



AIPCN Section française



Journées Méditerranéennes de l'AIPCN et Assises du port du futur du Cerema 25 au 27 octobre 2023 à Sete France

Les avantages de l'utilisation de diffuseurs dans les travaux de remblais hydrauliques au port de Dunkerque

Auteurs: MASSY P.-Y., BRL ingénierie

DERYCKERE N., Ghent Dredging



PIANC French Section



PIANC Mediterranean Days and Conference «Port of the future» by Cerema 25 to 27 october 2023 in Sete France

The Advantages of Using Diffusers in Hydraulic
Fill Works at the Port of Dunkirk

Authors: MASSY P.-Y., BRL ingénierie
DERYCKERE N., Ghent Dredging

Présentation du projet



Nom du projet: Projet de comblement partiel d'une darse comprise entre le QGS et l'apponement QP2 au port de Dunkerque



Type de marché: Conception-Réalisation

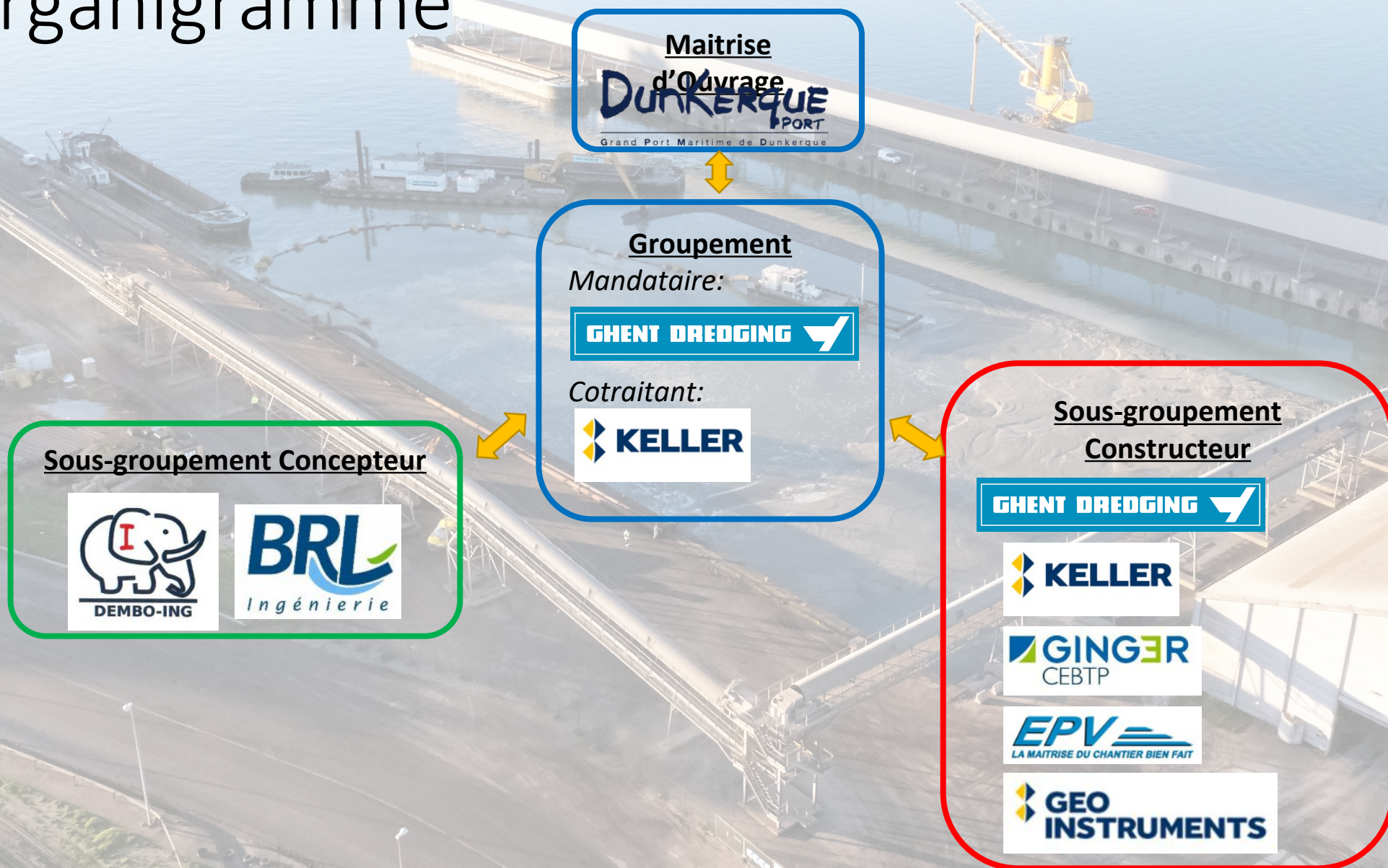


Client: Grand Port Maritime de Dunkerque

Localisation du projet



Organigramme



**Maitrise
d'Ouvrage**
DUNKERQUE
PORT
Grand Port Maritime de Dunkerque

**Groupement
Mandataire:**

GHENT DREDGING

Cotraitant:

