



CONCOURS DE L'INNOVATION SOLSCOPE 2023

Prix jeunes (TFE)

Modélisation aux éléments finis d'un quai fluvial



École des Ponts
ParisTech

 GROUPE
GÉOTEC
ENSEMBLE, CONCEVONS UN AVENIR DURABLE

COORDONNÉES

Groupe Géotec



9 boulevard de l'Europe
21800 QUETIGNY



03 80 48 93 20



secretariat.siege@geotec.fr



Jonathan ROT, Ingénieur Expert
Géotec, Maître de stage

Ecole des Ponts Paris Tech



Cité Descartes
8 Av. Blaise Pascal
77420 CHAMPS-SUR-MARNE



01 64 15 30 00



Thi Phuong Lan VU, élève 2^{ème}
année GCC double diplôme, Ecole
des Ponts Paris Tech

Sommaire

04 PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE

10 PRÉSENTATION DU PROJET

12 La spécificité technique

20 La dimension responsable

21 CONCLUSION



PRÉSENTATION

DE L'ENTREPRISE

UN GROUPE FAMILIAL

- ✦ Création en 1973 par François Barnoud.
- ✦ Aujourd'hui dirigé par son fils Olivier Barnoud.
- ✦ Un actionnariat majoritairement familial aujourd'hui ouvert aux cadres de Direction et aux collaborateurs.

UN GROUPE EXPERT

- ✦ Bureau d'études en ingénierie géotechnique et environnementale conseillant l'ensemble des interlocuteurs de l'acte de construire.
 - Maîtres d'Ouvrage, Maîtres d'Œuvre, Entreprises, Bureaux de Contrôle, Experts.
- ✦ Réalise l'ensemble des prestations :
 - Sondages géotechniques.
 - Ingénierie des projets les plus complexes.
 - Essais in-situ et en laboratoire.
 - Conception et fabrication des sondeuses.
- ✦ Aujourd'hui un des leaders de la géotechnique en France.

