ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION

Mission G2 AVP

Projet de construction de voiries

CLIENT : **EPAMSA**

ADRESSE : **Rue Marcel Cerdan**

COMMUNE : **Mantes-la-Ville (78)**

RAPPORT : **Rp-PA19 1201-14-2 vA**

Objet : **Rapport initial du 12/11/2020**

Indice : **vA**

Rédacteur : **B.FOURMY**

Vérificateur : **R.LOUHAB**

Approbateur : **S.PAJON**

Nombre de pages : **27 + 5 Annexes**

ESIRIS IDF INFRA
T. : 01 69 58 29 58 - paris@esiris.fr
8-10 Rue des Chênes Rouges
91580 ETRECHY

MISSION G2 AVP

ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION
PHASE AVANT PROJET

Ce dossier comprend :

- 1 rapport
- Annexe 1 : Conditions Générales de Vente et d'exécution des prestations
- Annexe 2 : Conditions Générales des Missions d'Ingénierie Géotechnique
- Annexe 3 : Schémas d'implantation des investigations in-situ
- Annexe 4 : Résultats des sondages et essais in-situ
- Annexe 5 : Procès-verbaux des essais en laboratoire

Ind	Date	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Observations
A	12/11/2020	B.FOURMY	R.LOUHAB	S.PAJON	Première diffusion

SOMMAIRE

1 Présentation 5

1.1 Définition de l'opération - Mission 5

1.1.1 Mission 5

1.1.2 Intervenants 5

1.1.3 Documents communiqués 6

1.2 Descriptions générales du site 7

1.2.1 Plans de situation et vue aérienne 7

1.2.2 Ouvrages existants 8

1.3 Caractéristiques du projet 8

1.4 Contexte géologique et hydrogéologique 9

1.5 Aléas et risques naturels 9

2 RECONNAISSANCE DES SOLS 12

2.1 Généralités 12

2.2 Sondages de reconnaissance 13

2.3 Essais mécaniques in-situ 14

2.4 Essais en laboratoire 15

3 RESULTATS DES INVESTIGATIONS 15

3.1 Analyse géologique du site 15

3.2 Niveaux d'eau 16

3.2.1 Essais pressiométriques 16

3.2.2 Essais de pénétration dynamique 17

3.3 Essais en laboratoire 18

3.3.1 Identification des sols 18

4 SYNTHESE GEOTECHNIQUE 19

4.1 Synthèse lithologique 19

4.2 Synthèse et analyse géomécaniques 19

5 RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES 20

5.1 Textes règlementaires 20

5.2 Terrassements 20

5.3 Réalisation de la voirie 23

5.3.1 Hypothèses du projet 23

5.3.2 Portance du sol support 23

5.3.3 Couche de forme 23

5.3.4 Réception 24

5.3.5 Ebauche dimensionnelle de la structure de chaussée 24

5.3.6 Sujétions de conception et d'exécution 25

6 ALEAS et RISQUES RESIDUELS _____ 26

7 CONDITIONS CONTRACTUELLES _____ 27

1 Présentation

1.1 Définition de l'opération - Mission

1.1.1 Mission

A la demande et pour le compte de L'EPAMSA, **ESIRIS NO** a reçu pour mission de réaliser, dans le cadre de l'aménagement de la ZAC Mantes université une étude géotechnique de conception (mission G2 phase AVP) sur un terrain situé rue Marcel Cerdan à Mantes-la-Ville (78).

Cette mission a permis de définir :

- la faisabilité des travaux de voirie au regard des conditions géotechniques ;
- les contraintes susceptibles d'avoir une incidence sur la construction, la pérennité et les conditions d'exécution des voiries ;
- les paramètres techniques nécessaires à la conception du projet et à la réalisation des travaux dans les conditions technico-économiques optimales.

Il s'agit d'une mission de G_2 phase AVP, selon la norme NF P 94-500 (Version de Novembre 2013).

A notre connaissance, il n'a été réalisé antérieurement aucune étude géotechnique spécifique concernant ce projet.

Elle ne comprend pas :

- l'étude de stabilité des talus et l'étude des ouvrages de soutènements éventuels ;
- l'évolution dans le temps de l'hydrogéologie locale et la détermination des NPHE ;
- les études de pollutions éventuelles (sols et nappes) ;
- la reconnaissance des anomalies géotechniques situées en dehors de l'emprise des investigations (vides et/ou zones décomprimées notamment) ;
- la stabilité des remblais existants ou le dimensionnement des ouvrages à mettre en œuvre pour l'assurer ;
- les études pyrotechniques du sous-sol ;
- la recherche de vestiges anthropiques sur le site.

1.1.2 Intervenants

Au moment de notre étude, les intervenants étaient les suivants :

Maitre d'Ouvrage	EPAMSA
BET Géotechnique	ESIRIS IDF INFRA

1.1.3 Documents communiqués

Doc	Document	Origine	Echelle	Date
1	Mail de consultation	EPAMSA	-	09/06/2020
2	Plan d'implantation	ARCADIS	-	03/06/2020
3	Tableau des côtes existantes et projetées	ARCADIS	-	12/06/2020

1.2 Descriptions générales du site

1.2.1 Plans de situation et vue aérienne

Figure 1 : Localisation du projet en vue aérienne (Source : geoportail.gouv.fr)

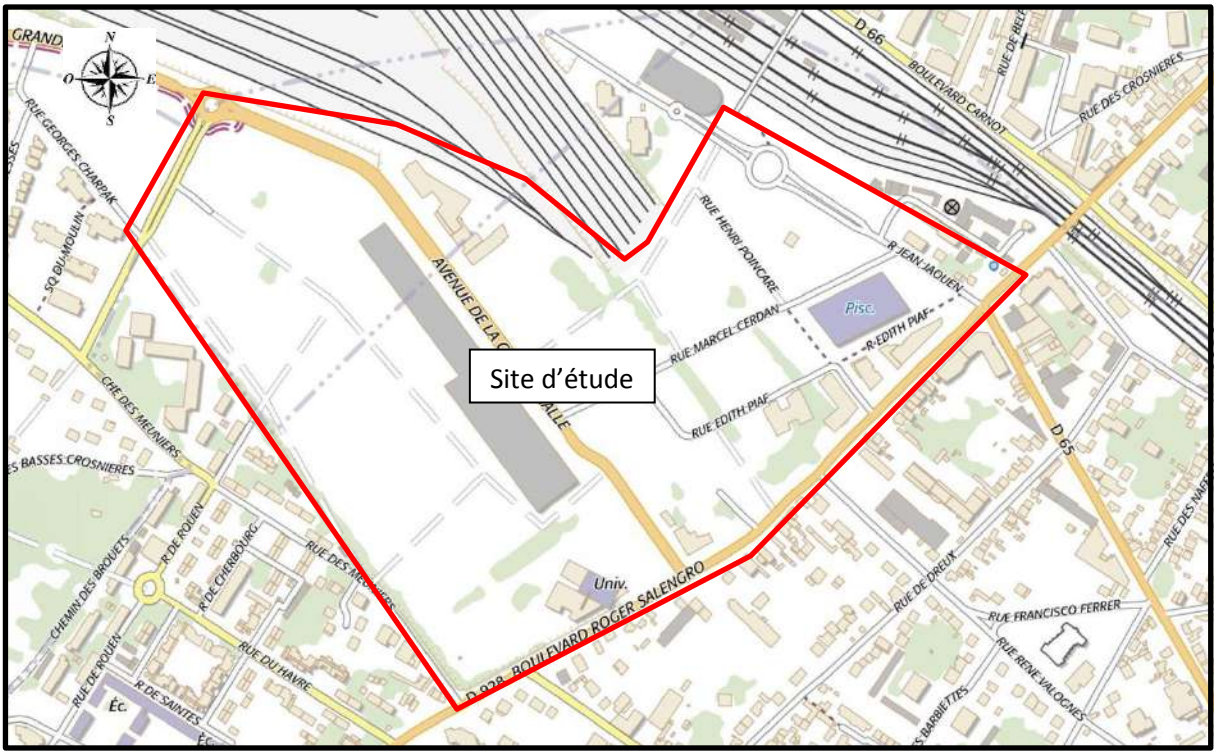


Figure 2 : Localisation du projet sur fond de carte IGN (Source : geoportail.gouv.fr)

1.2.2 Ouvrages existants

La zone d'étude se situe au droit de plusieurs infrastructures :

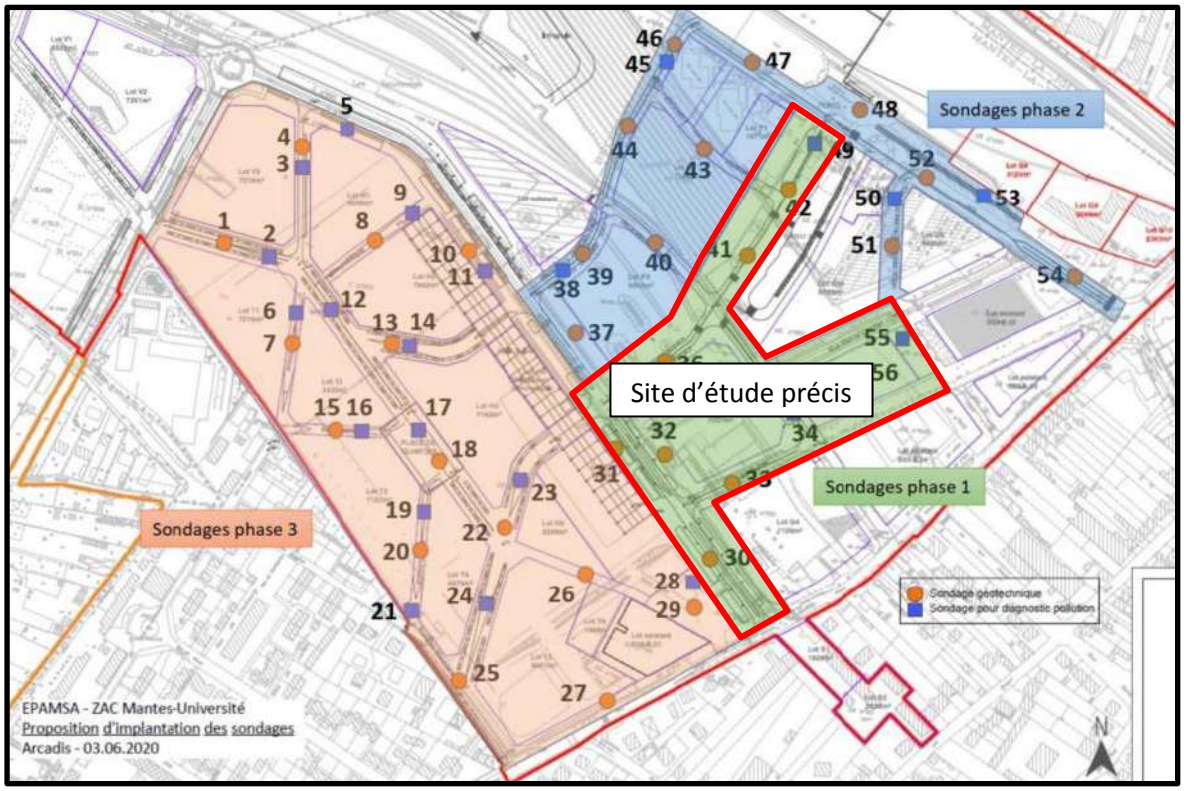
- Diverses voiries à doubles sens de circulations ;
- Une halle d'environ 1200 m², non utilisées ;
- Des bâtiments allant de R+2 à R+7 et avec niveaux de sous-sols ;
- Des voies de chemin de fer.

La zone d'étude enregistre une pente vers le nord-ouest avec des cotes altimétriques variant de 45.7 m NGF à 35.1 m NGF.

1.3 Caractéristiques du projet

Le projet consiste en l'aménagement de la ZAC Mantes-université avec la réalisation de nouvelles voiries.

Le projet est divisé en trois phases. Ce rapport ne traitera que la de la phase 1 du projet.



Précisément sur l'emprise projet de la phase 1, il est prévu la construction de :

- Une voirie de 70 ml ;
- Une voirie de 80 ml ;
- Une voirie de 260 ml.

Nous précisons que le rapport ne traitera que de la future voirie et non pas de la voirie existante.

1.4 Contexte géologique et hydrogéologique

D'après la carte géologique de Mantes la Jolie (éditée par le BRGM - Bureau de Recherches Géologiques et Minières, échelle 1/50 000) et notre expérience locale, la géologie attendue est la suivante :

- Remblais d'aménagement généraux ;
- Alluvions Anciennes ;
- Craie Blanche à Silex.

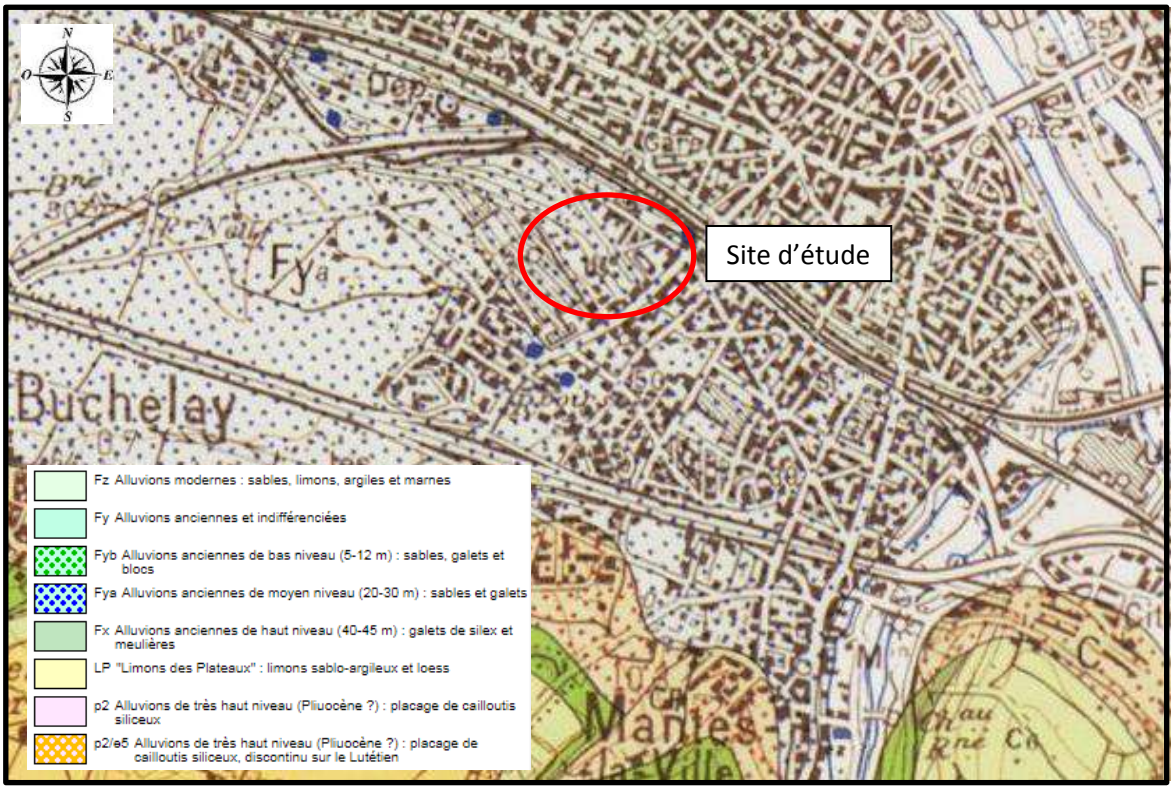


Figure 3 : Carte géologique de Mantes la Jolie (source infoterre.brgm.fr)

1.5 Aléas et risques naturels

Vis-à-vis de la prévention du risque sismique et au sens des décrets n° 2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010, la zone d'implantation du projet se situe en zone 1, soit un aléa très faible.

Vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles, le site se trouve en zone d'aléa non exposé selon la carte d'aléa consultable sur le site www.georisques.gouv.fr.

D'après la carte des cavités de l'IGC Versailles, la zone d'étude se trouve à proximité de carrières de craie et de marnières.

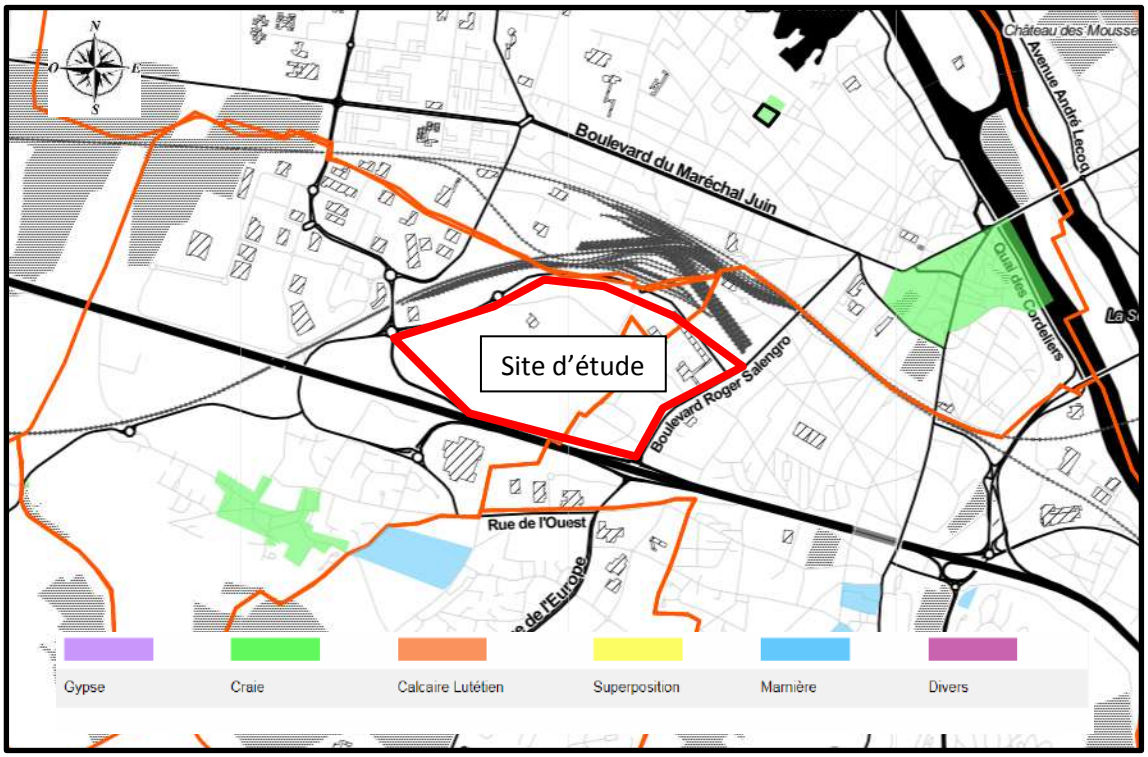


Figure 4 : Zonages de cavités dans les Yvelines (www.igc-versailles.fr/yvelines)

Il conviendra au Client/Concepteur du projet de s'informer auprès de la commune sur l'existence d'un plan de recensement officiel et de prendre le cas échéant les dispositions adéquates. **ESIRIS NO** reste à la disposition du client sur ce point particulier.

