



BOULOGNE-SUR-MER (62)

Quai Le Garrec

Construction d'un centre de lavage « Parc à coffres »

Étude géotechnique de conception (G2)
(Phase Avant-Projet –G2 AVP)

30/05/17



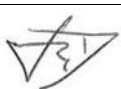

Agence de DUNKERQUE • 240 rue de l'Albeck – CS 64204 – 59378 DUNKERQUE CEDEX 1
Tél. 33 (3) 28 25 15 06 • Fax 33 (3) 28 60 74 07 • Adresse e-mail cebtp.dunkerque@groupe-cebtp.com

PORT DE BOULOGNE CALAIS

QUAI LE GARREC

BOULOGNE-SUR-MER

RAPPORT - ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2) – phase AVP

Dossier : NDK2.H085		Réf. rapport : 17CR1V1DK		Contrat : NDK2.H0048			
Indice	Date	Chargé d'affaire	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
1	30/05/17	Benoît DENIAUD		François DEGOIS		38 pages	
2							

A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser à condition de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui y figurent et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.

Sommaire

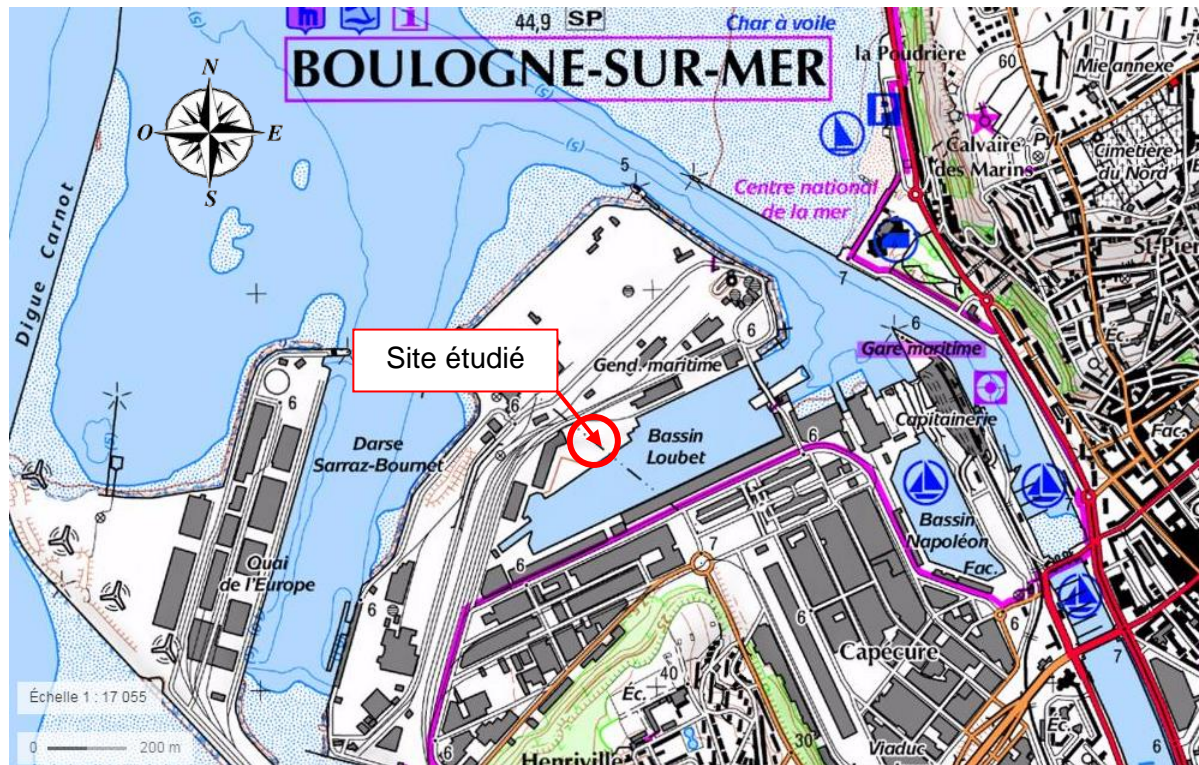
1. Plans de situation	5
1.1. Situation IGN.....	5
1.2. Vue aérienne	6
2. Contexte de l'étude.....	7
2.1. Données générales	7
2.1.1. Généralités	7
2.1.2. Documents communiqués	7
2.2. Description du site	8
2.2.1. Situation, topographie, occupation du site et avoisinants.....	8
2.2.2. Contextes géotechnique, hydrogéologique - risques	8
2.3. Caractéristiques de l'ouvrage	9
2.4. Mission Ginger CEBTP	9
3. Investigations géotechniques.....	10
4. Synthèse des investigations	10
4.1. Nature et caractéristiques des terrains	10
4.2. Piézométrie.....	12
5. Principes généraux de construction en phase avant-projet	13
5.1. Analyse du contexte et principes d'adaptation.....	13
5.2. Traficabilité et terrassabilité	14
5.3. Fondations	14
5.3.1. Généralités	14
5.4. Niveau-bas	16
5.4.1. Conception et exécution du dallage sur terre-plein	16
5.4.2. Contrôles.....	17
5.5. Risque sismique	18
6. Observations majeures	19

ANNEXE 1 – Notes générales sur les missions géotechniques	20
ANNEXE 2 – Plan d'implantation des sondages	24
ANNEXE 3 – Résultats des sondages	26
ANNEXE 4 – Piézomètre	36

1. Plans de situation

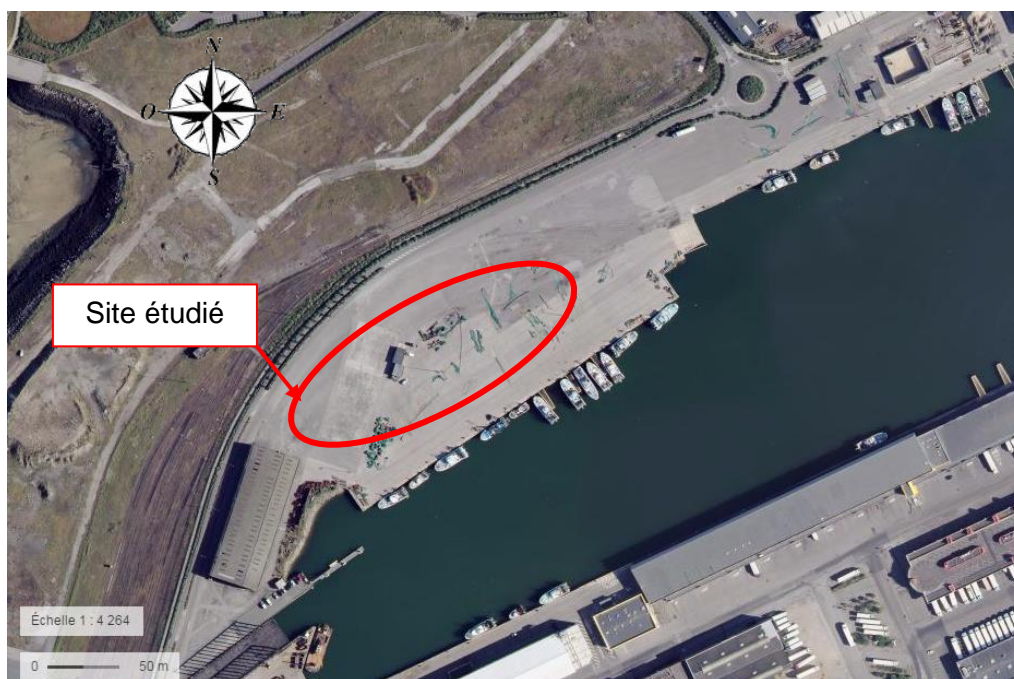
1.1. Situation IGN

Extrait de Carte IGN (source Géoportail)



1.2. Vue aérienne

Extrait Géoportail



2. Contexte de l'étude

2.1. Données générales

2.1.1. Généralités

Nom de l'opération :	Construction d'un centre de lavage « Parc à coffres »
Localisation / adresse :	Quai Le Garrec – Bassin Loubet
Commune :	BOULOGNE-SUR-MER
Code postal :	62200

2.1.2. Documents communiqués

Au stade de l'offre, nous disposons du document « descriptif Mission d'étude de sol » réalisé par « Port Boulogne Calais » et des informations fournies par Monsieur Eric LACOINTE.

