

investigations



essais



contrôle



diagnostic

analyses



supervision

suivi



AGENCE NORD | Parc d'activité de la Broye - 59710 Ennevelin

☎ 03 20 16 88 98

💻 03 20 16 88 99

✉ contact-nord@geomeca.fr

www.geomeca.fr



COMMUNE DE BEUVRY (62)

Site du Port fluvial de Béthune

Projet de création d'un quai et d'une plateforme « BETHUNE III »

Diagnostic géotechnique G5

Référence	Date	Version	Total p.
24-706	05/12/2024	1	32 +75 annexées

Suivi des modifications

Version	Rédacteur	Relecteur	Date	Chapitres modifiés	Commentaires
1	M. SOUQUIERE	M. DESPINOY	05/12/2024	-	

- SOMMAIRE -

1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE NOTRE MISSION	3
1.1 Définition de la mission	3
1.2 Objectifs de la mission.....	3
1.3 Objet du marché et description du site	3
2. CONTEXTE DE L'ÉTUDE	4
2.1 Données générales	4
3. SYNTHÈSE GEOLOGIQUE DOCUMENTAIRE	5
3.1 Carte géologique	5
3.2 Notice explicative de la carte géologique.....	6
3.3 Banque de données du sol (BSS) BRGM.....	8
3.4 Contexte hydrogéologique	9
3.5 Synthèse des aléas géotechniques documentaires	10
3.5.1 Aléa sismique	10
3.5.2 Aléa cavités souterraines	10
3.5.3 Aléa retrait-gonflement des argiles.....	11
3.5.4 Aléa inondation	11
4. SYNTHÈSE DES CAMPAGNES GÉOTECHNIQUES PRÉCÉDENTES	14
4.1 Programme de reconnaissance et essais in-situ.....	14
4.2 Analyses en laboratoire.....	14
4.3 Synthèse des sondages pressiométriques	17
4.3.1 Formations lithologiques considérées	18
4.3.2 Synthèse des essais pressiométriques	19
4.4 Synthèse des sondages pénétrométriques	20
4.5 Modèles géotechniques proposés	22
4.5.1 Avant-propos.....	22
4.5.2 Modèle pour la justification de la stabilité des palplanches	23
4.5.3 Modèle pour la mise en œuvre des palplanches	23
4.5.4 Modèle pour la plateforme de stockage	24
4.6 Investigations complémentaires proposées	25
5. ANNEXES.....	27
5.1 Extrait de la norme NF P 94-500 révisée en 2013 Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique	27
5.2 Coupes de sondages pressiométriques, carottés et pénétrométriques (pages non numérotées)	
31	
5.3 PV d'essais laboratoire (pages non numérotées).....	31

1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE NOTRE MISSION

1.1 Définition de la mission

Selon la norme NF P94-500 définissant les missions d'ingénierie géotechnique et leur enchainement, la mission qui nous a été confiée est un diagnostic géotechnique de type G5.

1.2 Objectifs de la mission

Le présent diagnostic géotechnique G5 a pour but de permettre une première identification des risques géotechniques du site et plus précisément de manière limitative :

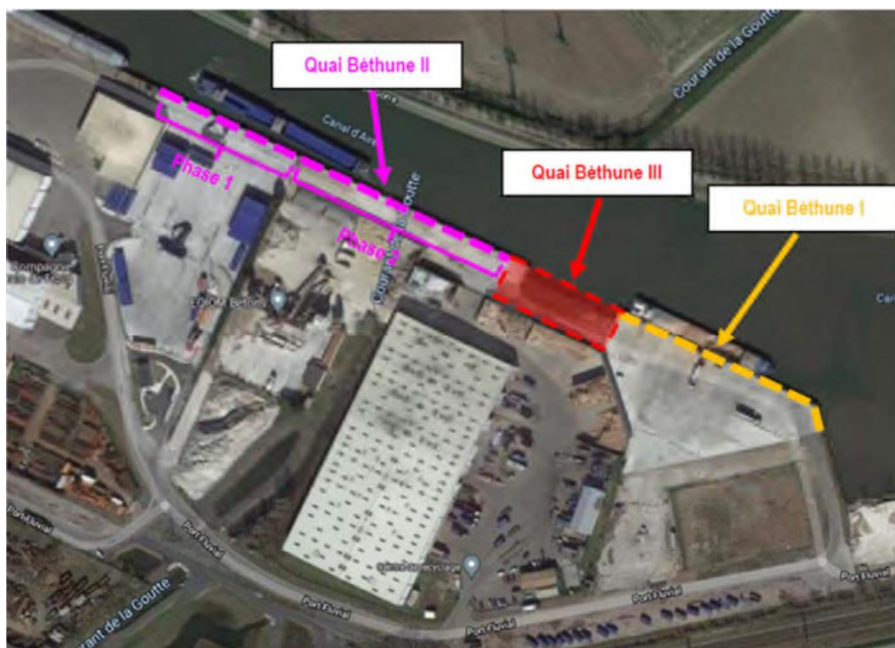
- De faire la compilation des données géotechniques existantes, leur analyse critique et leur synthèse cartographique puis sous forme de modèles pour le dimensionnement des ouvrages à créer ;
- D'élaborer, si nécessaire, un programme d'investigations complémentaire.

Cette étude G5 devra être complétée par les études géotechniques de conception G2.

1.3 Objet du marché et description du site

Voies navigables de France (VNF) prévoit la réalisation d'un projet de quai BETHUNE III et d'une plateforme de 1 200 m² environ sur le site du Port de Béthune, localisés sur la commune de Beuvry (62). Dans le cadre de sa mission de maîtrise d'œuvre, Valétudes nous a confié la prestation de synthèse de l'ensemble des éléments géotechniques à disposition pour permettre le dimensionnement de la structure du nouveau quai.

Le quai BETHUNE III à créer s'insère entre les plateformes et quais précédemment aménagés. Il s'agit actuellement d'une berge talutée en bordure du Canal d'Aire :



Plan de localisation du projet (source programme de consultation MOE)

2. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

2.1 Données générales

Les intervenants sont :

Maîtrise d'ouvrage :		VOIES NAVIGABLES DE FRANCE 37 rue du Plat BP 725 59 034 LILLE Cedex
Maîtrise d'œuvre :		VALETUDES 248 Rue de Carency 62 400 Béthune
Bureau d'études géotechniques :		GEOMECA P.A. de la Broye 59 710 ENNEVELIN

Les pièces qui nous ont été fournies par VALETUDES et ont été utilisées pour cette étude sont les suivantes :

Document	Référence	Indice	Date
Rapport G11 FONDASOL (Port fluvial)	NSO 12.050	1ère édition	26/06/2012
Rapport G2 PRO ANTEA (Béthune I)	A83152	A	Mars 2016
Note synthèse G3 ABROTEC/ESIRIS NO (Béthune I)	NO18 1345	2	07/11/2018
Rapport d'investigations géotechniques ABROTEC (Béthune II)	NO17 1159	1	22/02/2018
Rapport d'étude CEREMA AMO G2PRO De J. HABERT (Béthune II)	2018-278	V1 Final	Octobre 2018

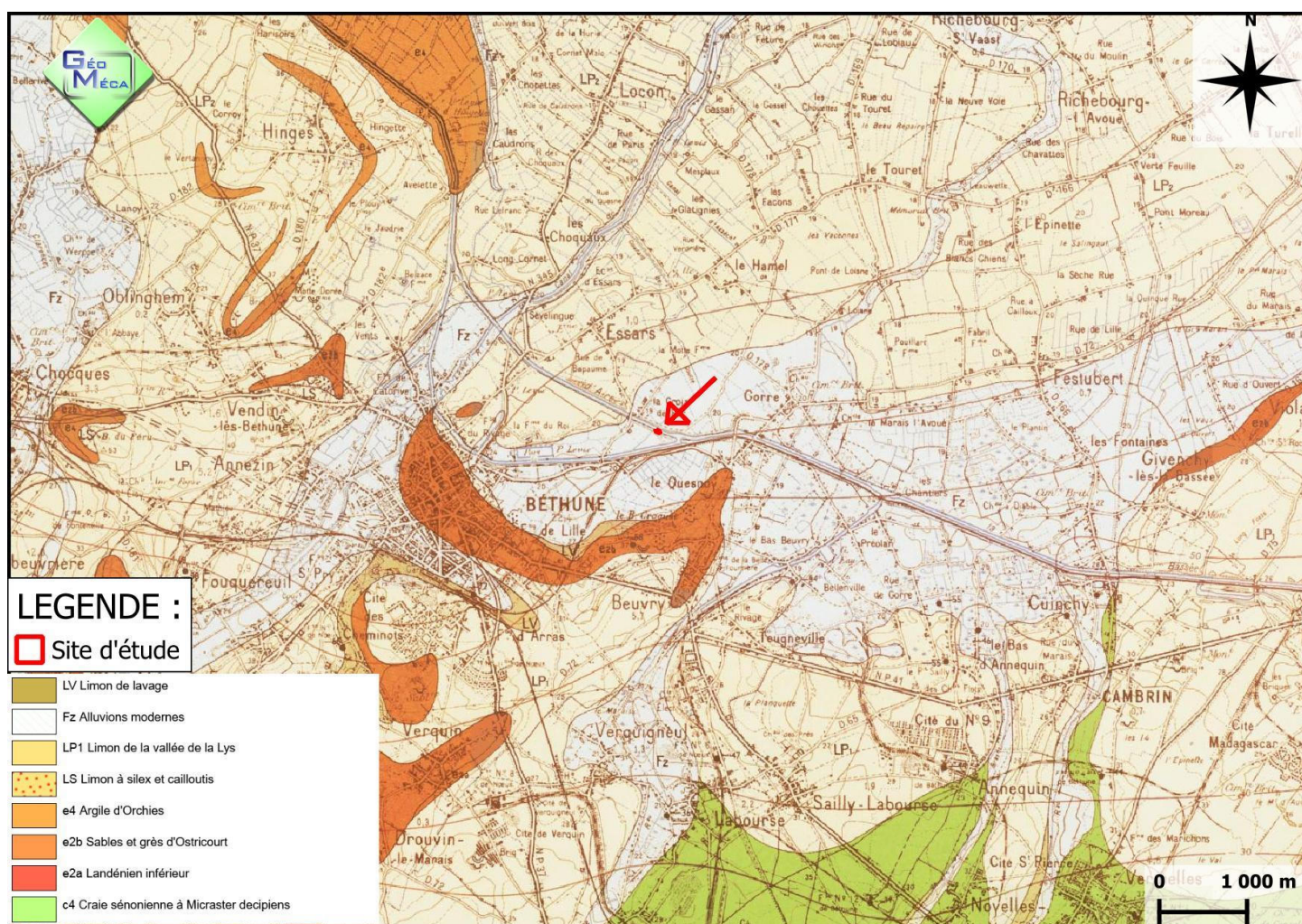
Certains rapports d'études géotechniques (ou données contenues dans les études) ont été volontairement écartés par soucis de simplification et notamment car ils n'étaient plus d'actualité : sondages peu profonds au droit de quai construits depuis par exemple, ou trop éloignés du projet pour être pertinents par rapport aux autres données disponibles.

3. SYNTHÈSE GÉOLOGIQUE DOCUMENTAIRE

3.1 Carte géologique

D'après la carte géologique du secteur d'étude (feuille de Béthune au 1/50 000) éditée par le BRGM, la succession lithologique attendue au droit du site est la suivante :

- **limons de lavage** (LV) - éventuellement ;
- **alluvions modernes** (Fz) ;
- **limons de la Vallée de la Lys** (LP2) ou pléistocène (LP1) - éventuellement ;
- **argiles d'Orchies** (e4) - éventuellement ;
- **sables d'Ostricourt** (Landénien supérieur, e2b) ;
- **argiles du Landénien inférieur** (e2a) ;
- **craie du Sénonien** (c4) ;



3.2 Notice explicative de la carte géologique

Sont repris ci-après des extraits de la notice explicative de la carte géologique au 1 / 50 000 de la feuille de BETHUNE, en ce qui concerne le substratum attendu sous les formations quaternaires (alluvions et limons).

Ces descriptions sont intéressantes à considérer car elles peuvent expliquer les difficultés d'interprétation de la lithologie sur certains sondages réalisés et qui seront abordées au chapitre 4.3.1.

e4. Argile d'Orchies (Yprésien inférieur). L'argile d'Orchies est plastique, gris bleuâtre (en raison de la présence de pyrite) ou noirâtre vers la base. Sa partie supérieure, lorsqu'elle est altérée, devient bicolore (jaune et gris). Par ailleurs, la décomposition de la pyrite en surface entraîne la formation de cristaux de gypse.

En certains points, notamment à la carrière de la Motte dorée à Oblinghem et à Chocques, on rencontre, à la base de l'argile, un niveau de sables roux, épais de quelques décimètres à un mètre, renfermant à la base de petits galets de grès glauconieux altérés et de petits galets de silex, analogues aux "yeux de crapauds" du Landénien. Cette formation est l'équivalent, très réduit, des "Oldhaven beds" du bassin de Londres. Cette argile a été exploitée à Chocques et Labeuvrière pour la confection de tuiles.

e2b. Sables et grès d'Ostricourt (Landénien). Ils constituent souvent de petites buttes généralement boisées (Beuvry, Chocques, Bois des Dames) qui se superposent à la plaine cultivée et qui s'élèvent jusqu'au plateau de l'Artois. Parfois, les sables et grès d'Ostricourt sont effondrés dans de grandes poches de dissolution formées à la surface de la craie (région d'Estrée-Cauchie). Les parois de la poche sont alors très souvent recouvertes d'une mince couche d'argile brune à silex s'intercalant entre la craie et les sables tertiaires.

On distingue, dans les sables et grès d'Ostricourt, deux faciès

1°) **Landénien continental** (sables du Quesnoy). Il est constitué par des sables blancs, très fins, avec boules de grès mamelonnés renfermant des empreintes de feuilles (*Sabalites primaeva*) généralement bien conservées. On y rencontre également des bois silicifiés, ou encore des perforations dues à des racines. On trouve aussi des sables bruns à lignites présentant une stratification entrecroisée. Le Landénien continental est bien développé dans la région de Béthune, notamment à Beuvry où il a été activement exploité et où la ligne de chemin de fer Lille-Béthune emprunte l'alignement d'anciennes carrières. Ces formations sont également connues à Oblinghem, à l'W du Bois des Dames, dans la région d'Estrée-Cauchie, etc.

2°) **Landénien marin.** Ce sont des sables assez fins, glauconieux, verts, ou roux lorsqu'ils

Extrait de la notice explicative de la carte géologique de Béthune au 1 / 50 000

sont altérés. Ils peuvent être parfois agglomérés par un ciment d'opale et former des niveaux gréseux [Chocques]. Il n'a pas été possible de figurer ces deux faciès sur la présente feuille ; en effet, le gisement des sables et grès continentaux est souvent très irrégulier et leur représentation devient difficile.

e2a. Sable, tuffeau et argile du Landénien inférieur. Dans la région de Béthune, le Landénien inférieur se présente soit à l'état d'argile, soit, assez souvent, à l'état de sable fin, glauconieux, parfois argileux, passant insensiblement vers le haut au sable d'Ostricourt.

c4. Craie blanche sénonienne (Coniacien et Santonien). L'ensemble de cette craie atteint une cinquantaine de mètres. La partie supérieure de la craie blanche, qui est très pure, très fine et ne renferme pas de silex, représente vraisemblablement le Santonien bien que le fossile caractéristique de ce niveau (*Micraster cor anguinum*) n'ait pas encore été découvert. La partie inférieure (Coniacien) à *Micraster decipiens* (= *cor testudinarium*) est mieux représentée dans la région. C'est la craie blanche à silex. Les silex sont disséminés dans la masse ou disposés en lits, plus rarement en filonnets. A côté du *Micraster decipiens*, relativement fréquent, on trouve d'assez nombreux fossiles et, en particulier, des Inocérames de grande taille (*I. involutus*, *I. latus*, *I. insulensis*). Les bancs inférieurs de cette craie sont plus gris, légèrement glauconieux, et plus résistants : ils ont été exploités comme pierre de taille.

Extrait de la notice explicative de la carte géologique de Béthune au 1 / 50 000

3.3 Banque de données du sol (BSS) BRGM

L'environnement du site comporte des sondages référencés dans la BSS (source : infoterre.brgm.fr). Les 5 sondages les plus proches du site mettent en évidence une épaisseur d'alluvions relativement faible (base de la couche comprise entre 2,5 et 6,5 m) et reposant sur le substratum Landénien.



BSS000BURW

Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 1 m	Remblais de schistes	
De 1 à 4,2 m	Argile sableuse	
De 4,2 à 9,45 m	Sables du Landénien	
De 9,45 à 20,9 m	Argile de Louvil	
De 20,9 à 58 m	Craie blanche	
De 58 à 96,7 m	Craie à silex	
De 96,7 à 97 m	Marnes bleues	

BSS000BVBP

Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 0,5 m	TERRE VEGETALE	QUATERNAIRE
De 0,5 à 6,5 m	SABLE ARGILEUX ROUX	QUATERNAIRE
De 6,5 à 18,3 m	ARGILE DE LOUVIL	LANDENIEN-INF
De 18,3 à 60 m	CRAIE BLANCHE A SILEX	SENONIEN

BSS000BVBS

Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 0,4 m	TERRE VEGETALE - REMBLAI	QUATERNAIRE
De 0,4 à 3 m	SABLE ARGILEUX BEIGE VERDATRE AVEC DES PASSEES ROUILLES	QUATERNAIRE
De 3 à 5 m	ARGILE VERTE SABLEUSE	LANDENIEN-SUP
De 5 à 15,3 m	ARGILE GRIS-VERDATRE PLASTIQUE	LANDENIEN-INF
De 15,3 à 35 m	CRAIE BLANCHE CREME AVEC QUELQUES RARES SILEX EN TETE	SENONIEN
De 35 à 62,6 m	CRAIE BLANCHE, CREME PARFOIS GRIS-CLAIR AVEC QUELQUES SILEX A 47 ET 55 M	SENO-TURONIEN

BSS000BVBY			BSS000BVBR		
Profondeur	Lithologie	Stratigraphie	Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 1 m	ALLUVIONS SABLO-ARGILEUSES	QUATERNAIRE	De 0 à 0,4 m	TERRE VEGETALE	QUATERNAIRE
De 1 à 4 m	ALLUVIONS ARGILEUSES GRIS-BLEU	QUATERNAIRE	De 0,4 à 0,7 m	SILT SABLONNEUX BEIGE OCRE AVEC PASSEES GRISATRES	QUATERNAIRE
De 4 à 5 m	ALLUVIONS ARGILEUSES BLEUES	QUATERNAIRE	De 0,7 à 2,5 m	SABLE ARGILEUX BEIGE-VERDATRE AVEC DES PASSEES ROUILLES	QUATERNAIRE
De 5 à 15 m	ARGILE DE LOUVIL	LANDENIEN-INF	De 2,5 à 6 m	SABLE FIN ARGILEUX VERT FONCE	LANDENIEN-SUP
De 15 à 16 m	CRAIE BLANCHE MARNEUSE	SENO-TURONIEN	De 6 à 11,5 m	ARGILE GRIS VERDATRE PLASTIQUE	LANDENIEN-SUP
De 16 à 37,5 m	CRAIE BLANCHE GRANULEUSE	SENO-TURONIEN	De 11,5 à 14 m	ARGILE GRIS VERDATRE PLASTIQUE AVEC PETITS BANCS DE SABLES INDURES	LANDENIEN-INF
De 37,5 à 55 m	CRAIE BLANCHE A SILEX	SENO-TURONIEN	De 14 à 15,8 m	ARGILE GRIS VERDATRE PLASTIQUE	LANDENIEN-INF
De 55 à 60 m	CRAIE BLANCHE MARNEUSE	SENO-TURONIEN	De 15,8 à 50 m	CRAIE BLANCHE CREME	SENONIEN
			De 50 à 62,2 m	CRAIE CREME, GRIS-CLAIR A SILEX	SENO-TURONIEN

3.4 Contexte hydrogéologique

L'influence du canal d'Aire, jouxtant le projet, est prépondérante vis-à-vis du contexte hydrogéologique, la nappe alluviale étant présente à faible profondeur et est considérée en continuité directe. Peuvent ainsi être considérées les cotes suivantes, reprises du rapport G2PRO d'ANTEA :

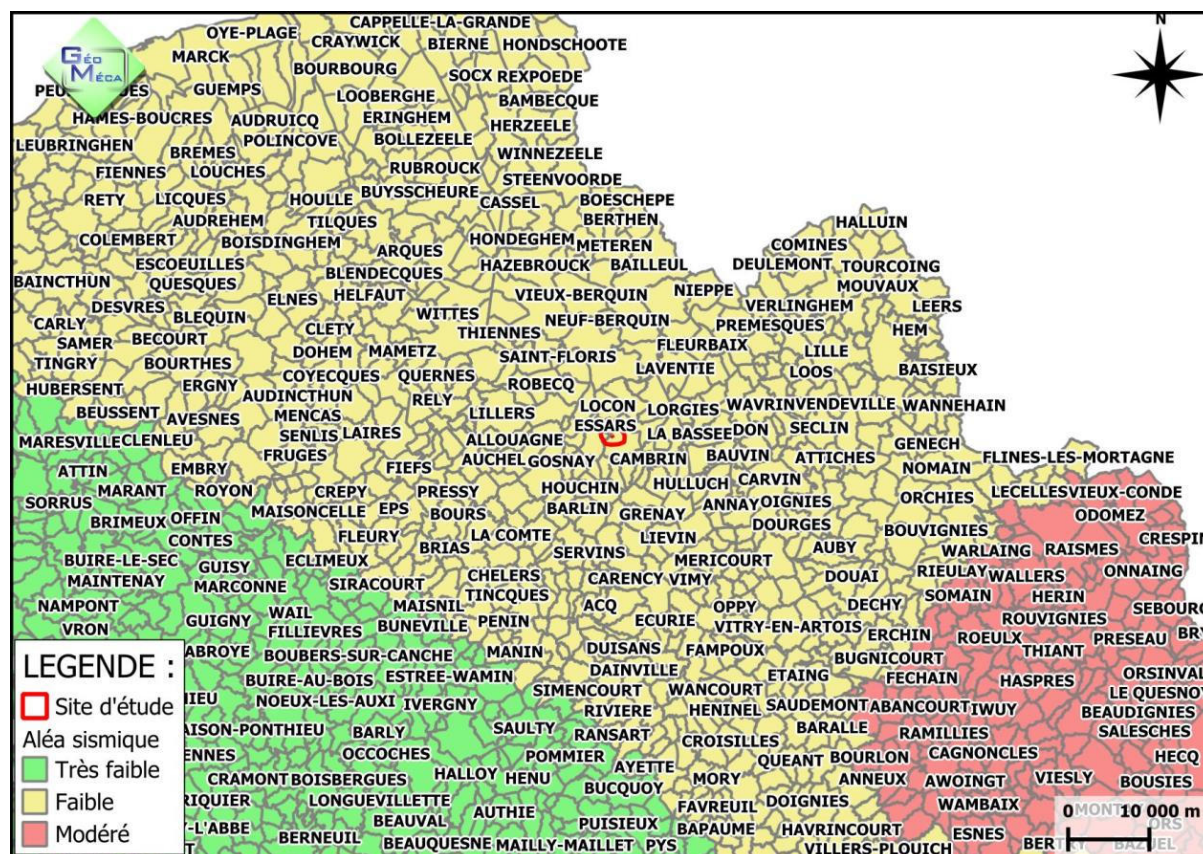
- 20,42 m NGF pour le niveau des plus hautes eaux de navigation (PEHN) ;
- 19,52 m NGF pour le niveau courant du canal ;
- 19,42 m NGF pour le niveau minimum du canal.

3.5 Synthèse des aléas géotechniques documentaires

La description complète des risques naturels recensés au droit de la parcelle et sur la commune est consultable en ligne. Ci-dessous est présentée la synthèse de ces risques (source : georisques.gouv.fr).

3.5.1 Aléa sismique

La commune de Beuvry est située dans une zone sismique de type 2 : aléa faible.



3.5.2 Aléa cavités souterraines

D'après la base de données du BRGM et celle de la DDTM 62, aucune cavité souterraine n'est recensée à proximité du projet (dans un rayon de 500 m).

3.5.3 Aléa retrait-gonflement des argiles

D'après la cartographie « aléa retrait-gonflement des argiles », le secteur d'étude est situé dans une zone classée « aléa **moyen** ».



3.5.4 Aléa inondation

Le site www.georisques.gouv.fr décrit le phénomène d'inondation comme « la submersion temporaire de zones habituellement hors d'eau ».

Elle peut être due :

- au débordement d'un cours d'eau : une crue (ou montée du niveau de l'eau), lorsqu'elle est importante, peut amener le cours d'eau à sortir de son lit et à inonder les terres alentours. C'est le cas le plus fréquent ;
- à du ruissellement urbain : lors de précipitations très intenses en ville, l'eau ne s'infiltre pas dans le sol, car ceux-ci sont imperméables. Les réseaux d'évacuation d'eaux pluviales peuvent rapidement être saturés. Les eaux de pluies empruntent alors les rues, avec des courants parfois dangereux, jusqu'à rejoindre une rivière ou un autre réseau d'évacuation ;
- à une remontée de nappe : en cas de précipitations de longue durée, le niveau de la nappe phréatique remonte, entraînant une inondation des zones alentours ;

- à une submersion marine : sur le littoral, des conditions météorologiques et océaniques défavorables (souvent accompagnées d'une forte houle et d'un vent fort venant du large) peuvent entraîner une hausse du niveau marin et alors inonder les zones côtières.

Atlas de Zone Inondable (AZI) :

Elaborés par les services de l'Etat au niveau de chaque bassin hydrographique, les atlas des zones inondables (AZI) ont pour objet de rappeler l'existence et les conséquences des événements historiques et de montrer les caractéristiques des aléas pour la crue de référence choisie, qui est la plus forte crue connue, ou la crue centennale si celle-ci est supérieure. L'AZI n'a pas de caractère réglementaire. Il constitue néanmoins un élément de référence pour l'application de l'article R.111-2 du Code de l'urbanisme, l'élaboration des plans de prévention des risques naturels prévisibles et l'information préventive des citoyens sur les risques majeurs.

La commune ne fait pas partie de l'AZI.

Programmes d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI) :

Les programmes d'actions de prévention des inondations (PAPI) ont été lancés en 2002. Ils ont pour objet de promouvoir une gestion intégrée des risques d'inondation en vue de réduire leurs conséquences dommageables sur la santé humaine, les biens, les activités économiques et l'environnement. Ils sont portés par les collectivités territoriales ou leurs groupements. Outil de contractualisation entre l'Etat et les collectivités, le dispositif PAPI permet la mise en œuvre d'une politique globale, pensée à l'échelle du bassin de risque.

La commune est intégrée au PAPI de la LYS.

Territoire à risque important d'inondation (TRI) :

La carte des Territoires à Risques importants d'Inondations (TRI) représente des zones pouvant être inondées. Ces zones sont déterminées soit en fonction d'un historique d'inondations passées soit en fonction de calculs. Trois périodes de temps sont ainsi retenues : événement fréquent, moyen et extrême, pour situer dans le temps la possibilité d'une inondation et sa force.

La commune ne fait partie d'aucun TRI.

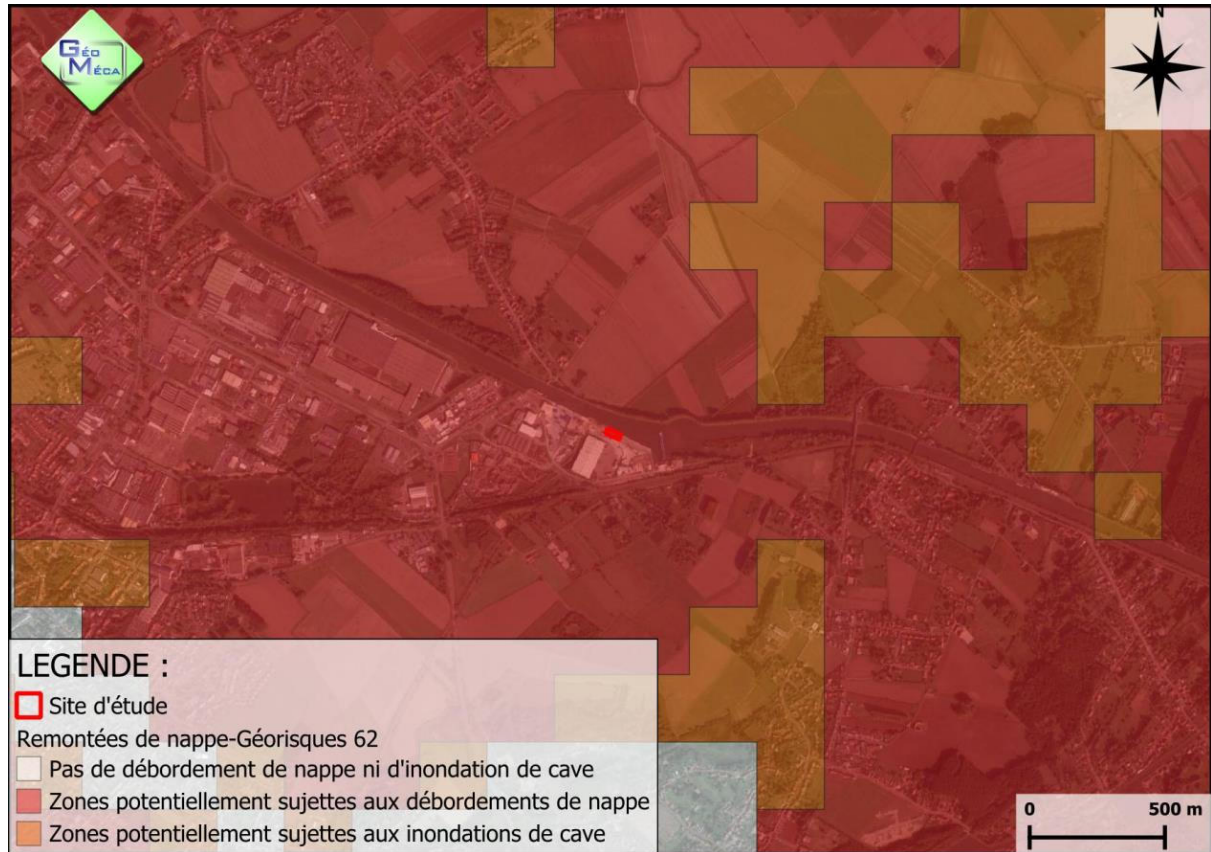
Plan de Prévention des Risques Naturels :

Le PPRN (Plan de Prévention des Risques Naturels) est un document réglementaire destiné à faire connaître les risques et réduire la vulnérabilité des personnes et des biens. Il délimite des zones exposées et définit des conditions d'urbanisme et de gestion des constructions futures et existantes dans les zones à risques. Il définit aussi des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.

La commune fait l'objet du PPRN relatif aux inondations.

Le site est, cependant, localisé en dehors de toute zone à risque entraînant une servitude d'utilité publique.

Concernant le risque de remontée de nappe, le site est localisé en zone potentiellement sujettes aux débordements de nappe avec une fiabilité moyenne :



4. SYNTHÈSE DES CAMPAGNES GÉOTECHNIQUES PRÉCÉDENTES

4.1 Programme de reconnaissance et essais in-situ

Les campagnes réalisées depuis 2012 se sont inscrites dans le cadre des études préalables de site pour l'aménagement du port fluvial puis dans le cadre des études de conception géotechnique pour la création des quais BETHUNE I et II.

Les études comprennent plusieurs dizaines d'investigations sur site, les sondages plus particulièrement considérés dans la présente synthèse sont repris dans le tableau ci-dessous :

Rapport	Référence	Site	Date	Sondages et profondeurs
G11 FONDASOL	NSO 12.050	Quai Port fluvial	26/06/2012	5 PR : 3 à 20m, 2 à 16,5m et 2 à 10m 3 SC à 8m
G2 PRO ANTEA	A83152	Quai Béthune I	Mars 2016	5 PR : 3 à 20m et 2 à 15m
G3 ABROTEC/ESIRIS NO	NO18 1345	Quai Béthune I	07/11/2018	1 PR à 15 m 3 SD à 16m
« G5 »¹ ABROTEC	NO17 1159	Quai Béthune II	22/02/2018	5 PS : 2 à 19m et 3 à 15m 2 SC à 15m 2 PR à 15m

Légende des abréviations :

PR : sondage pressiométrique (essais réalisés tous les mètres ou 1,5 mètres en moyenne) ;

SC : sondage carotté 114 mm (prélèvement d'échantillons intacts mis sous gaines ou en caisses et photographiés) ;

SD : sondage destructif avec enregistrement des paramètres de forage (pas d'échantillon) ;

PS : sondage au pénétromètre statique ;

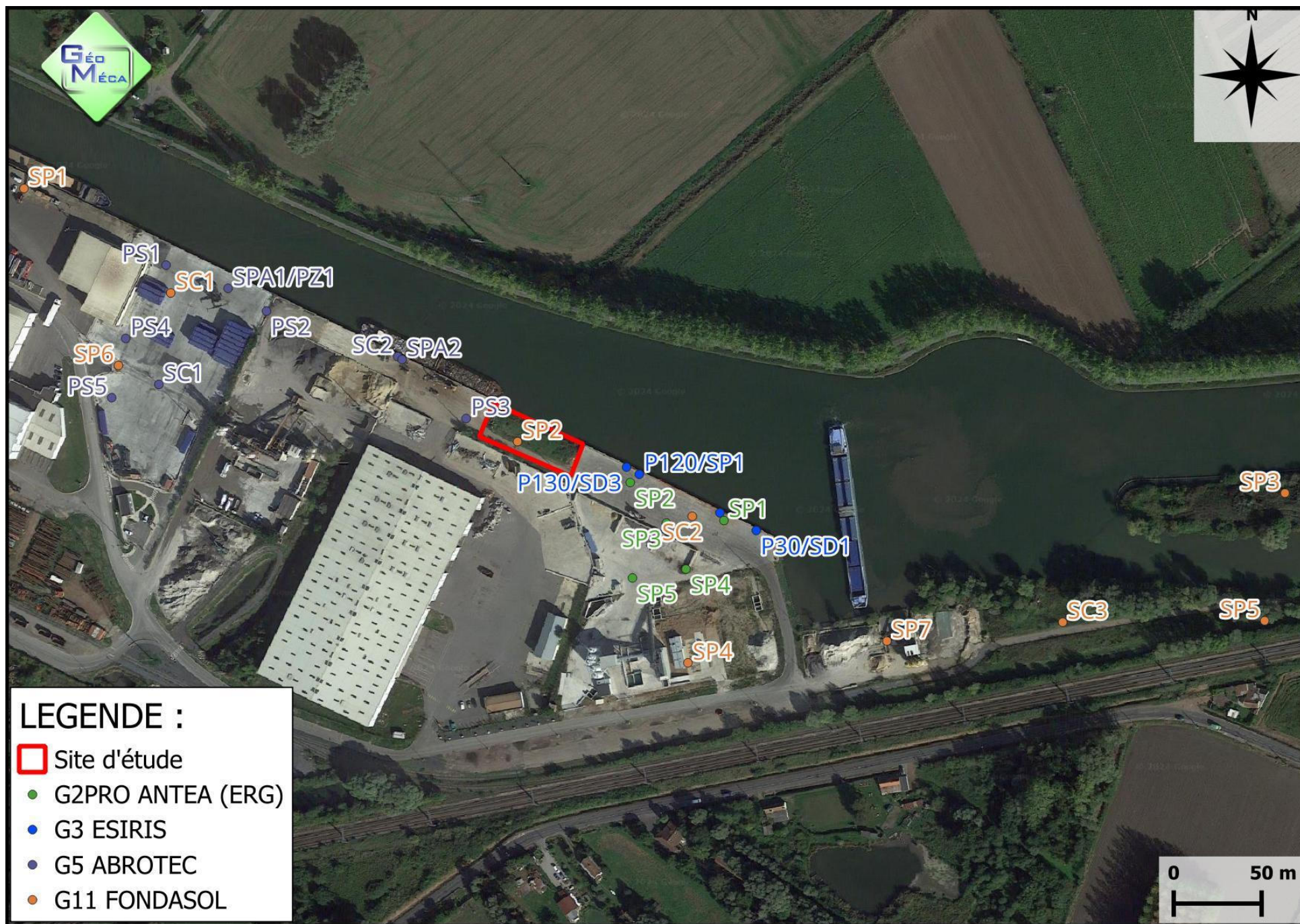
Ces investigations sont reportées sur le plan synthétique page suivante.

4.2 Analyses en laboratoire

Des essais et des analyses en laboratoire ont été menées sur les échantillons prélevés au cours des campagnes décrites ci-avant, les analyses principales considérées peuvent être synthétisées dans le tableau ci-après.

Dans la colonne lithologie, sont repris les termes décrits dans les études respectives ainsi que notre interprétation en ce qui concerne la formation géologique d'appartenance (cf. chapitres 3.2 et 4.3.1).

¹ Cette étude est un compte rendu d'investigation géotechnique dont le niveau de mission selon la NF P 94 500 n'est pas indiqué. Il semble correspondre à la mission G0 de la précédente version de la norme qui n'existe plus. Nous la rattachons ainsi à la mission la plus proche actuelle à savoir la mission G5.