D'après la même source d'informations, la commune de Mantes-la-Ville a fait l'objet des arrêtés de reconnaissance de catastrophes naturelles suivants :

Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
78PREF19990160	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Inondations et coulées de boue : 3

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
78PREF20160550	31/05/2016	06/06/2016	26/07/2016	12/08/2016
78PREF20070021	02/10/2007	02/10/2007	22/11/2007	25/11/2007
78PREF20010006	03/12/2000	03/12/2000	03/04/2001	22/04/2001

Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
78PREF19920031	01/05/1989	31/12/1991	06/11/1992	18/11/1992

Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
78PREF19970033	01/01/1992	31/12/1996	17/12/1997	30/12/1997

Par ailleurs, la commune de Mantes-la-Ville est soumise au PPRI suivant :

PPRN	Aléa	Prescrit le	Approuvé le
78DDT19920002 - R111.3 Inondations	Inondation		02/11/1992
78DDT20100014 - PPRI de la Seine et de l'Oise	Par une crue à débordement lent de cours d'eau	28/07/1998	30/06/2007

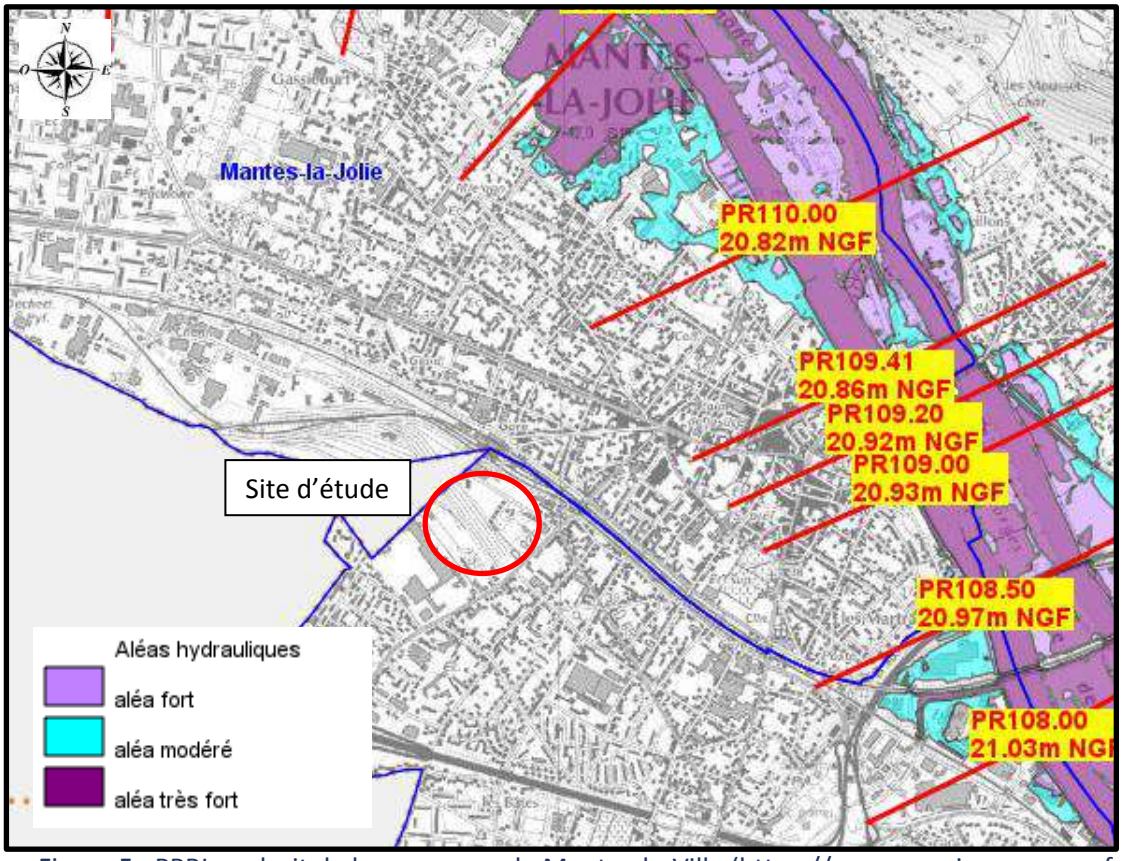


Figure 5 : PPRI au droit de la commune de Mantes-la-Ville (https://www.georisques.gouv.fr)

La zone d'étude ne se situe pas au droit d'une zone à aléas vis-à-vis d'un risque hydraulique.

Vis-à-vis du phénomène de remontées des nappes, le site se trouve en zone potentiellement sujette aux inondations.

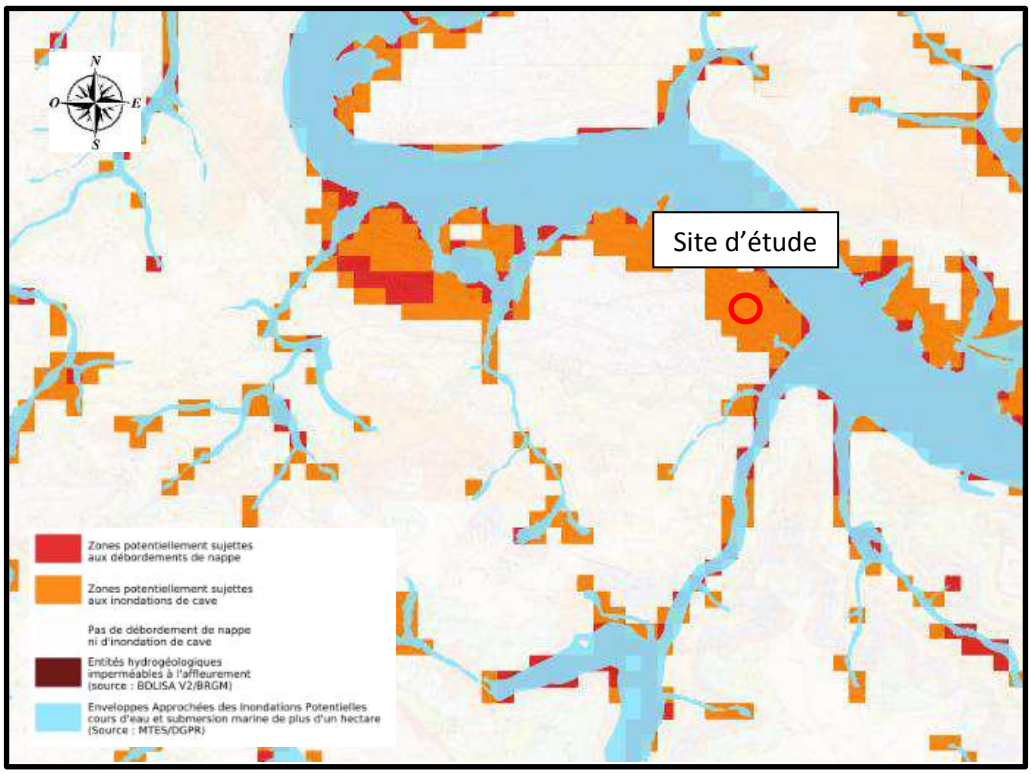


Figure 6 : Carte de phénomène de remontées de nappe (source georisques.gouv.fr)

2 RECONNAISSANCE DES SOLS

2.1 Généralités

Les sondages et essais réalisés in situ sont présentés dans les tableaux suivants.

Nos investigations in situ se sont déroulées du 07/09/2020 au 28/09/2020.

Les sondages ont été réalisés avec une machine de marque GEO 305.

Les coupes des sondages ont été établies à partir du logiciel GEO-LOG4.

2.2 Sondages de reconnaissance

Les sondages de reconnaissance suivants ont été réalisés :

Type de sondage*	N° de sondage	Profondeur atteinte (m)**
Sondage semi-destructif à la tarière de Ø 89 mm	ST31 ST35 ST41	5.0
Sondage destructif paramétré au tricône de Ø 66 mm	SP30 SP36 SP42	10.0

**sondages implantés en tenant compte des conditions d'accès avant notre intervention.*

***par rapport au niveau du sol le jour de notre intervention.*

Il est indiqué sur les coupes de forages destructifs paramétrés, les éléments suivants :

- coupe approximative des sols (les forages étant du type destructif, l'interprétation a été faite uniquement d'après l'examen des cuttings et des paramètres de forages) ;
- diagraphie des paramètres enregistrés :
  - VA : vitesse instantanée d'avancement (m/h) ;
  - PO : pression appliquée sur l'outil de forage (bar) ;
  - PI : pression d'injection (bar) ;
  - CR : couple de rotation (bar) ;

Nota : Les feuilles de sondages peuvent également contenir des informations complémentaires dont les niveaux d'eau éventuels, les pertes de fluide d'injection, incident de forage, etc.

Il est indiqué sur les coupes de sondages semi-destructifs, les éléments suivants :

- Coupe détaillée des sols ;
- Outils de forage ;
- Formation géologique ;
- Niveaux d'eaux ;
- Equipement.

2.3 Essais mécaniques in-situ

Les essais in situ suivants ont été réalisés :

Type d'essai mécanique in situ	N° de sondage	Nombre d'essais
Essai pressiométrique - norme NF EN 22476-4	SP30	6
	SP36	6
	SP42	6

Essais pressiométriques :

Les résultats sont portés sur les coupes de forage, avec pour chaque essai :

- module pressiométrique E_M (MPa) ;
- pression limite nette pl* (MPa) ;
- pression de fluage nette pf* (MPa) ;
- rapport E_M/pl*.

En complément, les essais in situ suivants ont été réalisés :

Type d'essai mécanique in situ	Nom de l'essai	Profondeur atteinte (m)
Essai pénétrométrique dynamique de type B	PD32	6.6*
	PD33	0.8*
	PD35	2.4*

**sondage arrêté au refus*

Il est indiqué sur les essais au pénétromètre dynamique, les éléments suivants :

- diagramme de battage (nombre de coups pour un enfoncement de 20 cm) en fonction de la profondeur,
- diagramme donnant la résistance dynamique qd (MPa) en fonction de la profondeur et calculée selon la formule des Hollandais.

2.4 Essais en laboratoire

Les essais en laboratoire suivants ont été réalisés :

Identification des sols	Sondage et profondeur	Nombre	Norme
Teneur en eau pondérale W	ST31 de 0.5 à 3.0 m ST35 de 1.5 à 3.5 m ST41 de 3.0 à 5.0 m	3	NF P 94-050
Analyse granulométrique par tamisage		3	NF P 94-056 (NF EN ISO 17892-4)
Limites d'Atterberg Wl et Wp déterminées au cône et au rouleau		3	NF P 94-051
Valeur au bleu du sol (VBS)		3	NF P 94-068
Classification des sols (GTR 2000)		3	NF P 11-300

3 RESULTATS DES INVESTIGATIONS

3.1 Analyse géologique du site

L'ensemble des résultats permet de dresser la coupe géologique schématique ci-après :

- H1 / des **remblais sablo-limoneux marrons avec graviers,** reconnus jusqu'à 1.0 m de profondeur au droit des sondages SP30 et ST35 et jusqu'à 2.5 m de profondeur au droit des sondages ST31 et ST41.
- H2 / des **sables argileux beige-marron avec silex**, reconnus jusqu'à 6.5 m de profondeur au droit du sondage SP42 et jusqu'à 7.2 m de profondeur au droit du sondage SP30. Il s'agit vraisemblablement de la formation des Alluvions Anciennes ;
- H3 / des **marnes et craies blanches**, reconnues jusqu'à 9.96 m de profondeur au droit du sondage SP42 (arrêt volontaire) et jusqu'à 10.01 m de profondeur au droit du sondage SP30 (arrêt volontaire). Il s'agit vraisemblablement de la formation des Craies Blanches à Silex.

Ponctuellement, au droit du sondage SP36, il a été mis en évidence sur toute la hauteur du forage un sable avec matrice argileuse très plastique. Il s'agit d'une anomalie localisée.

Remarques :

- L'épaisseur des différents horizons peut varier notablement d'un point à un autre du terrain étudié ;
- Les remblais sablo-limoneux marrons avec graviers peuvent contenir des blocs durs et de toute dimension ;
- Il est toujours possible, dans un tel environnement, de rencontrer des couches de remblais qui n'auraient pas été mises en évidence dans nos sondages ;
- La description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes d'une part à la faible cohésion des sols sous nappe (difficultés de remontée de matériaux) et, d'autre part, au caractère aveugle des sondages pénétrométriques. De plus, les sondages semi-destructifs et les sondages destructifs ne permettent pas de caractériser objectivement les remblais et notamment de donner une indication sur les dimensions de blocs éventuels ;
- Rappelons que les coupes de sols établies sur la base des sondages semi-destructifs et destructifs ne sont qu'indicatives en raison de leur mode d'exécution, et que seuls les sondages carottés permettent d'établir une coupe lithologique précise.

3.2 Niveaux d'eau

A l'issue de la réalisation des essais pénétrométriques le 07/09/2020 et des forages et essais in-situ le 28/09/2020, aucun niveau d'eau n'a été mesuré au droit de nos sondages.

Il n'est pas à exclure la présence de circulations anarchique aux seins des formations rencontrées. Les mesures sont effectuées de manière ponctuelle et ne peuvent statuer de l'existence ou non d'une nappe permanente. Seul un suivi piézométrique sur un an pourra confirmer la présence plus ou moins permanente d'un niveau d'eau.

3.2.1 Essais pressiométriques

Le tableau qui suit résume, pour chaque faciès testé, les principaux résultats des essais pressiométriques reportés en annexe n°4.

Il convient de rappeler que des variations horizontales et/ou verticales inhérentes au passage d'un faciès à un autre sont toujours possibles mais difficiles à détecter en sondage. **De ce fait, les caractéristiques gardent un caractère représentatif, mais jamais absolu.**

Horizon	Nombre d'essais	Base de l'horizon (m/TN actuel)	Pression Limite nette pl* (MPa)				Module Pressiométrique E_M (MPa)		
			Min	Max	Moy_{ar}	σ	Min	Max	Moy_{ha}
H1 – remblais sablo-limoneux marrons avec graviers	1	1.0 / 2.5	0.88			-	15.9		
H2 – sables argileux beige-marron avec silex	8	6.5 / 7.2	0.65	2.42	1.43	0.50	5.6	28.6	14.6
H3 – marnes et craies blanches	3	> 10.01	0.55	0.95	0.69	0.23	4.7	9.2	6.6

Moy_{ar} : Moyenne arithmétique Moy_{ha} : Moyenne harmonique σ : Ecart type

Les essais pressiométriques réalisés au droit du sondage SP36 présentent des valeurs anormalement faibles. Ils n'ont pas été pris en compte dans l'étude statistique.

Au droit du sondage SP36, nous avons mesuré un module pressiométrique moyen Em = 2.8 MPa, et une pression limite nette moyenne PL* = 0.23 MPa.

3.2.2 Essais de pénétration dynamique

Il s'agit d'essais qualitatifs permettant entre autres, de vérifier la résistance du sol, l'homogénéité et la succession des différentes couches connues par ailleurs, la présence d'anomalies éventuelles (couche molle, blocs, vides, etc, …).

Par ailleurs, les essais pénétrométriques étant des sondages dits « aveugles », la géologie des terrains ainsi que les limites de couches sont interprétées ou extrapolées à partir des diagrammes et notamment des valeurs de compacité du sol. La nature des terrains et leur compacité devront, par conséquent, être confirmées lors des travaux.

La consistance pour les sols fins hors nappe est déterminée d'expérience à l'aide des seuils suivants :

- Plastique ou molle : $q_d < 2$ MPa ;
- Moyennement compact : $2 < q_d$ (MPa) < 5 MPa ;
- Compact : $q_d > 5$ MPa.

La consistance pour les sols grenus est déterminée d'expérience à l'aide des seuils suivants :

- Lâche : $q_d < 5$ MPa ;
- Moyennement serré : $5 < q_d$ (MPa) < 15 MPa ;
- Très serré : $q_d > 15$ MPa.

Sur la base des pénétrogrammes reportés en annexe n°4, nous retenons les caractérisations moyennes statistiques suivantes :

Horizon	Base de l'horizon (m/TN actuel)	Résistance de pointe qd (MPa)				Consistance Observations
		Min	Max	Moy_{ar}	σ	
H1 – remblais sablo-limoneux marrons avec graviers	1.0 / 2.5	1.0	15.0	7.9	3.9	Compact
H2 – sables argileux beige-marron avec silex	6.5 / 7.2	1.0	17.0	5.5	4.1	Compact
H3 – marnes et craies blanches	-					

Les essais pénétrométriques réalisés entre 0.6 et 0.8 mètres de profondeur au droit de l'essai PD35 et à 0.2 m de profondeur au droit de l'essai PD32 présentes des caractéristiques mécaniques anormalement fortes pour ce type de faciès et n'ont pas été pris en compte pour l'étude statistique.

3.3 Essais en laboratoire

3.3.1 Identification des sols

Les résultats complets des essais de laboratoire sont fournis sous forme de fiches et procès-verbaux en annexe n°5.

Les principaux résultats des essais d'identification sont repris dans le tableau ci-dessous :

Sondage	Profondeur de l'échantillon (m/TN)	Résultats			
		w (%)	< 0.08 mm	Ip VBS	Classe GTR
ST31	0.5 – 3.0	14.5	34.0	1.3	B5th
ST35	1.5 – 3.5	14.3	25.0	1.1	B5th
ST41	3.0 – 5.0	17.0	38.0	2.7	A2

4 SYNTHESE GEOTECHNIQUE

4.1 Synthèse lithologique

Le tableau suivant regroupe l'ensemble des données pour chaque sondage et par zone d'homogénéité :

Horizon / Sondage		SP30	SP42	ST31	ST35	ST41	PD32	PD33	PD35
H1 – remblais sablo-limoneux marrons avec graviers	P E	0.0 1.0	0.0 2.2	0.0 2.5	0.0 1.0	0.0 2.5	0.0 1.5	0.0 > 0.8	0.0 2.1
H2 – sables argileux beige-marron avec silex	P E	1.0 6.2	2.2 4.3	2.5 > 2.5	1.0 > 4.0	2.5 > 2.5	1.5 > 5.1	> 0.8 -	2.1 > 0.4
H3 – marnes et craies blanches	P E	7.2 > 2.81	6.5 > 3.46	> 5.0 -	> 5.0 -	> 5.0 -	> 6.6 -	-	> 2.5 -

Avec : P : profondeur du toit de la couche en m
E : épaisseur de la couche en m

Il convient de rappeler que des variations horizontales et/ou verticales inhérentes au passage d'un faciès à un autre sont toujours possibles mais difficiles à détecter en sondage. **De ce fait, les caractéristiques gardent un caractère représentatif, mais jamais absolu.**

Par ailleurs, les essais pénétrométriques étant des sondages dits « aveugles », la géologie des terrains ainsi que les limites de couches sont interprétées ou extrapolées à partir des diagrammes et notamment des valeurs de compacité du sol. La nature des terrains et leur compacité devront, par conséquent, être confirmées lors des travaux.

4.2 Synthèse et analyse géomécaniques

Les caractéristiques qui pourront être retenues dans les calculs au stade de l'avant-projet sont présentées dans le tableau suivant :

Horizon	Base de l'horizon (m/TN actuel)	Résistance de pointe Rd (MPa)	Pression Limite nette pl* (MPa)	Module Pressiométrique E_M (MPa)
H1 – remblais sablo-limoneux marrons avec graviers	1.0 / 2.5	-		
H2 – sables argileux beige-marron avec silex	6.5 / 7.2	3	0.6	14
H3 – marnes et craies blanches	> 10.01	-	0.5	6

- Les remblais sablo-limoneux marrons avec graviers, compte tenu de leur qualité médiocre, constituent un sol pouvant être considéré comme évolutif et compressible. Ils sont impropres à toute construction ;
- Les sables argileux beige-marron avec silex présentent des caractéristiques mécaniques moyennes ;
- Les marnes et craies blanches présentent des caractéristiques mécaniques médiocres à moyennes ;
- Le site peut comporter des anomalies, comme mis en évidence au droit du sondage SP36. Ces matériaux sont évolutifs et compressibles. Ils sont impropres à toute construction d'ouvrage, sauf dispositions spéciales. Des investigations complémentaires pourront être réalisées pour préciser la localisation des anomalies.

5 RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES

5.1 Textes règlementaires

Les textes réglementaires suivants ont été utilisés pour définir les recommandations fournis :

- ✓ Normes AFNOR en vigueur, ou notes techniques particulières existantes concernant les travaux de sondages et essais in-situ ou de laboratoire ;
- ✓ GTR / GTS.

5.2 Terrassements

Il est rappelé que les terrassements prévus consisteront en des purges du site nécessitant des déblais et remblais de hauteur pouvant être supérieur à 2.50 m.

La décharge provoquée par l'action de déblayement n'aura pas de conséquences vis-à-vis d'une décompression ou d'un tassement quelconque du sol à condition de réaliser les terrassements et remblaiements à l'avancement des travaux. La fouille ne devra pas être ouverte plus de 48 heures et sera préservée au sec.

Lors du terrassement, en raison de potentielles faibles cohésions du terrain, il faudra mettre en œuvre tous les moyens de sécurité nécessaire pour protéger les parois.

Il faudra considérer un matériau de cohésion nulle sur la hauteur des terrassements.

Lors des travaux, il sera possible de rencontrer des blocs de taille aléatoire. Il conviendra de se munir d'un outil adapté de type BRH pour les casser.

En présence d'ouvrages ou de canalisation et réseaux sensibles mitoyens ou avoisinants, la méthodologie de terrassement devra être adaptée pour ne pas créer de désordres.

