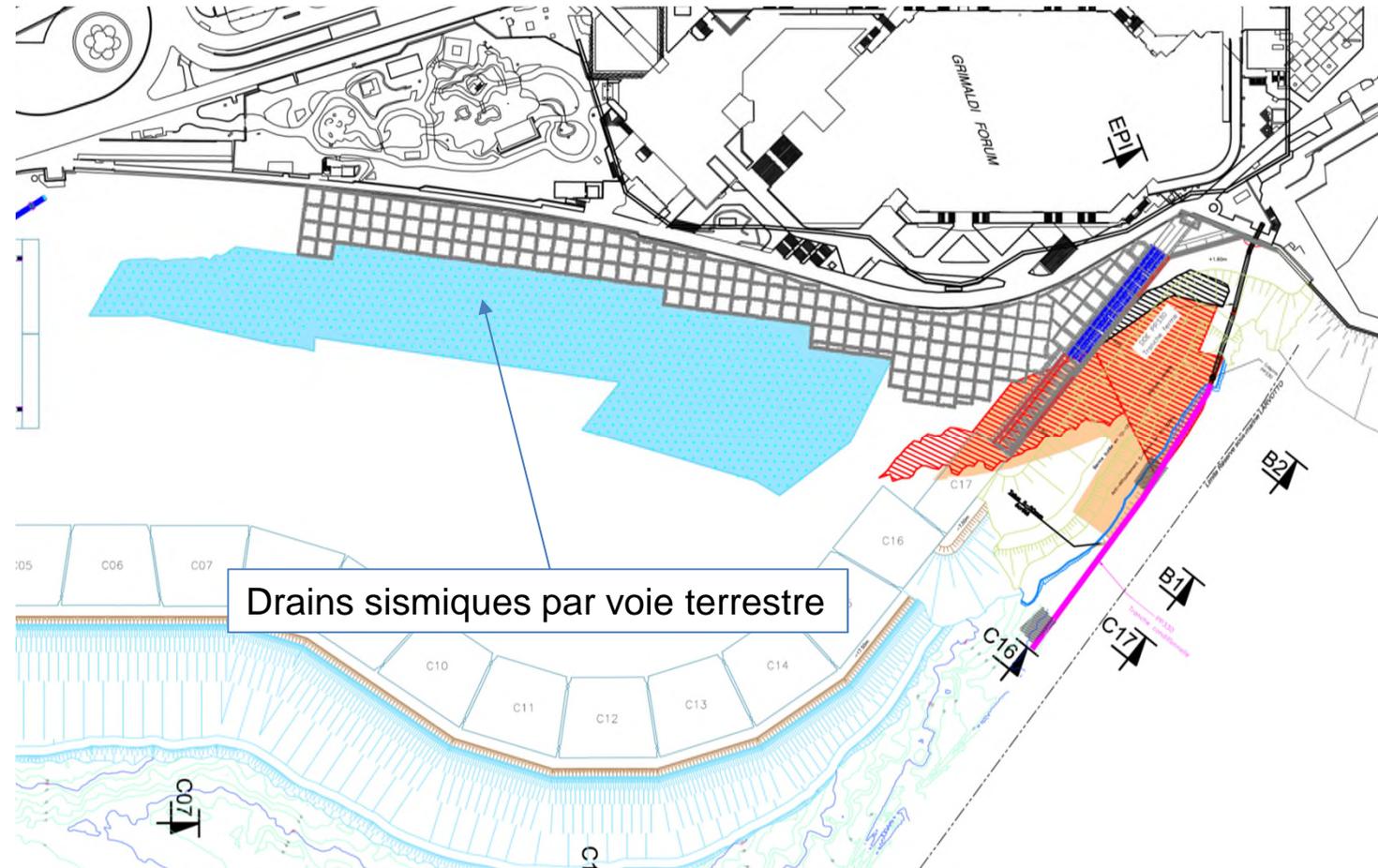
05.

## Objectifs du traitement par drains sismiques

- Respect des critères en termes de liquéfaction;
- Maitriser les tassements.