Etude	Référence sondage	Lithologie décrite (formation interprétée, cf. chapitre 4.3.1)	Profondeur échantillon (m)	W (%)	γ (kN/m³)	Limites d'Atterberg		I_p	Tamisat < 80 μ m	Classe GTR (NF P 11-300)	Cisaillement direct à la boîte (NF P 94-071-1)		Essais œdométriques (NF P94-090-1)					
						W _i	W _p				ϕ' (°)	c' (kPa)	ei	Cc	Cs	σ'_p (kPa)	Palier (kPa)	Cv (m²/s)
G11 FONDASOL NSO 12,050 26/06/2012	SC1	Limon (Fz)	1,60 à 2,60	20,8	20,3	38	26	12	87,7	A1	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC1	Limon argileux sableux beige clair (Fz)	2,80 à 3,80	24,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC1	Limon argileux (Fz)	4,00 à 5,00	19,8	20,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC1	Limon (Fz)	5,20 à 6,20	31,1	-	38	27	11	82,4	A1	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC1	Sable argileux (e2b)	6,40 à 7,20	30,4	18,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC2	Limon verdâtre (Fz)	2,20 à 3,20	29,1	19,3	33	23	10	93,9	A1	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC2	Limon argileux gris foncé (Fz)	3,40 à 4,40	38,0	-	47	28	19	-	-	30	9	-	-	-	-	-	-
	SC2	Argile sableuse gris foncé (Fz)	4,60 à 5,80	38,3	18,2	-	-	-	75,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SC2	Argile silteuse (Fz)	5,80 à 6,80	40,7	17,4	-	-	-	-	-	-	20	41	-	-	-	-	-	
« G5 » ABROTEC NO17 1159 Du 22/02/2018	SC2	Grave sablo-marneuse grise beige (Fz)	3,10 à 3,30	37,4	-	-	-	-	-	-	37	14	-	-	-	-	-	-
	SC2	Sable gris foncé pollué (hydrocarbure) légèrement graveleux avec traces noires (Fz)	4,00 à 4,20	27,6	-	-	-	-	-	-	30	27	-	-	-	-	-	-
	SC2	Sable argileux verdâtre (e2b)	7,00	28,0	-	-	-	-	-	-	23	19	-	-	-	-	-	-
	SC2	Argile sableuse grise (e2b)	9,00	31,0	-	-	-	-	-	-	20	20	-	-	-	-	-	-
	SC1	Vase grise avec trace de matière organique (Fz)	2,50 à 2,60	28,8	-						0,810	0,16	0,02	20	84 à 168	5,71E-08		
															168 à 336	6,34E-08		
															336 à 372	4,12E-08		
	SC1	Sable gris verdâtre (Fz)	4,80 à 4,90	19,0	-						0,536	0,09	0,01	60	136 à 272	8,58E-07		
															272 à 544	4,70E-08		
															544 à 1088	2,81E-07		
	SC1	Sable kaki légèrement sableux (e2b)	7,55 à 7,65	32,9	-						0,981	0,21	0,04	148	180 à 360	6,06E-07		
															360 à 720	7,51E-07		
															720 à 1440	2,55E-07		
SC2	Marne sablo-graveleuse beige grise blanche (Fz)	3,90 à 4,00	37,2	-						0,980	0,18	0,01	28	115 à 229	3,06E-07			
														229 à 458	2,91E-07			
														458 à 917	3,03E-07			

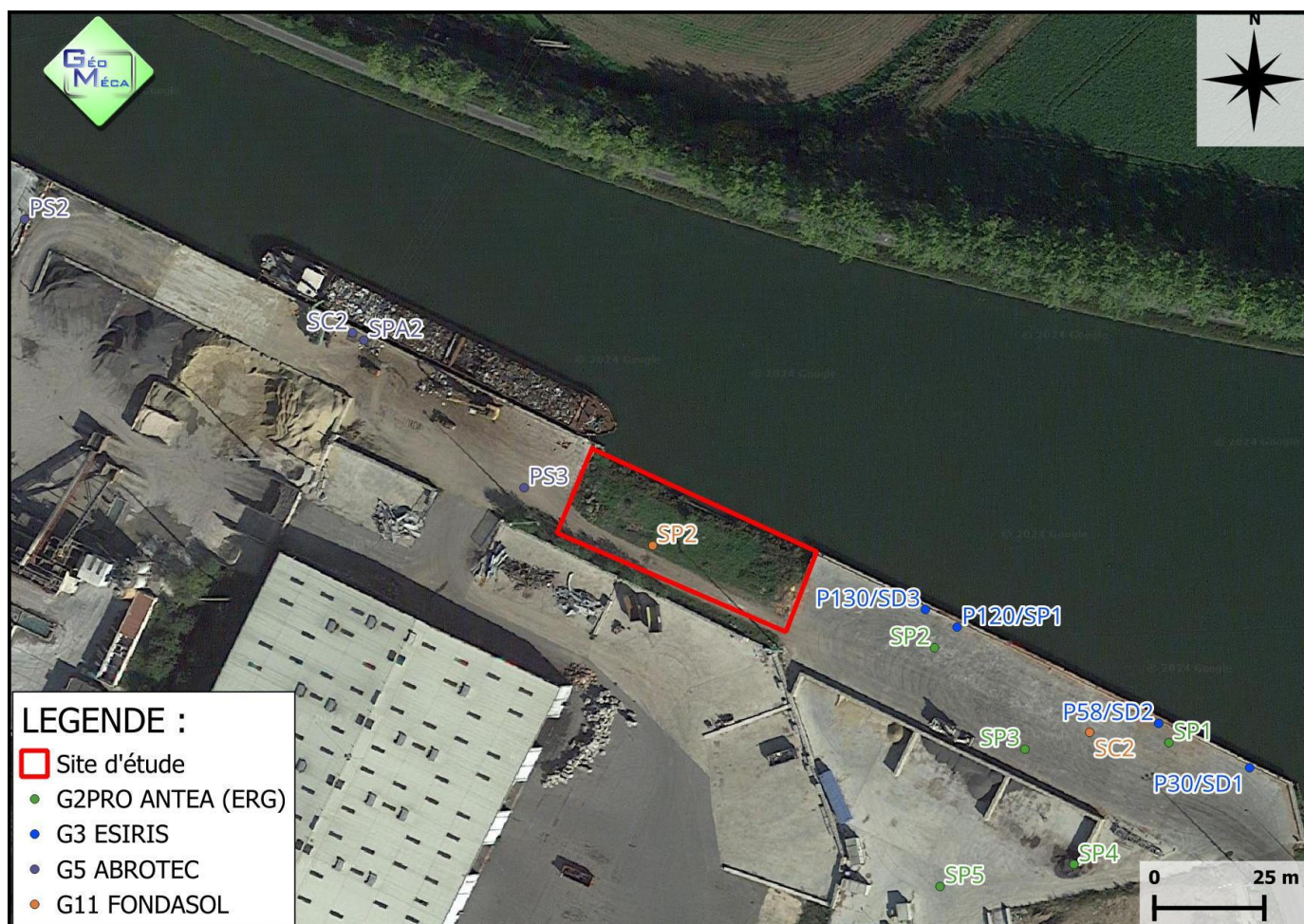
Légende :**W** : Teneur en eau pondérale ou teneur en eau initiale (essais de cisaillement et œdométriques) **γ** : Poids volumique **W_L** : Limite de liquidité **W_P** : Limite de plasticité **I_p** : Indice de plasticité**Tamisat < 80 μ m** : Pourcentage d'éléments fins passant au tamis de 80 μ m **ϕ'** : Angle de frottement effectif **c'** : cohésion effective **e_i** : indice des vides initial **C_c** : Indice de compression **C_s** : Indice de gonflement **σ'_p** : Contrainte de préconsolidation **C_v** : Coefficient de consolidation (vitesse de consolidation pour différents paliers de compression)

4.3 Synthèse des sondages pressiométriques

Nous avons réalisé une synthèse des sondages pressiométriques les plus proches du projet de quai BETHUNE III, en intégrant toutefois les autres investigations disponibles (sondages carottés, sondages pénétrométriques statiques et autres sondages pressiométriques plus éloignés).

Pour l'analyse, nous avons retenu les sondages pressiométriques suivants :

- FONDASOL NSO 12.050 SP2
- ANTEA A83152 SP2 (ERG)
- ABROTEC/ESIRIS NO18 1345 SP1
- ABROTEC NO17 1159 SPA1
- ANTEA A83152 SP1 (ERG)
- ANTEA A83152 SP3 (ERG)
- ABROTEC NO17 1159 SPA2



La démarche retenue a consisté, dans un premier temps, à considérer l'ensemble des essais pressiométriques réalisés, pour écarter ensuite les essais douteux susceptibles de fausser l'analyse.

N'ayant pas l'accès aux données brutes et n'ayant donc pas la possibilité de redépouiller les essais pressiométriques, le choix d'écarter un essai a été basé sur le critère suivant :

Essai non complètement achevé (anomalie de p_l^* faible avec généralement le signe > devant la valeur) entraînant également un rapport E_m/p_l incohérent.

En tout 5 essais ont été écartés, ils sont repris ci-dessous :

Sondage concernés	Profondeur de l'essai écarté
ANTEA A83152 SP1 (ERG)	8 m
	11,5 m
ANTEA A83152 SP2 (ERG)	5 m
ANTEA A83152 SP3 (ERG)	8 m
ABROTEC NO17 1159 SPA2	4 m

4.3.1 Formations lithologiques considérées

Compte tenu de la diversité d'opérateurs ayant réalisé les sondages, nous avons retenu une approche interprétative qui consiste à rapprocher la lithologie décrite de la formation géologique la plus probable, notamment à partir des sondages carottés et des photographies des échantillons qui représentent une base plus fiable.

On notera que les sondages pressiométriques n'ont, pour la plupart, pas fait l'objet de prélèvement d'échantillons en dehors des premiers mètres et que les coupes lithologiques ont, par conséquent, été établies sur base des remontées de boue de forages qui sont parfois délicates à interpréter. Il est, par exemple, possible que les sables fin glauconieux Landénien aient, dans certains cas, mal été décrits et confondus avec des argiles sableuses.

La présence de limons quaternaires, intercalés entre les alluvions et les sables Landénien, est également possible, mais la distinction paraît délicate à faire et ne présente pas particulièrement d'intérêt dans le cas présent.

PROFONDEURS DES BASES DE COUCHES PAR SONDAGE CONSIDERE										
Formation	R		Fz		e _{2b}		e _{2a}		C ₄	
Stratigraphie	Remblai		Alluvions		Landénien Sup.		Landénien Inf.		Craie sénonienne	
Type de sol dominant retenu	Limon		Limon		Sable		Argile		Craie	
	Prof (m)	Cote NGF	Prof (m)	Cote NGF	Prof (m)	Cote NGF	Prof (m)	Cote NGF	Prof (m)	Cote NGF
FONDASOL NSO 12.050 SP2	2,60	-	5,20	-	12,50	-	17,30	-	20,00	-
ANTEA A83152 SP1	1,20	-	4,50	-	12,50	-	17,80	-	-	-
ANTEA A83152 SP2	0,70	-	5,40	-	12,50	-	18,10	-	20,00	-
ANTEA A83152 SP3	0,80	-	6,10	-	12,50	-	18,00	-	-	-
ABROTEC NO17 1159 SPA1	1,40	20,31	6,50	15,21	12,80	8,91	15,85	5,86	-	-
ABROTEC NO17 1159 SPA2	1,50	20,31	7,10	14,71	15,00	6,81	-	-	-	-
ABROTEC/ESIRIS NO18 1345 SP1	1,00	-	6,10	-	12,50	-	15,50	-	-	-
Min	0,70	20,31	4,50	14,71	12,50	6,81	15,50	-	-	-
Max	2,60	20,31	7,10	15,21	15,00	8,91	18,10	-	-	-

4.3.2 Synthèse des essais pressiométriques

	Remblai	Alluvions	Landénien Sup.	Landénien Inf.	Craie sénonienne
Em min	1,8	2,8	5,3	24,1	110,1
Em max	89,0	21,7	192,0	196,0	454,3
Em moyen	12,7	5,1	18,1	40,7	204,0
Pl min	0,35	0,25	0,83	1,31	4,32
Pl max	2,31	0,78	2,08	4,85	4,91
Pl moyen	1,12	0,43	1,31	3,09	4,72
Nb essais	5	24	33	19	5
Em moyen/Pl* moyen	11,4	11,8	13,8	13,2	43,2
1,5x pl* min	0,53	0,38	1,25	1,97	6,48
Lithologie dominante et classement selon NF P94-261 basé sur la pl* moyenne	Argiles et limons	Argiles et limons	Sables	Argiles et limons	Craies
	Fermes	Fermes	Denses	Très raides	Saines

NB :

- pour les pressions limites la moyenne est géométrique ;
- pour les modules pressiométriques la moyenne est harmonique.

4.4 Synthèse des sondages pénétrométriques

Cinq sondages pénétrométriques statiques ont été réalisés au voisinage du site (PS1 à PS5), ils sont présentés dans le rapport G5 d'ABROTEC réf. NO17 1159, mais ont été réalisés par LANKELMA. Le sondage PS3, en particulier, en est très proche (voir plan ci-dessous).



L'ensemble des sondages pénétrométriques montrent des profils qui semblent très similaires une fois recallés en altimétrie. Le sondage PS3, le plus proche du projet, est représentatif de l'ensemble, nous choisissons donc de concentrer notre analyse sur celui-ci.

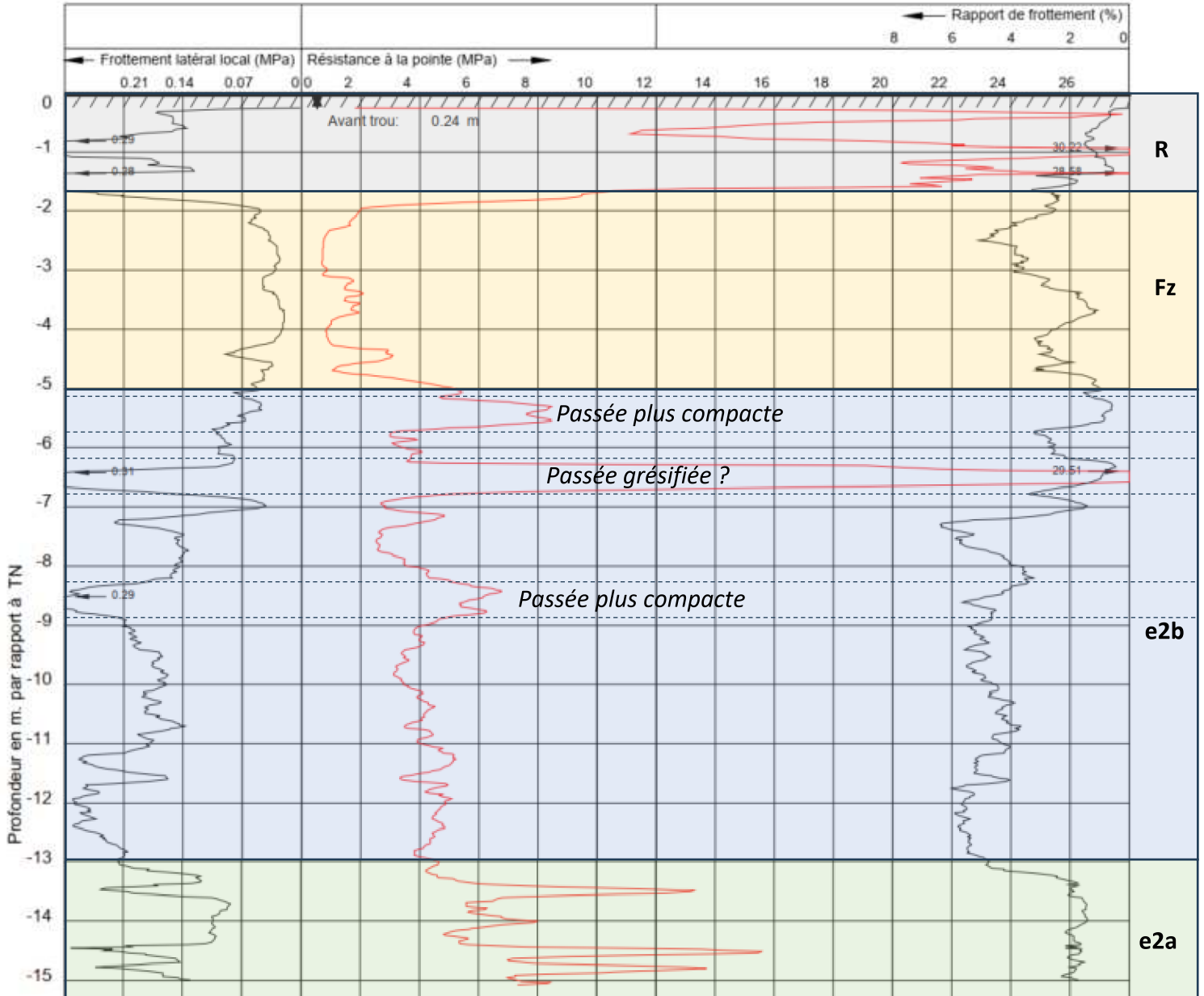
Le pénétrogramme présentés en page suivante montre en ordonnée la profondeur et en abscisse les données suivantes :

- **qc** : la résistance à la pénétration du cône, appelée plus couramment « la résistance de pointe », exprimée en MPa (courbe rouge au centre) ;
- **fs** : le frottement latéral unitaire sur le manchon, exprimé en MPa (courbe noire à gauche, croissante vers la gauche) ;
- **Rf = fs / qc** : le rapport de frottement, exprimé en % (courbe noire à droite, croissante vers la gauche) .

Les formations lithologiques traversées sont indiquées par nos soins, déduites des profils en regard des profondeurs de couches des sondages pressiométriques et carottés présentés ci-avant en reprenant les même code couleur (voir chapitre 4.3).



Dossier no.	: NO17 1159	Pointe	: 070022
Pénétromètre	: PS3	Surface de la pointe	: 1500 mm ²
Projet	: Port	Date	: 30-1-2018
Ville	: Béthune	Terrain naturel	: 0.0 m, par rapport à TN
coordonnées Lambert I Nord: X: 623972.572 m / Y: 315379.437 m / Z: 21.93 NGF			



On observe la présence de remblais hétérogènes relativement compacts jusque vers 2,00 m de profondeur, surmontant une couche d'alluvions molles à plus fermes dont la base semble se trouver vers 5 m de profondeur (17 m NGF).

Entre 5 et 13 m de profondeur, on observe une couche plus compacte, avec des résistances de pointe rarement inférieures à 3 MPa, en moyenne aux environs de 4 MPa, avec des pics importants sur plus de 50 cm d'épaisseur, pouvant correspondre à des passées plus compactes, voire à des passées grésifiées dans les sables du Landénien supérieur. Des couches plus argileuses semblent aussi pouvoir composer cet ensemble, marquées par des frottements latéraux plus faibles localement.

En base de sondage, on observe une diminution des frottements latéraux en parallèle d'une augmentation de la résistance de pointe, pouvant correspondre au passage du substratum argileux du Landénien inférieur.

4.5 Modèles géotechniques proposés

4.5.1 Avant-propos

Le projet de quai BETHUNE III comporte *a priori* deux ouvrages principaux :

- un double rideau de palplanche tiranté voué à assurer la stabilité du soutènement et la protection de berge ;
- une plateforme arrière vouée à accueillir du stockage.

Dans le cadre de la conception du projet de soutènement, il faut, à notre sens, distinguer les modèles géotechniques de calcul, qui devront être sécuritaires tout en restant représentatifs, et les modèles d'exécution qui devront permettre d'appréhender les problématiques de refus prématurés de battage des palplanches.

La problématique de justification de la stabilité de la plateforme de stockage réside dans l'analyse approfondie des tassements estimés. La plateforme du quai BETHUNE I a fait l'objet d'un renforcement de sol préalable par inclusions rigides, alors que celle du quai BETHUNE II n'en a pas fait l'objet, au profit d'une approche basée sur la validation des hypothèses retenues par essais de chargement. Le modèle géotechnique devra ainsi prendre en compte l'ensemble des éléments dimensionnants avec pour objectif une maquette optimisée qui devra faire l'objet de vérifications *in situ*.

Légende pour les tableaux ci-après :

p_l : pression limite effective
 E_M : module pressiométrique
 q_c : résistance de pointe pénétrométrique
 α : Coefficient rhéologique
 ϕ' : Angle de frottement effectif
 c' : cohésion effective
 ν : coefficient de Poisson
 E_Y : module de Young

4.5.2 Modèle pour la justification de la stabilité des palplanches

Formation / Lithologie	Prof. base m/TN actuel	Valeurs pressiométriques et pénétrométriques			α	c (kPa)	$\phi(^{\circ})$
		P_{I^*} (MPa)	E_M (MPa)	q_c (MPa)			
Remblais / Limons et sables remaniés, graves	2,60	2,00	70,0	-	1	0	20
Alluvions molles / Limons, sables et argiles	4,50	0,30	3,0	1,0	2/3	9	30
Alluvions fermes / Limons, sables et argiles	6,50	0,40	5,0	4,0	1/2	20	33
Landénien Sup. / Sables denses	12,50	1,30	18,0	4,0	1/3	20	20
Landénien Inf. / Argile très raides	17,30	3,00	40,0	4,0	2/3	20	20
Sénonien / Craie saine	> 20,00	4,70	200,0	> 20	1/2	30	30

4.5.3 Modèle pour la mise en œuvre des palplanches

Formation / Lithologie	Prof. base m/TN actuel	Valeurs pressiométriques et pénétrométriques			α	c (kPa)	$\phi(^{\circ})$
		P_{I^*} (MPa)	E_M (MPa)	q_c (MPa)			
Remblais / Limons et sables remaniés, graves	2,60	2,00	70,0	-	1	0	20
Alluvions molles / Limons, sables et argiles	4,50	0,30	3,0	1,0	2/3	9	30
Alluvions fermes / Limons, sables et argiles	6,50	2,00	200	20,0	1/2	20	33
Landénien Sup. / Sables denses	12,50	2,00	200	6,0	1/3	20	20

Le modèle ci-dessus a pour vocation de mettre en exergue les caractéristiques mécaniques localement élevées en base d'alluvion ou en tête du Landénien supérieur pouvant engendrer des refus de battage, de manière à ce que les capacités de mise en œuvre des entreprises soient adaptées et non sous-estimées. Il n'a en aucun cas vocation à servir pour les justifications des calculs de stabilité d'écran ou de tassements.

4.5.4 Modèle pour la plateforme de stockage

Formation / Lithologie	Prof. base m/TN actuel	Modules pressiométrique E_M et de Young $E_Y \approx E_M/\alpha$			ν	c (kPa)	$\phi(^{\circ})$
		E_M (MPa)	α	E_Y (MPa)			
Remblais / Limons et sables remaniés, graves	2,60	10,0	1	10,0	0,3	0	20
Alluvions molles / Limons, sables et argiles	4,50	3,0	2/3	4,5	0,3	9	30
Alluvions fermes / Limons, sables et argiles	6,50	5,0	1/2	10,0	0,3	20	33
Landénien Sup. / Sables denses	12,50	18,0	1/3	54,0	0,3	20	20
Landénien Inf. / Argile très raides	17,30	40,0	2/3	60,0	0,3	20	20
Sénonien / Craie saine	> 20,00	200,0	1/2	400,0	0,3	30	30

Les essais de chargement œdométrique réalisés par ABROTEC dans son étude réf. NO17 1159, n'ont volontairement pas été pris en compte dans le modèle ci-dessus.

Comme pointé dans différents rapports d'études et notamment celui du CEREMA, les essais réalisés montrent des caractéristiques très hétérogènes, pas réellement cohérentes par rapport à ce qui est attendu vis-à-vis des caractéristiques pressiométriques dont le modèle, bien que présentant des variations, paraît plus solide.

La prise en compte de ces essais de chargement œdométrique sans en réaliser de nouveaux amènerait une surestimation des tassements estimés qui diffère du modèle optimisé mis en évidence par les essais de chargement réalisés par le CEREMA.

4.6 Investigations complémentaires proposées

Les modèles géotechniques proposés ci-avant peuvent à notre sens être utilisés sans investigations complémentaires pour le dimensionnement des ouvrages.

Cependant, bien que de nombreuses investigations aient été réalisées à proximité du projet, seul le sondage SP2 de l'étude G11 de FONDASOL est dans son emprise stricte.

Aussi, dans un souci d'optimisation des modèles géotechniques et également pour intégrer la problématique de refus précoces de battage des palplanches, il peut être approprié de réaliser les investigations complémentaires suivantes :

- 3 sondages au pénétromètre statique descendus à 20 m de profondeur minimum (avant-trous pouvant être nécessaires pour passer les remblais en surface) ;
- 2 sondages au carottier de 114 mm de diamètre descendus à 15 m (en maximisant, si possible le carottier rotatif, à défaut le poinçonneur à adapter aux lithologies plus sableuses), pour le prélèvement d'échantillons intacts et la réalisation d'éventuels essais de chargement œdométriques ultérieurs.

Concernant les besoins VRD pour la plateforme de stockage, la réalisation de 5 sondages complémentaires à la pelle mécanique à 1,50 m de profondeur avec description visuelle des matériaux en place et autant d'analyses type pack ISDI que de couches ou facies rencontré peuvent être proposées.

Le rapport ci-présent conclut la mission de diagnostic géotechnique G5 qui nous a été confiée. Il constitue un ensemble indissociable avec ses annexes (y compris les pages non numérotées). Une mauvaise utilisation qui pourrait être faite suite à une communication ou reproduction partielle ne saurait engager GEOMECA.

Le présent rapport ne peut servir au lancement d'une consultation ou d'un appel d'offres pour la construction d'un ouvrage géotechnique.

5. ANNEXES

5.1 Extrait de la norme NF P 94-500 révisée en 2013 Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Tout ouvrage est en interaction avec son environnement géotechnique. C'est pourquoi, au même titre que les autres ingénieries, l'ingénierie géotechnique est une composante de la maîtrise d'œuvre indispensable à l'étude puis à la réalisation de tout projet.

Le modèle géologique et le contexte géotechnique général d'un site, définis lors d'une mission géotechnique préliminaire, ne peuvent servir qu'à identifier des risques potentiels liés aux aléas géologiques du site. L'étude de leurs conséquences et leur réduction éventuelle ne peut être faite que lors d'une mission géotechnique au stade de la mise au point du projet : en effet les contraintes géotechniques de site sont conditionnées par la nature de l'ouvrage et variables dans le temps, puisque les formations géologiques se comportent différemment en fonction des sollicitations auxquelles elles sont soumises (géométrie de l'ouvrage, intensité et durée des efforts, cycles climatiques, procédés de construction, phasage des travaux notamment).

L'ingénierie géotechnique doit donc être associée aux autres ingénieries, à toutes les étapes successives d'étude et de réalisation d'un projet, et ainsi contribuer à une gestion efficace des risques géologiques afin de fiabiliser le délai d'exécution, le coût réel et la qualité des ouvrages géotechniques que comporte le projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions types d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1, 2 et 3. Les éléments de chaque mission sont spécifiés dans les chapitres 7 à 9. Les exigences qui y sont présentées sont à respecter pour chacune des missions, en plus des exigences générales décrites au chapitre 5 de la présente norme. L'objectif de chaque mission, ainsi que ses limites, sont rappelés en tête de chaque chapitre. Les éléments de la prestation d'investigations géotechniques sont spécifiés au chapitre 6.

Classification des missions d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 1 à 3) doit suivre les étapes d'élaboration 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.

ÉTAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PREALABLES (G1)

Cette mission exclue toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Etude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site :

- 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.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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 :

- 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 de l'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.

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (G2)

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 :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées :

- 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.

Phase Projet (PRO)

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 :

- 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.

Phase DCE / ACT

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 :

- Etablir 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.

Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

ÉTAPE 3 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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.

Phase Etude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier 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 contrôle à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Elaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations de l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Etude.
- 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).
- Etablir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents géotechniques nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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 du mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- 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.

Phase Supervision de suivi d'exécution

- 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.

DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

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 ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier 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 géotechnique seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

Schéma d'enchaînement des missions types 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
Etape 1 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire esquisse, APS	Etude 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
Etape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD / AVP	Etude 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	Etude géotechnique de conception (G2) Phase projet		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE / ACT	Etude 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		
Etape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3 / G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE / VISA	Etude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase étude (en interaction avec la phase suivie)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)	Etude 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	Etude 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
A toute étape d'un projet ou sur un projet 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

5.2 *Coupes de sondages pressiométriques, carottés et pénétrométriques (pages non numérotées)*