Il est toujours possible d'intercepter des circulations d'eau préférentielles en phase travaux, surtout en période de pluie. Pour maintenir le fond de fouille sec, il est alors recommandé de mettre en place des systèmes d'épuisement (pompage…). Une étude spécifique pourra être réalisée pour préciser les préconisations vis-à-vis de la présence d'eau.

Les travaux devront être réalisés en période sèche. En cas de pluie, pendant les terrassements, les travaux devront être interrompus et les parois protégées des infiltrations et du ruissèlement.

A la reprise des travaux, les éventuels matériaux saturés et déstructurés seront entièrement purgés.

Le niveau q4 correspondant à la partie inférieure du remblai non sollicitée par des charges lourdes, pourra être constitué par les matériaux cités dans le tableau ci-dessous (après contrôle de leur état hydrique) :

Tableau 3.2 - Matériaux utilisables en remblayage de la partie inférieure de remblai — *Objectif de densification q4*

Appellation selon NF P 11-300 Sols	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
Sols fins	A1h ; A1m ; A1s ; A2h ; A2m ;	
Sols sableux et graveleux avec fines	B1 ; B2h ; B2m ; B2s ; B3 ; B4h ; B4m ; B4s ; B5h ; B5m ; B5s B6h ; B6m ;	
Sols comportant des fines et des gros éléments	C1A1h ; C1A1m ; C1A2h ; C1A2m C2A1h ; C2A1m ; C2A2h ; C2A2m C1B2h ; C1B2m ; C1B4h ; C1B4m C1B5h ; C1B5m ; C1B6h ; C1B6m C2B2h ; C2B2m ; C2B4h ; C2B4m C2B5h ; C2B5m ; C2B6h ; C2B6m	
Sols comportant des fines (non argileuses) et des gros éléments	C1B1 ; C1B3 ; C2B1 ; C2B3	
Sols insensibles à l'eau	D1 ; D2 ; D3	
Appellation selon NF P 11-300 Matériaux rocheux	**Symbole classification GTR**	**Assimilation pour le compactage**
Crates	R11 ; R12h ; R12m ; R13h ; R13m	
Calcaires rocheux divers	R21 ; R22 ; R23	R22 et R23 assimilés à C2B4
Roches siliceuses*	R41 ; R42 ; R43	R42 assimilé à C2B4 R43 assimilé à C1B1
Roches magmatiques et métamorphiques	R61 ; R62 ; R63 ;	R62 et R63 assimilés à C2B4
Appellation selon NF P 11-300 Sous-produits industriels	**Symbole classification GTR**	**Assimilation pour le compactage**
Cendres volantes et cendres de foyer silico-alumineuses de centrales thermiques	F2h ; F2m ; F2s	F2 assimilé à A1
Schistes houillers	F31 ; F32 ;	F31 et F32 assimilés à D3
Schistes des mines de potasse	F41 ;	F41 assimilé à B5
Mâchefers d'incinération des ordures ménagères	F61 ; F62 ;	F61 et F62 assimilés à B4
Matériaux de démolition	F71 ;	F71 assimilé à C2B4
Laitiers de haut-fourneau	F8 ;	fonction du type d'obtention
Matériaux d'apport élaborés	**Difficulté de compactage**	
Matériaux élaborés	DC1, DC2, DC3	

Les matériaux mis en œuvre en niveau q4 devront répondre aux exigences de compactage suivantes :

- Densité sèche moyenne de la couche ≥ 95% d_{OPN}
- Densité sèche en fond de couche ≥ 92% d_{OPN}

L'épaisseur du niveau q4 est fonction de la hauteur de la tranchée et des épaisseurs des niveaux q3 et q2. Dans la mesure où l'épaisseur du niveau q4 ne dépasserait pas 0.15 m, le remblai serait obligatoirement réalisé avec le même matériau que celui de la partie supérieure du remblai.

Le niveau q3 correspond à la partie supérieure du remblai subissant des sollicitations dues à l'action du trafic ou au revêtement de la chaussée en cas d'absence de charges lourdes.

Seuls les matériaux cités dans le tableau ci-dessous pourront entrer dans la constitution du niveau q3 :

Appellation selon NF P 11-300 Sols	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
Sols sableux et graveleux avec fines (non argileuses)	B1 ; B3	
Sols comportant des fines (non argileuses) et des gros éléments	C1B1 ; C1B3 ; C2B1 ; C2B3 C2B1 ; C2B3 C1B4 ; C2B4 après élimination de la fraction, fine O/d	
Sols insensibles à l'eau	D1 ; D2 ; D3	
Appellation selon NF P 11-300 Matériaux rocheux	**Symbole classification GTR**	**Assimilation pour le compactage**
Craies	R11	
Calcaires rocheux divers	R21 ; R22	R22 assimilé à C2B4
Roches siliceuses*	R41 ; R42 ;	R42 assimilé à C2B4
Roches magmatiques et métamorphiques	R61 ; R62 ;	R62 assimilé à C2B4
Appellation selon NF P 11-300 Sous-produits industriels	**Symbole classification GTR**	**Assimilation pour le compactage**
Schistes houillers	F31	F31 assimilé à D3
Mâchefers d'incinération des ordures ménagères	F61 ; F62 Se référer à la réglementation pour l'utilisation	F61 et F62 assimilés à B4
Matériaux de démolition	F71	F71 assimilé à C2B4
Laitiers de haut-fourneau	F8	fonction du type d'obtention
Matériaux d'apport élaborés	**Difficulté de compactage**	
Matériaux élaborés	DC1, DC2, DC3	

Les matériaux mis en œuvre en niveau q3 devront répondre aux exigences de compactage suivantes :

- Densité sèche moyenne de la couche $\geq$ 98,5% d_{OPN}
- Densité sèche en fond de couche $\geq$ 96% d_{OPN}

Des contrôles à la plaque ou à la Dynaplaque permettront de vérifier qu'une portance de 50 MPa minimum est obtenue en surface du niveau q3.

Les matériaux utilisés en q3 ne devront pas présenter de « sensibilité à l'eau » soit dans leur état naturel soit après leur avoir fait subir un traitement approprié.

L'épaisseur du niveau q3 à mettre en œuvre est fonction du trafic. Celle-ci est donc comprise entre 0.30 m minimum pour un trafic faible et supérieur à 0.60 m pour un trafic fort.

Le niveau q2 s'applique aux couches de chaussées.

Ce niveau correspondra à une réfection de voirie qui ne pourra être définie qu'en fonction de la classe de trafic retenue pour la voirie.

5.3 Réalisation de la voirie

Pour l'ébauche dimensionnelle des structures types, nous avons utilisé :

- Le guide technique pour l'utilisation des matériaux régionaux d'Ile de France, catalogue des structures de chaussées de décembre 2003.

5.3.1 Hypothèses du projet

- Type voirie : voie principale ;
- Trafic équivalent journalier : classe de trafic TC2 (Trafic poids lourds cumulé à 20 ans exprimée en millions de poids lourds compris entre 0.2 et 0.5) ;
- Trafic équivalent journalier : classe de trafic TC3 (Trafic poids lourds cumulé à 20 ans exprimée en millions de poids lourds compris entre 0.5 et 1.5).

5.3.2 Portance du sol support

Après décapage de la terre végétale et des remblais du site, l'arase des terrassements va se situer dans des sols de classe A2 à B5th.

Une mesure de portance par essais à la plaque (EV2) en début de travaux permettra de s'assurer des conditions de traficabilité de chantier et d'adapter la méthode et l'épaisseur des couches (purge des sols meubles et remaniés, substitution).

D'après la classe du sol composant le support (sol de classe A2 à B5th selon le GTR), on peut en déduire la portance estimée à court terme, **en conditions moyennes** (printemps et automne peu pluvieux, été médiocre) entre 20 et 40 MPa soit une PST1

Dans le cas d'une portance de l'arase supérieure à 20 MPa et inférieure à 30-35 MPa, un traitement des sols en place, à la chaux (1 à 2 %), sur 35 cm (d'épaisseur efficace), **en conditions moyennes**, permettra d'obtenir une portance estimée à court terme supérieure à 40 MPa.

Pour une arase AR0, EV2 < 20 MPa, l'amélioration de la portance de l'arase sera réalisée par substitution des sols mous saturés par des matériaux insensibles à l'eau (matériaux granulaires d'apport ou matériaux du site traités préalablement à la chaux). Cette méthode ne peut être décidée ou prescrite qu'au moment des travaux.

5.3.3 Couche de forme

Les matériaux en place (matériaux A2 à B5th) d'une épaisseur de 40 cm, traités à la chaux (1 à 2 %) et avec un liant hydraulique (4 à 6 %) permettront l'obtention d'une plate-forme de classe PF2. Il faudra s'assurer de la possibilité de réutiliser les matériaux en place par la réalisation d'essais d'aptitude au traitement en laboratoire.

Dans le cas où les matériaux en place ne sont pas un bon candidat au traitement, on pourra mettre en œuvre une couche de forme pour l'obtention d'une plate-forme de classe PF2. Cette couche de forme sera mise en place sur un géotextile et pourra être constitué de :

- géotextile + 40 cm de GNT (graves calcaires concassées, bétons ou produits de démolition recyclés type GR1) ;
- 75 cm de granulats non traités.

Un enduit de cure gravillonné, éventuellement clouté, sera à prévoir comme protection superficielle.

5.3.4 Réception

Pour la réception de l'arase, des essais de plaque seront menés pour contrôler sa portance.

Pour la réception de la plate-forme PF2, les points suivants devront être vérifiés dans le cas d'une couche de forme en limons traités à la chaux en place :

- EV2 ≥ 50 MPa,
- Déflexion mesurée à la poutre de Benkelman sous essieu de 13 tonnes < 1.20 mm (à 7 jours de cure).

Pour la réception de la plate-forme PF2, les points suivants devront être vérifiés dans le cas d'une couche de forme en matériaux sableux ou graveleux traités aux liants hydrauliques :

- EV2 ≥ 50 MPa,
- Déflexion mesurée à la poutre de Benkelman sous essieu de 13 tonnes < 0.80 mm (à 28 jours de prise).

Pour la réception de la plate-forme PF2, les points suivants devront être vérifiés dans le cas d'une couche de forme granulaire non traitée :

- EV2 ≥ 50 MPa,
- Déflexion mesurée à la poutre de Benkelman sous essieu de 13 tonnes < 2.0 mm.

5.3.5 Ebauche dimensionnelle de la structure de chaussée

En l'absence de données de trafic, nous prendrons comme hypothèses des classes de trafic cumulé TC2 et TC3 et une plate-forme de classe PF2, pour une durée de vie de 20 ans et un taux d'accroissement linéaire annuel du trafic de 2%.

A titre d'exemple, nous pouvons ainsi présenter une structure de chaussée réalisable :

1ère solution :

Dans le cas de l'utilisation d'un enrobé à module élevé de classe 2 (EME2) :

Couche	Base (cm)	Roulement (cm)
TC2	10	2.5
TC3	6 + 7	2.5

2ème solution :

Dans le cas de l'utilisation d'une grave-bitume de classe (GB3) :

Couche	Base (cm)	Roulement (cm)
TC2	12	6
TC3	2 x 8	6

Selon le guide technique pour l'utilisation des matériaux régionaux d'île de France (2003).

D'autres variantes peuvent être envisagées en fonction des matériaux disponibles ; en tout état de cause, la chaussée retenue devra être justifiée, notamment en fonction des matériaux utilisés et du trafic estimé.

5.3.6 Sujétions de conception et d'exécution

- Lors de la réalisation des travaux, il sera porté la plus grande attention aux points suivants :
  - ✓ Contrôle du niveau de portance de la plate-forme,
  - ✓ Respect des épaisseurs,
  - ✓ Contrôle de la qualité des matériaux mis en œuvre et de leur compacité ;
- On veillera à limiter les infiltrations d'eau au niveau de ces sols supports de chaussée *(pentes, fossés, drainage…) ;*
- Les produits seront conformes aux normes : EN 12620 ; EN 197-1 ; EN 12-591 ; EN P13-285.
- Les granulométries des matériaux hydrocarbonés seront fonction des épaisseurs mises en œuvre, qui pourront être les suivantes :
  - ✓ GB : 0/14 pour des épaisseurs de 8 à 14 cm,
  - ✓ BBSG : 0/10 pour des épaisseurs de 5 à 7 cm ;
- ✓ Les liants utilisés pour la couche d'accrochage seront adaptés au matériau hydrocarboné mis en œuvre. Toutes les couches d'enrobés devront être collées entre elles.

ESIRIS NO se tient à la disposition du Maître d'Œuvre ou de l'Entreprise pour la réalisation des essais de contrôle à tous les stades de l'exécution.

6 ALEAS et RISQUES RESIDUELS

La présente étude s'inscrit dans le cadre d'une étude géotechnique de conception phase avant-projet (mission G2 AVP). Conformément à la norme sur les missions géotechniques, il conviendra de poursuivre les études géotechniques par une mission de type G2 PRO permettant de vérifier les éléments suivants :

- La méthodologie de réalisation des terrassements, des remblais et des voiries ;
- S'assurer de la possibilité de réutilisation des matériaux en place, en particulier la traficabilité des matériaux A2 à B5 ;
- Il faudra impérativement préciser le risque concernant les terrains sableux à matrice argileuse très plastique, par la réalisation d'investigations complémentaires permettant de préciser la localisation des anomalies.

Toute anomalie (indice de cavité, présence des remblais, d'anciens vestiges, etc.) devra être signalée à **ESIRIS NO** pour éventuelles adaptations ou missions de diagnostic supplémentaires.

De manière générale, des contrôles sont préconisés sur tous les chantiers en phase travaux (fond de fouille, remblayage) ; ces contrôles s'intègreront dans le cadre du suivi de chantier (mission G3 ou G4).

7 CONDITIONS CONTRACTUELLES

1. Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite suite à une communication ou reproduction partielle ne saurait engager **ESIRIS NO.**
2. Des modifications dans l'implantation, la conception ou l'importance de la construction ainsi que dans les hypothèses prises en compte et en particulier dans les indications de la partie *"Présentation"* du présent rapport peuvent conduire à des remises en cause des prescriptions. Une nouvelle mission devra alors être confiée à **ESIRIS NO** afin de réadapter ces conclusions ou de valider par écrit le nouveau projet.
3. De même, des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des fondations et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances de sol (exemple : hétérogénéité localisée, venues d'eau, etc.) peuvent rendre caduques certaines des recommandations figurant dans le rapport.
4. Les reconnaissances de sol procèdent par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (exemple : hétérogénéité locale) qui peuvent entraîner des adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.
5. Ce rapport vient clôturer la mission G2 AVP qui nous a été confiée pour cette affaire.

   Cette étude géotechnique d'avant-projet ne peut en aucun cas être utilisée comme document de conception au stade exécution. Nous attirons l'attention du Maître d'Ouvrage sur la nécessité de réaliser les missions successives G2 PRO, G2 DCE/ACT, G3 (à la charge de l'entrepreneur) et G4 dans l'enchaînement prévu par la norme NF P 94-500.

   ESIRIS NO reste entièrement à la disposition du Maître d'Ouvrage pour la réalisation de ces missions en phase de conception puis d'exécution.

ANNEXES

ANNEXE 1 :

CONDITIONS GENERALES DE VENTE ET D'EXECUTION DES PRESTATIONS

Article 1. Principes généraux

1.1 Les présentes conditions régissent les prestations de la société **ESIRIS NO**. Les conditions générales de vente s'appliquent de plein droit, pour l'ensemble de nos agences, dans nos relations commerciales avec nos clients et partenaires. Aussi, toute commande ou demande de prestation passée par nos clients implique, à titre de conditions essentielles et déterminantes, l'acceptation sans réserve des dites conditions.

1.2 Les présentes conditions générales ne sont pas applicables dans le cas des marchés publics passés avec un organisme public. Les conditions sont alors régies par les documents contractuels propres au dossier de consultation (acte d'engagement, CCAP, CCAG…).

1.3 Toute disposition générale ou particulière figurant sur les documents commerciaux et/ou comptables du client qui serait contraire aux présentes conditions générales de vente est réputée nulle et non écrite. En cas de variations écrites apportées par nos clients aux stipulations initiales, nous ne nous considérons liés que sur nouvel accord écrit de notre part.

Article 2. Commandes

2.1 Le démarrage de l'étude interviendra uniquement après réception de la commande écrite. Un accord oral ne vaudra en aucun lancement officiel et n'engagera pas la planification des investigations de quelque nature que cela soit.

2.2 Toutes les pages de la proposition technique et financière doivent être paraphées. La dernière page doit être signée en précisant la date, le nom et la fonction du signataire, et porter la mention « bon pour accord ». Si le client souhaite joindre à la commande un formulaire qui lui est propre, l'ensemble des éléments suivants de notre document doivent alors y être mentionnés : nature des prestations, calendrier prévisionnel, conditions de facturation, conditions de paiement, adresse de facturation et de livraison (si différentes).

Article 3. Conditions, modalités et retard de paiement

3.1 Dates d'échéance :

Facturation à la commande : les honoraires de facturation à la commande sont payables à réception de facture. L'absence de réception de ce paiement constitue un motif d'arrêt immédiat des études.

Facturation intermédiaire et finale : sauf stipulations contraires, nos factures de prestations sont payables dans un délai de 60 jours suivant la date d'émission de la facture.

Facturation liée aux marchés publics : l'échéancier reste lié aux conditions du marché.

Les factures sont payables au siège social d'**ESIRIS NO** - 8 rue des Chênes Rouges – 91580 ETRECHY.

3.2. Mode de règlement : les factures seront réglées à échéance par chèque bancaire ou postal, par virement sur le compte de la société ou par traite. Dans tous les cas, les frais bancaires afférents restent à la charge du client.

3.3. Retard de règlement : à défaut de règlement suivant les conditions stipulées sur les factures, notre service administratif se verrait contraint de mettre en demeure le client par lettre recommandée. Le montant dû sera majoré des intérêts de retard. Cette majoration de plein droit est calculée sur la base du taux d'intérêt légal en vigueur majoré de 3 % (Loi 92-1442 du 31/12/1992) au prorata du nombre de jours de retard par rapport à l'échéance de la facture. De plus, les autres sommes qui pourraient être dues **ESIRIS NO** deviendront immédiatement exigibles et toutes les commandes en cours du client seront suspendues jusqu'au paiement intégral des sommes dont le client est redevable, sans préjudice de tous dommages et intérêts qui pourraient être réclamés au client. En plus de ces intérêts de retard, s'ajouteront des frais de relance à hauteur de 15% de la somme réclamée.

Article 4. Délais

4.1. Les délais d'exécution des missions ne sont donnés qu'à titre indicatif. Le dépassement de ces délais ne peut donner lieu à aucune retenue ou indemnité (sauf conditions particulières signées entre les parties).

L'engagement sur les délais prévisionnels ne peut être tenu qu'aux conditions que le client ne retarde pas l'action d'**ESIRIS NO** et que soit rapidement mis à disposition d'**ESIRIS NO** tout document nécessaire à la réalisation de sa mission.

4.2. Le calendrier prévisionnel transmis au sein de la proposition technique et financière d'**ESIRIS NO** court à partir de la réception en nos locaux de la commande écrite de la part du client (et des documents associés tel l'éventuel acompte …).

Article 5. Confidentialité

ESIRIS NO s'engage à traiter comme confidentielles toutes les informations obtenues dans le cadre de ses missions chez ses clients. Elles ne pourront faire l'objet de publication, même diffusion restreinte, sans accord préalable du client.

Article 6. Responsabilités

ESIRIS NO apportera tous ses soins et son expérience à la mission qui lui sera confiée et ne pourra être tenue responsable des erreurs relevant de l'insuffisance ou inexactitude des renseignements fournis par le donneur d'ordre ou des études non réalisées par **ESIRIS NO.**

Article 7. Clause résolutoire

Dans le cas où les études seraient arrêtées pour une cause indépendante à **ESIRIS NO**, le client doit aviser notre société 15 jours à l'avance afin qu'elle puisse prendre ses dispositions sur le personnel concerné et sur le coût des frais réels engagés. L'information par le client devra être adressée par lettre recommandée avec accusé de réception.

La facturation de l'étude se ferait, dans ce cas, au prorata de son état d'avancement.

Article 8. Attribution de juridiction

L'interprétation et l'exécution des présentes conditions générales de vente ainsi que toutes les prestations de service qui en découleront seront soumises au Tribunal compétent d'Evry.

ANNEXE 2 :

CONDITIONS GENERALES DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

1. Cadre de la mission

Par référence à la norme NF P 94-500 sur les missions d'ingénierie géotechnique (en particulier tableaux 1 et 2 ci-après joints à toute offre et à tout rapport), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions d'ingénierie géotechnique nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art.