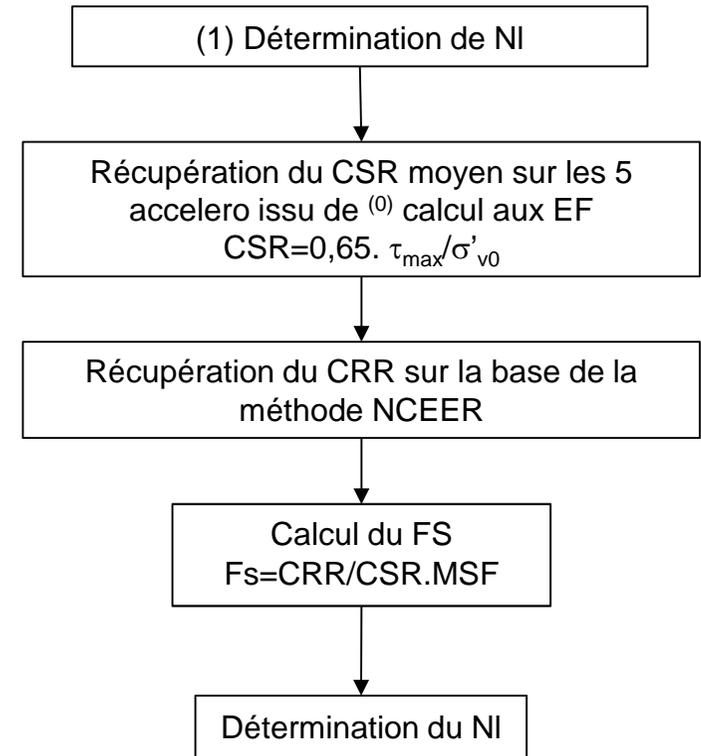
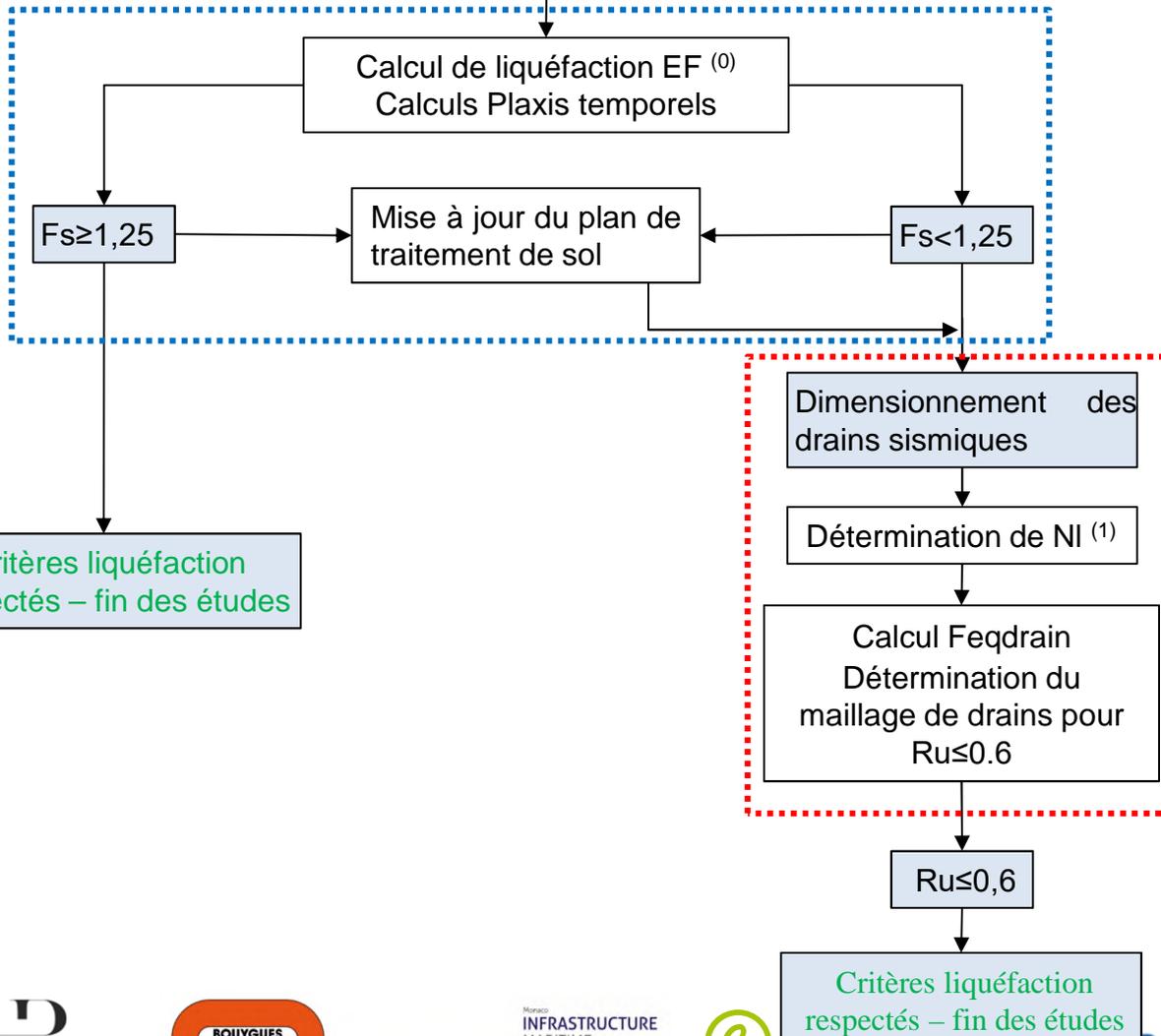
## Contrainte:

- 50 CPT à analyser dans des calculs dynamiques;
- Planning de libération des emprises.



1. Remblaiement de la plate-forme
2. Réalisation des CPT post-remblaiement

Logigramme des études pour la localisation des traitements de sol par drains sismiques et le dimensionnement des drains (maille, profondeur)