Il nous a ensuite été remis, lors d'une réunion préparatoire, un plan masse du projet (non définitif).

2.2. Description du site

2.2.1. Situation, topographie, occupation du site et avoisinants

Le projet est situé sur le quai Le Garrec du bassin Loubet, à BOULOGNE-SUR-MER.

Le quai est actuellement dédié à la pêche et aux activités associées.

L'implantation du projet est située en dehors des zones d'influence des ouvrages de soutènement des quais (d'après Port Boulogne Calais).

L'angle nord-ouest du projet se situe sur l'emprise d'un ancien bâtiment démoli.

On note également la présence de réseaux sur l'emprise du projet.

2.2.2. Contextes géotechnique, hydrogéologique - risques

D'après la carte géologique de Boulogne-sur-Mer au 1/50000 et les études déjà réalisées dans le secteur en particulier pour le hangar SMPP et des études aux dépôts pétroliers, on sait que, sous les remblais, le sous-sol est naturellement constitué par des alluvions quaternaires sableuses recouvrant les formations marno-calcaires du Kimméridgien.

Les cartes des aléas (inondation, sismicité, cavités, glissement, retrait/gonflement) et/ou les plans de prévention des risques indiquent :

- zone sismique 2 « faible »
- un aléa « a priori nul » concernant le retrait-gonflement des argiles ;
- sensibilité « très faible » concernant le risque d'inondations par remontée de la nappe dans les sédiments.

Pour les bâtiments à « risque normal » dont le permis de construire a été déposé après le 1^{er} mai 2011, le nouveau zonage sismique de la France (décret n°2010-1255 du 22/10/2010) est applicable. L'application des règles parasismiques est obligatoire et il faut se reporter à l'Eurocode 8 (Norme NF EN 1998 – Calcul des structures pour leur résistance au séisme).

2.3. Caractéristiques de l'ouvrage

Le projet prévoit la construction d'un bâtiment d'une emprise au sol de 50 m x 130 m dont une partie (20 m x 75 m) de préau.

2.4. Mission Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme au contrat NDK2.H00048, commande n°100007010 du 27/03/2017.

Il s'agit d'une étude géotechnique de conception G2 selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique. Plus précisément, compte tenu du niveau d'avancement du projet, notre mission s'intègre dans la phase Avant-projet (G2 AVP).

La présente mission G2-AVP comprend, conformément à la Norme NF P 94-500 de novembre 2013 :

- la définition d'un programme d'investigations géotechniques spécifiques, sa réalisation ou son suivi technique, et l'exploitation des résultats,
- la réalisation d'un rapport donnant :
 - les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet,
 - les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations des sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants),
 - une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique.

Nous rappelons que selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013, la mission G2-AVP devrait être suivie d'une étude G2-PRO et G2-DCE/ACT afin de bénéficier d'un accompagnement géotechnique complet en maîtrise d'œuvre projet pour la conception de celui-ci.

Cette mission G2-AVP exclut tout dimensionnement spécifique des ouvrages qui entre dans le cadre exclusif d'une mission d'étude géotechnique de conception en phase projet G2-PRO qui devra tenir compte des données actualisées du projet (notamment des descentes de charge).

3. Investigations géotechniques

Les investigations suivantes ont été réalisées du 18 au 27 avril 2017 :

- Trois sondages pressiométriques de 20 m (9 essais) notés PR1, PR2 et PR4
- Trois sondages pressiométriques de 20 m (13 essais) notés PR3 et PR5
- Quatre sondages d'échantillonnage : T2 et T3 de 10 m de profondeur, T1 et T4 limités à 5 m
- La pose d'un piézomètre en T3

Leur implantation figure sur le plan joint en annexe 2.

Les coupes des sondages sont présentées en annexe 3, où l'on trouvera en particulier les renseignements décrits ci-après :

- **Sondages semi-destructifs à la tarière continue :**
 - coupe des sols
 - niveau d'eau au droit du sondage
- **Essais pressiométriques :**
 - Module pressiométrique : E_M (MPa),
 - Pression limite nette : p_l^* (MPa),
 - Pression de fluage nette p_f^* (MPa),

4. Synthèse des investigations

Cette synthèse devra être confirmée dans la mission d'étude géotechnique de conception G2 PRO.

4.1. Nature et caractéristiques des terrains

A noter que la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain naturel tel qu'il était au moment de la reconnaissance et ne tient pas compte des fluctuations potentielles du toit des couches géologiques entre les sondages.

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser la coupe géotechnique schématique suivante :

Formation n°0 : Remblais

Les sondages ont mis en évidence en tête des remblais constitué sous l'enrobé ou une dalle béton par des sables divers.

Ils sont présents globalement sur des épaisseurs comprises entre 0,5 et 1,8 m. En PR3, il a été mis en évidence sous 2,5 m de remblais sableux, un passage de blocs béton jusqu'à 3,8 m de profondeur.

En T1, les remblais (sables, blocs,...) sont présents jusqu'à 6 m de profondeur.

Caractéristiques mécaniques (3 essais) :

Pression limite nette pl^* : 0,3 et 0,4 MPa (PR3) et 1,6 MPa (PR2)

Module pressiométrique E_M : 4 et 5 MPa (PR3) et 13 MPa (PR2)

Formation n°1 : Sables

Sous les remblais, les sondages ont mis en évidence des terrains sableux beiges, gris-clair à gris-foncé.

Base de la couche : 7 à 9 m de profondeur

Caractéristiques mécaniques :

Pression limite nette pl^* : 0,6 à 2,9 MPa

Module pressiométrique E_M : 4,5 à 20 MPa

Formation n°2 : Passage argilo-sableux à silex (non reconnu en PR3)

Présents entre 7-8 m et 10-11 m de profondeur

Caractéristiques mécaniques :

Pression limite nette pl^* : 1,6 à 2,6 MPa

Module pressiométrique E_M : 9 à 14 MPa

Formation n°3 : Argiles, argiles marneuses, marnes grises

Caractéristiques mécaniques :

Pression limite nette pl^* : 1,6 à plus de 4 MPa

Module pressiométrique E_M : 10 à plus de 80 MPa

Remarques :

- nous rappelons qu'il n'est pas toujours évident de distinguer les variations horizontales et/ou verticales éventuelles, inhérentes aux changements de faciès, compte tenu de la surface investiguée par rapport à celle concernée par le projet. De ce fait, les caractéristiques indiquées précédemment ont un caractère représentatif mais non absolu ;
- les coupes de sols au droit des sondages pressiométriques réalisés en partie en destructif sont approximatives car établies à partir des remontées de cuttings et ressenti du foreur. La nature des terrains et leur compacité devront, par conséquent, être confirmées lors des travaux.