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution. En particulier :

- Les missions d'étude géotechnique préalable (G1), d'étude géotechnique de conception (G2), d'étude et suivi géotechniques d'exécution (G3), de supervision géotechnique d'exécution (G4) sont réalisées dans l'ordre successif,
- Exceptionnellement, une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante après accord explicite, le client confiant obligatoirement le complément de la mission à un autre prestataire spécialisé en ingénierie géotechnique,
- L'exécution d'investigations géotechniques engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et sur l'exactitude des résultats qu'elle fournit,
- Toute mission d'ingénierie géotechnique n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport,
- Toute mission d'étude géotechnique préalable, d'étude géotechnique de conception phase AVP / PRO ou de diagnostic géotechnique exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques. De convention expresse, la responsabilité de notre société ne peut être engagée que dans l'hypothèse où la mission suivante d'étude géotechnique de conception phase DCE / ACT lui est confiée,
- Une mission d'étude géotechnique de conception G2 phase PRO engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie (s) d'ouvrage (s) concerné (s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission d'ingénierie géotechnique objet du rapport. En particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

2. Recommandations

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limité en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés à l'ingénierie géotechnique chargée de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution (mission G3) afin qu'elle en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution, voire la conception de l'ouvrage géotechnique.

Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

3. Rapport de la mission

Le rapport géotechnique constitue le compte rendu de la mission d'ingénierie géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission.

Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

4. 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 et 2. 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 n01me. 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.

Extrait NF P 94-500—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

Extrait NF P 94-500-Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

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 :

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 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).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (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 maintes 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 dénappes 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 assiste rie 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.

Extrait NF P 94-500-Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES 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 Étude

- 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.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE 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 son 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 du 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.

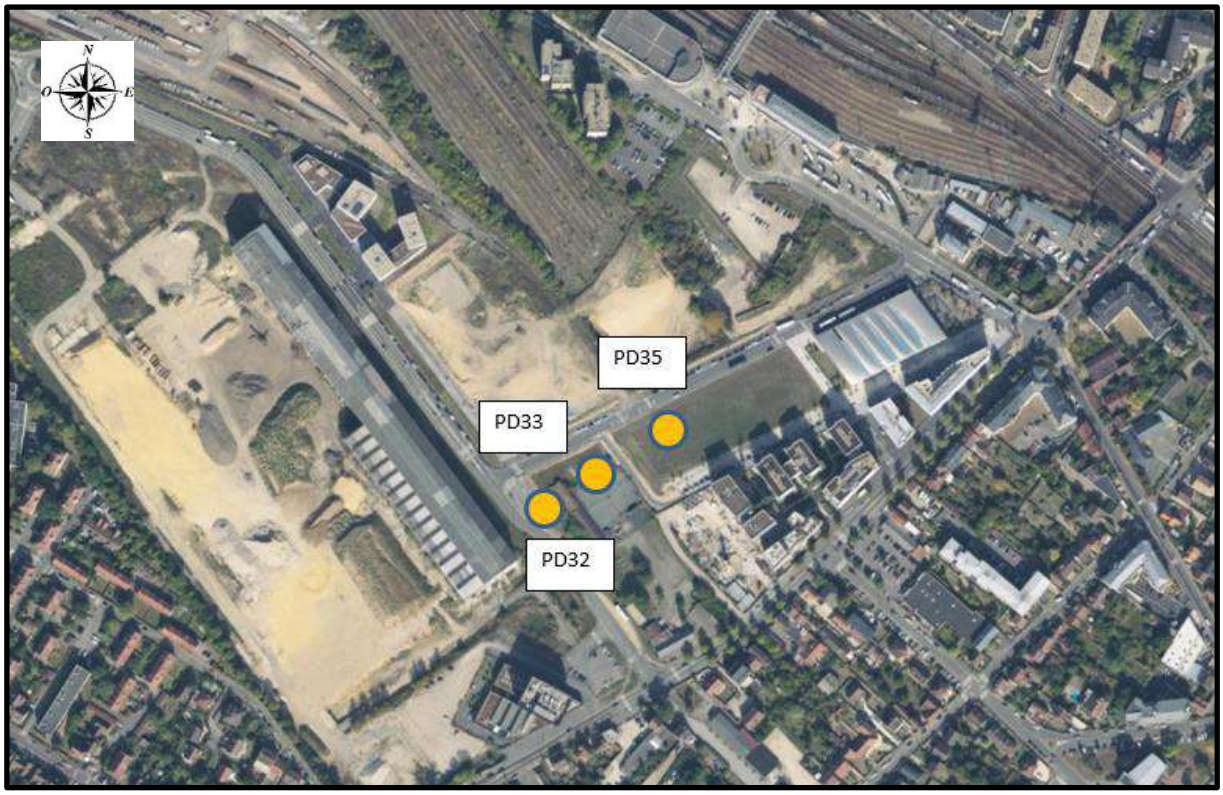
DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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 identifiés 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.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

ANNEXE 3 :

SCHEMAS D'IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS IN-SITU


N
O
E
S
PD35
PD33
PD32

N
O
E
S
SP42
ST41
SP36
ST35
ST31
SP30

ANNEXE 4 :

RESULTATS DES SONDAGES ET ESSAIS IN-SITU

ESIRIS GROUP	**PROCES VERBAL**	
	ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE DE TYPE B	

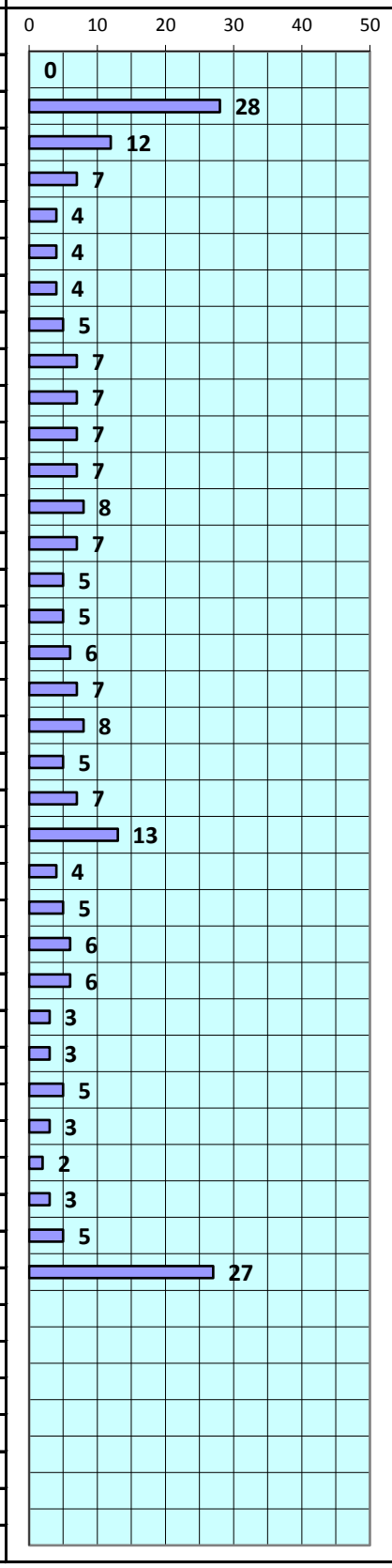
PD32

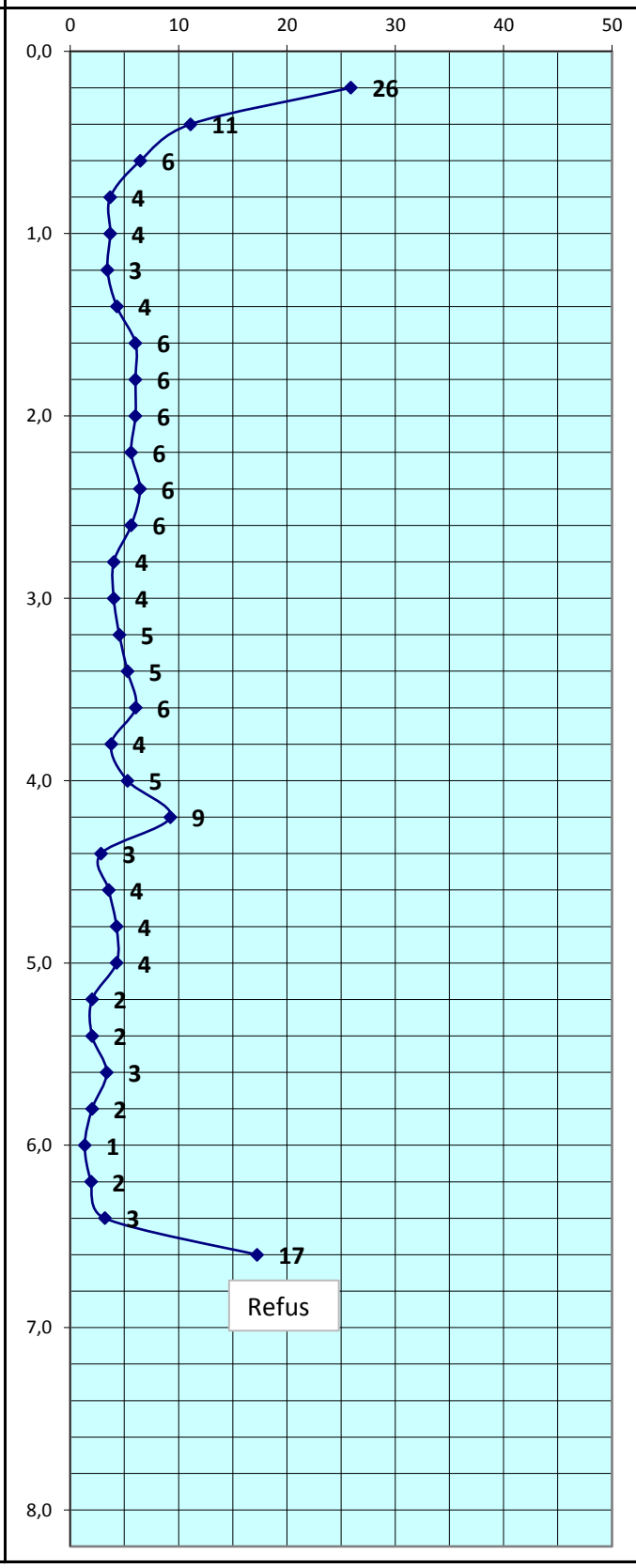
Construction de voiries

Rue Normande, Ballainvilliers (91)

Dossier n° :	PA19 1201-14-2	**Date :**	07/09/2020
Client :	**EPAMSA**	**Niveau d'eau :**	-

Profondeur (m)	Masse du Mouton (kg)	Nombre de Coups	Résistance dynamique de pointe (Mpa)
0,1	63,5	0	26
0,2	63,5	28	11
0,4	63,5	12	6
0,6	63,5	7	4
0,8	63,5	4	4
1,0	63,5	4	3
1,2	63,5	4	4
1,4	63,5	5	6
1,6	63,5	7	6
1,8	63,5	7	6
2,0	63,5	7	6
2,2	63,5	7	6
2,4	63,5	8	6
2,6	63,5	7	4
2,8	63,5	5	4
3,0	63,5	5	5
3,2	63,5	6	5
3,4	63,5	7	6
3,6	63,5	8	4
3,8	63,5	5	5
4,0	63,5	7	9
4,2	63,5	13	3
4,4	63,5	4	4
4,6	63,5	5	4
4,8	63,5	6	4
5,0	63,5	6	2
5,2	63,5	3	2
5,4	63,5	3	3
5,6	63,5	5	2
5,8	63,5	3	1
6,0	63,5	2	2
6,2	63,5	3	3
6,4	63,5	5	17
6,6	63,5	27	
6,8	63,5		
7,0	63,5		
7,2	63,5		
7,4	63,5		
7,6	63,5		
7,8	63,5		
8,0	63,5		





ESIRIS GROUP	**PROCES VERBAL**	
	ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE DE TYPE B	

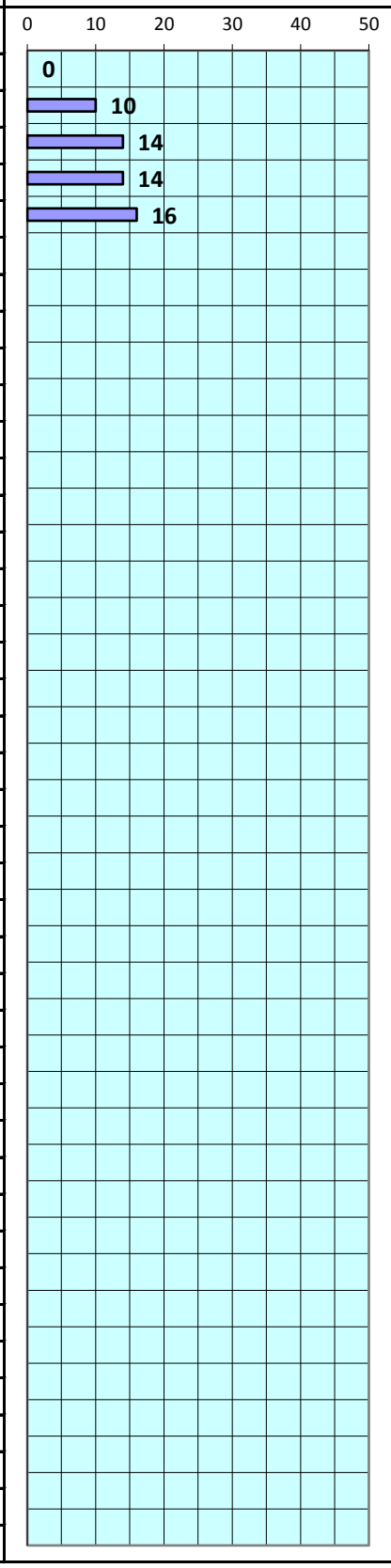
PD33

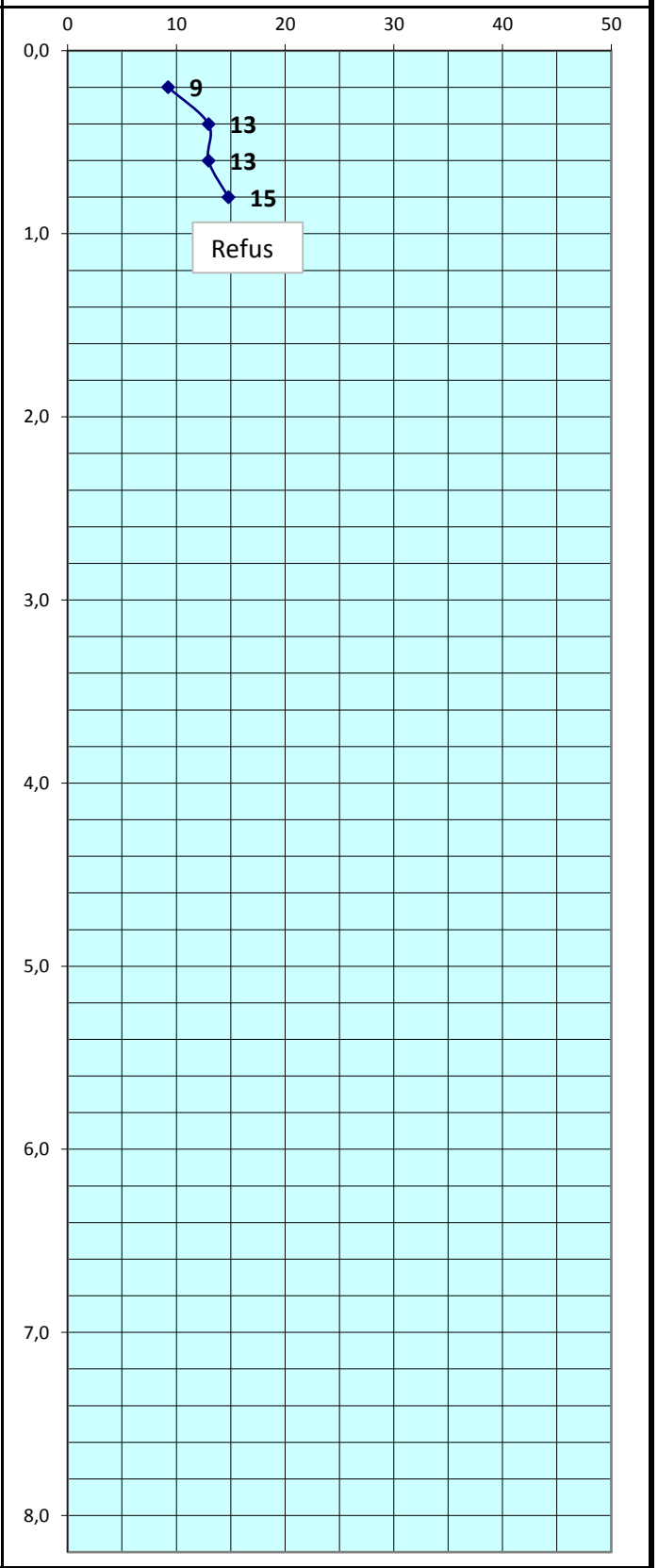
Construction de voiries

Rue Normande, Ballainvilliers (91)

Dossier n° :	PA19 1201-14-2	**Date :**	07/09/2020
Client :	**EPAMSA**	**Niveau d'eau :**	-

Profondeur (m)	Masse du Mouton (kg)
0,1	63,5
0,2	63,5
0,4	63,5
0,6	63,5
0,8	63,5
1,0	63,5
1,2	63,5
1,4	63,5
1,6	63,5
1,8	63,5
2,0	63,5
2,2	63,5
2,4	63,5
2,6	63,5
2,8	63,5
3,0	63,5
3,2	63,5
3,4	63,5
3,6	63,5
3,8	63,5
4,0	63,5
4,2	63,5
4,4	63,5
4,6	63,5
4,8	63,5
5,0	63,5
5,2	63,5
5,4	63,5
5,6	63,5
5,8	63,5
6,0	63,5
6,2	63,5
6,4	63,5
6,6	63,5
6,8	63,5
7,0	63,5
7,2	63,5
7,4	63,5
7,6	63,5
7,8	63,5
8,0	63,5





ESIRIS GROUP	**PROCES VERBAL**	
	ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE DE TYPE B	