KELLER

Sous-groupeur Concepteur

DEMBO-ING

BRL
Ingénierie

**Sous-groupeur
Constructeur**

GHENT DREDGING

KELLER

GINGER
CEBTP

EPV
LA MAITRISE DU CHANTIER BIEN FAIT

**GEO
INSTRUMENTS**

Objectifs du projet:



Silos de stockage d'une capacité totale de 86 000 tonnes



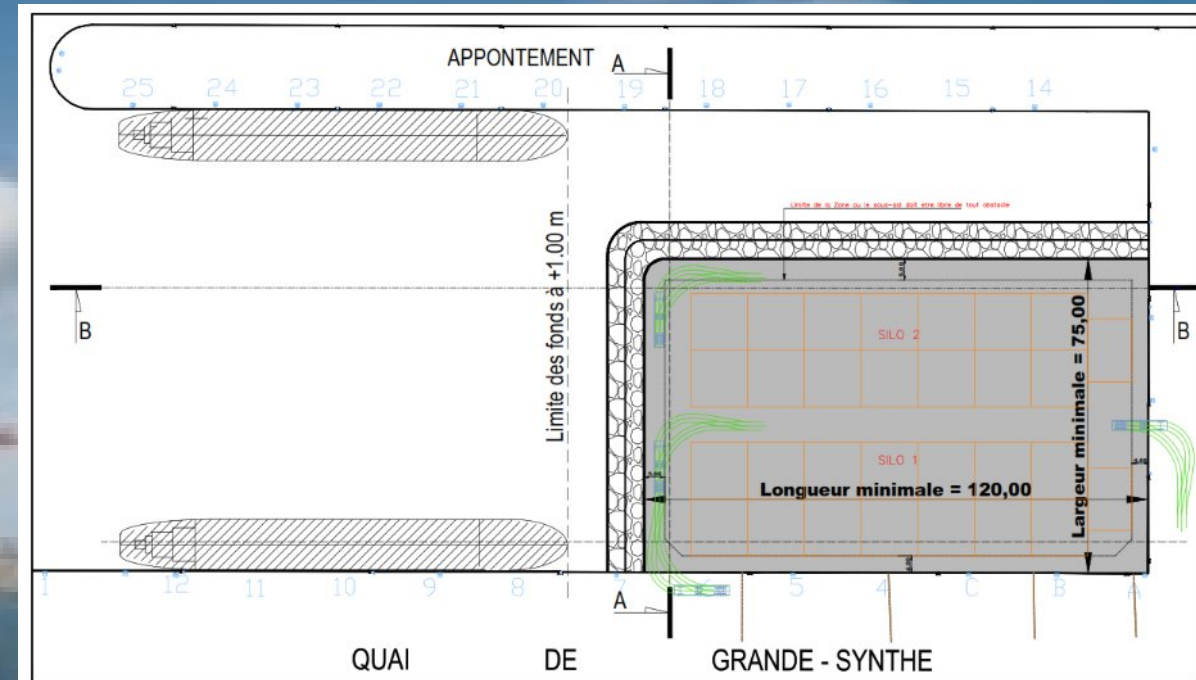
Surface d'exploitation de 9000m² -
120m x 75m



Compacité finale des remblais à un niveau optimal ($q_c > 12\text{MPa}$)