4.2. Piézométrie

Des niveaux d'eau ont été relevés dans les sondages entre 3,7 et 4,1 m de profondeur lors de notre intervention.

Le sondage T3 a été équipé d'un piézomètre. Le niveau d'eau dans le piézomètre a été relevé à 3,7 m le 24/04/2017.

Il est à noter que le régime hydrogéologique peut varier en fonction de la saison et de la pluviométrie. Ce niveau d'eau doit donc être considéré à un instant donné.

Par ailleurs, il peut exister des circulations d'eau anarchiques / ponctuelles qui n'ont pas été détectées par les sondages, notamment au sein des remblais.

Enfin, n'ayant pas d'informations sur les niveaux prévisibles des P.H.E., seule une mission complémentaire permettra de préciser cette altitude.

5. Principes généraux de construction en phase avant-projet

5.1. Analyse du contexte et principes d'adaptation

Compte-tenu de ce qui a été indiqué dans les paragraphes précédents, les points essentiels ci-dessous sont à prendre en compte et conduiront les choix d'adaptation du projet :

Contexte géologique et géotechnique :

La reconnaissance géotechnique a montré que le sous-sol au droit du projet était constitué sous le revêtement (enrobé ou dalle béton) par des remblais sableux pouvant contenir des blocs de béton, sur 1,0 à 1,8 m d'épaisseur, voir atteignant 3,8 m en PR3 et 6 m minimum en T1. Ensuite, on trouve des sables jusqu'à 7-8 m de profondeur surmontant, après un passage argilo-sableux à silex, les terrains argilo-marneux à marneux du Kimméridgien à partir de 8-11 m de profondeur.

Le niveau de la nappe a été relevé entre 3,7 et 4,1 m de profondeur lors de notre intervention.

Projet :

Le projet prévoit la construction d'un bâtiment de centre de lavage d'une emprise de 130 m x 50 m dont une partie constituée d'un auvent.

Adaptations générales de l'avant-projet

Dans ces conditions et pour les constructions projetées, au vu de l'hétérogénéité des terrains en tête, on retiendra un mode de fondations profondes par pieux. Le niveau bas pourra être réalisé en dallage sur terre-plein moyennant des purges de remblais et reconstitution de sols, ou portée par les fondations.

Les indications données dans les chapitres suivants, qui sont fournies en estimant des conditions normales d'exécution pendant les travaux, seront forcément adaptées aux conditions réelles rencontrées (intempéries, niveau de nappe, matériels utilisés, provenance et qualité des matériaux, phasages, plannings et précautions particulières).

Nous rappelons que les conditions d'exécution sont absolument prépondérantes pour obtenir le résultat attendu et qu'elles ne peuvent être définies précisément à l'heure actuelle. A défaut, seules des orientations seront retenues.

5.2. Traficabilité et terrassibilité

Pour la réalisation des terrassements et des travaux, la réalisation de pistes avec mise en place d'une couche de forme en matériaux sablo-graveleux ou graveleux insensibles à l'eau pourra s'avérer nécessaire après élimination des revêtements.

Les terrassements pourront être réalisés avec des engins courants dans les terrains du site. Des outils plus puissants pourraient s'avérer nécessaire dans les remblais (dalle, blocs béton,...).

Les travaux de terrassement seront à réaliser dans des conditions météorologiques non pluvieuses.

5.3. Fondations

5.3.1. Généralités

Etant donné l'hétérogénéité des terrains sur des profondeurs importantes, on pourra envisager de fonder les appuis par l'intermédiaire de pieux bétons.

1.1.1.1. Modèle de sol

Le prédimensionnement est mené selon la Norme NF P 94-262 de juillet 2012. L'approche retenue est celle du « modèle de terrain ».

Selon les données transmises, les pieux sont ici considérés :

- sous sollicitations axiales et verticales uniquement (pas de sollicitations transversales ou inclinées),
- travailler uniquement en compression,
- avec un comportement isolé, ce qui implique :
 - une distance entre pieux supérieure à 2 fois leur diamètre,
 - l'absence d'effet de groupe.

L'exemple de dimensionnement proposé ci-après a été réalisé sur la base de la procédure de calcul du « modèle de terrain » de l'EUROCODE 7 (NF P 94-262), avec la méthode pressiométrique.

Les hypothèses retenues pour ce type de pieu sont données dans le tableau suivant :

N°	Couche	Classe de sol selon Eurocode	Profondeur base de la couche (m) / TN	Pieu FTC, FTCD			
				Terme de frottement		Terme de pointe	
				PI* (MPa)	qs (kPa)	PI* (MPa)	kp
0 et 1	Remblais sableux et sables	-	6	négligé	0	négligé	0
1	Sables	Q2	8	0,9	82	0,9	1.65
2	Argile sableuse (passage de silex)	Q1	10	1,6	67	1,6	1.3
3a	Argile, argile marneuse	Q1	15	2.0	69	1,6	1.3
3b	Marnes	Q4	> 20	2,5	160	2,5	1.6

Légende : qs : frottement latéral unitaire limite

1.1.1.2. Dispositions constructives

Les choix constructifs ne peuvent être faits que par le BET structure mais les points suivants sont toutefois à signaler :

- l'entrepreneur vérifiera que le type de pieux et la puissance du matériel qu'il propose permettront de réaliser les ancrages demandés pour assurer les capacités portantes retenues,
- la capacité portante des pieux sera à limiter par la résistance des matériaux les constituants,
- on rappelle la présence de remblais (dont blocs) sur des épaisseurs importantes.

Conformément aux prescriptions de la norme NF P 94-262, un contrôle de continuité et de la qualité du fût des pieux en béton pourra être prévu par carottage sonique ou impédance. Ginger CEBTP se tient à la disposition du client pour la réalisation de ces essais de contrôle.

Lors de la réalisation des pieux, il conviendra :

- de vérifier précisément la nature des matériaux extraits ainsi que les paramètres d'enregistrement pour s'assurer du bon ancrage des pieux, dans le cadre d'une

mission de suivi géotechnique d'exécution G3 ou G4 que Ginger CEBTP est en mesure de réaliser ;

- de curer soigneusement la base des pieux avant coulage du béton, ce dernier devant absolument être coulé dans la foulée,
- d'armer impérativement les pieux sur toute la hauteur s'ils doivent être soumis à des efforts horizontaux et/ou des moments (NF P 94-262 §12.2.1).

5.4. Niveau-bas

Compte-tenu de la présence de remblais sur des épaisseurs importantes, la réalisation d'un dallage sur terre-plein nécessitera d'importants terrassements.

Un niveau bas conçu en plancher porté est également réalisable.

5.4.1. Conception et exécution du dallage sur terre-plein

La conception et la réalisation du dallage sur terre-plein devront être conformes à la norme NF P11-213 de mars 2005 (DTU13.3 – Dallages).

