

Construction d'un parc routier Beychac et Caillau

ÉTUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)
PHASE AVANT-PROJET (AVP)

ROUTE DE CANTELOUP 33750 BEYCHAC ET CAILLAU
DOSSIER : SBX2.F.0040.0018 – INDICE 1
21/02/2019



Gironde le Département

Construction d'un parc routier

Beychac et Caillau

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

Dossier : SBX2.F.0040.0018

Réf. Rapport : SBX2.F.0040.0018-G2AVP

Contrat : SBX2.I.0369

Indice	Date	Chargé d'affaire	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
1	21/02/19	B. BILLARD		A. DUFRENOY		25 pages 4 annexes	

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

SOMMAIRE

1	Contexte de l'étude	5
1.1	Documents relatifs à l'étude.....	5
1.1.1	Documents géotechniques.....	5
1.1.2	Documents relatifs au projet.....	5
1.1.3	Documents réglementaires de référence	5
1.2	Localisation.....	6
1.3	Description du site et des avoisinants.....	6
1.4	Description du projet	7
1.5	Mission de Ginger CEBTP	8
2	Synthèse géotechnique	9
2.1	Investigations géotechniques	9
2.1.1	Sondages et essais in situ.....	9
2.1.2	Piézométrie et perméabilité	10
2.1.3	Essais de laboratoire	10
2.2	Coupe lithologique et caractéristiques mécaniques	11
2.3	Caractéristiques physiques des sols	12
2.4	Synthèse hydrogéologique	13
2.4.1	Risque naturel d'inondabilité	13
2.4.2	Piézométrie	13
2.4.3	Perméabilité.....	14
2.5	Hypothèses vis-à-vis du séisme	14
2.5.1	Définition des paramètres sismiques.....	14
2.5.2	Liquéfaction des sols.....	14
3	Principes généraux de construction en phase avant-projet.....	15
3.1	Généralités et adaptations de l'avant-projet.....	15
3.2	Terrassements	15
3.2.1	Description.....	15
3.2.2	Réalisation des terrassements.....	16
3.2.3	Traficabilité en phase chantier	17
3.2.4	Drainage en phase chantier.....	17
3.2.5	Talutages.....	17
3.3	Niveaux bas des bâtiments	17
3.4	Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau.....	18
3.5	Protection vis-à-vis du retrait-gonflement	18
4	Fondations des bâtiments	19
4.1	Généralités	19
4.2	Fondations superficielles	19
4.2.1	Prescriptions générales.....	19
4.2.2	Justification des fondations.....	20
4.2.3	Dispositions constructives.....	21

4.3	Fondations profondes.....	22
4.3.1	Prescriptions générales.....	22
4.3.2	Dispositions constructives.....	22
4.3.3	Pré-dimensionnement.....	23
5	Couche de forme pour voiries.....	24
5.1	Généralités	24
5.2	Partie Supérieure des Terrassements (PST) et classe d'arase	24
5.3	Couche de forme	24
6	Aléas résiduels et missions ultérieures.....	25
6.1	Aléas résiduels	25
6.2	Missions ultérieures.....	25

ANNEXES

- Annexe 1. Notes Générales sur les Missions Géotechniques
- Annexe 2. Plan d'Implantation des Sondages
- Annexe 3. Investigations in situ
- Annexe 4. Essais en Laboratoire

1 Contexte de l'étude

1.1 Documents relatifs à l'étude

1.1.1 Documents géotechniques

- Etude G1-ES+PGC – Ginger CEBTP – SBX2.F.0040.0018 – datée du 29/12/2017.

1.1.2 Documents relatifs au projet

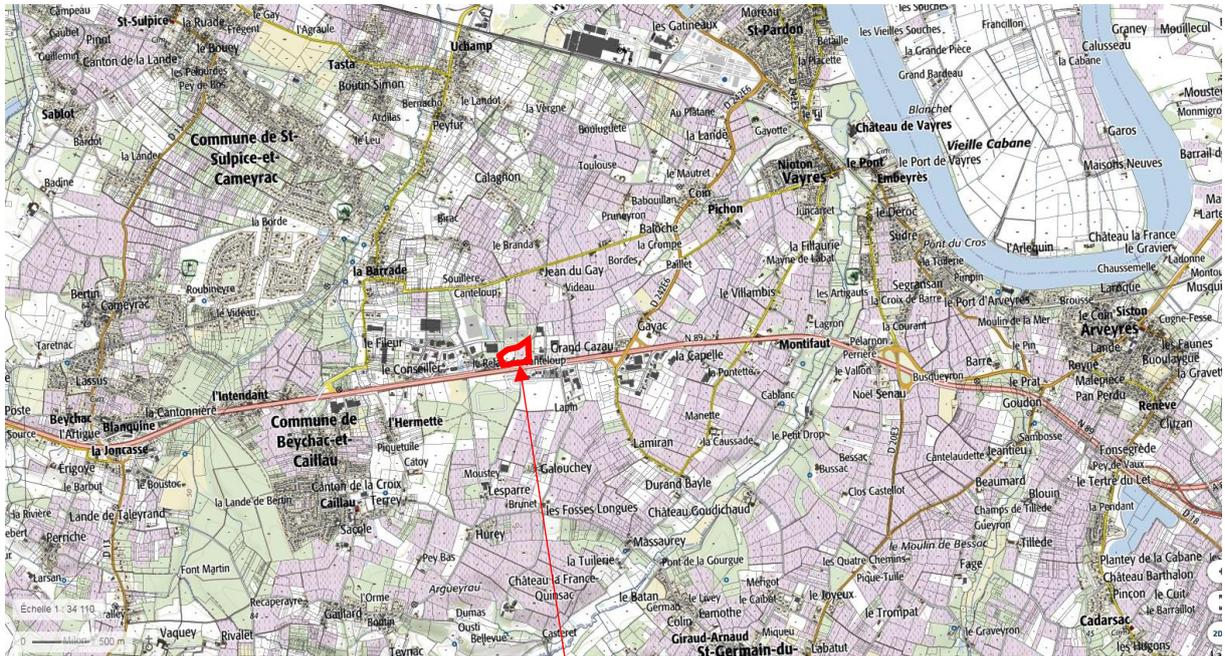
Document	Echelle	Origine / référence	Indice	Date
Plan topographique du site	1/500	AB6 FEDER-LAFARGUE	-	28/12/2012
Cahier des charges des reconnaissances complémentaires géotechniques	-	SETI	-	05/11/2018
Plans de niveaux, façades et coupes	-	Groupement architectes	APS	04/02/2019
Notice VRD	-	SETI	APS	01/02/2019
Notice Gros-Oeuvre	-			

1.1.3 Documents réglementaires de référence

Les documents réglementaires utilisés sont les suivants :

- Eurocode 7 Partie 1 – « Calcul géotechnique – Règles générales » ;
- Eurocode 8 Partie 1 – « Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments » ;
- NF EN 206.1 – « Béton » ;
- NF P 94-262 – « Calcul géotechnique – Fondations profondes » ;
- NF P 94-261 – « Calcul géotechnique – Fondations superficielles ».

1.2 Localisation



Source : Géoportail

1.3 Description du site et des avoisinants

Le site d'étude correspond à des zones de friches, la parcelle Est étant anciennement occupée par des vignes. D'après les éléments qui nous ont été transmis, les vignes auraient été coupées mais non dessouchées.

La parcelle est cadastrée sous les numéros 916, 918 et 921 de la section E.

La topographie du site est faiblement marquée par une pente de l'ordre de 1% dirigée vers le Nord – Est.

Lors de nos investigations menées en fin d'année 2018 et début d'année 2019, les terrassements d'un bassin de rétention initialement prévu au projet avaient été en partie menés, dans l'angle Nord-Est du site. Les déblais atteignent environ 2,0m de profondeur. La photographie ci-dessous illustre ces propos :



TERRASSEMENTS COMMENCES EN PARTIE NORD-EST

1.4 Description du projet

Le projet prévoit la réalisation d'un bâtiment de type R+1 partiel comprenant une partie bureaux et des ateliers :

- La partie ateliers possèdera une structure bois en lamellé-collé ;
- La partie bureaux possèdera une structure et planchers en béton armé.

Les charges prévisionnelles sont importantes :

- Charges ponctuelles : $G=1100 \text{ kN} / Q=400 \text{ kN}$;
- Charges linéaires : $G = 220 \text{ kN/ml} / Q=80 \text{ kN/ml}$.



PLAN DE MASSE DU PROJET

1.5 Mission de Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme au contrat n°SBX2.I.0369 du 12/11/2018.

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

La mission comprend, conformément à la Norme NF P 94-500 de Novembre 2013 :

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

2 Synthèse géotechnique

2.1 Investigations géotechniques

2.1.1 Sondages et essais in situ

Les moyens de reconnaissance et d'essais ont été définis par Ginger CEBTP en accord avec le client. L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 2. Elle a été définie et réalisée par Ginger CEBTP en fonction du projet, de la présence d'ouvrages et de réseaux enterrés.

Les têtes de sondages ont été cotées sur la base du plan topographique du site daté du 28/12/2012. Les profondeurs des sondages sont fournies par rapport au niveau du terrain actuel, au moment des investigations.

Type de sondage	Quantité	Noms	Prof. (m/TA)	Tête de sondage (m NGF)
Sondage destructif avec enregistrement des paramètres en continu et prélèvement de cuttings	4	SP1	22,0	+30,9
		SP2	25,0	+31,6
		SP3	21,5	+32,3
		SP4	25,0	+33,0
Exécution d'essais pressiométriques Norme NF EN 22476-4	51			
Sondage à la pelle mécanique	10	PM1	2,5	+31,0
		PM2	2,5	+31,9
		PM3	2,5	+32,1
		PM4	2,3	+32,3
		PM5	2,5	+32,6
		PM6	2,6	+33,0
		PM7	2,5	+32,6
		PM8	2,5	+32,1
		PM9	1,9	+31,5
		PM10	2,5	+32,3
Sondage à la tarière mécanique et pose de piézomètre	2	ST1+PZ	6,0	+31,4
		ST2+PZ	6,0	+32,8
Essai au pénétromètre statique lourd de 200 kN Norme NF EN 22476-1	10	CPT1	8,9	+32,9
		CPT2	5,4	+31,9
		CPT3	7,1	+31,3
		CPT4	6,1	+31,0
		CPT5	5,7	+32,0
		CPT6	6,0	+32,2
		CPT7	7,1	+32,6
		CPT8	6,8	+32,4
		CPT9	5,5	+33,5
		CPT10	7,0	+33,0

Les coupes des sondages et essais sont présentées en annexe 3.

Les feuilles de sondages peuvent également contenir des informations complémentaires dont les niveaux d'eau éventuels, les pertes de fluide d'injection, les incidents de forage, etc...
Par ailleurs, les forages de cette campagne d'investigation étant réalisés à l'eau, les niveaux d'eau naturels ne sont pas toujours identifiables ou peuvent être biaisés en raison de leur interférence avec les fluides de forage injectés.

2.1.2 Piézométrie et perméabilité

Equipement piézométrique	Sondage de référence	Prof. m/TA
Piézomètre définitif de type fermé avec capot métallique Norme NF P94-157-2	ST1+PZ	6,0
	ST2+PZ	6,0

Essai de perméabilité	Sondage de référence	Prof. m/TA
Essai d'infiltration	L1	2,5
	L2	2,5
	L3	2,5
	L4	2,5
	K5	1,0

2.1.3 Essais de laboratoire

Identification et caractéristiques des sols	Nombre	Norme
Teneur en eau pondérale W	6	NF P94-050
Analyse granulométrique par tamisage	6	NF P94-056
Valeur au bleu du sol (VBS)	4	NF P94-068
Limites d'Atterberg	2	NF P94-051
Classification des sols (GTR)	6	NF P11-300

Les prélèvements d'échantillons sont la propriété du client. Ils seront conservés pendant un mois à compter de l'envoi du rapport. S'il le souhaite, le client pourra donc soit récupérer ses prélèvements, soit demander à ce qu'ils soient conservés. À défaut de demande expresse, les prélèvements seront mis au rebus.

2.2 Coupe lithologique et caractéristiques mécaniques

Formation	Lithologie			Caractéristiques géotechniques					
	Tête	Base	Epaisseur	Résistance de pointe qc	Pression de fluage pf*	Pression limite pl*	Module pressiométrique Em	Coefficient rhéologique α	Masse volumique yh
	m/TA	m/TA	m	MPa	MPa	MPa	MPa	-	KN/m3
1 – Couverture végétale	0	0,2 à 0,4	0,2 à 0,4	-	-	-	-	-	-
2 – Limon argileux et argile limoneuse	0,2 à 0,4	1,8 à 4,2	1,6 à 4,0	1,8 à 10	-	-	-	1/2	18
3 – Sable gravelo-argileux à sable grossier	1,8 à 4,2	9,0 à 13,0	5,6 à 12,0	5 à >20	0,33 à 4,33	0,33 à >4,5	3 à 82	1/3	19
4 – Marnes et calcaires à altération variable	9,0 à 13,0	>25,0	-	-	0,43 à >4,5	0,51 à >4,5	2 à 280	2/3	21

D'après la carte géologique de Bordeaux au 1/50 000, les sols rencontrés se situent à la limite entre la formation des alluvions et colluvions argilo-sableuses notées F-C et les formations fluviales composées de sables argileux, graviers et galets du système de la Dordogne. Ces formations peuvent être masquées par des colluvions.

D'après les données du BRGM, le site présente un aléa « faible » vis-à-vis des phénomènes de retrait-gonflement des argiles.

Formation 1 – Couverture végétalisée

La partie Est du site, sur laquelle le bâtiment du projet s'étend majoritairement, était anciennement occupée par des vignes. L'épaisseur de couverture végétalisée remaniée peut donc y être plus importante.

Formation 2 – Limon argileux et argile limoneuse

Ces horizons apparaissent fermes à raides d'après les essais au pénétromètre statique.

Formation 3 – Sable gravelo-argileux à sable grossier

On observe des variations de caractéristiques mécaniques au sein de ces horizons. Globalement, les essais les qualifient comme moyennement denses à denses.

Formation 4– Marnes et calcaires à altération variable

On observe des variations d'altération au droit des sondages pressiométriques ainsi que des variations du toit de ce substratum. On note des passées très altérées au droit de SP1 entre 15,5m et 18,0m environ, au droit de SP2 entre 13,0m et 14,0m environ, au droit de SP3 entre 10,0m et 10,7m environ et au droit de SP4 entre 9,0m et 10,6m. On notera que des modules pressiométriques très élevés >200 MPa ont été mesurés au droit des sondages pressiométriques dans ces horizons.

Nous rappelons qu'il n'est pas toujours évident de distinguer les variations horizontales et/ou verticales éventuelles, inhérentes aux changements de faciès, compte tenu de la surface investiguée par rapport à celle concernée par le projet. De ce fait, les caractéristiques indiquées précédemment ont un caractère représentatif mais non absolu.

2.3 Caractéristiques physiques des sols

Formation / type de sol	Prof. (m) échantillon	W (%)	VBS	WL (%)	IP	Tamisat < 80 µm	Classe G.T.R.
2 – Limon argileux	ST1 – 1,1/2,05	15,4	-	31	16	61,8	A _{2h}
2 – Limon sableux	ST1 – 3,2/4,2	14,7	-	39	21	50,4	A _{2m}
2 – Limon silteux marron	PM1 – 0,15/0,5	17,7	0,71	-	-	69,0	A ₁
2 – Limon silteux marron	PM6 – 0,60/2,5	17,2	1,58	-	-	76,7	A ₁
2 – Grave sablo-argileuse ocre à grise	PM9 – 1,7/1,9	13,0	1,96	-	-	49,8	A ₁
2 – Argile limoneuse ocre à grise	PM10 – 0,65/2,5	16,9	1,41	-	-	73,0	A ₁

Les procès-verbaux des essais en laboratoire sont fournis en annexe 4.

Les matériaux A₁ présentent une sensibilité à l'eau. Ils peuvent perdre brutalement leur portance en cas d'hydratation. Des sujétions lors des travaux sont donc à prendre. Le réemploi en remblais est difficile.

Les matériaux A₂ sont sensibles aux phénomènes de retrait-gonflement par variations de leur teneur en eau. Ils se prêtent à l'emploi de la plus large gamme d'outils de terrassements. On se ramènera à un état hydrique « moyen » pour le réemploi en remblais. Les aptitudes au traitement de ces matériaux ont été estimées dans le paragraphe suivant.

2.4 Synthèse hydrogéologique

2.4.1 Risque naturel d'inondabilité

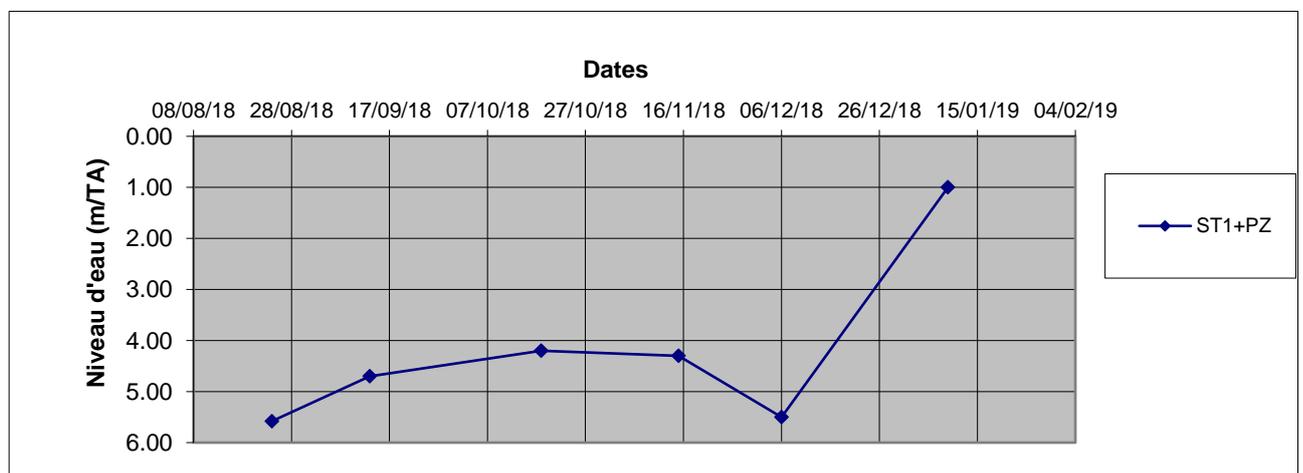
D'après les données issues du BRGM, la parcelle se trouve dans l'« enveloppe approchée des inondations potentielles cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare ».

Par ailleurs des informations précises sur le risque réel d'inondation peuvent être fournies dans les documents d'urbanisme (P.L.U.) et dépendent des travaux de protection réalisés, donc susceptibles de varier dans le temps. S'agissant de données d'aménagement hydraulique et non de données hydrogéologiques, elles ne font pas partie de notre mission d'étude géotechnique.

2.4.2 Piézométrie

Un suivi piézométrique a été mené sur les ouvrages ST1+PZ et ST2+PZ durant une période de 6 mois entre août 2018 et janvier 2019.

Piézomètre	Cote NGF	Profondeur (m/TA)	Niveaux d'eau relevés							
			Dates	24/08/18	13/09/18	18/10/18	15/11/18	06/12/18	09/01/19	
ST1+PZ	31.4	5.8	m/TA	5.58	4.70	4.20	4.30	5.50	1.00	
			NGF	25.82	26.70	27.20	27.10	25.90	30.40	
ST2+PZ	32.8	5.8	m/TA	Sec						
			NGF							



Les niveaux d'eau dans ces horizons correspondent majoritairement à des circulations au sein des graves argileuses. Le niveau est susceptible de remonter en période défavorable.