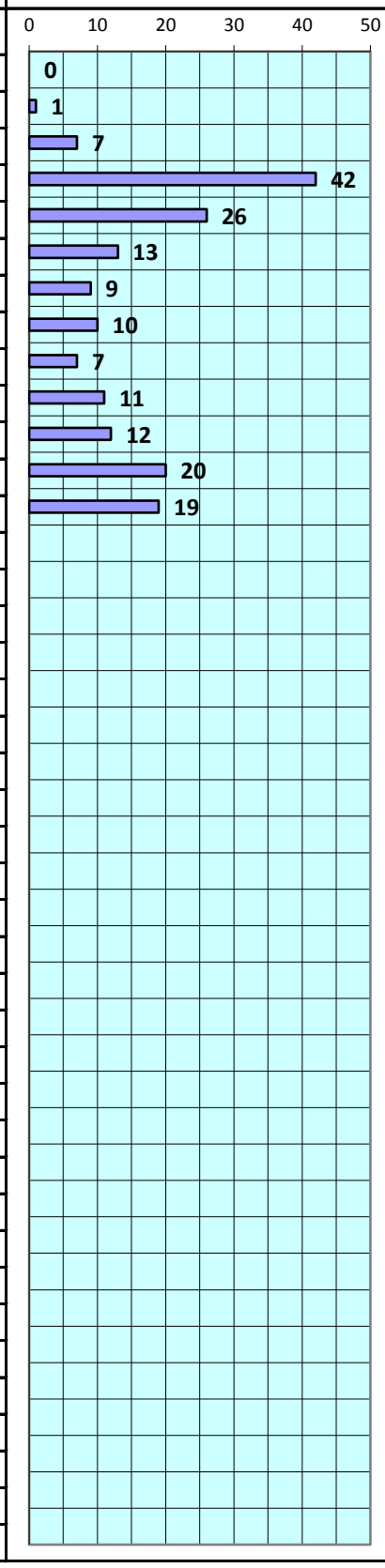
PD35

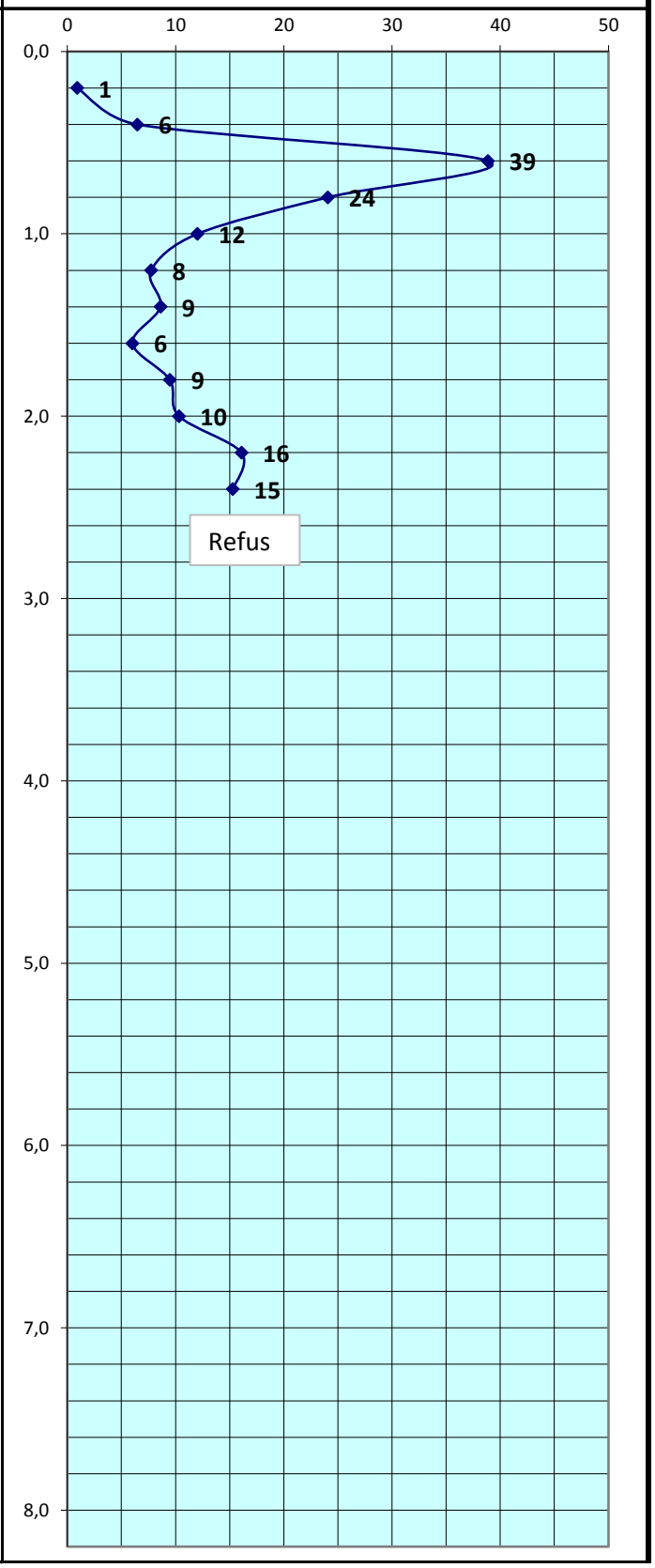
Construction de voiries

Rue Normande, Ballainvilliers (91)

Dossier n° :	PA19 1201-14-2	**Date :**	07/09/2020
Client :	**EPAMSA**	**Niveau d'eau :**	-

Profondeur (m)	Masse du Mouton (kg)	Nombre de Coups	Résistance dynamique de pointe (Mpa)
0,1	63,5	0	1
0,2	63,5	1	6
0,4	63,5	7	39
0,6	63,5	42	24
0,8	63,5	26	12
1,0	63,5	13	8
1,2	63,5	9	9
1,4	63,5	10	6
1,6	63,5	7	9
1,8	63,5	11	10
2,0	63,5	12	16
2,2	63,5	20	15
2,4	63,5	19	Refus
2,6	63,5		
2,8	63,5		
3,0	63,5		
3,2	63,5		
3,4	63,5		
3,6	63,5		
3,8	63,5		
4,0	63,5		
4,2	63,5		
4,4	63,5		
4,6	63,5		
4,8	63,5		
5,0	63,5		
5,2	63,5		
5,4	63,5		
5,6	63,5		
5,8	63,5		
6,0	63,5		
6,2	63,5		
6,4	63,5		
6,6	63,5		
6,8	63,5		
7,0	63,5		
7,2	63,5		
7,4	63,5		
7,6	63,5		
7,8	63,5		
8,0	63,5		

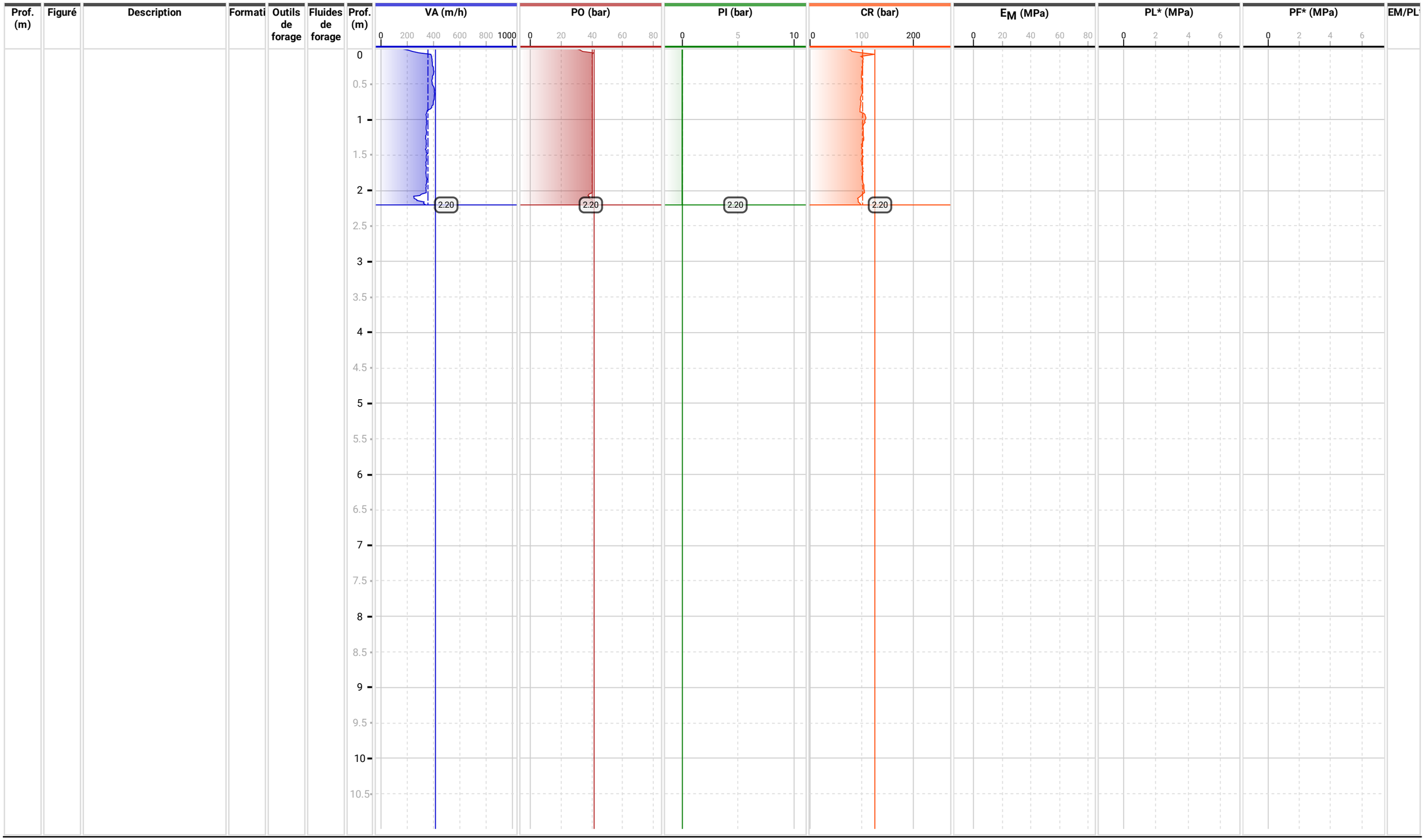




Forage
SP 30 ET TI
Dossier
PA16 1201-14-2
Chantier
Mantes la Ville
Client
EPAMSA

Paramètres de forage

Date de début	Cote début
28/09/2020 13:21:19	0 m
Date de fin	Cote fin
28/09/2020 13:21:46	2.2 m
Opérateur	Machine
Bobi	GEO 305

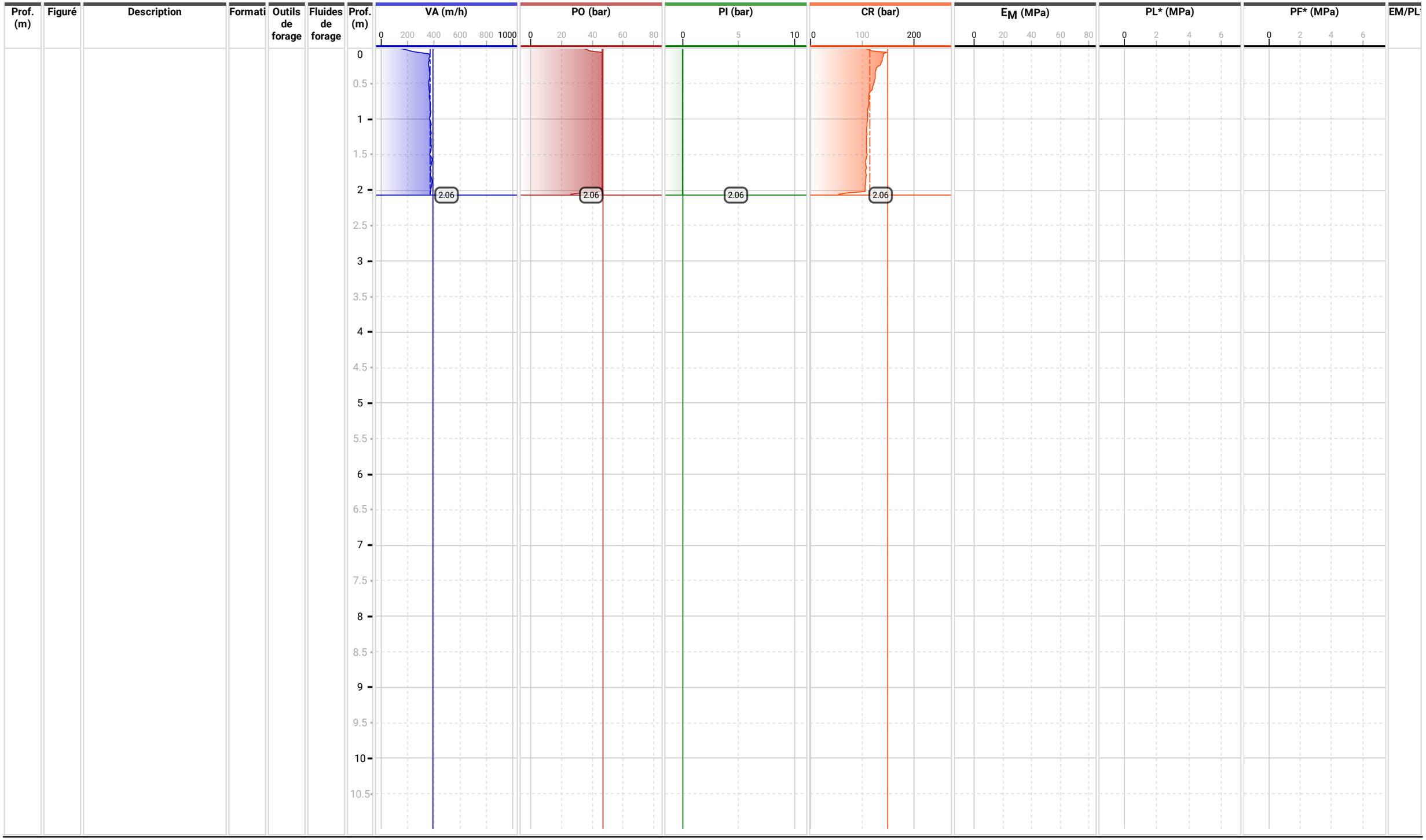


ESIRIS GROUP

Forage
SP 30 ET VI
Dossier
PA16 1201-14-2
Chantier
Mantes la Ville
Client
EPAMSA

Paramètres de forage

Date de début	Cote début
28/09/2020 13:06:10	0 m
Date de fin	Cote fin
28/09/2020 13:06:36	2.06 m
Opérateur	Machine
Bobi	GEO 305



Forage
SP 30
Dossier
PA16 1201-14-2
Chantier
Mantes la Ville
Client
EPAMSA

Paramètres de forage

Date de début	Cote début
28/09/2020 13:08:33	0 m
Date de fin	Cote fin
28/09/2020 15:16:32	10.01 m
Opérateur	Machine
Bobi	GEO 305

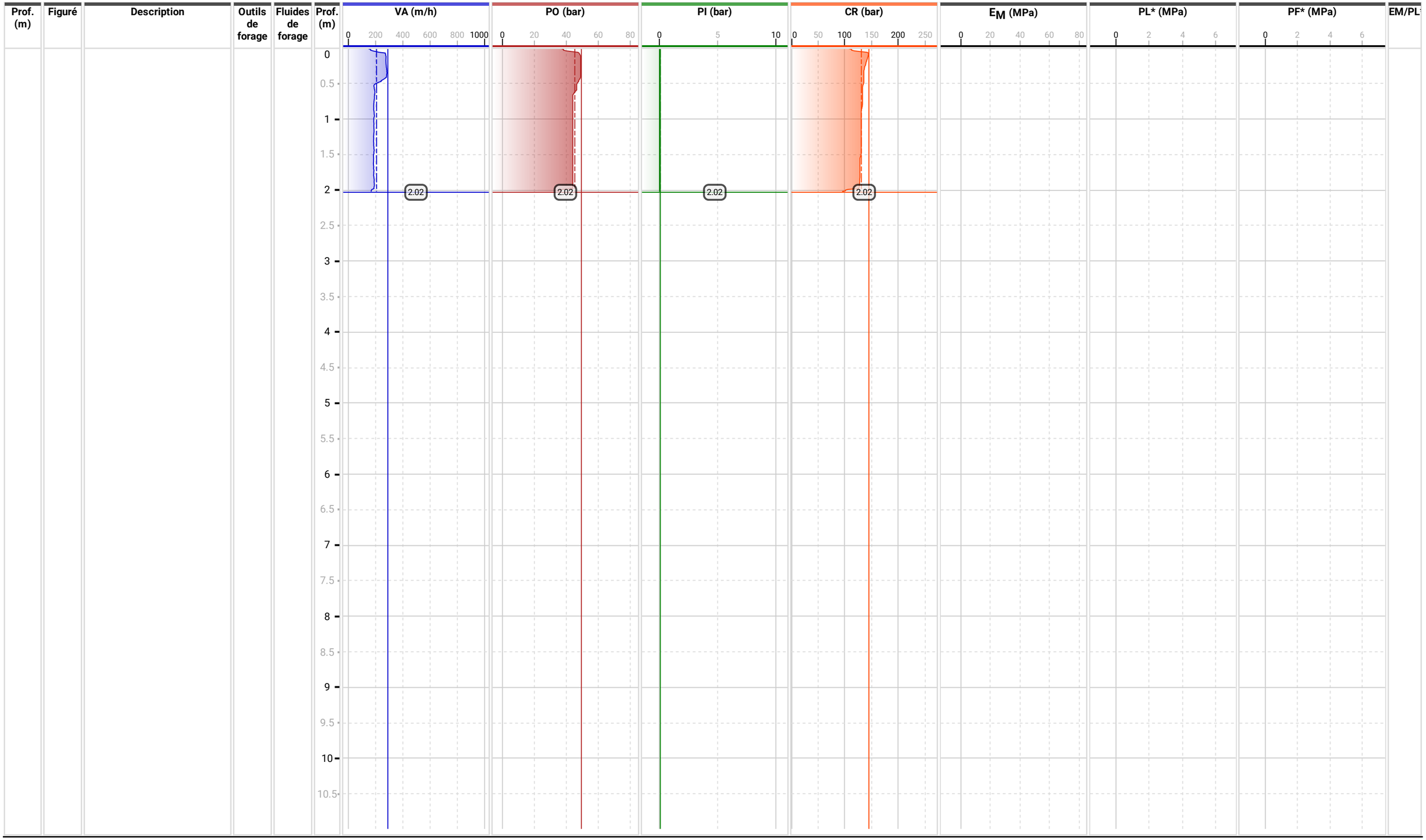
Prof. (m)	Description	Formation	Outils de forage	Fluides de forage
1	Remblais sablo-limoneux marron-jaunâtre	Remblais	Tricône ø66 mm	Eau
7.2	Sable argileux beige-jaunâtre	Alluvions anciennes		
10.01	Marne et craie beige-blanc	Craie blanche à silex		

VA (m/h) : 0 200 400 600 800 1000
PO (bar) : 0 20 40 60 80
PI (bar) : 0 5 10
CR (bar) : 0 100 200
E_M (MPa) : 0 20 40 60 80 — 10.7 ; 18 ; 9.5 ; 17.9 ; 5.6 ; 9.2
PL* (MPa) : 0 2 4 6 — 1.29 ; 1.32 ; > 1.35 ; > 1.65 ; > 0.65 ; > 0.95
PF* (MPa) : 0 2 4 6 — 0.85 ; 0.77 ; 1.16 ; > 1.65 ; > 0.65 ; > 0.95
EM/PL : 8.3 ; 13.7 ; <7.1 ; <10.8 ; <8.7 ; <9.7

Forage
SP 36 ET VI
Dossier
PA16 1201-14-2
Chantier
Mantes la Ville
Client
EPAMSA

Paramètres de forage

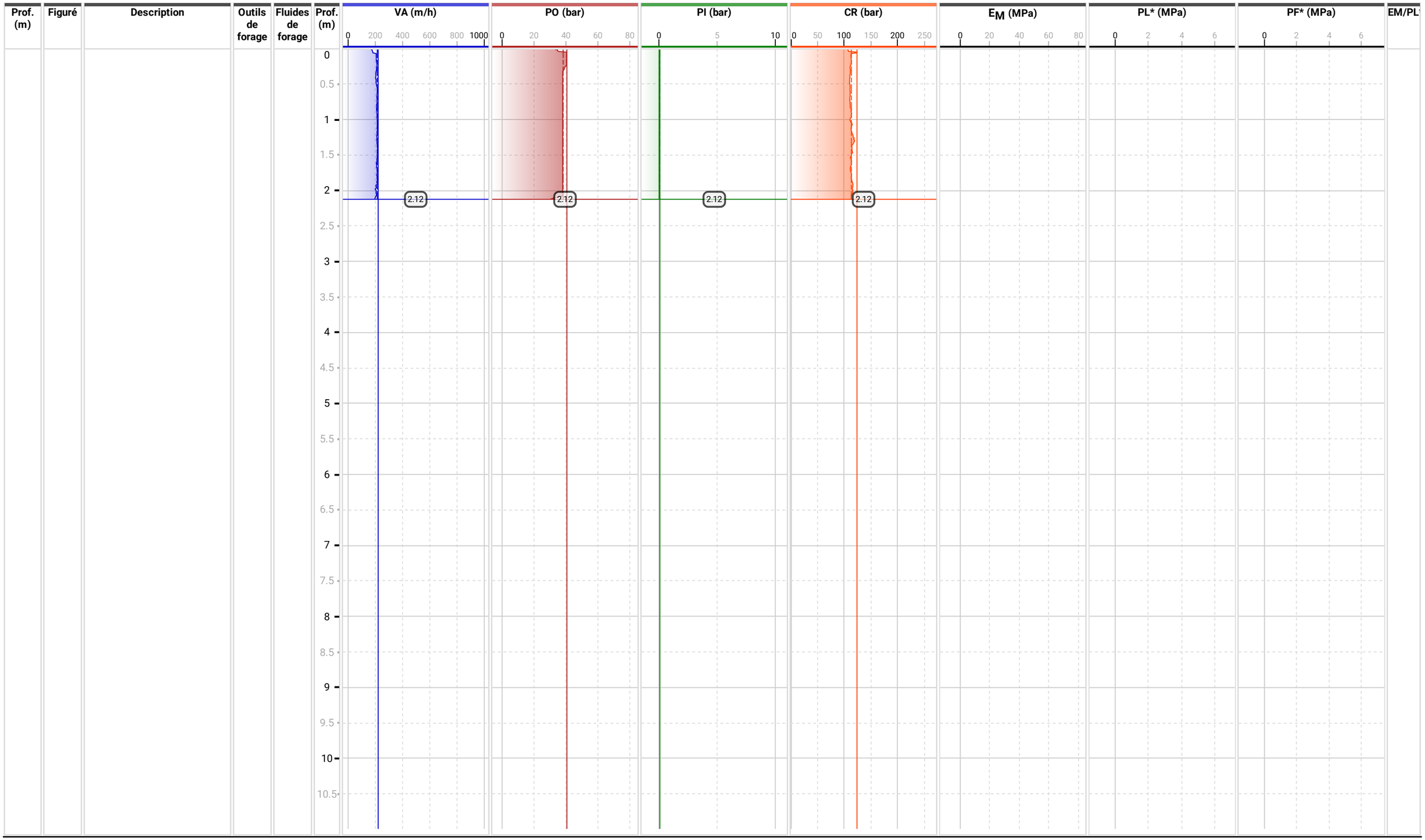
Date de début	Cote début
24/09/2020 10:04:53	0 m
Date de fin	Cote fin
24/09/2020 10:05:35	2.02 m
Opérateur	Machine
Bobi	GEO 305