Surveillance des déplacements et des vibrations



Géométrie du remblai



Pente à 28°



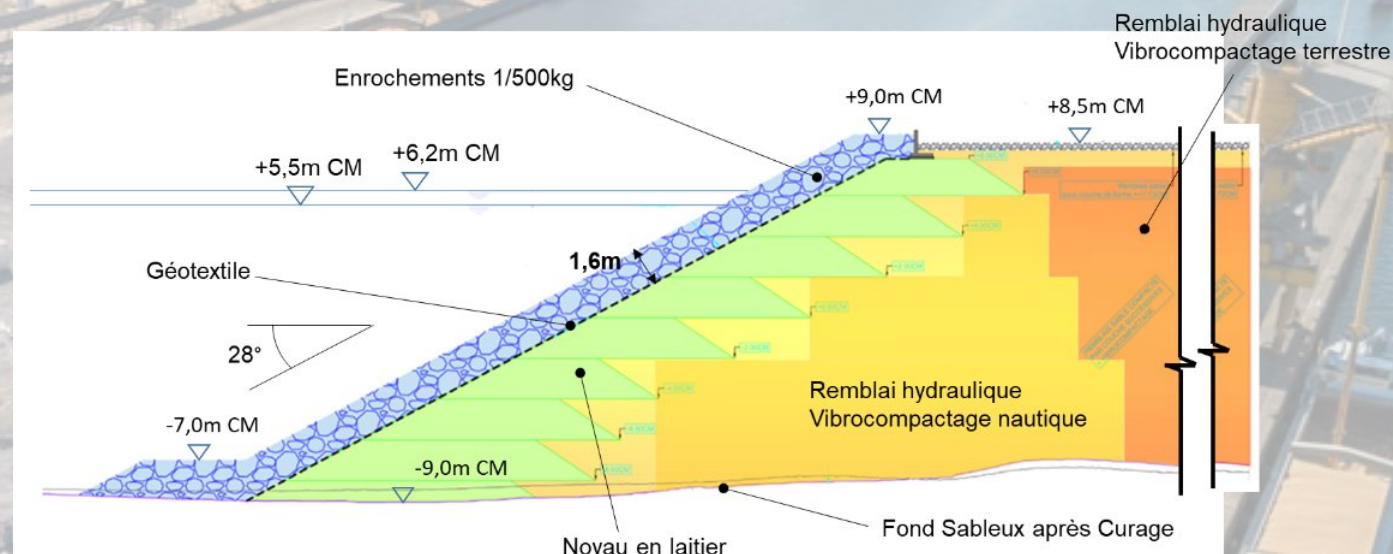
Noyau en laitiers HF et remblai hydraulique vibrocompacté



Corps du remblai en sable vibrocompacté



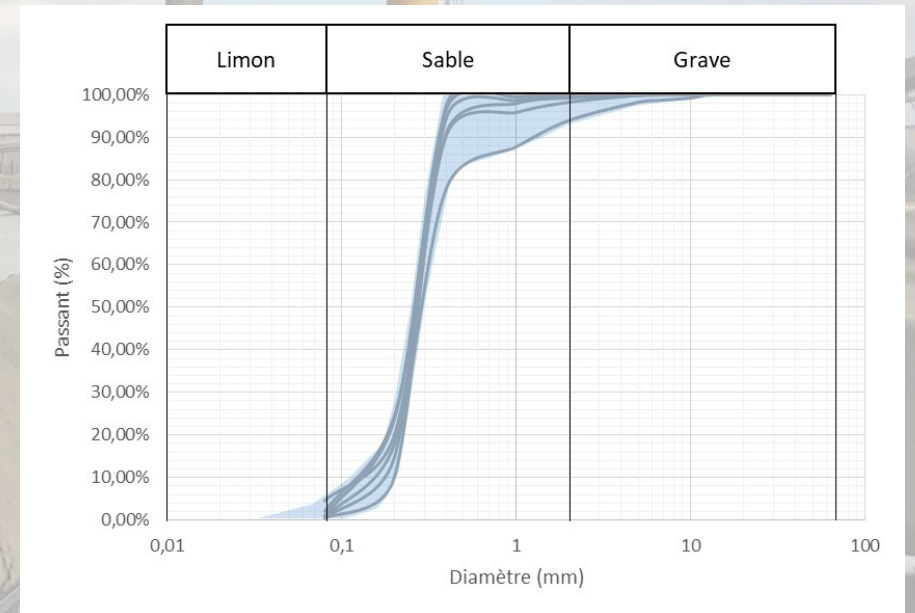
Carapace en enrochements 1/500kg



Nature du remblai hydraulique

- Propriétés physiques
 - Sable de type D1 prélevé dans la Rade Jean Bart
 - $1.6 \leq Cu \leq 2.5$ (granulométrie serrée et uniforme)
 - $d_{50}=0.3\text{mm}$
 - Indice des vides foisonné : 0.94- 1.07
 - Indice des vides compacté : 0.66 – 0.79
 - Teneur en $\text{CaCO}_3=9\text{-}18\%$
- Propriétés mécaniques

| Matériaux | q_c (MPa) | c' (kPa) | ϕ' (°) |
|-----------------------------|-------------|------------|-------------|
| Sable avant vibrocompactage | 4 | 0 | 29 |
| Sable après vibrocompactage | 12 | 0 | 35 |