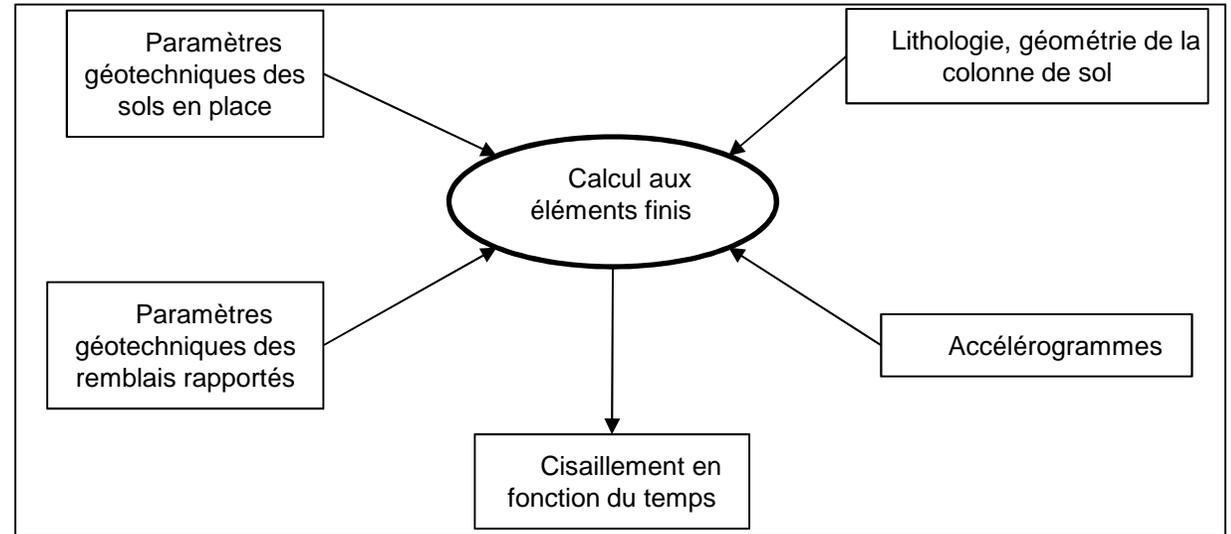


$$\frac{N_l}{N_{eq}} = f(FS)$$

WEBINAR CFMS 

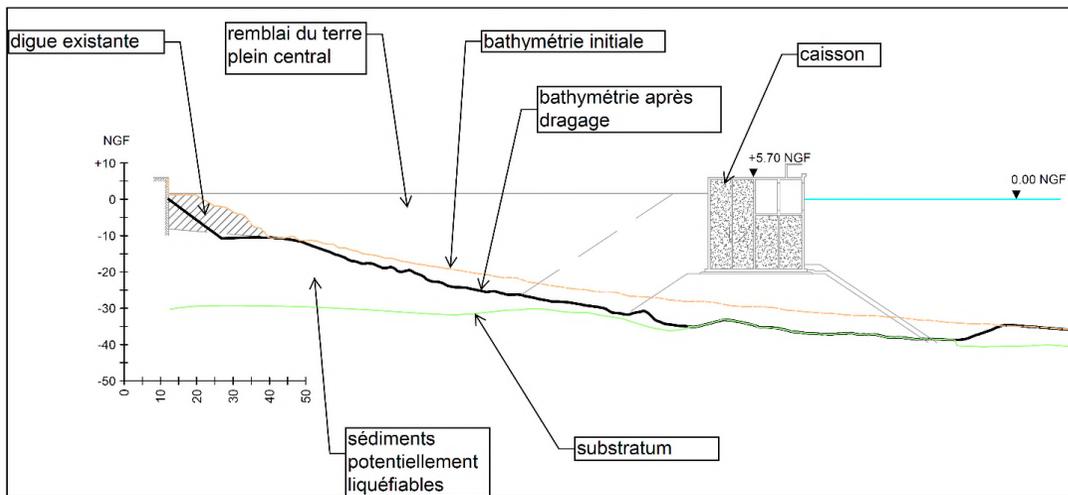
## Accélérogrammes du projet

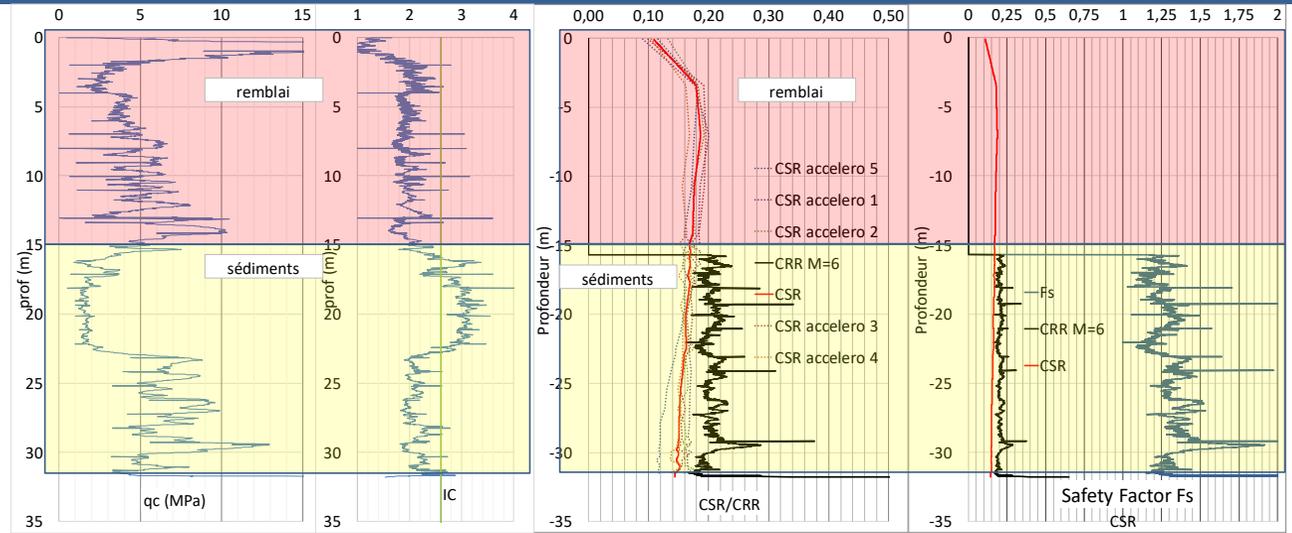
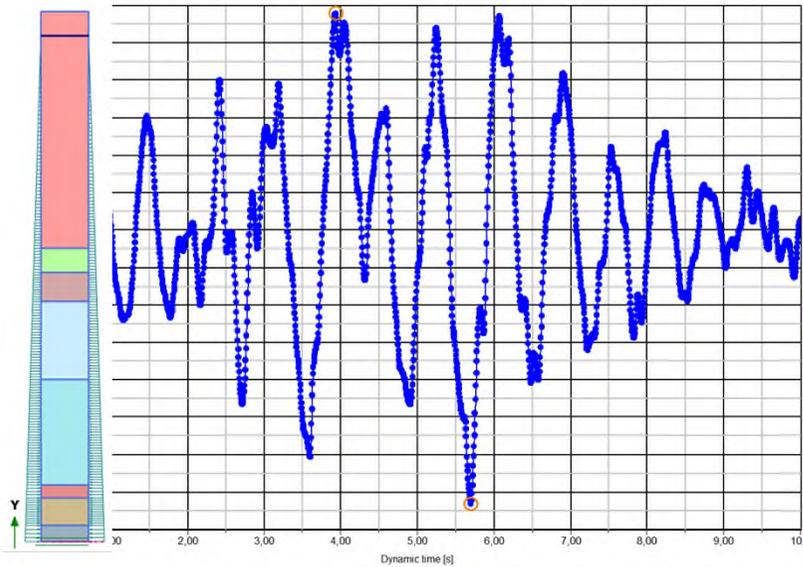
- Pris en compte directement pour les calculs aux éléments finis PLAXIS
- Permettent de déterminer les paramètres du séisme pour les calculs FEQDRAIN (durée et nombre de cycles équivalents du séisme)



CSR retenu pour le calcul de Fs :

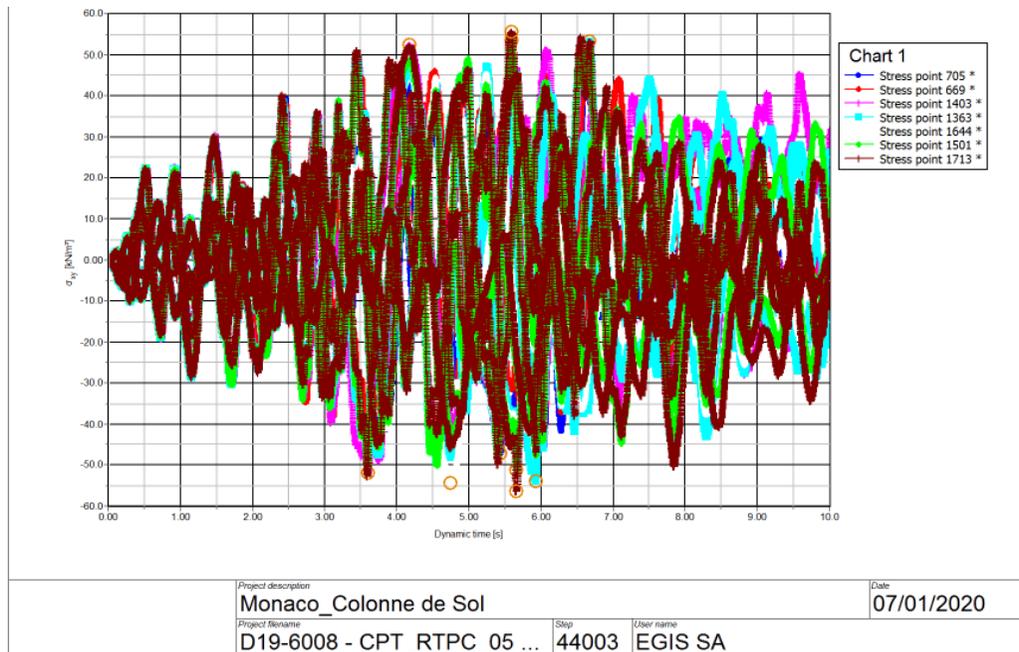
$$CSR = Moyenne(CSR_{acc2} CSR_{acc3} CSR_{acc4} CSR_{acc5} CSR_{acc6})$$