Forage
SP 36 ET TI
Dossier
PA16 1201-14-2
Chantier
Mantes la Ville
Client
EPAMSA

Paramètres de forage

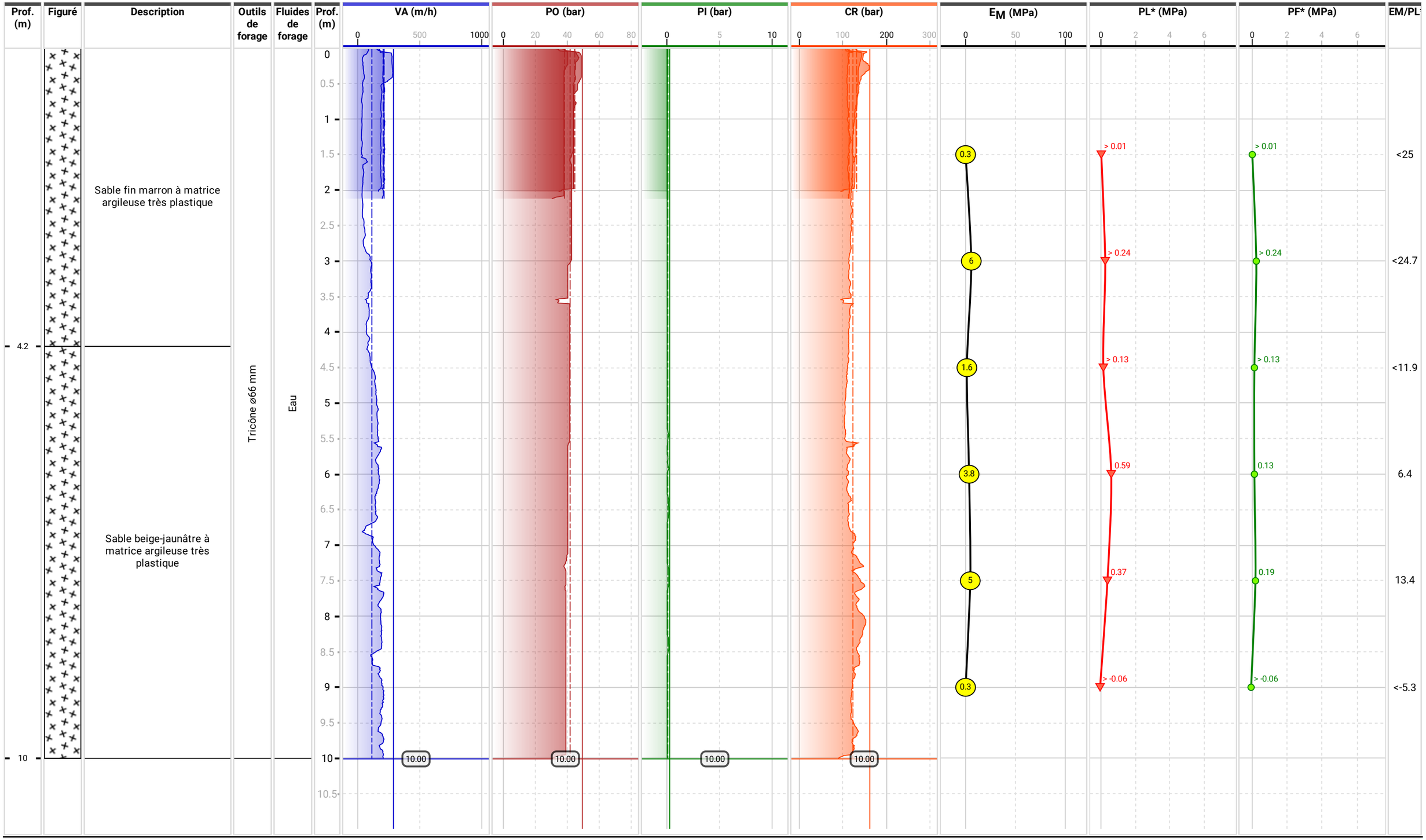
Date de début	Cote début
24/09/2020 10:24:09	0 m
Date de fin	Cote fin
24/09/2020 10:24:50	2.12 m
Opérateur	Machine
Bobi	GEO 305



Forage
SP 36 ET VI, SP 36, SP 36 ET TI
Dossier
PA16 1201-14-2
Chantier
Mantes la Ville
Client
EPAMSA

Paramètres de forage

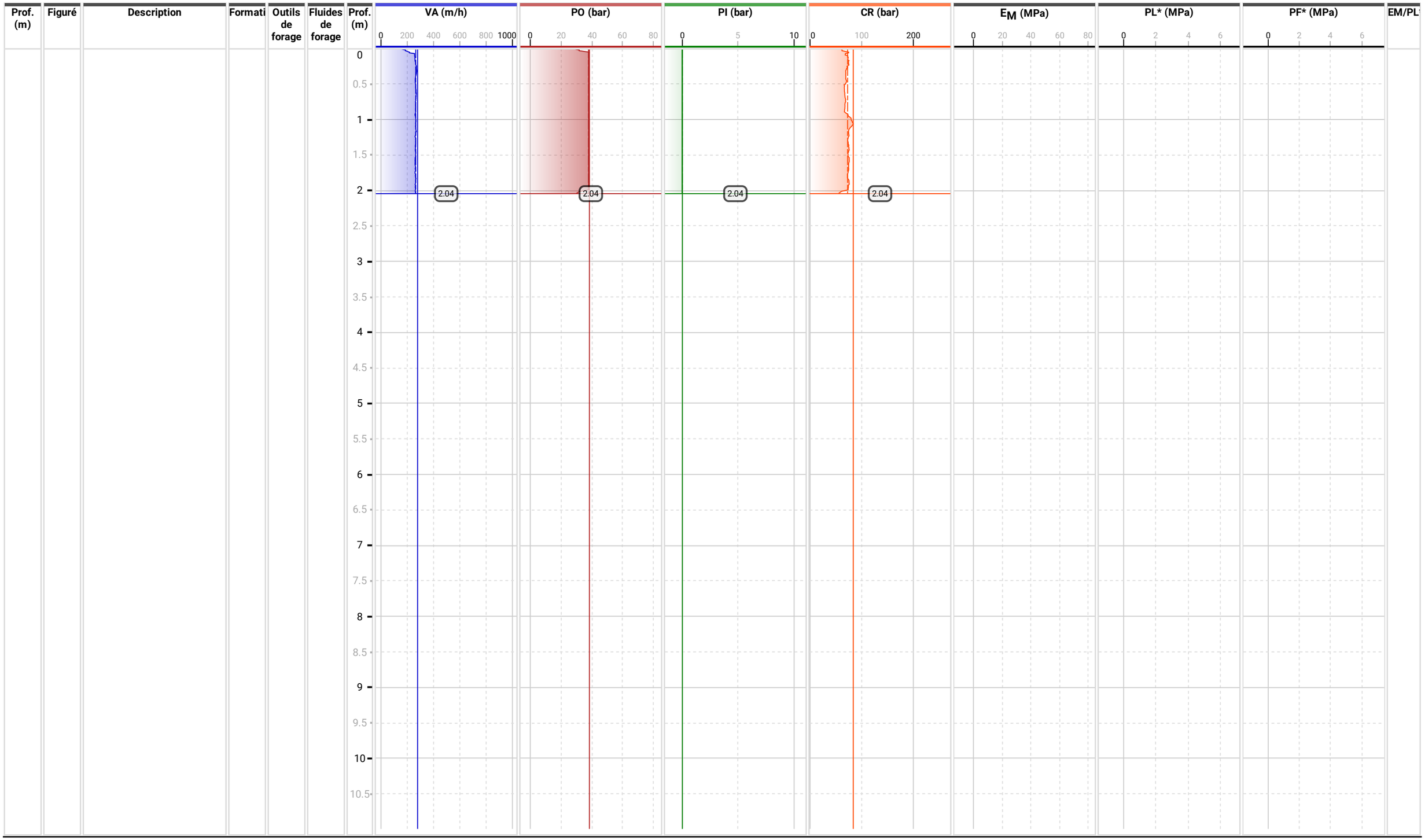
Date de début	Cote début
24/09/2020 10:04:53	0 m
Date de fin	Cote fin
24/09/2020 12:31:05	2.02 m, 10 m, 2.12 m
Opérateur	Machine
Bobi	GEO 305



Forage
SP 42 ET TI
Dossier
PA16 1201-14-2
Chantier
Mantes la Ville
Client
EPAMSA

Paramètres de forage

Date de début	Cote début
25/09/2020 10:08:12	0 m
Date de fin	Cote fin
25/09/2020 10:08:45	2.04 m
Opérateur	Machine
Bobi	GEO 305

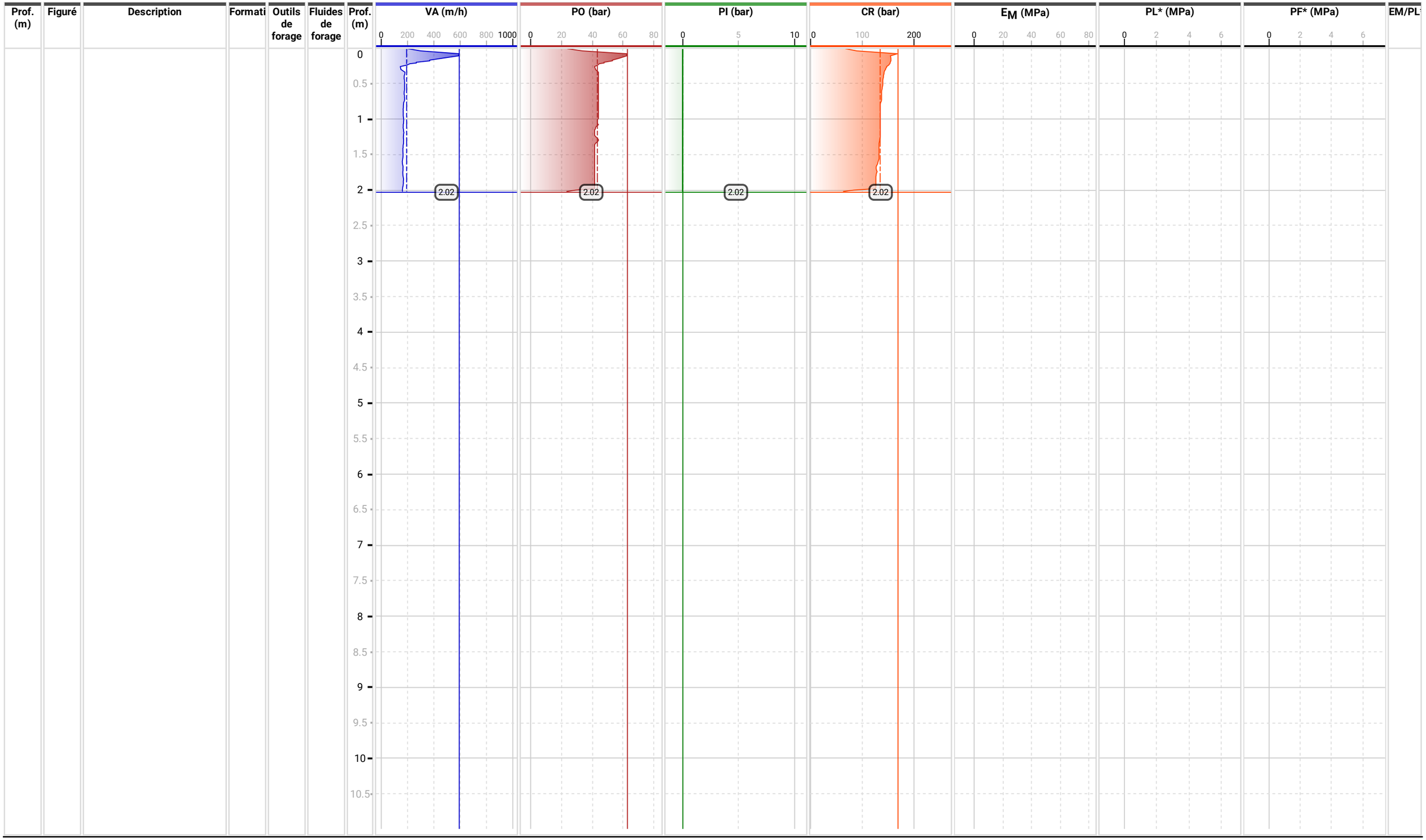


ESIRIS GROUP

Forage
SP 42 ET VI
Dossier
PA16 1201-14-2
Chantier
Mantes la Ville
Client
EPAMSA

Paramètres de forage

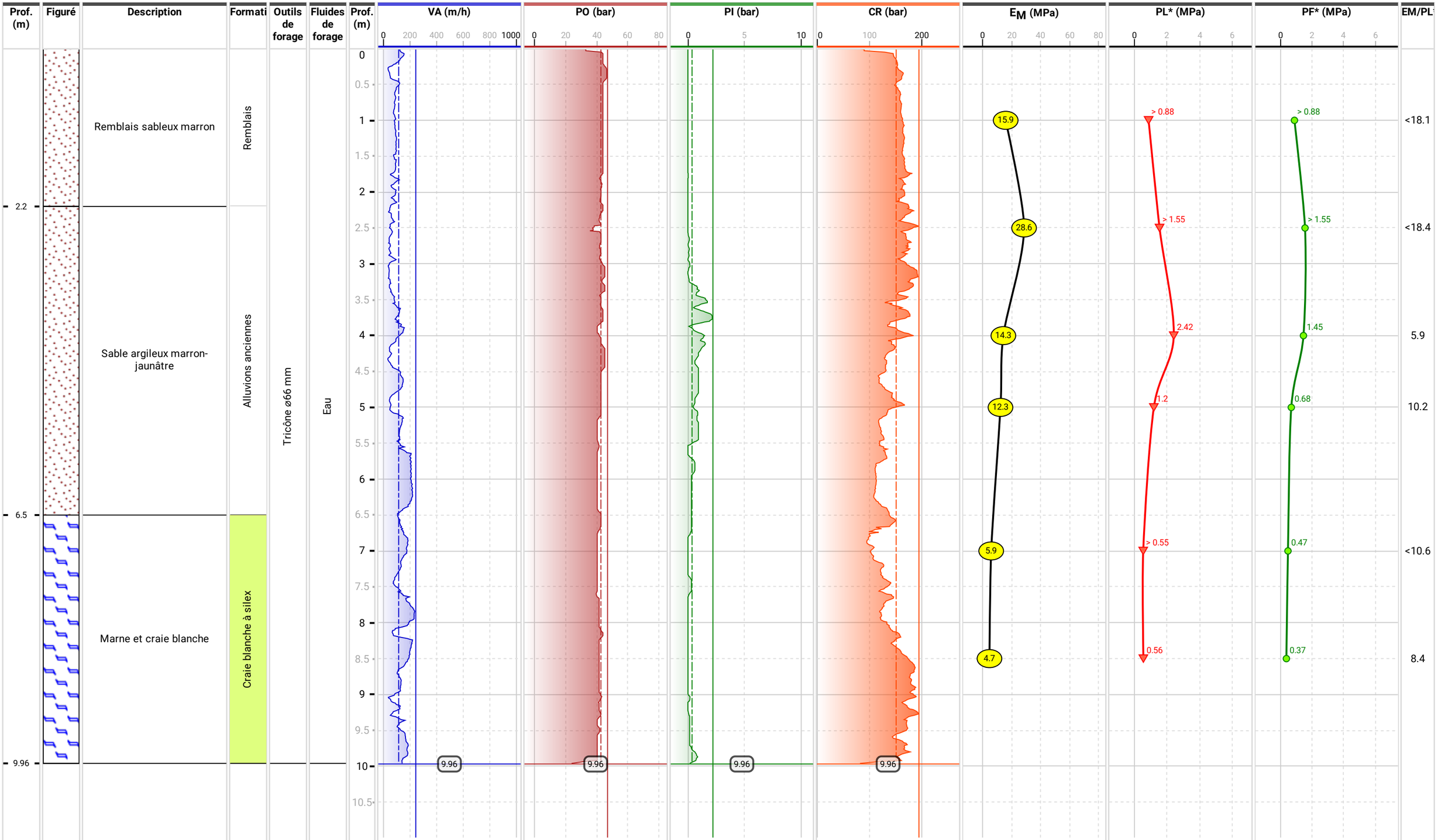
Date de début	Cote début
25/09/2020 09:52:27	0 m
Date de fin	Cote fin
25/09/2020 09:53:14	2.02 m
Opérateur	Machine
Bobi	GEO 305



Forage
SP 42
Dossier
PA16 1201-14-2
Chantier
Mantes la Ville
Client
EPAMSA

Paramètres de forage

Date de début	Cote début
25/09/2020 09:55:09	0 m
Date de fin	Cote fin
25/09/2020 12:04:04	9.96 m
Opérateur	Machine
Bobi	GEO 305



Forage
ST31
Dossier
PA16 1201-14-2
Chantier
Mantes la Ville
Client
EPAMSA

Paramètres de forage

Date de début	Cote début
24/09/2020 14:20:41	0 m
Date de fin	Cote fin
24/09/2020 17:20:41	5 m
Opérateur	Machine
Bobi	GEO 305

Prof. (m)	Figuré	Description	Formation	Outils de forage
0.5		Remblais, terre végétale marron à graviers silex, avec morceaux de bois, racines et herbes	Remblais	Tarière ø89 mm
1		Remblais, limon noir-marron à graviers silex, avec terre vegetale, racines, morceaux de bois, d'enrobé et de brique		
2.5		Remblais, limon sableux marron-noirâtre à graviers silex, avec terre végétale, morceaux de bois, de brique et d'enrobé		
4		Sable moyen limoneux marron à graviers silex, avec morceaux de bois	Alluvions anciennes	
5		Sable moyen limoneux marron à graviers silex, avec morceaux de bois, gorgé d'eau		

Forage
ST35
Dossier
PA16 1201-14-2
Chantier
Mantes la Ville
Client
EPAMSA

Paramètres de forage

Date de début	Cote début
24/09/2020 11:31:12	0 m
Date de fin	Cote fin
24/09/2020 14:05:12	5 m
Opérateur	Machine
Bobi	GEO 305

Prof. (m)	Figuré	Description	Formation	Outils de forage
1		Remblais, sable fin limoneux beige-marron-jaunâtre à graviers silex, avec terre végétale, racines, morceaux de brique et déchets	Remblais	Tarière ø89 mm
1.5		Sable fin beige-marron à silex	Alluvions anciennes	
3		Sable fin argileux rouille à graviers silex		
3.5		Sable fin légèrement argileux marron-rouille graveleux		
5		Argile sableuse rouille -marron à graviers silex		

Forage
ST41
Dossier
PA16 1201-14-2
Chantier
Mantes la Ville
Client
EPAMSA

Paramètres de forage

Date de début	Cote début
24/09/2020 09:26:39	0 m
Date de fin	Cote fin
24/09/2020 11:26:39	5 m
Opérateur	Machine
Bobi	GEO 305