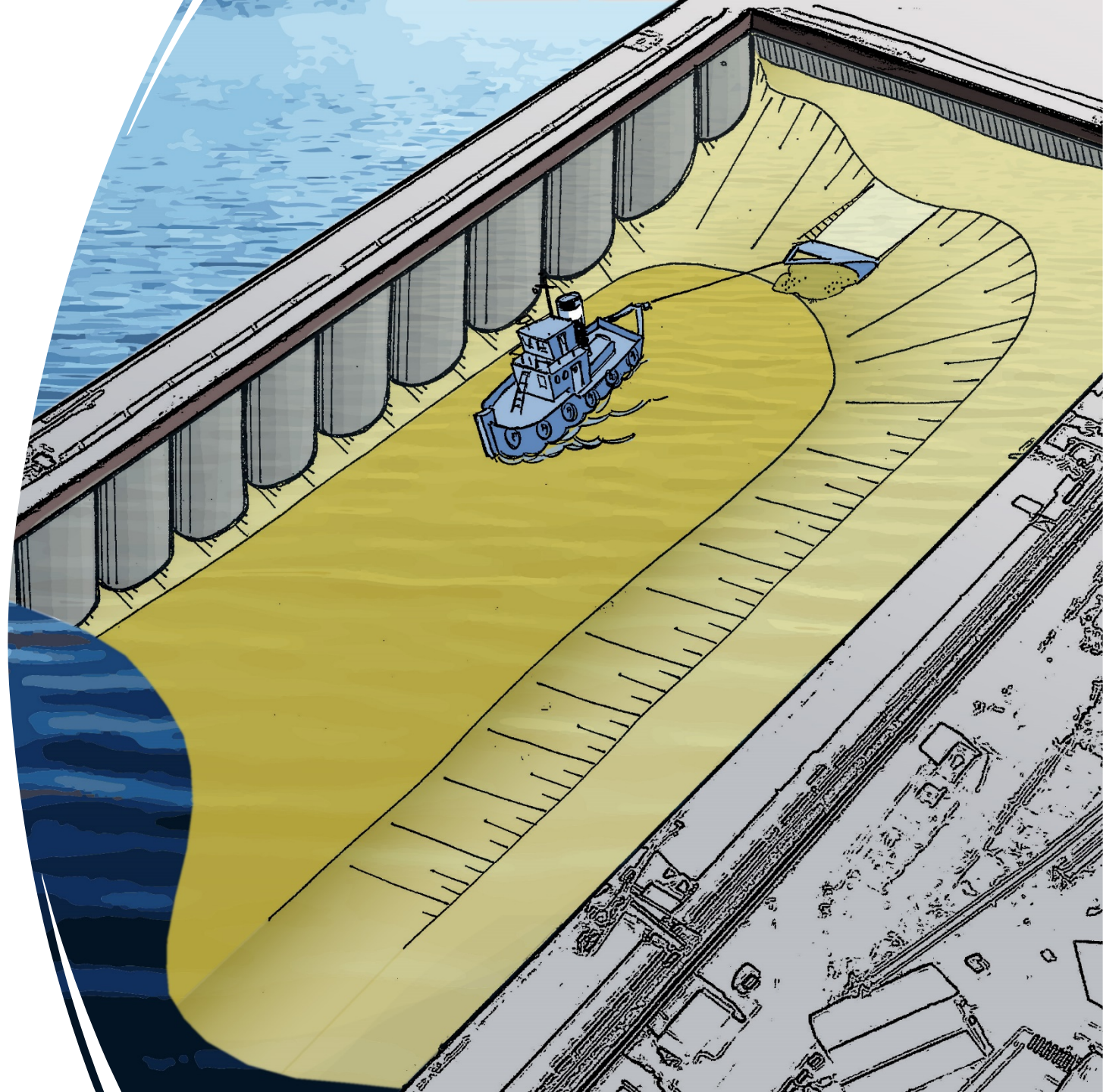
Méthodologie de mise en œuvre

- **Etat initial**
- Curage des vases
- Montée des merlons de noyaux de digue par passe
- Remblaiement hydraulique au diffuseur par passe et vibrocompactage nautique
- Remblaiement hydraulique en refoulement depuis la surface
- Remblaiement terrestre et Vibrocompactage Terrestre
- Pose des géotextiles
- Protection en enrochements



Méthodologie de mise en œuvre

- Etat initial
- **Curage des vases**
- Montée des merlons de noyaux de digue par passe
- Remblaiement hydraulique au diffuseur par passe et vibrocompactage nautique
- Remblaiement hydraulique en refoulement depuis la surface
- Remblaiement terrestre et Vibrocompactage Terrestre
- Pose des géotextiles
- Protection en enrochements



Méthodologie de mise en œuvre

- Etat initial
- Curage des vases
- **Montée des merlons de noyaux de digue par passe**
- Remblaiement hydraulique au diffuseur par passe et vibrocompactage nautique
- Remblaiement hydraulique en refoulement depuis la surface
- Remblaiement terrestre et Vibrocompactage Terrestre
- Pose des géotextiles
- Protection en enrochements



Méthodologie de mise en œuvre

- Etat initial
- Curage des vases
- Montée des merlons de noyaux de digue par passe
- **Remblaiement hydraulique au diffuseur par passe et vibrocompactage nautique**
- Remblaiement hydraulique en refoulement depuis la surface
- Remblaiement terrestre et Vibrocompactage Terrestre
- Pose des géotextiles
- Protection en enrochements