Le niveau d'eau mesuré en janvier 2019 à 1,0 m de profondeur correspond probablement à une anomalie au regard du contexte hydrogéologique du site. Il peut s'agir d'accumulation d'eau dans le piézomètre sans infiltration. Nous prolongeons le suivi piézométrique dans le cadre des études ultérieures afin d'avoir plus d'information sur les niveaux d'eau du site.

On notera que le piézomètre ST2+PZ est resté sec pendant toute la période de suivi.

2.4.3 Perméabilité

Des essais d'infiltration ont été menés sur le site. Les résultats figurent dans le tableau ci-dessous :

Essai	Profondeur (m/TA)	K (m/s)
L1	2,5	$\sim 1,0 \cdot 10^{-6}$
L2	2,5	$\sim 1,0 \cdot 10^{-6}$
L3	2,5	$\sim 1,0 \cdot 10^{-6}$
L4	2,5	$\sim 1,5 \cdot 10^{-6}$
K5	1,0	$\sim 3,0 \cdot 10^{-6}$

2.5 Hypothèses vis-à-vis du séisme

2.5.1 Définition des paramètres sismiques

Selon le décret n°2010-1255 et la norme NF EN 1998 (EUROCODE 8), les principales données parasismiques déduites des éléments du projet et des reconnaissances effectuées dans le cadre de cette étude et présentées dans les paragraphes précédents, figurent dans le tableau ci-dessous :

Zone de sismicité	2 (aléa faible)
Type de sol	C
Paramètre de sol S	1,5

2.5.2 Liquéfaction des sols

Le projet se trouvant en zone de sismicité faible (zone 2), l'analyse de la liquéfaction des sols n'est pas à réaliser d'après l'arrêté du 26 Octobre 2011 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux ouvrages de la classe dite « à risque normal ».

3 Principes généraux de construction en phase avant-projet

3.1 Généralités et adaptations de l'avant-projet

Le site présente un risque de retrait-gonflement des horizons de nature argilo-limoneuse de surface jusqu'à 1,8 à 4,2 m de profondeur. Les niveaux d'eau du site sont susceptibles de remonter en période défavorable.

D'après les documents transmis et la synthèse réalisée précédemment, le projet pourra s'orienter vers les solutions techniques suivantes :

- Fondations :
 - Fondations superficielles ancrées à partir de 1,5 m de profondeur par rapport au terrain extérieur fini ;
 - Fondations profondes de type pieux flottants ;
- Niveaux-bas :
 - Planchers portés par les fondations d'après les documents transmis.

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

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

Nous rappelons également que toute modification du projet ou des sols peut entraîner une modification partielle ou complète des adaptations préconisées. La mission géotechnique en phase projet (G2 phase PRO) sera alors cruciale et devra étudier l'éventuelle nouvelle configuration.

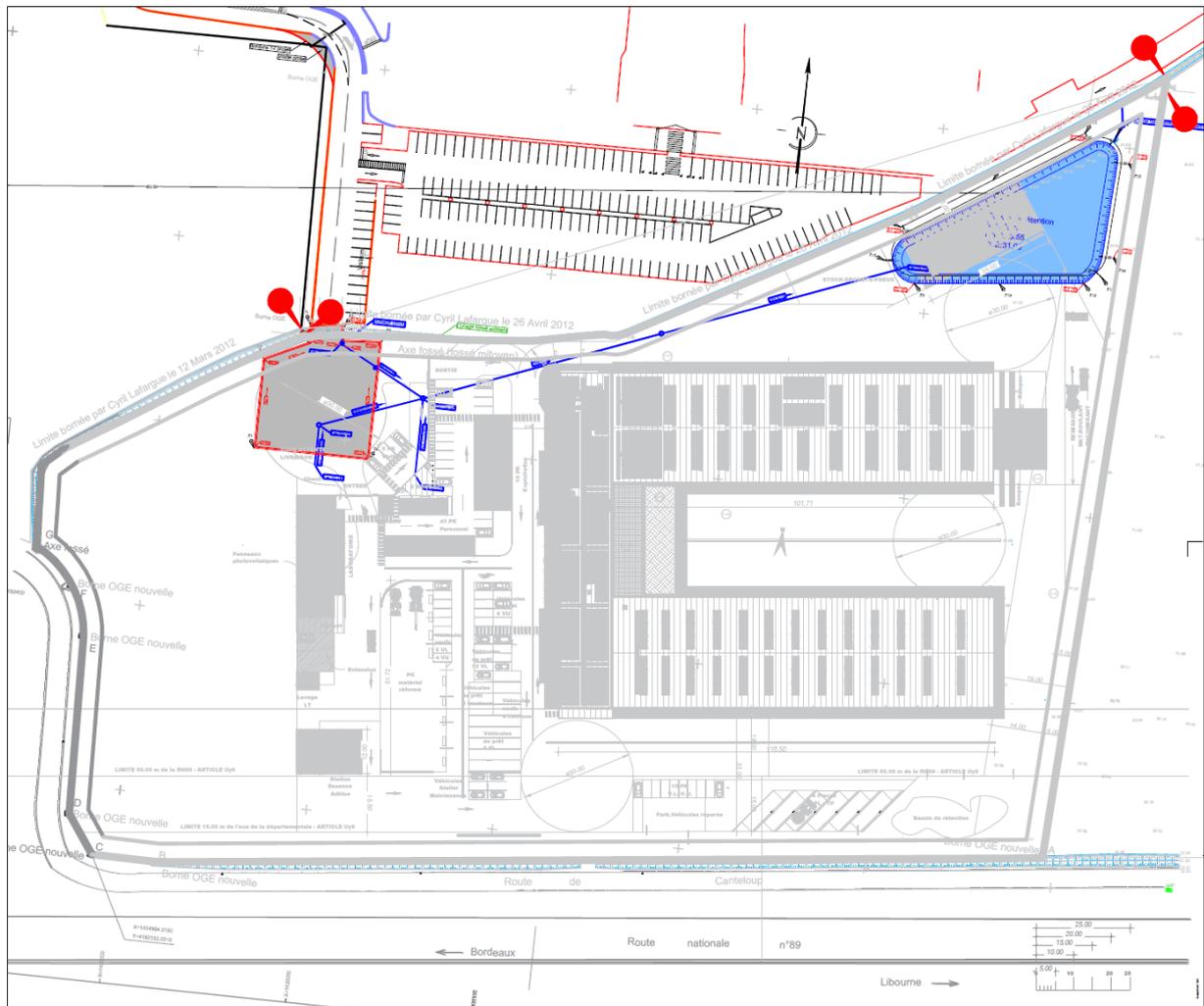
3.2 Terrassements

3.2.1 Description

D'après la notice VRD, la cote du projet se situe à +32 m NGF. D'après le plan topographique du site transmis, daté du 28/12/2012, l'implantation du bâtiment principal se trouve sur une zone dont les cotes topographiques varient entre +31,7 et +32,5 m NGF environ. Les terrassements pour intégrer le bâtiment du projet sur le site seront limités à un simple reprofilage.

Le reste du site, hormis en partie Nord-Est, possède des cotes variant entre +30,5 et +33,9 m NGF environ. Les terrassements pourront atteindre 1,0m à 2,0m d'épaisseur en remblais ou déblais.

En partie Nord-Est, les terrassements d'un bassin de rétention initialement prévu dans le projet ont été réalisés partiellement : des déblais atteignant environ 2,0 m de profondeur ont été menés. D'après les documents du nouveau projet, un bâtiment est prévu au droit de ce bassin. Le plan ci-dessous illustre la superposition de l'ancien projet et de la position des ouvrages du nouveau projet.



Dans ces conditions, cette partie du site doit être remblayée pour atteindre la cote du projet.

3.2.2 Réalisation des terrassements

Après purge des horizons végétalisés, les terrassements seront principalement exécutés dans les limons argileux à argiles limoneuses (formations 2). Hormis en cas de découverte de vestige d'anciens ouvrages ou d'horizons indurés, non détectés lors des sondages, les terrassements devraient pouvoir être exécutés à l'aide d'engins classiques.

Le remblaiement de la zone du bassin au Nord-Est du site sera mené conformément aux recommandations du GTR. Pour une partie des terres ayant été stockée à proximité, on pourra envisager la réutilisation de ces matériaux en remblai de base, sous réserve d'analyses en laboratoire du stock et de l'adaptation des épaisseurs de couches et de puissance de compactage en conséquence. À noter que les matériaux classés A₁ sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur sensibilité aux conditions météorologiques et sont sujets au matelassage. Les matériaux classés A₂, en fonction de leur état hydrique, sont utilisables en remblai. Le complément de matériau à mettre en œuvre pour remblayer sera à valider avant le démarrage du chantier. La partie supérieure du remblai correspondra à la couche de forme à mettre en œuvre sur une grande partie du site. On cherchera à garantir un objectif de densification

q4 pour le remblai mis en œuvre dans cette zone. Des contrôles de densification ou de compactage seront menés au fur et à mesure du montage du remblai.

3.2.3 Traficabilité en phase chantier

D'après les essais en laboratoire, les matériaux du site sujets aux terrassements sont classés A₁ et A₂. En cas de période humide ou de stagnation d'eau, ces matériaux pourront poser des difficultés de traficabilité pour les engins de terrassements.

Afin d'assurer une traficabilité suffisante en phase chantier et constituer une assise pérenne pour la plateforme du site dans le cadre des aménagements, on pourrait envisager un traitement chaux-ciment des sols superficiels ou réaliser une couche de forme épaisse en matériaux granulaires.

Des indications supplémentaires sur les couches de formes sont fournies dans le paragraphe 5 relatif aux voiries.

3.2.4 Drainage en phase chantier

D'après les suivis piézométriques, les niveaux d'eau dans le terrain fluctuent d'un point à l'autre du site et en fonction de la période météorologique. Un suivi piézométrique est toujours en cours afin de préciser les niveaux d'eau du site à retenir pour le projet.

Les nivellements des plateformes seront prévus avec des pentes pour évacuer les eaux de ruissellement vers un exutoire adapté. Les dispositions spécifiques seront prises au cas par cas en fonction des conditions réelles du chantier.

En cas d'arrivées d'eau en fonds de fouilles, un pompage sera mis en œuvre.

3.2.5 Talutages

Les talutages nécessaires à la réalisation des ouvrages et fondations seront prévus avec une pente de 3 de base pour 2 de hauteur dans les horizons peu ou pas sableux. Au regard de la nature des matériaux, les talus définitifs seront profilés avec une pente de 2 de base pour 1 de hauteur.

Les fouilles nécessaires à la réalisation des fondations pourront être prévues avec blindages provisoires pour éviter les talutages.

3.3 Niveaux bas des bâtiments

En solution de base, d'après les indications fournies dans les documents techniques transmis ainsi que dans l'étude G1, on envisagera la réalisation de planchers portés par les fondations.

3.4 Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau

Il appartient aux concepteurs de s'assurer auprès des services compétents que le terrain n'est pas inondable.

Un suivi piézométrique est en cours sur le site. Au regard de l'anomalie observée en janvier 2019, nous préconisons un prolongement du suivi afin de couvrir la période de hautes eaux se situant entre avril et juin.

Il sera cependant nécessaire de prévoir un système de drainage périphérique pour protéger les parties enterrées du projet (fosses, galeries techniques, etc...). Il permettra de collecter les eaux et de les évacuer vers un exutoire adapté (cf. DTU 20.1).

3.5 Protection vis-à-vis du retrait-gonflement

Il conviendra de rechercher les dispositions suivantes :

- rigidification du niveau bas, la rigidité maximale dans le sens de la plus grande portée,
- coulage des fondations à pleine fouille sur toute la hauteur et protection des longrines,
- mise hors dessiccation du sol de fondation à assurer par un encastrement suffisant par rapport aux niveaux finis extérieurs (1,5 m minimum), et intérieurs. On notera que la profondeur de la dessiccation est une donnée très approximative au stade actuel des connaissances scientifiques. De ce fait, l'encastrement demandé des fondations doit impérativement être respecté ainsi que le liaisonnement des structures précisées précédemment ;
- éviter tout épandage d'eau à proximité de la construction ;
- entourer les façades par un étanchement de surface suffisamment large pour éviter les infiltrations jusqu'au niveau des fondations (en particulier par les remblais) ou jusqu'au vide sanitaire s'il existe.

4 Fondations des bâtiments

4.1 Généralités

Au regard de la synthèse géotechnique et des informations transmises sur le projet, on peut envisager, au stade de l'AVP, les deux solutions suivantes :

- Fondations superficielles encastrées à 1,5 m de profondeur par rapport au terrain extérieur fini, soit vers +30,5 m NGF au minimum. Au regard de la nature des terrains, les dimensions des fondations seront importantes pour s'accorder aux descentes de charges estimatives transmises et limiter les tassements ;
- Fondations profondes de type pieux flottants ancrés dans les horizons marno-calcaires altérés. Aucun terme de pointe ne sera pris en compte au regard de l'altération localement importante repérée au droit des sondages pressiométriques.

Les paragraphes suivants fournissent les hypothèses et caractéristiques à retenir, au stade de l'AVP, pour les deux solutions précédentes.

En fonction de la configuration du projet, il pourrait être envisagé une optimisation du mode constructif en étudiant une solution de renforcement de sols par colonnes ballastées, par exemple, dans les horizons superficiels limono-argileux et orienter le mode de construction vers des fondations superficielles de dimensions plus réduites, associées à un niveau-bas de type dallage. Cette configuration est à étudier dans le cadre de la phase PRO, sur la base d'échanges avec les chargés de conception.

4.2 Fondations superficielles

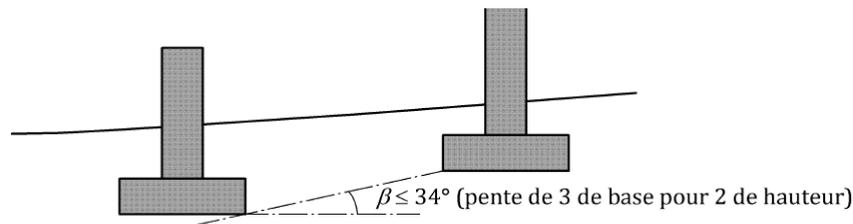
4.2.1 Prescriptions générales

On retiendra ici un système de fondations superficielles, ancrées dans la formation 2 – Limon argileux et argile limoneuse ou localement 3 – Sable gravelo-argileux à sable grossier. **On respectera un encastrement minimal de 1,5 m de profondeur par rapport au niveau du terrain extérieur fini afin de s'affranchir des phénomènes de retrait-gonflement des matériaux du site. D'après le niveau du projet fixé à +32 m NGF, la base des fondations se trouvera, au plus haut, à +30,5 m NGF. Ce point sera à confirmer en phase PRO. Un approfondissement est éventuellement à prévoir dans les zones décomprimées ou à purger.**

Les fondations de la structure de couverture en partie Nord-Est devront être ancrées sous la base des déblais actuels.

Comme critères définissant le niveau d'assise, on retiendra, parmi les suivants le plus restrictif :

- Encastrement minimal de 1,5 m par rapport au terrain extérieur fini,
- ancrage minimal de 0,3 m dans l'horizon porteur,
- respect de la garde au gel fixée ici à 0,5 mètre,
- respect de la norme NFP 94-261 pour les fondations à niveaux décalés, mitoyennes ou à proximité de talus:



Les autres dispositions constructives liées à ce principe de fondation sont :

- largeur minimale de 0.5 m des semelles filantes, 0.7 m pour des semelles isolées,
- béton dosé à 250 kg minimum (350 kg minimum dans l'eau).

4.2.2 Justification des fondations

4.2.2.1 Remarques préalables

Le dimensionnement des fondations devra être mené conformément à la norme NFP 94-261 – Eurocode 7 (Justification des ouvrages géotechniques – Fondations superficielles).

De plus, on notera les points suivants :

- les calculs proposés ci-dessous sont valables dans le cas de charges verticales et de fondations suffisamment éloignées d'un talus de pente. Dans le cas où les charges seraient inclinées, il conviendrait d'appliquer un coefficient minorateur i_δ . De même pour des fondations à proximité de talus (distance au talus $d \leq 8$ fois la largeur de la fondation), il conviendra d'appliquer un coefficient de réduction de portance i_β ;
- les tassements théoriques calculés s'entendent pour une mise en œuvre des fondations selon les règles de l'Art en accord avec les prescriptions de l'Eurocode 7 (NFP 94-261) ;
- des descentes de charges hétérogènes peuvent conduire à des tassements différentiels dont l'amplitude devra être estimée dans le cadre d'une étude complémentaire de type G2-PRO.

4.2.2.2 Méthode de calcul de la capacité portante

On s'assurera que la charge verticale transmise par la fondation superficielle au terrain V_d est inférieure à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle $R_{v;d}$:

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d} \quad \text{avec} \quad R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R;v}} \quad \text{et} \quad R_{v;k} = \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R;d;v}}$$

Avec :

- R_0 : masse volumique de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux – ici négligé,
- $R_{v;d}$: valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- $R_{v;k}$: valeur caractéristique de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- A' : surface effective de la base d'une fondation superficielle,
- q_{net} : contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- $\gamma_{R;d;v}$ et $\gamma_{R;v}$: facteurs de sécurité partiels à considérer.

4.2.2.3 Méthode de calcul des tassements

Les tassements sont évalués selon la méthode décrite à l'annexe H de la norme NF P 94-261 – Fondations superficielles.

4.2.2.4 Exemples de calcul

Les résultats sont donnés dans le tableau ci-dessous d'après la modélisation géotechnique présente au paragraphe 2.2, en considérant un ancrage de 0,3 m dans la couche d'assise et une fondation totalement comprimée ($A'=A$).

Type de fondation	Largeur B (m)	Prof. assise (m)	Horizon d'ancrage	q_{ce} (MPa)	K_c	q_{net} (kPa)	$R_{v;d}$ ELU (kN ou kNm)	$R_{v;d}$ ELS ⁽¹⁾ (kN ou kNm)	σ_{ELS} ⁽²⁾ (kPa)	S (cm)
Semelle filante	1,6	1,5	n°2	2,0	0,27	540	512	312	195	~1
Semelle isolée carrée	2,8						2510	1530		

(1) ELS situations quasi-permanentes

(2) contrainte équivalente aux ELS situations quasi-permanentes à retenir pour la géométrie proposée calculée suivant l'annexe G de la norme NF P 94-261

Les calculs ont été réalisés selon « l'approche 2 » au sens de l'Eurocode 7, avec :

- q_{ce} : résistance limite équivalente
- K_c : facteur de portance pénétrométrique pour les sols de fondation de type argile et limons

Les calculs ci-dessus constituent un exemple de pré-dimensionnement. L'optimisation des dimensions et la justification des fondations définitives sera menée dans le cadre d'une mission G2-PRO, sur la base des descentes de charges complètes.