CHIFFRES CLÉS 2022

100 M€

DE CHIFFRE
D'AFFAIRES



14

FILIALES



+ de
50%

DE SALARIÉS
ACTIONNAIRES



900

COLLABORATEURS



20 000

PROJETS
RÉALISÉS



8

ACTIVITÉS



13%

DE CROISSANCE
PAR RAPPORT À 2021



37

IMPLANTATIONS
DANS LE MONDE



88/100

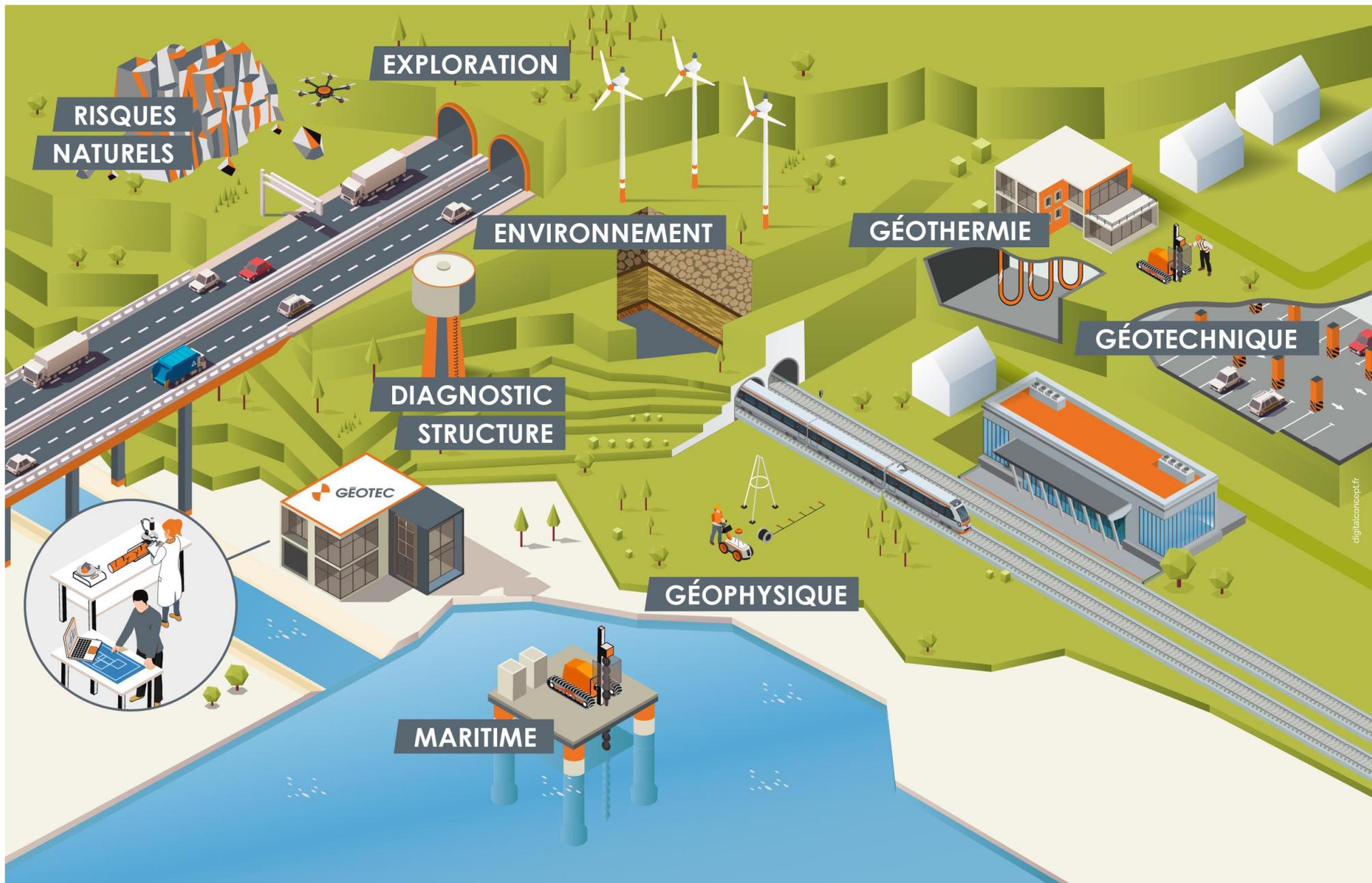
INDEX
ÉGALITÉ H/F



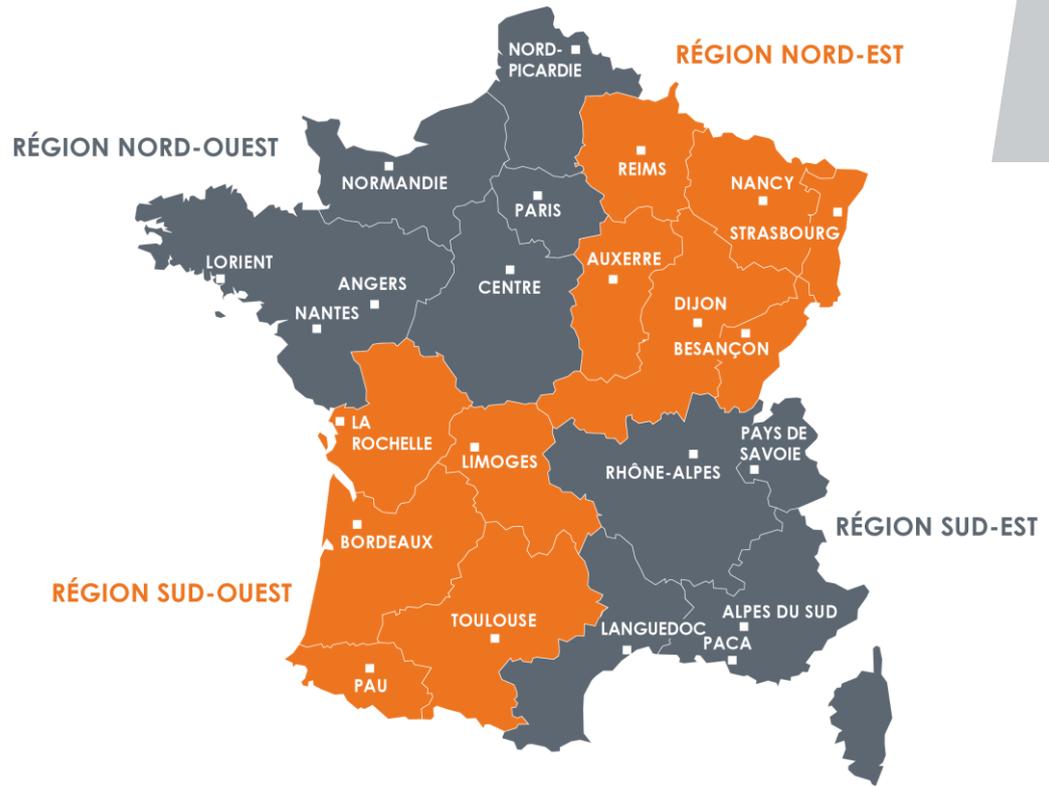
12

LABORATOIRES

NOS ACTIVITÉS



IMPLANTATIONS



NOTRE DÉMARCHE RSE

PARTICIPATION AUX CHANGEMENTS SOCIÉTAUX

- ❖ Responsabilité éthique et environnementale.
- ❖ Epanouissement et sécurité des collaborateurs.
- ❖ Amélioration du bien commun, des territoires et des régions.
- ❖ Soutien à des associations.
- ❖ Participation à des programmes de développement.