La mise en œuvre de la structure sous dallage (couche de forme et couche de réglage) sera réalisée moyennant les précautions successives suivantes :

- purge des remblais, blocs, éventuelle poches de terrains mous,..., (jusqu'à la base des remblais, ou limités à 1,5 m d'épaisseur sauf présence de remblais douteux et/ou évolutifs tels que scories par exemple)
- terrassement jusqu'au fond de forme,
- purge éventuelle des poches médiocres et des sols détériorés par les engins de terrassement ou les eaux de pluie,
- compactage du fond de forme à 95 % de l'optimum Proctor normal (OPN) avec des engins adaptés,
- mise en place d'un géotextile anti-contaminant,
- mise en œuvre de la structure sous dallage avec compactage de la couche de forme, par couches successives, à 95 % de l'optimum Proctor modifié (OPM).

Les matériaux d'apport devront être granulaires, insensibles à l'eau, chimiquement stables et de granulométrie continue. Il peut s'agir de matériaux de type D₂ / D₃ ou R₂₁ par exemple.

On veillera à respecter les recommandations du guide GTR édité en 1992 par le SETRA et éventuellement celui des sols traités.

D'après le DTU 13.3 de mars 2005 applicable au projet, le module de Westergaard (K_w) à obtenir est de 50 MPa/m.

Pour le prédimensionnement du dallage, on pourra retenir le modèle de sol ci-après :

N°	Couche	Profondeur base de la couche (m) / TN	E_m (MPa)	α	E_y (MPa)
	Couche de forme, substitution	-	-	-	20*
0 et 1	Remblais sableux et sables	3	4	1/3	12
		6	8	1/3	24
1	Sables	8	9	1/3	27
2	Argile sableuse (passage de silex)	10	12	2/3	18
3a	Argile, argile marneuse	15	15	2/3	22
3b	Marnes	> 20	22	2/3	33

Module de Young : $E_y = \frac{E_m}{\alpha}$

* : module pour un matériau efficacement compacté

5.4.2. Contrôles

On s'assurera, d'autre part, que le compactage est correctement réalisé. Ginger CEBTP se tient à la disposition du maître d'œuvre ou de l'entreprise pour la réalisation des essais de contrôle à tout stade de l'exécution.

Le ou les dispositifs d'infiltration seront conçus de manière à éviter toute percolation d'eau vers les fondations.

5.5. Risque sismique

Les communes de BOULOGNE-SUR-MER et LE PORTEL se situent en zone de sismicité 2 (risque faible), d'après le zonage sismique de la France entré en vigueur le 1^{er} mai 2011 et suivant l'annexe des articles R563-1 à R563-8 du code de l'environnement, modifiés par les décrets N° 2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010 ainsi que par l'Arrêté du 22 octobre 2010.

Les paramètres sismiques du sol sont établis à partir de l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de classe dite "à risque normal" et de l'Eurocode 8.

Les principales données parasismiques figurent dans le tableau ci-dessous :

- Accélération nominale a_{gr} (m/s^2) : 0.7
- Classe de sol : C
- Analyse de la liquéfaction : non requise

6. Observations majeures

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve des conditions générales des missions géotechniques de l'Union Syndicale Géotechnique fournies en annexe 1 (norme NF P94-500 de novembre 2013).

Les reconnaissances de sol procédant par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (exemple : hétérogénéité locale) qui peuvent entraîner des adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.

Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite suite à une communication ou reproduction partielle ne saurait engager GINGER CEBTP.

Des modifications dans l'implantation, la conception ou l'importance de la construction ainsi que dans les hypothèses prises en compte et en particulier dans les indications de la partie « Caractéristiques de l'avant-projet » du présent rapport peuvent conduire à des remises en cause des prescriptions. Une nouvelle mission devra alors être confiée à GINGER CEBTP afin de réadapter ses conclusions ou de valider par écrit le nouveau projet.

De même, des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des fondations et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances de sol (exemple : hétérogénéité localisée, venues d'eau, etc.) peuvent rendre caduques certaines des recommandations figurant dans le rapport.

Nous rappelons que cette étude a été menée dans le cadre d'une étude de conception de niveau avant-projet (G2 AVP) et que, conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, une étude de conception de niveau projet (G2 PRO) doit être envisagée (collaboration avec l'équipe de conception) pour :

- permettre l'optimisation du projet avec, notamment, prise en compte des interactions sol / structure ;
- vérifier la bonne transcription de toutes les préconisations dans les pièces techniques du marché.

Ginger CEBTP peut prendre en charge la maîtrise d'œuvre dans le domaine de la géotechnique, au stade du projet.

ANNEXE 1 – Notes générales sur les missions géotechniques

- Classification des missions types d'ingénierie géotechnique,
- Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique.

4.2.4 Tableaux synthétiques

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

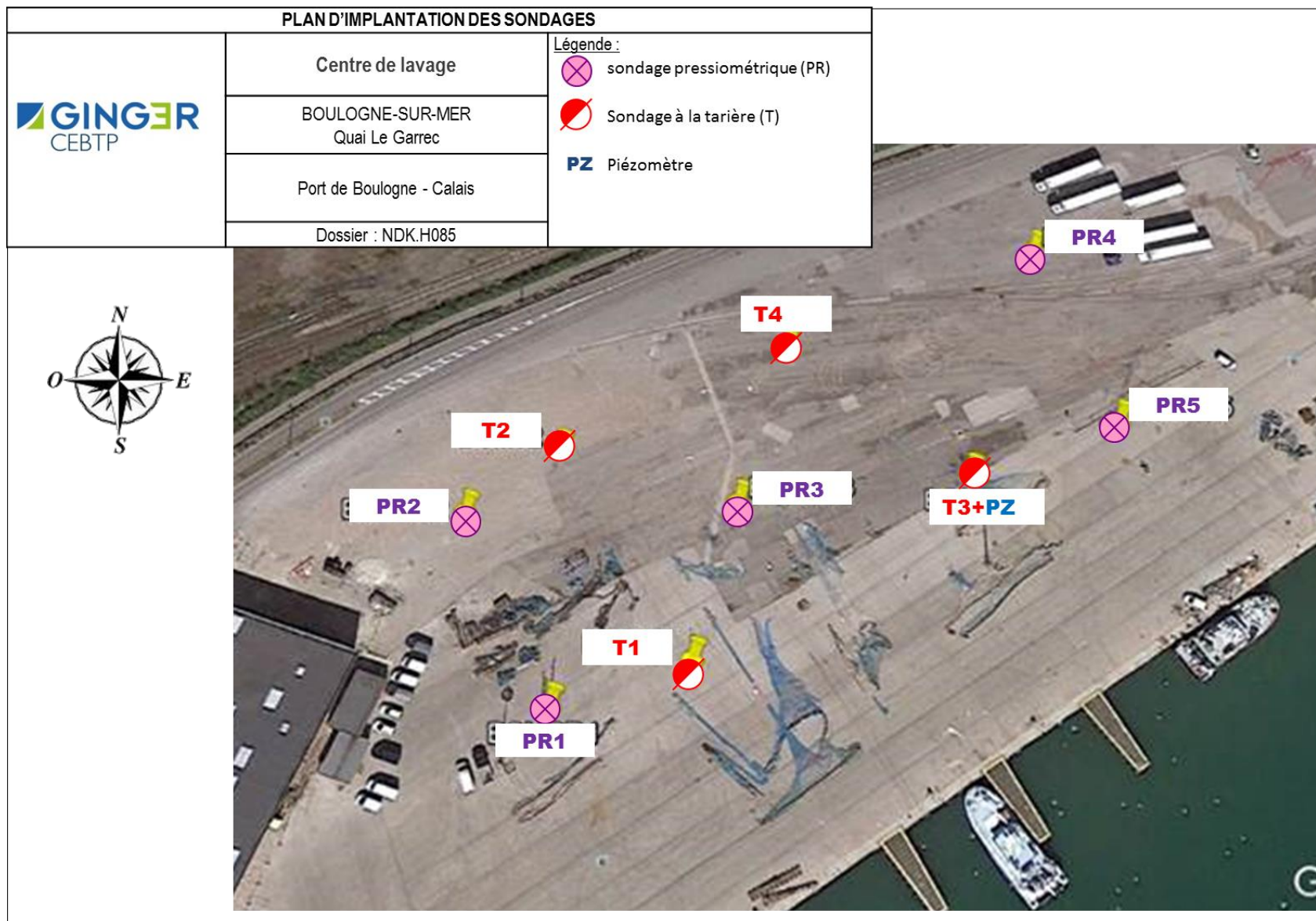
Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