Prof. (m)	Figuré	Description	Formation	Outils de forage
1.5		Remblais, limon sableux noirâtre-marron à graviers silex, avec terre végétale, racinés, morceaux de bois, d'enrobé et de brique	Remblais	Tarière ø89 mm
2.5		Remblais, able moyen argileux noiratre-jaunatre à graviers silex, avec morceaux de brique et d'enrobé		
3		Argile sableuse jaunâtre-marron à graviers silex	Alluvions anciennes	
3.5		Argile marno-sableuse noirâtre-marron à graviers silex		
4		Argile marno-sableuse beige-jaunâtre à graviers silex		
4.5		Argile marno-sableuse beige-jaunâtre à graviers silex, avec morceaux d'enrobé et racines		
5		Argile marno-sableuse jaunâtre-beige à graviers silex		

ANNEXE 5 :

PROCES-VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

CLASSIFICATION DES SOLS SELON LE G.T.R 92
- FICHE D'IDENTIFICATION -

Dossier n° : **PA19 1201-14**

Affaire : **MANTES LA VILLE**

Client : **EPAMSA**

Date des essais : **06/10/2020**

Opérateur : **S.Bo**

Site: **ZAC Mantes-Université**

Mode de prélt : **Tarière**

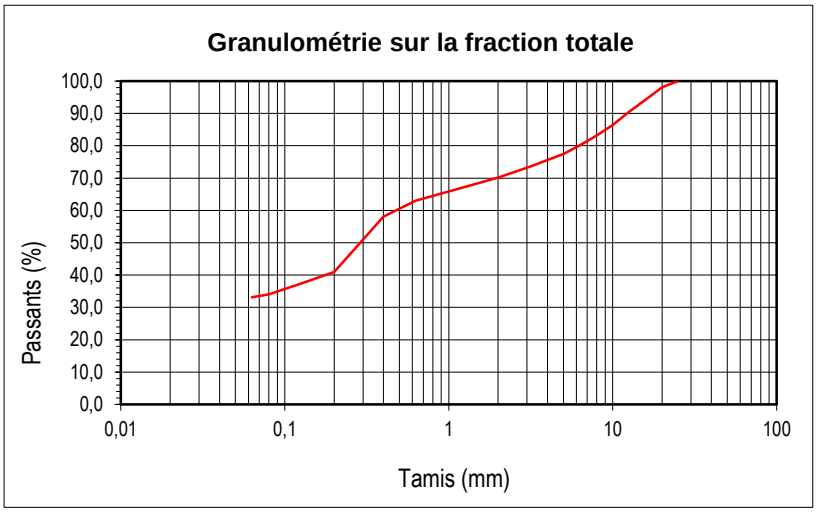
Date prélt : **24/09/2020**

Matériau à l'essai	
Sondage :	**ST31**
Profondeur :	**0,5 - 3,0 m**
Nature :	**Marne sablo-graveleuse marron-noirâtre**

Granularité

Normes NF P 94-056 / NF EN 17892-4

Tamis (en mm)	Passants (en %)	Sur fraction 0/50 (en %)
50	**100,0**	
20	98,1	98,1
5	77,5	77,5
2	**70,2**	**70,2**
0,08	**34,0**	**34,0**



Argilosité	Norme	Valeur
Valeur de bleu VBs	NF P94-068	**1,3**

Comportement mécanique	Norme	Valeur

Etat hydrique	Norme	Valeur
Teneur en eau Wn (en %)	NF P94-050	**14,5**

Etat hydrique (suite)	Norme	Valeur
Indice portant immédiat IPI	NF P94-078	**0,5**

CLASSE du SOL

B5th	à Titre indicatif : Sables et graves très silteux,...

8 rue des chênes rouges - 91580 ETRECHY
Tel : 01 69 58 29 58 - Fax : 01 69 58 29 37

ESIRIS GROUP	**PROCES VERBAL D'ESSAI** **Détermination de la teneur en eau pondérale des matériaux** ***Méthode par étuvage***	***Norme*** ***NF ISO 17892-1***

Dossier N°:	**PA19 1201-14**	Echantillon n° :	**-**
Affaire :	**ZAC Mantes-Université MANTES LA VILLE**	Sondage n° :	**ST31**
		Profondeur (m) :	**0,5 - 3,0 m**
Client :	**EPAMSA**	Date de prélèvement :	**24/09/2020**
		Date d'essai :	**06/10/2020**

Nature du matériau : **Marne sablo-graveleuse marron-noirâtre**

Température d'étuvage : **50** °C

Teneur en eau naturelle W_n : 14,5 %

Observations :

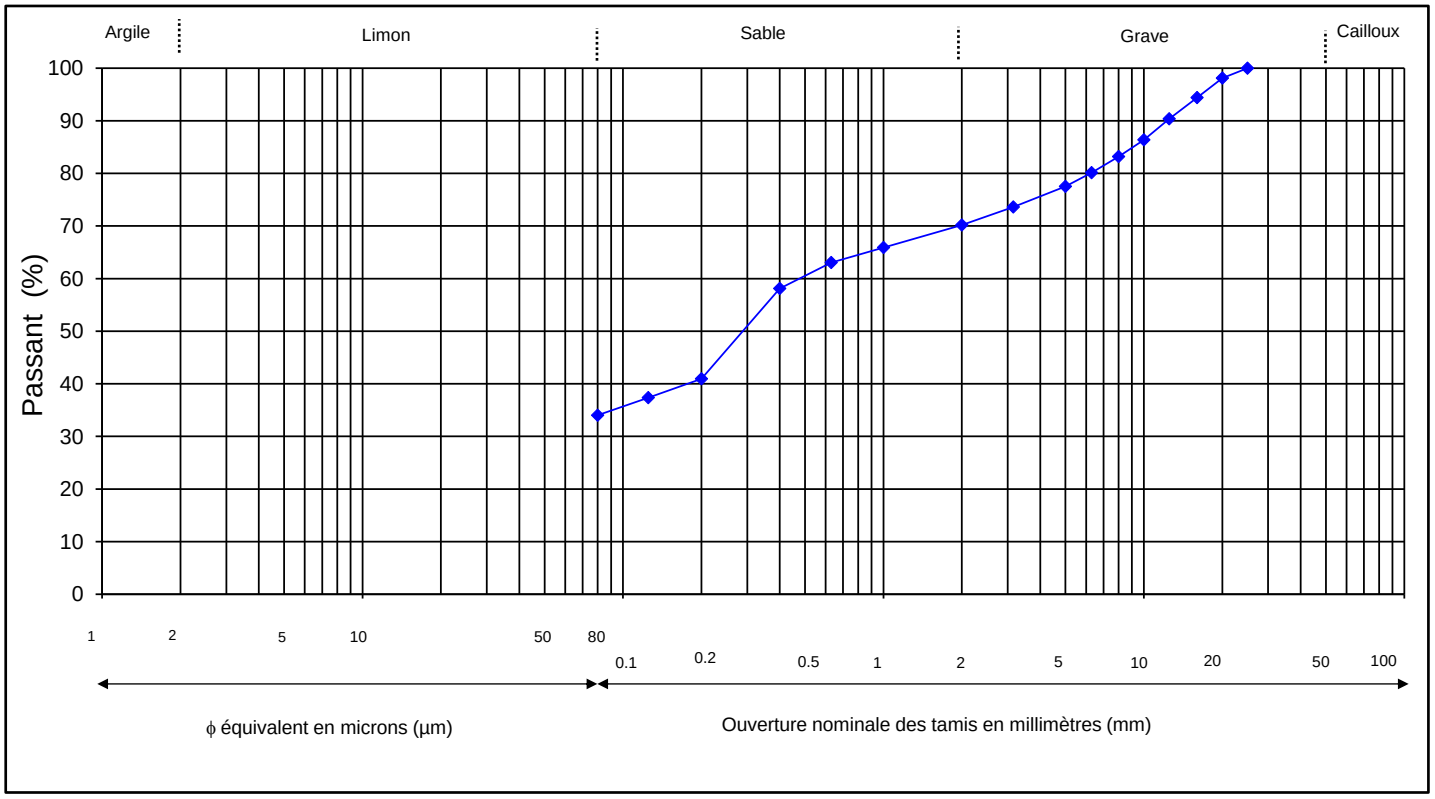
	Fait à Etréchy, le	6 octobre 2020
	Le Responsable de l'Essai : ***S.Boulet***	

8 rue des chênes rouges - 91580 ETRECHY
Tel : 01 69 58 29 58 -Fax : 01 69 58 29 37

ESIRIS GROUP	**PROCES VERBAL D'ESSAI** **ANALYSE GRANULOMETRIQUE** ***Méthode par tamisage à sec***	**Norme** **NF P 94-056**

N° dossier :	**PA19 1201-14**	Echantillon n° :	**-**
Affaire :	**ZAC Mantes-Université MANTES LA VILLE**	Sondage n° :	**ST31**
		Profondeur (m) :	**0,5 - 3,0 m**
Client :	**EPAMSA**	Date de prélèvement :	**24/09/2020**
		Date d'essai :	**06/10/2020**

Nature des matériaux :	Marne sablo-graveleuse marron-noirâtre



Ø tamis (mm) :	120	100	80	63	**50**	40	31,5	25	20	16	12,5	10
Passant (%) :								100,0	98,1	94,4	90,4	86,4

Ø tamis (mm) :	8	6,3	5	3,15	**2**	1	0,63	0,4	0,20	0,125	**0,080**	0,063
Passant (%) :	83,2	80,1	77,5	73,6	**70,2**	65,9	63,0	58,1	41,0	37,3	**34,0**	33,1

d_{90}	12,28	mm
d_{60}	0,49	mm
d_{50}	0,31	mm
d_{30}	-	mm
d_{15}	-	mm
d_{10}	-	mm

D max :	**25,00**	**mm**	**Facteur de courbure**	C_c =	**-**
Teneur en eau :	**14,48**	**%**	**Facteur d'uniformité**	C_U =	**-**

	Fait à Etréchy, le 6 octobre 2020
	Le Responsable de l'Essai : ***S.Boulet***

8 rue des chênes rouges - 91580 ETRECHY
Tel : 01 69 58 29 58 - Fax : 01 69 58 29 37

ESIRIS GROUP	**PROCES VERBAL D'ESSAI** **Mesure de la capacité d'adsorption de bleu de méthylène d'un sol ou d'un matériau rocheux**	***Norme*** ***NF P 94-068***

Dossier N°:	**PA19 1201-14**	Echantillon n° :	**-**
Affaire :	**ZAC Mantes-Université MANTES LA VILLE**	Sondage n° :	**ST31**
		Profondeur (m) :	**0,5 - 3,0 m**
Client :	**EPAMSA**	Date de prélèvement :	**24/09/2020**
		Date d'essai :	**06/10/2020**

Nature du matériau : **Marne sablo-graveleuse marron-noirâtre**

Température d'étuvage : **50** °C

Tamis (en mm)	Passants (en %)
Fraction 0/50 (en %)	**100,0**
Sur fraction 0/50	
Fraction 0/5 (en %)	**77,5**

VBS = **1,3** **g de bleu pour 100g de materiau sec**

Observations :

	Fait à Etréchy, le	6 octobre 2020
	Le Responsable de l'Essai : ***S.Boulet***	

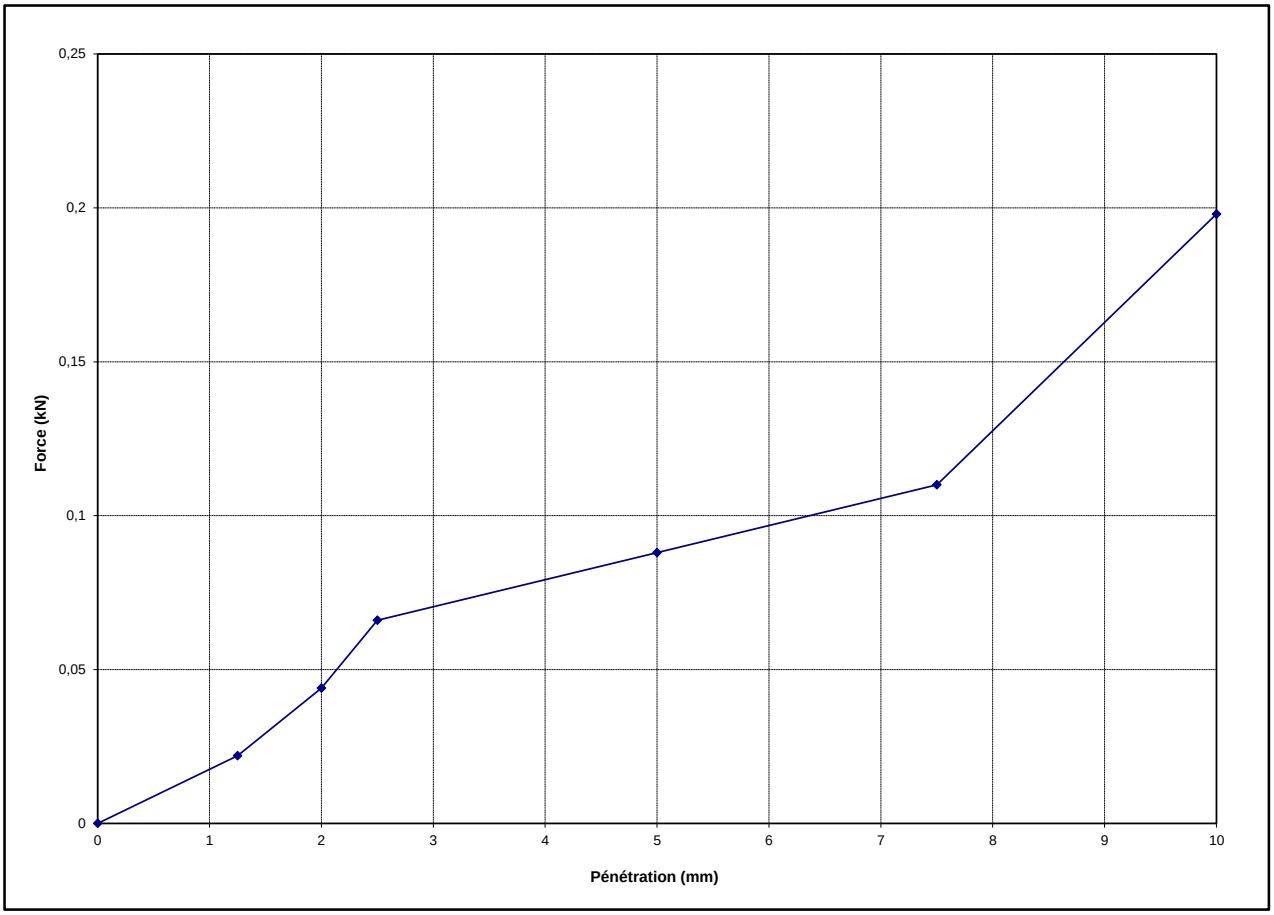
8 rue des chênes rouges - 91580 ETRECHY
Tel : 01 69 58 29 58 -Fax : 01 69 58 29 37

ESIRIS GROUP	**PROCES VERBAL D'ESSAI** **INDICE PORTANT IMMEDIAT**	***Norme*** ***NF P 94-078***

Dossier N°:	**PA19 1201-14**	Echantillon n° :	**-**
Affaire :	**ZAC Mantes-Université MANTES LA VILLE**	Sondage n° :	**ST31**
		Profondeur (m) :	**0,5 - 3,0 m**
Client :	**EPAMSA**	Date de prélèvement :	**24/09/2020**
		Date d'essai :	**06/10/2020**

Nature du matériau :	**Marne sablo-graveleuse marron-noirâtre**

D_{max} du matériau :	**25**	mm	Type de moule utilisé : **CBR**
Refus à 20 mm :	**1,9**	%	
Masse volumique des particules solides ρ_S :	**2,70**	g/cm^3	



RESULTATS DE L'ESSAI				
Teneur en eau de confection de l'éprouvette *NF P 94-050*	**W**	:	**14,5**	%
Masse volumique sèche de l'éprouvette	**ρ_d**	:	**1,79**	g/cm^3
Indice Portant Immédiat	**IPI**	:	**0,5**	

Teneur en eau naturelle W_n :	**14,5**	%
NF P 94-050		

Observations :

	Fait à Etréchy, le	6 octobre 2020
	Le Responsable de l'Essai : ***S.Boulet***	

8 rue des chênes rouges - 91580 ETRECHY
Tel : 01 69 58 29 58 - Fax : 01 69 58 29 37

CLASSIFICATION DES SOLS SELON LE G.T.R 92
- FICHE D'IDENTIFICATION -

Dossier n° : **PA19 1201-14**

Affaire : **MANTES LA VILLE**

Client : **EPAMSA**

Date des essais : **06/10/2020**

Opérateur : **S.Bo**

Site: **ZAC Mantes-Université**

Mode de prélt : **Tarière**

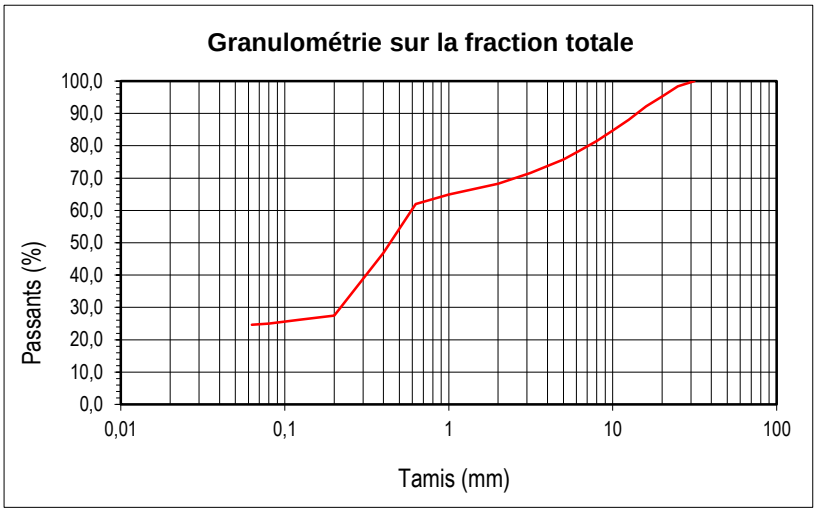
Date prélt : **24/09/2020**

Matériau à l'essai	
Sondage :	**ST35**
Profondeur :	**1,5 - 3,5 m**
Nature :	**Sable limono-graveleux marron à marron-orangé**

Granularité

Normes NF P 94-056 / NF EN 17892-4

Tamis (en mm)	Passants (en %)	Sur fraction 0/50
		(en %)
50	**100,0**	
20	95,2	95,2
5	75,8	75,8
2	**68,2**	**68,2**
0,08	**25,0**	**25,0**



Argilosité	Norme	Valeur
Valeur de bleu VBs	NF P94-068	**1,1**

Comportement mécanique	Norme	Valeur

Etat hydrique	Norme	Valeur
Teneur en eau Wn (en %)	NF P94-050	**14,3**

Etat hydrique (suite)	Norme	Valeur
Indice portant immédiat IPI	NF P94-078	**0,1**

CLASSE du SOL

B5th	à Titre indicatif : Sables et graves très silteux,...