5.3 *PV d'essais laboratoire (pages non numérotées)*

REAMENAGEMENT DU PORT FLUVIAL A BETHUNE

n° affaire NSO.12.050

Date : 17/05/2012

Cote locale : 100.03

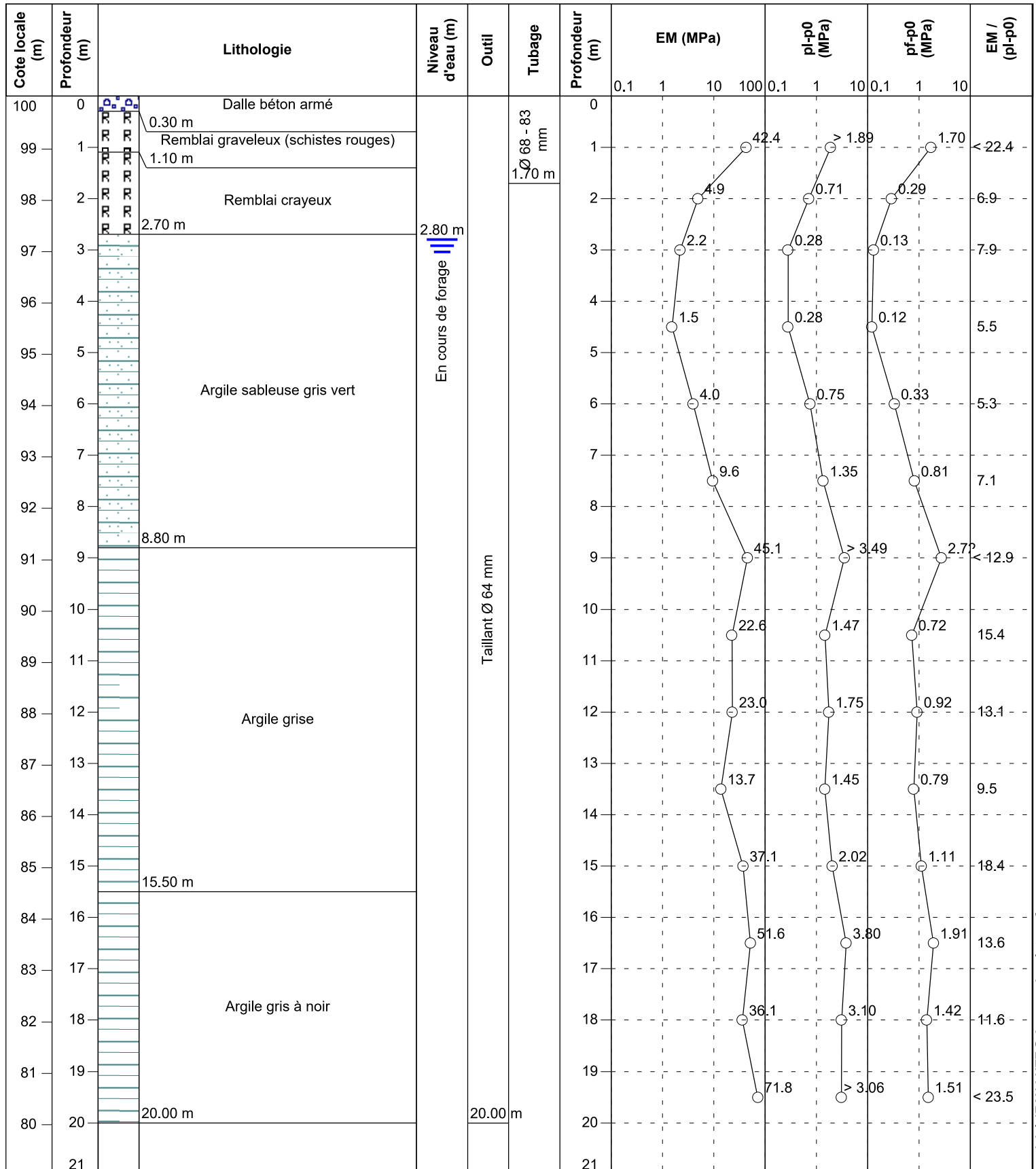
Profondeur : 0.00 - 20.00 m

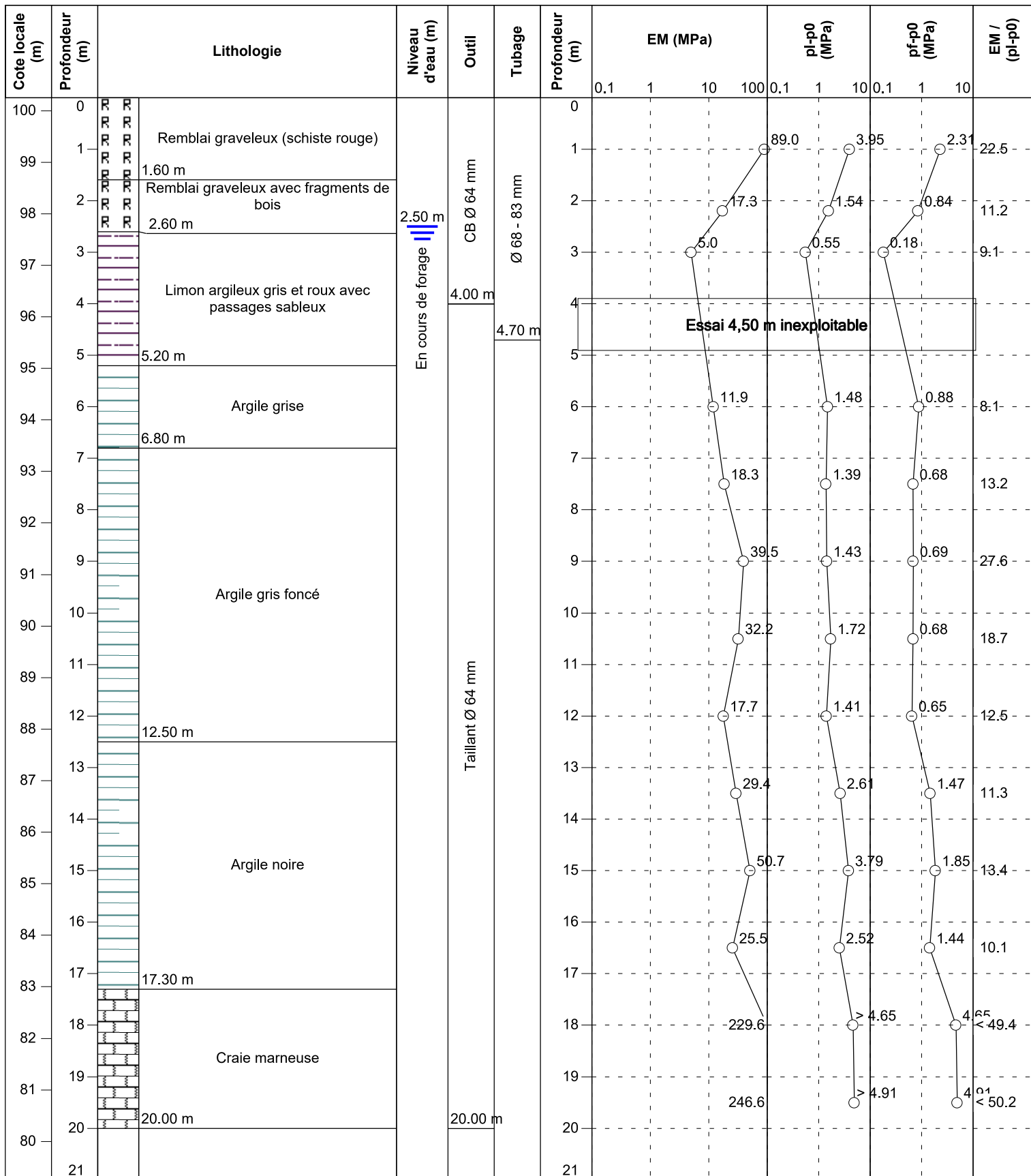
Machine : SD5

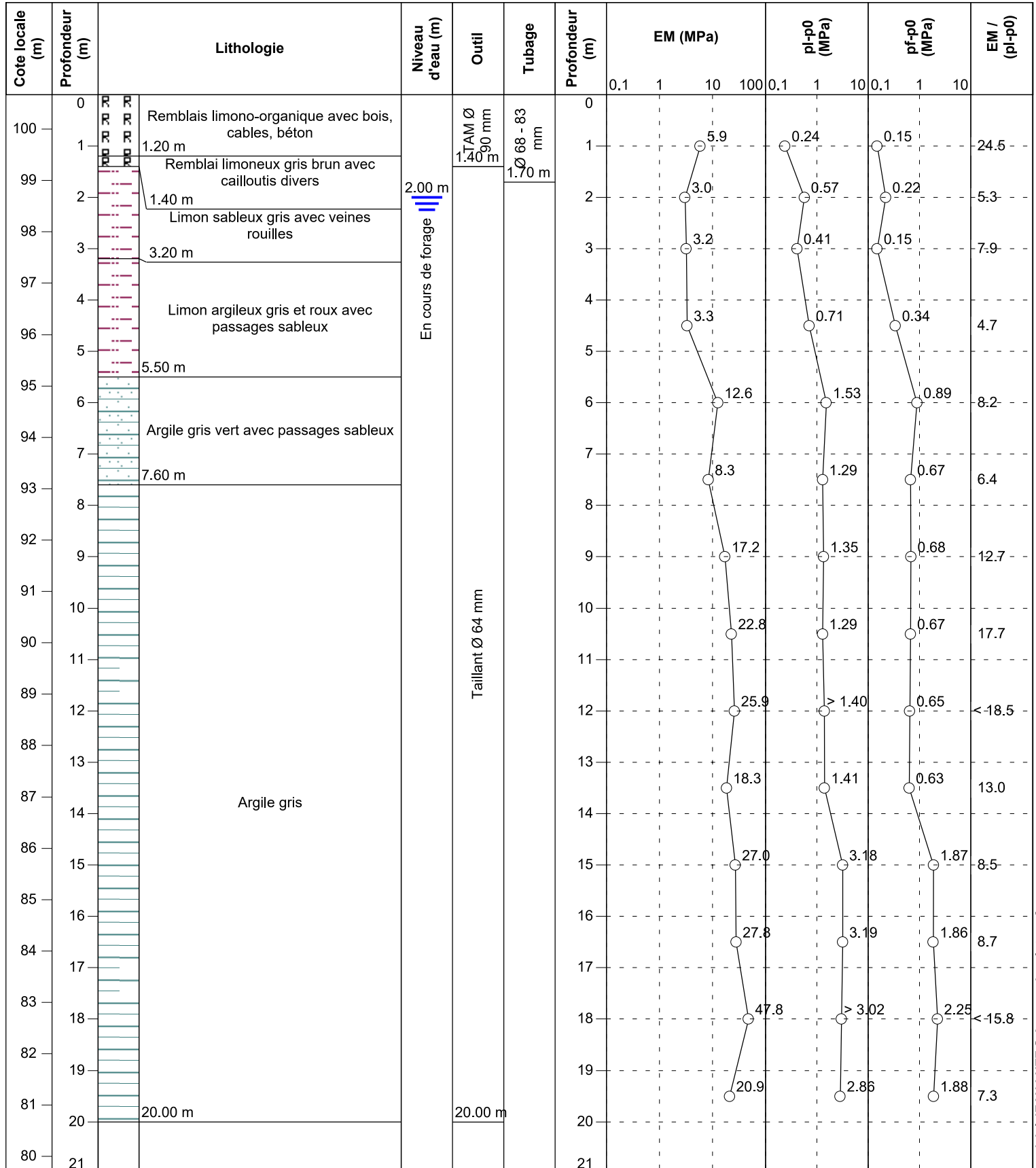
1/100

Sondage : SP1

EXGTE 2.30/GTE







REAMENAGEMENT DU PORT FLUVIAL A BETHUNE

n° affaire NSO.12.050

Date : 18/05/2012

Cote locale : 99.91

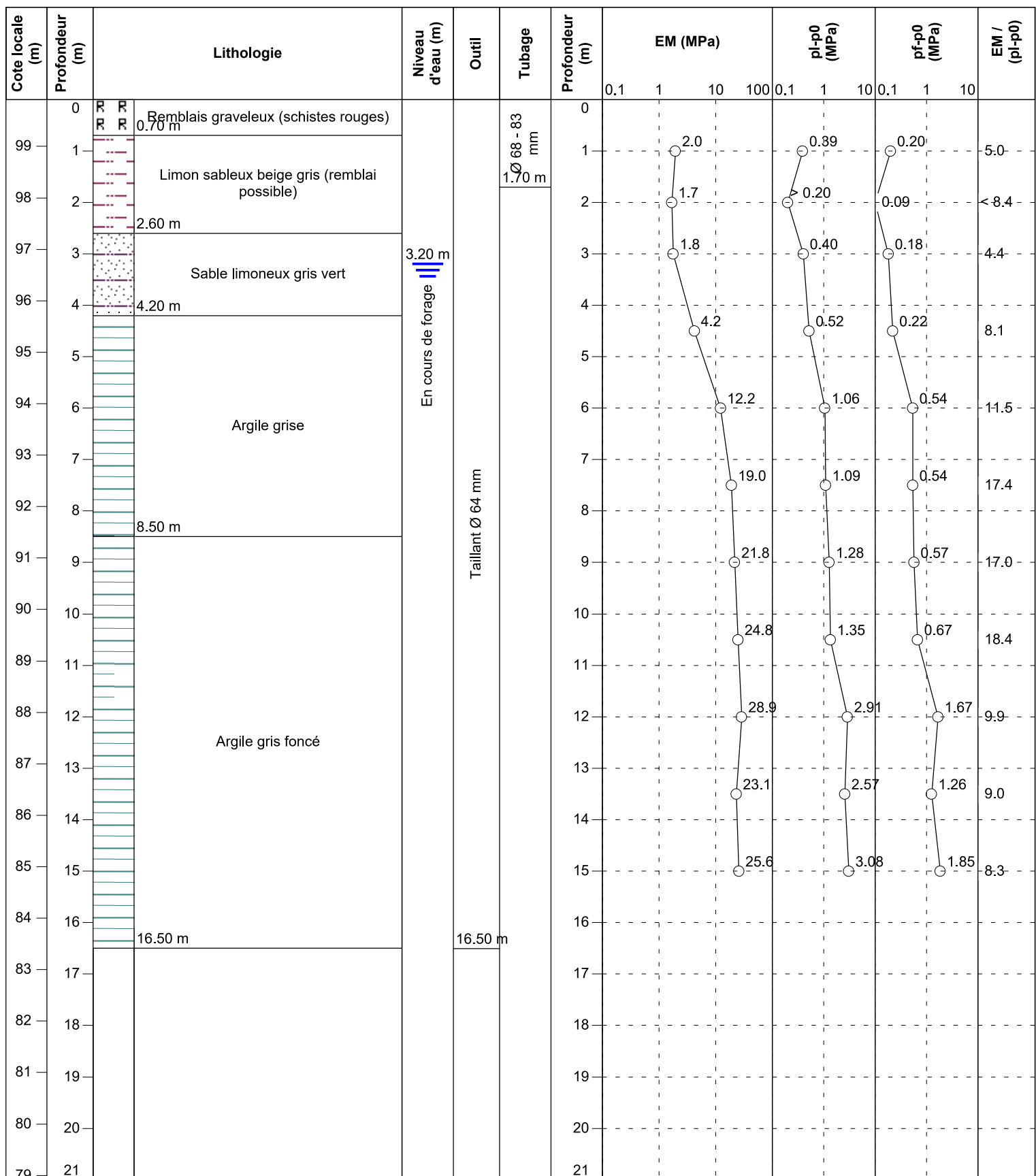
Profondeur : 0.00 - 16.50 m

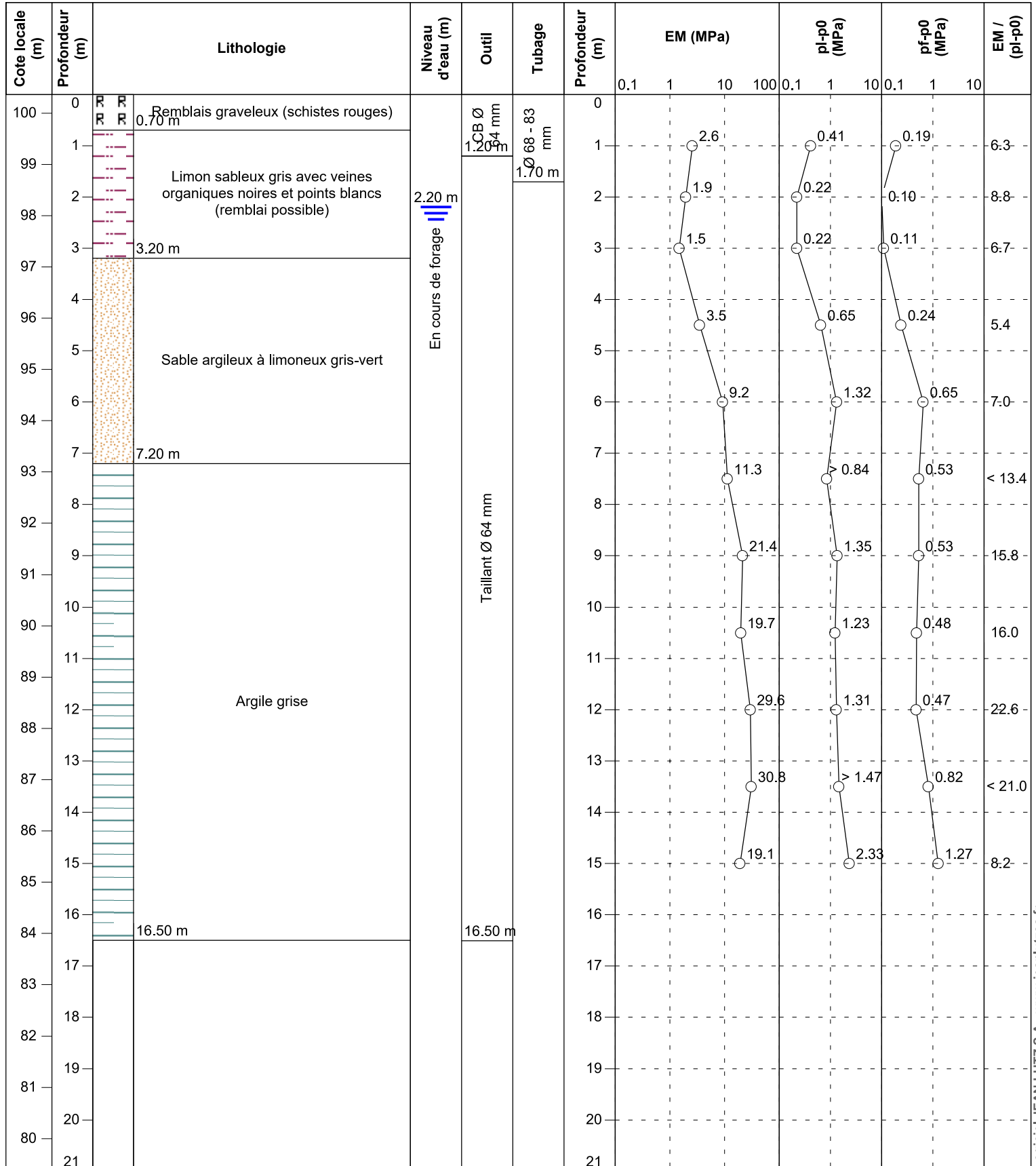
Machine : SD5

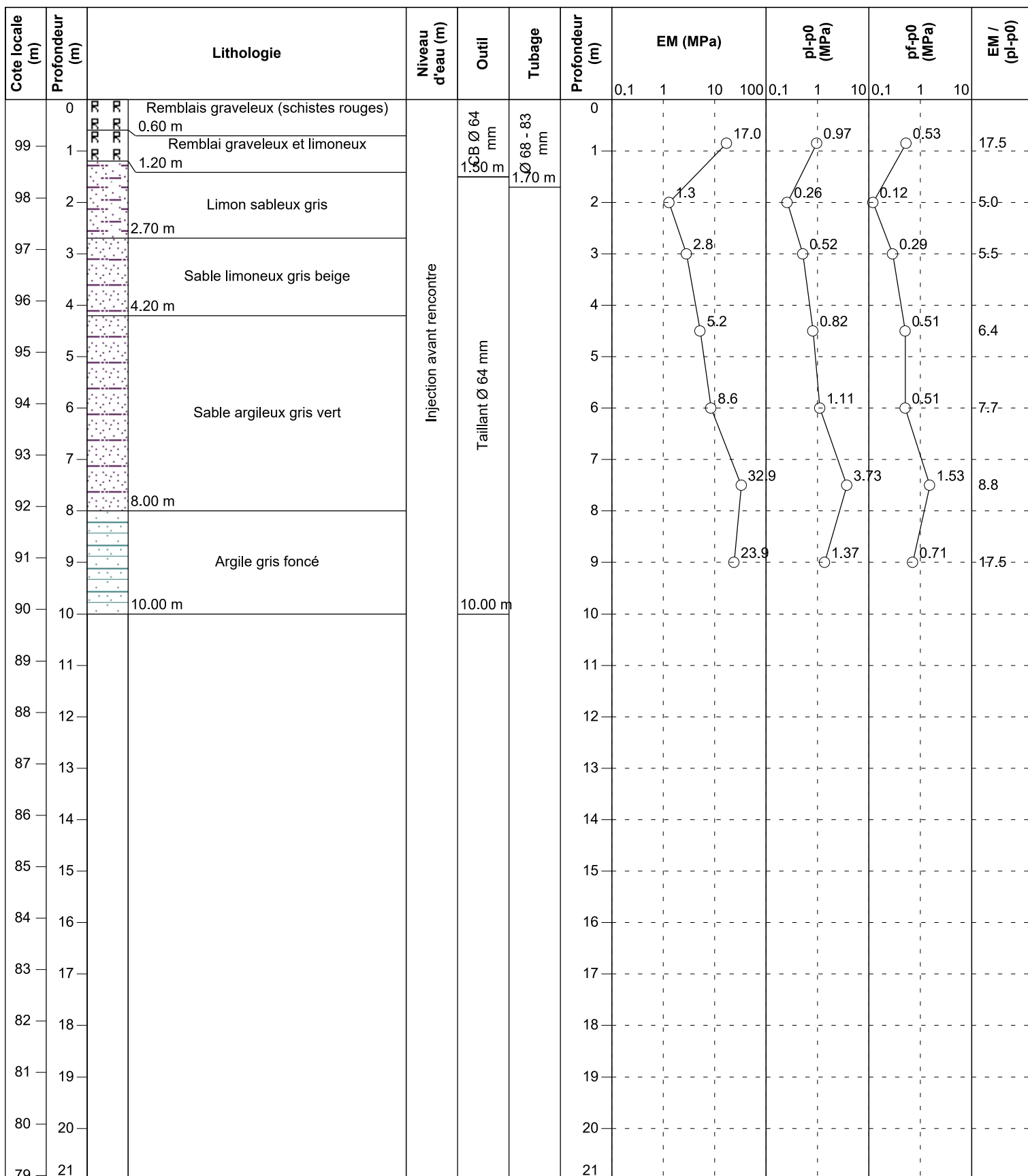
1/100

Sondage : SP4

EXGTE 2.30/GTE







REAMENAGEMENT DU PORT FLUVIAL A BETHUNE

n° affaire NSO.12.050

Date : 22/05/2012

Cote locale : 99.43

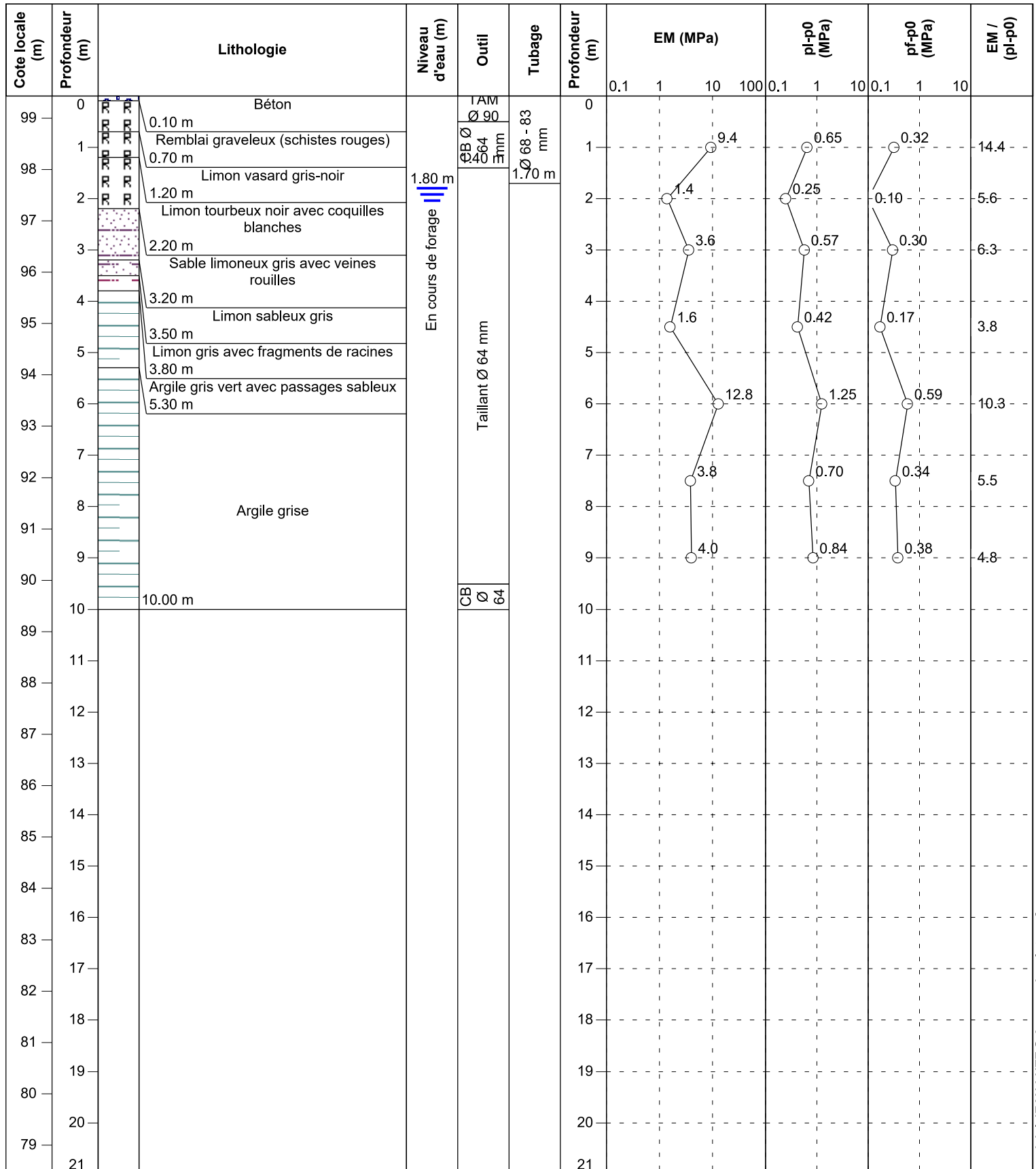
Profondeur : 0.00 - 10.00 m

Machine : SD5

1/100

Sondage : SP7

EXGTE 2.30/GTE



REAMENAGEMENT DU PORT FLUVIAL A BETHUNE

n° affaire : NSO 12.050

Date : 23/05/2012

Cote locale : 100.24

Profondeur : 0.00 - 8.10 m

Machine : SD5

1/100

Forage : SC1

EXGTE 2.30/GTE

Cote locale (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Outil	Equipement forage	Niveau d'eau (m)	Echantillon
100	0	Grave bitume	Carottier poinçonneur	Tube piézométrique crépiné (Ø 45/50mm)	2.00 m Fin de chantier	E.I.
	0.25 m					
	1	Béton grossier				
99	1.00 m	Remblai limono-graveleux avec briques, cailloutis divers et passages vasards et/ou argileux				E.I.
98	1.60 m					E.I.
	2.60 m	Remblai limoneux gris à noirâtre avec fragments de briques				
97	2.80 m	Limon gris avec passages organiques noirâtres et fragments de végétaux				E.I.
96	4		Carottier rotatif	8.00 m		E.I.
95	5	Limon sableux gris à beige légèrement argileux avec localement des nodules calcaires beiges				
94	6.20 m					E.I.
93	7	Sable gris à vert localement limoneux à argileux avec passages indurés et fragments de coquilles calcaires beiges				E.I.
92	7.40 m					
	8.10 m	Argile grise légèrement limoneuse				E.I.
91	9					
90	10					
89	11					
88	12					
87	13					
86	14					
85	15					
84	16					
83	17					
82	18					
81	19					
80	20					
	21					

REAMENAGEMENT DU PORT FLUVIAL A BETHUNE

n° affaire : NSO 12.050

Date : 23/05/2012

Cote locale : 100.05

Profondeur : 0.00 - 8.20 m

Machine : SD5

1/100

Forage : SC2

EXGTE 2.30/GTE

Cote locale (m)	Profondeur (m)	Lithologie		Outil	Equipement forage	Niveau d'eau (m)	Echantillon	
100	0			Carottier poinçonneur		1.80 m Fin de chantier	E.I.	
99	1		Remblai sablo-graveleux brun					
98	2		Remblai limono-argileux gris-brun avec cailloutis divers					
97	3		Limon sableux à argileux gris et noirâtre avec passages organiques vasards et fragments de végétaux					
96	4	Limon gris à vert localement graveleux avec fragments de coquilles	4.6 m	Carottier rotatif			E.I.	
95	5	Limon gris à beige avec passages sableux et/ou argileux					E.I.	
94	6						E.I.	
93	7						E.I.	
92	8							
91	9							
90	10							
89	11							
88	12							
87	13							
86	14							
85	15							
84	16							
83	17							
82	18							
81	19							
80	20							
	21							

REAMENAGEMENT DU PORT FLUVIAL A BETHUNE

n° affaire : NSO 12.050

Date : 22/05/2012

Cote locale : 101.03

Profondeur : 0.00 - 8.10 m

Machine : SD5

1/100

Forage : SC3

EXGTE 2.30/GTE

Cote locale (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Outil	Equipement forage	Niveau d'eau (m)	Echantillon
101	0	Remblai sablo-graveleux légèrement argileux gris-brun	Carottier poinçonneur	Tube piézométrique crépiné (Ø 45/50mm)	1.80 m Fin de chantier	E.I.
100	1					
	1.20 m					
	1.90 m	Remblai limoneux brun-gris avec cailloutis divers				E.I.
99	2	Ramblai sablo-graveleux gris et brun				E.I.
	2.20 m					
98	3	Remblai limoneux gris et brun avec fragments de végétaux et pointes de briques	Carottier rotatif	8.00 m		E.I.
	2.80 m					
	3.40 m	Limon gris et brun légèrement sableux				E.I.
97	4					
	3.40 m					
96	5	Limon plus ou moins sableux gris localement argileux avec veines rouilles, pointes calcaires blanches et localement traces de racines	6.9 m			E.I.
95	6					E.I.
	6.70 m					
94	7	Argile limoneuse grise avec passages indurés	8.1 m			E.I.
93	8					
	8.10 m					
92	9					
91	10					
90	11					
89	12					
88	13					
87	14					
86	15					
85	16					
84	17					
83	18					
82	19					
81	20					
	21					



Sondage SC1 : de 0 à 1m de profondeur



Sondage SC1 : de 1,20 à 1,60m de profondeur



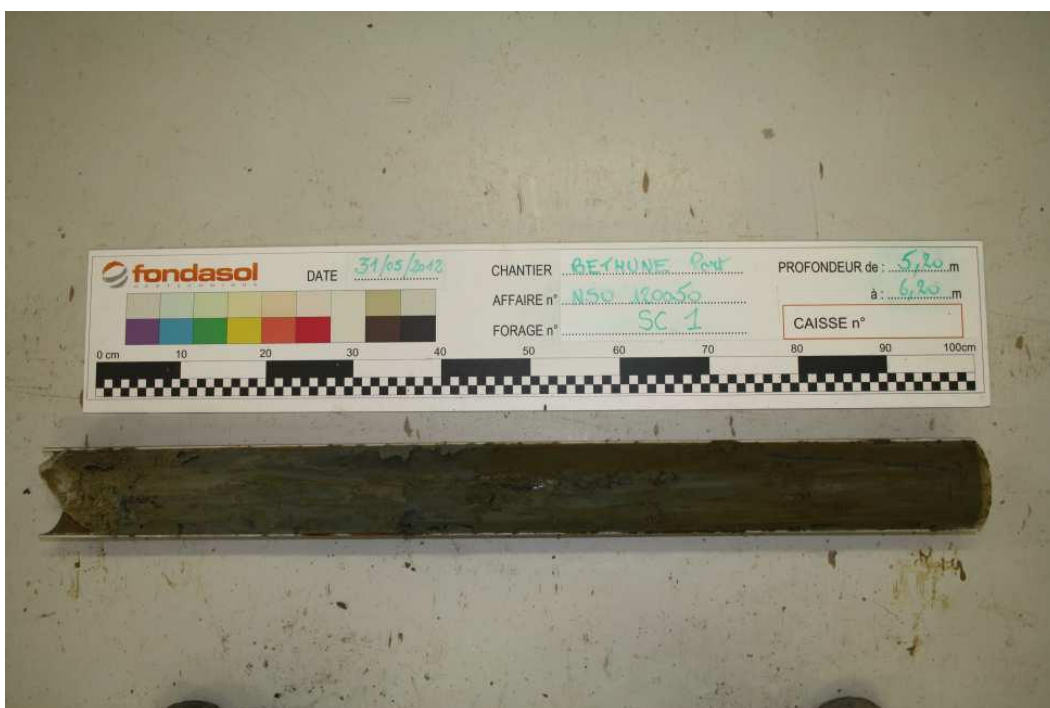
Sondage SC1 : de 1,60 à 2,60m de profondeur



Sondage SC1 : de 2,80 à 3,80m de profondeur



Sondage SC1 : de 4 à 5m de profondeur



Sondage SC1 : de 5,20 à 6,20m de profondeur



Sondage SC1 : de 7,40 à 8,10m de profondeur



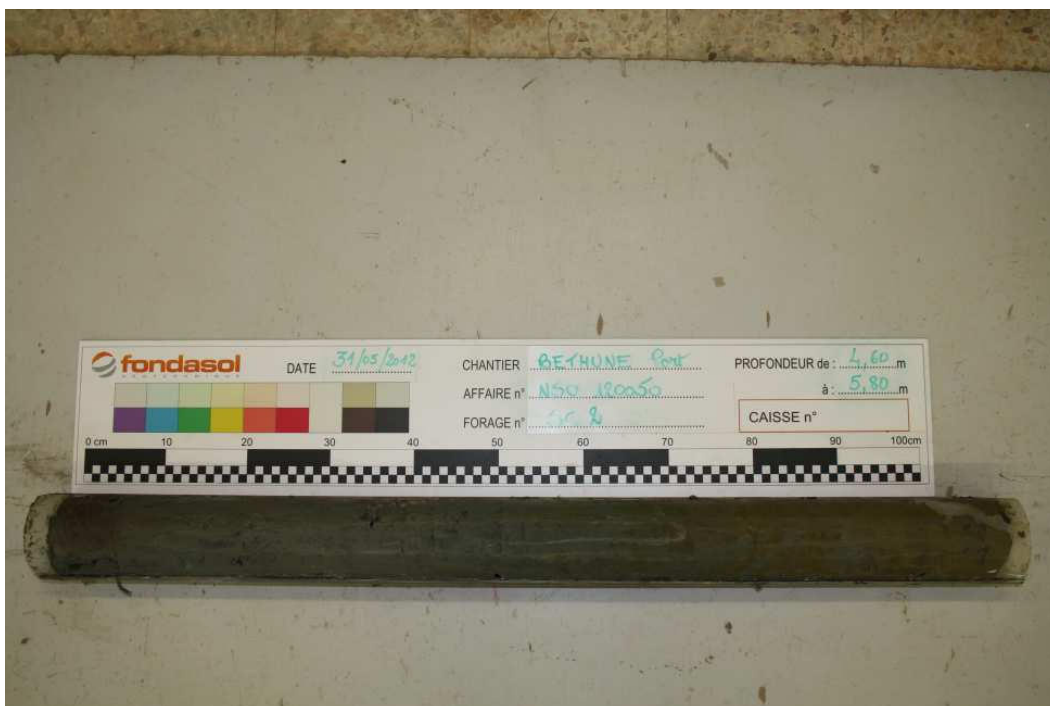
Sondage SC2 : de 0 à 1,20m de profondeur



Sondage SC2 : de 2,20 à 3,20m de profondeur



Sondage SC2 : de 3,40 à 4,40m de profondeur



Sondage SC2 : de 4,60 à 5,80m de profondeur



Sondage SC2 : de 5,80 à 6,80m de profondeur



Sondage SC2 : de 7 à 8m de profondeur



Sondage SC3 : de 0 à 1m de profondeur



Sondage SC3 : de 1,20 à 2,20m de profondeur



Sondage SC3 : de 2,40 à 3,40m de profondeur



Sondage SC3 : de 3,60 à 4,60m de profondeur



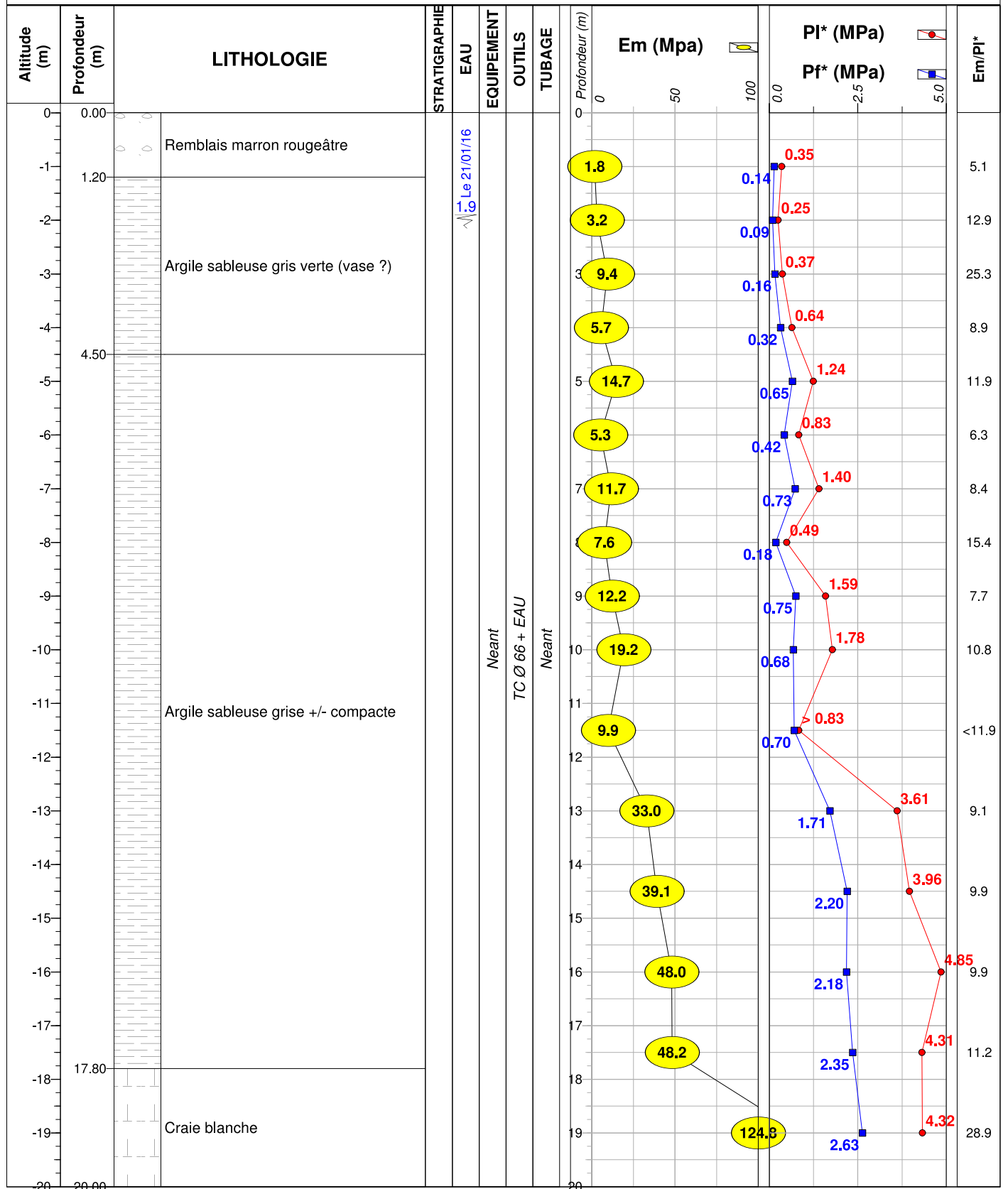
Sondage SC3 : de 4,80 à 5,80m de profondeur

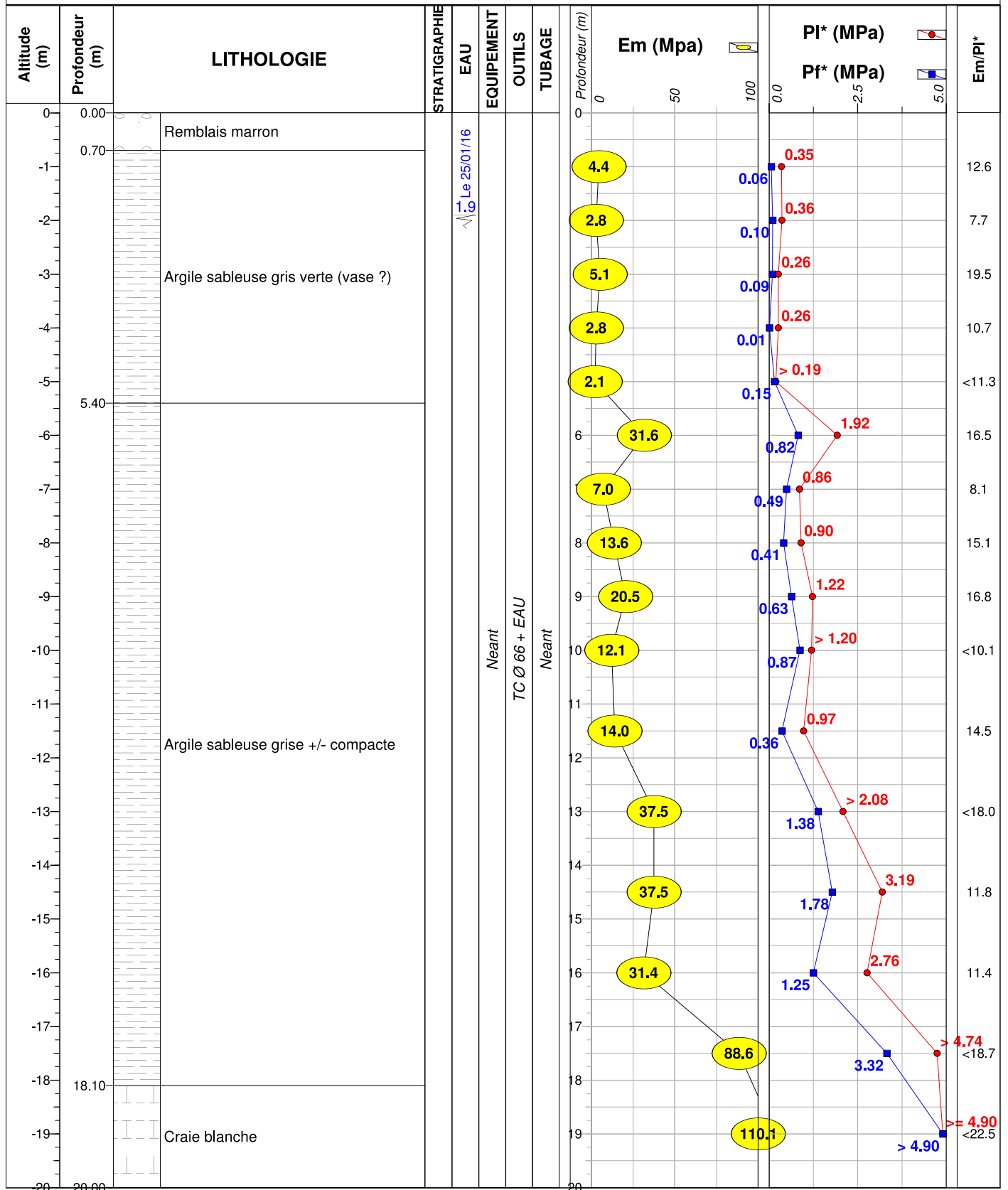


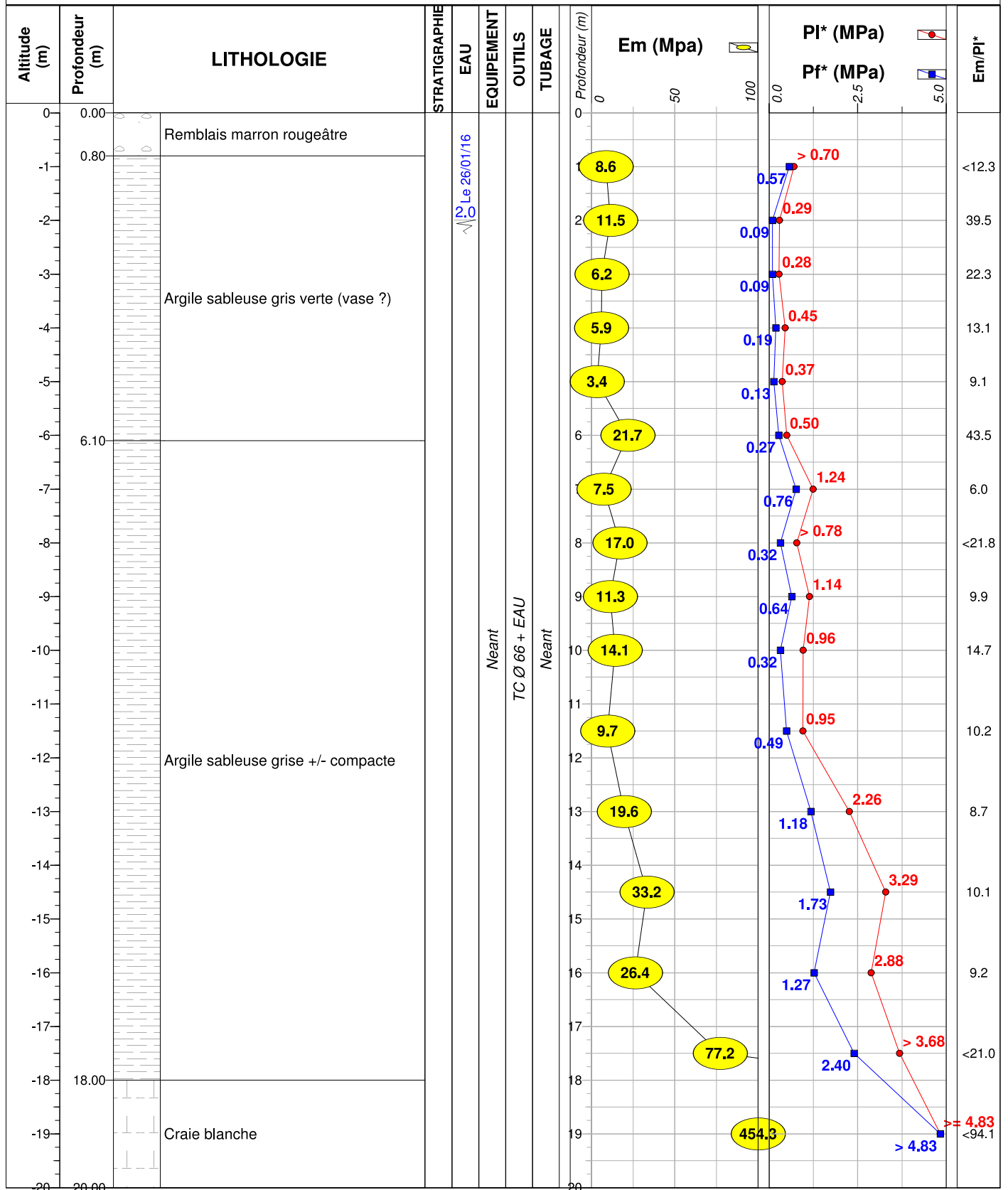
Sondage SC3 : de 6 à 6,70m de profondeur

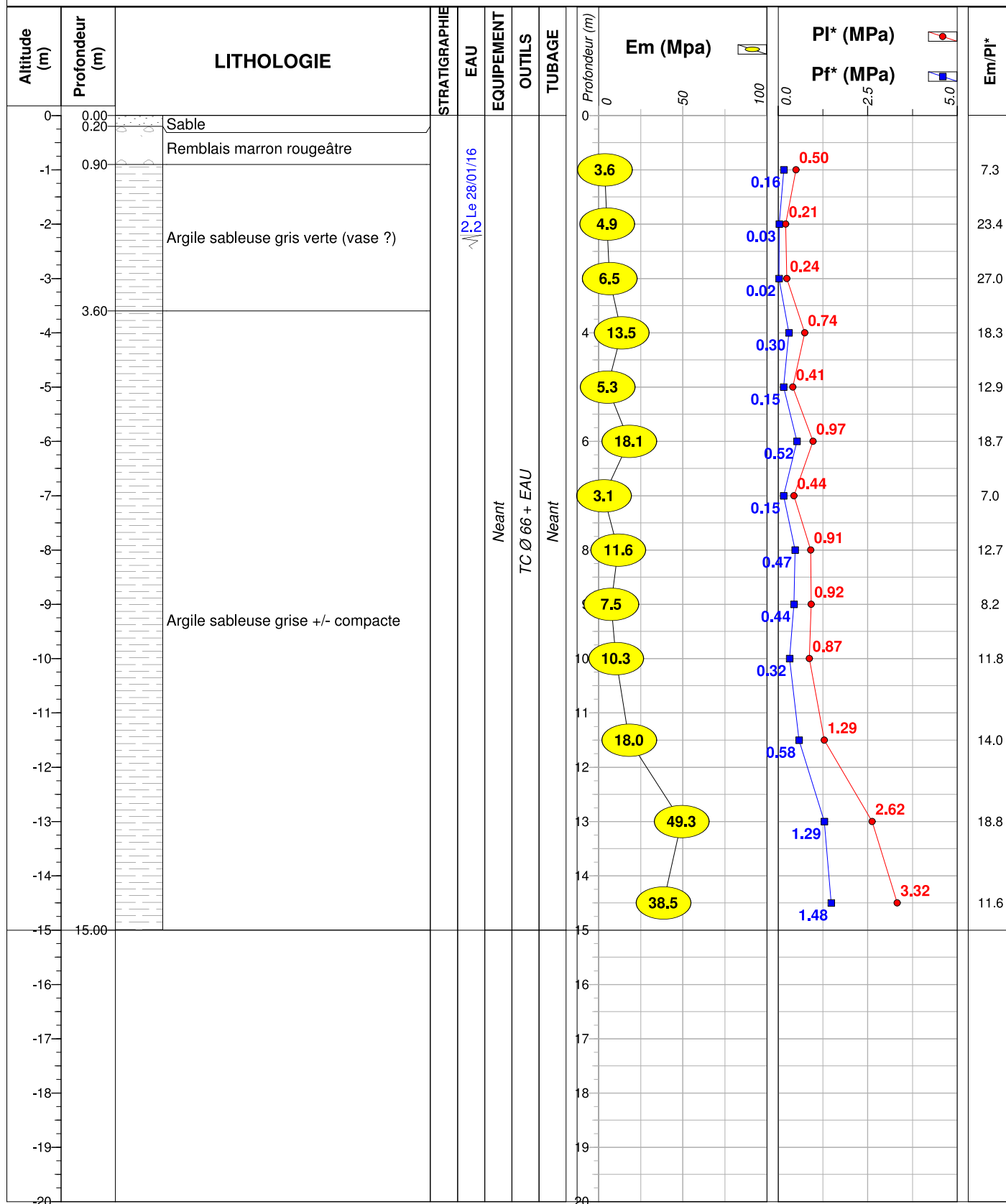


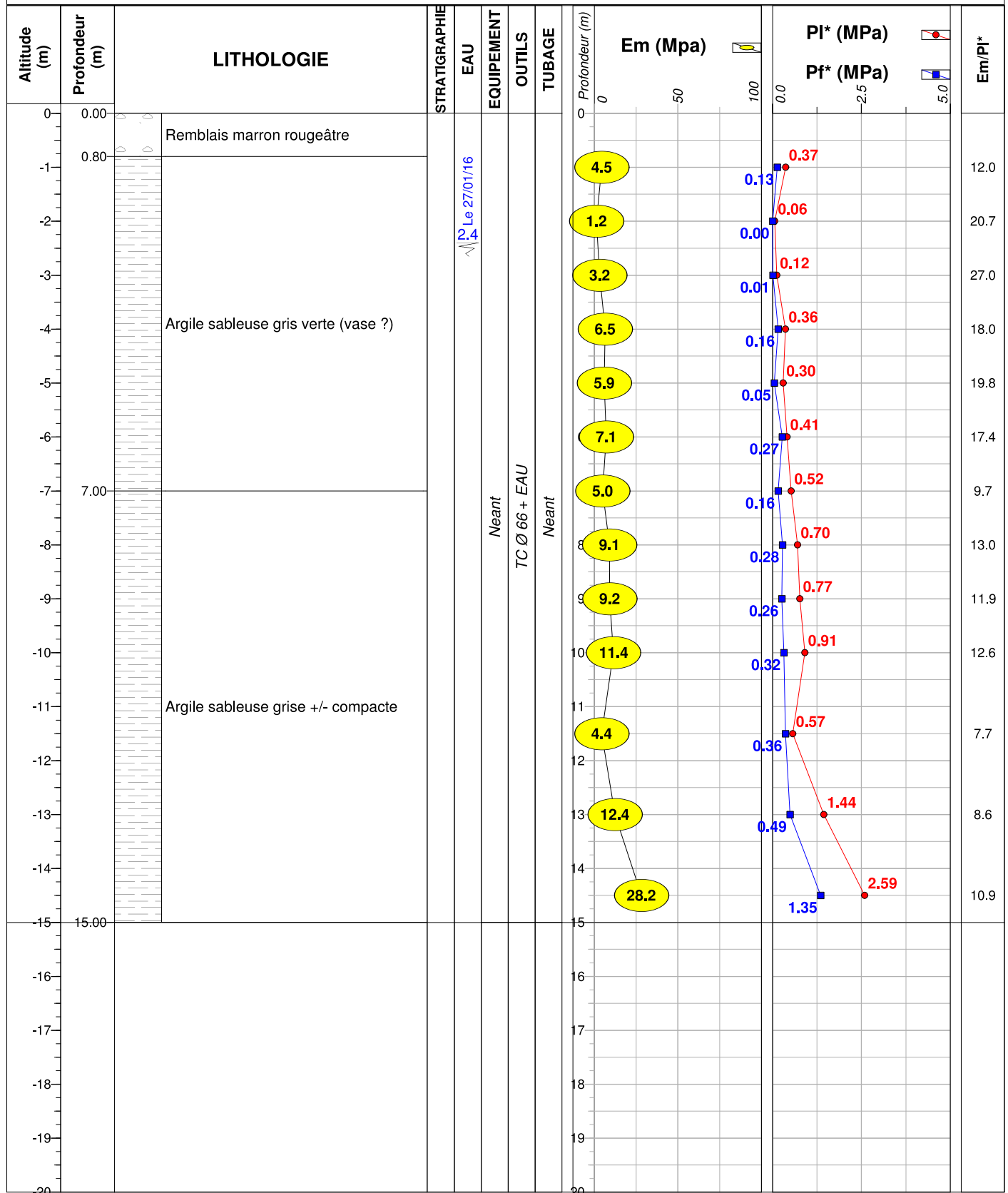
Sondage SC3 : de 6,90 à 7,90m de profondeur













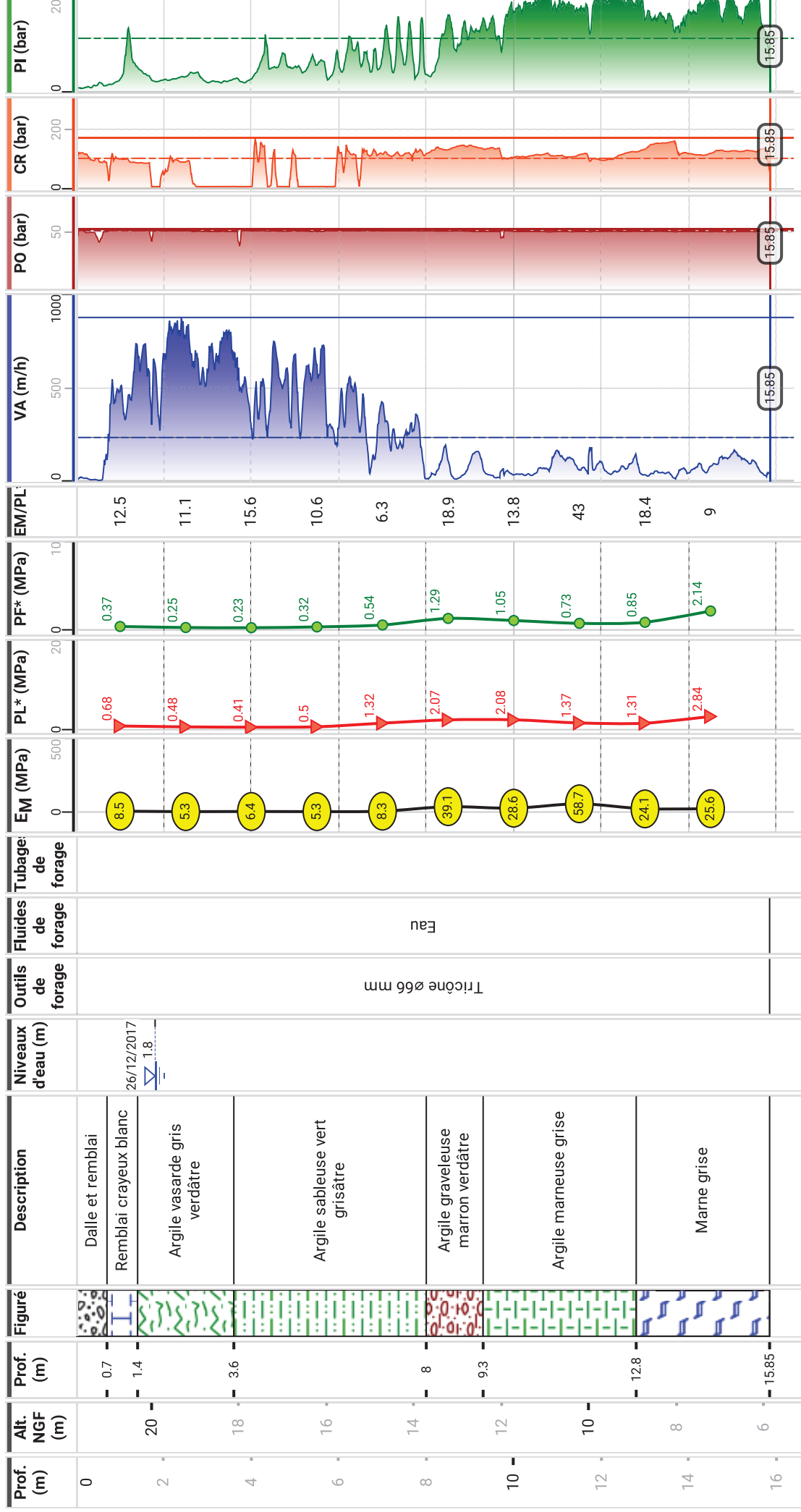
Agence Hauts de France
Z.A. de la Belleforière - Rue Francisco Ferrer
59286 Roost-Warendin
Tel : 03.27.90.13.77 - Fax : 03.27.90.41.66

Observation

Pose d'un piézomètre 52/60 mm crépiné à partir de 3 m. Niveau d'eau relevé en cours de forage (non stabilisé). Aucun tubage nécessaire lors du forage.