<p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.</p>
<p>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</p> <p>Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs. <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).
<p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques. <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités. <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel). — Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

<p>ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)</p> <p>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</p> <p>Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :</p> <p><u>Phase Étude</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles). — Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi. <p><u>Phase Suivi</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude. — Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats). — Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO) <p>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</p> <p>Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :</p> <p><u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils. <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3). — donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO. <p>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</p> <p>Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant. — Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

ANNEXE 2 – Plan d’implantation des sondages



ANNEXE 3 – Résultats des sondages

- Sondage d'échantillonnage
- Sondage pénétrométrique

SONDAGE A LA TARIERE T1 Dossier : NDK2.H085 Localité : BOULOGNE-SUR-MER Chantier : Quai le Garrec - Centre de lavage					
Client : Port Calais Boulogne		X :		Date début de forage : 27/04/2017	
Echelle : 1/100		Y :		Date fin de forage : 27/04/2017	
Machine : M390		Z :		Profondeur de fin : 6.00m	
Profondeur (m)	Matériel	Niveau d'eau (m)	Cote NGF	Lithologie	Echantillons
0 0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5 8 8.5 9 9.5 10 10.5 11 11.5 12 12.5 13 13.5 14 14.5 15 15.5 16 16.5 17 17.5 18 18.5	Tarière hélicoïdale Ø 63 mm			Remblais (sables, blocs,...)	
			-6.00 m		

SONDAGE A LA TARIERE T2

Dossier : **NDK2.H085**

Localité : **BOULOGNE-SUR-MER**

Chantier : **Quai le Garrec - Centre de lavage**

Client : **Port Calais Boulogne**

X :

Date début de forage : **27/04/2017**

Echelle : **1/100**

Y :

Date fin de forage : **27/04/2017**

Machine : **M390**

Z :

Profondeur de fin : **10.00m**

Profondeur (m)	Matériel	Niveau d'eau (m)	Cote NGF	Lithologie	Echantillons	Résultats d'essais ou observations
0	Tarière hélicoïdale Ø 63 mm		-0.30 m	R R R Enrobé		
0.5						
1						
1.5						
2				Sables gris-beige		
2.5						
3			-3.20 m			
3.5						
4				Sables gris		
4.5						
5						
5.5			-6.00 m			
6						
6.5				Sables gris-bleu		
7						
7.5						
8						
8.5			-9.00 m			
9						
9.5						
10						
10.5						
11						
11.5						
12						
12.5						
13						
13.5						
14						
14.5						
15						
15.5						
16						
16.5						
17						
17.5						
18						
18.5						

SONDAGE A LA TARIERE T3

Dossier : **NDK2.H085**

Localité : **BOULOGNE-SUR-MER**

Chantier : **Quai le Garrec - Centre de lavage**

Client : **Port Calais Boulogne**

X :

Date début de forage : **24/04/2017**

Echelle : **1/100**

Y :

Date fin de forage : **24/04/2017**

Machine : **M390**

Z :

Profondeur de fin : **10.00m**

Profondeur (m)	Matériel	Niveau d'eau (m)	Cote NGF	Lithologie	Echantillons	Résultats d'essais ou observations
0	Tarière hélicoïdale Ø 63 mm			Enrobé + remblais sableux grisâtre, passages argileux		
0.5						
1			-1.20 m			
1.5						
2						
2.5						
3						
3.5				Sables beiges, très légèrement limoneux en tête		
4						
4.5						
5						
5.5						
6			-6.20 m			
6.5						
7				Sables gris-bleu		
7.5			-7.50 m			
8						
8.5				Argile grise		
9						
9.5						
10			-10.00 m			
10.5						
11						
11.5						
12						
12.5						
13						
13.5						
14						
14.5						
15						
15.5						
16						
16.5						
17						
17.5						
18						
18.5						

SONDAGE A LA TARIERE T4 Dossier : NDK2.H085 Localité : BOULOGNE-SUR-MER Chantier : Quai le Garrec - Centre de lavage Client : Port Calais Boulogne X : Echelle : 1/100 Y : Machine : M390 Z : Date début de forage : 24/04/2017 Date fin de forage : 24/04/2017 Profondeur de fin : 10.00m						
Profondeur (m)	Matériel	Niveau d'eau (m)	Cote NGF	Lithologie	Echantillons	Résultats d'essais ou observations
0	Tarière hélicoïdale Ø 63 mm		-0.30 m	Enrobé + remblais		
0.5						
1						
1.5						
2				Sables gris		
2.5						
3						
3.5						
4			-3.80 m			
4.5				Sables gris, intercalations argileuses		
5			-5.00 m			
5.5						
6						
6.5						
7						
7.5						
8						
8.5						
9						
9.5						
10						
10.5						
11						
11.5						
12						
12.5						
13						
13.5						
14						
14.5						
15						
15.5						
16						
16.5						
17						
17.5						
18						
18.5						