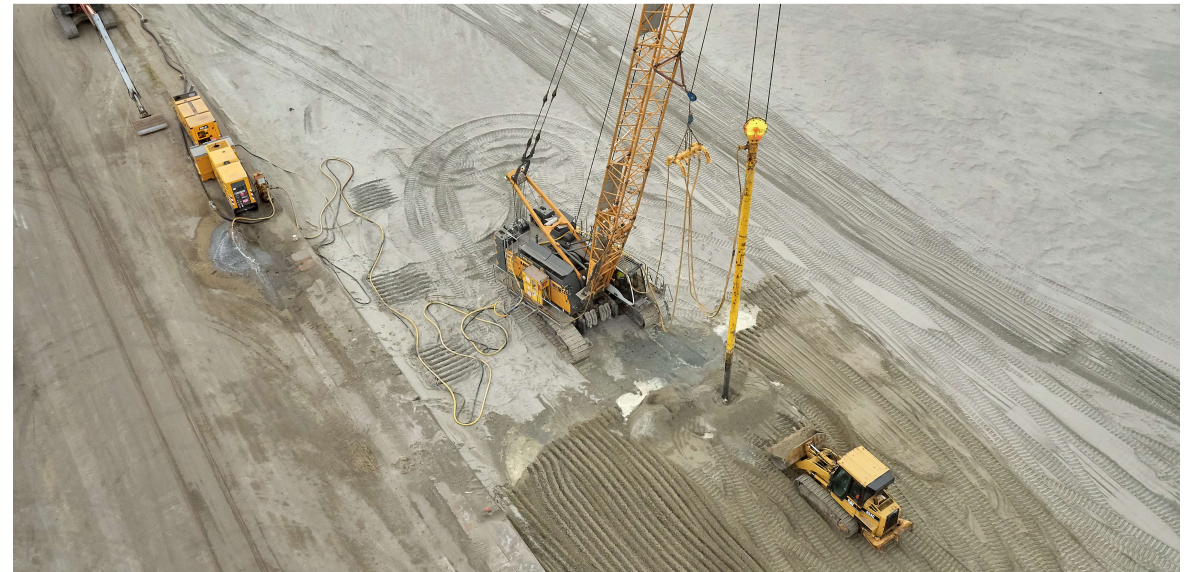
Méthodologie de mise en œuvre

- Etat initial
- Curage des vases
- Montée des merlons de noyaux de digue par passe
- Remblaiement hydraulique au diffuseur par passe et vibrocompactage nautique
- **Remblaiement hydraulique en refoulement depuis la surface**
- Remblaiement terrestre et Vibrocompactage Terrestre
- Pose des géotextiles
- Protection en enrochements