DES ACTIONS CONCRÈTES



- ❖ Charte éthique.
- ❖ Fresque du Climat.
- ❖ Fondation Géotec.
- ❖ Charte Climat et charte Mixité Syntec-Ingénierie.
- ❖ Véhicules hybrides et électriques et forfait mobilité durable.
- ❖ Fresque du Climat.



PRÉSENTATION

DU PROJET

INTRODUCTION

Dans le cadre de la rénovation du quai Gommès dans le port de Bayonne, **la région Nouvelle Aquitaine – Port de Bayonne** a confié à Géotec des missions d'études géotechniques de **projet G2 Phase PRO** (ingénierie) et de **supervision géotechnique d'exécution (G4)** ainsi que la participation à la **phase assistance aux contrats de travaux**.

L'objectif général de ce travail de fin d'études a été de construire un modèle global 3D aux éléments finis des ouvrages sur la base des dimensionnements effectués en phase G2PRO afin d'identifier les paramètres forts gouvernant le comportement des ouvrages.

Le sommaire est le suivant :

1. [La spécificité technique](#)
2. [La dimension responsable](#)

LA SPÉCIFICITÉ TECHNIQUE



Le projet prévoit un remplacement de l'ancien quai qui a été construit en 1964 de type quai sur pieux.

Le nouveau quai se trouvera en rive gauche de la rivière Adour dans la zone portuaire Blancpignon située sur la commune d'Anglet dans le port de Bayonne.



LA SPÉCIFICITÉ TECHNIQUE

Le nouveau quai Gommès aura une longueur d'environ 180 mètres et sera réalisé dans le prolongement du quai Castel existant au Nord afin de permettre la continuité entre les deux quais (continuité des éléments techniques).

La réalisation du nouveau quai doit également permettre l'intégration d'une voie ferrée et la mise en œuvre ultérieure d'une portique conteneurs en liaison avec ces voies ferrées.



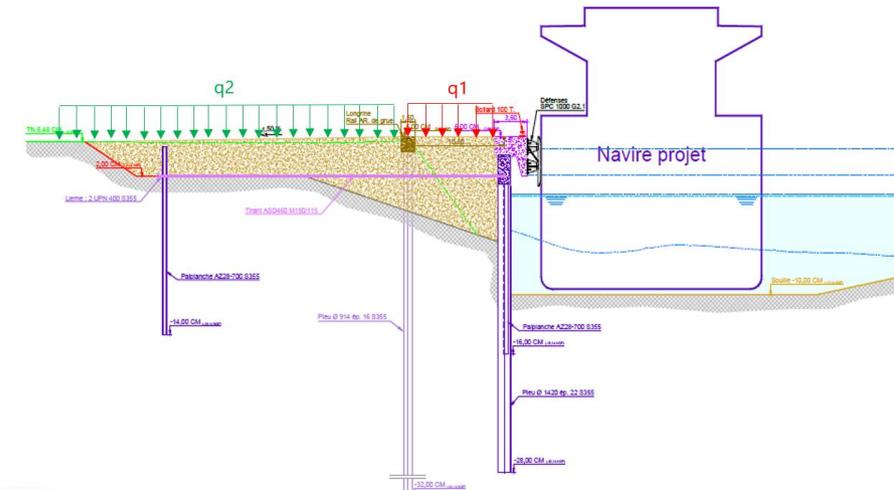
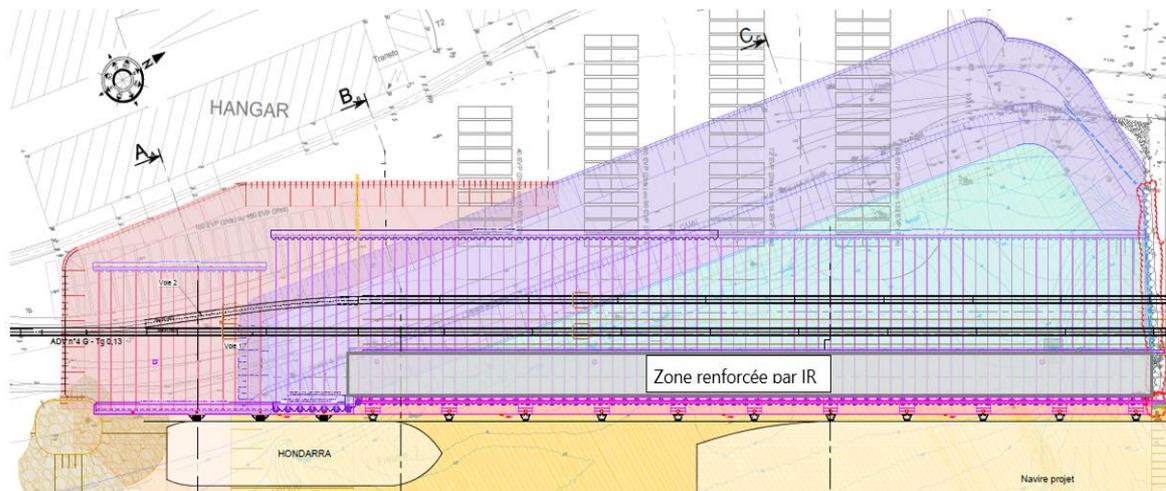
Zone d'étude