Niveau d'eau mesuré dans le piézomètre le 15/02/2018: 2.25 m

Dossier NO17 1159 BETHUNE
Client PORTS DE LILLE
Chantier Date de début 26/12/2017
Machine SPA1-Pz1
X 11:51:41
Altitude 623836,469 Y
315452,412 (NGF)
21.71 m



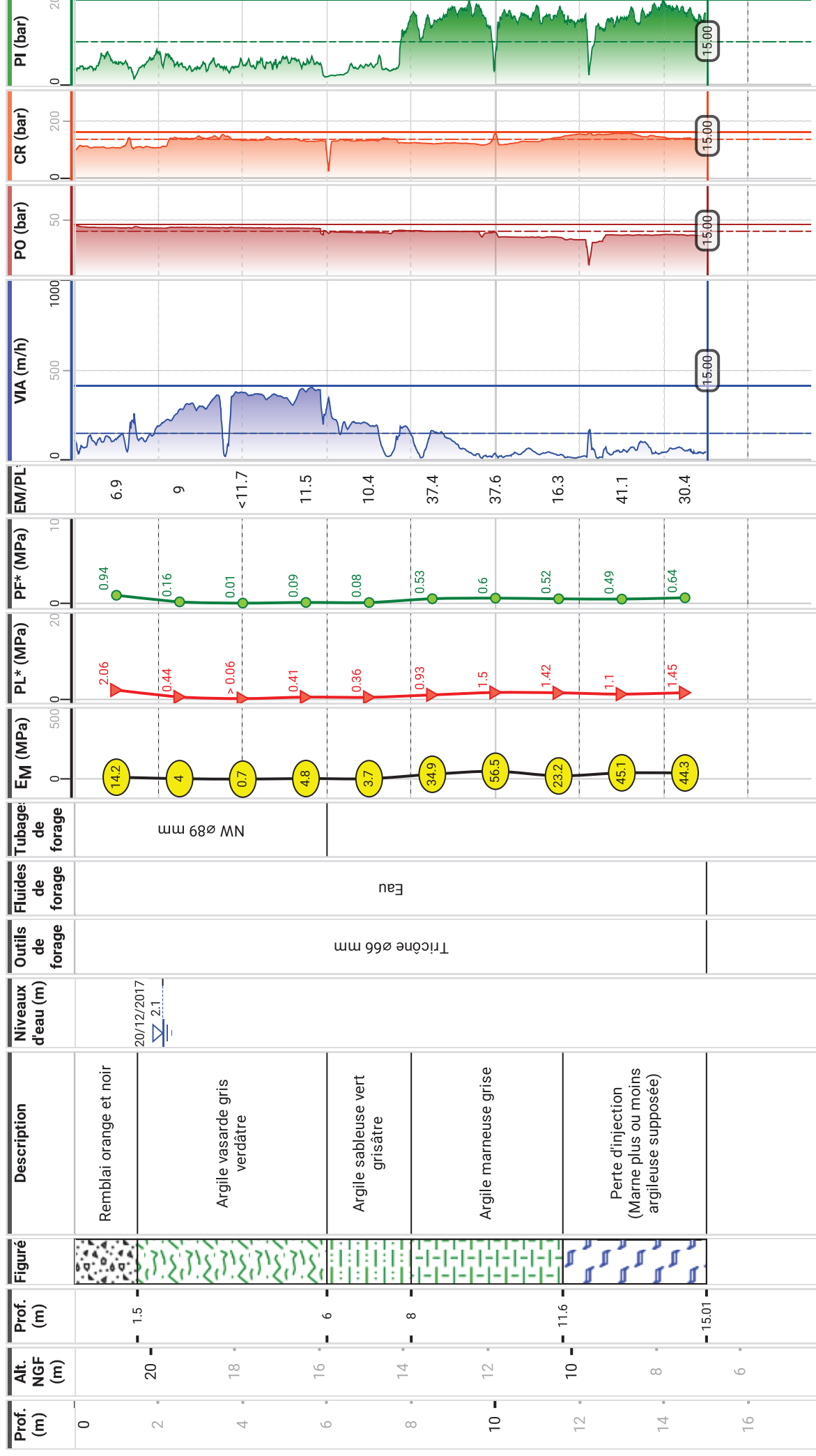


Agence Hauts de France
Z.A. de la Belleforière - Rue Francisco Ferrer
59286 Roost-Warendin
Tel : 03.27.90.13.77 - Fax : 03.27.90.41.66
Observation
Niveau d'eau relevé en cours de forage (non stabilisé).

Dossier
NO17 1159
Forage
SPA2
X
623935,818

Chantier
BETHUNE
Date de début
20/12/2017 14:23:34
Y
315412.745

Client
PORTS DE LILLE
Machine
EMCI 700
Altitude (NGF)
21.81 m

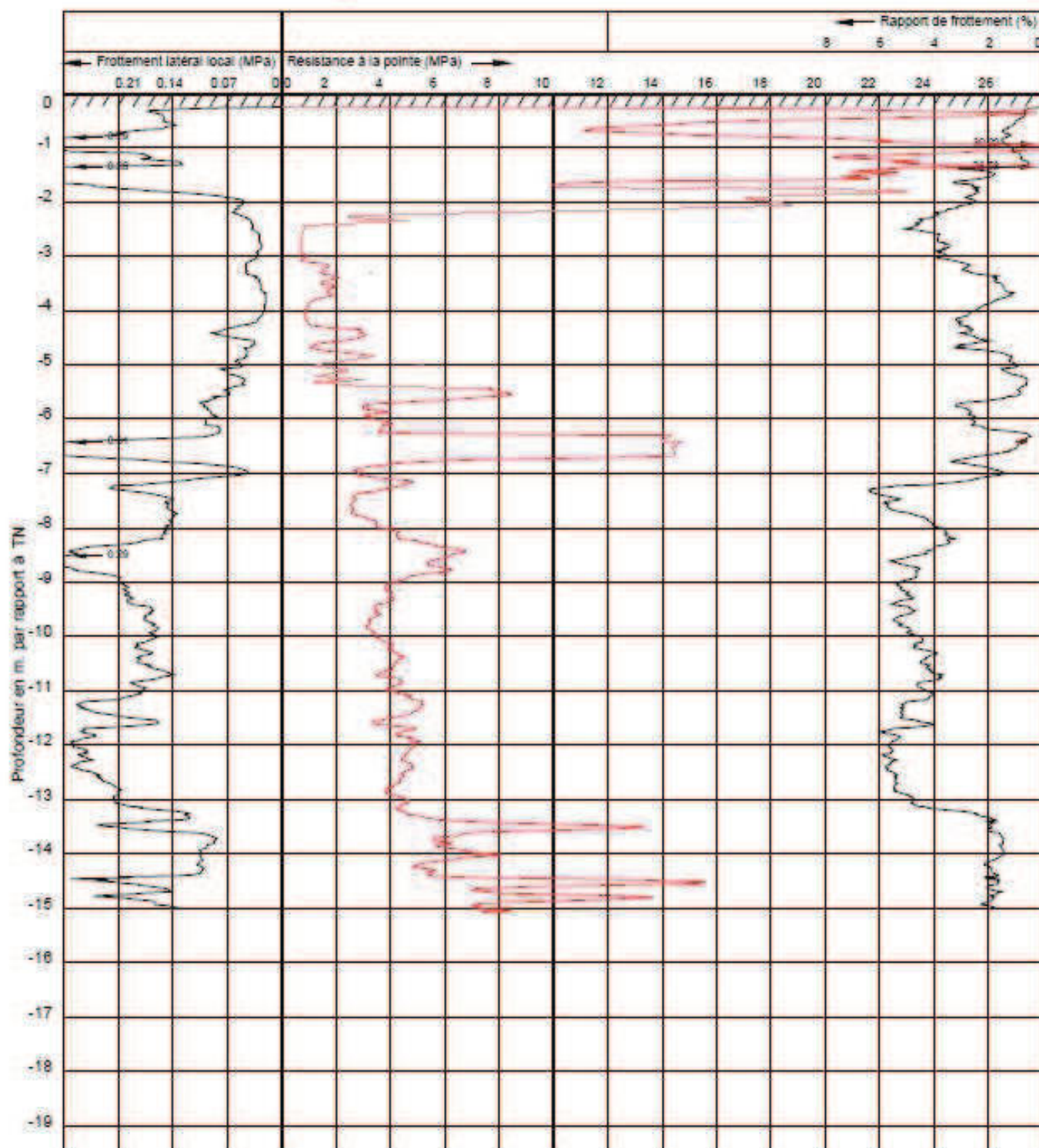




Dossier no. : NO17 1159
Pénétromètre : PS1
Projet : Port
Ville : Béthune

Pointe : 070022
Surface de la pointe : 1500 mm²
Date : 30-1-2018
Terrain naturel : 0.0 m. par rapport à TN

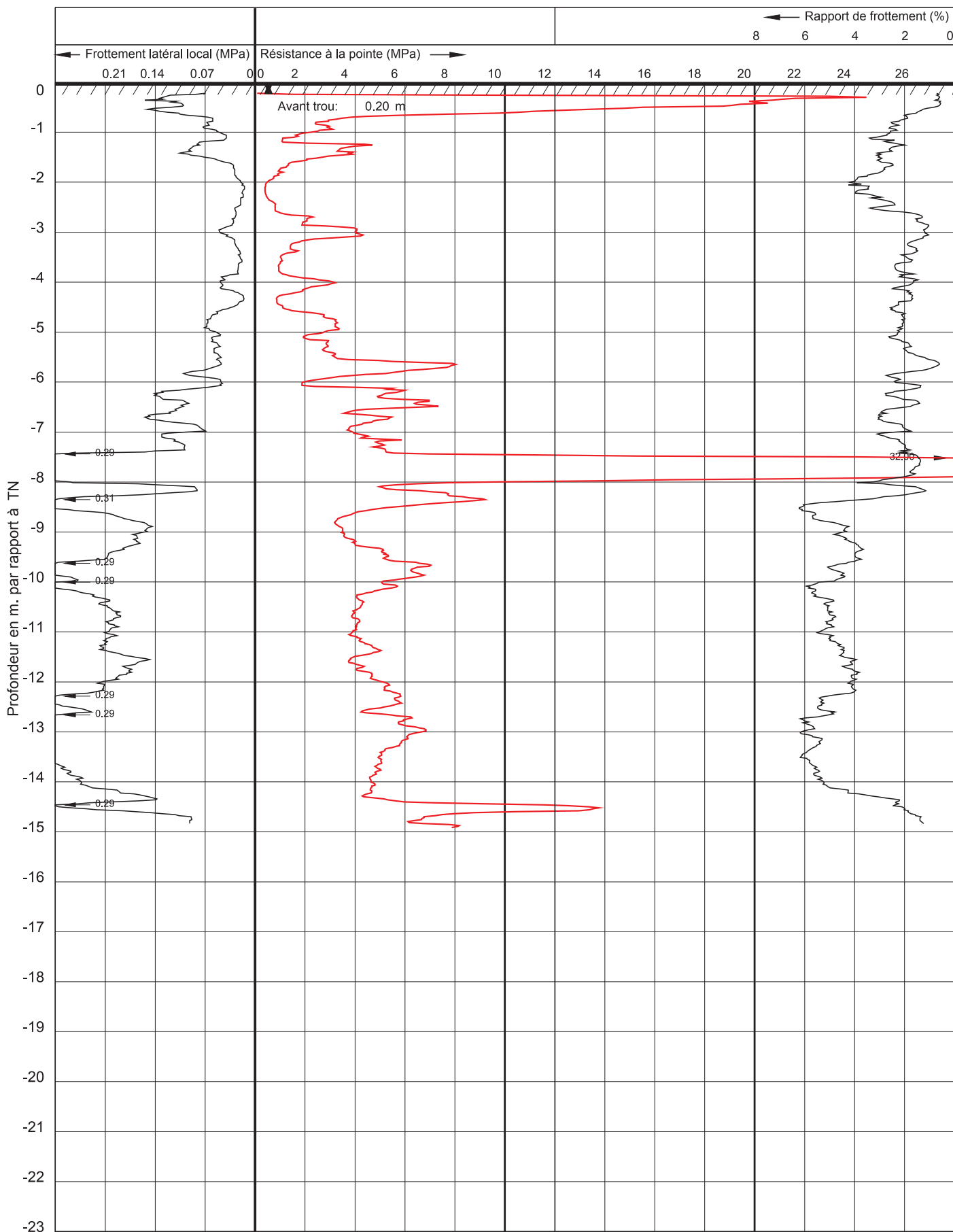
coordonnées Lambert I Nord: X: 623801.042 m / Y: 315465.34 m / Z: 21.60 NGF





Dossier no. : NO17 1159
Pénétrmètre : PS2
Projet : Port
Ville : Béthune
coordonnées Lambert I Nord: X: 623858.396 m / Y: 315439.614 m / Z: 21.72 NGF

Pointe : 070022
Surface de la pointe : 1500 mm²
Date : 30-1-2018
Terrain naturel : 0.0 m. par rapport à TN

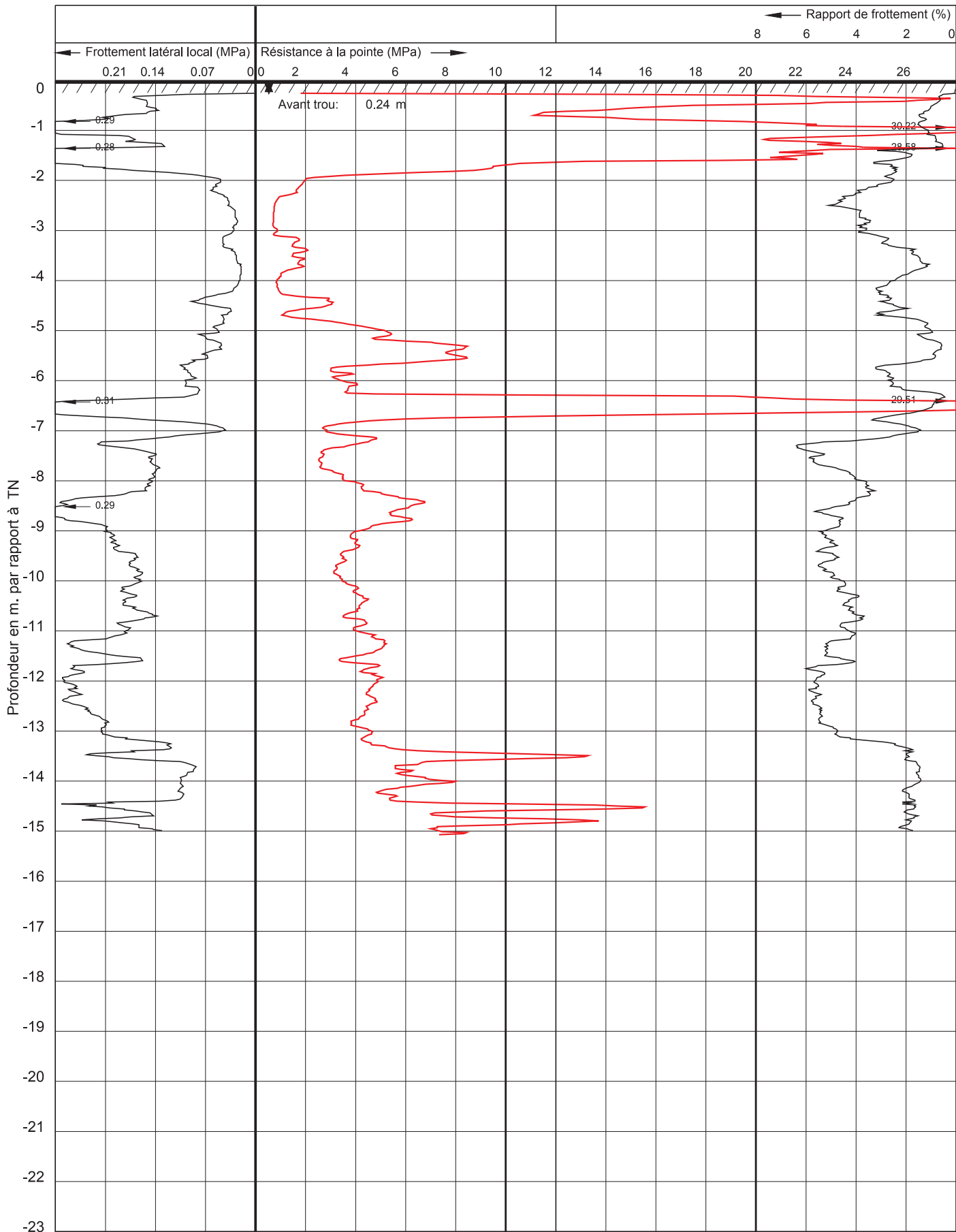




Dossier no. : NO17 1159
Pénétromètre : PS3
Projet : Port
Ville : Béthune

Pointe : 070022
Surface de la pointe : 1500 mm²
Date : 30-1-2018
Terrain naturel : 0.0 m. par rapport à TN

coordonnées Lambert I Nord: X: 623972.572 m / Y: 315379.437 m / Z: 21.93 NGF

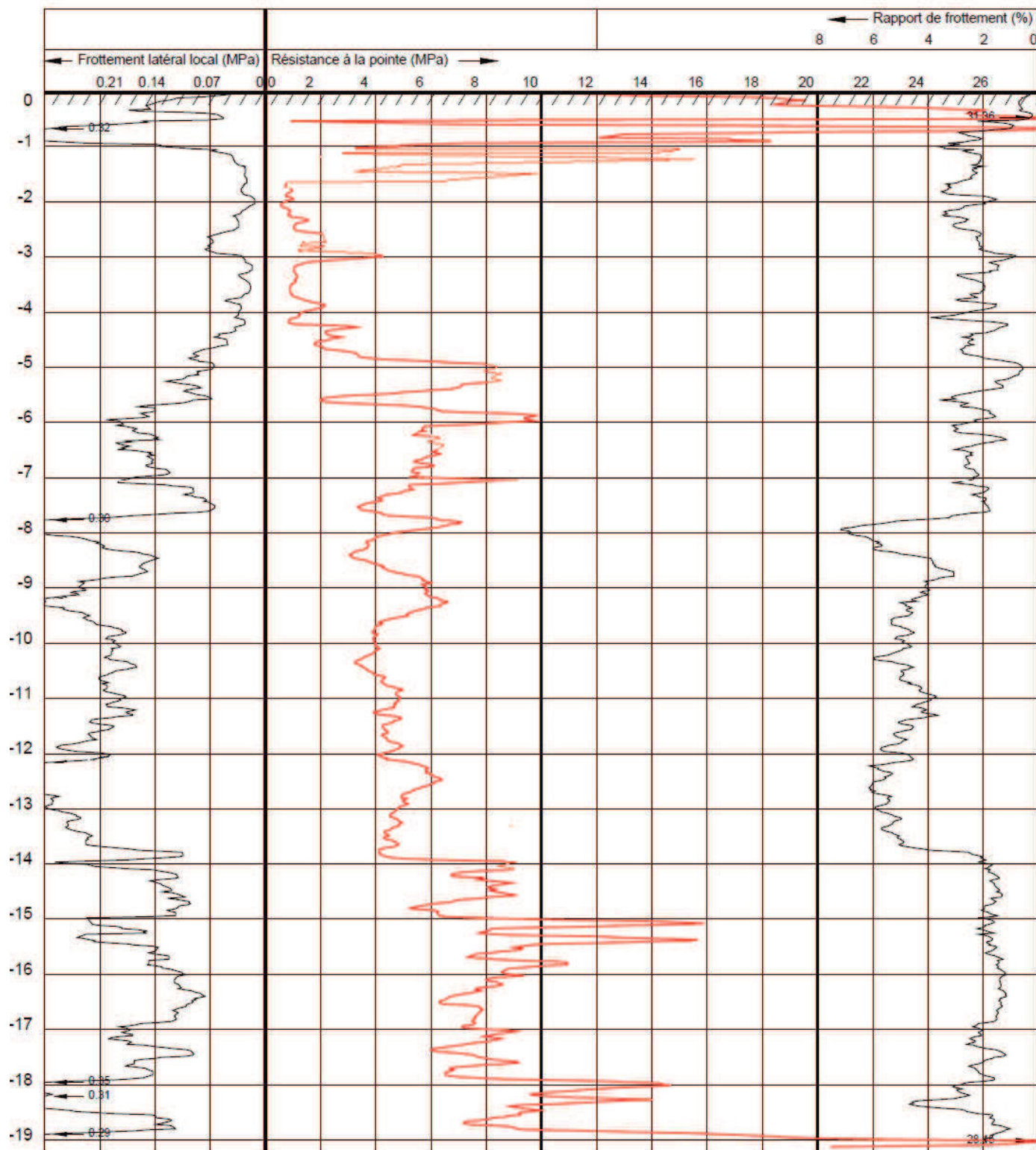




Dossier no. : NO17 1159
Pénétromètre : PS4
Projet : Port
Ville : Béthune

Pointe : 070022
Surface de la pointe : 1500 mm²
Date : 30-1-2018
Terrain naturel : 0.0 m. par rapport à TN

coordonnées Lambert I Nord: X: 623778.409 m / Y: 315423.328 m / Z: 21.47 NGF

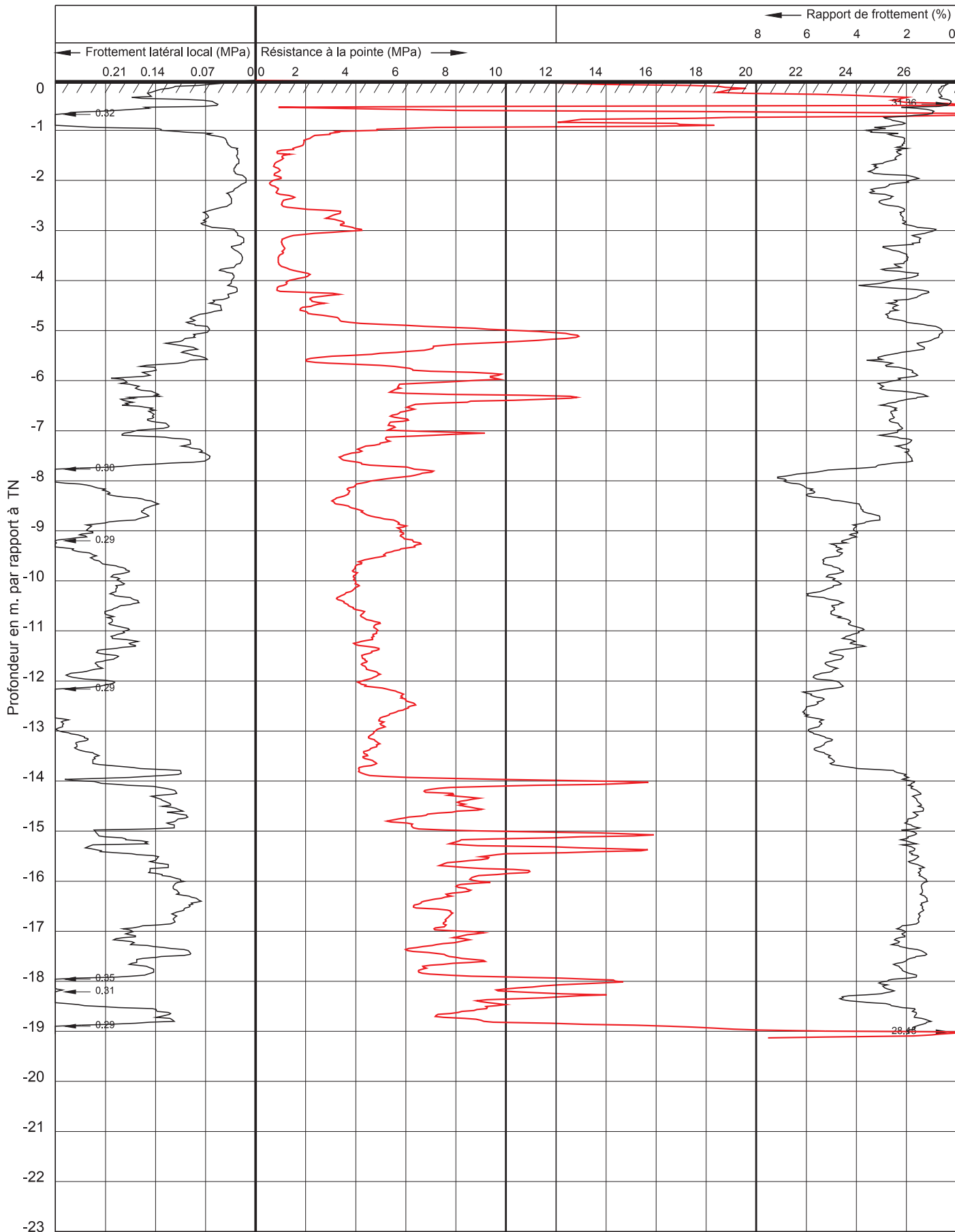




Dossier no. : NO17 1159
Pénétrromètre : PS5
Projet : Port
Ville : Béthune

Pointe : 070022
Surface de la pointe : 1500 mm²
Date : 30-1-2018
Terrain naturel : 0.0 m. par rapport à TN

coordonnées Lambert I Nord: X: 623770.762 m / Y: 315389.537 m / Z: 21.30 NGF





Z.A. de la Belleforière - Rue Fransisco Ferrer
59286 Roost-Warendin
Tel : 03.27.90.13.77 - Fax : 03.27.90.41.66

Dossier
NO17 1159
Forage
SC1

Chantier
BETHUNE
Date de début
29/12/2017 00:00:01

Client
PORTS DE LILLE
Machine
EMCI 700

Observation

coordonnées Lambert I Nord: X: 623797.556 m // Y: 315397.313 m // Z : 21.30 NGF

Niveau d'eau relevé en fin de forage (non stabilisé). Pas de tubage provisoire.

Prof. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	TCR	Outils de forage	Niveaux d'eau (m)
0	0.15		Béton avec grave de schiste (remblais)	100	Carottier double ø14 mm	27/12/2017 1.5
	0.75		Grave schisteuse noire et rouge (remblais)			
	1.5		Schiste minier noir (remblais)			
2	2.05		Sable noir et morceaux de brique (remblais)			
	3		Limon marron avec morceaux de bois (remblais)			
	3.2		Limon marron brun avec suspicion de matière organique			
	3.7		Argile limoneuse marron à bleue			
4	4.5		Argile sableuse bleu gris avec des passages marron ocre			
	4.74		Sable argileux gris-vert bleuté avec des passages marron ocre et noir			
	6		Sable gris			
	6		Sable vert avec des passages calcaires			
	6.85		Sable vert jaunâtre			
	7.5		Sable graveleux noir			
8	7.9		Sable jaune verdâtre			
	8.24		Sable kaki			
	9		Argile sableuse kaki	100		
			Argile kaki	100		
			Argile grise	100		
10	10.5		Argile grise à passages sableux	100		
				100		
12				100		
			Argile grise	100		
14				100		
				100		
16	15					

PORTS DE BETHUNE

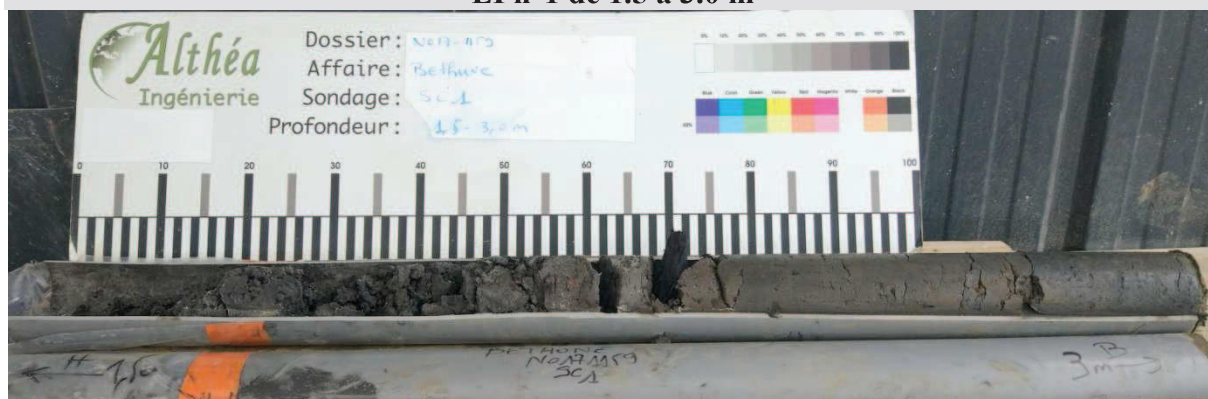
SONDAGE CAROTTÉ SC1

Caisse n°1 de 0 à 1.5 m



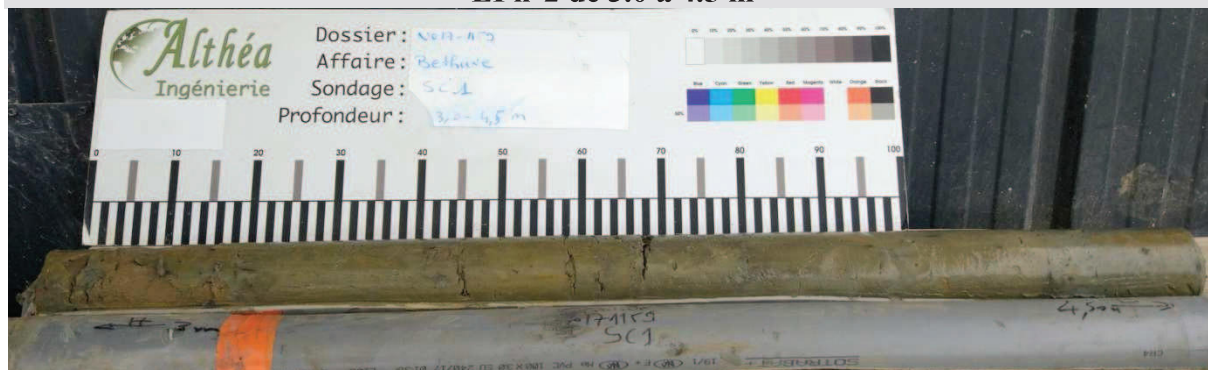
SONDAGE CAROTTÉ SC1

EI n°1 de 1.5 à 3.0 m



SONDAGE CAROTTÉ SC1

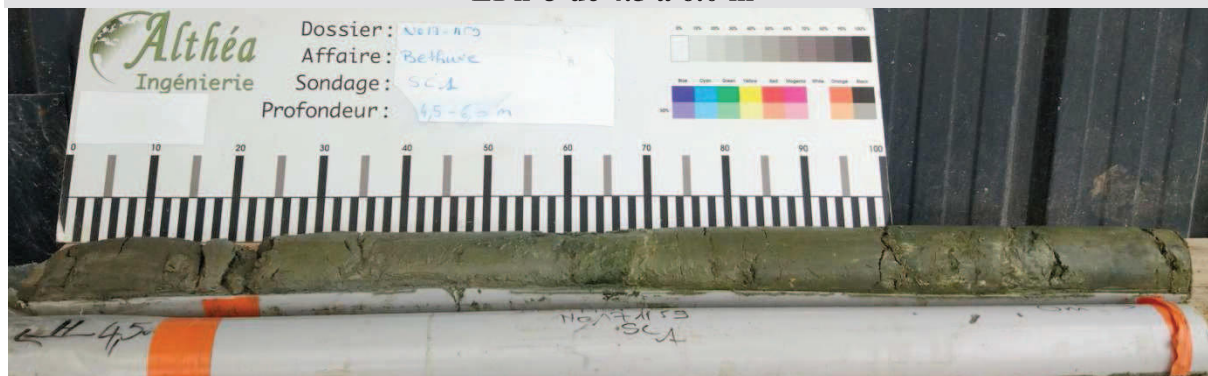
EI n°2 de 3.0 à 4.5 m



PORTS DE BETHUNE

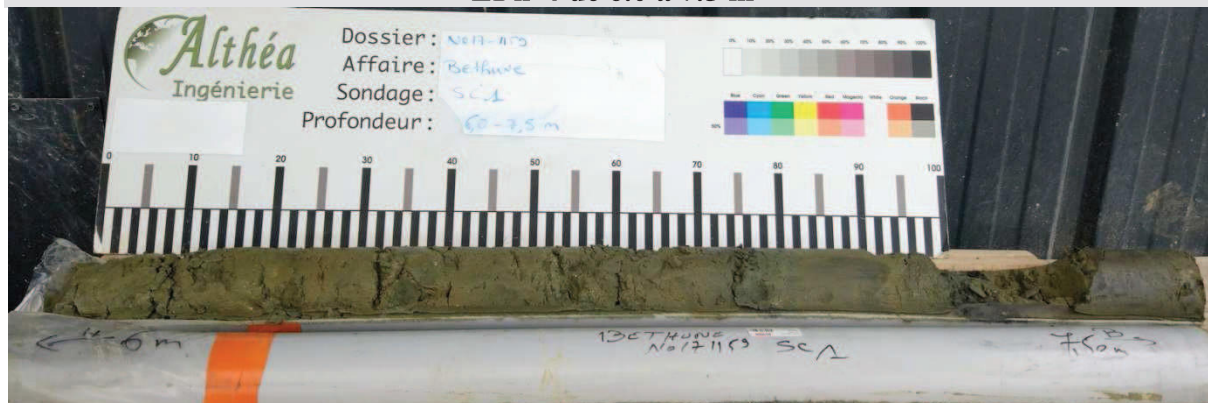
SONDAGE CAROTTÉ SC1

EI n°3 de 4.5 à 6.0 m



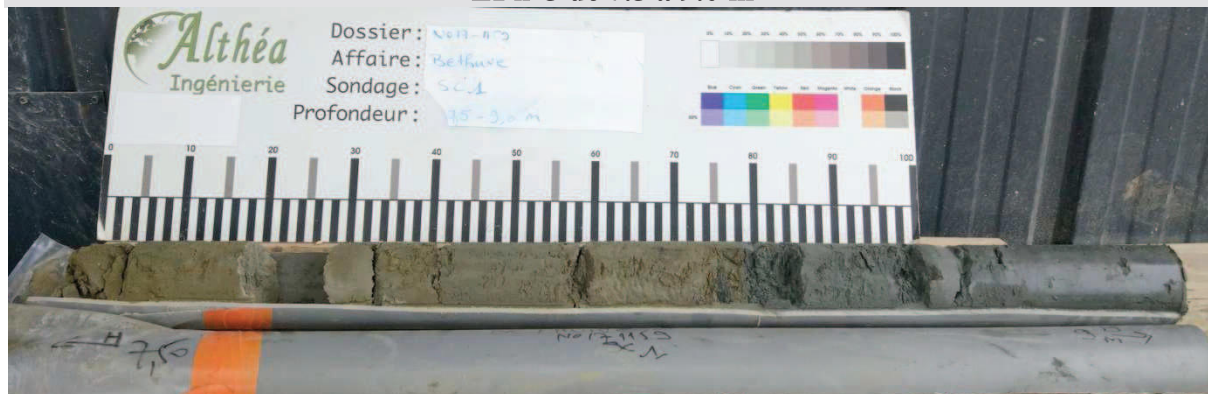
SONDAGE CAROTTÉ SC1

EI n°4 de 6.0 à 7.5 m



SONDAGE CAROTTÉ SC1

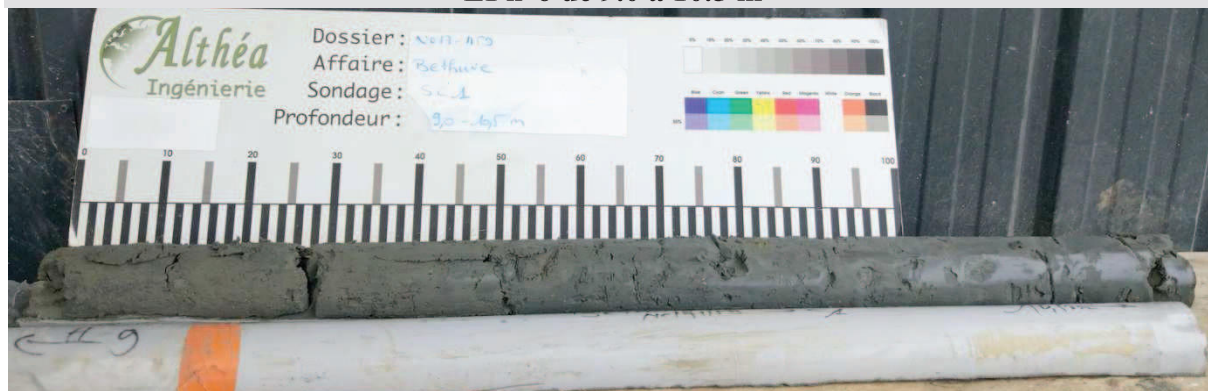
EI n°5 de 7.5 à 9.0 m



PORTS DE BETHUNE

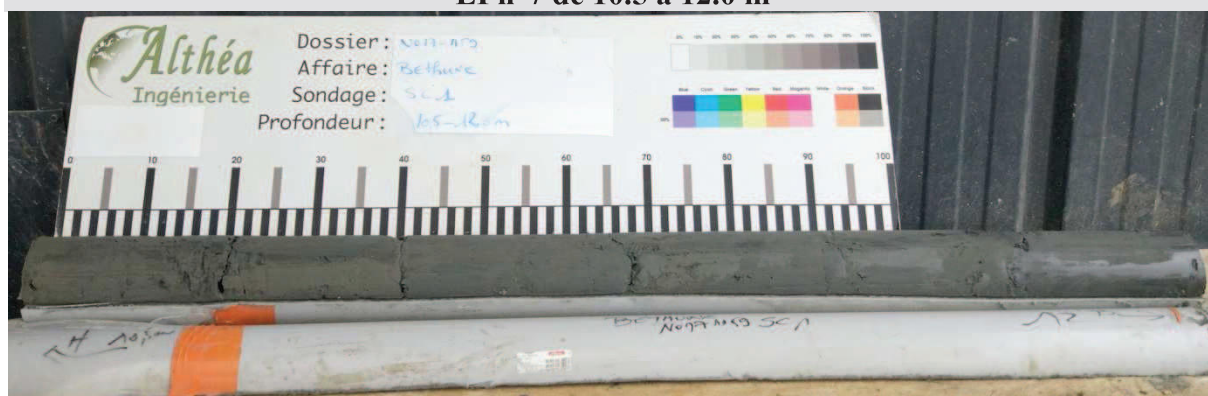
SONDAGE CAROTTE SC1

EI n°6 de 9.0 à 10.5 m



SONDAGE CAROTTE SC1

EI n°7 de 10.5 à 12.0 m



SONDAGE CAROTTE SC1

EI n°8 de 12.0 à 13.5 m



SONDAGE CAROTTE SC1

EI n°9 de 13.5 à 15.0 m





Z.A. de la Belleforière - Rue Fransisco Ferrer
59286 Roost-Warendin
Tel : 03.27.90.13.77 - Fax : 03.27.90.41.66

Dossier
NO17 1159
Forage
SC2

Chantier
BETHUNE
Date de début
29/12/2017 00:00:01

Client
PORTS DE LILLE
Machine
EMCI 700

Coordonnées Lambert I Nord: X: 623933.257 m // Y: 315414.417 m // Z: 21.81 NGF

Observation
Niveau d'eau relevé en fin de forage (non stabilisé). Pas de tubage provisoire.