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE PR1

Dossier : **DK2**

Localité : **BOULOGNE-SUR-MER**

Chantier : **Quai le Garrec - Centre de lavage**

Client : **0**

X : **W 0° 0.0000**

Date début de forage : **18/04/2017**

Echelle : **1/125**

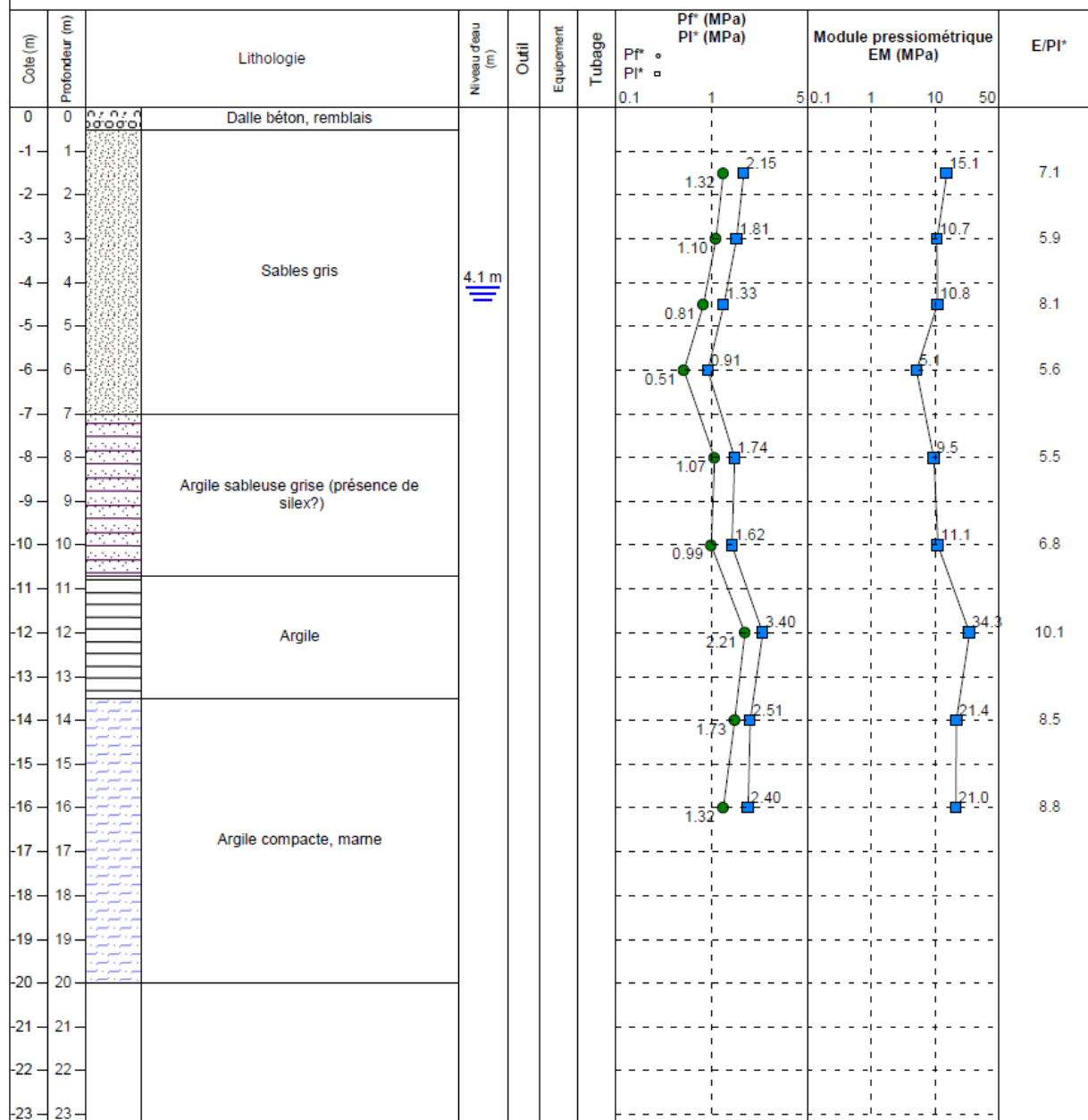
Y : **N 0° 0.0000**

Date fin de forage : **18/04/2017**

Machine :

Z : **0**

Profondeur de fin : **20.00m**



SONDAGE PRESSIOMETRIQUE PR2

Dossier : **DK2**

Localité : **BOULOGNE-SUR-MER**

Chantier : **Quai le Garrec - Centre de lavage**

Client : **0**

X : **W 0° 0.0000**

Date début de forage : **18/04/2017**

Echelle : **1/125**

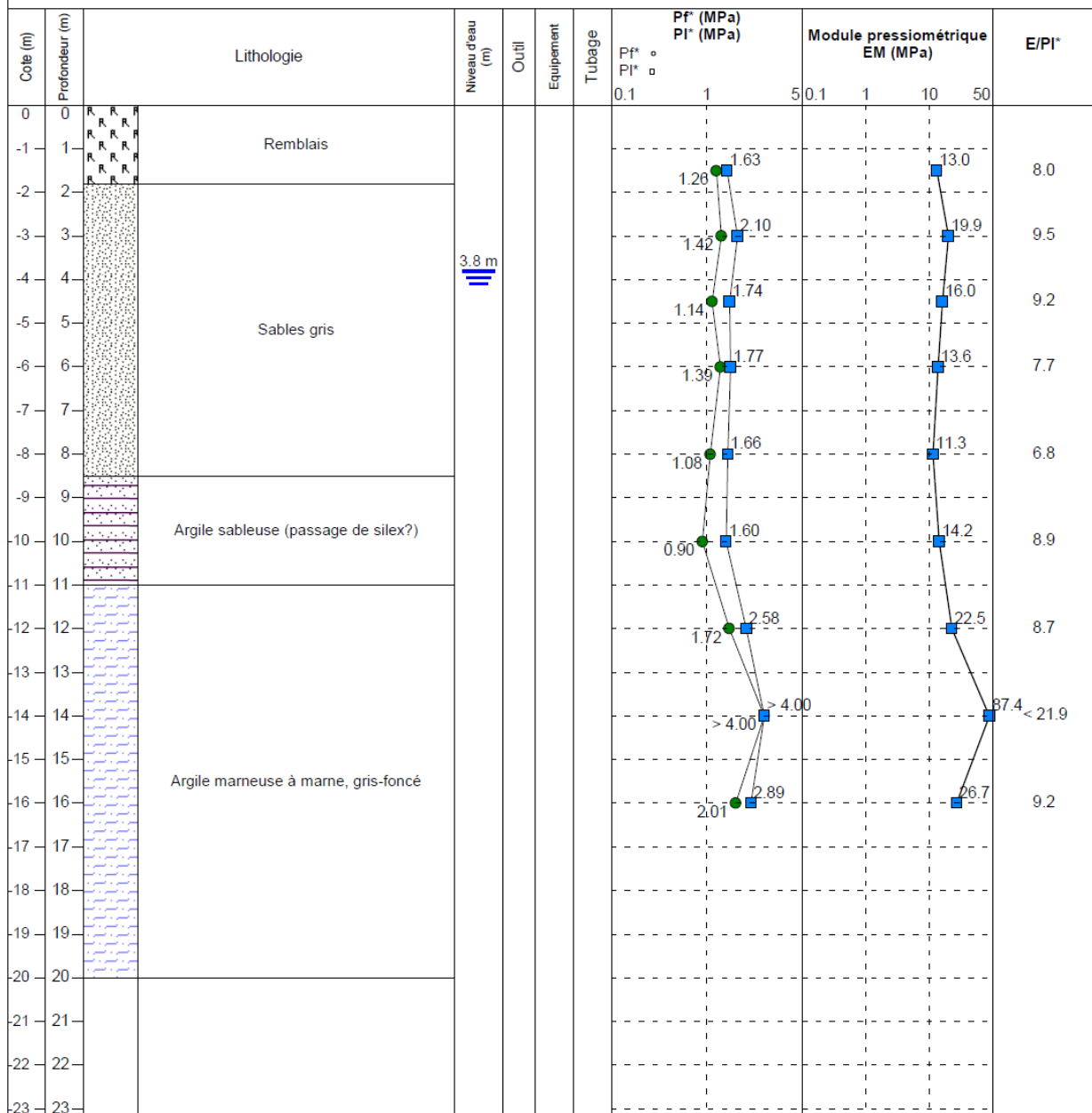
Y : **N 0° 0.0000**

Date fin de forage : **18/04/2017**

Machine :