Actuel quai Castel

LA SPÉCIFICITÉ TECHNIQUE

Les caractéristiques principales du nouveau quai :

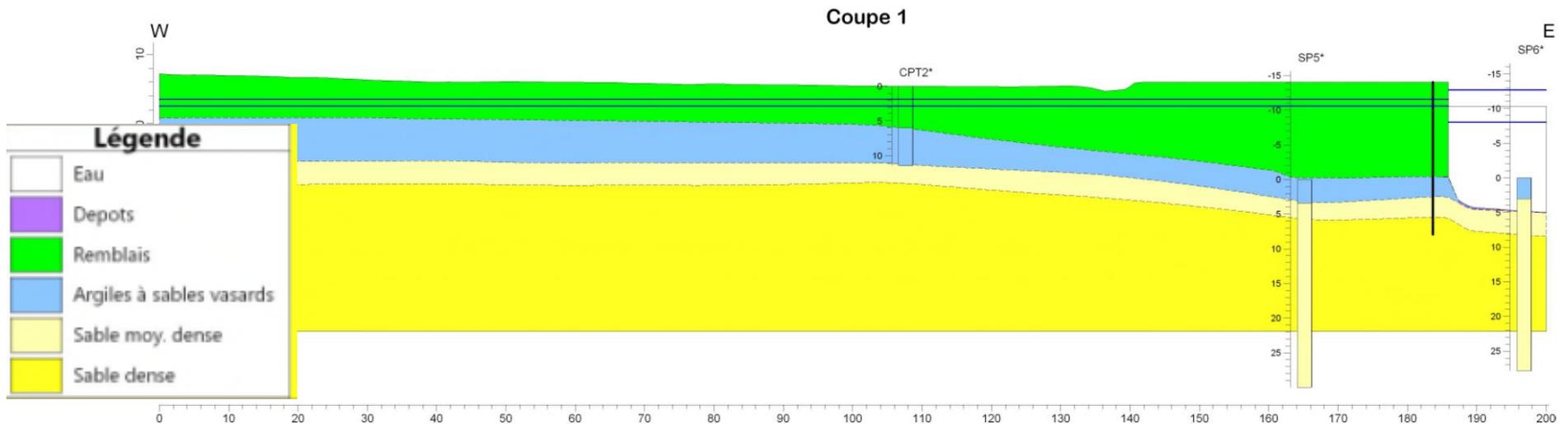
- ❖ Côte fini : +6,0 m CM (côte maritime)
- ❖ Souille : -10 CM
- ❖ Longueur : 180 m
- ❖ Éléments :
 - Ecrans de soutènement de type **Combi-Wall (CW)** liés par tirants métalliques à un contre-rideau **en palplanches** ;
 - Renforcement du quai par **inclusions rigides (IR)** ;
 - **Géogrilles** pour répartir les charges ;
 - Pieux métalliques sous les rails de grues.