Prof. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	TCR	Outils de forage	Niveaux d'eau (m)
0	0.1		Béton	100	Carottier double ø14 mm	29/12/2017 2.1
2	1.3		Sable graveleux de schiste rouge (remblais)	100		
	2.15		Sable rouge avec blocs de briques et béton (remblais)	100		
	2.4		Limon crayeux grisâtre (remblais)	100		
	2.7		Grave rouge et grise (remblais)	100		
	3		Béton	100		
4			Sable marno-graveleux beige mou à liquide	100		
	4.5		Sable marno-graveleux beige mou	100		
	5		Transition	100		
	5.2		Sable fin vert jaunâtre	100		
6	6		Sable fin compact vert jaunâtre	100		
	7.5		Argile limono-sableuse à graviers marron verdâtre	100		
8	8.02		Argile grise	100		
	9		Grave sablo-argileuse marron verdâtre	100		
	9.4		Argile grise	100		
	9.67		Alternance de sable et d'argile grise	100		
10	9.9		Argile grise	100		
	10.5		Sable grise avec passages argileux	100		
	10.8		Argile grise	100		
12			Argile grise	100		
	14.05		Sable argileux gris	100		
16	15					

PORTS DE BETHUNE

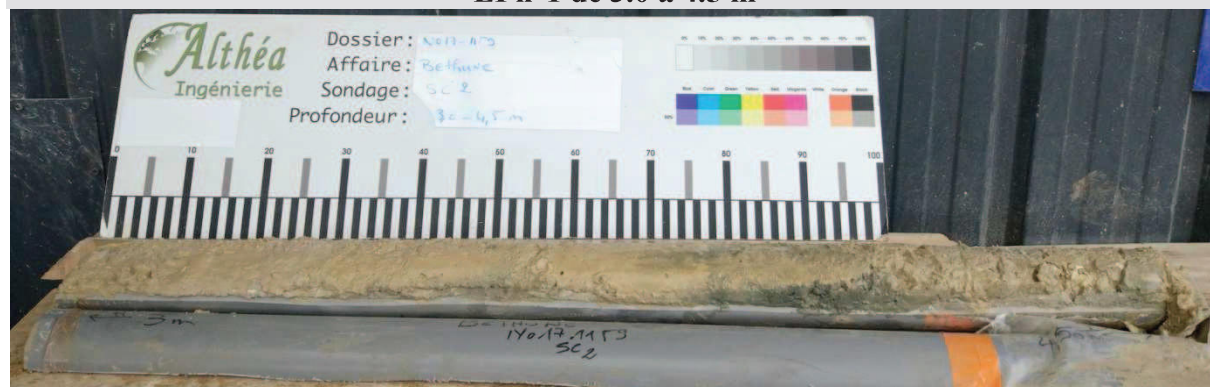
SONDAGE CAROTTÉ SC2

Caisse n°1 de 0 à 3.0 m



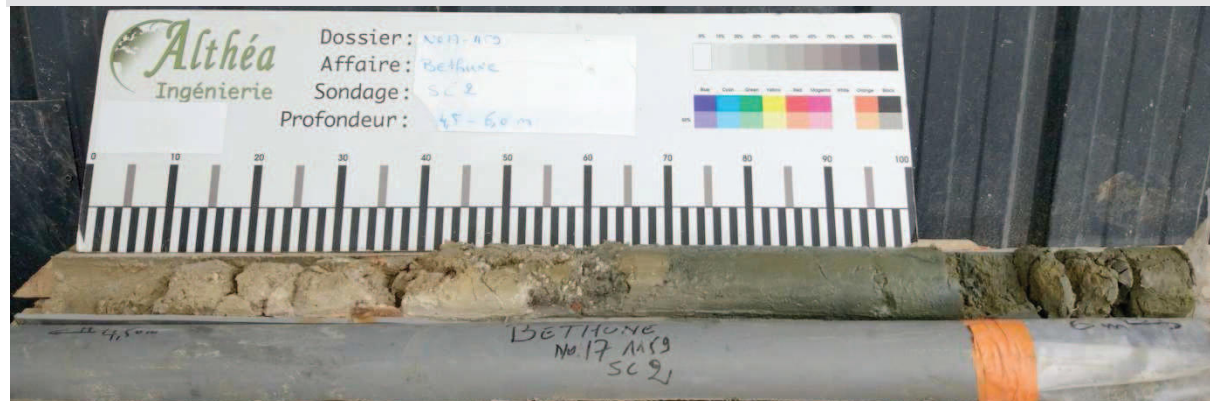
SONDAGE CAROTTÉ SC2

EI n°1 de 3.0 à 4.5 m



SONDAGE CAROTTÉ SC2

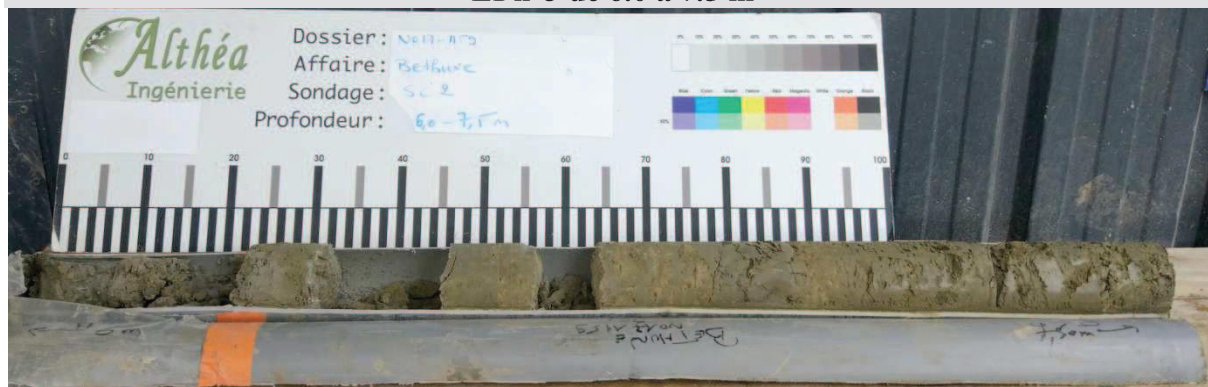
EI n°2 de 4.5 à 6.0 m



PORTS DE BETHUNE

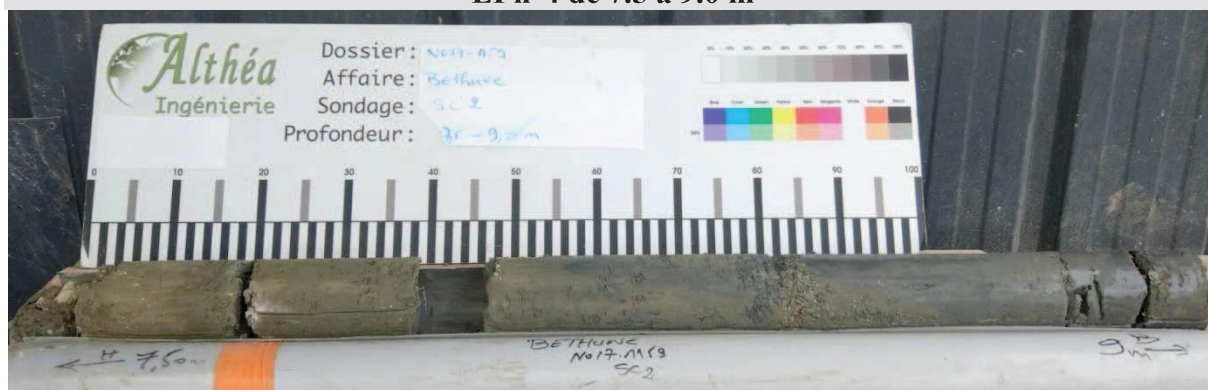
SONDAGE CAROTTÉ SC2

EI n°3 de 6.0 à 7.5 m



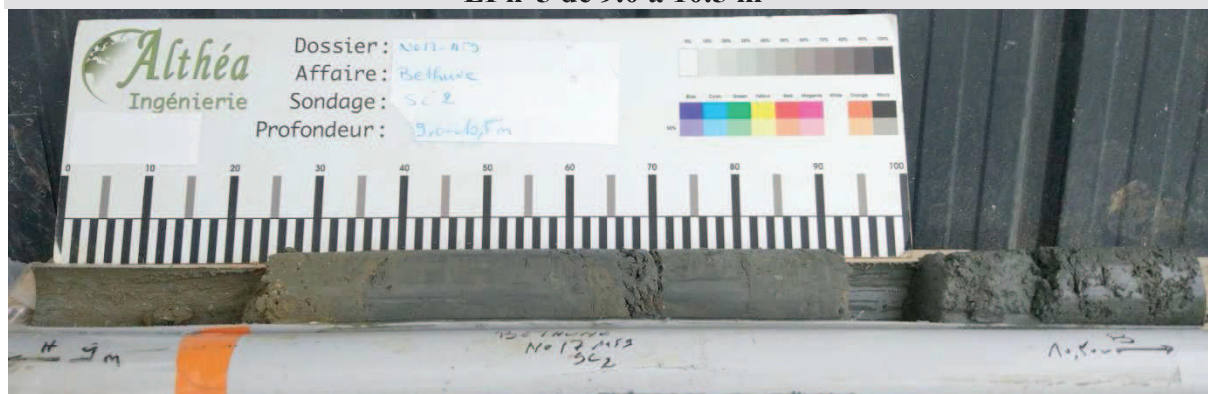
SONDAGE CAROTTÉ SC2

EI n°4 de 7.5 à 9.0 m



SONDAGE CAROTTÉ SC2

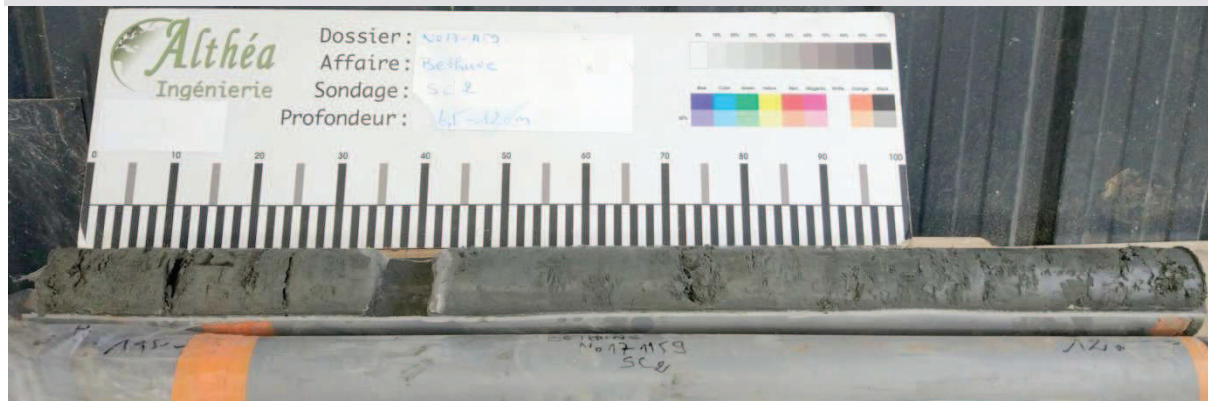
EI n°5 de 9.0 à 10.5 m



PORTS DE BETHUNE

SONDAGE CAROTTÉ SC2

EI n°6 de 10.5 à 12.0 m



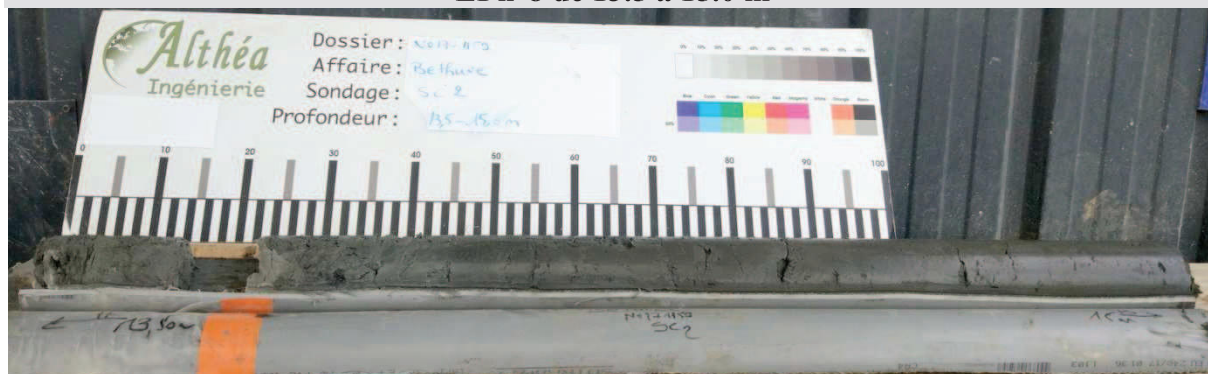
SONDAGE CAROTTE SC1

EI n°7 de 12.0 à 13.5 m



SONDAGE CAROTTE SC2

EI n°8 de 13.5 à 15.0 m



IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : BETHUNE PORT FLUVIAL	
N° d'affaire : NSO.120050	Laboratoire : AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: oui					
Sondage : SC1	Date de prélèvement : 23/05/2012				
Profondeur : 1.60-2.60m	Date de réception : 31/05/2012				
Cote : 0.20-0.44m	Mode de prélèvement : carottage				
Nature matériau : limon	Etuve (°C) <table border="1" style="display:inline-table"><tr><td>X</td><td></td></tr><tr><td>105°C</td><td>50°C</td></tr></table>	X		105°C	50°C
X					
105°C	50°C				

TENEUR EN EAU PONDERALE (NF P 94-050)	
Date de l'essai : 01/06/2012	
Observations :	Résultat :
	Teneur en eau :
	w_n = 20.8 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - METHODE D'IMMERSION DANS L'EAU	
Date de l'essai : 01/06/2012	Résultat :
Conditions :	ρ = 2.07 t/m ³
Conditions de conservations : gaine	Autres paramètres :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau	ρ_d = 1.72 t/m ³
Température de la salle d'essai : 25°C	γ = 20.32 kN/m ³
Observations :	γ_d = 16.83 kN/m ³
	Nom de l'opérateur : jean

LIMITES D'ATTERBERG																
<i>Limite de liquidité à la coupelle et limite de plasticité au rouleau (NF P 94-051)</i>																
Limite de liquidité W_L :	Date de l'essai : 05/06/2012															
<table border="1" style="width:100%"> <tr> <th>Mesure N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> <tr> <td>N</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>28</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td>38.9</td> <td>38.0</td> <td>37.1</td> <td>36.9</td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	4	N	22	25	28	33	w (%) (NF P 94-050)	38.9	38.0	37.1	36.9	
Mesure N°	1	2	3	4												
N	22	25	28	33												
w (%) (NF P 94-050)	38.9	38.0	37.1	36.9												
Limite de plasticité W_p :	Résultats :															
<table border="1" style="width:100%"> <tr> <th>Mesure N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td>26</td> <td>26</td> <td>26</td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	w (%) (NF P 94-050)	26	26	26	W_L (%) = 38							
Mesure N°	1	2	3													
w (%) (NF P 94-050)	26	26	26													
Observations :	W_p (%) = 26															
	I_p = 12															

ESSAI AU BLEU DE METHYLENE (NF P 94-068)	
Date de l'essai :	Fraction 0/5mm dans la fraction 0/50mm
	Proportion : C = 99.85
Observations :	Résultat :
	Valeur de bleu du sol :
	VBS =

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8)	
Date de réception de l'échantillon :	Résultats (fraction 0/2mm - w<2%) :
Observations :	SE₁ = %
	SE₂ = %
	Equivalent de sable :
	SE = %

COEFFICIENT DE FRIABILITE DES SABLES (NF P 18-576)	
Observations :	Résultat :
	F_s = %

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE ET SEDIMENTATION

(réalisé selon les normes NF P 94-056)

Nom de l'affaire :

BETHUNE PORT FLUVIAL

N° d'affaire :

NSO.120050

Laboratoire : AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée:

oui

Sondage : SC1

Date d'essai de prélèvement:

23/05/2012

Profondeur : 1.60-2.60m

Date d'essai :

04/06/2012

Cote : 0.20-0.44m

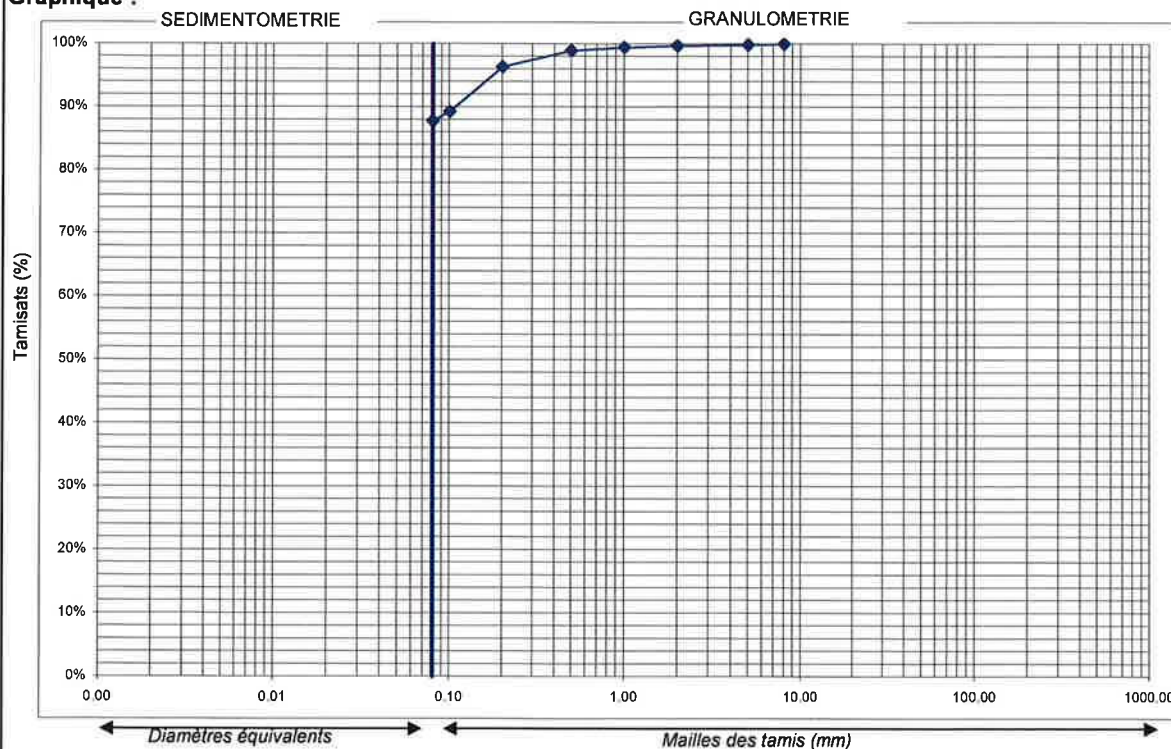
Mode de prélèvement :

carottage

NATURE DU SOL TESTE ET CONDITION D'ESSAI :

Classification NF P 11-300 :	A1	Nature du sol selon Classification granulométrique	limon
Nature du sol :	limon	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum :	Température d'étuvage :
% de passant à :		% estimé d'éléments > d _m	105°C
50 mm = 100.00%	2 mm = 99.66%		Plus gros élément
20 mm = 100.00%	80 µm = 87.73%	dm = 10 mm	Dmax = 8 mm
5 mm = 99.85%	2 µm =		

Graphique :



Facteur d'uniformité Cu : Impossible à déterminer

Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

DONNEES GRANULOMETRIQUES (NF P 94-056)

Résultats :

Mailles (X) mm	80	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08
passant %	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.85	99.66	99.43	98.94	96.34	89.22	87.73
Refus %						0.15	0.34	0.57	1.06	3.66	10.78	12.27

Observations :

4.1	limon
-----	-------

- 1.0

sable
- 2.1

sable limoneux
- 2.2

sableux argileux
- 3.1

limon sableux
- 3.2

limon argilo sableux
- 3.3

argile limono sableuse
- 3.4

argile sableuse
- 4.1

limon
- 4.2

limon argileux
- 4.3

argile limoneuse
- 4.4

argile
- 5.0

sable graveleux
- 6.0

grave sableuse
- 7.0

grave
- 8.1

grave limoneuse
- 8.2

grave argileuse
- 9.1

limon graveleux
- 9.2

limon argilo graveleux
- 9.3

argile limono graveleuse
- 9.4

argile graveleuse
- 10.1

sable limono graveleux
- 10.2

sable argilo graveleux
- 11.1

grave limono sableuse
- 11.2

grave argilo sableuse
- 12.1

limon sable graveleux
- 12.2

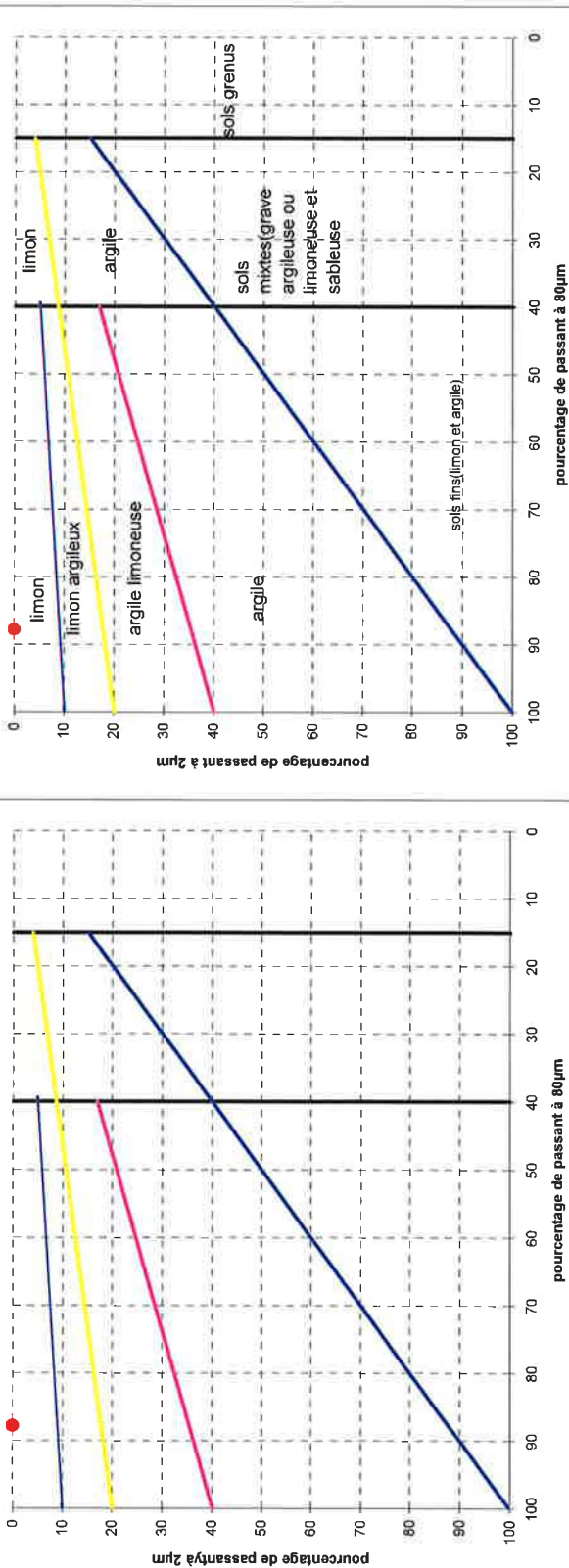
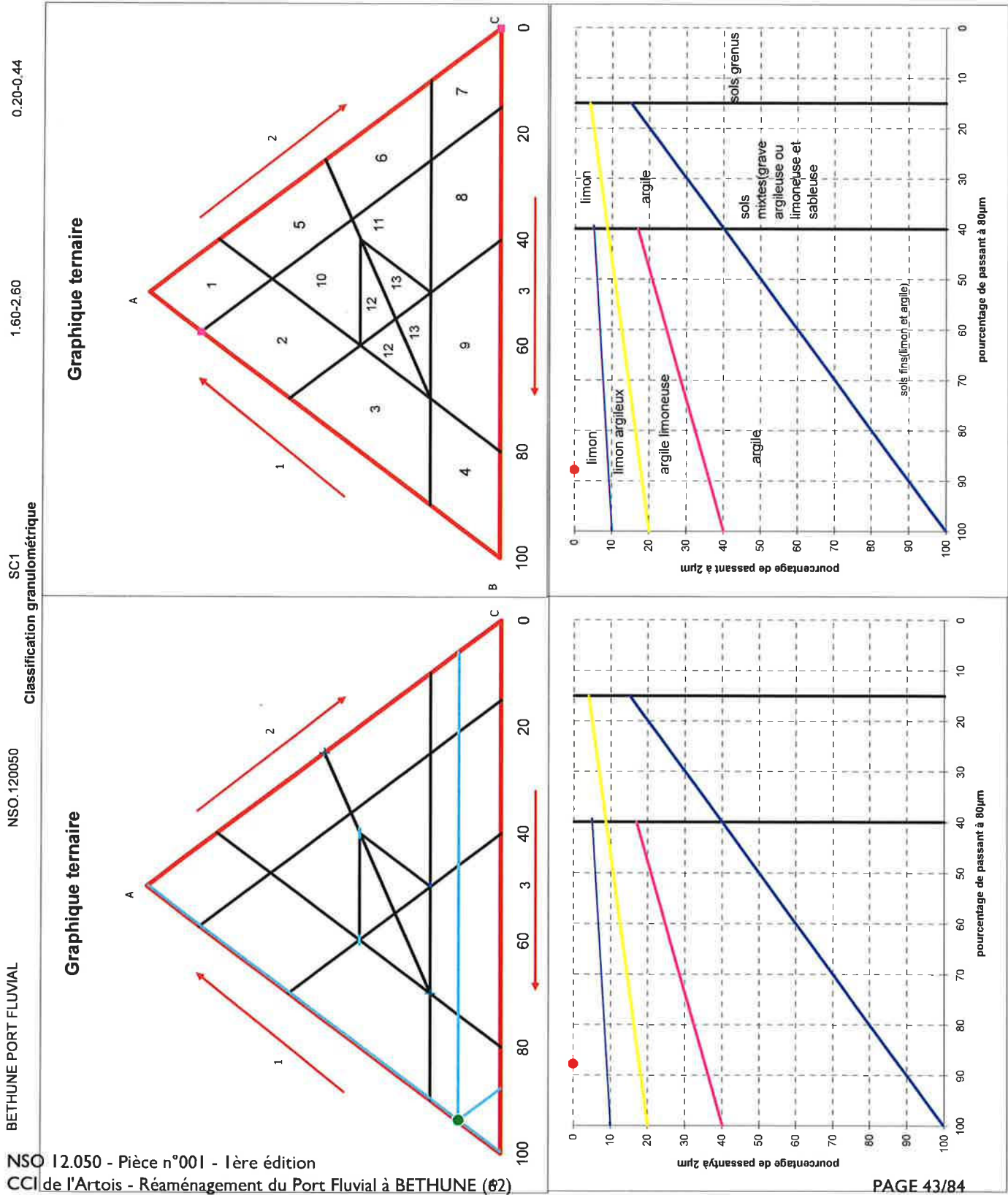
argile sable graveleuse
- 13.1

limon gravelo sableux
- 13.2

argile gravelo sableuse

Résultats				
Vbs				
LA	WL	IP		
	38	12		
ph t/m ³	2.07			
W en %	20.8			

A noter: cette classification granulométrique est faite en fonction des tamis de 80mm 2mm 80µm et 2µm afin de correspondre à la classification GTR NF P 11-300



Nom de l'affaire : BETHUNE - PORT FLUVIAL	
N° d'affaire : NSO.120050	Laboratoire : AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: oui				
Sondage : SC1	Date de prélèvement : 22/05/2012			
Profondeur : 2.80-3.80m	Date de réception : 31/05/2012			
Cote : 0.70-0.88m	Mode de prélèvement : carottage			
Nature matériau : limons argileux sableux beige clair	Etuve (°C) <table border="1" style="display:inline-table"><tr><td>X</td></tr><tr><td>105°C</td></tr><tr><td>50°C</td></tr></table>	X	105°C	50°C
X				
105°C				
50°C				

TENEUR EN EAU PONDERALE (NF P 94-050)	
Date de l'essai : 01/06/2012	
Observations : P20=100% Dmax=1mm	Résultat : Teneur en eau : w_n = 24.0 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - METHODE D'IMMERSION DANS L'EAU	
Date de l'essai :	Résultat :
Conditions :	p = t/m ³
Conditions de conservations : gaine	Autres paramètres :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau	ρ_s = t/m ³
Température de la salle d'essai : °C	γ = kN/m ³
Observations :	γ_s = kN/m ³
Nom de l'opérateur :	

LIMITES D'ATTERBERG																
<i>Limite de liquidité à la coupelle et limite de plasticité au rouleau (NF P 94-051)</i>																
Limite de liquidité W_L :	Date de l'essai :															
<table border="1" style="width:100%"> <tr> <td>Mesure N°</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	4	N					w (%) (NF P 94-050)					
Mesure N°	1	2	3	4												
N																
w (%) (NF P 94-050)																
Limite de plasticité W_p :	Résultats :															
<table border="1" style="width:100%"> <tr> <td>Mesure N°</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	w (%) (NF P 94-050)				W_L (%) =							
Mesure N°	1	2	3													
w (%) (NF P 94-050)																
Observations :	W_p (%) =															
	I_p =															

ESSAI AU BLEU DE METHYLENE (NF P 94-068)	
Date de l'essai :	Fraction 0/5mm dans la fraction 0/50mm Proportion : C =
Observations :	Résultat : Valeur de bleu du sol : VBS =

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8)	
Date de réception de l'échantillon :	Résultats (fraction 0/2mm - w<2%) :
Observations :	SE₁ = %
	SE₂ = %
	Equivalent de sable :
	SE = %

COEFFICIENT DE FRIABILITE DES SABLES (NF P 18-576)	
Observations :	Résultat :
	F_s = %

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire :	BETHUNE - PORT FLUVIAL		
N° d'affaire :	NSO.120050	Laboratoire :	AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée:		oui					
Sondage :	SC1	Date de prélèvement :	22/05/2012				
Profondeur :	4.00-5.00m	Date de réception :	31/05/2012				
Cote :	0.45-0.52m	Mode de prélèvement :	carottage				
Nature matériau :	limons argileux	Etuve (°C)	<table border="1"> <tr> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>105°C</td> <td>50°C</td> </tr> </table>	X		105°C	50°C
X							
105°C	50°C						

TENEUR EN EAU PONDERALE (NF P 94-050)	
Date de l'essai :	01/06/2012
Observations :	Résultat :
	Teneur en eau :
	w_n = 19.8 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - METHODE D'IMMERSION DANS L'EAU	
Date de l'essai :	01/06/2012
Conditions :	Résultat :
Conditions de conservations :	gaine
Conditions de préparation :	immersion dans l'eau
Température de la salle d'essai :	23°C
Observations :	Autres paramètres :
	p = 2.05 t/m³
	p_d = 1.71 t/m³
	γ = 20.11 kN/m³
	γ_d = 16.79 kN/m³
	Nom de l'opérateur : sam

LIMITES D'ATTERBERG																
Limite de liquidité à la coupelle et limite de plasticité au rouleau (NF P 94-051)																
Limite de liquidité W_L :	Date de l'essai :															
<table border="1"> <tr> <td>Mesure N°</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	4	N					w (%) (NF P 94-050)					
Mesure N°	1	2	3	4												
N																
w (%) (NF P 94-050)																
Limite de plasticité W_p :	Résultats :															
<table border="1"> <tr> <td>Mesure N°</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	w (%) (NF P 94-050)				W_L (%) =							
Mesure N°	1	2	3													
w (%) (NF P 94-050)																
	W_p (%) =															
Observations :	I_p =															

ESSAI AU BLEU DE METHYLENE (NF P 94-068)	
Date de l'essai :	Fraction 0/5mm dans la fraction 0/50mm
	Proportion : C =
Observations :	Résultat :
	Valeur de bleu du sol :
	VBS =

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8)	
Date de réception de l'échantillon :	Résultats (fraction 0/2mm - w<2%) :
Observations :	SE₁ = %
	SE₂ = %
	Equivalent de sable :
	SE = %

COEFFICIENT DE FRIABILITE DES SABLES (NF P 18-576)	
Observations :	Résultat :
	F_s = %

Nom de l'affaire : BETMUNE - PORT FLUVIAL	
N° d'affaire : NSO.120050	Laboratoire : AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: oui					
Sondage : SC1	Date de prélèvement : 22/05/2012				
Profondeur : 5.20-6.20m	Date de réception : 31/05/2012				
Cote : 0.40-0.50m	Mode de prélèvement : carottage				
Nature matériau : limon	Etuve (°C) <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>X</td><td></td></tr><tr><td>105°C</td><td>50°C</td></tr></table>	X		105°C	50°C
X					
105°C	50°C				

TENEUR EN EAU PONDERALE (NF P 94-050)	
Date de l'essai : 01/06/2012	
Observations :	Résultat :
	Teneur en eau :
	w_n = 31.1 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - METHODE D'IMMERSION DANS L'EAU	
Date de l'essai :	Résultat :
Conditions :	ρ = t/m³
Conditions de conservations : gaine	Autres paramètres :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau	ρ_d = t/m³
Température de la salle d'essai : °C	γ = kN/m³
Observations :	γ_s = kN/m³
	Nom de l'opérateur :

LIMITES D'ATTERBERG																
<i>Limite de liquidité à la coupelle et limite de plasticité au rouleau (NF P 94-051)</i>																
Limite de liquidité W_L :	Date de l'essai : 05/06/2012															
<table border="1" style="display: inline-table;"> <tr> <th>Mesure N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> <tr> <td>N</td> <td>15</td> <td>18</td> <td>21</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td>40.7</td> <td>40.0</td> <td>39.2</td> <td>38.5</td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	4	N	15	18	21	24	w (%) (NF P 94-050)	40.7	40.0	39.2	38.5	
Mesure N°	1	2	3	4												
N	15	18	21	24												
w (%) (NF P 94-050)	40.7	40.0	39.2	38.5												
Limite de plasticité W_p :	Résultats :															
<table border="1" style="display: inline-table;"> <tr> <th>Mesure N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td>27</td> <td>27</td> <td>27</td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	w (%) (NF P 94-050)	27	27	27	W_L (%) = 38							
Mesure N°	1	2	3													
w (%) (NF P 94-050)	27	27	27													
Observations :	W_p (%) = 27															
	I_p = 11															

ESSAI AU BLEU DE METHYLENE (NF P 94-068)	
Date de l'essai :	Fraction 0/5mm dans la fraction 0/50mm
	Proportion : C = 100
Observations :	Résultat :
	Valeur de bleu du sol :
	VBS =

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8)	
Date de réception de l'échantillon :	Résultats (fraction 0/2mm - w<2%) :
Observations :	SE₁ = %
	SE₂ = %
	Equivalent de sable :
	SE = %

COEFFICIENT DE FRIABILITE DES SABLES (NF P 18-576)	
Observations :	Résultat :
	F_s = %

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE ET SEDIMENTATION

(réalisé selon les normes NF P 94-056)

Nom de l'affaire :

BETMUNE - PORT FLUVIAL

N° d'affaire :

NSO.120050

Laboratoire : AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée:

oui

Sondage : SC1

Date d'essai de prélèvement:

22/05/2012

Profondeur : 5.20-6.20m

Date d'essai :

00/01/1900

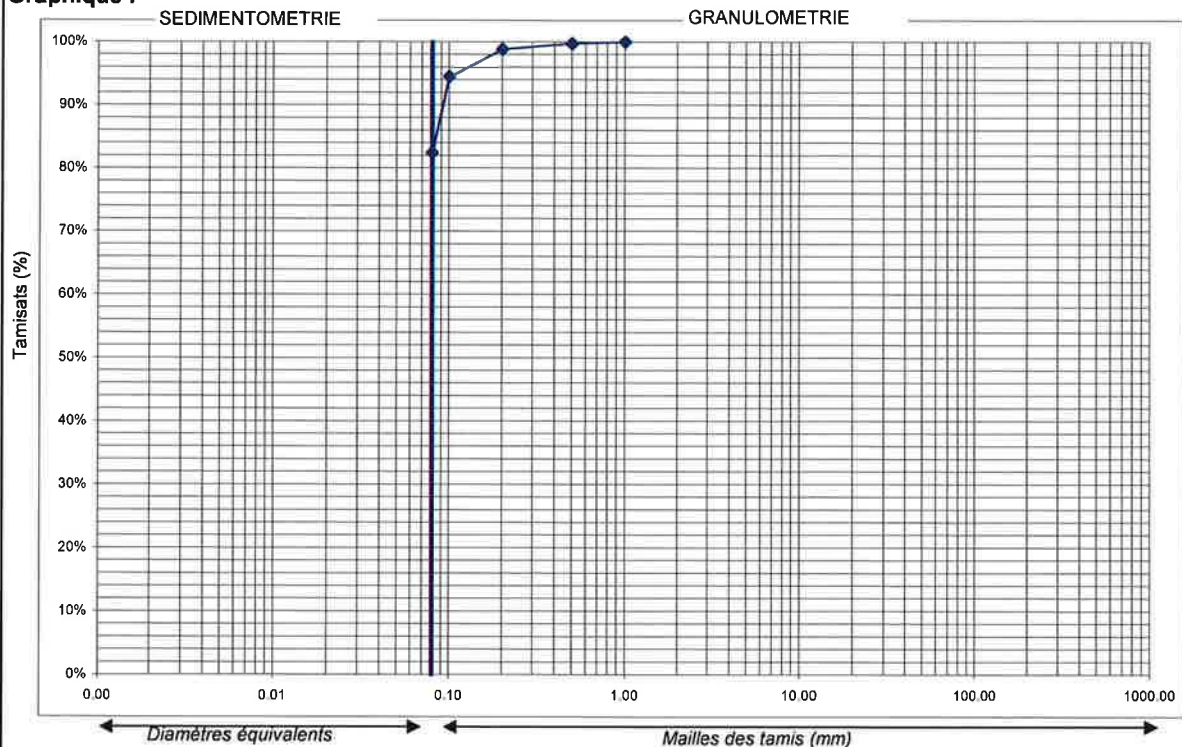
Cote : 0.40-0.50m

Mode de prélèvement :

carottage

NATURE DU SOL TESTE ET CONDITION D'ESSAI :

Classification NF P 11-300 :	A1	Nature du sol selon Classification granulométrique	limon
Nature du sol :	limon	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum :	% estimé d'éléments > d_m
% de passant à :			Température d'étuvage : 105°C
50 mm = 100.00%	2 mm = 100.00%		Plus gros élément
20 mm = 100.00%	80 μ m = 82.44%	d_m = 2 mm	Dmax = 1 mm
5 mm = 100.00%	2 μ m =		

Graphique :

Facteur d'uniformité C_u : Impossible à déterminer | Facteur de courbure C_c : Impossible à déterminer

DONNEES GRANULOMETRIQUES (NF P 94-056)
Résultats :

Mailles (X) mm	80	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08
passant %	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.99	99.73	98.85	94.49	82.44
Refus %								0.01	0.27	1.15	5.51	17.56

Observations :