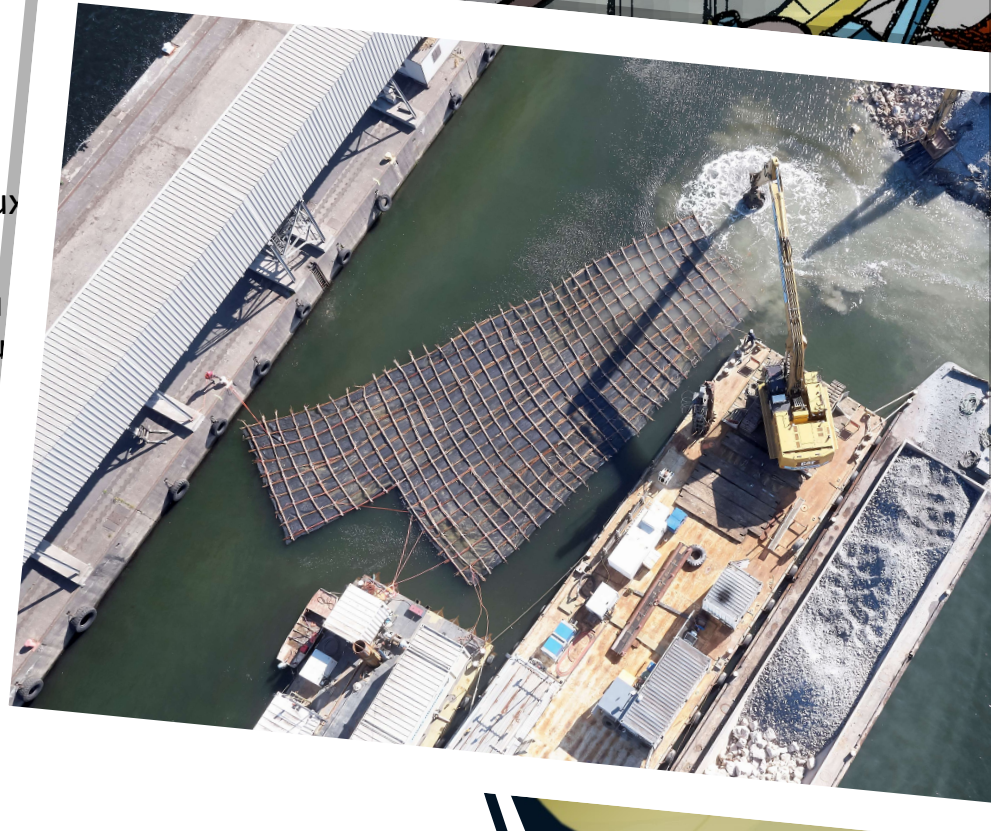
Méthodologie de mise en œuvre

- Etat initial
- Curage des vases
- Montée des merlons de noyaux de digue par passe
- Remblaiement hydraulique au diffuseur par passe et vibrocompactage nautique
- Remblaiement hydraulique en refoulement depuis la surface
- **Remblaiement terrestre et Vibrocompactage Terrestre**
- Pose des géotextiles
- Protection en enrochements



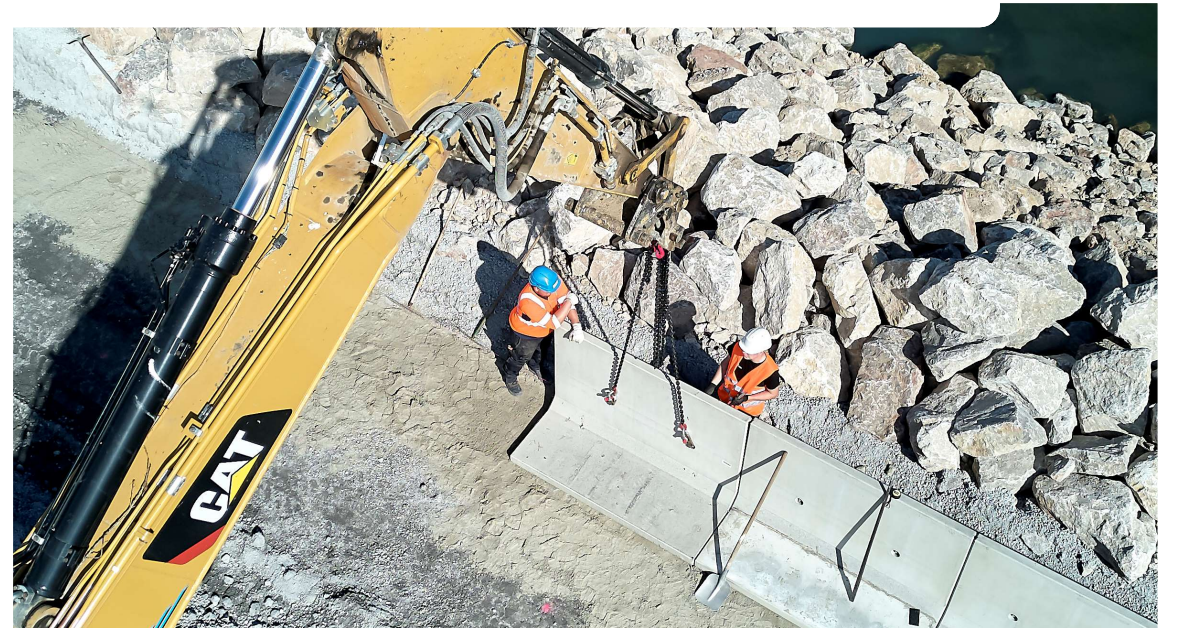
Méthodologie de mise en œuvre

- Etat initial
- Curage des vases
- Montée des merlons de noyau passe
- Remblaiement hydraulique au passe et vibrocompactage naval
- Remblaiement hydraulique en amont et depuis la surface
- Remblaiement terrestre et Vibrocompactage Terrestre
- **Pose des géotextiles**
- Protection en enrochements