4.2.3 Dispositions constructives

- Il est recommandé de ne pas descendre la largeur des fondations en dessous de 0,5 m pour des semelles continues et de 0,7 m pour des semelles ponctuelles pour des raisons de bonne exécution,
- en cas de deux bâtiments ou de deux parties d'un même bâtiment, fondés de façon différente ou présentant un nombre de niveaux différent, il conviendra de s'assurer que la structure peut s'adapter sans danger aux tassements différentiels qui pourraient se produire. Dans le cas contraire, les projeteurs devront prévoir un joint de construction intéressant toute la hauteur de l'ouvrage, y compris les fondations elles-mêmes,
- des fondations établies à des niveaux différents doivent respecter la règle des 3 de base pour 2 de hauteur entre arêtes de fondations (NF P 94-261),
- des surprofondeurs du toit de la couche d'ancrage sont toujours possibles et pourront nécessiter un rattrapage en gros béton et, par conséquent, des surconsommations de béton,
- un blindage provisoire des fouilles des fondations est à prévoir, au regard de la nature des terrains,
- en cas d'arrivée d'eau dans les fouilles lors des travaux, l'entreprise devra prévoir un système de pompage et maîtriser la technique de bétonnage sous eau par tube plongeur pour la réalisation des fondations,
- afin d'éviter une décompression du sol de fondation, un béton de propreté sera immédiatement coulé après terrassement afin de le protéger.

4.3 Fondations profondes

4.3.1 Prescriptions générales

Le dimensionnement des fondations devra être mené conformément à la norme NFP 94-262 – Eurocode 7 de Juillet 2012 (Justification des ouvrages géotechniques – Fondations profondes).

De plus, on notera les points suivants :

- l'approche retenue est celle du "modèle terrain" ;
- aucun frottement négatif ni effort parasite (soulèvements, moments, efforts horizontaux) n'a été pris en compte dans le dimensionnement proposé ;
- en cas de surcharges notables aux abords des fondations, il conviendrait donc de revoir tout ou partie de ce dimensionnement ;
- aucun effet de groupe n'a été pris en compte dans le dimensionnement proposé (entraxe supérieur à 3 fois leur diamètre) ;
- des surconsommations de béton sont à prévoir dans les horizons mous et altérés.

Le cas échéant, il conviendrait donc de revoir tout ou partie de l'exemple de dimensionnement proposé. La prise en compte, notamment des efforts horizontaux, sera menée en phase PRO.

4.3.2 Dispositions constructives

Dans tous les cas, l'exécution des pieux devra être conforme aux prescriptions des normes NF EN 1536 (Exécution des travaux géotechniques spéciaux - Pieux forés). On prévoira en particulier une campagne de contrôle adaptée.

De plus, il conviendra de considérer les points suivants :

- Les pieux seront armés toute hauteur s'ils doivent reprendre des efforts sismiques estimés par le BET structure (à nous fournir dans le cadre de l'étude G2 PRO).
- La mise en œuvre d'une machine de pieux, dont le poids est important, nécessitera la réalisation d'une couche de forme afin d'assurer une traficabilité suffisante sur la plateforme.
- Les pieux seront réalisés en présence d'eau. Si cette solution est retenue, il conviendra d'adapter le béton en fonction de l'eau du site par des mesures d'agressivité.

D'autre part, lors de la réalisation des pieux, il conviendra :

- de limiter la contrainte dans le béton vis-à-vis des ELS en fonction des matériaux utilisés ;
- de vérifier précisément la nature des matériaux extraits ainsi que les paramètres d'enregistrement pour s'assurer du bon ancrage dans la formation n°4 dans le cadre d'un suivi géotechnique d'exécution (mission G3) et/ou d'une supervision suivi géotechnique d'exécution (mission G4).

4.3.3 Pré-dimensionnement

Le frottement latéral unitaire q_s à considérer dans les calculs est donné dans les tableaux ci-dessous (valeurs à retenir pour l'application de l'Eurocode 7 / modèle de terrain – pieux classe 2, catégorie 6). Il s'agit d'une coupe type à préciser dans la phase G2 PRO :

Formation / Nature du sol	Profondeur de base (m/TA)	Classe de sol	p_l^* (MPa)	Courbe retenue	α pieu-sol	q_s retenue (kPa)	$k_{p_{max}}$
1 – Couverture végétale	0,2	Frottement neutralisé					
2 – Limon argileux et argile limoneuse	3,0	Frottement neutralisé en phase AVP pour tenir compte du frottement négatif potentiel lié au retrait-gonflement ainsi que des aménagements du site					
3 – Sable graveleux-argileux à sable grossier	13,0	Sables et graves	1,5	Q2	1,8	113	-
4 – Marnes et calcaires à altération variable	>25,0	Marne et calcaire marneux	3,3	Q4	1,6	170	-

Afin de tenir compte de l'altération variable des horizons marneux et calcaires, aucun effort de pointe ne sera pris en compte dans le dimensionnement des fondations profondes.

Le frottement latéral unitaire limite est choisi selon le type de pieux indiqué. Tout autre choix devra être justifié par l'Entreprise chargée des travaux, en fonction du mode d'exécution, des moyens, et de la mise en œuvre des pieux.

Une ébauche dimensionnelle a été réalisée pour un pieu de type foré à la tarière creuse avec enregistrement des paramètres de forage (**pieu de classe 2, catégorie 6**) avec une **approche "modèle de terrain"**.

Caractéristiques du pieu					Charge en tête		$\sigma_{tête}^{(2)}$
Fiche approx. (m/TA)	Diamètre (m)	Horizon d'ancrage	Ancrage (m)	$k_p^{(1)}$	E.L.U. (kN)	E.L.S. ⁽³⁾ (kN)	E.L.S. (MPa)
15,5	0,62	4	2,5	-	2174	1509	5,0

(1) pieux flottants : pas de terme de pointe pris en compte

(2) $\sigma_{tête}$: contrainte correspondante en tête du pieu, à optimiser sur la base des informations du projet en phase PRO

(2) combinaison quasi-permanente

Une note de calcul détaillée devra être établie au stade du projet en fonction de ce dernier et des caractéristiques réelles des pieux retenus.

5 Couche de forme pour voiries

5.1 Généralités

Une grande majorité du site est concernée par la mise en œuvre de voiries et parkings. Un reprofilage du site est à prévoir. Une couche de forme est à prévoir pour la réalisation des plateformes de voiries.

5.2 Partie Supérieure des Terrassements (PST) et classe d'arase

La partie supérieure des terrassements est constituée par des sols de classes GTR A₁ et A₂. D'après les classifications et le GTR, les terrains du site correspondent à une PST1-AR1 en période humide.

Les travaux devront préférentiellement être réalisés en période météorologique favorable afin d'obtenir des matériaux en état hydrique moyen à sec.

5.3 Couche de forme

Les caractéristiques de la couche de forme (matériaux utilisés et épaisseurs) sont fournies dans le fascicule II du GTR 92, en fonction des classes de PST et AR.

Etat hydrique de la PST	Classe PST / AR	Couche de forme
Humide	PST1-AR1	0,60 m de matériaux de type R21 (0/60 ou 0/100) ou 0,45 m de matériaux de type R21 au-dessus d'un géotextile
		0,75 m de matériaux de type D31 ou 0,60 m de matériaux de type D31 avec intercalation d'un géotextile

Les préconisations précédentes sont valables dans le cas d'un fond de forme assurant une portance EV2 > 20 MPa. Dans le cas contraire, on prévoira une amélioration de l'arase par traitement ou par cloutage d'éléments grossiers (100/300mm) sur une épaisseur de l'ordre de 50 cm, par exemple.

Les aptitudes au traitement peuvent être évaluées par des essais en laboratoire spécifiques sur la base des échantillons prélevés dans le cadre de cette étude.

Dans tous les cas, on réalisera une planche d'essais pour s'assurer de la pérennité de la solution prévue. Les critères de réception de la couche de forme par des essais à la plaque sont les suivants afin de garantir une PF2 pour la structure de voirie :

$$EV2 > 50 \text{ MPa et } EV2/EV1 < 2$$

6 Aléas résiduels et missions ultérieures

6.1 Aléas résiduels

Suite à la réalisation de la présente étude, les aléas résiduels suivants subsistent :

- Variation de la nappe : suivi piézométrique à prolonger dans le cadre de l'étude G2 PRO ;
- Etat de portance des plateformes lors de la phase chantier.

On s'assurera que la stabilité des ouvrages et des sols avoisinants le projet est assurée pendant et après la réalisation de ce dernier.

6.2 Missions ultérieures

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

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

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

Annexe 1. NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

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

4.2.4 Tableaux synthétiques

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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

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

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

Annexe 2. PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Annexe 3. INVESTIGATIONS IN SITU

- Coupes des sondages à la pelle mécanique
- Photographies des sondages à la pelle mécanique
- Coupes des sondages à la tarière mécanique
- Résultats des essais au pénétromètre statique
- Coupe des sondages pressiométriques
 - Coupes lithologiques
 - Caractéristiques pressiométriques
- Résultats des essais d'infiltration

SONDAGE A LA PELLE PM1

Dossier : **SBX2.F.0040.0018**

Localité : **Beychac et Caillau**

Chantier : **Construction d'un parc routier**

Client : **Gironde le Département**

X :

Date début de forage : **08/01/2019**

Echelle : **1/25**

Y :

Date fin de forage : **08/01/2019**

Machine : **Pelle mécanique**

Z : **31**

Profondeur de fin : **2.50m**

Profondeur (m)	Cote NGF	Matériel	Niveau d'eau (m)	Lithologie	Echantillons	Résultats d'essais ou observations
0	30.85 m			Couverture végétalisée limono-silteuse brune 0.15 m		
0.5	30.50 m			Limon silteux marron 0.50 m	1	GTR : A1 - W=17,7% - VBS=0,71
1				Argile ocre à grise 2.50 m	1	
1.5						
2						
2.5	28.50 m					
3						
3.5						
4						
4.5						

Observation :

Dossier : **SBX2.F.0040.0018**

Localité : **Beychac et Caillau**

Chantier : **Construction d'un parc routier**

Client : **Gironde le Département**

X :

Date début de forage : **08/01/2019**

Echelle : **1/25**

Y :

Date fin de forage : **08/01/2019**

Machine : **Pelle mécanique**

Z : **31.9**

Profondeur de fin : **2.50m**

Profondeur (m)	Cote NGF	Matériel	Niveau d'eau (m)	Lithologie	Echantillons	Résultats d'essais ou observations
0	31.75 m			Couverture végétalisée limono-silteuse brune 0.15 m		
0.5	31.30 m			Limon silteux marron 0.60 m		
1				Argile ocre à grise		
1.5						
2						
2.5	29.40 m			2.50 m		
3						
3.5						
4						
4.5						

Observation :

Dossier : **SBX2.F.0040.0018**

Localité : **Beychac et Caillau**

Chantier : **Construction d'un parc routier**

Client : **Gironde le Département**

X :

Date début de forage : **08/01/2019**

Echelle : **1/25**

Y :

Date fin de forage : **08/01/2019**

Machine : **Pelle mécanique**

Z : **32.1**

Profondeur de fin : **2.50m**

Profondeur (m)	Cote NGF	Matériel	Niveau d'eau (m)	Lithologie	Echantillons	Résultats d'essais ou observations
0	31.95 m			Couverture végétalisée limono-silteuse brune 0.15 m		
0.5	31.50 m			Limon silteux marron 0.60 m		
1				Argile ocre à grise		
1.5						
2						
2.5	29.60 m			2.50 m		
3						
3.5						
4						
4.5						

Observation :

Dossier : **SBX2.F.0040.0018**

Localité : **Beychac et Caillau**

Chantier : **Construction d'un parc routier**

Client : **Gironde le Département**

X :

Date début de forage : **08/01/2019**

Echelle : **1/25**

Y :

Date fin de forage : **08/01/2019**

Machine : **Pelle mécanique**

Z : **32.3**

Profondeur de fin : **2.30m**

Profondeur (m)	Cote NGF	Matériel	Niveau d'eau (m)	Lithologie	Echantillons	Résultats d'essais ou observations
0	32.15 m			Couverture végétalisée limono-silteuse brune 0.15 m		
0.5	31.60 m			Limon silteux marron 0.70 m	2	
1				Argile ocre à grise 2.30 m	2	
1.5						
2	30.00 m					
2.5						
3						
3.5						
4						
4.5						

Observation :

SONDAGE A LA PELLE PM5

Dossier : **SBX2.F.0040.0018**

Localité : **Beychac et Caillau**

Chantier : **Construction d'un parc routier**

Client : **Gironde le Département**

X :

Date début de forage : **08/01/2019**

Echelle : **1/25**

Y :

Date fin de forage : **08/01/2019**

Machine : **Pelle mécanique**

Z : **32.6**

Profondeur de fin : **2.30m**

Profondeur (m)	Cote NGF	Matériel	Niveau d'eau (m)	Lithologie	Echantillons	Résultats d'essais ou observations
0	32.45 m			Couverture végétalisée limono-silteuse brune 0.15 m		
0.5	32.00 m			Limon silteux marron 0.60 m		
1				Argile ocre à grise 2.30 m	1	
1.5						
2						
2.5	30.30 m					
3						
3.5						
4						
4.5						

Observation :

SONDAGE A LA PELLE PM6

Dossier : **SBX2.F.0040.0018**

Localité : **Beychac et Caillau**

Chantier : **Construction d'un parc routier**

Client : **Gironde le Département**

X :

Date début de forage : **08/01/2019**

Echelle : **1/25**

Y :

Date fin de forage : **08/01/2019**

Machine : **Pelle mécanique**

Z : **33.0**

Profondeur de fin : **2.60m**

Profondeur (m)	Cote NGF	Matériel	Niveau d'eau (m)	Lithologie	Echantillons	Résultats d'essais ou observations
0	32.85 m			Couverture végétalisée limono-silteuse brune 0.15 m		
0.5	32.40 m			Limon silteux marron 0.60 m		
1				Argile ocre à grise 2.60 m	1	GTR : A1 - W=17,2% - VBS=1,58
1.5						
2						
2.5	30.40 m					
3						
3.5						
4						
4.5						

Observation :

Dossier : **SBX2.F.0040.0018**

Localité : **Beychac et Caillau**

Chantier : **Construction d'un parc routier**

Client : **Gironde le Département**

X :

Date début de forage : **08/01/2019**

Echelle : **1/25**

Y :

Date fin de forage : **08/01/2019**

Machine : **Pelle mécanique**

Z : **32.6**

Profondeur de fin : **2.50m**

Profondeur (m)	Cote NGF	Matériel	Niveau d'eau (m)	Lithologie	Echantillons	Résultats d'essais ou observations
0	32.45 m			Couverture végétalisée limono-silteuse brune 0.15 m		
0.5	32.00 m			Limon silteux marron 0.60 m	1	
1				Argile ocre à grise	2	
2.5	30.10 m			2.50 m		
3						
3.5						
4						
4.5						

Observation :

SONDAGE A LA PELLE PM8

Dossier : **SBX2.F.0040.0018**

Localité : **Beychac et Caillau**

Chantier : **Construction d'un parc routier**

Client : **Gironde le Département**

X :

Date début de forage : **08/01/2019**

Echelle : **1/25**

Y :

Date fin de forage : **08/01/2019**

Machine : **Pelle mécanique**

Z : **32.1**

Profondeur de fin : **2.50m**

Profondeur (m)	Cote NGF	Matériel	Niveau d'eau (m)	Lithologie	Echantillons	Résultats d'essais ou observations
0	31.95 m			Couverture végétalisée limono-silteuse brune 0.15 m		
0.5	31.55 m			Limon silteux marron 0.55 m		
1						
1.5				Argile ocre à grise		
2						
2.5	29.60 m			2.50 m		
3						
3.5						
4						
4.5						

Observation :

Dossier : **SBX2.F.0040.0018**

 Localité : **Beychac et Caillau**

 Chantier : **Construction d'un parc routier**

 Client : **Gironde le Département**

X :

 Date début de forage : **08/01/2019**

 Echelle : **1/25**

Y :

 Date fin de forage : **08/01/2019**

 Machine : **Pelle mécanique**

 Z : **31.5**

 Profondeur de fin : **1.90m**

Profondeur (m)	Cote NGF	Matériel	Niveau d'eau (m)	Lithologie	Echantillons	Résultats d'essais ou observations
0	31.35 m			Couverture végétalisée limono-silteuse brune 0.15 m		
0.5	30.85 m			Limon silteux marron 0.65 m		
1				Graves sablo-argileuses ocre à grises 1.90 m	1	GTR : A1 - W=13,0% - VBS=1,96
1.5	29.60 m					
2						
2.5						
3						
3.5						
4						
4.5						

 Observation : **Refus - Argile très raide**

Dossier : **SBX2.F.0040.0018**

Localité : **Beychac et Caillau**

Chantier : **Construction d'un parc routier**

Client : **Gironde le Département**

X :

Date début de forage : **08/01/2019**

Echelle : **1/25**

Y :

Date fin de forage : **08/01/2019**

Machine : **Pelle mécanique**

Z : **32.3**

Profondeur de fin : **2.50m**

Profondeur (m)	Cote NGF	Matériel	Niveau d'eau (m)	Lithologie	Echantillons	Résultats d'essais ou observations
0	32.15 m			Couverture végétalisée limono-silteuse brune 0.15 m		
0.5	31.65 m			Limon silteux marron 0.65 m		
1				Argile ocre à grise 2.50 m	2	GTR : A1 - W=16,9 - VBS=1,41
1.5						
2						
2.5	29.80 m					
3						
3.5						
4						
4.5						

Observation :



PM1



PM2



PM5



PM6



PM7



PM8



PM9



PM10

Dossier : **SBX2.F.0040.0018**

Localité : **BEYCHAC ET CAILLAU (33)**

Chantier : **Parc Routier**

Client : **Gironde le Département**

X :

Date début de forage : **04/12/2017**

Echelle : **1/50**

Y :

Date fin de forage : **04/12/2017**

Machine : **M385**

Z :

Profondeur de fin : **6.00m**

Profondeur (m)	Cote NGF	Matériel	Equipement forage	Niveau d'eau (m)	Lithologie	Echantillons	Résultats d'essais ou observations
0							
0.5					Argile légèrement limoneuse marron		
1	-1.10 m						
1.5					Limon argileux beige		
2							
2.5							
3	-3.00 m	Tarière Ø90mm	Piézomètre: Øext:60mm/Øint:52mm; crépine de 1.0 à 6.0m, avec chaussette géotextile et graviers, protection en tête: capot avec cadenas				
3.5					Grave argileuse marron		
4							
4.5							
5							
5.5							
6	-6.00 m						
6.5							
7							
7.5							
8							
8.5							
9							

Observation :

EXGTE 3.20

Dossier : SBX2.F.0040.0018

Localité : BEYCHAC ET CAILLAU (33)