4.1	limon
-----	-------

- 1.0

sable
- 2.1

sable limoneux
- 2.2

sableux argileux
- 3.1

limon sableux
- 3.2

limon argilo sableux
- 3.3

argile limono sableuse
- 3.4

argile sableuse
- 4.1

limon
- 4.2

limon argileux
- 4.3

argile limoneuse
- 4.4

argile
- 5.0

sable graveleux
- 6.0

grave sableux
- 7.0

grave
- 8.1

grave limoneuse
- 8.2

grave argileuse
- 9.1

limon graveleux
- 9.2

limon argilo graveleux
- 9.3

argile limono graveleuse
- 9.4

argile graveleuse
- 10.1

sable limono graveleux
- 10.2

sable argilo graveleux
- 11.1

grave limono sableuse
- 11.2

grave argilo sableuse
- 12.1

limon sable graveleux
- 12.2

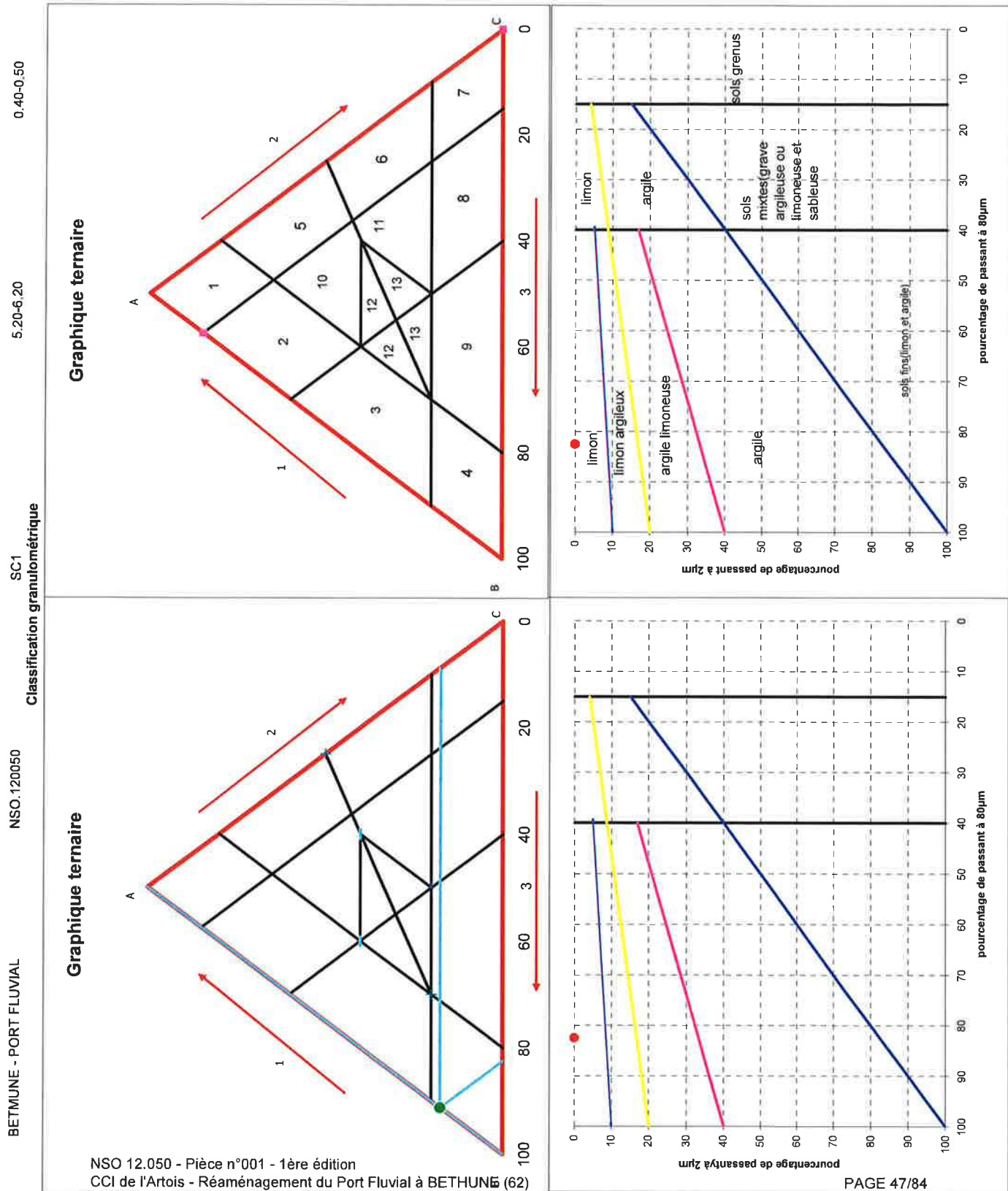
argile sable graveleuse
- 13.1

limon gravele sableux
- 13.2

argile gravele sableuse

Résultats				
Vbs				
LA	WL	IP		
	38	11		
ph t/m³				
W en %	31.1			

A noter: cette classification granulométrique est faite en fonction des tamis de 80mm 2mm 80µm et 2µm afin de correspondre à la classification GTR NF P 11-300



Nom de l'affaire :	BETHUNE PORT FLUVIAL
N° d'affaire :	NSO.120050
Laboratoire :	AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: 0					
Sondage :	SC1				
Profondeur :	6.40-7.20m				
Cote :	0.50-0.70m				
Nature matériau :	sable argileux				
Date de prélèvement :	23/05/2012				
Date de réception :	31/05/2012				
Mode de prélèvement :	carottage				
Etuve (°C)	<table border="1" style="display: inline-table;"> <tr> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>105°C</td> <td>50°C</td> </tr> </table>	X		105°C	50°C
X					
105°C	50°C				

TENEUR EN EAU PONDERALE (NF P 94-050)	
Date de l'essai :	01/06/2012
Observations :	Résultat :
	Teneur en eau :
	w_n = 30.4 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - METHODE D'IMMERSION DANS L'EAU	
Date de l'essai :	01/06/2012
Conditions :	Résultat :
Conditions de conservations :	gaine
Conditions de préparation :	immersion dans l'eau
Température de la salle d'essai :	°C
Observations :	Autres paramètres :
	ρ = 1.90 t/m³
	ρ_d = 1.45 t/m³
	γ = 18.61 kN/m³
	γ_d = 14.27 kN/m³
	Nom de l'opérateur : sp

LIMITES D'ATTERBERG																
<i>Limite de liquidité à la coupelle et limite de plasticité au rouleau (NF P 94-051)</i>																
Limite de liquidité W_L :	Date de l'essai :															
<table border="1" style="display: inline-table;"> <tr> <th>Mesure N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> <tr> <td>N</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	4	N					w (%) (NF P 94-050)					
Mesure N°	1	2	3	4												
N																
w (%) (NF P 94-050)																
Limite de plasticité W_p :	Résultats :															
<table border="1" style="display: inline-table;"> <tr> <th>Mesure N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	w (%) (NF P 94-050)				W_L (%) =							
Mesure N°	1	2	3													
w (%) (NF P 94-050)																
	W_p (%) =															
Observations :	I_p =															

ESSAI AU BLEU DE METHYLENE (NF P 94-068)	
Date de l'essai :	Fraction 0/5mm dans la fraction 0/50mm
	Proportion : C =
Observations :	Résultat :
	Valeur de bleu du sol :
	VBS =

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8)	
Date de réception de l'échantillon :	Résultats (fraction 0/2mm - w<2%) :
	SE₁ = %
Observations :	SE₂ = %
	Equivalent de sable :
	SE = %

COEFFICIENT DE FRIABILITE DES SABLES (NF P 18-576)	
Observations :	Résultat :
	F_s = %

Nom de l'affaire : BETHUNE PORT FLUVIAL	
N° d'affaire : NSO.120050	Laboratoire : AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: oui					
Sondage : SC2	Date de prélèvement : 23/05/2012				
Profondeur : 2.20-3.20m	Date de réception : 31/05/2012				
Cote : 0.37-0.50m	Mode de prélèvement : carottage				
Nature matériau : limons verdatres	Etuve (°C) <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>X</td><td></td></tr><tr><td>105°C</td><td>50°C</td></tr></table>	X		105°C	50°C
X					
105°C	50°C				

TENEUR EN EAU PONDERALE (NF P 94-050)	
Date de l'essai : 01/06/2012	
Observations :	Résultat :
	Teneur en eau :
	w_n = 29.1 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - METHODE D'IMMERSION DANS L'EAU	
Date de l'essai : 01/06/2012	Résultat :
Conditions :	ρ = 1.97 t/m ³
Conditions de conservations : gaine	Autres paramètres :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau	ρ_d = 1.53 t/m ³
Température de la salle d'essai : 25°C	γ = 19.34 kN/m ³
Observations :	γ_d = 14.98 kN/m ³
	Nom de l'opérateur : jean

LIMITES D'ATTERBERG																
<i>Limite de liquidité à la coupelle et limite de plasticité au rouleau (NF P 94-051)</i>																
Limite de liquidité W_L :	Date de l'essai : 05/06/2012															
<table border="1" style="display: inline-table;"> <tr> <th>Mesure N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> <tr> <td>N</td> <td>15</td> <td>18</td> <td>21</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td>35.9</td> <td>34.7</td> <td>34.2</td> <td>33.3</td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	4	N	15	18	21	24	w (%) (NF P 94-050)	35.9	34.7	34.2	33.3	
Mesure N°	1	2	3	4												
N	15	18	21	24												
w (%) (NF P 94-050)	35.9	34.7	34.2	33.3												
Limite de plasticité W_p :																
<table border="1" style="display: inline-table;"> <tr> <th>Mesure N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td>23</td> <td>23</td> <td>23</td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	w (%) (NF P 94-050)	23	23	23	Résultats :							
Mesure N°	1	2	3													
w (%) (NF P 94-050)	23	23	23													
Observations :	W_L (%) = 33															
	W_p (%) = 23															
	I_p = 10															

ESSAI AU BLEU DE METHYLENE (NF P 94-068)	
Date de l'essai :	Fraction 0/5mm dans la fraction 0/50mm
	Proportion : C = 99.67
Observations :	Résultat :
	Valeur de bleu du sol :
	VBS =

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8)	
Date de réception de l'échantillon :	Résultats (fraction 0/2mm - w<2%) :
Observations :	SE₁ = %
	SE₂ = %
	Equivalent de sable :
	SE = %

COEFFICIENT DE FRIABILITE DES SABLES (NF P 18-576)	
Observations :	Résultat :
	F_s = %

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE ET SEDIMENTATION

(réalisé selon les normes NF P 94-056)

Nom de l'affaire :

BETHUNE PORT FLUVIAL

N° d'affaire :

NSO.120050

Laboratoire : AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée:

oui

Sondage : SC2

Date d'essai de prélèvement:

23/05/2012

Profondeur : 2.20-3.20m

Date d'essai :

04/06/2012

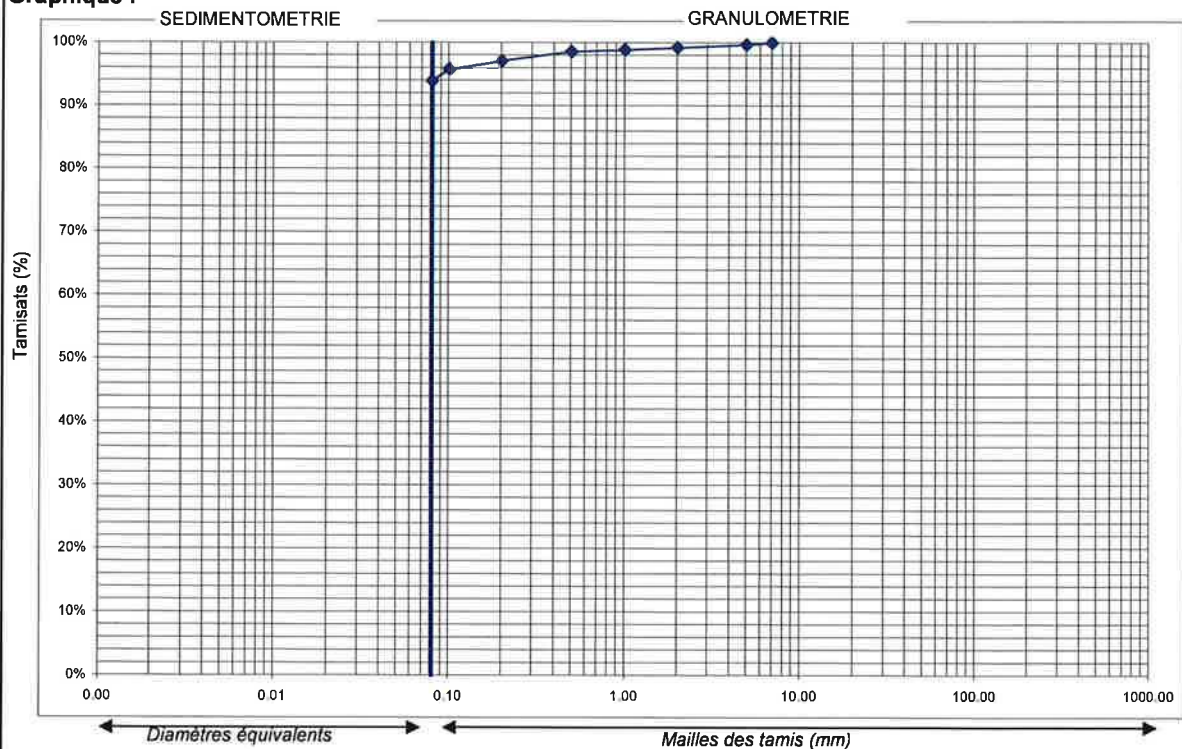
Cote : 0.37-0.50m

Mode de prélèvement :

carottage

NATURE DU SOL TESTE ET CONDITION D'ESSAI :

Classification NF P 11-300 :	A1	Nature du sol selon Classification granulométrique	limon
Nature du sol :	limons verdatres	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum :	% estimé d'éléments > d_m
% de passant à :			Température d'étuvage :
50 mm = 100.00%	2 mm = 99.25%		105°C
20 mm = 100.00%	80 µm = 93.94%		Plus gros élément
5 mm = 99.67%	2 µm =	dm = 10 mm	Dmax = 7 mm

Graphique :


Facteur d'uniformité Cu : Impossible à déterminer Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

DONNEES GRANULOMETRIQUES (NF P 94-056)
Résultats :

Mailles (X) mm	80	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08
passant %	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.67	99.25	98.91	98.54	97.11	95.78	93.94
Refus %						0.33	0.75	1.09	1.46	2.89	4.22	6.06

Observations :

4.1	limon
-----	-------

- 1.0

sable
- 2.1

sable limoneux
- 2.2

sableux argileux
- 3.1

limon sableux
- 3.2

limon argilo sableux
- 3.3

argile limono sableuse
- 3.4

argile sableuse
- 4.1

limon
- 4.2

limon argileux
- 4.3

argile limoneuse
- 4.4

argile
- 5.0

sable graveleux
- 6.0

grave sableux
- 7.0

grave
- 8.1

grave limoneuse
- 8.2

grave argileuse
- 9.1

limon graveleux
- 9.2

limon argilo graveleux
- 9.3

argile limono graveleuse
- 9.4

argile graveleuse
- 10.1

sable limono graveleux
- 10.2

sable argilo graveleux
- 11.1

grave limono sableuse
- 11.2

grave argilo sableuse
- 12.1

limon sable graveleux
- 12.2

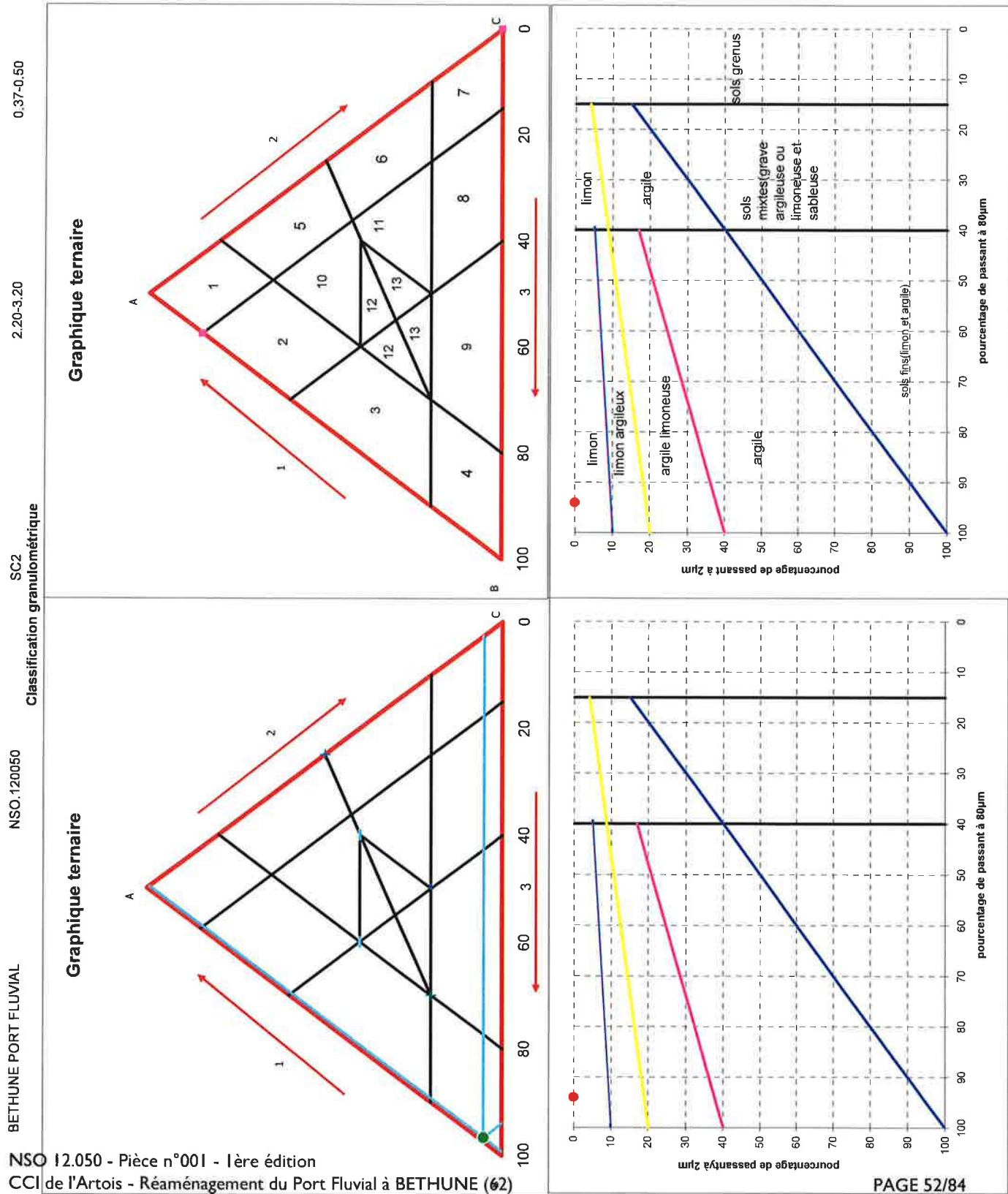
argile sable graveleuse
- 13.1

limon gravele sableux
- 13.2

argile gravele sableuse

Résultats				
Vbs				
LA	WL	IP		10
	33			
ph t/m ³	1.97			
W en %	29.1			

A noter: cette classification granulométrique est faite en fonction des tamis de 80mm 2mm 80µm et 2µm afin de correspondre à la classification GTR NF P 11-300



IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : BETHUNE - PORT FLUVIAL	
N° d'affaire : NSO.120050	Laboratoire : AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: oui					
Sondage : SC2	Date de prélèvement : 22/05/2012				
Profondeur : 3.40-4.40m	Date de réception : 31/05/2012				
Cote : 0.70-0.88m	Mode de prélèvement : carottage				
Nature matériau : limons argileux gris foncé	Etuve (°C) <table border="1" style="display:inline-table"><tr><td>X</td><td></td></tr><tr><td>105°C</td><td>50°C</td></tr></table>	X		105°C	50°C
X					
105°C	50°C				

TENEUR EN EAU PONDERALE (NF P 94-050)	
Date de l'essai : 01/06/2012	
Observations :	Résultat :
	Teneur en eau :
	w_n = 38.0 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - METHODE D'IMMERSION DANS L'EAU	
Date de l'essai :	Résultat :
Conditions :	ρ = t/m ³
Conditions de conservations : gaine	Autres paramètres :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau	ρ_d = t/m ³
Température de la salle d'essai : °C	γ = kN/m ³
Observations :	γ_d = kN/m ³
	Nom de l'opérateur :

LIMITES D'ATTERBERG					
<i>Limite de liquidité à la coupelle et limite de plasticité au rouleau (NF P 94-051)</i>					
Limite de liquidité W_L :					Date de l'essai : 05/06/2012
Mesure N°	1	2	3	4	
N	17	20	23	26	
w (%) (NF P 94-050)	49.9	49.0	48.1	47.2	
Limite de plasticité W_p :					
Mesure N°	1	2	3		
w (%) (NF P 94-050)	28	27	27		
Observations :					Résultats :
					W_L (%) = 47
					W_p (%) = 28
					I_p = 19

ESSAI AU BLEU DE METHYLENE (NF P 94-068)	
Date de l'essai :	Fraction 0/5mm dans la fraction 0/50mm
	Proportion : C =
Observations :	Résultat :
	Valeur de bleu du sol :
	VBS =

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8)	
Date de réception de l'échantillon :	Résultats (fraction 0/2mm - w<2%) :
	SE₁ = %
Observations :	SE₂ = %
	Equivalent de sable :
	SE = %

COEFFICIENT DE FRIABILITE DES SABLES (NF P 18-576)	
Observations :	Résultat :
	F_s = %

Nom de l'affaire :	PORT FLUVIAL BETHANE		
N° d'affaire :	NSO.120050	Laboratoire :	AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée:		oui					
Sondage :	SC2	Date de prélèvement :	22/05/2012				
Profondeur :	4.60-5.80m	Date de réception :	31/05/2012				
Cote :	0.40-0.50m	Mode de prélèvement :	carottage				
Nature matériau :	argile sableuse gris foncé	Etuve (°C)	<table border="1"> <tr> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>105°C</td> <td>50°C</td> </tr> </table>	X		105°C	50°C
X							
105°C	50°C						

TENEUR EN EAU PONDERALE (NF P 94-050)	
Date de l'essai :	01/06/2012
Observations :	Résultat :
W a garder pour Ys	Teneur en eau :
	w_n = 38.3 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - METHODE D'IMMERSION DANS L'EAU	
Date de l'essai :	01/06/2012
Conditions :	Résultat :
Conditions de conservations :	gaine
Conditions de préparation :	immersion dans l'eau
Température de la salle d'essai :	23°C
Observations :	Autres paramètres :
	p = 1.85 t/m ³
	ρ_d = 1.34 t/m ³
	γ = 18.19 kN/m ³
	γ_d = 13.15 kN/m ³
	Nom de l'opérateur : sam

LIMITES D'ATTERBERG																
<i>Limite de liquidité à la coupelle et limite de plasticité au rouleau (NF P 94-051)</i>																
Limite de liquidité W_L :	Date de l'essai :															
<table border="1"> <tr> <td>Mesure N°</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	4	N					w (%) (NF P 94-050)					
Mesure N°	1	2	3	4												
N																
w (%) (NF P 94-050)																
Limite de plasticité W_P :	Résultats :															
<table border="1"> <tr> <td>Mesure N°</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	w (%) (NF P 94-050)				W_L (%) =							
Mesure N°	1	2	3													
w (%) (NF P 94-050)																
	W_P (%) =															
Observations :	I_p =															

ESSAI AU BLEU DE METHYLENE (NF P 94-068)	
Date de l'essai :	Fraction 0/5mm dans la fraction 0/50mm
	Proportion : C = 100
Observations :	Résultat :
	Valeur de bleu du sol :
	VBS =

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8)	
Date de réception de l'échantillon :	Résultats (fraction 0/2mm - w<2%) :
Observations :	SE₁ = %
	SE₂ = %
	Equivalent de sable :
	SE = %

COEFFICIENT DE FRIABILITE DES SABLES (NF P 18-576)	
Observations :	Résultat :
	F_s = %

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE ET SEDIMENTATION

(réalisé selon les normes NF P 94-056)

Nom de l'affaire :

PORT FLUVIAL BETHANE

N° d'affaire :

NSO.120050

Laboratoire : AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée:

oui

Sondage : SC2

Date d'essai de prélèvement:

22/05/2012

Profondeur : 4.60-5.80m

Date d'essai :

04/06/2012

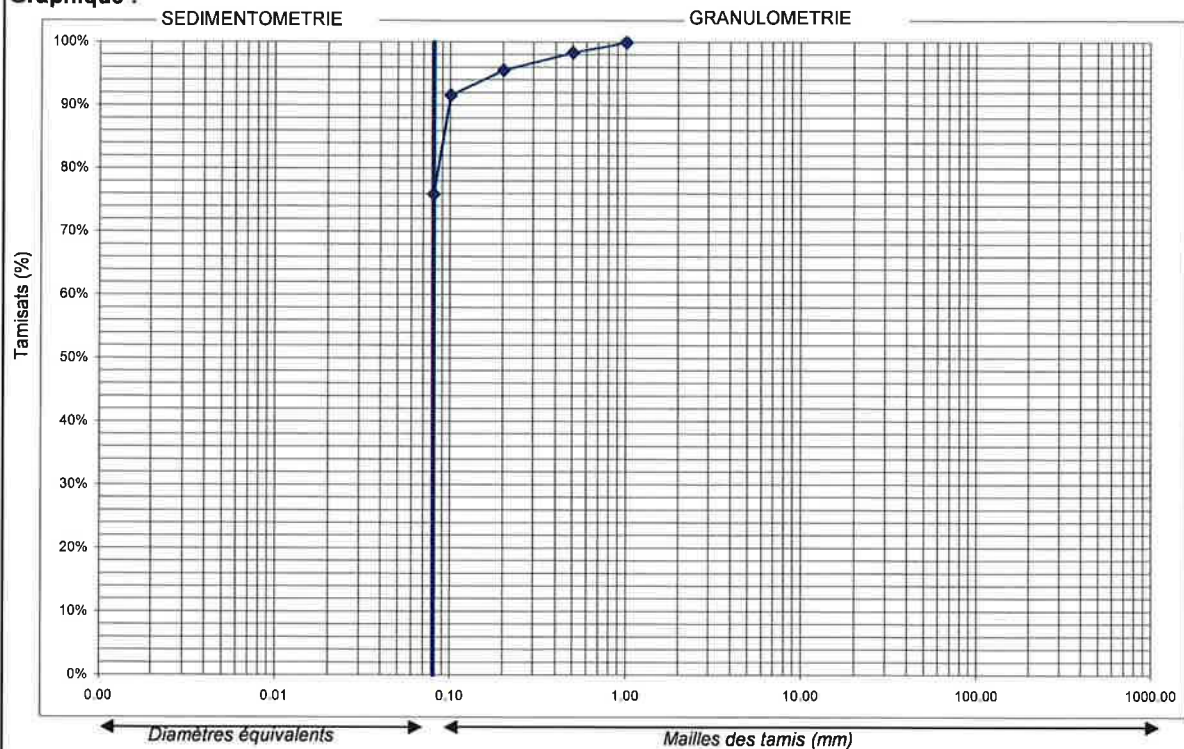
Cote : 0.40-0.50m

Mode de prélèvement :

carottage

NATURE DU SOL TESTE ET CONDITION D'ESSAI :

Classification NF P 11-300 :	0	Nature du sol selon Classification granulométrique	argile sableuse
Nature du sol :	argile sableuse gris foncé	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum :	% estimé d'éléments > d_m
% de passant à :			Température d'étuvage :
50 mm = 100.00%	2 mm = 100.00%		105°C
20 mm = 100.00%	80 μ m = 75.89%		Plus gros élément
5 mm = 100.00%	2 μ m =	d_m = 2 mm	Dmax = 1 mm

Graphique :


Facteur d'uniformité Cu : Impossible à déterminer Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

DONNEES GRANULOMETRIQUES (NF P 94-056)
Résultats :

Mailles (X) mm	80	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08
passant %	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.96	98.33	95.53	91.54	75.89
Refus %								0.04	1.67	4.47	8.46	24.11

Observations :

3.4	argile sableuse
-----	-----------------

- 1.0

sable
- 2.1

sable limoneux
- 2.2

sableux argileux
- 3.1

limon sableux
- 3.2

limon argilo sableux
- 3.3

argile limono sableuse
- 3.4

argile sableuse
- 4.1

limon
- 4.2

limon argileux
- 4.3

argile limoneuse
- 4.4

argile
- 5.0

sable graveleux
- 6.0

grave sableuse
- 7.0

grave
- 8.1

grave limoneuse
- 8.2

grave argileuse
- 9.1

limon graveleux
- 9.2

limon argilo graveleux
- 9.3

argile limono graveleuse
- 9.4

argile graveleuse
- 10.1

sable limono graveleux
- 10.2

sable argilo graveleux
- 11.1

grave limono sableuse
- 11.2

grave argilo sableuse
- 12.1

limon sablo graveleux
- 12.2

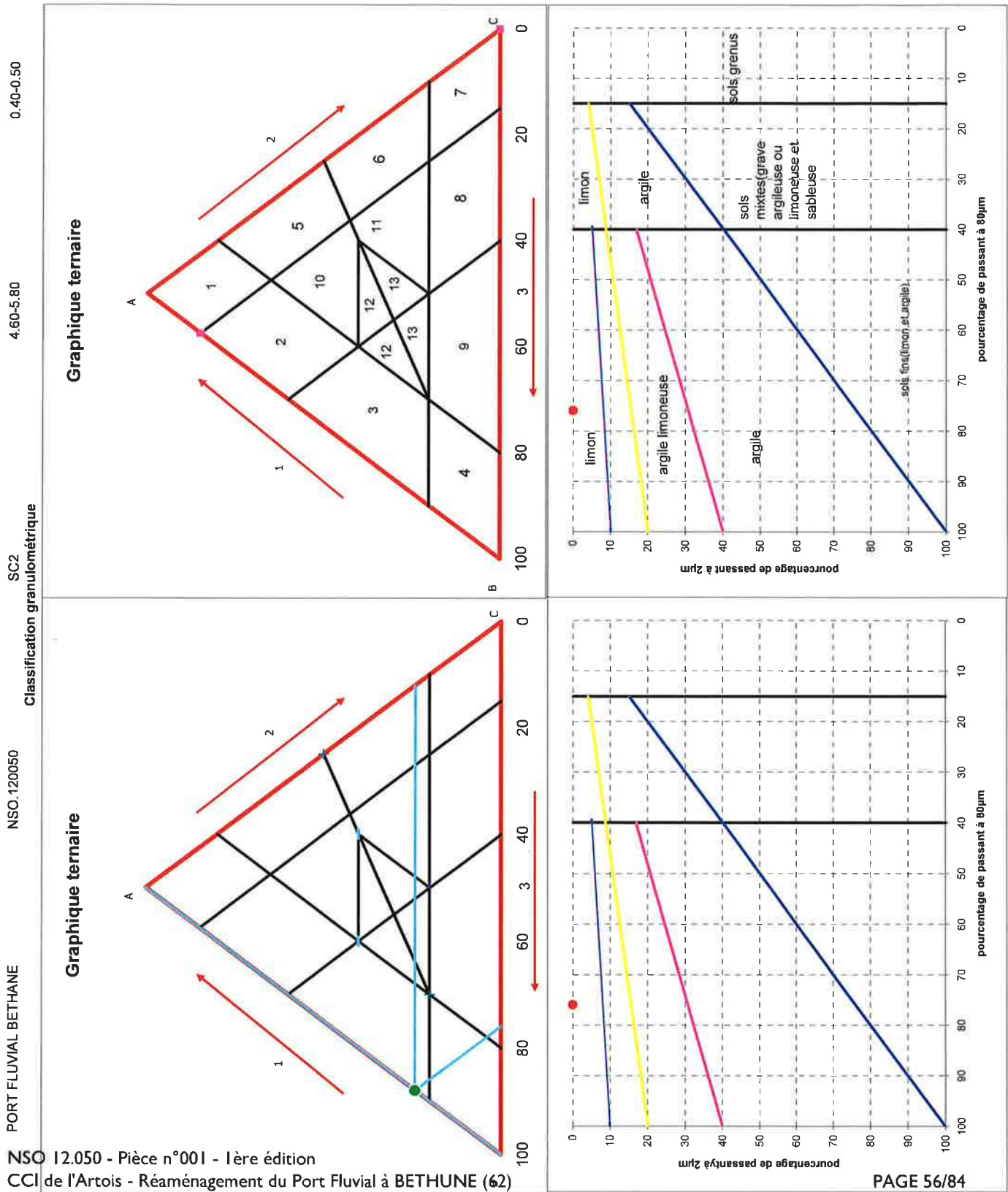
argile sablo graveleuse
- 13.1

limon graveleux
- 13.2

argile graveleux sableuse

Résultats			
Vbs			
LA	WL	JP	
ph t/m³	1.85		
W en %	38.3		

A noter cette classification granulométrique est faite en fonction des tamis de 80mm 2mm 80µm et 2µm afin de correspondre à la classification GTR NF P 11-300



Nom de l'affaire : BETHUNE PORT FLUVIAL	
N° d'affaire : NSO.120050	Laboratoire : AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: 0					
Sondage : SC2	Date de réception :				
Profondeur : 5.80-6.80m	Mode de prélèvement : carottage				
Cote : 0.38-0.60m	Etuve (°C) <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>X</td><td></td></tr><tr><td>105°C</td><td>50°C</td></tr></table>	X		105°C	50°C
X					
105°C	50°C				
Nature matériau : argiles silteuses					

TENEUR EN EAU PONDERALE (NF P 94-050)	
Date de l'essai : 01/06/2012	Résultat :
Observations : dmax 2mm	Teneur en eau :
	w_n = 40.7 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - METHODE D'IMMERSION DANS L'EAU	
Date de l'essai : 01/06/2012	Résultat :
Conditions :	ρ = 1.78 t/m ³
Conditions de conservations : gaine	Autres paramètres :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau	ρ_d = 1.26 t/m ³
Température de la salle d'essai : °C	γ = 17.42 kN/m ³
Observations :	γ_d = 12.39 kN/m ³
	Nom de l'opérateur :

LIMITES D'ATTERBERG																
<i>Limite de liquidité à la coupelle et limite de plasticité au rouleau (NF P 94-051)</i>																
Limite de liquidité W_L :	Date de l'essai :															
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>Mesure N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> <tr> <td>N</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	4	N					w (%) (NF P 94-050)					
Mesure N°	1	2	3	4												
N																
w (%) (NF P 94-050)																
Limite de plasticité W_p :	Résultats :															
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>Mesure N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> <tr> <td>w (%) (NF P 94-050)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	w (%) (NF P 94-050)				W_L (%) =							
Mesure N°	1	2	3													
w (%) (NF P 94-050)																
Observations :	W_p (%) =															
	I_p =															

ESSAI AU BLEU DE METHYLENE (NF P 94-068)	
Date de l'essai :	Fraction 0/5mm dans la fraction 0/50mm
	Proportion : C =
Observations :	Résultat :
	Valeur de bleu du sol :
	VBS =

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8)	
Date de réception de l'échantillon :	Résultats (fraction 0/2mm - w<2%) :
Observations :	SE₁ = %
	SE₂ = %
	Equivalent de sable :
	SE = %

COEFFICIENT DE FRIABILITE DES SABLES (NF P 18-576)	
Observations :	Résultat :
	F_s = %

ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE : CISAILLEMENT DIRECT

(réalisé selon la norme NF P 94-071-1)

Nom de l'affaire : BETHUNE PORT FLUVIAL

Laboratoire : AVIGNON

N° d'affaire : NSO.120050

Sondage : SC2
Profondeur : 3.40-4.40m
Cote : 0.70-0.88m

Date de prélèvement :
Date d'essai: 01/06/2012

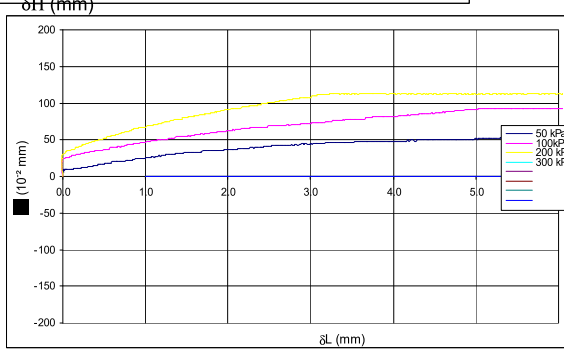
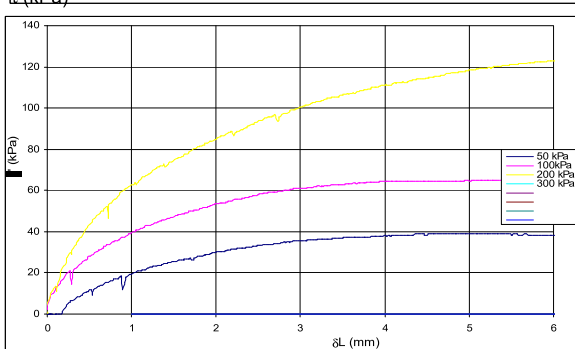
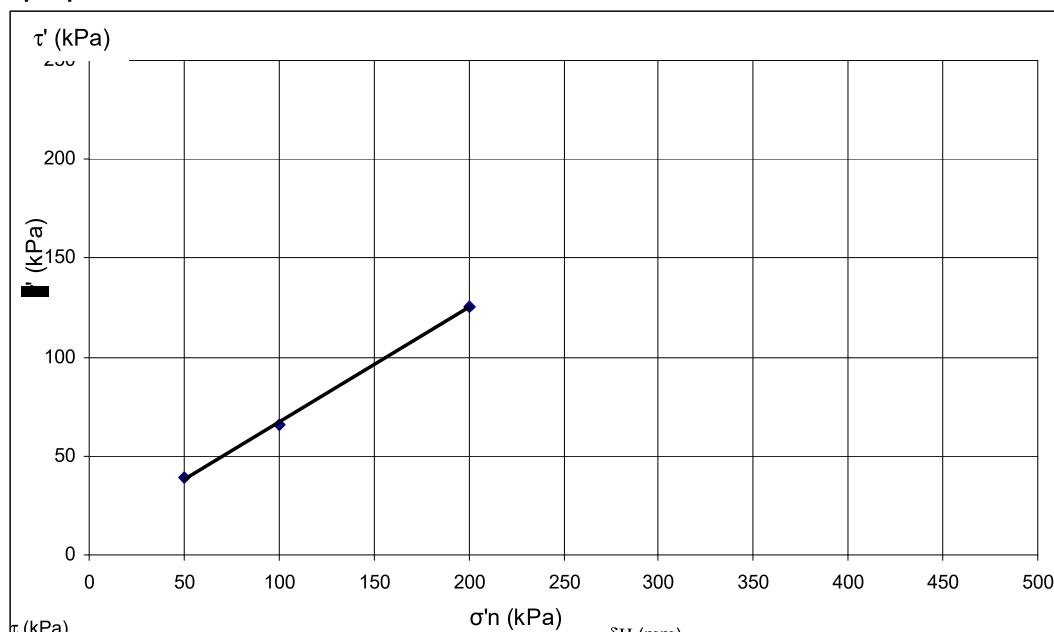
Identification des éprouvettes de sol :

σ'_N (kPa)	Avant Essai					Après consolidation	Après cisaillement
	Hi (mm)	pd _i (t/m ³)	w _i (%)	e	S _{ri} (%)	pd (t/m ³)	w _f (%)
50	26.48	1.19	46.9	1.263	98.4	1.3	36.4
100	26.48	1.17	49.2	1.312	99.36	1.3	36.0
200	26.18	1.12	50.8	1.407	95.65	1.3	37.4

Caractéristiques de l'éprouvette :

Largeur = 60 mm
Vitesse de cisaillement = 5 μ m/min
ps estimée = 2.70 t/m³

Graphiques :



Observations :

Résultats :

σ'_N (kPa)	50	100	200	
τ' (kPa)	39.3	65.1	118.5	
δl (mm)	4.84	5	5	
Φ' (°)	30			
C' (kPa)	9			

ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE : CISAILLEMENT DIRECT

(réalisé selon la norme NF P 94-071-1)

Nom de l'affaire : BETHUNE PORT FLUVIAL

Laboratoire : AVIGNON

N° d'affaire : NSO.120050

Sondage : SC2
Profondeur : 5.80-6.80m
Cote : 0.38-0.60m

Date de prélèvement :
Date d'essai: 01/06/2012

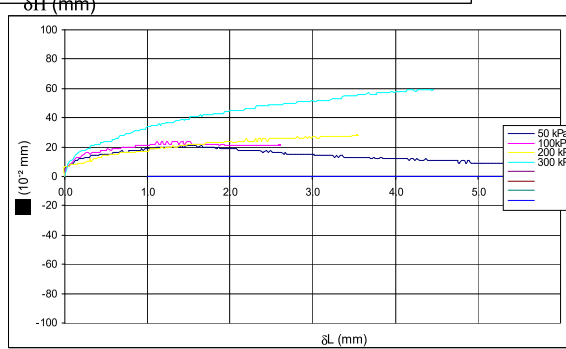
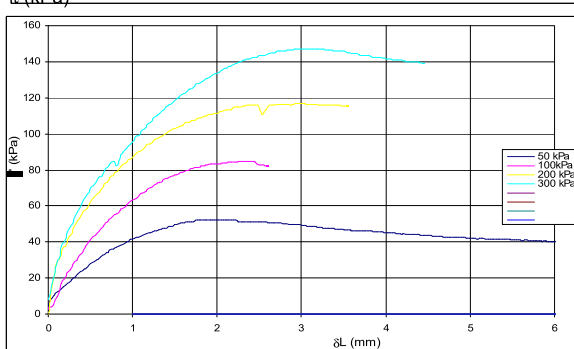
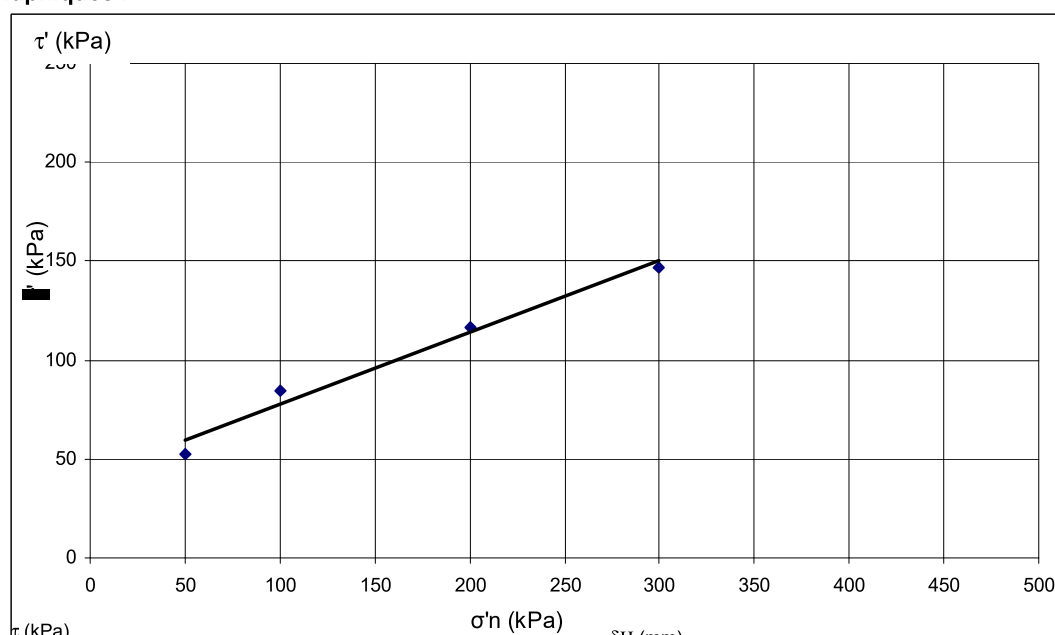
Identification des éprouvettes de sol :