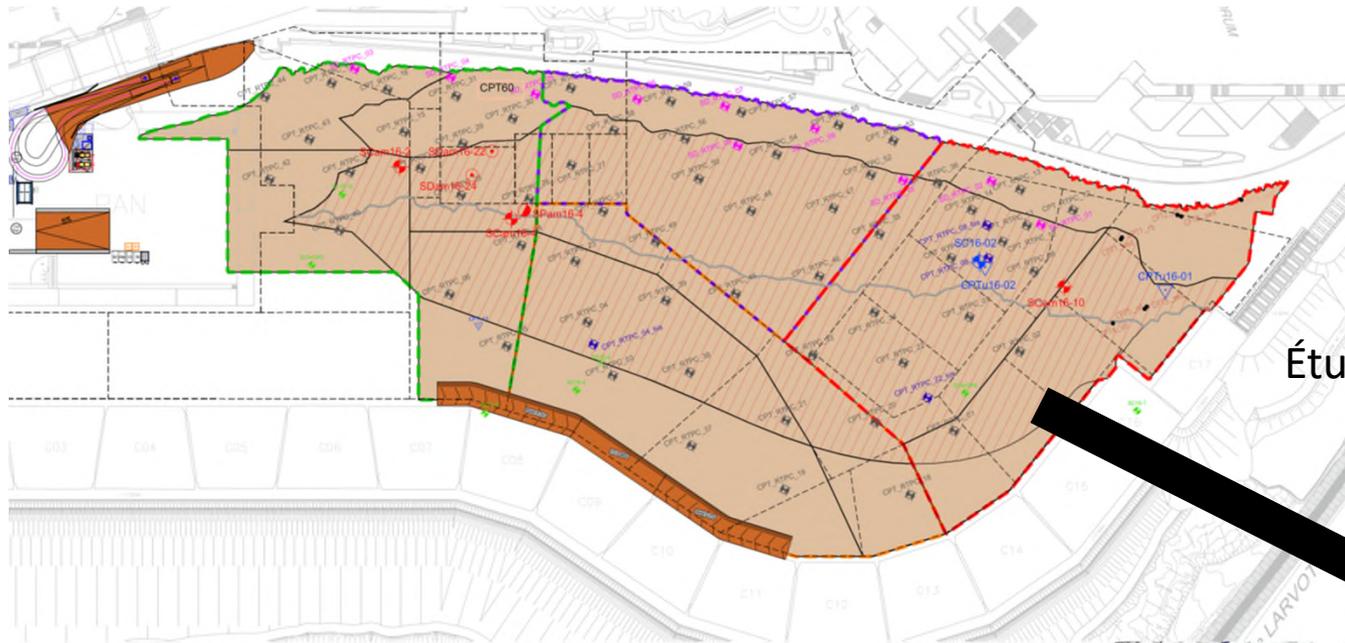
Coefficient de sécurité vis-à-vis de la liquéfaction