LA SPÉCIFICITÉ TECHNIQUE



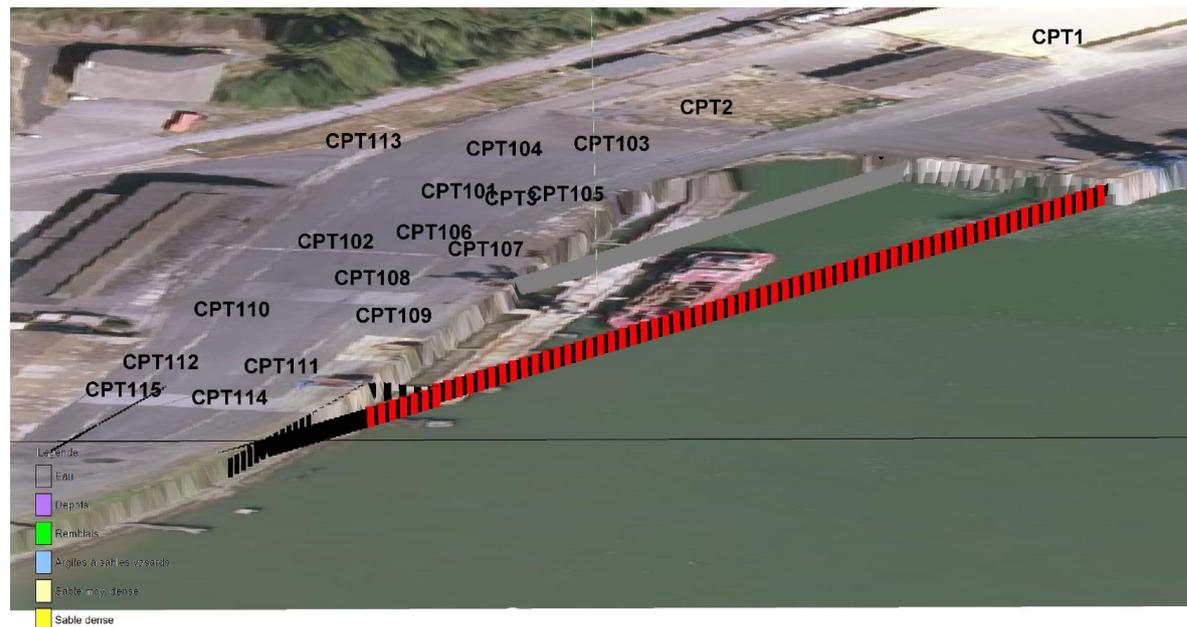
- Un projet complexe en géométrie : forte hauteur soutenue ;
- Des descentes de charges significatives (charges d'exploitation et sur rails) et des efforts d'accrochage/amarrage ;
- Des ouvrages annexes : portiques et grues mobiles ;
- Des sols mous sujets à la consolidation ;
- Des travaux de renforcement de sols par inclusions rigides et géogrilles ;
- La prise en compte des existants dans le cadre des travaux ;
- Une forte variation des niveaux d'eau ;
- Un risque sismique.



LA SPÉCIFICITÉ TECHNIQUE

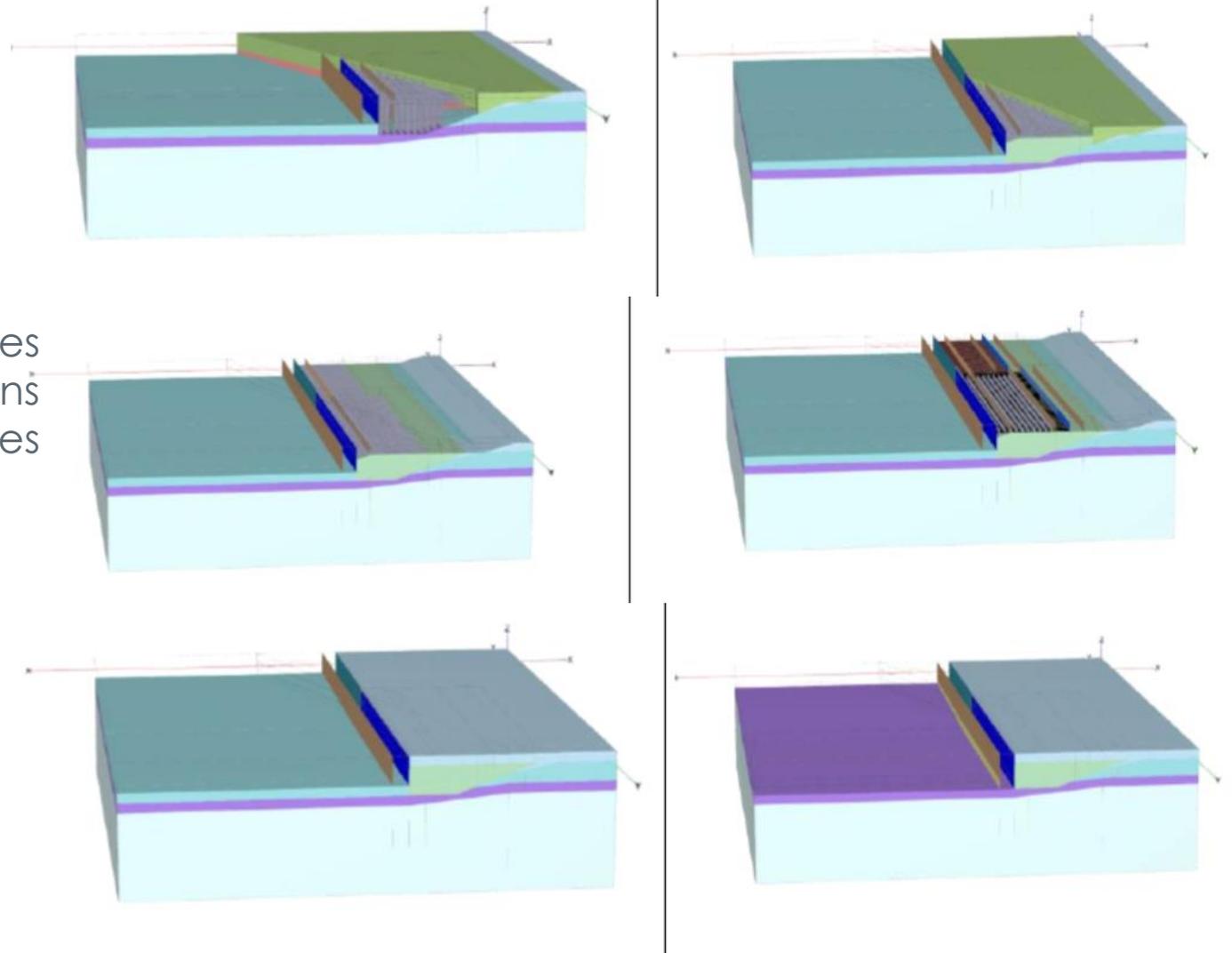
Au-delà des spécificités techniques précitées ci-avant, un temps important de ce travail de fin d'études a été de retranscrire le projet avec l'ensemble des éléments et des coupes dans un espace tridimensionnel, afin de représenter au mieux la réaction réelle du projet.