σ'_N (kPa)	Avant Essai					Après consolidation	Après cisaillement
	Hi (mm)	ρ_{di} (t/m ³)	wi (%)	e	Sri (%)	ρ_d (t/m ³)	wf (%)
50	28.62	1.22	42.9	1.215	93.6	1.3	44.3
100	26.2	1.26	41.4	1.141	96.14	1.3	41.3
200	26.18	1.24	42.2	1.178	94.92	1.3	40.6
300	26.4	1.26	42.4	1.144	98.21	1.4	37.3

Caractéristiques de l'éprouvette :

Largeur = 60 mm
Vitesse de cisaillement = 12 μ m/min
 ρ_s estimée = 2.70 t/m³

Graphiques :



Observations :

Résultats :

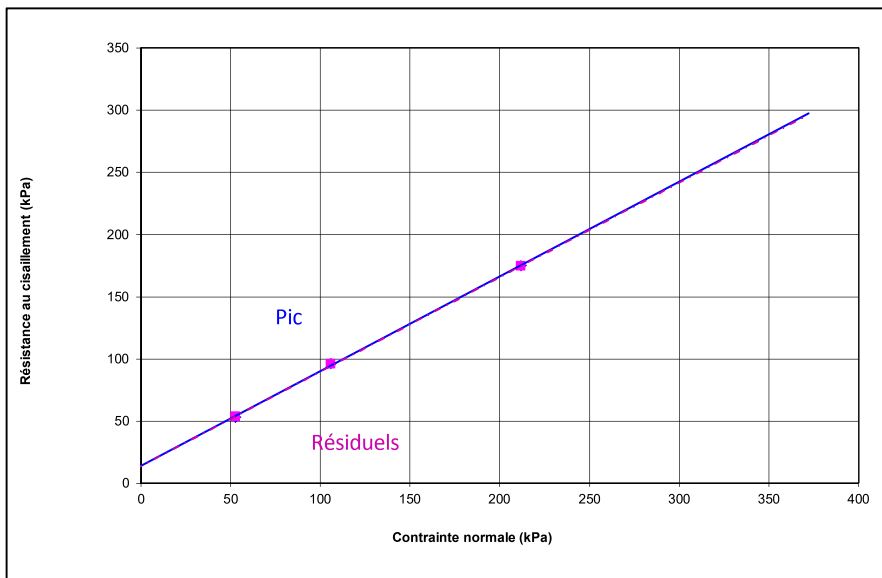
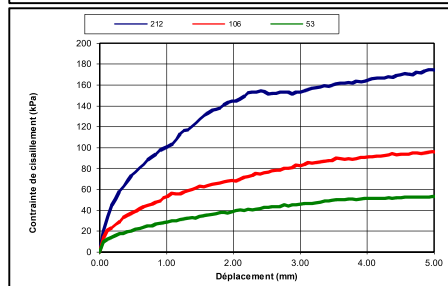
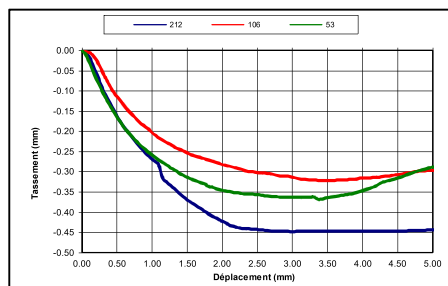
σ'_N (kPa)	50	100	200	300
τ' (kPa)	52.4	84.5	116.7	147.2
δl (mm)	1.86	2.28	2.94	2.97
Φ' (°)	20			
C' (kPa)	41			

	PROCES VERBAL D'ESSAI		
	ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE		NF P 94-071-1
	Cisaillement Direct		

N° dossier :	NO17-1159	Echantillon	4
Affaire :	Bethune	Sondage n° :	SC2
		Profondeur (m) :	3.1 à 3.3 m
Client :	Ports de Lille	Date de prélèvement :	27/12/2017
		Date d'essai :	31/01/2018

ps :	2.65	g.cm-3	estimée	Caractéristiques de l'éprouvette	Ø	60.00	mm
			mesurée		H	20.00	mm
Vitesse de cisaillement :	25	µm/min		Nature du matériau	Grave sablo-marneuse grise beige		

Caractéristiques des éprouvettes de sol													
N°	Avant consolidation					Après consolidation		Après cisaillement	σ	Paramètres de résistance au cisaillement			
	ph _i	pd _i	W _i	e _i	Sr _i (%)	pd	T100	W _f		τ _{f,p}	δl _{f,p}	τ _{f,f}	δl _{f,f}
	gcm ⁻³	gcm ⁻³	%			gcm ⁻³	min	%		kPa	mm	kPa	mm
1	1.86	1.35	37.38	0.96	100.00	1.60	3.24	25.25	212	174.9	4.92	174.5	5.04
2	1.84	1.34	37.38	0.98	100.00	1.53	9.00	30.46	106	96.1	4.98	95.6	5.04
3	1.83	1.33	37.38	0.99	100.00	1.47	10.24	28.32	53	53.3	4.98	53.3	5.04



RESULTATS DE L'ESSAI								
♦ Résistance de pic	c'p =	14	kPa		■ Résistance à l'état final	c'f =	14	kPa
	Φ'p =	37	°			Φ'f =	37	°

Observations :	Partiellement remanié du à la présence de grave		
----------------	---	--	--

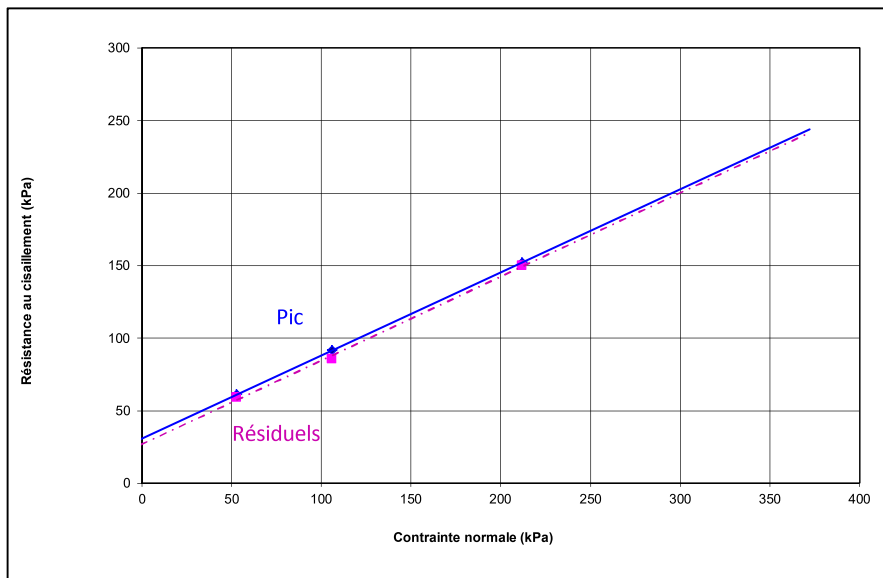
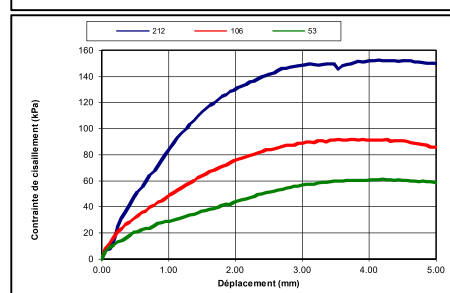
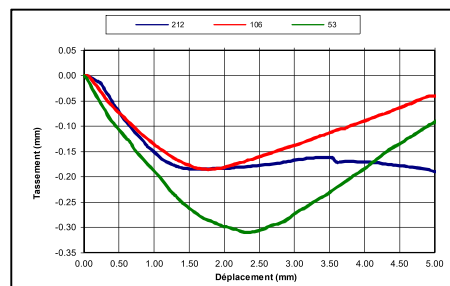
ait à Etrechy, le	15 février 2018	Le Responsable de l'Essai :	
		C.LEGOUGE	

	PROCES VERBAL D'ESSAI		
	ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE		NF P 94-071-1
	Cisaillement Direct		

N° dossier :	NO17-1159	Echantillon	4
Affaire :	Bethune	Sondage n° :	SC2
		Profondeur (m) :	4.0 à 4.2 m
Client :	Ports de Lille	Date de prélèvement :	27/12/2017
		Date d'essai :	30/01/2018

ps :	2.65	g.cm-3	estimée	Caractéristiques de l'éprouvette	Ø	60.00	mm
			mesurée		H	20.00	mm
Vitesse de cisaillement :	25	µm/min		Nature du matériau	Sable gris foncé pollué (Hydrocarbure) légèrement graveleux avec traces noires		

Caractéristiques des éprouvettes de sol													
N°	Avant consolidation					Après consolidation		Après cisaillement	σ	Paramètres de résistance au cisaillement			
	ph _i	pd _i	W _i	e _i	Sr _i (%)	pd	T100	W _f		τ _{f,p}	δl _{f,p}	τ _{f,f}	δl _{f,f}
	gcm ⁻³	gcm ⁻³	%			gcm ⁻³	min	%		kPa	mm	kPa	mm
1	1.92	1.50	27.64	0.76	96.17	1.57	0.1	26.13	212	152.3	4.14	150.1	5.04
2	1.92	1.50	27.64	0.76	95.77	1.56	0.2	28.16	106	91.9	3.72	85.8	5.04
3	1.96	1.54	27.64	0.73	100.00	1.59	0.1	29.82	53	61.1	4.20	59.0	5.04



RESULTATS DE L'ESSAI								
♦ Résistance de pic	c' p =	31	kPa		■ Résistance à l'état final	c' f =	27	kPa
	Φ' p =	30	°			Φ' f =	30	°

Observations :	étuvage à 50°C. Attention, vu le tassement pendant le cisaillement il y avait des graves et graviers dans le plan de cisaillement, ce qui explique la cohésion élevée.
----------------	--

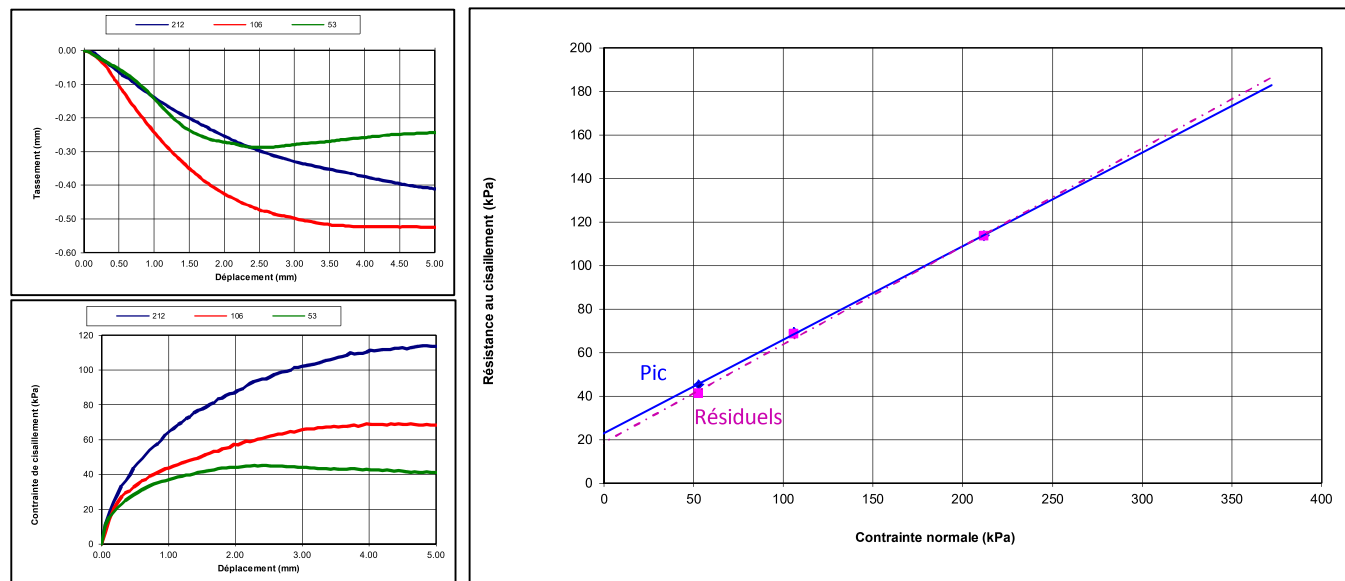
fait à Etrechy, le	15 février 2018	Le Responsable de l'Essai :	
		C.LEGOUGE	

	PROCES VERBAL D'ESSAI		
	ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE		NF P 94-071-1
	Cisaillement Direct		

N° dossier :	NO17-1159	Echantillon	5
Affaire :	Bethune	Sondage n° :	SC2
		Profondeur (m) :	7.0 m
Client :	Ports de Lille	Date de prélèvement :	27/12/2017
		Date d'essai :	05/02/2018

ps :	2.65	g.cm-3	estimée	Caractéristiques de l'éprouvette	Ø	60.00	mm
			mesurée		H	20.00	mm
Vitesse de cisaillement :	22	µm/min		Nature du matériau	Sable argileux verdâtre		

Caractéristiques des éprouvettes de sol													
N°	Avant consolidation					Après consolidation		Après cisaillement	σ	Paramètres de résistance au cisaillement			
	ph _i	pd _i	W _i	e _i	Sr _i (%)	pd	T100	W _f		τ _{f,p}	δl _{f,p}	τ _{f,f}	δl _{f,f}
	gcm ⁻³	gcm ⁻³	%			gcm ⁻³	min	%		kPa	mm	kPa	mm
1	1.83	1.43	27.99	0.85	87.06	1.60	5.6	27.94	212	114.0	4.80	113.6	5.04
2	1.79	1.40	27.99	0.89	83.11	1.46	13.5	32.03	106	69.3	4.44	68.5	5.04
3	1.83	1.43	27.99	0.85	87.36	1.46	6.1	30.42	53	45.4	2.28	41.3	5.04



RESULTATS DE L'ESSAI								
♦ Résistance de pic	c' p =	23	kPa		■ Résistance à l'état final	c' f =	19	kPa
	Φ' p =	23	°			Φ' f =	24	°

Observations :	
----------------	--

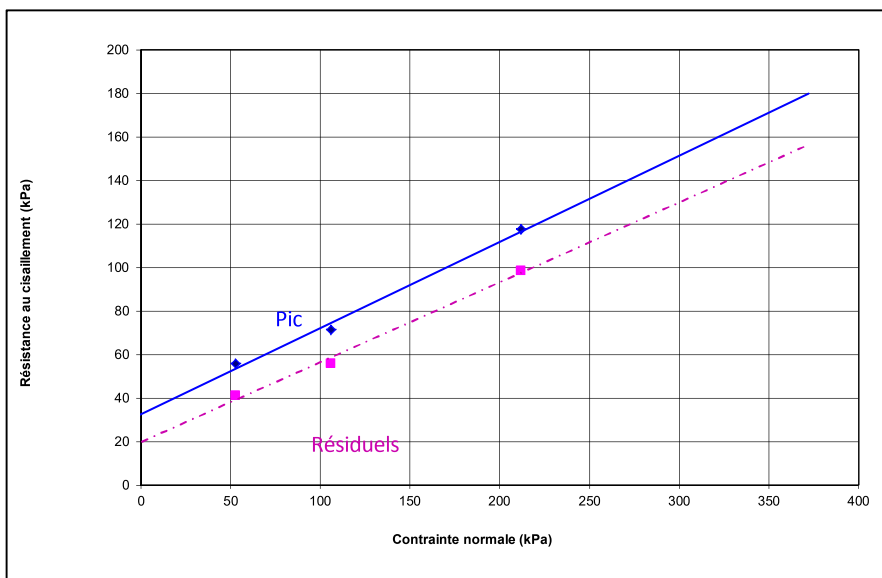
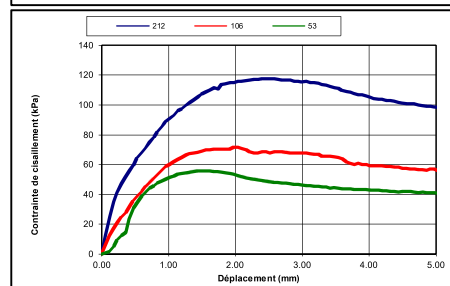
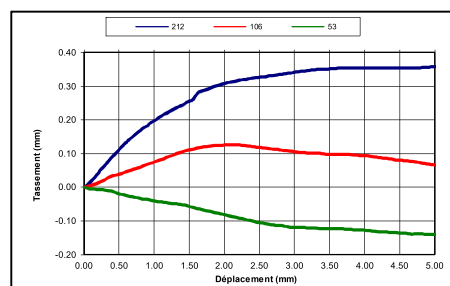
ait à Etrechy, le	15 février 2018	Le Responsable de l'Essai :	
		C.LEGOUGE	

	PROCES VERBAL D'ESSAI		
	ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE		NF P 94-071-1
	Cisaillement Direct		

N° dossier :	NO17-1159	Echantillon	6
Affaire :	Bethune	Sondage n° :	SC2
		Profondeur (m) :	9.0 m
Client :	Ports de Lille	Date de prélèvement :	27/12/2017
		Date d'essai :	06/02/2018

ps :	2.65	g.cm-3	estimée	Caractéristiques de l'éprouvette	Ø	60.00	mm
			mesurée		H	20.00	mm
Vitesse de cisaillement :	25	µm/min		Nature du matériau	Argile sableuse grise		

Caractéristiques des éprouvettes de sol													
N°	Avant consolidation					Après consolidation		Après cisaillement	σ	Paramètres de résistance au cisaillement			
	ph _i	pd _i	W _i	e _i	Sr _i (%)	pd	T100	W _f		τ _{f,p}	δl _{f,p}	τ _{f,f}	δl _{f,f}
	gcm ⁻³	gcm ⁻³	%			gcm ⁻³	min	%		kPa	mm	kPa	mm
1	1.79	1.37	30.97	0.94	87.25	1.46	3.4	33.82	212	117.7	2.39	98.6	5.04
2	1.81	1.38	30.97	0.92	89.16	1.40	1.8	37.57	106	71.5	1.97	55.9	5.04
3	1.83	1.39	30.97	0.90	91.18	1.40	1.0	35.85	53	55.9	1.56	41.2	5.04



RESULTATS DE L'ESSAI								
♦ Résistance de pic	c' p =	33	kPa		■ Résistance à l'état final	c' f =	20	kPa
	Φ' p =	22	°			Φ' f =	20	°

Observations :	
----------------	--

fait à Etrechy, le	15 février 2018	Le Responsable de l'Essai :	
		M.LEIBBRANDT	



Procès-verbal d'essai à l'oedomètre

Essai de compressibilité sur sols fins saturés avec chargement par paliers

Essai réalisé conformément à la norme XP P 94-090-1

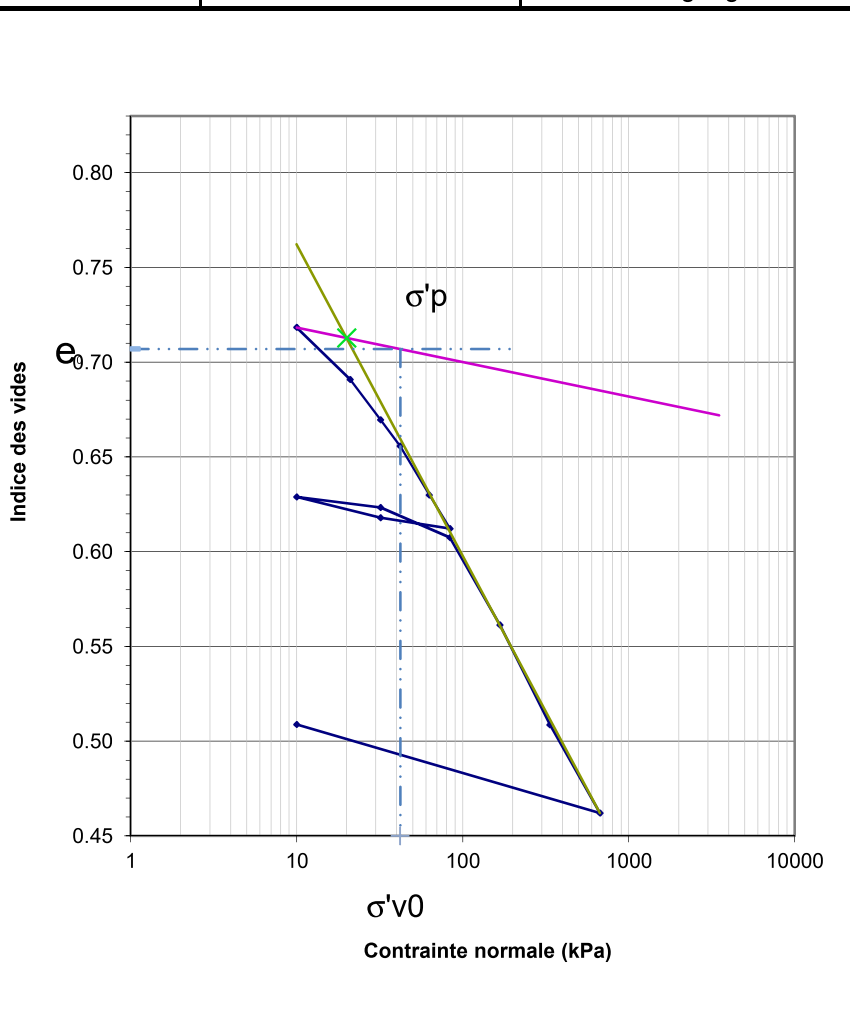
Sondage :	SC1	N° Dossier :	NO17 1159
Profondeur :	de 2.5 à 2.6 m	vers :	2.55 m
Nature du sol :	Vase grise avec trace de matière organique	Affaire :	BETHUNE

Caractéristiques de l'éprouvette		avant essai	après essai	Observations sur l'éprouvette :
Diamètre : D	en mm	$D_0 = 70.0$ mm	$D_f = 70.0$ mm	
Hauteur : H	en mm	$H_0 = 20.00$ mm	$H_f = 16.67$ mm	
Masse volumique sèche	en Mg/m^3	$\rho_{di} = 1.49$ g/cm3	$\rho_{df} = 1.79$ g/cm3	
Masse volumique estimée des grains mesurée	en Mg/m^3	$\rho_s = 2.7$ g/cm3	$\rho_s = 2.7$ g/cm3	
Teneur en eau	en %	$W_i = 28.8\%$	$W_f = 21.0\%$	Essai réalisé à Etrechy le 30/1/2018 par : C.Legouge
Degré de saturation	en %	$S_{ri} = 96.0\%$	$S_{rf} = 100.0\%$	
Hauteur des pleins	en mm	$h_p = 11.05$ mm		

σ_v (kPa)	$\Delta\sigma_v/\sigma_v$	ΔH (10^{-2} mm)	e	E_{oed} (Mpa)
10	/	0	0.810	/
21	1.1	102	0.718	-0.726
32	0.5	132	0.691	-0.936
42	0.3	156	0.670	-1.307
63	0.5	171	0.656	-1.469
84	0.3	200	0.630	-2.143
32	/	213	0.618	/
10	/	201	0.629	/
32	/	207	0.623	-7.213
84	/	224	0.607	-5.909
168	1.0	275	0.561	-3.294
336	1.0	333	0.509	-5.783
672	1.0	385	0.462	-13.049
10	/	333	0.509	/

C_v	
Contraintes kPa	C_v (10^{-8} m2/s)
de 84 à 168	5.71
de 168 à 336	6.34
de 336 à 672	4.12

Caractéristiques de compressibilité	
Indice des vides initial e_i	0.810
Indice des vides du sol en place e_0	0.707
Contrainte effective verticale σ'_{v0} (kPa)	42
Contrainte de préconsolidation σ'_p (kPa)	20
Indice de compression C_c	0.16
Indice de gonflement C_s	0.02



CEN ISO/TS 17892-5:2004(F) : Pression de gonflement σ'_s , correspondant à la contrainte nécessaire pour maintenir un volume constant (c'est-à-dire pour empêcher le gonflement) lorsque le sol est immergé dans l'eau

σ'_s (kPa) = -

Commentaires : étuvage à 50°C échantillon sous consolidé



Procès-verbal d'essai à l'oedomètre

Essai de compressibilité sur sols fins saturés avec chargement par paliers

Essai réalisé conformément à la norme XP P 94-090-1

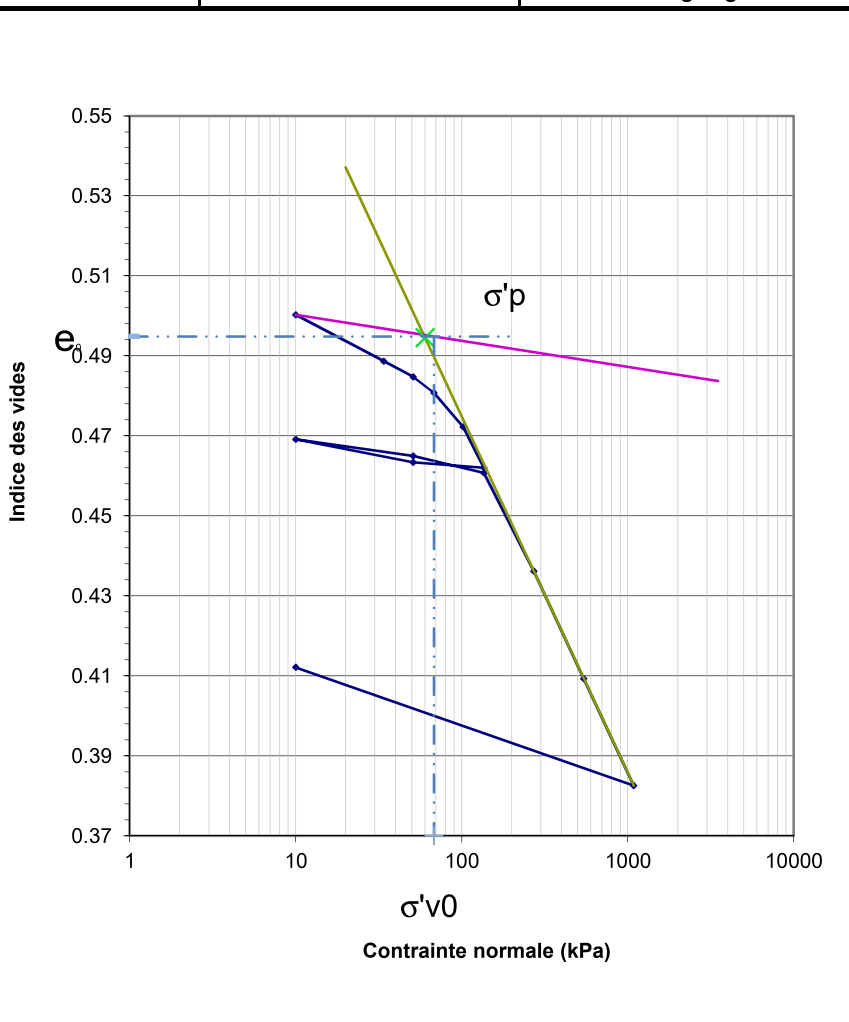
Sondage :	SC1			N° Dossier :	NO17 1159
Profondeur :	de 4.8 à 4.9 m	vers :	4.85 m	Affaire :	BETHUNE
Nature du sol :	Sable gris verdâtre				

Caractéristiques de l'éprouvette		avant essai		après essai		Observations sur l'éprouvette :
Diamètre : D	en mm	D ₀ =	70.0 mm	D _f =	70.0 mm	
Hauteur : H	en mm	H ₀ =	20.00 mm	H _f =	18.39 mm	
Masse volumique sèche	en Mg/m ³	ρ _{di} =	1.76 g/cm ³	ρ _{df} =	1.91 g/cm ³	
Masse volumique estimée	en Mg/m ³	ρ _s =	2.7 g/cm ³	ρ _s =	2.7 g/cm ³	
des grains mesurée	en Mg/m ³					
Teneur en eau	en %	W _i =	19.0%	W _f =	16.7%	Essai réalisé à Etrechy le 31/1/2018 par : C.Legouge
Degré de saturation	en %	S _{ri} =	95.7%	S _{rf} =	100.0%	
Hauteur des pleins	en mm	h _p =	13.02 mm			

σ _v (kPa)	Δσ _v /σ _v	ΔH (10 ⁻² mm)	e	E _{oed} (Mpa)
10	/	47	0.536	/
34	/	62	0.489	-3.179
51	0.5	67	0.485	-6.667
68	0.3	72	0.481	-6.538
102	0.5	83	0.472	-6.182
136	0.3	96	0.462	-5.075
51	/	95	0.463	/
10	/	87	0.469	/
51	/	93	0.465	-15.185
136	/	98	0.461	-30.909
272	1.0	130	0.436	-8.500
544	1.0	165	0.409	-15.543
1088	1.0	200	0.383	-31.264
10	/	161	0.412	/

C _v	
Contraintes kPa	C _v (.10-8 m2/s)
de 136 à 272	85.80
de 272 à 544	4.68
de 544 à 1088	28.13

Caractéristiques de compressibilité	
Indice des vides initial e _i =	0.536
Indice des vides du sol en place e ₀ =	0.495
Contrainte effective verticale σ' _{v0} (kPa) =	68
Contrainte de préconsolidation σ' _p (kPa) =	60
Indice de compression C _c =	0.09
Indice de gonflement C _s =	0.01



CEN ISO/TS 17892-5:2004(F) : Pression de gonflement σ's, correspondant à la contrainte nécessaire pour maintenir un volume constant (c'est-à-dire pour empêcher le gonflement) lorsque le sol est immergé dans l'eau

σ's (kPa) = -

Commentaires : étuvage à 50°C



Procès-verbal d'essai à l'oedomètre

Essai de compressibilité sur sols fins saturés avec chargement par paliers

Essai réalisé conformément à la norme XP P 94-090-1

Sondage : SC1
Profondeur : de 7.55 à 7.65 m vers : 7.6 m
Nature du sol : Sable kaki légèrement argileux

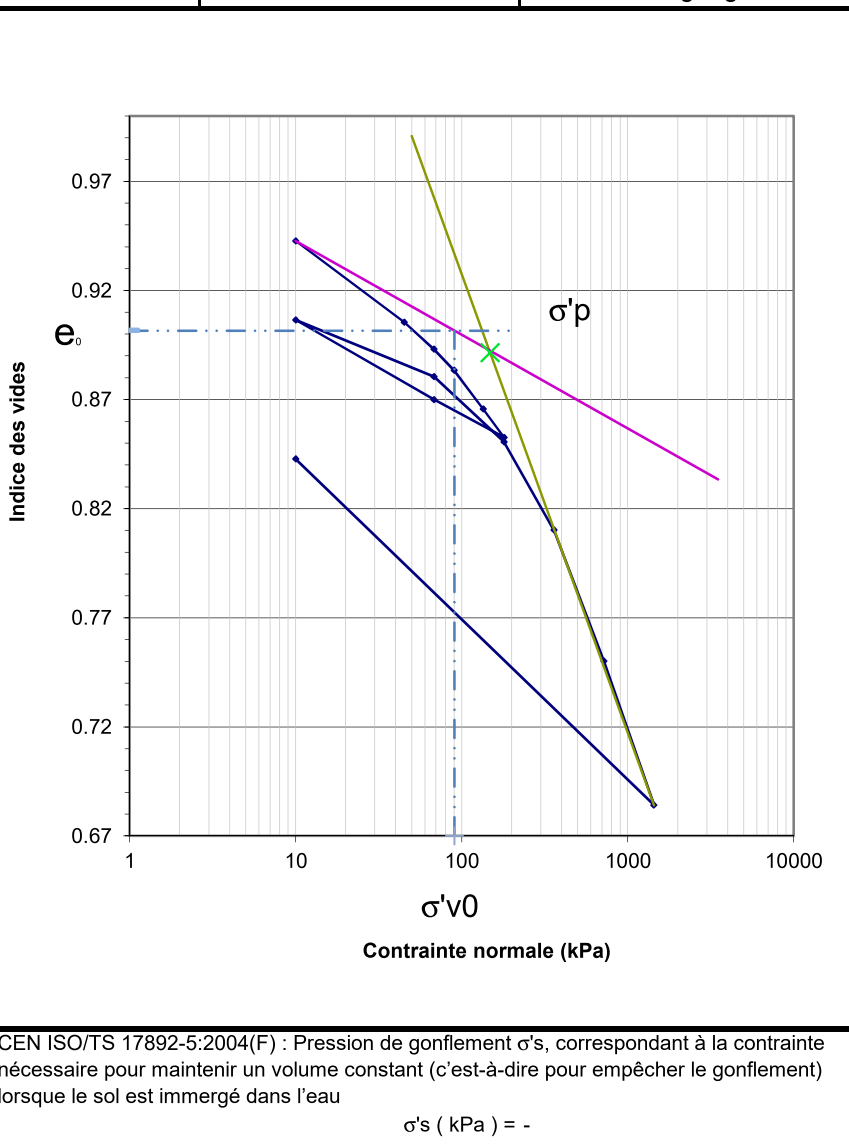
N° Dossier : NO17 1159
Affaire : BETHUNE

Caractéristiques de l'éprouvette		avant essai		après essai		Observations sur l'éprouvette :
Diamètre : D	en mm	$D_0 =$	70.0 mm	$D_f =$	70.0 mm	
Hauteur : H	en mm	$H_0 =$	20.00 mm	$H_f =$	18.61 mm	
Masse volumique sèche	en Mg/m^3	$\rho_{di} =$	1.36 g/cm ³	$\rho_{df} =$	1.47 g/cm ³	
Masse volumique estimée des grains mesurée	en Mg/m^3	$\rho_s =$	2.7 g/cm ³	$\rho_s =$	2.7 g/cm ³	
Teneur en eau	en %	$W_i =$	32.9%	$W_f =$	33.3%	Essai réalisé à Etrechy le 31/1/2018 par : C.Legouge
Degré de saturation	en %	$S_{ri} =$	90.5%	$S_{rf} =$	100.0%	
Hauteur des pleins	en mm	$h_p =$	10.10 mm			

σ_v (kPa)	$\Delta\sigma_v/\sigma_v$	ΔH (10^{-2} mm)	e	E_{oed} (Mpa)
		0	0.981	
10	/	38	0.943	/
45	/	76	0.905	-1.862
68	0.5	88	0.893	-3.680
90	0.3	98	0.883	-4.490
135	0.5	116	0.866	-5.028
180	0.3	129	0.853	-6.870
68	/	112	0.870	/
10	/	75	0.906	/
68	/	101	0.880	-4.427
180	/	131	0.851	-7.417
360	1.0	172	0.810	-8.824
720	1.0	233	0.750	-11.881
1440	1.0	299	0.684	-21.589
10	/	139	0.843	/

C_v	
Contraintes kPa	C_v (.10-8 m ² /s)
de 180 à 360	60.62
de 360 à 720	75.05
de 720 à 1440	25.49

Caractéristiques de compressibilité	
Indice des vides initial $e_i =$	0.981
Indice des vides du sol en place $e_0 =$	0.902
Contrainte effective verticale σ'_{v0} (kPa) =	91
Contrainte de préconsolidation σ'_p (kPa) =	148
Indice de compression $C_c =$	0.21
Indice de gonflement $C_s =$	0.04



Commentaires :



Procès-verbal d'essai à l'oedomètre

Essai de compressibilité sur sols fins saturés avec chargement par paliers

Essai réalisé conformément à la norme XP P 94-090-1

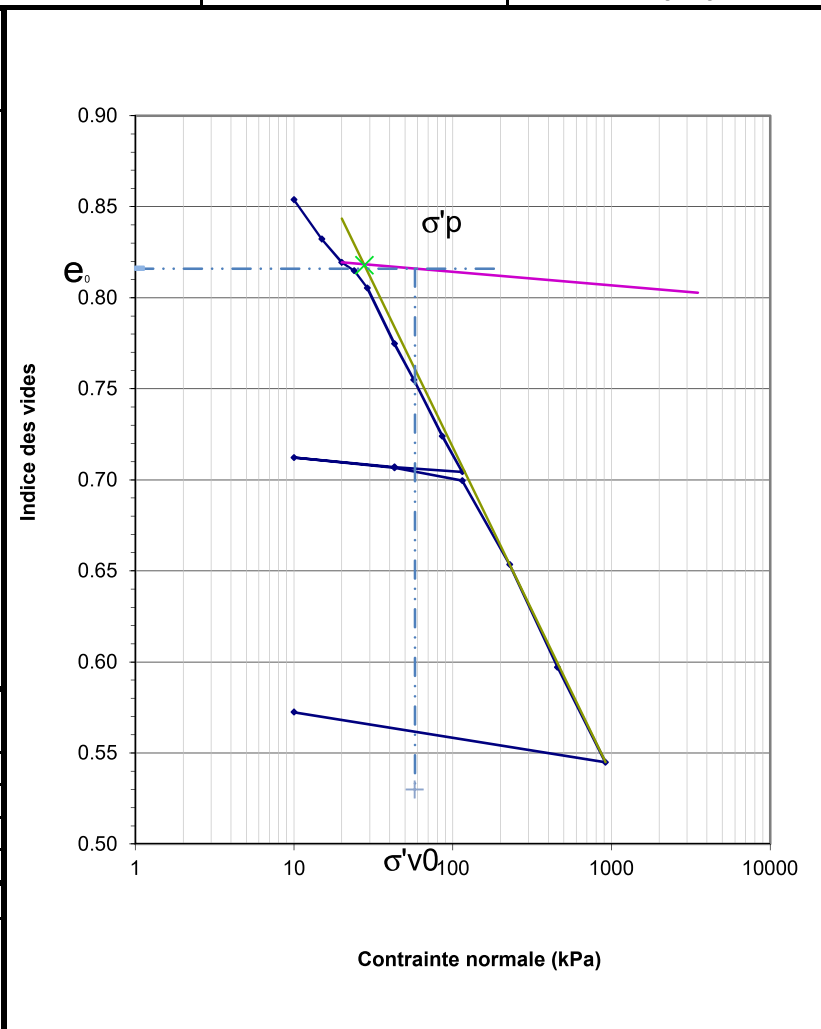
Sondage :	SC2	N° Dossier :	NO17 1159
Profondeur :	de 3.9 à 4 m	vers :	3.95 m
Nature du sol :	Marne sablo-graveleuse beige grise blanche	Affaire :	BETHUNE

Caractéristiques de l'éprouvette		avant essai	après essai	Observations sur l'éprouvette :
Diamètre : D	en mm	D ₀ = 70.0 mm	D _f = 70.0 mm	
Hauteur : H	en mm	H ₀ = 20.00 mm	H _f = 15.60 mm	
Masse volumique sèche	en Mg/m ³	ρ _{di} = 1.36 g/cm ³	ρ _{df} = 1.75 g/cm ³	
Masse volumique estimée des grains mesurée	en Mg/m ³	ρ _s = 2.7 g/cm ³	ρ _s = 2.7 g/cm ³	
Teneur en eau	en %	W _i = 37.2%	W _f = 23.7%	Essai réalisé à Etrechy le 30/1/2018 par : C.Legouge
Degré de saturation	en %	S _{ri} = 100.0%	S _{rf} = 100.0%	
Hauteur des pleins	en mm	h _p = 10.10 mm		