Chantier : Parc Routier

Client : Gironde le Département

X :
Date début de forage : 04/12/2017

Echelle : 1/50

Y :
Date fin de forage : 04/12/2017

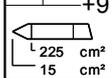
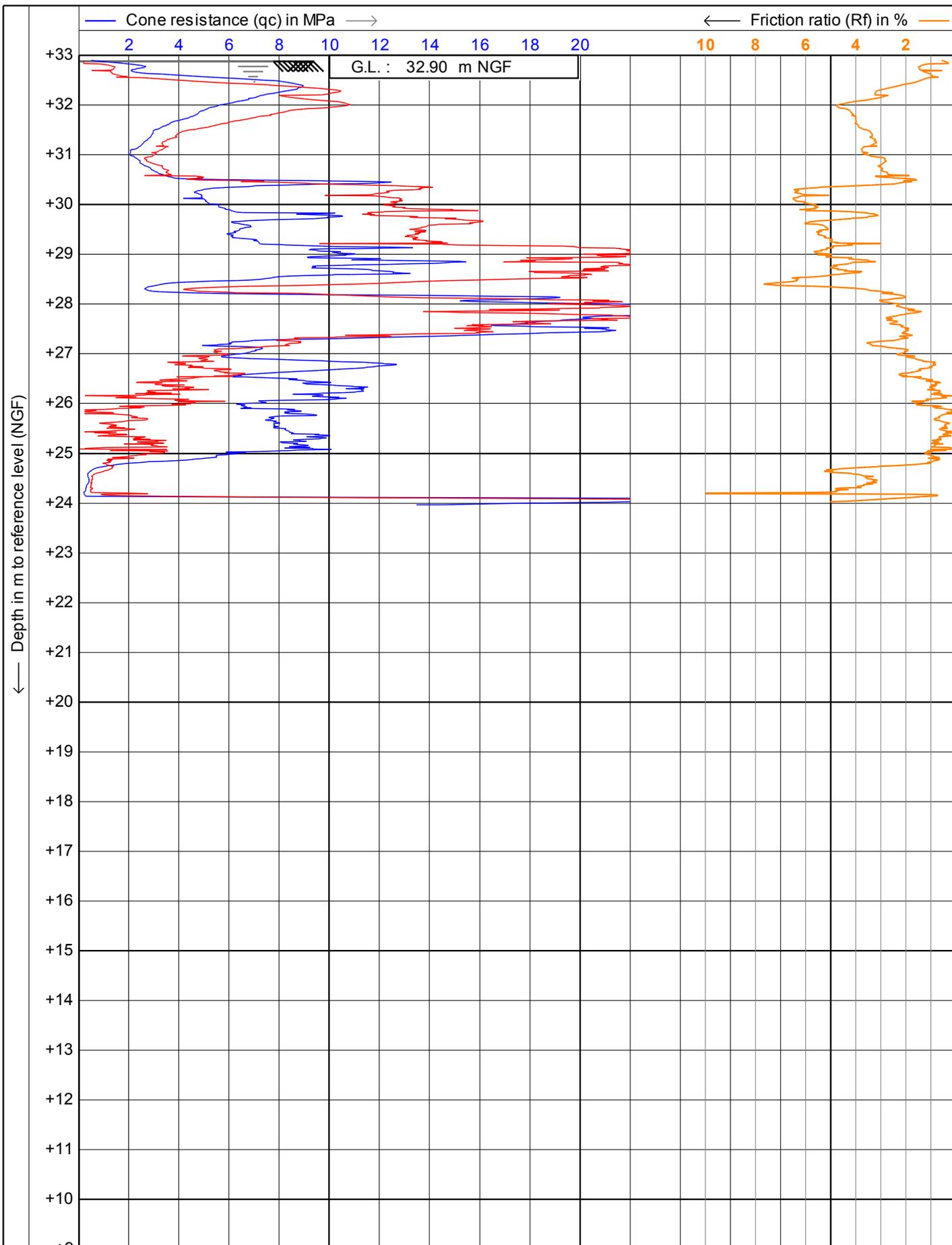
Machine : M385

Z :
Profondeur de fin : 6.00m

Profondeur (m)	Cote NGF	Matériel	Equipement forage	Niveau d'eau (m)	Lithologie	Echantillons	Résultats d'essais ou observations
0							
0.5							
1	-1.20 m				Limon bariolé		
1.5							
2					Limon marron beige		
2.5							
3	-3.20 m	Tarière Ø90mm	Piézomètre: Øext:60mm/Øint:52mm; crépine de 1.0 à 6.0m, avec chaussette géotextile et graviers, protection en tête: capot avec cadenas				
3.5					Limon sableux ocre jaunâtre		
4	-4.20 m						
4.5							
5					Argile limoneuse à graves et graviers ocre jaunâtre		
5.5							
6	-6.00 m						
6.5							
7							
7.5							
8							
8.5							
9							

Observation :

EXGTE 3.20



Essai selon la norme NF EN ISO 22476-1

Project : **PARC ROUTIER**

Location: **BEYCHAC ET CAILLAU**

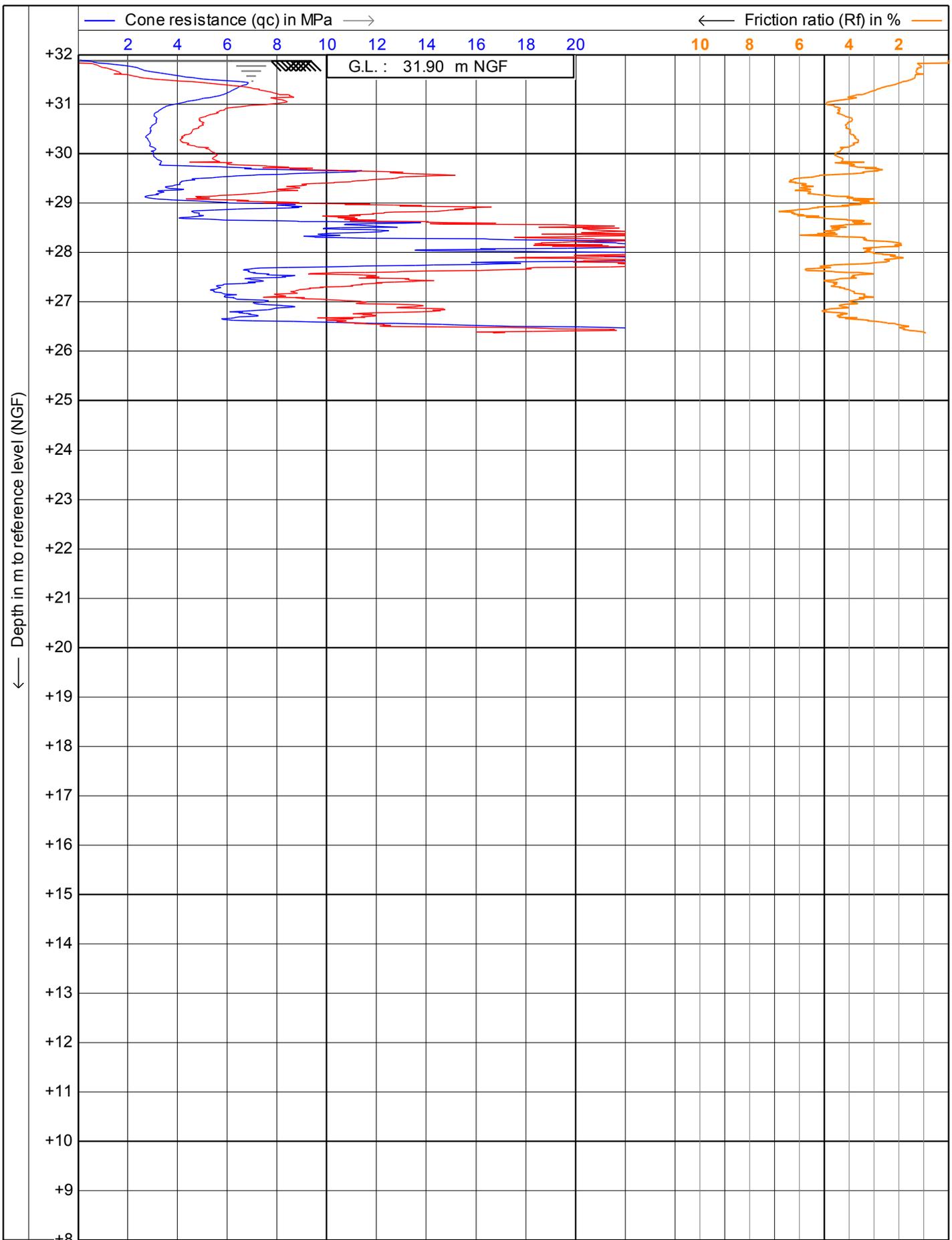
Date : **5-12-2017**

Cone no. : **S15CFILS14245**

Project no. : **SBX2F 0040.0018**

CPT no. : **CPT1** 1/1

CPTask V1.28



L 225 cm²
 15 cm²



Essai selon la norme NF EN ISO 22476-1

Project : **PARC ROUTIER**

Location: **BEYCHAC ET CAILLAU**

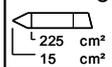
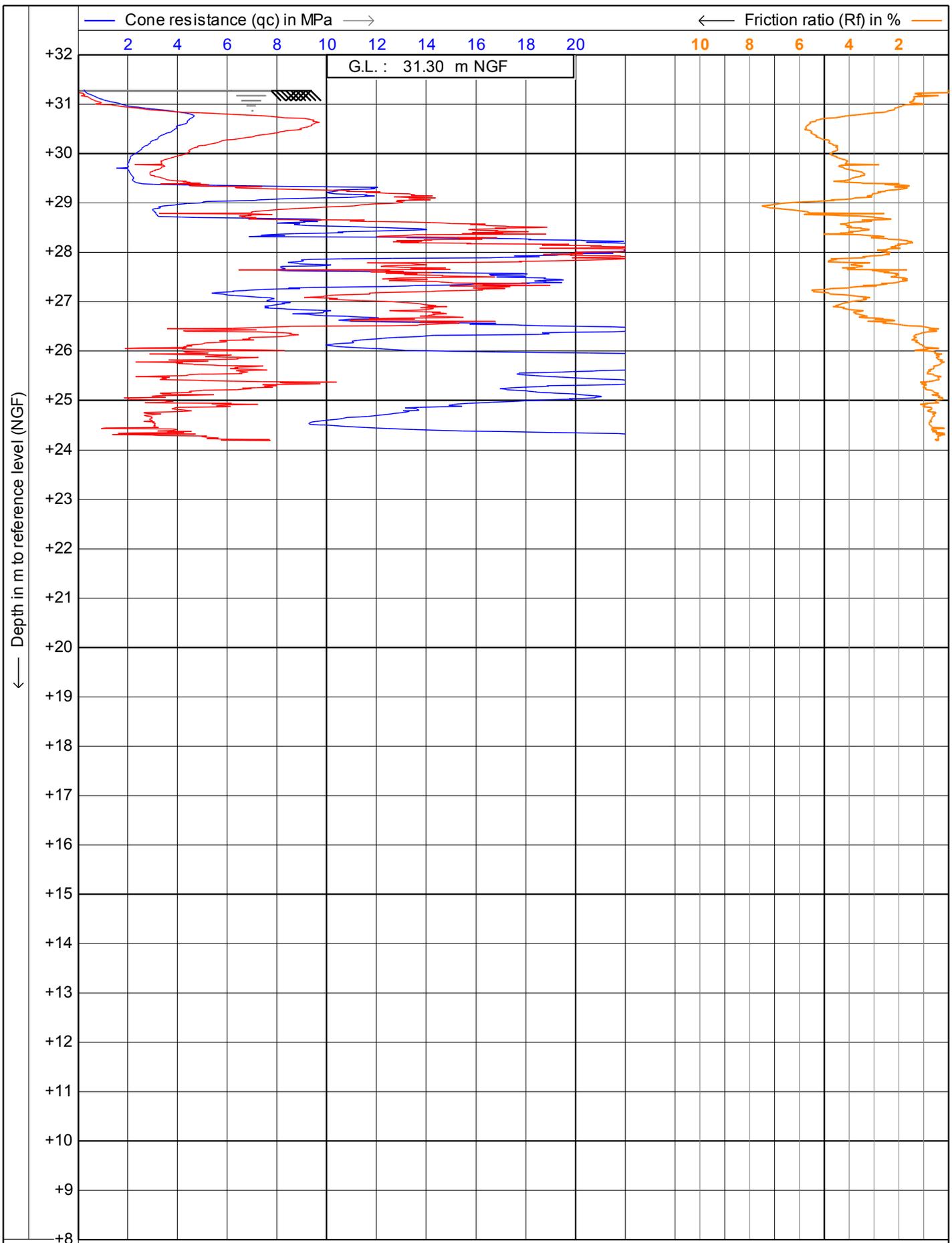
Date : **5-12-2017**

Cone no. : **S15CFILS14245**

Project no. : **SBX2F 0040.0018**

CPT no. : **CPT2** 1/1

CPTask V1.28



Essai selon la norme NF EN ISO 22476-1

Project : **PARC ROUTIER**

Location: **BEYCHAC ET CAILLAU**

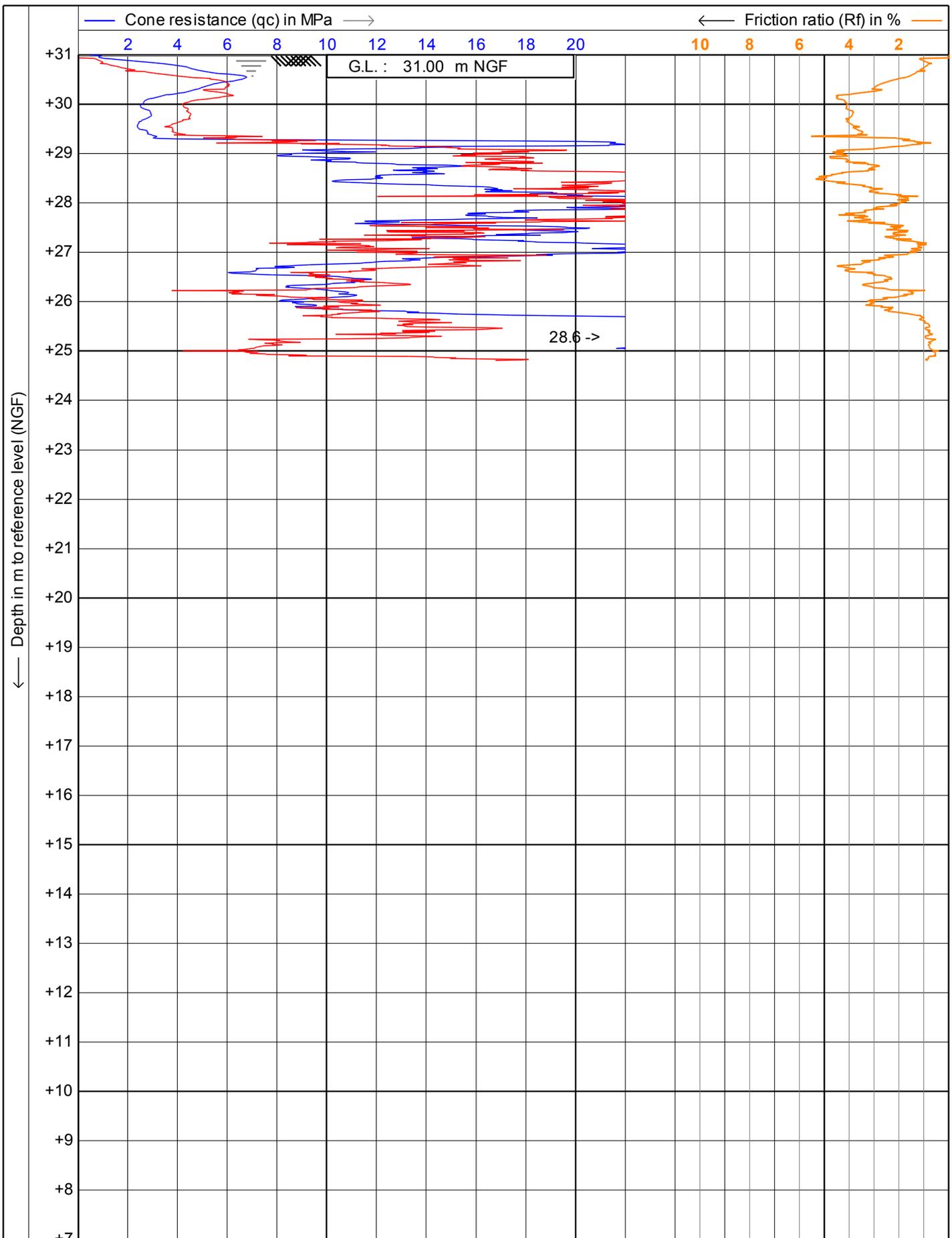
Date : **5-12-2017**

Cone no. : **S15CFILS14245**

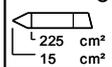
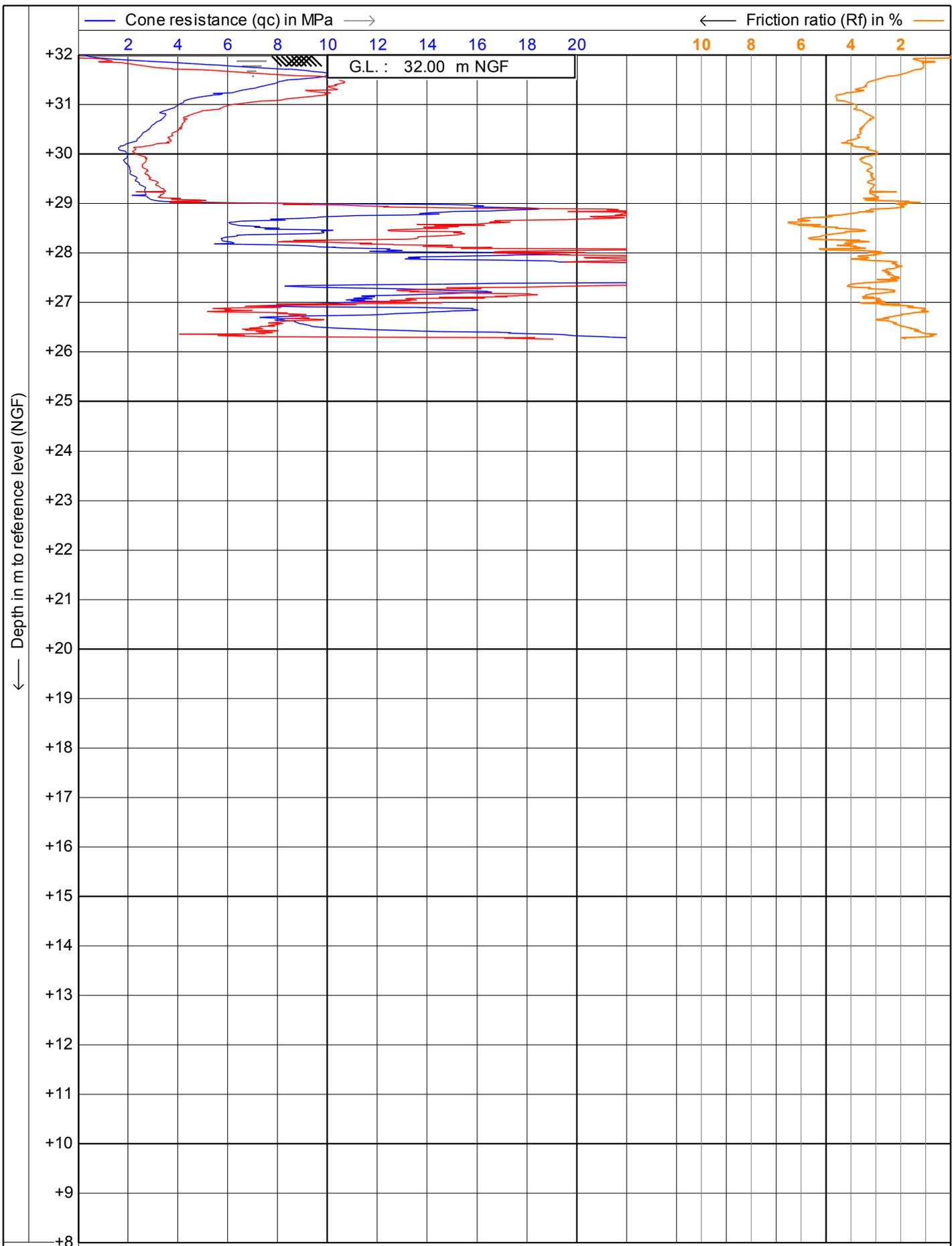
Project no. : **SBX2F 0040.0018**