Une des difficultés les plus ardues a été la prise compte des variations spatiales de lithologie, de la complexité des éléments de structure (existants et projetés) et plus encore la prise en compte des démarches de constructions projetées (phasage des travaux).



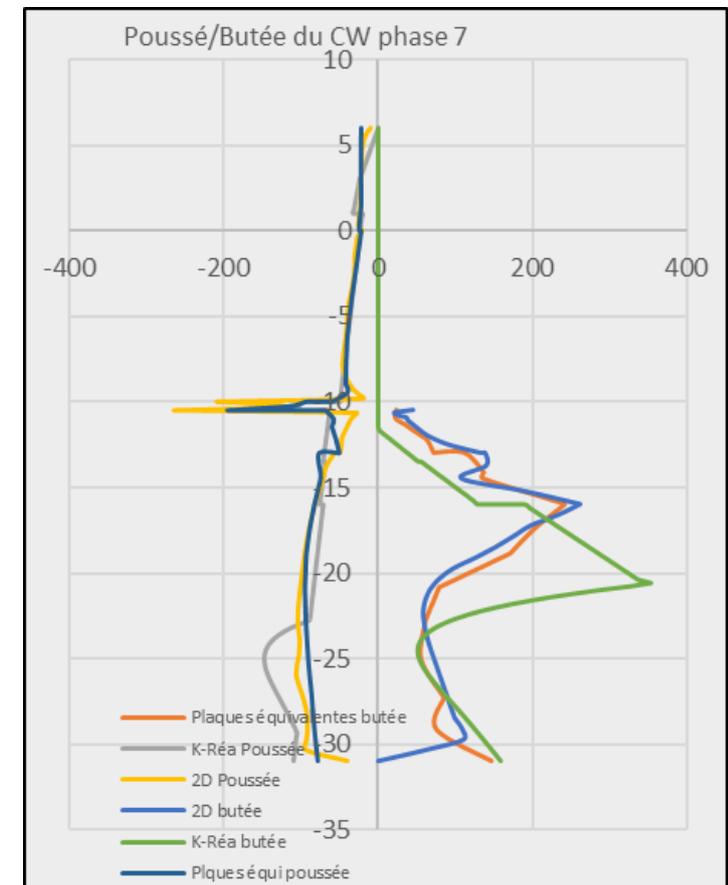
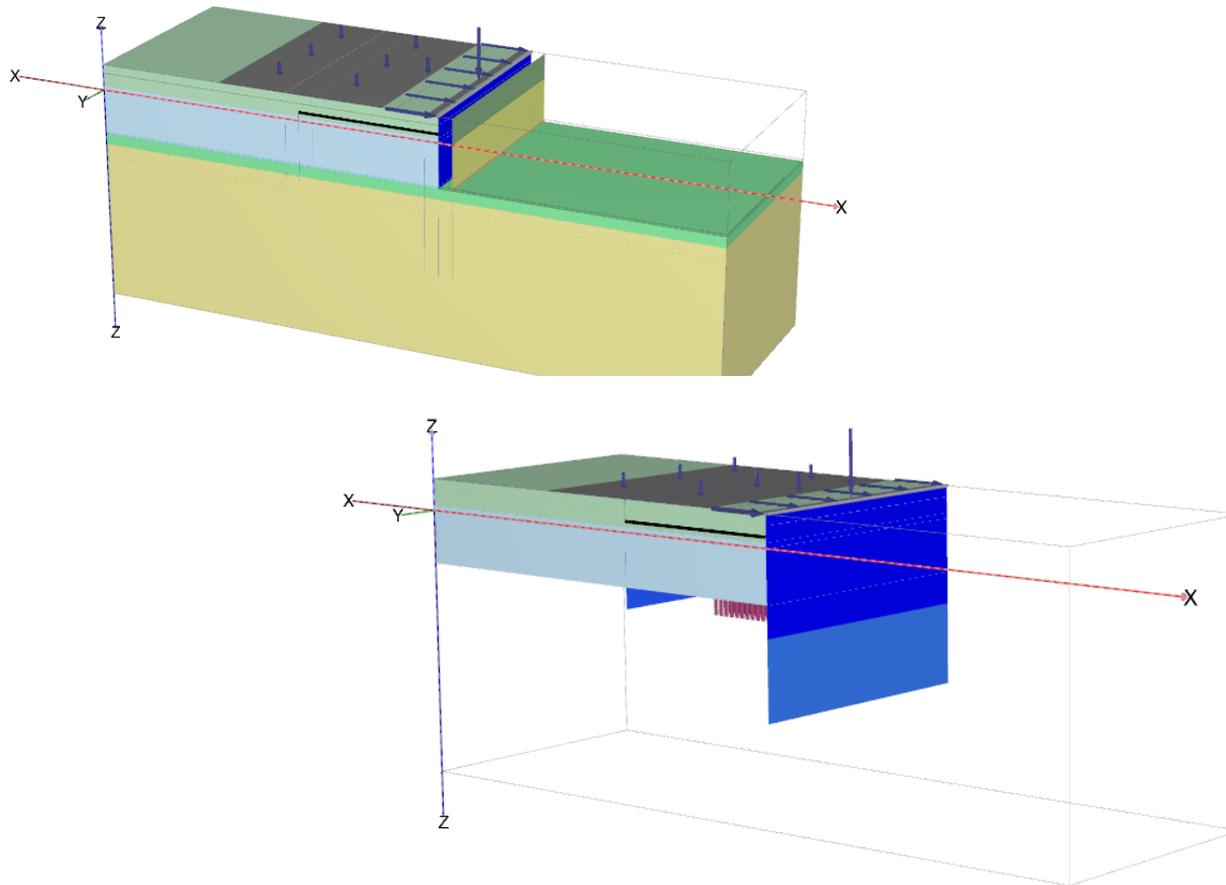
LA SPÉCIFICITÉ TECHNIQUE