Z : **0**

Profondeur de fin : **20.00m**



SONDAGE PRESSIOMETRIQUE PR3

Dossier : **DK2**

Localité : **BOULOGNE-SUR-MER**

Chantier : **Quai le Garrec - Centre de lavage**

Client : **0**

X : **W 0° 0.0000**

Date début de forage : **18/04/2017**

Echelle : **1/125**

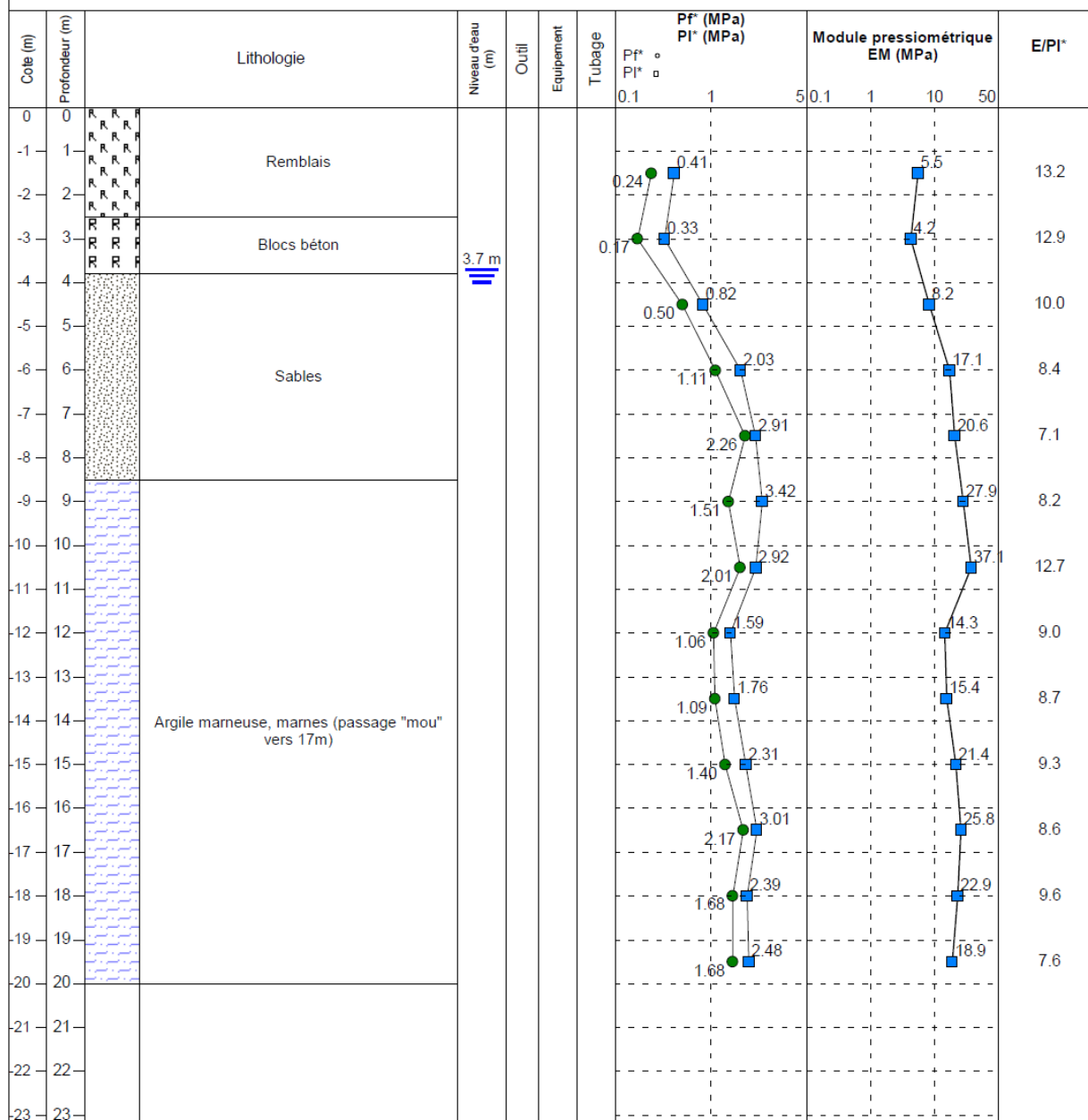
Y : **N 0° 0.0000**

Date fin de forage : **18/04/2017**

Machine :

Z : **0**

Profondeur de fin : **20.50m**



SONDAGE PRESSIOMETRIQUE PR4

Dossier : **DK2**

Localité : **BOULOGNE-SUR-MER**

Chantier : **Quai le Garrec - Centre de lavage**

Client : **0**

X : **W 0° 0.0000**

Date début de forage : **18/04/2017**

Echelle : **1/125**

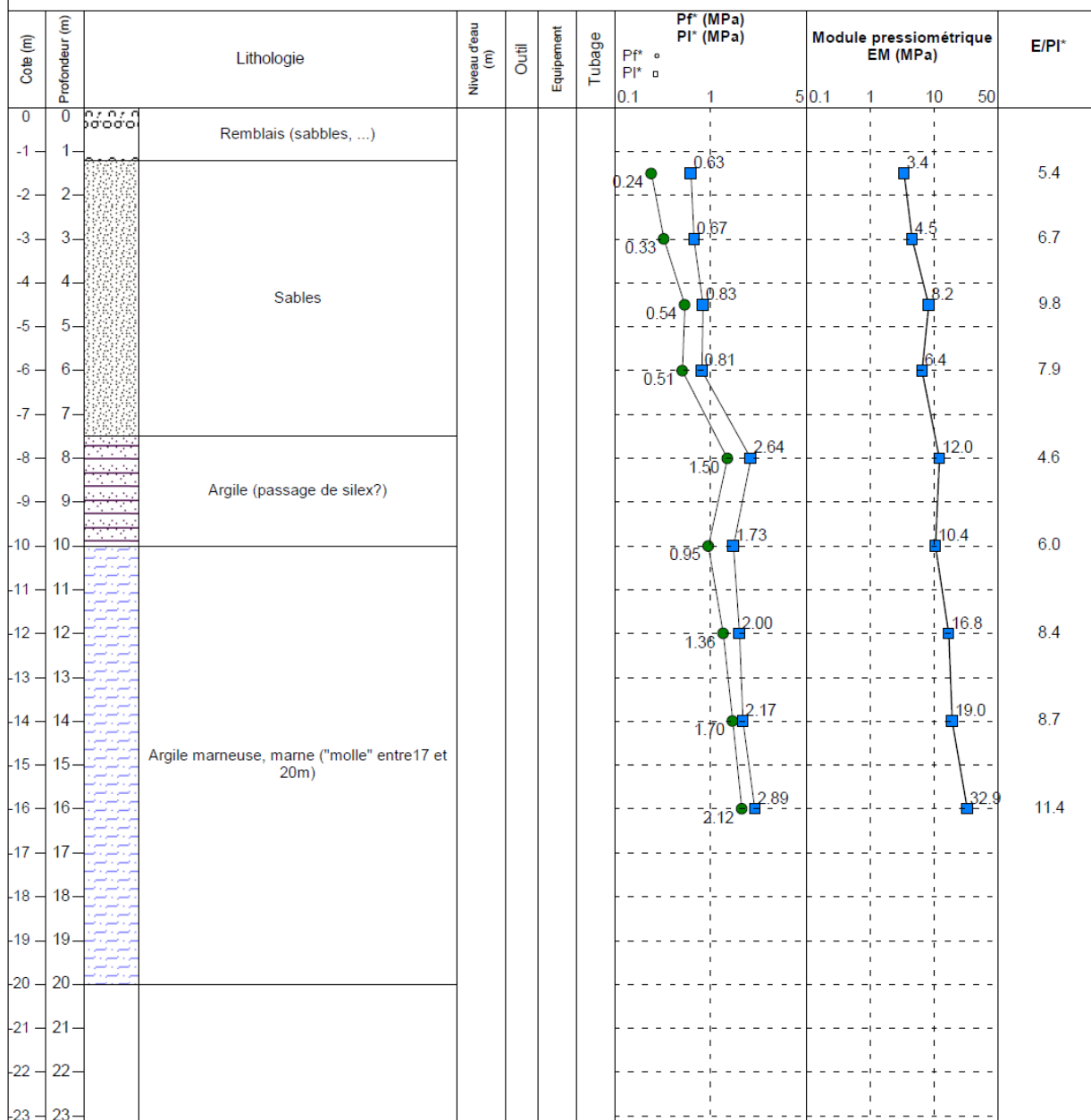
Y : **N 0° 0.0000**

Date fin de forage : **18/04/2017**

Machine :