CPT no. : **CPT3** 1/1

CPTask V1.28



	Essai selon la norme NF EN ISO 22476-1	Date : 5-12-2017
	Project : PARC ROUTIER	Cone no. : S15CFILS14245
	Location: BEYCHAC ET CAILLAU	Project no. : SBX2F 0040.0018
		CPT no. : CPT4 1/1



Essai selon la norme NF EN ISO 22476-1

Project : **PARC ROUTIER**

Location: **BEYCHAC ET CAILLAU**

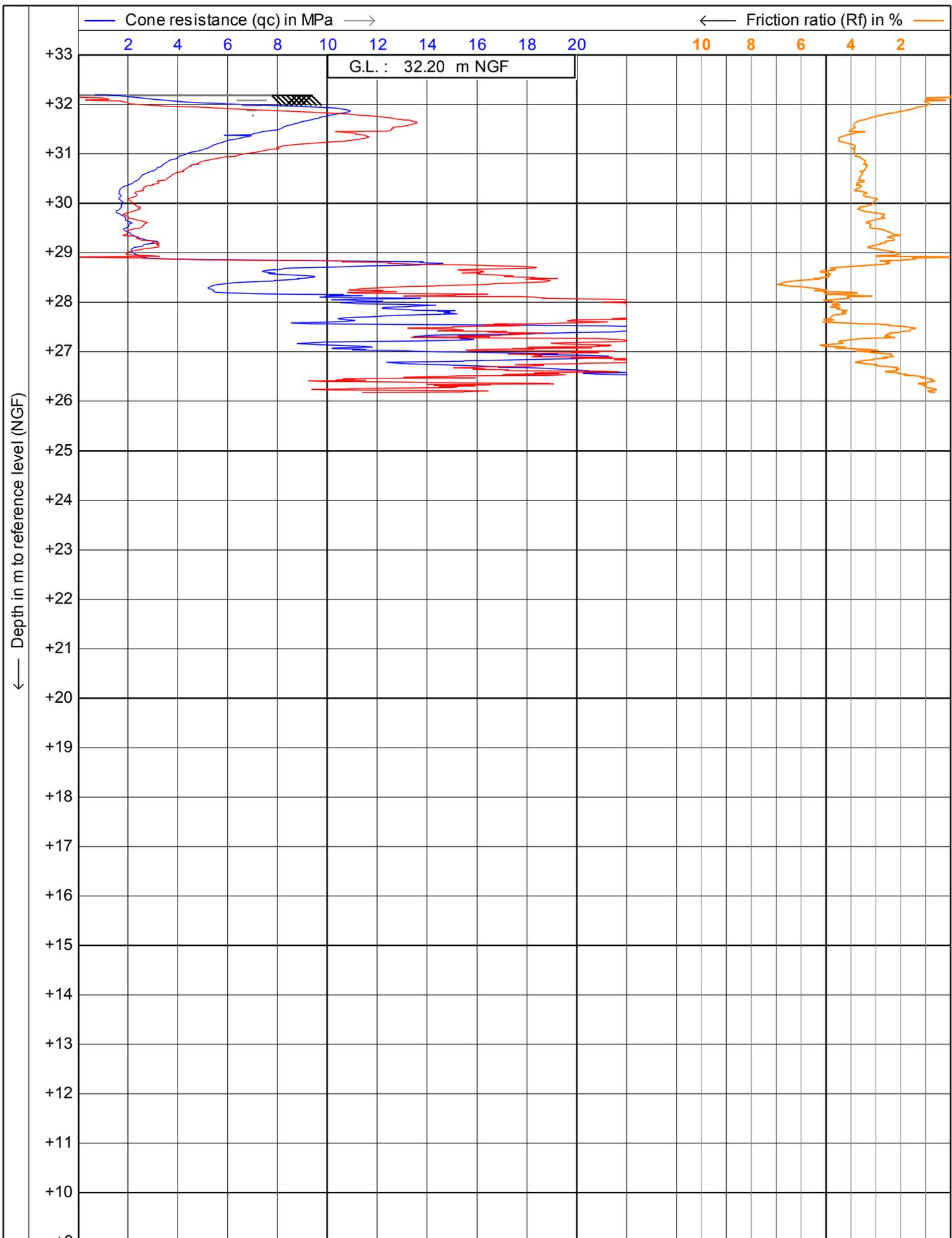
Date : **5-12-2017**

Cone no. : **S15CFILS14245**

Project no. : **SBX2F 0040.0018**

CPT no. : **CPT5** 1/1

CPTask V1.28



L 225 cm²

 15 cm²



Essai selon la norme NF EN ISO 22476-1

Project : **PARC ROUTIER**

Location: **BEYCHAC ET CAILLAU**

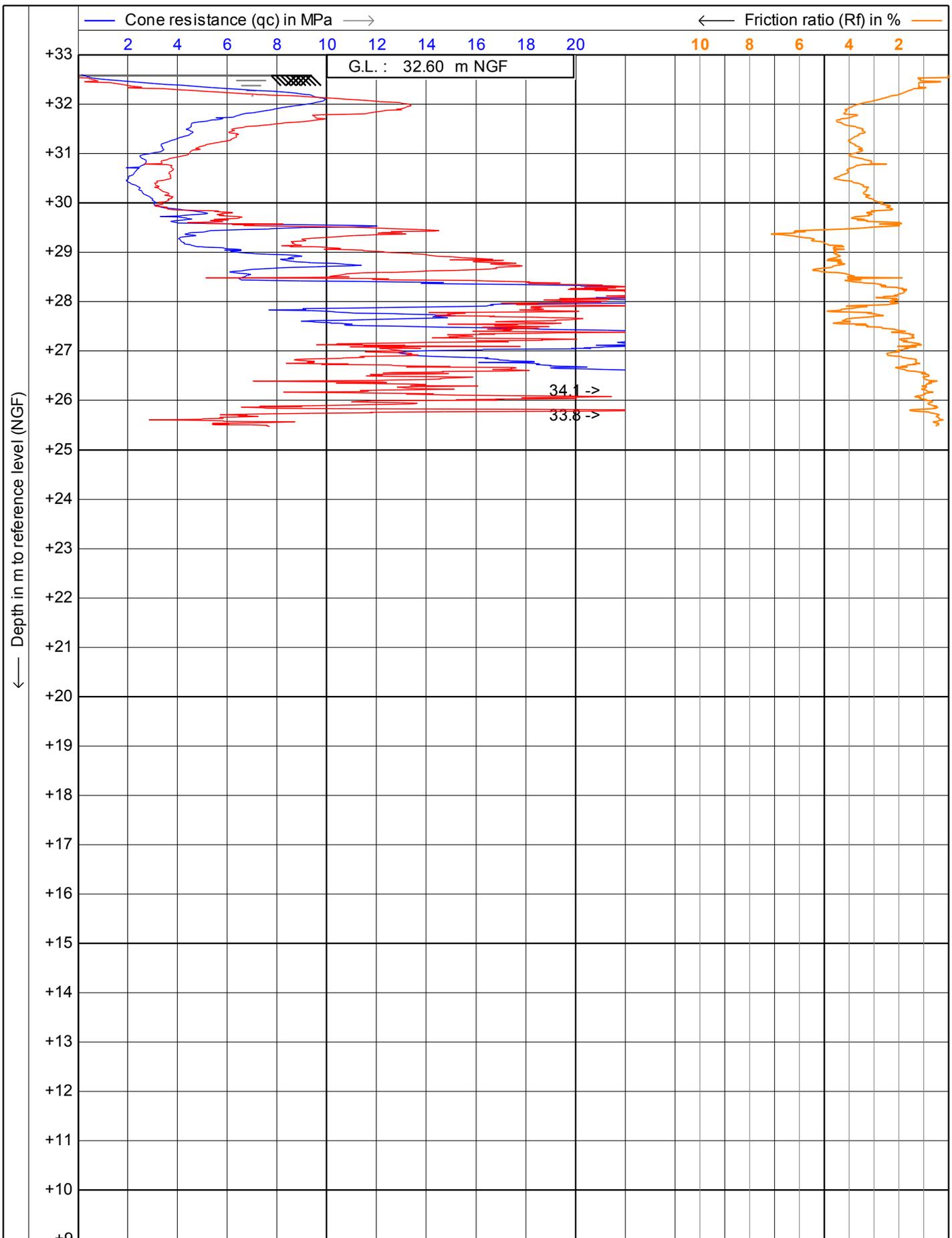
Date : **5-12-2017**

Cone no. : **S15CFIL.S14245**

Project no. : **SBX2F 0040.0018**

CPT no. : **CPT6** 1/1

CPTask V1.28



$L = 225 \text{ cm}^2$

 15 cm^2



Essai selon la norme NF EN ISO 22476-1

Project : **PARC ROUTIER**

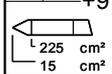
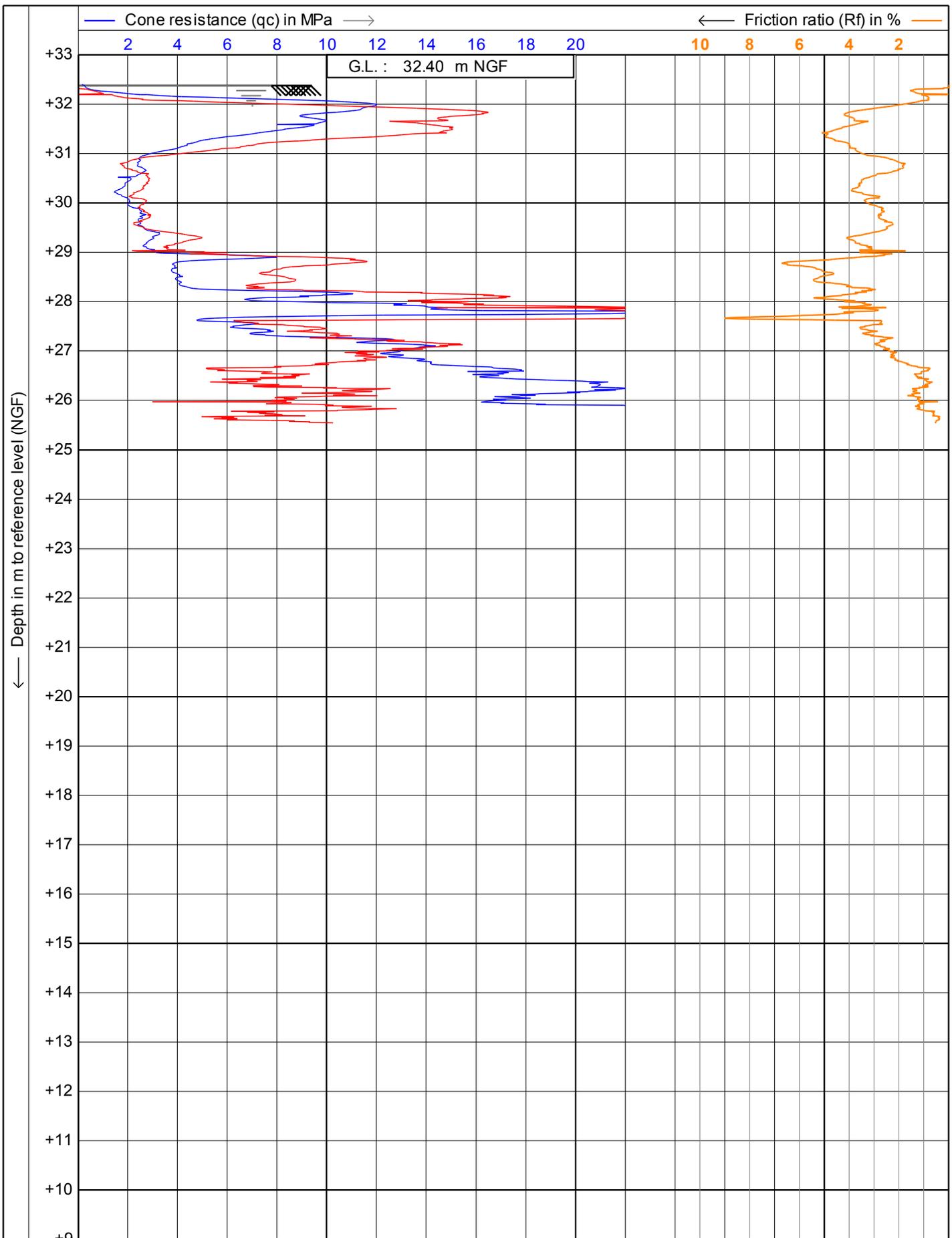
Location: **BEYCHAC ET CAILLAU**

Date : **5-12-2017**

Cone no. : **S15CFIL.S14245**

Project no. : **SBX2F 0040.0018**

CPT no. : **CPT7** 1/1



Essai selon la norme NF EN ISO 22476-1

Project : **PARC ROUTIER**

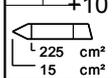
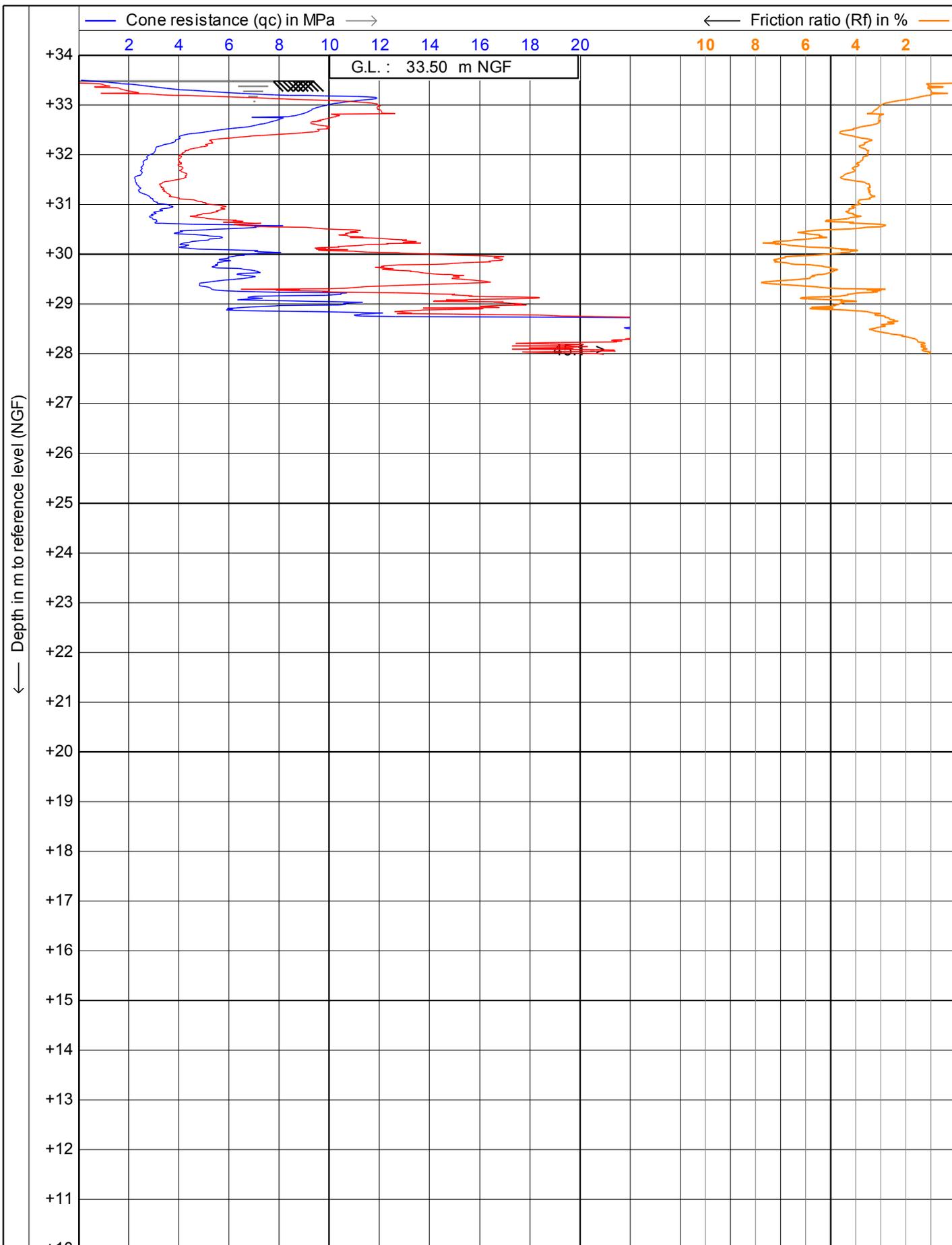
Location: **BEYCHAC ET CAILLAU**

Date : **5-12-2017**

Cone no. : **S15CFILS14245**

Project no. : **SBX2F 0040.0018**

CPT no. : **CPT8** 1/1



Essai selon la norme NF EN ISO 22476-1

Project : **PARC ROUTIER**

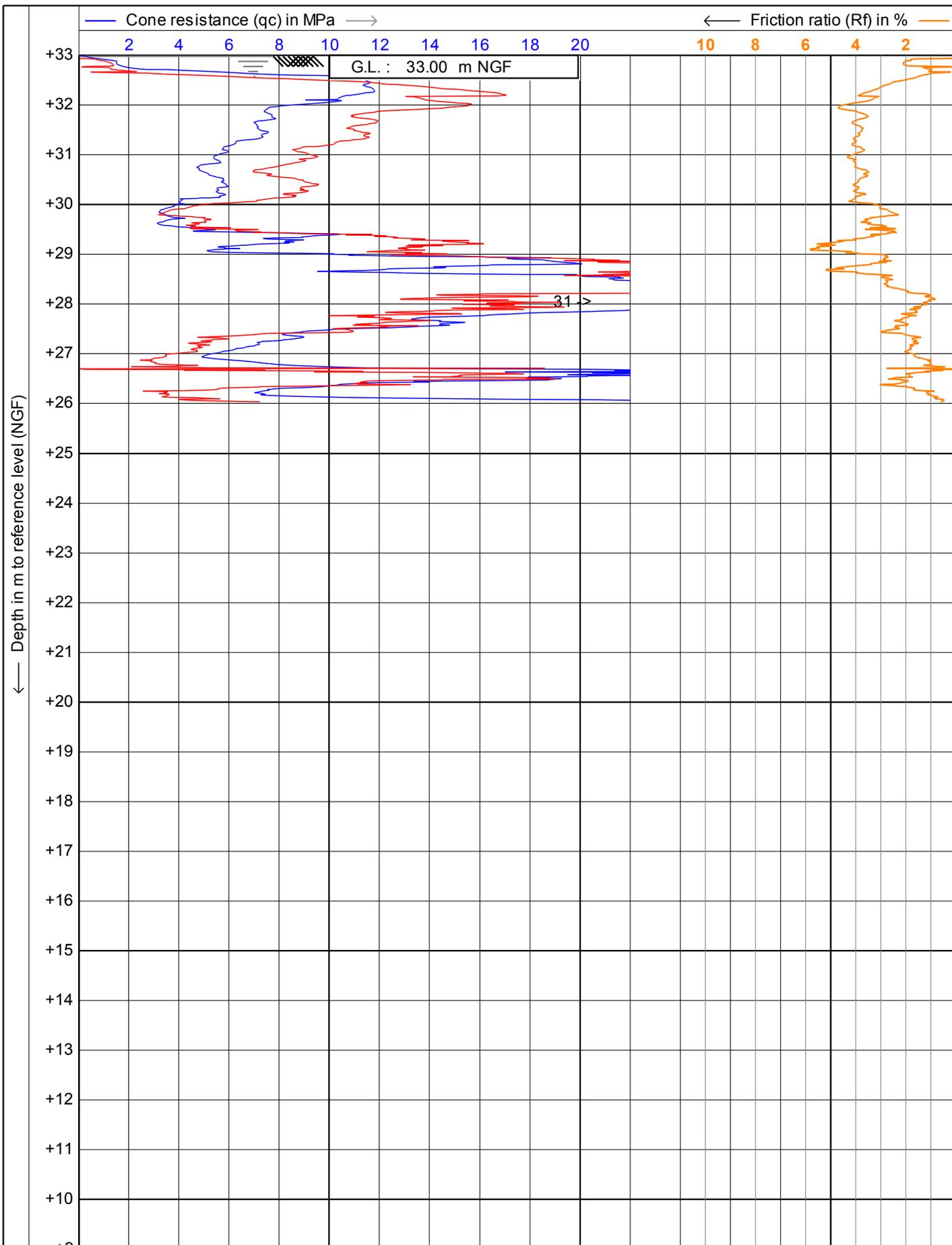
Location: **BEYCHAC ET CAILLAU**

Date : **5-12-2017**

Cone no. : **S15CFILS14245**

Project no. : **SBX2F 0040.0018**

CPT no. : **CPT9** 1/1



L 225 cm²

 15 cm²



Essai selon la norme NF EN ISO 22476-1

Project : **PARC ROUTIER**

Location: **BEYCHAC ET CAILLAU**

Date	: 5-12-2017
Cone no.	: S15CFILS14245
Project no.	: SBX2F 0040.0018
CPT no.	: CPT10
	1/1