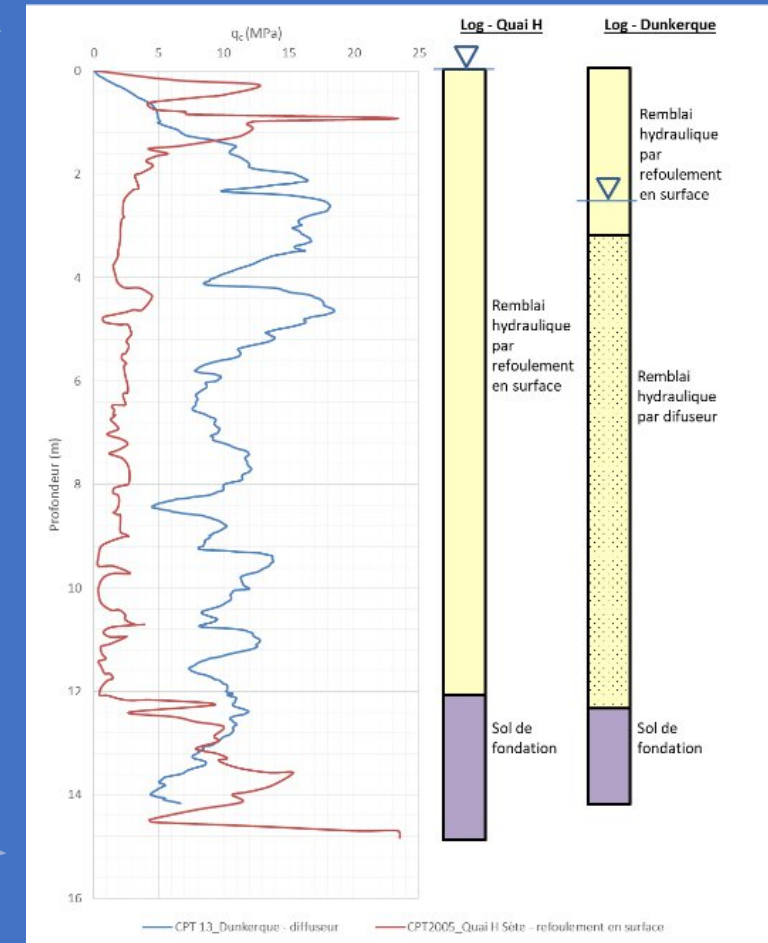
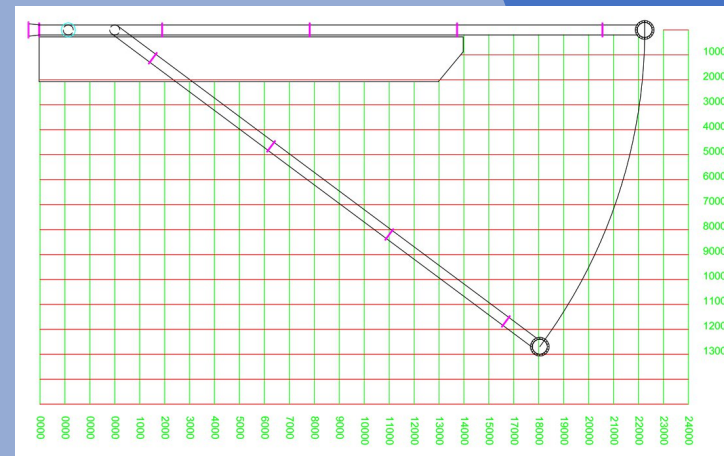
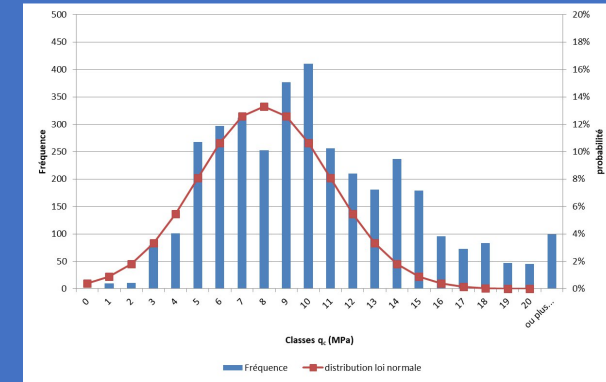
Méthodologie de mise en œuvre

- Etat initial
- Curage des vases
- Montée des merlons de noyaux de digue par passe
- Remblaiement hydraulique au diffuseur par passe et vibrocompactage nautique
- Remblaiement hydraulique en refoulement depuis la surface
- Remblaiement terrestre
- Remblaiement terrestre et Vibrocompactage Terrestre
- **Protection en enrochements**