Cisaillement en fonction du temps, calcul de colonne de sol

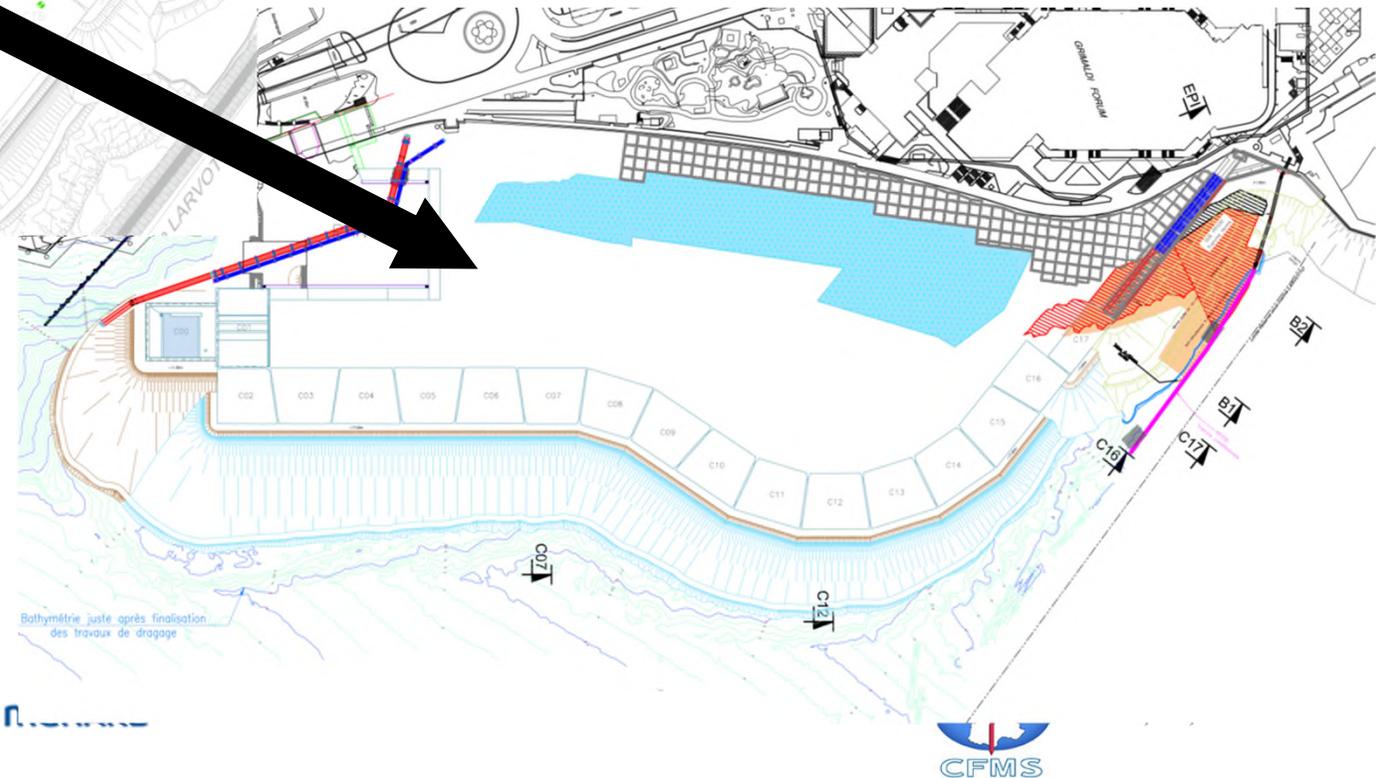


- ➔ coefficient de sécurité dans les sédiments
- ➔ Détermination de NI pour le dimensionnement des drains

Plus de 50 CPTu réalisés et analysés dans les calculs dynamiques

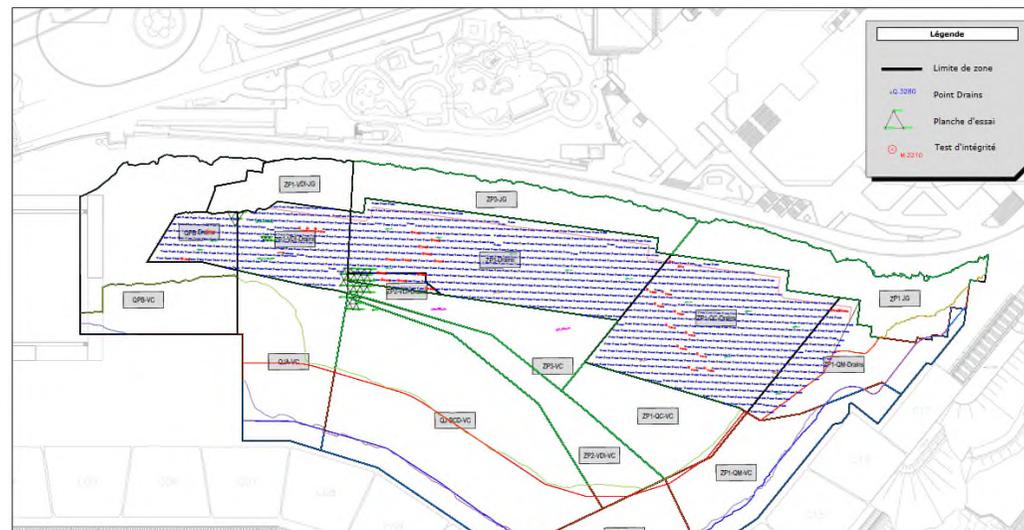


Études détaillées d'exécution

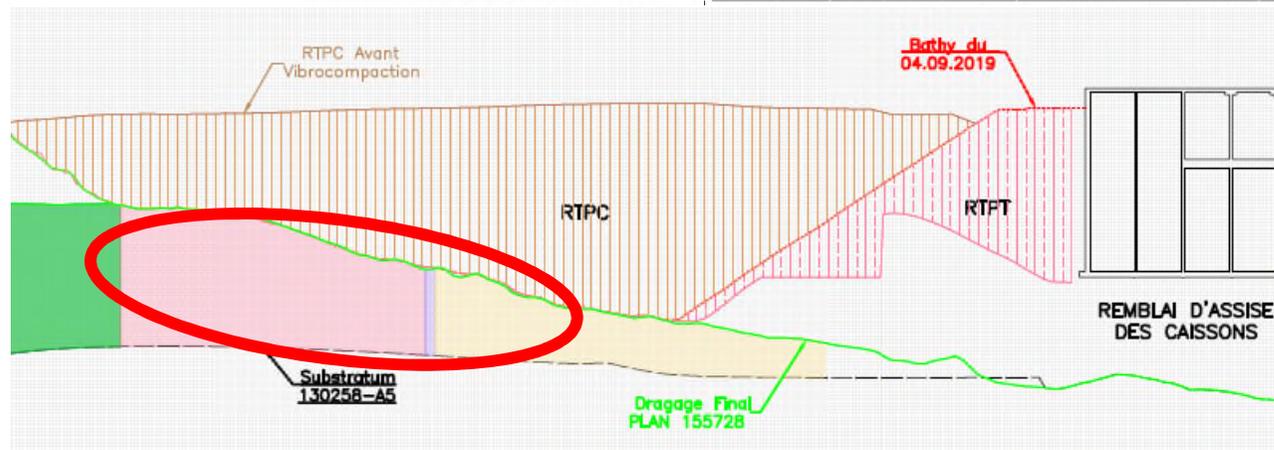
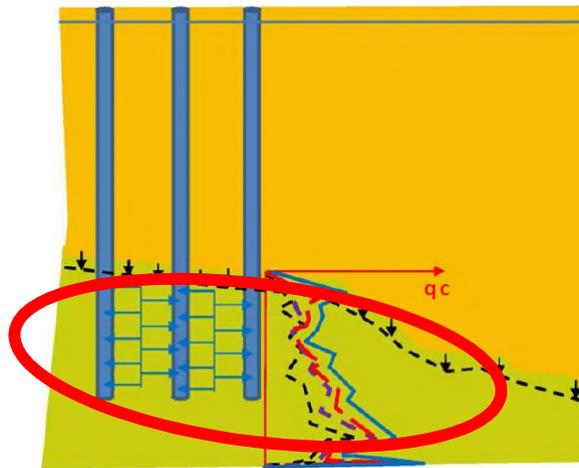