Illustration des démarches de constructions projetées (phasage des travaux) :



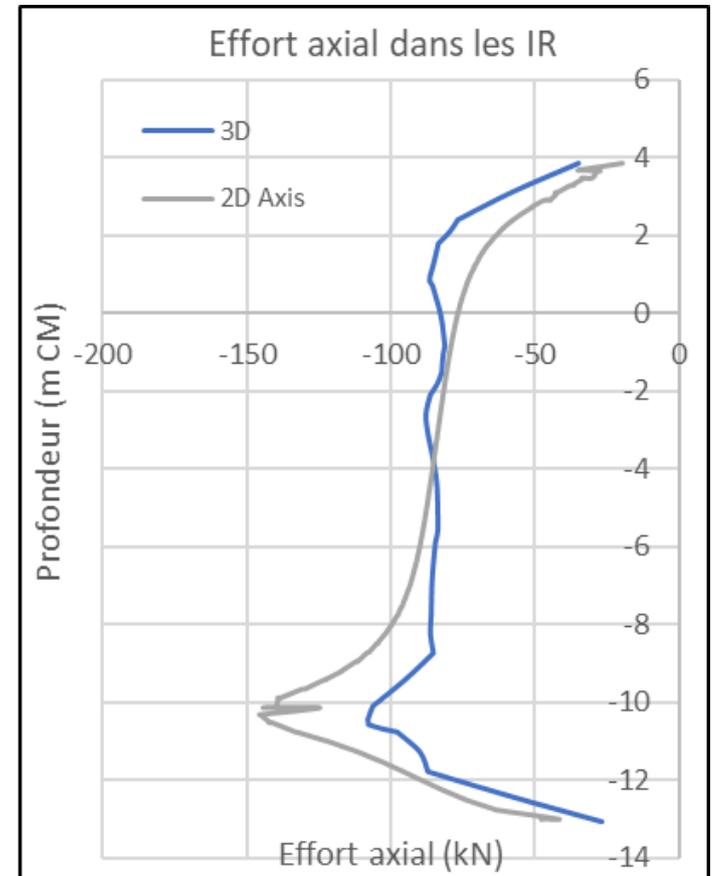
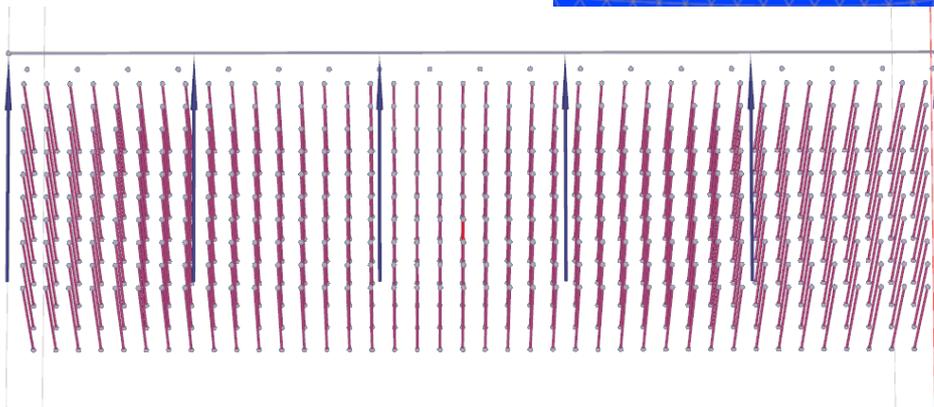
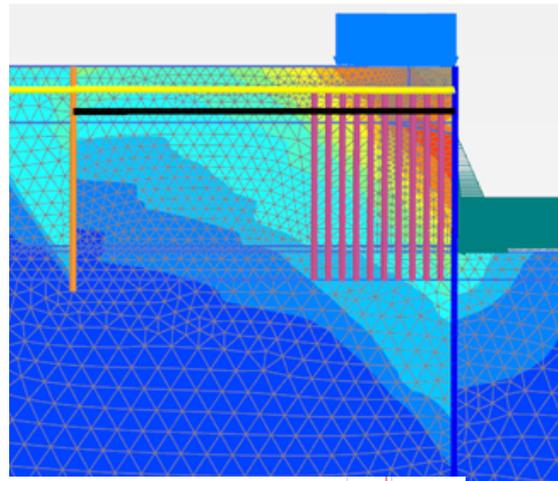
LA SPÉCIFICITÉ TECHNIQUE