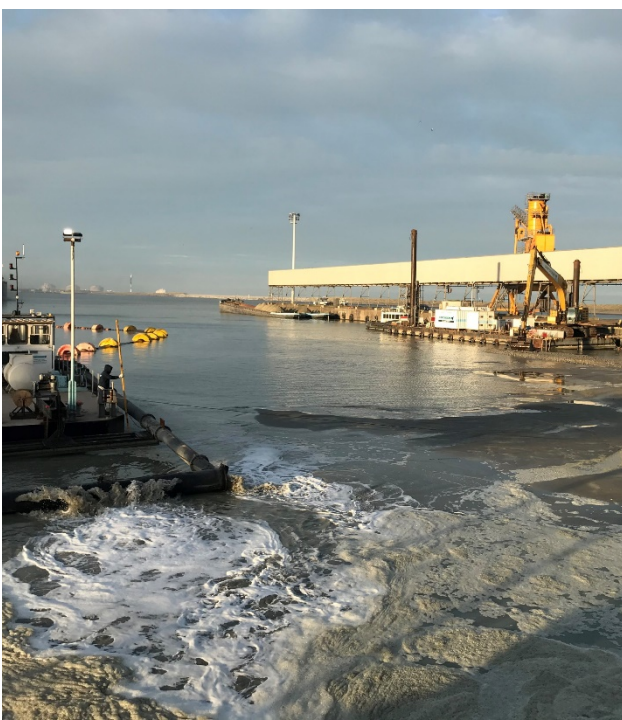
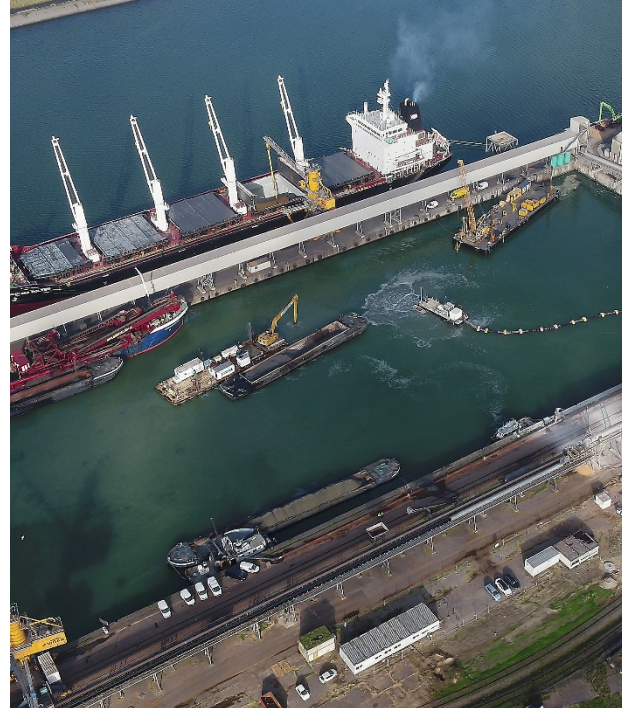
Intérêt d'une mise en œuvre par diffuseur

- Amélioration de la compacité
- Amélioration des caractéristiques des matériaux utilisés
 - Avec diffuseur (cas de Dunkerque): $q_c=8\text{MPa}$ et $\phi^\circ=33^\circ$
 - Refoulement depuis la surface (cas du quai H à Sète): $q_c=2\text{MPa}$ et $\phi^\circ=27^\circ$.
- Potentiellement se passer de techniques de renforcement de sol
- Distribution plus uniforme des matériaux de dragage
- Moins de turbidité



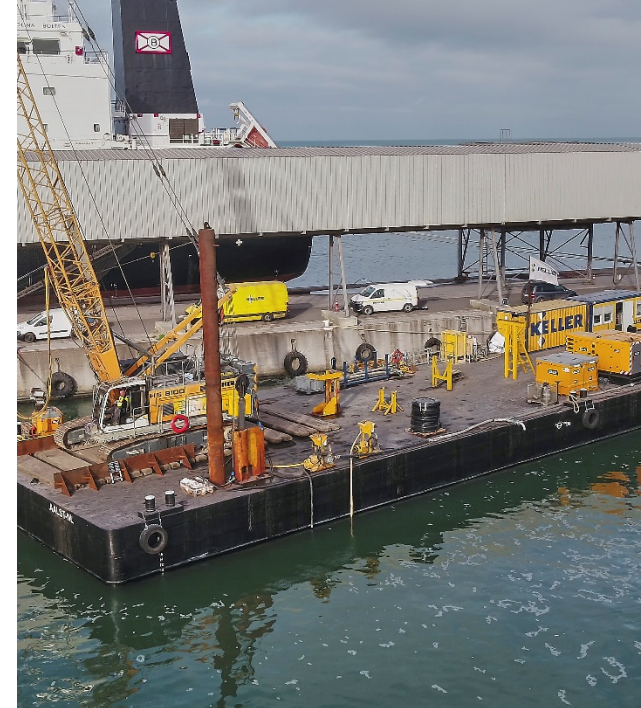
Conclusions et perspectives

- Une technique qui offre des avantages substantiels (stabilité, uniformité, environnement, coût, planning, ...)
- Une collecte de retour d'expérience sur d'autres projet parait importante pour comprendre les mécanismes qui expliquent ces résultats:
 - Design du diffuseur
 - Vitesse des grains en sortie,
 - ...



Quelques photos de la construction

- Réalisation du terre-plein
- Client: GPMD



Quelques photos de la construction

- Réalisation du terre-plein
- Client: GPMD

Quelques photos de la construction

- Réalisation des silos sur le terreplein
- Client: Nord Céréales
- Hors marché





GHENT DREDGING



Merci de votre
attention!

BRL
Ingénierie