## Réalisation des drains verticaux

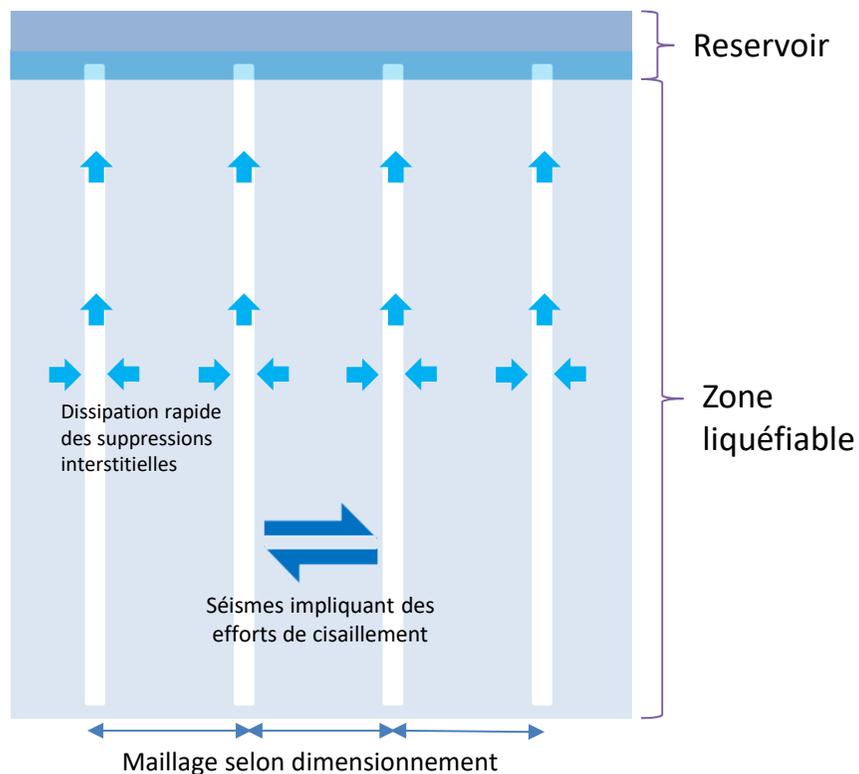
- **Objectif:** traitement des **sédiments** non purgés sous le RTPC vis-à-vis du **risque de liquéfaction** :  $Ru \leq 0,6$
- **3 phases**
  - Planche d'essai – (test des Mailles et méthodologie)
  - Avis de chantier par Socotec
  - Travaux d'installations des Drains sismiques



	Aire de traitement réalisées (m <sup>2</sup> )	Nombre de drains réalisés	Nombre de test d'intégrité	Longueur de fonçage réelle (ml)
<b>Total</b>	9 047,34	1 109	29	30 607,76