CPTask_V1.28

Client : **Gironde le Département**

Date début de forage : **27/11/2018**

Echelle : **1/150**

X :

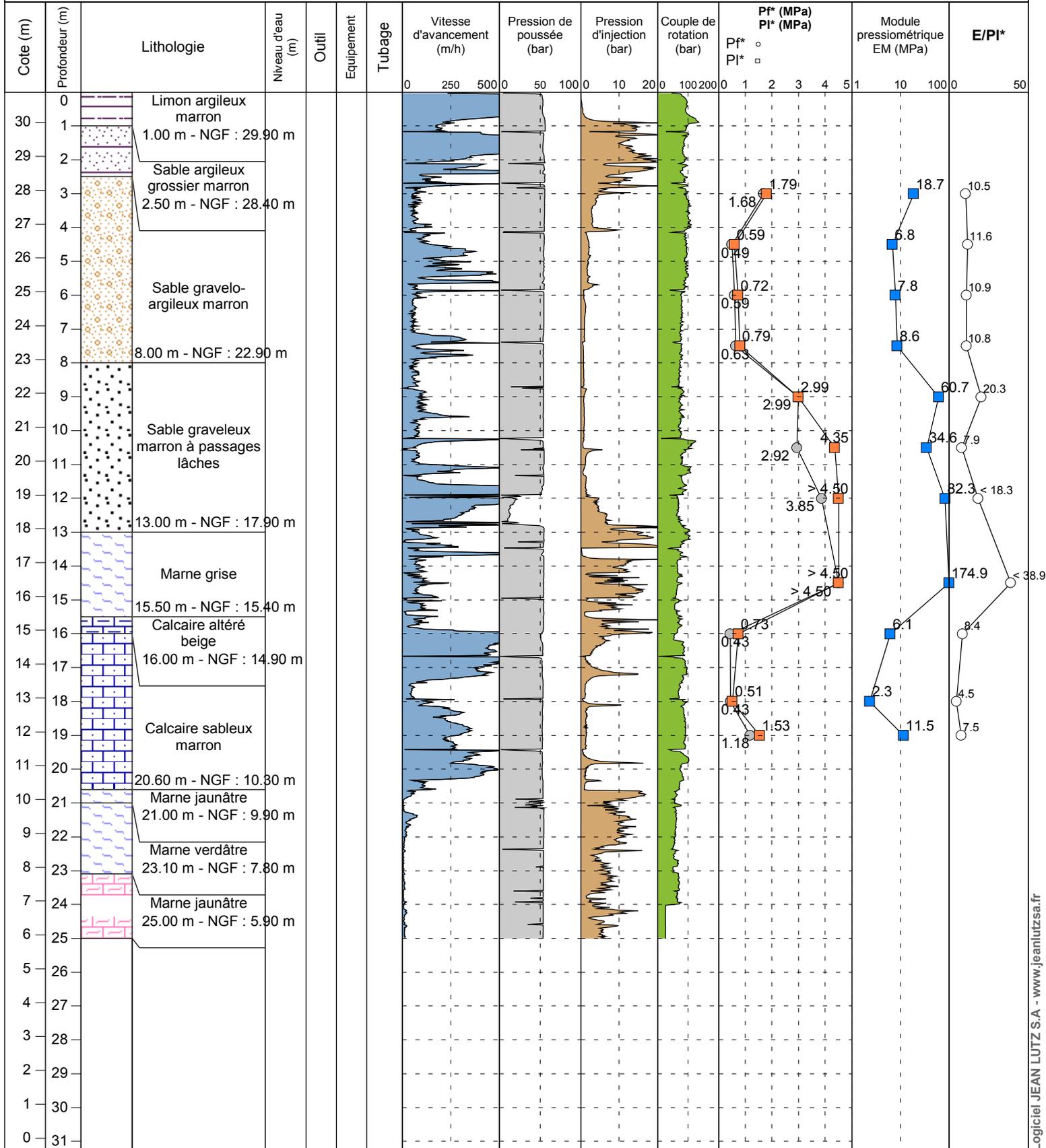
Date fin de forage : **27/11/2018**

Y :

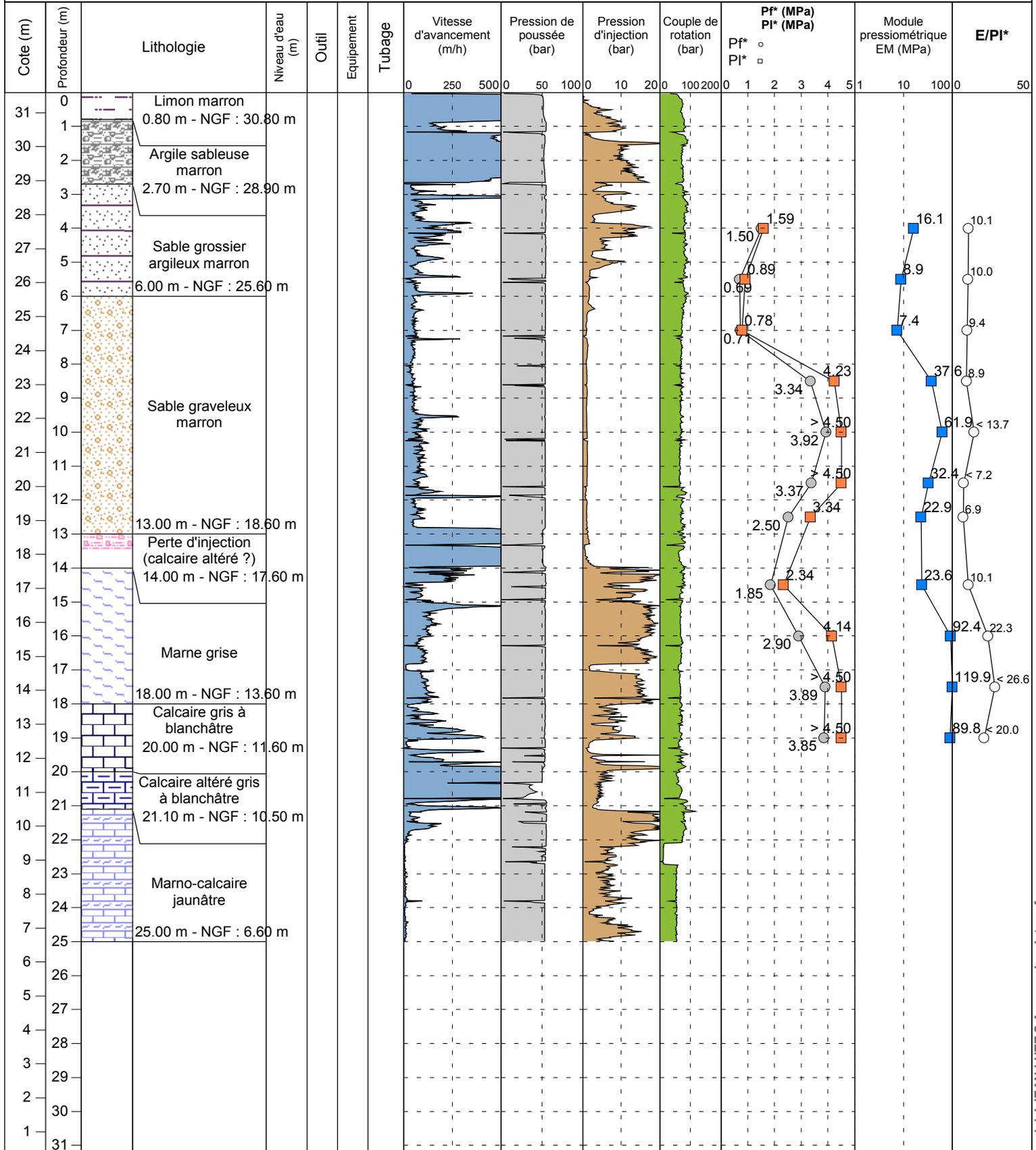
Machine : **M397**

Z : **30.9**

Profondeur de fin : **25.00m**



Observation :



Observation :

Chantier: **Construction d'un parc routier - Beychac et Caillau**

Dossier : **SBX2.F.0040.0018**

Client : **Gironde le Département**

Echelle : **1/150**

Machine : **M397**

X :

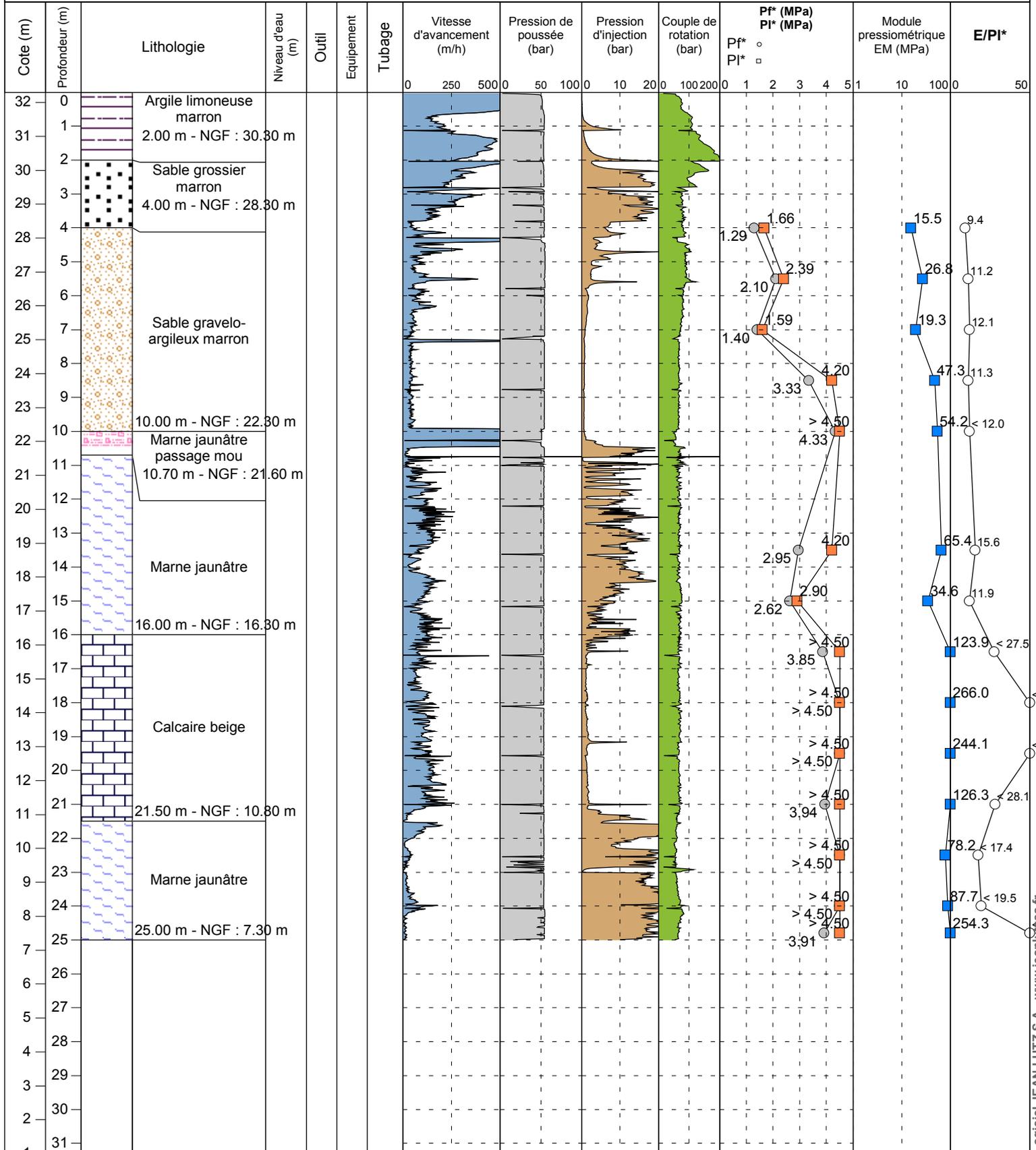
Y :

Z : **32.3**

Date début de forage : **23/11/2018**

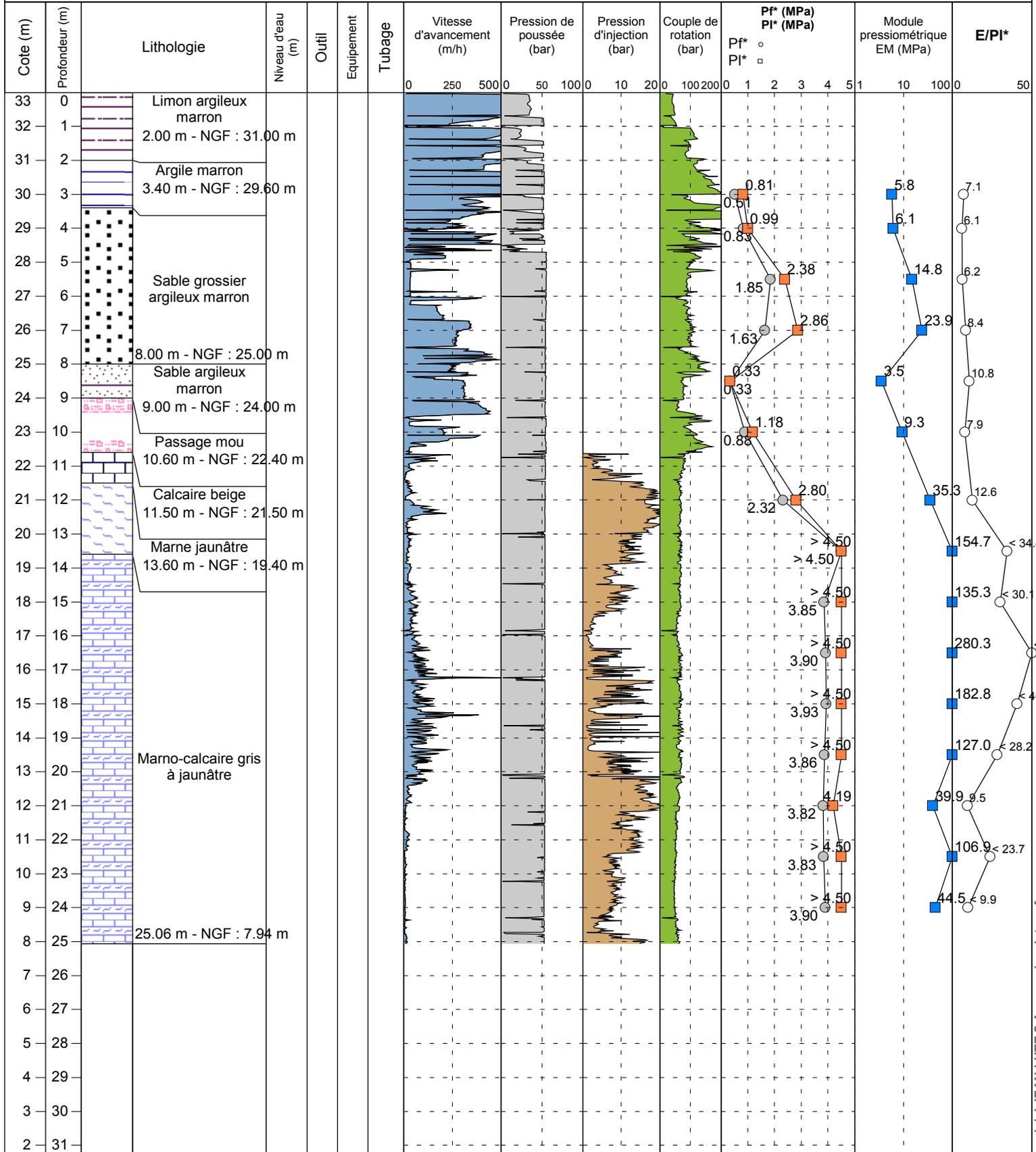
Date fin de forage : **23/11/2018**

Profondeur de fin : **25.00m**



Observation :

EXGTE 3.21.1/LB2GEO103FR



Observation :

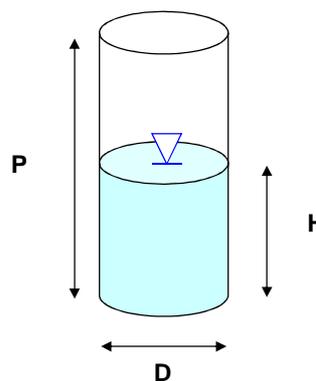
EXGTE 3.21.1/LB2GEO103FR

Rapport d'essai de perméabilité de type Porchet

Dossier :	SBX2.F.0040.0018	Client :	Gironde Le Département
Date :	29/11/2018	Technicien :	M397
Commune :	Beychac et Caillau	Dépouillement :	B. BILLARD

D (mm)	P (mm)	H(mm)	S (mm ²)	Référence
89	2500	500	146 022	L4

T (min)	Graduation	V (ml)	K (mm/h)	K (m/s)
0	30800	-	-	-
5	30545	255	20.96	5.821E-06
10	30545	255	10.48	2.911E-06
15	30480	320	8.77	2.435E-06
20	30480	320	6.57	1.826E-06
30	30480	320	4.38	1.217E-06
				1.217E-06