Z : **0**

Profondeur de fin : **20.00m**



SONDAGE PRESSIOMETRIQUE PR5

Dossier : **DK2**

Localité : **BOULOGNE-SUR-MER**

Chantier : **Quai le Garrec - Centre de lavage**

Client : **0**

X : **W 0° 0.0000**

Date début de forage : **18/04/2017**

Echelle : **1/125**

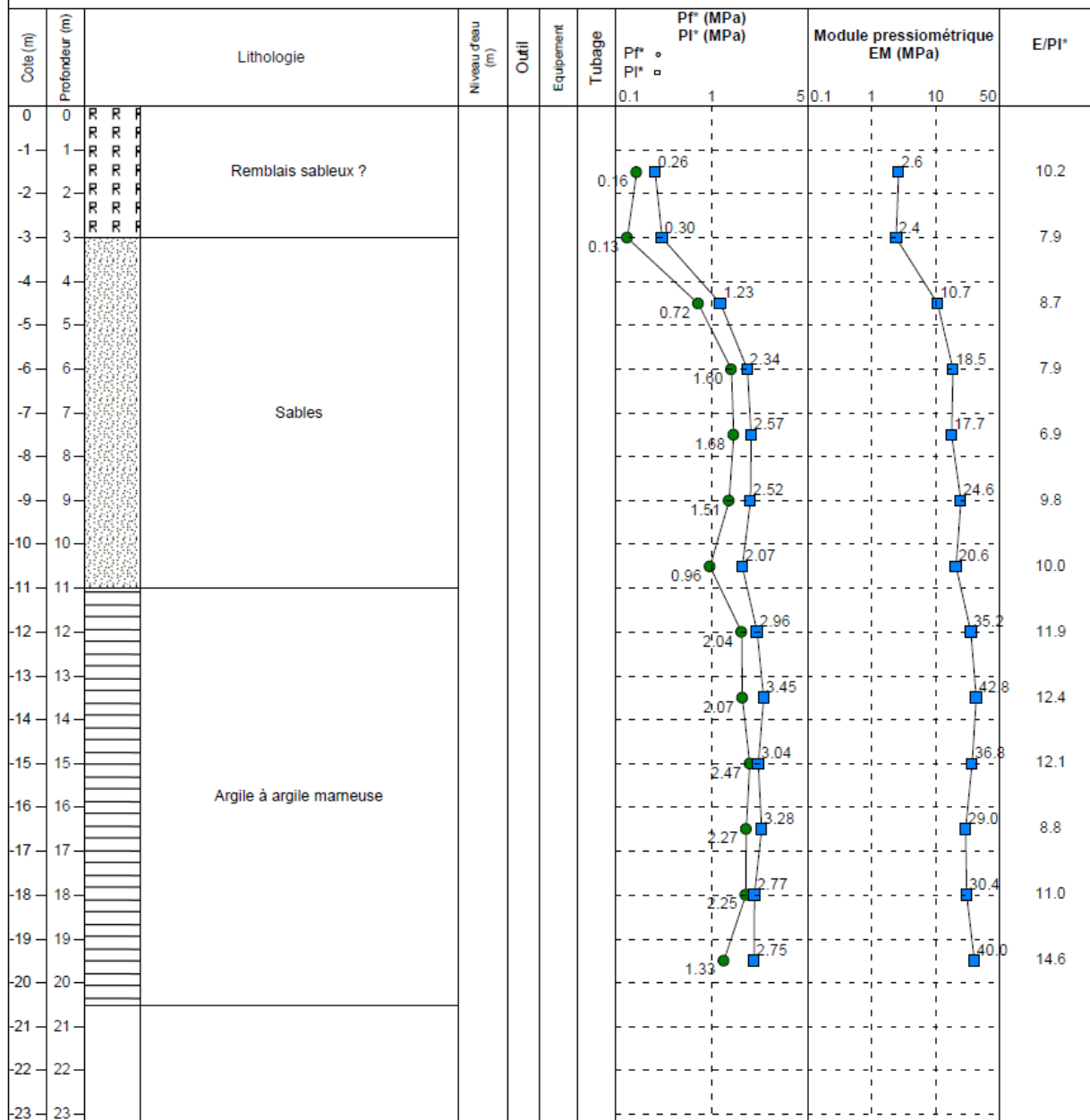
Y : **N 0° 0.0000**

Date fin de forage : **18/04/2017**

Machine :

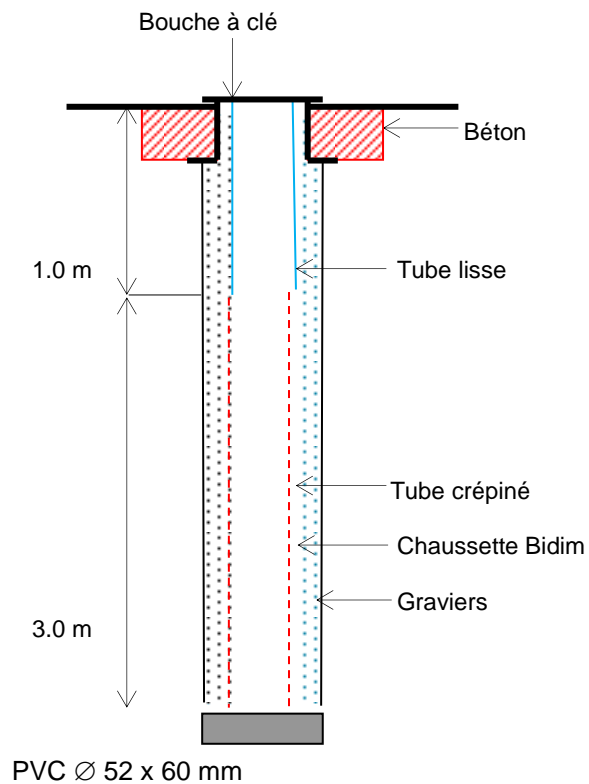
Z : **0**

Profondeur de fin : **20.50m**



ANNEXE 4 – Piézomètre

PIEZOMETRE PZ



DATE	Prof. Eau (m)
24/04/2017	3.7
Posé le 24/04/2017 en T3	

CONTACT

Agence de DUNKERQUE

240, rue de l'Albeck – CS 64240

59378 DUNKERQUE Cedex 1

Tél. : +33 (3) 28 25 15 06

Fax : +33 (3) 28 60 74 07

www.groupe-cebtp.com