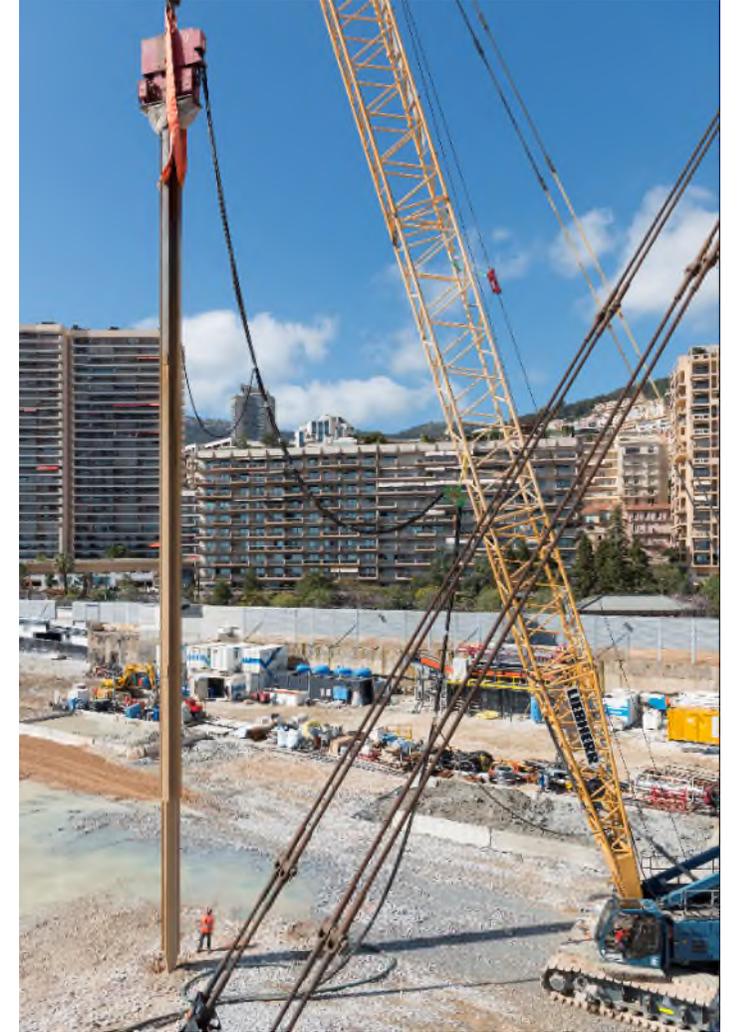
## Principe des drains sismiques



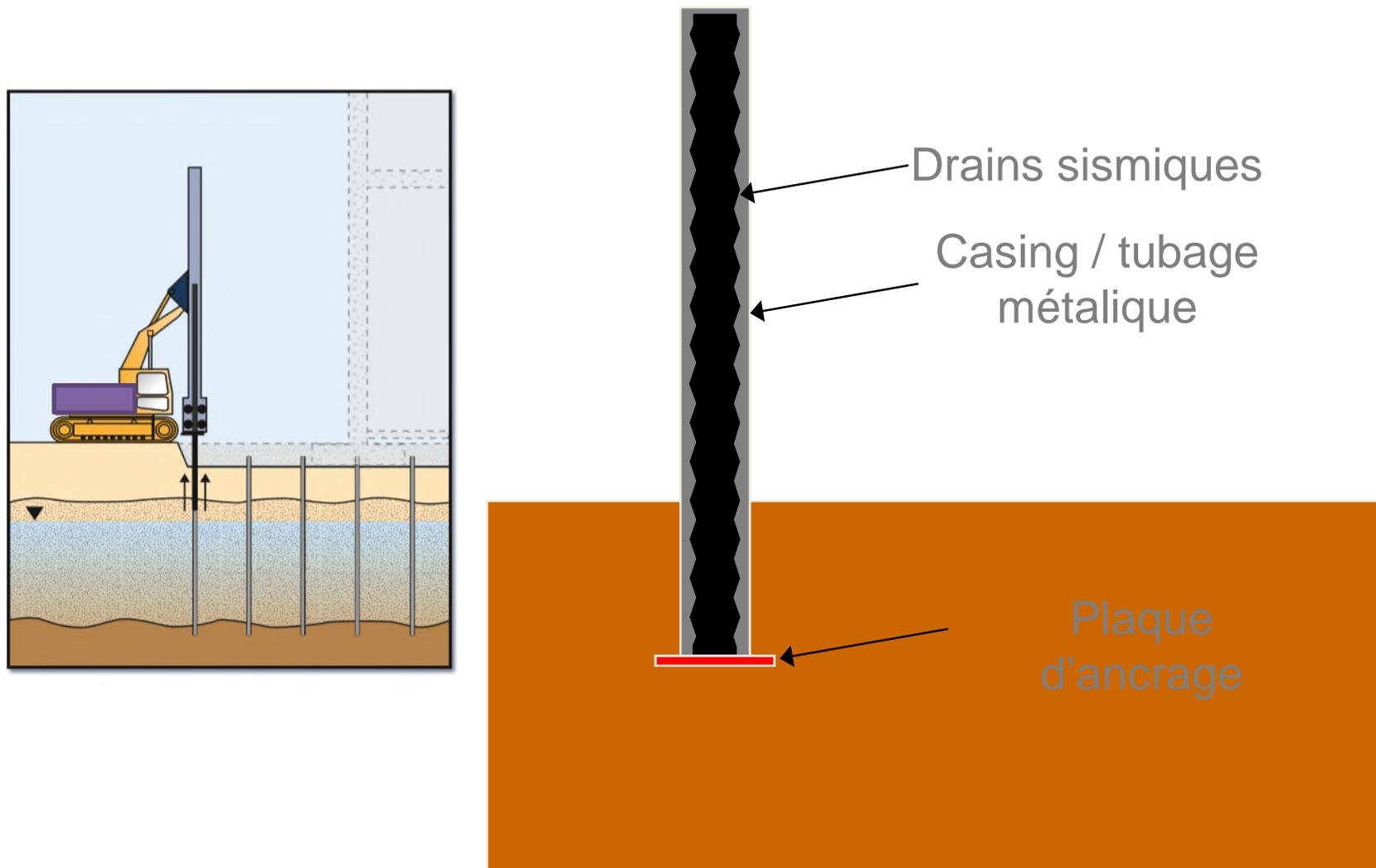
- Diminuer rapidement l'augmentation de pression interstitielle lors d'un séisme → offrir une capacité de décharge suffisante pour atténuer la liquéfaction
- Drains typiquement mis en place sur une maille triangulaire de l'ordre de 1,5m à 3m de coté (fonction du diamètre des drains, de la magnitude du séisme, de la perméabilité et de la compressibilité du sol, etc.)
- Les diamètres des drains sont généralement compris entre 5 et 15 cm.

Nota: Première mise en œuvre en Europe

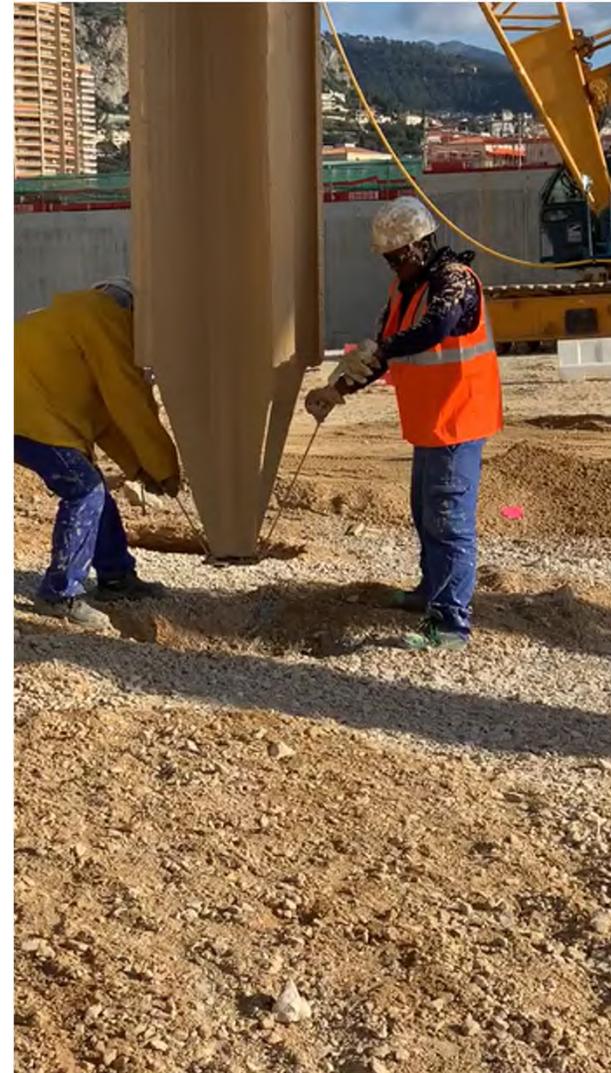
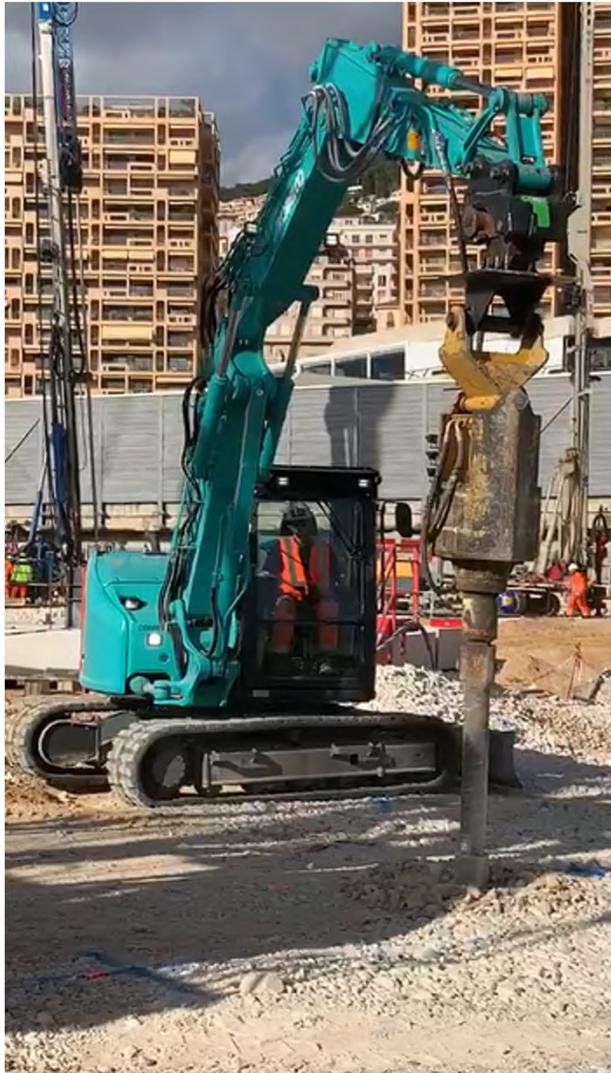
## Les moyens mis en œuvre