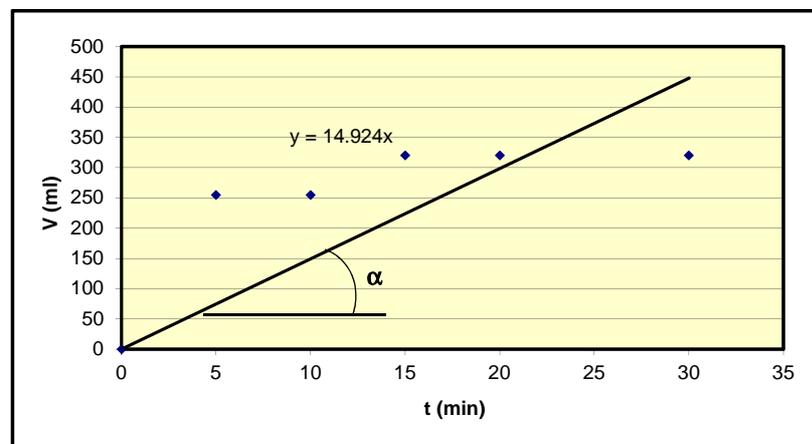
Nature du sol : Argile marron

$$K \text{ (mm/h)} = \frac{1\ 000 \cdot V}{S_i \cdot t}$$

Méthode graphique

α	K (mm/h)	K (m/s)
14.924	6.13	1.70E-06

- K est la perméabilité des sols (mm/h)
- V est le volume d'eau introduit pour assurer un volume constant dans la cavité (m³)
- S_i : Surface d'infiltration de la cavité (fond et côté) (m²)
- t : Durée de l'essai (h)



Nom du chargé d'affaires :
B. BILLARD

Visa du chargé d'affaires :

Annexe 4. ESSAIS EN LABORATOIRE

- Classifications GTR

Informations générales

N° dossier : SBX2.F0040.0018	Cliant / MO : GIRONDE LE DEPARTEMENT
Désignation : PARC ROUTIER - BEYCHAC ET CAILLAU	
Localité : BAYCHAC ET CAILLAU	Demandeur / MOE :
Chargé d'affaire : DUCORNEZ VERONIQUE	

Informations sur l'échantillon
N° 17BDX-0352

Mode de prélèvement : Sondage tarière	Sondage : ST1
Prélevé par : POLE SONDAGE	Profondeur : 1.10/2.00 m
Date prélèvement : 04/12/17	
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac	
Date de livraison : 15/12/17	
Description : Limon argileux beige	

CLASSIFICATION NF P 11-300 :	A2 h
-------------------------------------	-------------

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	NF P94-056	5	mm
Passant à 50 mm	NF P94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	NF P94-056	99.1	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	NF P94-056	61.8	%
Passant à 2 µm	NF P94-057		%
Limite de liquidité - WL	NF P94-051	31	%
Limite de plasticité - WP	NF P94-051	15	%
Indice de plasticité - IP	WL - WP	16	
VBS	NF P94-068		g de bleu pour 100 g

Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	15.4	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP	0.97	
Wn / W _{OPN}	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W _{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ _{OPN} (Mg/m3) :	

Observations :

 TECHNICIENNE LABO GEOTECHNIQUE
Sophie MAURAN



GINGER CEBTP BORDEAUX
19 AVENUE PYTHAGORE
33700 MERIGNAC

Informations générales

N° dossier : SBX2.F0040.0018	Client / MO : GIRONDE LE DEPARTEMENT
Désignation : PARC ROUTIER - BEYCHAC ET CAILLAU	Demandeur / MOE :
Localité : BAYCHAC ET CAILLAU	
Chargé d'affaire : DUCORNEZ VERONIQUE	

Informations sur l'échantillon N° 17BDX-0352

Mode de prélèvement : Sondage tarière	Sondage : ST1
Prélevé par : POLE SONDAGE	Profondeur : 1.10/2.00 m
Date prélèvement : 04/12/17	
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac	
Date de livraison : 15/12/17	dm (mm) : 5
Description : Limon argileux beige	

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage	Technicien : SOPHIE MAURAN
Température : 105°C	Date essai : 18/12/17

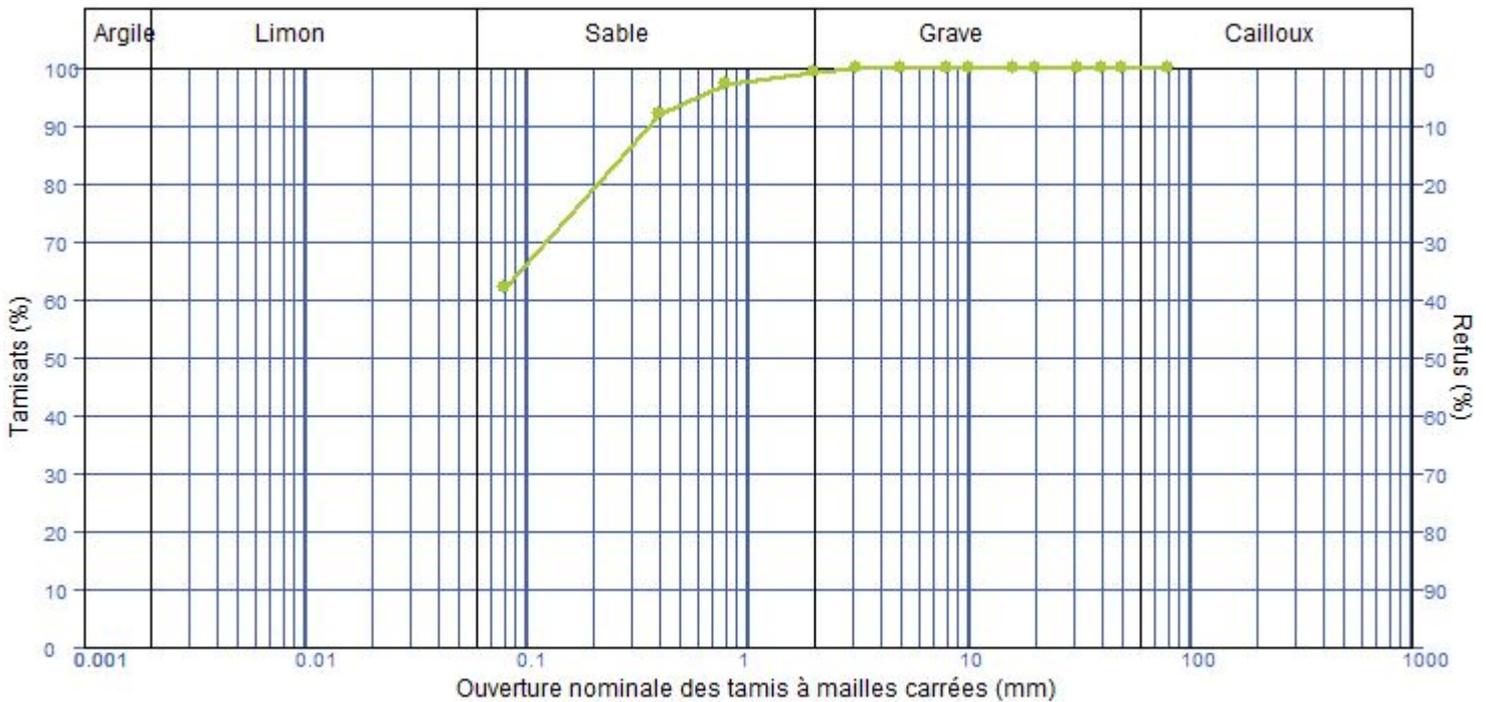
Analyse granulométrique (NF P 94-056) sur 0/D mm

Tamis à mailles carrées (mm)	80 mm	50 mm	40 mm	31.5 mm	20 mm	16 mm	10 mm	8 mm	5 mm	3.15 mm	2 mm	800 µm	400 µm	80 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.8	99.1	97.0	91.8	61.8

Facteur d'uniformité $C_u = (N.D.)$

Facteur de courbure $C_c = (N.D.)$

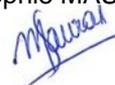
Facteur de symétrie $C_s = (N.D.)$



Observations :

Dérogation à la norme NF P 94-056: La fin du tamisage sur chaque tamis est déterminée visuellement

TECHNICIENNE LABO GEOTECHNI
Sophie MAURAN



DÉTERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG
**Limite de liquidité à la coupelle - Limite de plasticité au rouleau
NF P 94-051**

 GINGER CEBTP BORDEAUX
19 AVENUE PYTHAGORE
33700 MERIGNAC

Informations générales

N° dossier :	SBX2.F0040.0018	Client /MO :	GIRONDE LE DEPARTEMENT
Désignation :	PARC ROUTIER - BEYCHAC ET CAILLAU	Demandeur / MOE :	
Localité :	BAYCHAC ET CAILLAU		
Chargé d'affaire :	DUCORNEZ VERONIQUE		

Informations sur l'échantillon
N° 17BDX-0352

Mode de prélèvement :	Sondage tarière	Sondage :	ST1
Prélevé par :	POLE SONDRAGE	Profondeur :	1.10/2.00 m
Date prélèvement :	04/12/17		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en sac		
Date de livraison :	15/12/17	dm (mm) :	5
		Wnat (%) :	15.4
Description :	Limon argileux beige		

Informations sur l'essai

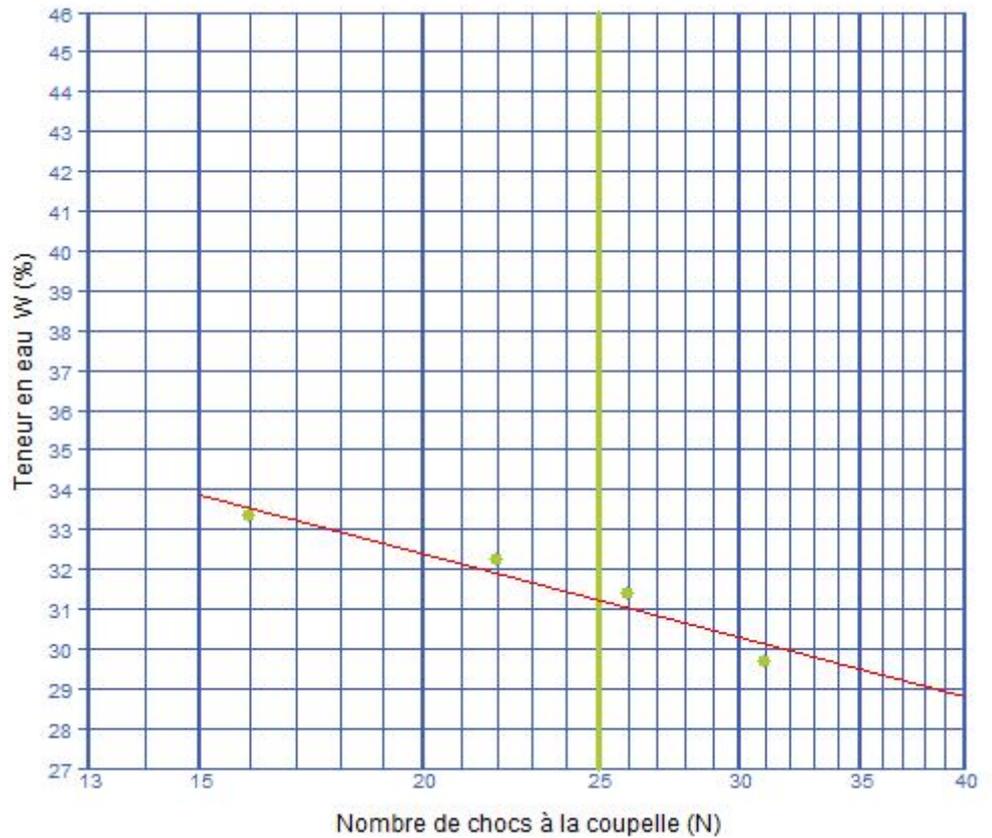
Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	SOPHIE MAURAN
Température :	105°C	Date essai :	28/12/17

Résultats de l'essai

Limite de Liquidité W_L (%)		
Mesure N°	Nb de chocs N	Teneur en eau W (%)
1	16	33.3
2	22	32.2
3	26	31.3
4	31	29.6

Limite de Plasticité W_P (%)	
Mesure N°	Teneur en eau W (%)
1	14.7
2	15.1

Limite de liquidité W_L (%) =	31
Limite de plasticité W_P (%) =	15
Indice de plasticité I_P =	16
Indice de consistance I_C =	0.97
Indice de liquidité I_L =	0.03


Observations :

 TECHNICIENNE LABO GEOTECHNIQUE
Sophie MAURAN



Informations générales

N° dossier : SBX2.F0040.0018	Cliant / MO : GIRONDE LE DEPARTEMENT
Désignation : PARC ROUTIER - BEYCHAC ET CAILLAU	
Localité : BAYCHAC ET CAILLAU	Demandeur / MOE :
Chargé d'affaire : DUCORNEZ VERONIQUE	

Informations sur l'échantillon
N° 17BDX-0353

Mode de prélèvement : Sondage tarière	Sondage : ST2
Prélevé par : POLE SONDAGE	Profondeur : 3.20/4.20 m
Date prélèvement : 04/12/17	
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac	
Date de livraison : 15/12/17	
Description : Limon sableux ocre jaunâtre	

CLASSIFICATION NF P 11-300 :	A2m
-------------------------------------	------------

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	NF P94-056	16	mm
Passant à 50 mm	NF P94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	NF P94-056	93.7	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	NF P94-056	50.4	%
Passant à 2 µm	NF P94-057		%
Limite de liquidité - WL	NF P94-051	39	%
Limite de plasticité - WP	NF P94-051	18	%
Indice de plasticité - IP	WL - WP	21	
VBS	NF P94-068		g de bleu pour 100 g

Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	14.7	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
Wn / W _{OPN}	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W _{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ _{OPN} (Mg/m3) :	

Observations :

 TECHNICIENNE LABO GEOTECHNIQUE
Sophie MAURAN



DÉTERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG
**Limite de liquidité à la coupelle - Limite de plasticité au rouleau
NF P 94-051**

 GINGER CEBTP BORDEAUX
19 AVENUE PYTHAGORE
33700 MERIGNAC

Informations générales

N° dossier :	SBX2.F0040.0018	Client /MO :	GIRONDE LE DEPARTEMENT
Désignation :	PARC ROUTIER - BEYCHAC ET CAILLAU	Demandeur / MOE :	
Localité :	BAYCHAC ET CAILLAU		
Chargé d'affaire :	DUCORNEZ VERONIQUE		

Informations sur l'échantillon
N° 17BDX-0353

Mode de prélèvement :	Sondage tarière	Sondage :	ST2
Prélevé par :	POLE SONDRAGE	Profondeur :	3.20/4.20 m
Date prélèvement :	04/12/17		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en sac		
Date de livraison :	15/12/17	dm (mm) :	16
		Wnat (%) :	14.7
Description :	Limon sableux ocre jaunâtre		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	SOPHIE MAURAN
Température :	105°C	Date essai :	28/12/17

Résultats de l'essai

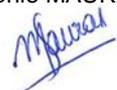
Limite de Liquidité W_L (%)		
Mesure N°	Nb de chocs N	Teneur en eau W (%)
1	16	41.0
2	24	39.6
3	27	39.0
4	34	38.1

Limite de Plasticité W_P (%)	
Mesure N°	Teneur en eau W (%)
1	18.6
2	17.1

Limite de liquidité W_L (%) =	39
Limite de plasticité W_P (%) =	18
Indice de plasticité I_P =	21
Indice de consistance I_c =	1.16


Observations :

 TECHNICIENNE LABO GEOTECHNIQUE
Sophie MAURAN



Informations générales

N° dossier : SBX2.F0040.0018	Client / MO : GIRONDE LE DEPARTEMENT
Désignation : PARC ROUTIER - BEYCHAC ET CAILLAU	Demandeur / MOE : GIRONDE LE DEPARTEMENT
Localité : BEYCHAC ET CAILLAU	
Chargé d'affaire : BILLARD BENJAMIN	

Informations sur l'échantillon
N° 19BDX-0075

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique	Sondage : PM1
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 0.15/0.50 m
Date prélèvement : 08/01/19	
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac	
Date de livraison : 09/01/19	
Description : Limon silteux marron	

CLASSIFICATION NF P 11-300 : A1

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	10	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	97.8	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	69.0	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - WL	NF P94-051		%
Limite de plasticité - WP	NF P94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	0.71	g de bleu pour 100 g

Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	17.7	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
W _n / W _{OPN}	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W _{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ _{OPN} (Mg/m3) :	

Observations :

 TECHNICIENNE LABO GEOTECHNIQUE
Sophie MAURAN



GINGER CEBTP BORDEAUX
19 AVENUE PYTHAGORE
33700 MERIGNAC

Informations générales

N° dossier : SBX2.F0040.0018	Client / MO : GIRONDE LE DEPARTEMENT
Désignation : PARC ROUTIER - BEYCHAC ET CAILLAU	Demandeur / MOE : GIRONDE LE DEPARTEMENT
Localité : BEYCHAC ET CAILLAU	
Chargé d'affaire : BILLARD BENJAMIN	

Informations sur l'échantillon **N° 19BDX-0075**

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique	Sondage : PM1
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 0.15/0.50 m
Date prélèvement : 08/01/19	
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac	
Date de livraison : 09/01/19	dm (mm) : 10
Description : Limon silteux marron	

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage	Technicien : SOPHIE MAURAN
Température : 105°C	Date essai : 11/02/19

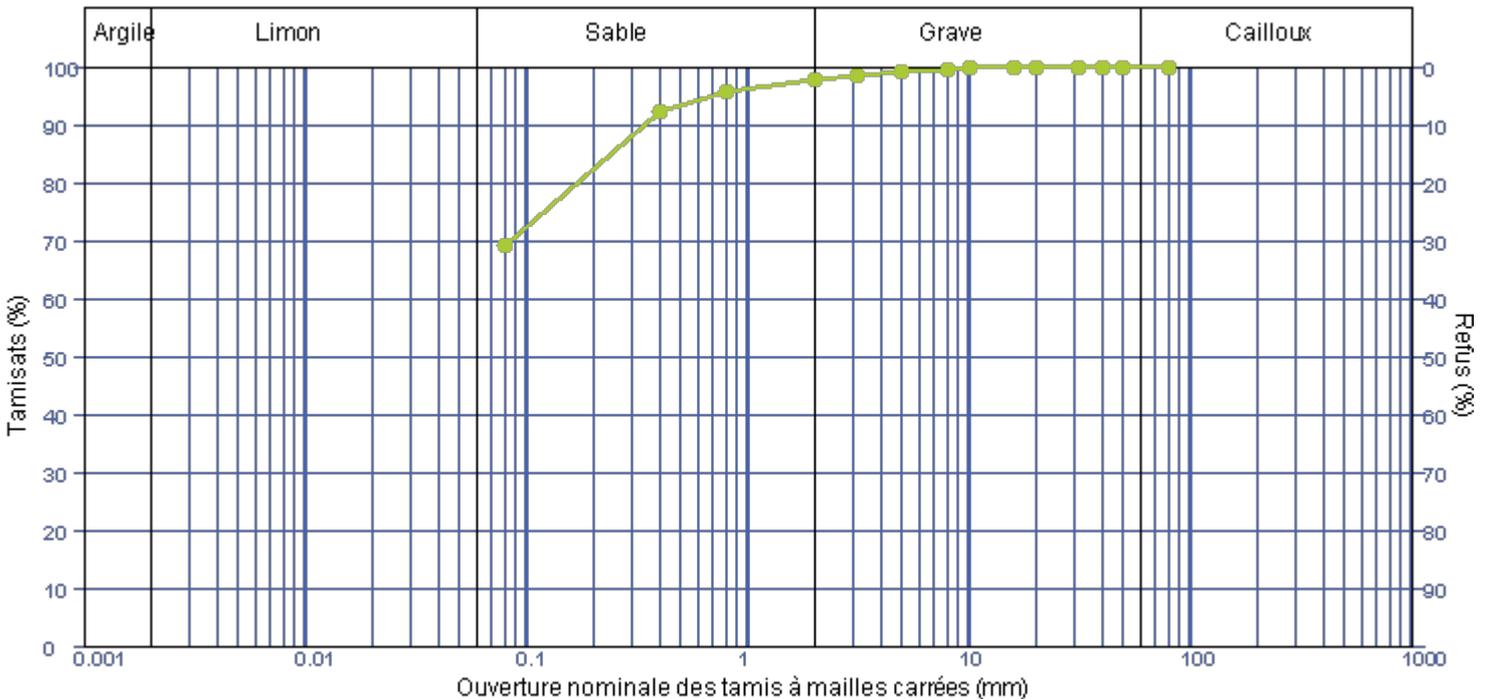
Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamis à mailles carrées (mm)	80 mm	50 mm	40 mm	31.5 mm	20 mm	16 mm	10 mm	8 mm	5 mm	3.15 mm	2 mm	800 µm	400 µm	80 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.4	99.2	98.5	97.8	95.6	92.4	69.0