Pour l'étude des soutènements, l'étude des ouvrages en phase G2PRO ayant été réalisée à partir de calculs aux coefficients de réaction en 2D, des études de sensibilité se sont avérées nécessaires pour assurer la cohérence des résultats du modèle 3D avec les éléments retenus en G2PRO.



LA SPÉCIFICITÉ TECHNIQUE

De même pour l'étude des renforcements (renforcement par inclusions rigides et mise en place de géogrilles), les méthodes usuelles de dimensionnement ont été confrontées au modèle 3D, qui quant à lui a permis de prendre en compte l'interaction avec les soutènements par exemple :



LA DIMENSION RESPONSABLE

La démarche de construction d'un modèle global 3D à faire vivre au fur et à mesure du chantier est un **processus responsable** de part ces différents points :

- **d'identifier la part de chaque mécanisme dans le résultat d'un calcul** pour les projets à forte dominante Interaction Sol Structure ; Par exemple la prise en compte du renforcement par inclusions rigides des sols soutenus au sein du modèle 3D permet de prendre en compte la réduction des efforts de poussée dans un soutènement ;
- **d'éprouver les approches de calculs courantes à des calculs plus sophistiqués aux éléments finis** et à la réalité du comportement de l'ouvrage. Les retro-analyses permettront alors d'identifier les points d'améliorations ou de vigilances influant sur le dimensionnement : efforts internes dans les structures et justification structurelles ;
- **De mieux comprendre le comportement des ouvrages** vis-à-vis des sollicitations en lien avec la consolidation des sols et les écoulements de l'eau, retour d'expérience sur les lois de comportement et sur les calculs d'écoulements ;
- et enfin **définir les bases solides d'un dispositif de surveillance** adapté aux modes de déformation et de rupture de l'ouvrage afin d'être en mesure d'anticiper les aléas géotechniques en vue de **fiabiliser la construction des ouvrages.**

•



CONCLUSION

CONCLUSION

Ce travail de fin d'études a permis la construction d'un modèle global 3D aux éléments finis d'un ouvrage portuaire complexe.

Les résultats obtenus par la modélisation, ont mis en évidence l'importance des mécanismes d'interaction sol structure que les approches courantes de dimensionnement ne permettent pas toujours d'évaluer.

Ainsi à partir des observations du comportement réel observé de l'ouvrage pendant les travaux, les retro-analyses permettront de confirmer ou infirmer les points soulevés

Cette démarche d'ingénierie permettra alors de tirer des enseignements sur la modélisation 3D, afin d'améliorer la pratique des éléments finis pour les prochains ouvrages et ainsi optimiser leur dimensionnement et réduire, de fait, leur impact environnemental.