## Schéma de principe : Installation des drains sismiques



## Réalisation des drains sismiques

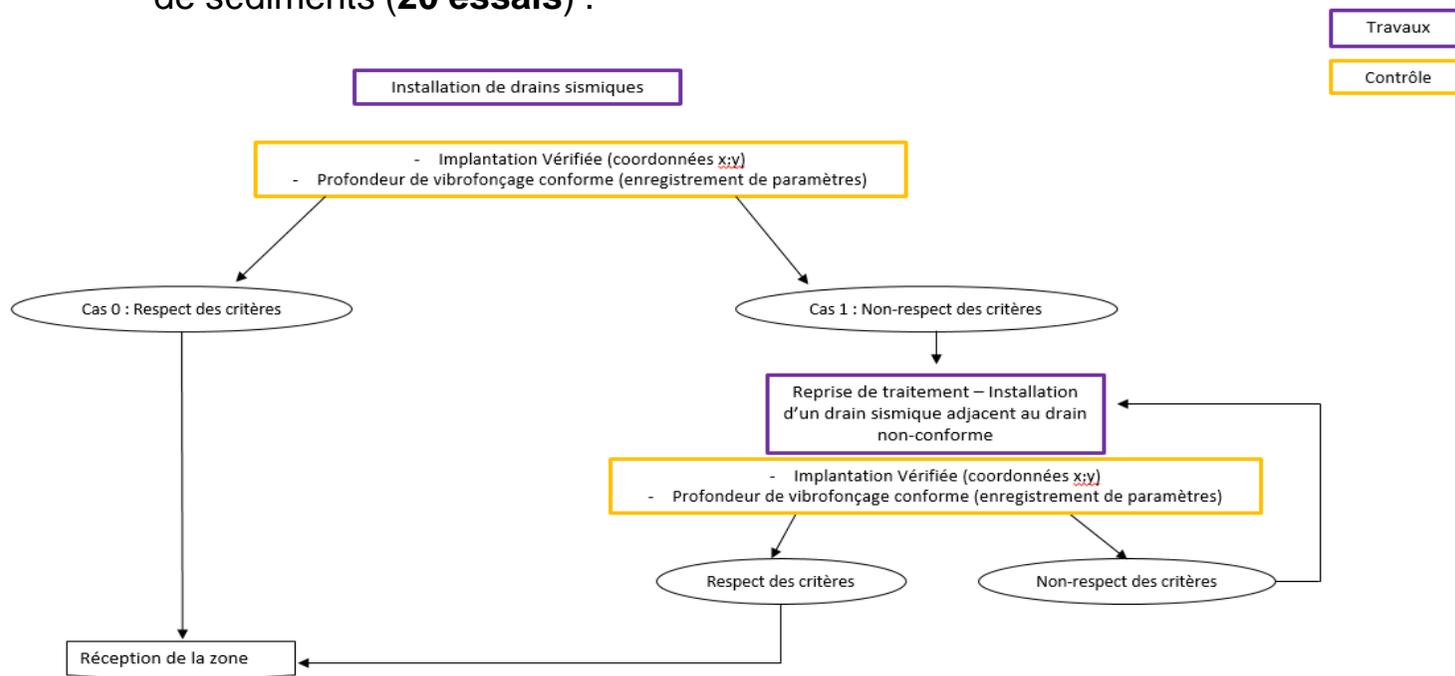


6 étapes :

- Implantation
- Pré-Forage
- Insertion des Drains sismiques
- Positionnement
- Fonçage
- Mise en place du drain

## Validation et critères de réception

- La réception des drains sismiques est faite en **4 étapes** :
  - Coordonnées d'implantation (x ; y) conforme au plan d'implantation;
  - Les drains ont été vibrofonçés jusqu'à la côte théorique ou au refus;
  - Intégrité des drains sismiques (1 test/ 40 drains environ) – Vérification de la longueur et intégrité (non écrasement) des drains (**28 tests**);
  - Tous les 2500m<sup>2</sup>, un CPT est prolongé jusqu'au substratum pour effectuer des essais de dissipation tous les 2m dans la couche de sédiments (**20 essais**) .



06.

# CONCLUSION / QUESTIONS

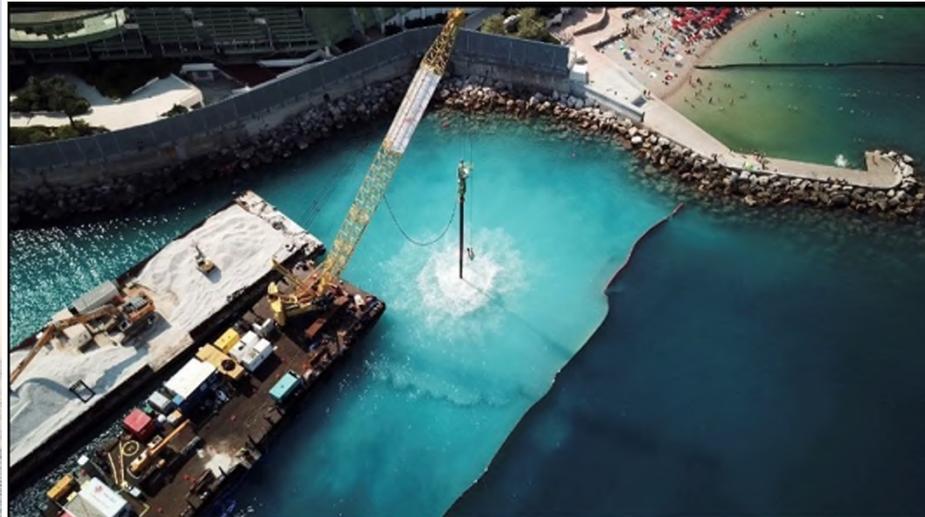
—

.

# Conclusion

## L'extension en mer de l'anse du portier à Monaco

- Un projet ambitieux
- Un projet innovant
- Un projet collaboratif avec un engagement très fort de tous les acteurs
- Le respect des attentes du client en termes de résultats et de planning



# Questions



Contacts:

Thibaut Perini (Bouygues) - [t.perini@bouygues-construction.com](mailto:t.perini@bouygues-construction.com)

Fabien Borsellino (Egis) – [fabien.borsellino@egis.fr](mailto:fabien.borsellino@egis.fr)

Maelle Jourdren (Menard) - [maelle.jourdren@menard-mail.com](mailto:maelle.jourdren@menard-mail.com)