σ _v (kPa)	Δσ _v /σ _v	ΔH (10 ⁻² mm)	e	E _{oed} (Mpa)
10	/	0	0.980	/
15	0.5	128	0.854	-0.459
20	0.3	150	0.832	-0.775
24	0.2	162	0.819	-1.702
29	0.2	167	0.815	-1.053
43	0.5	177	0.805	-0.903
57	0.3	208	0.775	-1.400
86	0.5	228	0.755	-1.853
115	0.3	259	0.724	-2.944
43	/	276	0.707	/
10	/	271	0.712	/
43	/	276	0.707	-11.579
115	/	284	0.700	-20.282
229	1.0	330	0.653	-4.903
458	1.0	387	0.597	-8.049
917	1.0	440	0.545	-17.419
10	/	412	0.572	/

C _v	
Contraintes kPa	C _v (.10-8 m ² /s)
de 115 à 229	30.58
de 229 à 458	29.12
de 458 à 917	30.32

Caractéristiques de compressibilité	
Indice des vides initial e _i =	0.980
Indice des vides du sol en place e ₀ =	0.816
Contrainte effective verticale σ' _{v0} (kPa) =	58
Contrainte de préconsolidation σ' _p (kPa) =	28
Indice de compression C _c =	0.18
Indice de gonflement C _s =	0.01



CEN ISO/TS 17892-5:2004(F) : Pression de gonflement σ's, correspondant à la contrainte nécessaire pour maintenir un volume constant (c'est-à-dire pour empêcher le gonflement) lorsque le sol est immergé dans l'eau
 σ's (kPa) = -

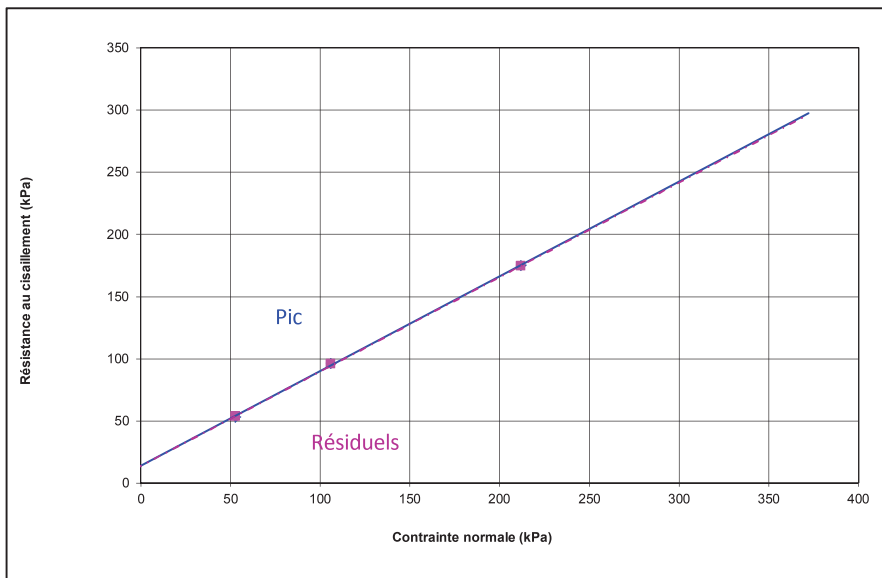
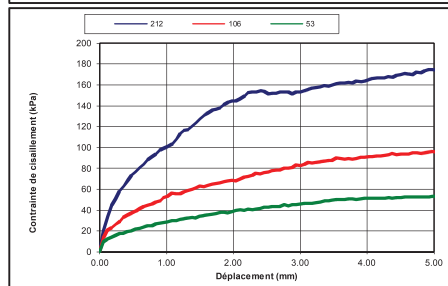
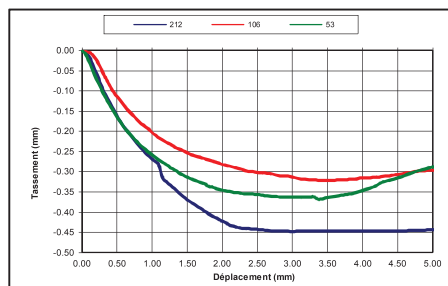
Commentaires : Echantillon sous consolidé

	PROCES VERBAL D'ESSAI		
	ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE		NF P 94-071-1
	Cisaillement Direct		

N° dossier :	NO17-1159	Echantillon	4
Affaire :	Bethune	Sondage n° :	SC2
		Profondeur (m) :	3.1 à 3.3 m
Client :	Ports de Lille	Date de prélèvement :	27/12/2017
		Date d'essai :	31/01/2018

ps :	2.65	g.cm-3	estimée	Caractéristiques de l'éprouvette	Ø	60.00	mm
			mesurée		H	20.00	mm
Vitesse de cisaillement :	25	µm/min		Nature du matériau	Grave sablo-marneuse grise beige		

Caractéristiques des éprouvettes de sol													
N°	Avant consolidation					Après consolidation		Après cisaillement	σ	Paramètres de résistance au cisaillement			
	ph _i	pd _i	W _i	e _i	Sr _i (%)	pd	T100	W _f		τ _{f,p}	δl _{f,p}	τ _{f,f}	δl _{f,f}
	gcm ⁻³	gcm ⁻³	%			gcm ⁻³	min	%		kPa	mm	kPa	mm
1	1.86	1.35	37.38	0.96	100.00	1.60	3.24	25.25	212	174.9	4.92	174.5	5.04
2	1.84	1.34	37.38	0.98	100.00	1.53	9.00	30.46	106	96.1	4.98	95.6	5.04
3	1.83	1.33	37.38	0.99	100.00	1.47	10.24	28.32	53	53.3	4.98	53.3	5.04



RESULTATS DE L'ESSAI								
♦ Résistance de pic	c' p =	14	kPa		■ Résistance à l'état final	c' f =	14	kPa
	Φ' p =	37	°			Φ' f =	37	°

Observations :	Partiellement remanié du à la présence de grave		
----------------	---	--	--

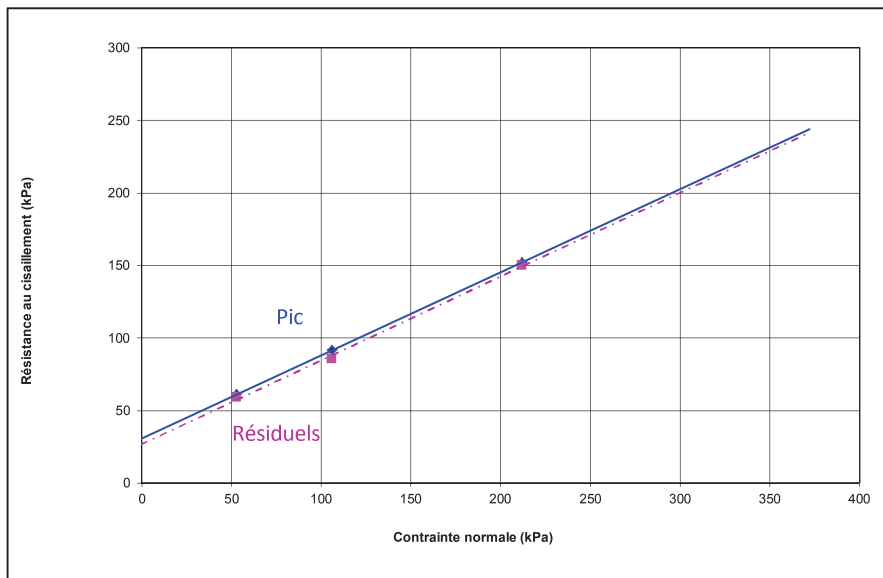
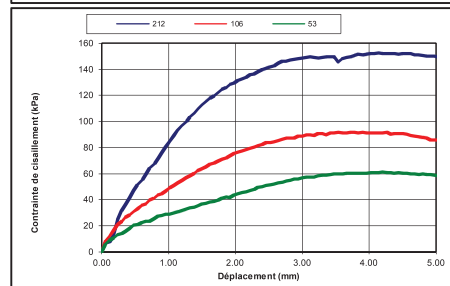
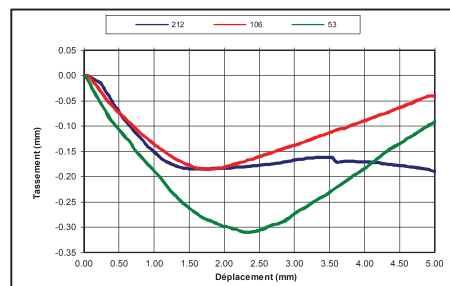
ait à Etrechy, le	15 février 2018	Le Responsable de l'Essai :	
		C.LEGOUGE	

	PROCES VERBAL D'ESSAI		
	ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE		NF P 94-071-1
	Cisaillement Direct		

N° dossier :	NO17-1159	Echantillon	4
Affaire :	Bethune	Sondage n° :	SC2
		Profondeur (m) :	4.0 à 4.2 m
Client :	Ports de Lille	Date de prélèvement :	27/12/2017
		Date d'essai :	30/01/2018

ps :	2.65	g.cm-3	estimée	Caractéristiques de l'éprouvette	Ø	60.00	mm
			mesurée		H	20.00	mm
Vitesse de cisaillement :	25	µm/min		Nature du matériau	Sable gris foncé pollué (Hydrocarbure) légèrement graveleux avec traces noires		

Caractéristiques des éprouvettes de sol													
N°	Avant consolidation					Après consolidation		Après cisaillement	σ	Paramètres de résistance au cisaillement			
	ph _i	pd _i	W _i	e _i	Sr _i (%)	pd	T100	W _f		τ _{f,p}	δl _{f,p}	τ _{f,f}	δl _{f,f}
	gcm ⁻³	gcm ⁻³	%			gcm ⁻³	min	%		kPa	mm	kPa	mm
1	1.92	1.50	27.64	0.76	96.17	1.57	0.1	26.13	212	152.3	4.14	150.1	5.04
2	1.92	1.50	27.64	0.76	95.77	1.56	0.2	28.16	106	91.9	3.72	85.8	5.04
3	1.96	1.54	27.64	0.73	100.00	1.59	0.1	29.82	53	61.1	4.20	59.0	5.04



RESULTATS DE L'ESSAI								
♦ Résistance de pic	c' p =	31	kPa		■ Résistance à l'état final	c' f =	27	kPa
	Φ' p =	30	°			Φ' f =	30	°

Observations :	étuvage à 50°C. Attention, vu le tassement pendant le cisaillement il y avait des graves et graviers dans le plan de cisaillement, ce qui explique la cohésion élevée.
----------------	--

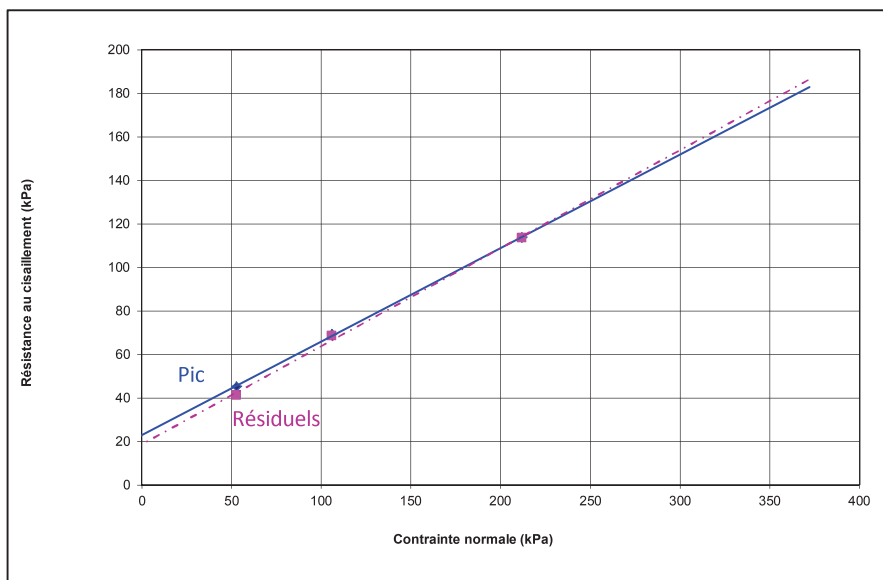
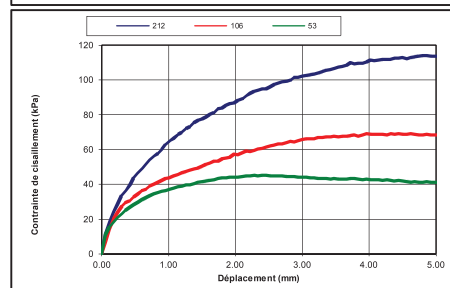
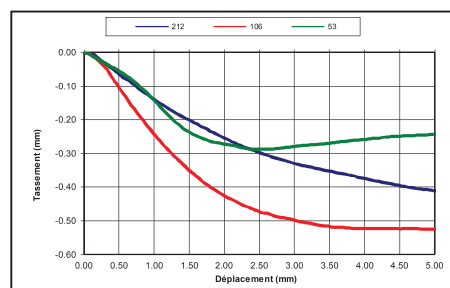
fait à Etrechy, le	15 février 2018	Le Responsable de l'Essai :	
		C.LEGOUGE	

	PROCES VERBAL D'ESSAI		
	ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE		NF P 94-071-1
	Cisaillement Direct		

N° dossier :	NO17-1159	Echantillon	5
Affaire :	Bethune	Sondage n° :	SC2
		Profondeur (m) :	7.0 m
Client :	Ports de Lille	Date de prélèvement :	27/12/2017
		Date d'essai :	05/02/2018

ps :	2.65	g.cm-3	estimée	Caractéristiques de l'éprouvette	Ø	60.00	mm
			mesurée		H	20.00	mm
Vitesse de cisaillement :	22	µm/min		Nature du matériau	Sable argileux verdâtre		

Caractéristiques des éprouvettes de sol													
N°	Avant consolidation					Après consolidation		Après cisaillement	σ	Paramètres de résistance au cisaillement			
	ph _i	pd _i	W _i	e _i	Sr _i (%)	pd	T100	W _f		τ _{f,p}	δl _{f,p}	τ _{f,f}	δl _{f,f}
	gcm ⁻³	gcm ⁻³	%			gcm ⁻³	min	%		kPa	mm	kPa	mm
1	1.83	1.43	27.99	0.85	87.06	1.60	5.6	27.94	212	114.0	4.80	113.6	5.04
2	1.79	1.40	27.99	0.89	83.11	1.46	13.5	32.03	106	69.3	4.44	68.5	5.04
3	1.83	1.43	27.99	0.85	87.36	1.46	6.1	30.42	53	45.4	2.28	41.3	5.04



RESULTATS DE L'ESSAI								
♦ Résistance de pic	c' p =	23	kPa		■ Résistance à l'état final	c' f =	19	kPa
	Φ' p =	23	°			Φ' f =	24	°

Observations :	
----------------	--

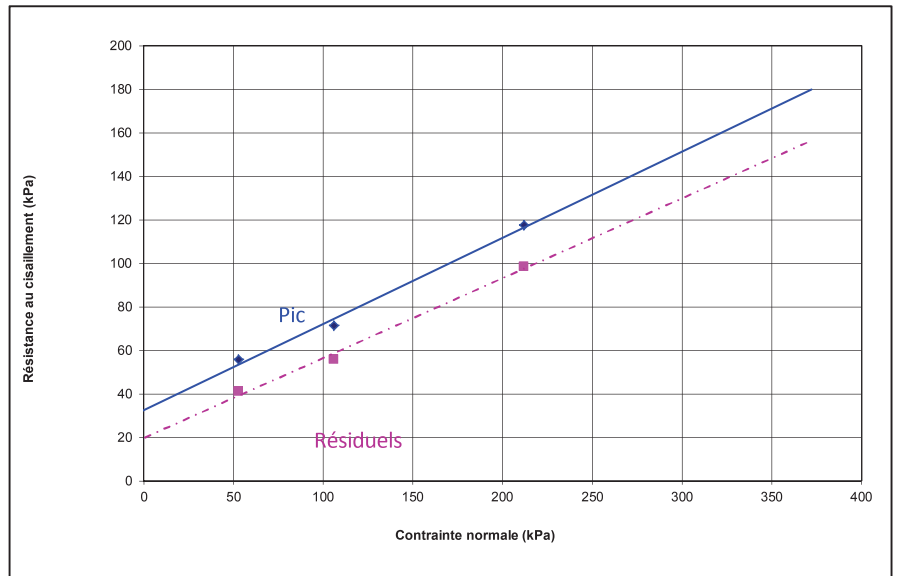
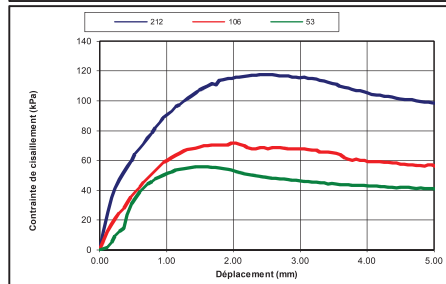
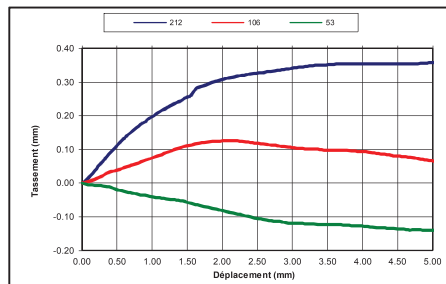
ait à Etrechy, le	15 février 2018	Le Responsable de l'Essai :	
		C.LEGOUGE	

	PROCES VERBAL D'ESSAI		
	ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE		NF P 94-071-1
	Cisaillement Direct		

N° dossier :	NO17-1159	Echantillon	6
Affaire :	Bethune	Sondage n° :	SC2
		Profondeur (m) :	9.0 m
Client :	Ports de Lille	Date de prélèvement :	27/12/2017
		Date d'essai :	06/02/2018

ps :	2.65	g.cm-3	estimée	Caractéristiques de l'éprouvette	Ø	60.00	mm
			mesurée		H	20.00	mm
Vitesse de cisaillement :	25	µm/min		Nature du matériau	Argile sableuse grise		

Caractéristiques des éprouvettes de sol													
N°	Avant consolidation					Après consolidation		Après cisaillement	σ	Paramètres de résistance au cisaillement			
	ph _i	pd _i	W _i	e _i	Sr _i (%)	pd	T100	W _f		τ _{f,p}	δl _{f,p}	τ _{f,f}	δl _{f,f}
	gcm ⁻³	gcm ⁻³	%			gcm ⁻³	min	%		kPa	mm	kPa	mm
1	1.79	1.37	30.97	0.94	87.25	1.46	3.4	33.82	212	117.7	2.39	98.6	5.04
2	1.81	1.38	30.97	0.92	89.16	1.40	1.8	37.57	106	71.5	1.97	55.9	5.04
3	1.83	1.39	30.97	0.90	91.18	1.40	1.0	35.85	53	55.9	1.56	41.2	5.04



RESULTATS DE L'ESSAI								
♦ Résistance de pic	c' _p =	33	kPa		■ Résistance à l'état final	c' _f =	20	kPa
	Φ' _p =	22	°			Φ' _f =	20	°

Observations :	
----------------	--

fait à Etrechy, le	15 février 2018	Le Responsable de l'Essai :	
		M.LEIBBRANDT	



Procès-verbal d'essai à l'oedomètre

Essai de compressibilité sur sols fins saturés avec chargement par paliers

Essai réalisé conformément à la norme XP P 94-090-1

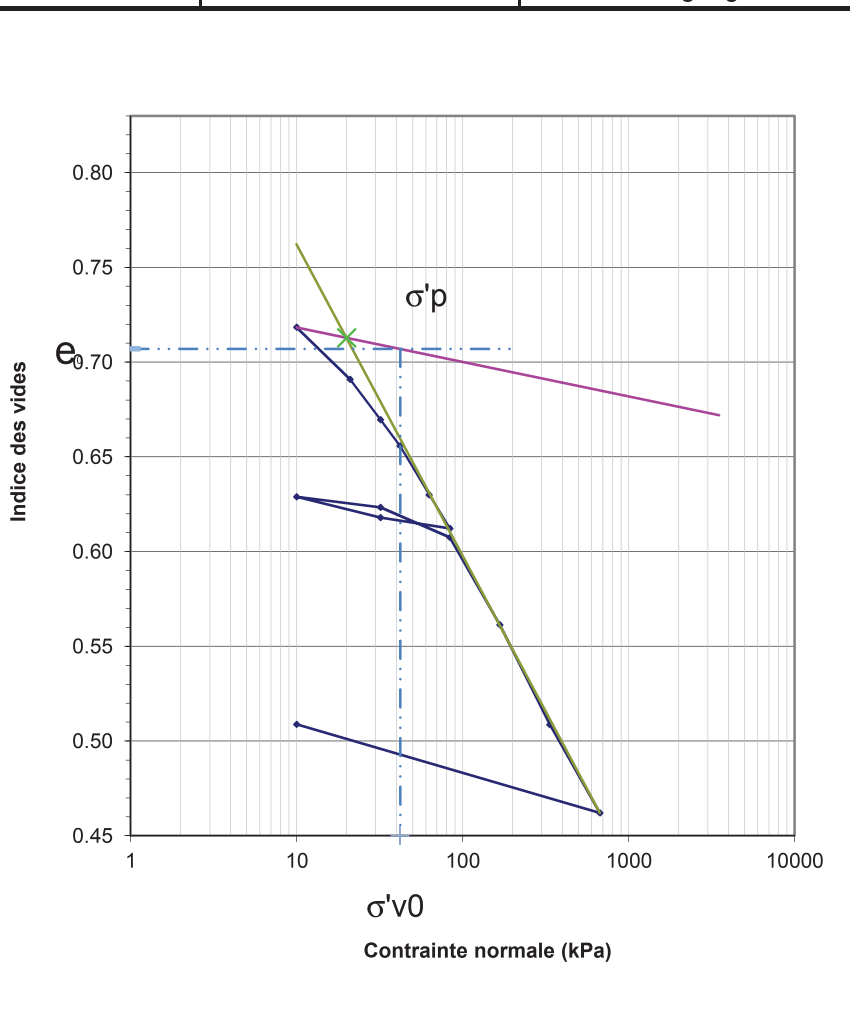
Sondage :	SC1	N° Dossier :	NO17 1159
Profondeur :	de 2.5 à 2.6 m	vers :	2.55 m
Nature du sol :	Vase grise avec trace de matière organique	Affaire :	BETHUNE

Caractéristiques de l'éprouvette		avant essai	après essai	Observations sur l'éprouvette :
Diamètre : D	en mm	D ₀ = 70.0 mm	D _f = 70.0 mm	
Hauteur : H	en mm	H ₀ = 20.00 mm	H _f = 16.67 mm	
Masse volumique sèche	en Mg/m ³	ρ _{di} = 1.49 g/cm ³	ρ _{df} = 1.79 g/cm ³	
Masse volumique estimée	en Mg/m ³	ρ _s = 2.7 g/cm ³	ρ _s = 2.7 g/cm ³	
des grains mesurée	en Mg/m ³			Essai réalisé à Etrechy le 30/1/2018 par : C.Legouge
Teneur en eau	en %	W _i = 28.8%	W _f = 21.0%	
Degré de saturation	en %	S _{ri} = 96.0%	S _{rf} = 100.0%	
Hauteur des pleins	en mm	h _p = 11.05 mm		

σ _V (kPa)	Δσ _V /σ _V	ΔH (10 ⁻² mm)	e	E _{oed} (Mpa)
10	/	0	0.810	/
21	1.1	102	0.718	-0.726
32	0.5	132	0.691	-0.936
42	0.3	156	0.670	-1.307
63	0.5	171	0.656	-1.469
84	0.3	200	0.630	-2.143
32	/	213	0.618	/
10	/	201	0.629	/
32	/	207	0.623	-7.213
84	/	224	0.607	-5.909
168	1.0	275	0.561	-3.294
336	1.0	333	0.509	-5.783
672	1.0	385	0.462	-13.049
10	/	333	0.509	/

C _v	
Contraintes kPa	C _v (.10-8 m2/s)
de 84 à 168	5.71
de 168 à 336	6.34
de 336 à 672	4.12

Caractéristiques de compressibilité	
Indice des vides initial e _i =	0.810
Indice des vides du sol en place e ₀ =	0.707
Contrainte effective verticale σ' _{v0} (kPa) =	42
Contrainte de préconsolidation σ' _p (kPa) =	20
Indice de compression C _c =	0.16
Indice de gonflement C _s =	0.02



CEN ISO/TS 17892-5:2004(F) : Pression de gonflement σ'_s , correspondant à la contrainte nécessaire pour maintenir un volume constant (c'est-à-dire pour empêcher le gonflement) lorsque le sol est immergé dans l'eau

σ'_s (kPa) = -

Commentaires : étuvage à 50°C
échantillon sous consolidé



Procès-verbal d'essai à l'oedomètre

Essai de compressibilité sur sols fins saturés avec chargement par paliers

Essai réalisé conformément à la norme XP P 94-090-1

Sondage : SC1
Profondeur : de 4.8 à 4.9 m vers : 4.85 m
Nature du sol : Sable gris verdâtre

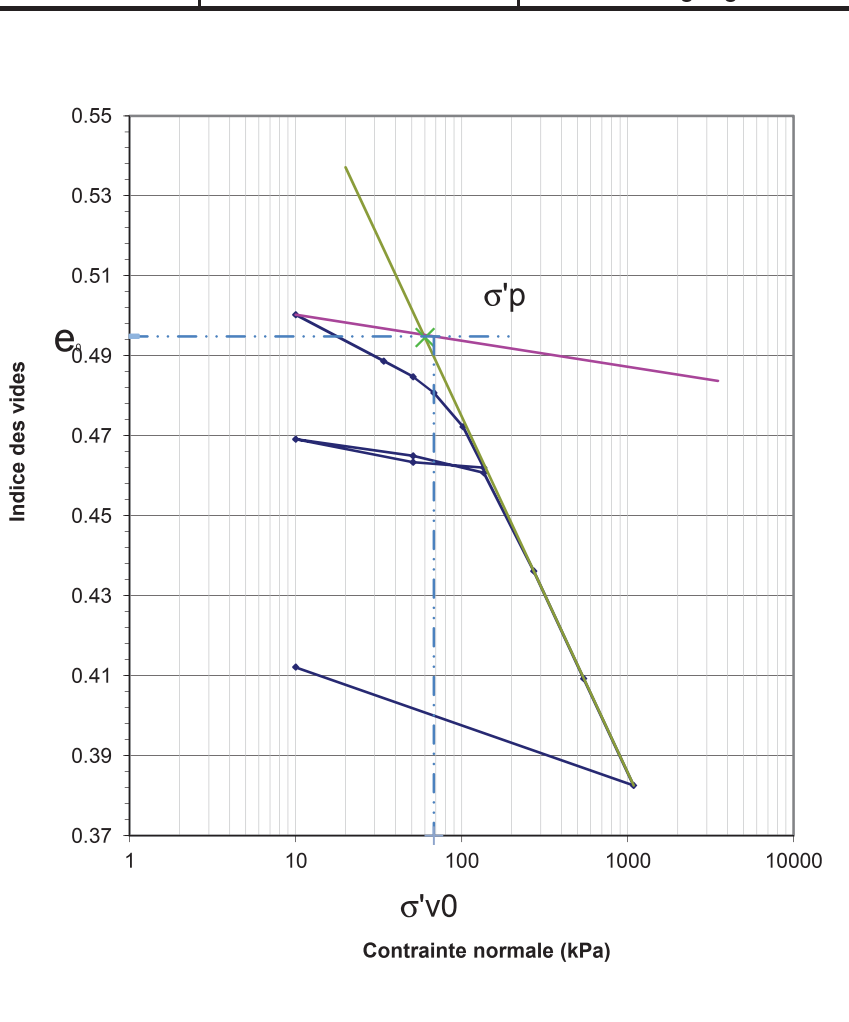
N° Dossier : NO17 1159
Affaire : BETHUNE

Caractéristiques de l'éprouvette		avant essai		après essai		Observations sur l'éprouvette :
Diamètre : D	en mm	D ₀ =	70.0 mm	D _f =	70.0 mm	
Hauteur : H	en mm	H ₀ =	20.00 mm	H _f =	18.39 mm	
Masse volumique sèche	en Mg/m ³	ρ _{di} =	1.76 g/cm3	ρ _{df} =	1.91 g/cm3	
Masse volumique estimée	en Mg/m ³	ρ _s =	2.7 g/cm3	ρ _s =	2.7 g/cm3	
des grains mesurée	en Mg/m ³					Essai réalisé à Etrechy le 31/1/2018 par : C.Legouge
Teneur en eau	en %	W _i =	19.0%	W _f =	16.7%	
Degré de saturation	en %	S _{ri} =	95.7%	S _{rf} =	100.0%	
Hauteur des pleins	en mm	h _p =	13.02 mm			

σ _v (kPa)	Δσ _v /σ _v	ΔH (10 ⁻² mm)	e	E _{oed} (Mpa)
10	/	0	0.536	/
34	/	47	0.500	-3.179
51	0.5	62	0.489	-6.667
68	0.3	67	0.485	-6.538
102	0.5	72	0.481	-6.182
136	0.3	83	0.472	-5.075
51	/	96	0.462	/
10	/	95	0.463	/
51	/	87	0.469	/
136	/	93	0.465	-15.185
272	1.0	98	0.461	-30.909
544	1.0	130	0.436	-8.500
1088	1.0	165	0.409	-15.543
10	/	200	0.383	-31.264
10	/	161	0.412	/

C _v	
Contraintes kPa	C _v (.10-8 m2/s)
de 136 à 272	85.80
de 272 à 544	4.68
de 544 à 1088	28.13

Caractéristiques de compressibilité	
Indice des vides initial e _i =	0.536
Indice des vides du sol en place e ₀ =	0.495
Contrainte effective verticale σ' _{v0} (kPa) =	68
Contrainte de préconsolidation σ' _p (kPa) =	60
Indice de compression C _c =	0.09
Indice de gonflement C _s =	0.01



CEN ISO/TS 17892-5:2004(F) : Pression de gonflement σ's, correspondant à la contrainte nécessaire pour maintenir un volume constant (c'est-à-dire pour empêcher le gonflement) lorsque le sol est immergé dans l'eau

σ's (kPa) = -

Commentaires : étuvage à 50°C



Procès-verbal d'essai à l'oedomètre

Essai de compressibilité sur sols fins saturés avec chargement par paliers

Essai réalisé conformément à la norme XP P 94-090-1

Sondage : SC1
 Profondeur : de 7.55 à 7.65 m vers : 7.6 m
 Nature du sol : Sable kaki légèrement argileux

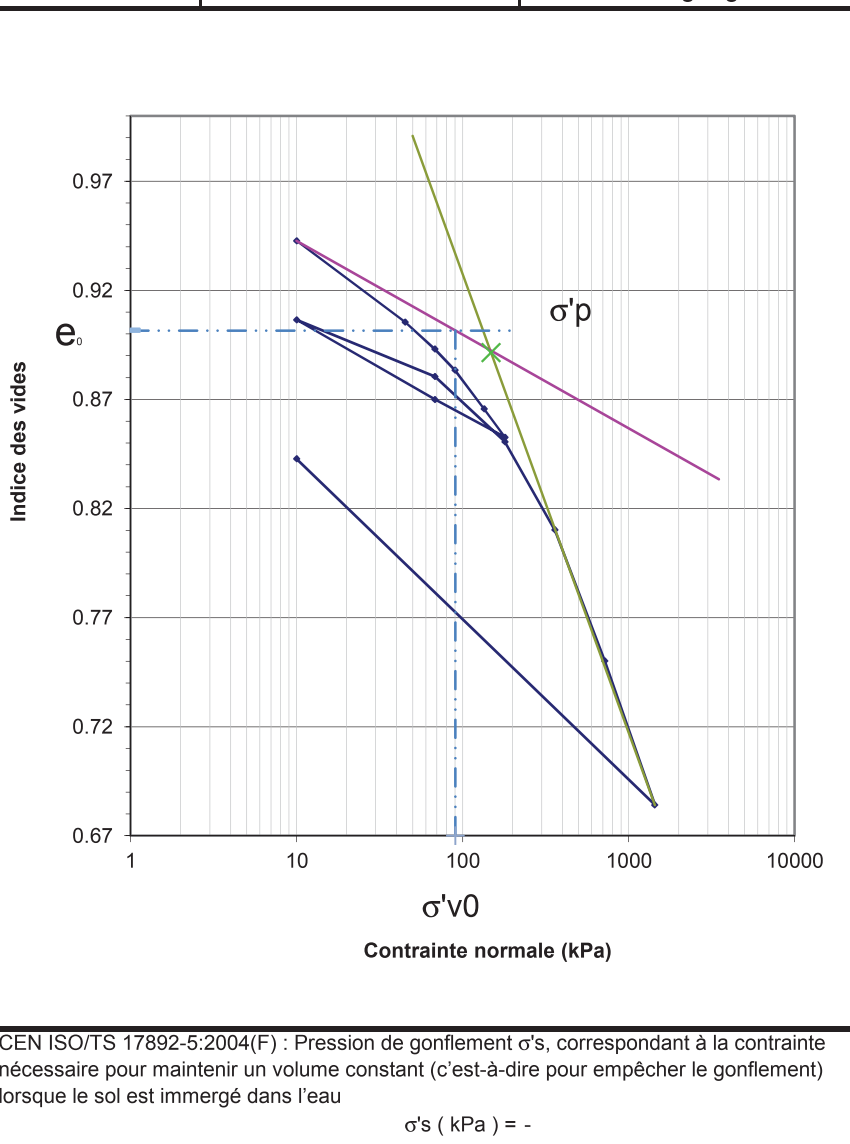
N° Dossier : NO17 1159
 Affaire : BETHUNE

Caractéristiques de l'éprouvette		avant essai		après essai		Observations sur l'éprouvette :
Diamètre : D	en mm	D ₀ =	70.0 mm	D _f =	70.0 mm	
Hauteur : H	en mm	H ₀ =	20.00 mm	H _f =	18.61 mm	
Masse volumique sèche	en Mg/m ³	ρ _{di} =	1.36 g/cm3	ρ _{df} =	1.47 g/cm3	
Masse volumique estimée	en Mg/m ³	ρ _s =	2.7 g/cm3	ρ _s =	2.7 g/cm3	
des grains mesurée	en Mg/m ³					Essai réalisé à Etrechy le 31/1/2018 par : C.Legouge
Teneur en eau	en %	W _i =	32.9%	W _f =	33.3%	
Degré de saturation	en %	S _{ri} =	90.5%	S _{rf} =	100.0%	
Hauteur des pleins	en mm	h _p =	10.10 mm			

σ _V (kPa)	Δσ _V /σ _V	ΔH (10 ⁻² mm)	e	E _{oed} (Mpa)
10	/	38	0.981	/
45	/	76	0.943	-1.862
68	0.5	88	0.893	-3.680
90	0.3	98	0.883	-4.490
135	0.5	116	0.866	-5.028
180	0.3	129	0.853	-6.870
68	/	112	0.870	/
10	/	75	0.906	/
68	/	101	0.880	-4.427
180	/	131	0.851	-7.417
360	1.0	172	0.810	-8.824
720	1.0	233	0.750	-11.881
1440	1.0	299	0.684	-21.589
10	/	139	0.843	/

C _v	
Contraintes kPa	C _v (.10-8 m2/s)
de 180 à 360	60.62
de 360 à 720	75.05
de 720 à 1440	25.49

Caractéristiques de compressibilité	
Indice des vides initial e _i =	0.981
Indice des vides du sol en place e ₀ =	0.902
Contrainte effective verticale σ' _{v0} (kPa) =	91
Contrainte de préconsolidation σ' _p (kPa) =	148
Indice de compression C _c =	0.21
Indice de gonflement C _s =	0.04



Commentaires :



Procès-verbal d'essai à l'oedomètre

Essai de compressibilité sur sols fins saturés avec chargement par paliers

Essai réalisé conformément à la norme XP P 94-090-1

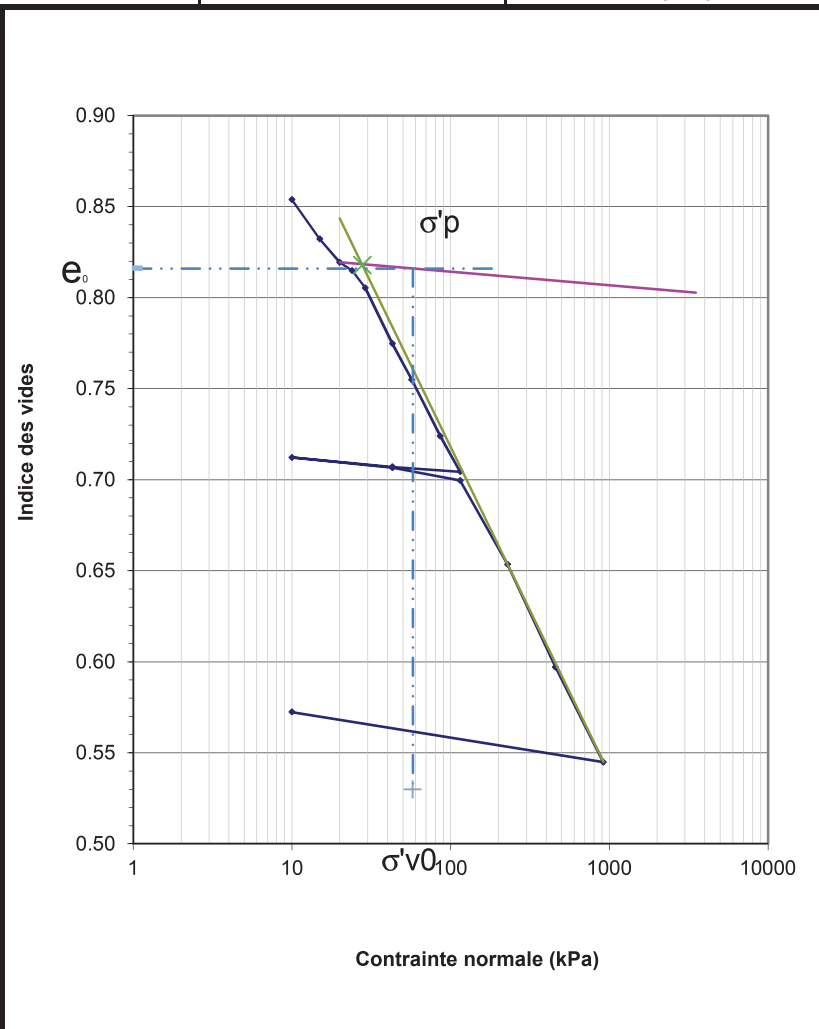
Sondage :	SC2	N° Dossier :	NO17 1159
Profondeur :	de 3.9 à 4 m	vers :	3.95 m
Nature du sol :	Marne sablo-graveleuse beige grise blanche	Affaire :	BETHUNE

Caractéristiques de l'éprouvette		avant essai	après essai	Observations sur l'éprouvette :
Diamètre : D	en mm	D ₀ = 70.0 mm	D _f = 70.0 mm	
Hauteur : H	en mm	H ₀ = 20.00 mm	H _f = 15.60 mm	
Masse volumique sèche	en Mg/m ³	ρ _{di} = 1.36 g/cm ³	ρ _{df} = 1.75 g/cm ³	
Masse volumique estimée des grains mesurée	en Mg/m ³	ρ _s = 2.7 g/cm ³	ρ _s = 2.7 g/cm ³	
Teneur en eau	en %	W _i = 37.2%	W _f = 23.7%	Essai réalisé à Etrechy le 30/1/2018 par : C.Legouge
Degré de saturation	en %	S _{ri} = 100.0%	S _{rf} = 100.0%	
Hauteur des pleins	en mm	h _p = 10.10 mm		

σ _v (kPa)	Δσ _v /σ _v	ΔH (10 ⁻² mm)	e	E _{oed} (Mpa)
10	/	0	0.980	/
15	0.5	128	0.854	-0.459
20	0.3	150	0.832	-0.775
24	0.2	162	0.819	-1.702
29	0.2	167	0.815	-1.053
43	0.5	177	0.805	-0.903
57	0.3	208	0.775	-1.400
86	0.5	228	0.755	-1.853
115	0.3	259	0.724	-2.944
43	/	276	0.707	/
10	/	271	0.712	/
43	/	276	0.707	-11.579
115	/	284	0.700	-20.282
229	1.0	330	0.653	-4.903
458	1.0	387	0.597	-8.049
917	1.0	440	0.545	-17.419
10	/	412	0.572	/

C _v	
Contraintes kPa	C _v (.10-8 m2/s)
de 115 à 229	30.58
de 229 à 458	29.12
de 458 à 917	30.32

Caractéristiques de compressibilité	
Indice des vides initial e _i =	0.980
Indice des vides du sol en place e ₀ =	0.816
Contrainte effective verticale σ' _{v0} (kPa) =	58
Contrainte de préconsolidation σ' _p (kPa) =	28
Indice de compression C _c =	0.18
Indice de gonflement C _s =	0.01



CEN ISO/TS 17892-5:2004(F) : Pression de gonflement σ's, correspondant à la contrainte nécessaire pour maintenir un volume constant (c'est-à-dire pour empêcher le gonflement) lorsque le sol est immergé dans l'eau
 σ's (kPa) = -

Commentaires : Echantillon sous consolidé