Facteur d'uniformité $C_u = (N.D.)$

Facteur de courbure $C_c = (N.D.)$

Facteur de symétrie $C_s = (N.D.)$



Observations :

Dérogation à la méthode d'essai: La fin du tamisage sur chaque tamis est déterminée visuellement



Informations générales

N° dossier : SBX2.F0040.0018	Client / MO : GIRONDE LE DEPARTEMENT
Désignation : PARC ROUTIER - BEYCHAC ET CAILLAU	Demandeur / MOE : GIRONDE LE DEPARTEMENT
Localité : BEYCHAC ET CAILLAU	
Chargé d'affaire : BILLARD BENJAMIN	

Informations sur l'échantillon
N° 19BDX-0079

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique	Sondage : PM6
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 0.60/2.50 m
Date prélèvement : 08/01/19	
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac	
Date de livraison : 09/01/19	
Description : Limon silteux marron	

CLASSIFICATION NF P 11-300 : A1

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	5	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	99.5	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	76.7	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - WL	NF P94-051		%
Limite de plasticité - WP	NF P94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	1.58	g de bleu pour 100 g

Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	17.2	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
W _n / W _{OPN}	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W _{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ _{OPN} (Mg/m3) :	

Observations :

 TECHNICIENNE LABO GEOTECHNIQUE
Sophie MAURAN



ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

Méthode par tamisage à sec après lavage

Méthode d'essai selon NF P 94-056 (norme périmée)

GINGER CEBTP BORDEAUX
19 AVENUE PYTHAGORE
33700 MERIGNAC

Informations générales

N° dossier : SBX2.F0040.0018	Client / MO : GIRONDE LE DEPARTEMENT
Désignation : PARC ROUTIER - BEYCHAC ET CAILLAU	Demandeur / MOE : GIRONDE LE DEPARTEMENT
Localité : BEYCHAC ET CAILLAU	
Chargé d'affaire : BILLARD BENJAMIN	

Informations sur l'échantillon N° 19BDX-0079

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique	Sondage : PM6
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 0.60/2.50 m
Date prélèvement : 08/01/19	
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac	
Date de livraison : 09/01/19	dm (mm) : 5
Description : Limon silteux marron	

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage	Technicien : SOPHIE MAURAN
Température : 105°C	Date essai : 12/02/19

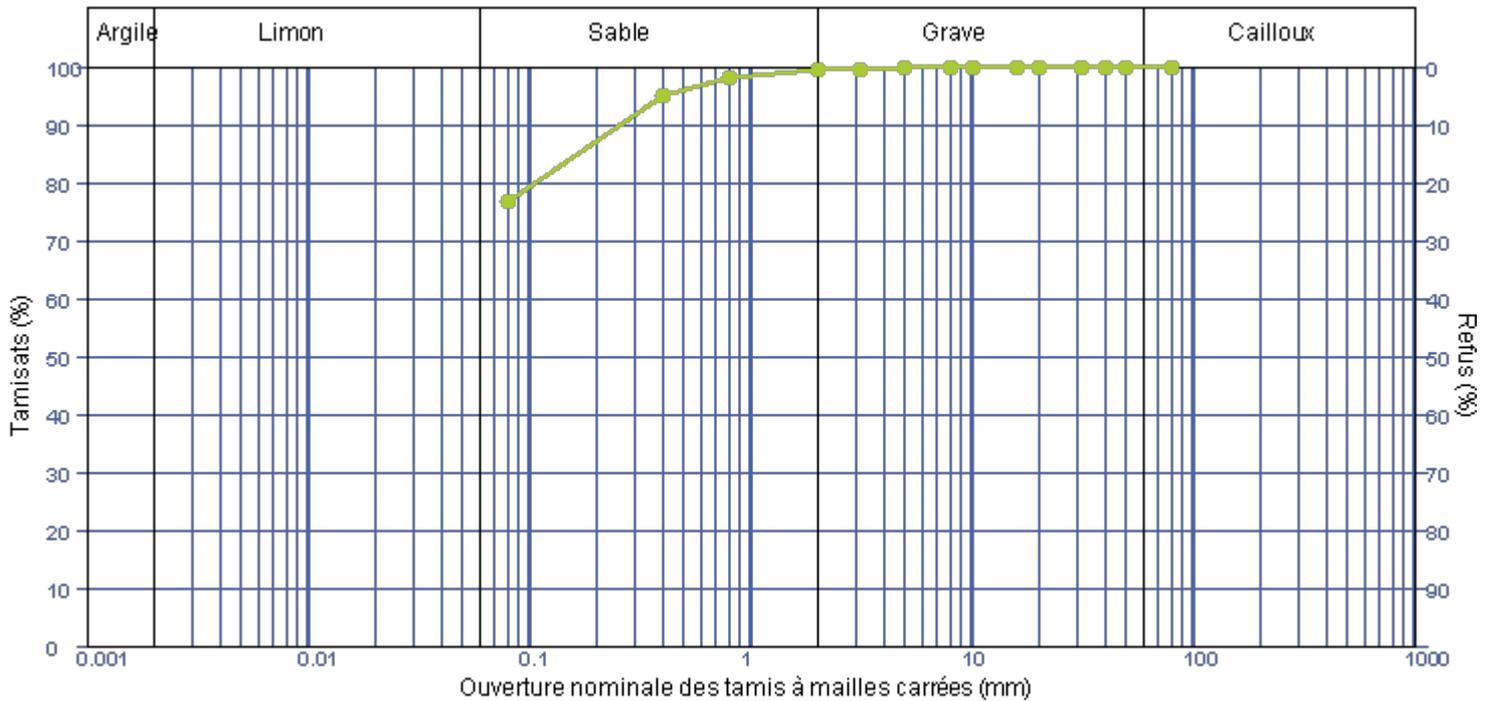
Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamis à mailles carrées (mm)	80 mm	50 mm	40 mm	31.5 mm	20 mm	16 mm	10 mm	8 mm	5 mm	3.15 mm	2 mm	800 µm	400 µm	80 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.7	99.5	98.2	94.9	76.7

Facteur d'uniformité $C_u = (N.D.)$

Facteur de courbure $C_c = (N.D.)$

Facteur de symétrie $C_s = (N.D.)$



Observations :

Dérogation à la méthode d'essai: La fin du tamisage sur chaque tamis est déterminée visuellement

TECHNICIENNE LABO GEOTECHNI
Sophie MAURAN

Informations générales

N° dossier : SBX2.F0040.0018	Client / MO : GIRONDE LE DEPARTEMENT
Désignation : PARC ROUTIER - BEYCHAC ET CAILLAU	
Localité : BEYCHAC ET CAILLAU	Demandeur / MOE : GIRONDE LE DEPARTEMENT
Chargé d'affaire : BILLARD BENJAMIN	

Informations sur l'échantillon
N° 19BDX-0083

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique	Sondage : PM9
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 1.70/1.90 m
Date prélèvement : 08/01/19	
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac	
Date de livraison : 09/01/19	
Description : Grave sablo-argileuse ocre grise	

CLASSIFICATION NF P 11-300 : A1

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	32	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	73.8	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	49.8	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - WL	NF P94-051		%
Limite de plasticité - WP	NF P94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	1.96	g de bleu pour 100 g

Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	13.0	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
W _n / W _{OPN}	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W _{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ _{OPN} (Mg/m3) :	

Observations :

 TECHNICIENNE LABO GEOTECHNIQUE
Sophie MAURAN



GINGER CEBTP BORDEAUX
19 AVENUE PYTHAGORE
33700 MERIGNAC

Informations générales

N° dossier : SBX2.F0040.0018	Client / MO : GIRONDE LE DEPARTEMENT
Désignation : PARC ROUTIER - BEYCHAC ET CAILLAU	Demandeur / MOE : GIRONDE LE DEPARTEMENT
Localité : BEYCHAC ET CAILLAU	
Chargé d'affaire : BILLARD BENJAMIN	

Informations sur l'échantillon **N° 19BDX-0083**

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique	Sondage : PM9
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 1.70/1.90 m
Date prélèvement : 08/01/19	
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac	
Date de livraison : 09/01/19	dm (mm) : 31.5
Description : Grave sablo-argileuse ocre grise	

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage	Technicien : SOPHIE MAURAN
Température : 105°C	Date essai : 11/02/19

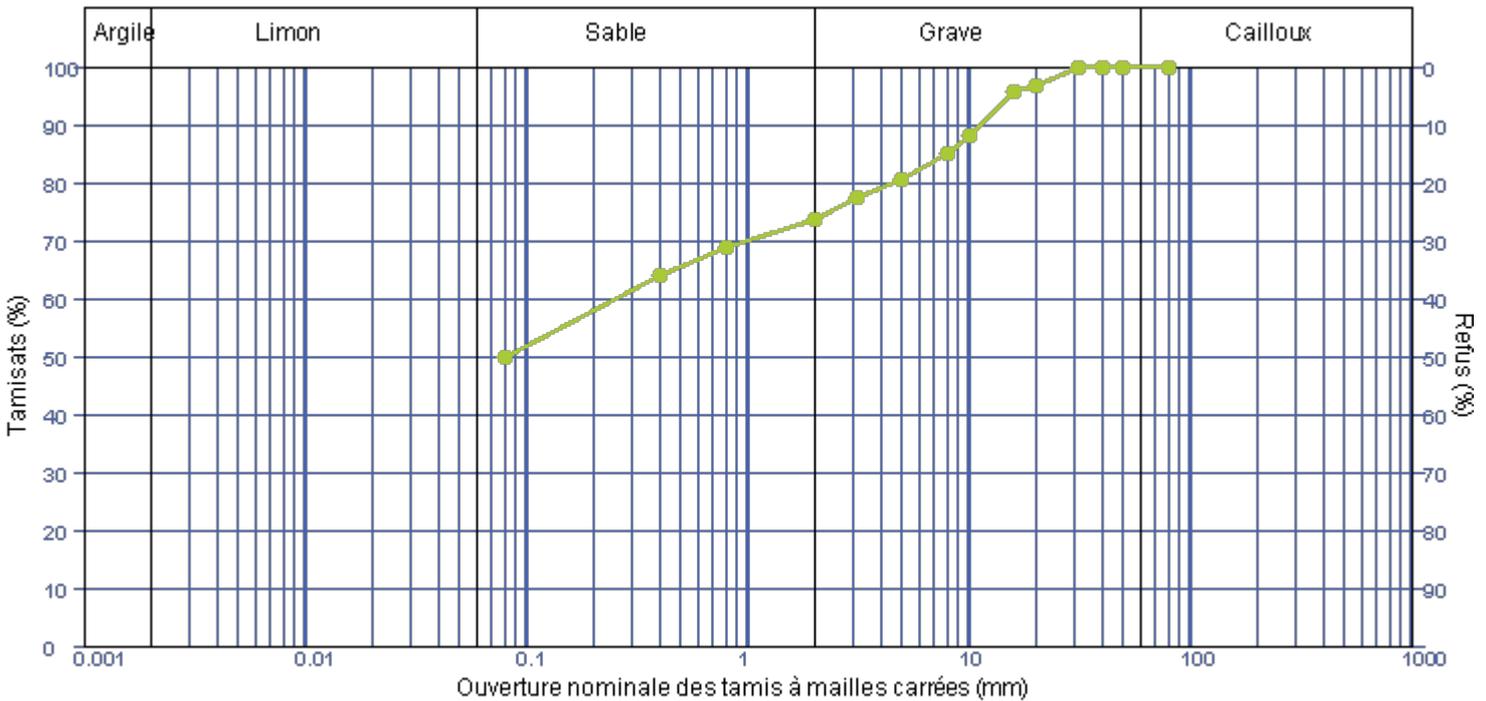
Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamis à mailles carrées (mm)	80 mm	50 mm	40 mm	31.5 mm	20 mm	16 mm	10 mm	8 mm	5 mm	3.15 mm	2 mm	800 µm	400 µm	80 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	96.8	95.6	88.1	84.9	80.7	77.3	73.8	68.7	64.0	49.8

Facteur d'uniformité $C_u = (N.D.)$

Facteur de courbure $C_c = (N.D.)$

Facteur de symétrie $C_s = (N.D.)$



Observations :

Dérogation à la méthode d'essai: La fin du tamisage sur chaque tamis est déterminée visuellement

TECHNICIENNE LABO GEOTECHNI
Sophie MAURAN

Informations générales

N° dossier : SBX2.F0040.0018	Client / MO : GIRONDE LE DEPARTEMENT
Désignation : PARC ROUTIER - BEYCHAC ET CAILLAU	Demandeur / MOE : GIRONDE LE DEPARTEMENT
Localité : BEYCHAC ET CAILLAU	
Chargé d'affaire : BILLARD BENJAMIN	

Informations sur l'échantillon
N° 19BDX-0084

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique	Sondage : PM10
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 0.65/2.50 m
Date prélèvement : 08/01/19	
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac	
Date de livraison : 09/01/19	
Description : Argile ocre grise	

CLASSIFICATION NF P 11-300 : A1

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	8	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	98.6	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	73.0	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - WL	NF P94-051		%
Limite de plasticité - WP	NF P94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	1.41	g de bleu pour 100 g

Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	16.9	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
W _n / W _{OPN}	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W _{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ _{OPN} (Mg/m3) :	

Observations :

 TECHNICIENNE LABO GEOTECHNIQUE
Sophie MAURAN



ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

Méthode par tamisage à sec après lavage

Méthode d'essai selon NF P 94-056 (norme périmée)

GINGER CEBTP BORDEAUX
19 AVENUE PYTHAGORE
33700 MERIGNAC

Informations générales

N° dossier : SBX2.F0040.0018	Client / MO : GIRONDE LE DEPARTEMENT
Désignation : PARC ROUTIER - BEYCHAC ET CAILLAU	Demandeur / MOE : GIRONDE LE DEPARTEMENT
Localité : BEYCHAC ET CAILLAU	
Chargé d'affaire : BILLARD BENJAMIN	

Informations sur l'échantillon N° 19BDX-0084

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique	Sondage : PM10
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 0.65/2.50 m
Date prélèvement : 08/01/19	
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac	
Date de livraison : 09/01/19	dm (mm) : 8
Description : Argile ocre grise	

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage	Technicien : SOPHIE MAURAN
Température : 105°C	Date essai : 12/02/19

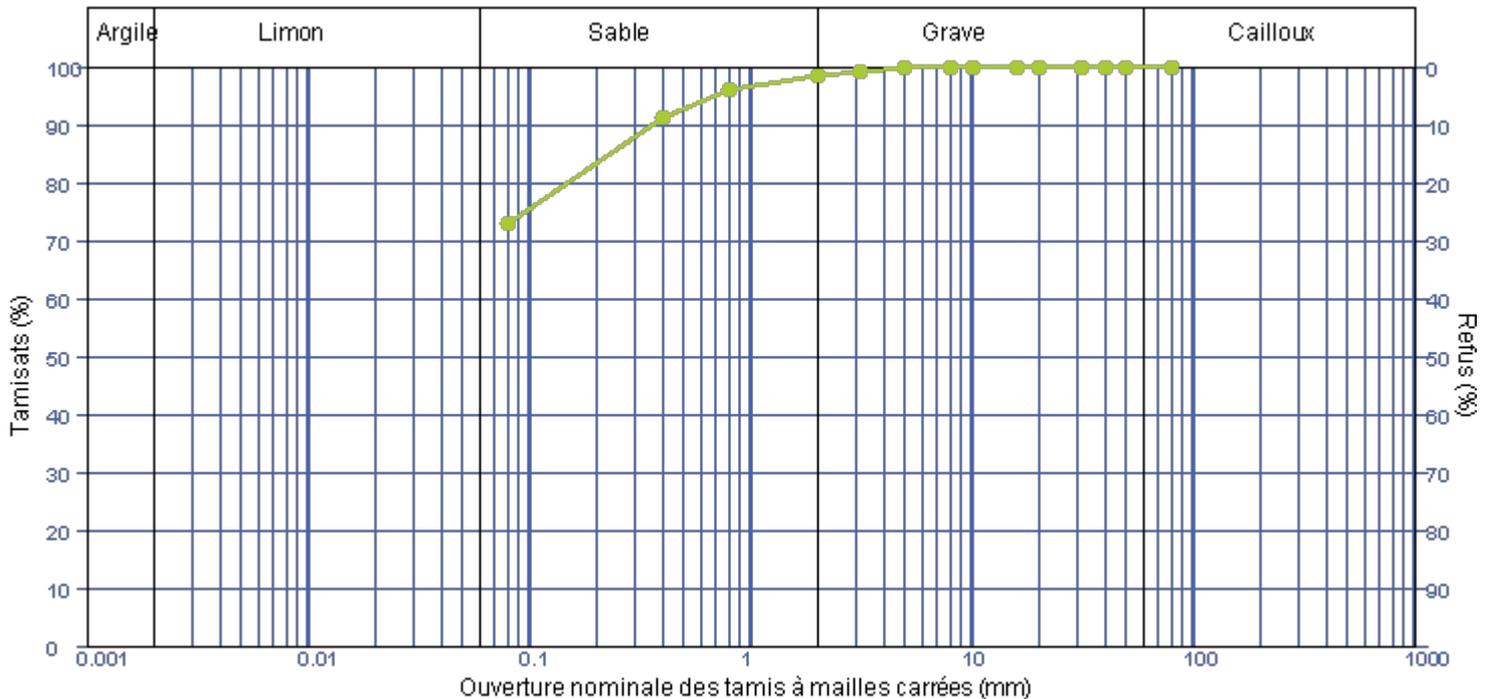
Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamis à mailles carrées (mm)	80 mm	50 mm	40 mm	31.5 mm	20 mm	16 mm	10 mm	8 mm	5 mm	3.15 mm	2 mm	800 µm	400 µm	80 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.8	99.1	98.6	95.9	91.0	73.0

Facteur d'uniformité $C_u = (N.D.)$

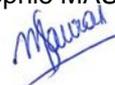
Facteur de courbure $C_c = (N.D.)$

Facteur de symétrie $C_s = (N.D.)$



Observations :

Dérogation à la méthode d'essai: La fin du tamisage sur chaque tamis est déterminée visuellement



Agence de Bordeaux

Domaine de Pelus
19 Avenue Pythagore
33700 MERIGNAC
Tél. : +33 (0) 5.56.12.98.10
Fax. : +33 (0) 5.56.13.07.31
cebtb.bordeaux@groupeginger.com

www.groupe-cebtb.com