8 rue des chênes rouges - 91580 ETRECHY
Tel : 01 69 58 29 58 - Fax : 01 69 58 29 37

ESIRIS GROUP	**PROCES VERBAL D'ESSAI** **Détermination de la teneur en eau pondérale des matériaux** ***Méthode par étuvage***	***Norme*** ***NF ISO 17892-1***

Dossier N°:	**PA19 1201-14**	Echantillon n° :	**-**
Affaire :	**ZAC Mantes-Université MANTES LA VILLE**	Sondage n° :	**ST35**
		Profondeur (m) :	**1,5 - 3,5 m**
Client :	**EPAMSA**	Date de prélèvement :	**24/09/2020**
		Date d'essai :	**06/10/2020**

Nature du matériau : **Sable limono-graveleux marron à marron-orangé**

Température d'étuvage : **105** °C

Teneur en eau naturelle W_n : 14,3 %

Observations :

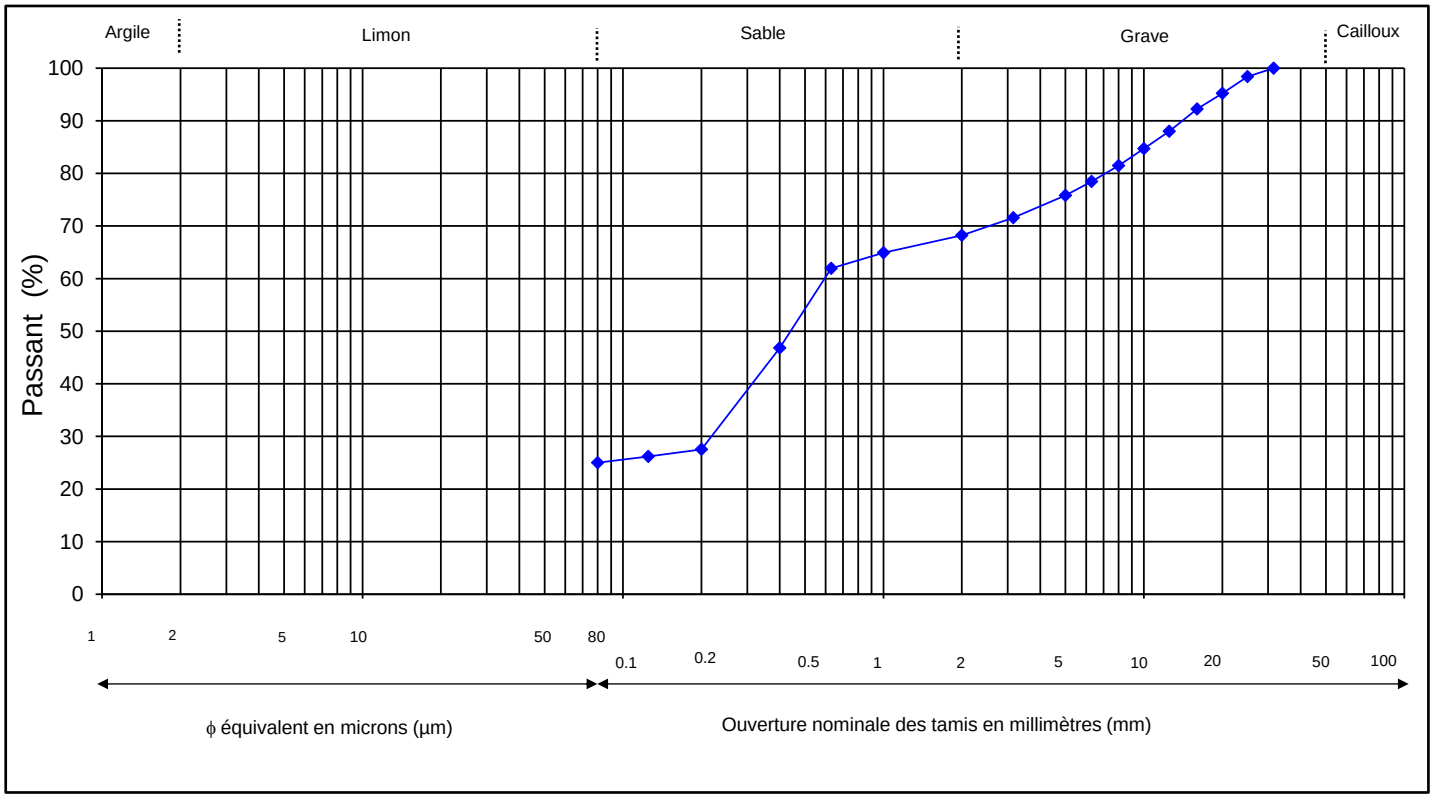
	Fait à Etréchy, le	6 octobre 2020
	Le Responsable de l'Essai : ***S.Boulet***	

8 rue des chênes rouges - 91580 ETRECHY
Tel : 01 69 58 29 58 -Fax : 01 69 58 29 37

ESIRIS GROUP	**PROCES VERBAL D'ESSAI** **ANALYSE GRANULOMETRIQUE** ***Méthode par tamisage à sec***	**Norme** **NF P 94-056**

N° dossier :	**PA19 1201-14**	Echantillon n° :	**-**
Affaire :	**ZAC Mantes-Université MANTES LA VILLE**	Sondage n° :	**ST35**
		Profondeur (m) :	**1,5 - 3,5 m**
Client :	**EPAMSA**	Date de prélèvement :	**24/09/2020**
		Date d'essai :	**06/10/2020**

Nature des matériaux :	Sable limono-graveleux marron à marron-orangé



Ø tamis (mm) :	120	100	80	63	**50**	40	31,5	25	20	16	12,5	10
Passant (%) :							100,0	98,4	95,2	92,2	88,0	84,7

Ø tamis (mm) :	8	6,3	5	3,15	**2**	1	0,63	0,4	0,20	0,125	**0,080**	0,063
Passant (%) :	81,5	78,5	75,8	71,6	**68,2**	64,9	61,9	46,8	27,5	26,2	**25,0**	24,6

d_{90}	14,16	mm
d_{60}	0,60	mm
d_{50}	0,45	mm
d_{30}	0,23	mm
d_{15}	-	mm
d_{10}	-	mm

D max :	**31,50**	**mm**	**Facteur de courbure**	C_c =	**-**
Teneur en eau :	**14,30**	**%**	**Facteur d'uniformité**	C_U =	**-**

	Fait à Etréchy, le 6 octobre 2020
	Le Responsable de l'Essai : ***S.Boulet***

8 rue des chênes rouges - 91580 ETRECHY
Tel : 01 69 58 29 58 - Fax : 01 69 58 29 37

ESIRIS GROUP	**PROCES VERBAL D'ESSAI** **Mesure de la capacité d'adsorption de bleu de méthylène d'un sol ou d'un matériau rocheux**	***Norme*** ***NF P 94-068***

Dossier N°:	**PA19 1201-14**	Echantillon n° :	**-**
Affaire :	**ZAC Mantes-Université MANTES LA VILLE**	Sondage n° :	**ST35**
		Profondeur (m) :	**1,5 - 3,5 m**
Client :	**EPAMSA**	Date de prélèvement :	**24/09/2020**
		Date d'essai :	**06/10/2020**

Nature du matériau : **Sable limono-graveleux marron à marron-orangé**

Température d'étuvage : **105** °C

Tamis (en mm)	Passants (en %)
Fraction 0/50 (en %)	**100,0**
Sur fraction 0/50	
Fraction 0/5 (en %)	**75,8**

VBS = **1,1** **g de bleu pour 100g de materiau sec**

Observations :

	Fait à Etréchy, le	6 octobre 2020
	Le Responsable de l'Essai : ***S.Boulet***	

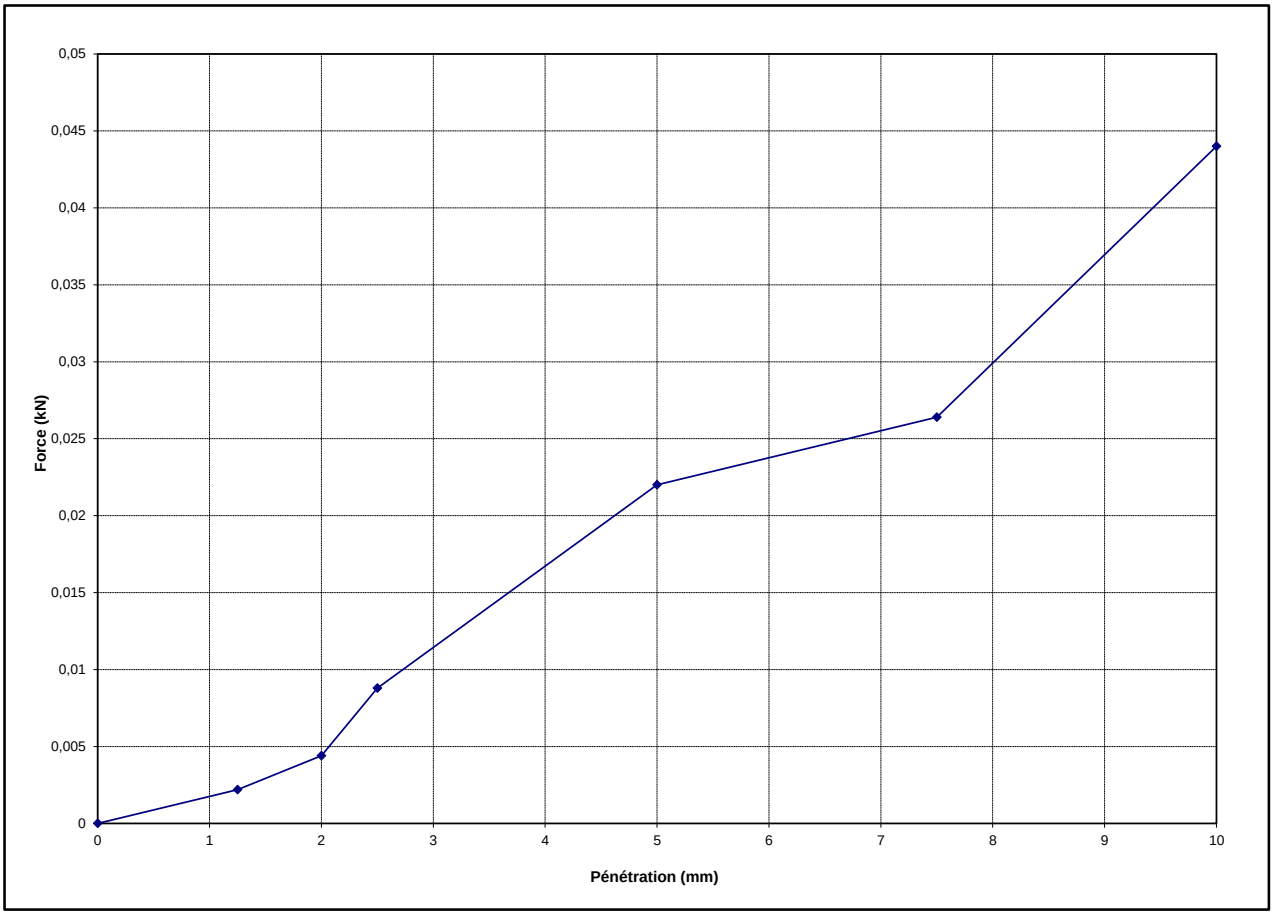
8 rue des chênes rouges - 91580 ETRECHY
Tel : 01 69 58 29 58 -Fax : 01 69 58 29 37

ESIRIS GROUP	**PROCES VERBAL D'ESSAI** **INDICE PORTANT IMMEDIAT**	***Norme*** ***NF P 94-078***

Dossier N°:	**PA19 1201-14**	Echantillon n° :	**-**
Affaire :	**ZAC Mantes-Université MANTES LA VILLE**	Sondage n° :	**ST35**
		Profondeur (m) :	**1,5 - 3,5 m**
Client :	**EPAMSA**	Date de prélèvement :	**24/09/2020**
		Date d'essai :	**06/10/2020**

Nature du matériau :	**Sable limono-graveleux marron à marron-orangé**

D_{max} du matériau :	**31,5**	mm	Type de moule utilisé : **CBR**
Refus à 20 mm :	**4,8**	%	
Masse volumique des particules solides ρ_S :	**2,70**	g/cm^3	



RESULTATS DE L'ESSAI

Teneur en eau de confection de l'éprouvette *NF P 94-050*	**W**	:	**14,3**	%
Masse volumique sèche de l'éprouvette	**ρ_d**	:	**1,83**	g/cm^3
Indice Portant Immédiat	**IPI**	:	**0,1**	

Teneur en eau naturelle W_n : 14,3 %
NF P 94-050

Observations :

	Fait à Etréchy, le	6 octobre 2020
	Le Responsable de l'Essai : ***S.Boulet***	

8 rue des chênes rouges - 91580 ETRECHY
Tel : 01 69 58 29 58 - Fax : 01 69 58 29 37

CLASSIFICATION DES SOLS SELON LE G.T.R 92
- FICHE D'IDENTIFICATION -

Dossier n° : **PA19 1201-14**

Affaire : **MANTES LA VILLE**

Client : **EPAMSA**

Date des essais : **06/10/2020**

Opérateur : **S.Bo**

Site: **ZAC Mantes-Université**

Mode de prélt : **Tarière**

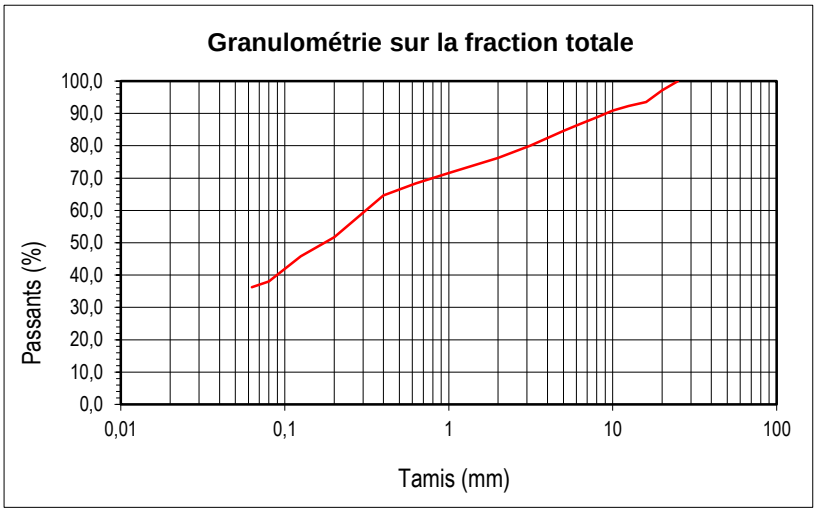
Date prélt : **24/09/2020**

Matériau à l'essai	
Sondage :	**ST41**
Profondeur :	**3,0 - 5,0 m**
Nature :	**Sable argilo-graveleux marron foncé**

Granularité

Normes NF P 94-056 / NF EN 17892-4

Tamis (en mm)	Passants (en %)	Sur fraction 0/50 (en %)
50	**100,0**	
20	97,2	97,2
5	84,6	84,6
2	**76,2**	**76,2**
0,08	**38,0**	**38,0**



Argilosité	Norme	Valeur
Valeur de bleu VBs	NF P94-068	**2,7**

Comportement mécanique	Norme	Valeur

Etat hydrique	Norme	Valeur
Teneur en eau Wn (en %)	NF P94-050	**17,0**

Etat hydrique (suite)	Norme	Valeur

CLASSE du SOL

A2	à Titre indicatif : Sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques,…

8 rue des chênes rouges - 91580 ETRECHY
Tel : 01 69 58 29 58 - Fax : 01 69 58 29 37

ESIRIS GROUP	**PROCES VERBAL D'ESSAI** **Détermination de la teneur en eau pondérale des matériaux** ***Méthode par étuvage***	***Norme*** ***NF ISO 17892-1***

Dossier N°:	**PA19 1201-14**	Echantillon n° :	**-**
Affaire :	**ZAC Mantes-Université MANTES LA VILLE**	Sondage n° :	**ST41**
		Profondeur (m) :	**3,0 - 5,0 m**
Client :	**EPAMSA**	Date de prélèvement :	**24/09/2020**
		Date d'essai :	**06/10/2020**

Nature du matériau : **Sable argilo-graveleux marron foncé**

Température d'étuvage : **105** °C

Teneur en eau naturelle W_n : 17,0 %

Observations :

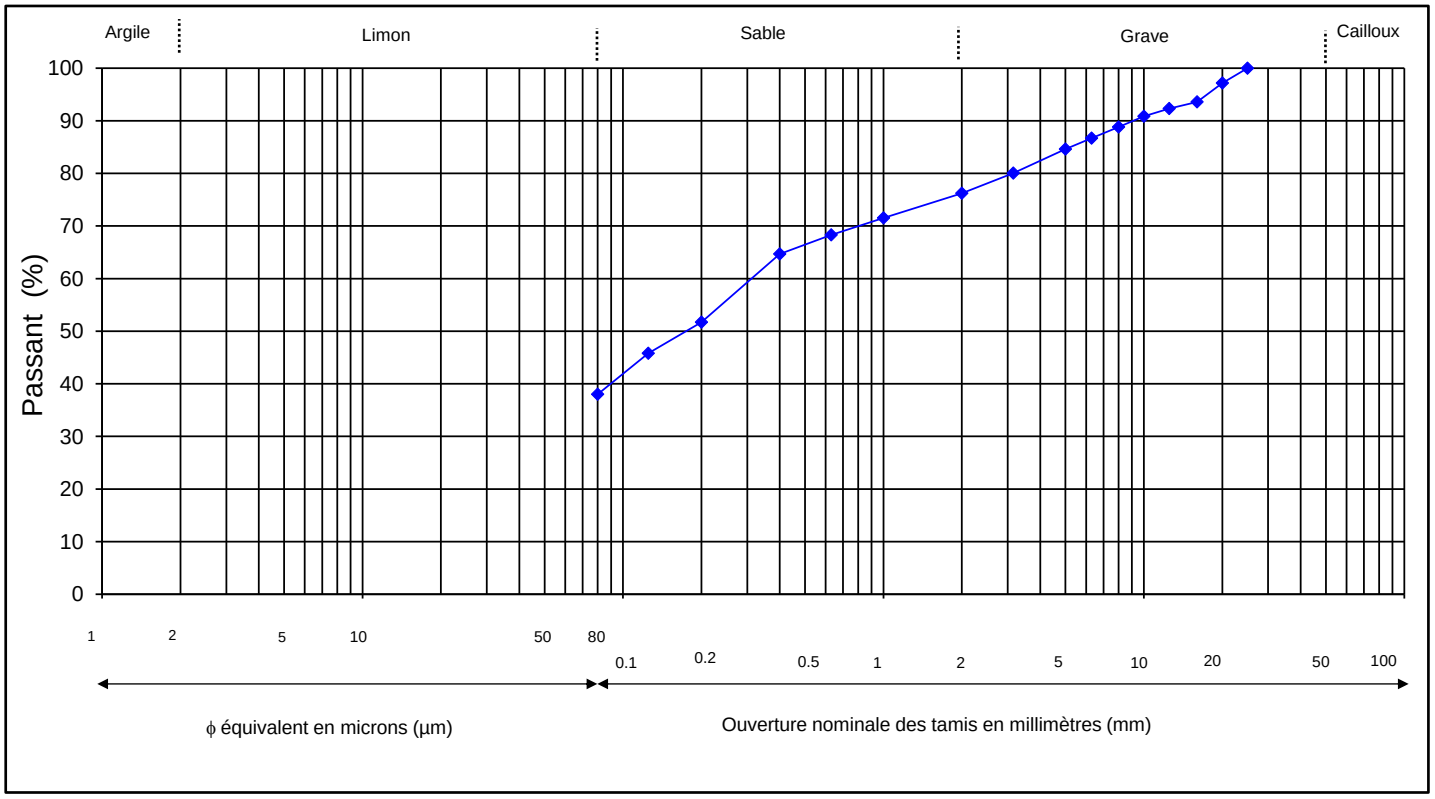
	Fait à Etréchy, le	6 octobre 2020
	Le Responsable de l'Essai : ***S.Boulet***	

8 rue des chênes rouges - 91580 ETRECHY
Tel : 01 69 58 29 58 -Fax : 01 69 58 29 37

ESIRIS GROUP	**PROCES VERBAL D'ESSAI** **ANALYSE GRANULOMETRIQUE** ***Méthode par tamisage à sec***	**Norme** **NF P 94-056**

N° dossier :	**PA19 1201-14**	Echantillon n° :	**-**
Affaire :	**ZAC Mantes-Université MANTES LA VILLE**	Sondage n° :	**ST41**
		Profondeur (m) :	**3,0 - 5,0 m**
Client :	**EPAMSA**	Date de prélèvement :	**24/09/2020**
		Date d'essai :	**06/10/2020**

Nature des matériaux :	Sable argilo-graveleux marron foncé



Ø tamis (mm) :	120	100	80	63	**50**	40	31,5	25	20	16	12,5	10
Passant (%) :								100,0	97,2	93,6	92,3	90,8

Ø tamis (mm) :	8	6,3	5	3,15	**2**	1	0,63	0,4	0,20	0,125	**0,080**	0,063
Passant (%) :	88,8	86,7	84,6	80,1	**76,2**	71,5	68,3	64,7	51,7	45,8	**38,0**	36,3

d_{90}	9,17	mm
d_{60}	0,33	mm
d_{50}	0,18	mm
d_{30}	-	mm
d_{15}	-	mm
d_{10}	-	mm

D max :	**25,00**	**mm**	**Facteur de courbure**	C_c =	**-**
Teneur en eau :	**17,04**	**%**	**Facteur d'uniformité**	C_U =	**-**

	Fait à Etréchy, le 6 octobre 2020
	Le Responsable de l'Essai : ***S.Boulet***

8 rue des chênes rouges - 91580 ETRECHY
Tel : 01 69 58 29 58 - Fax : 01 69 58 29 37

ESIRIS GROUP	**PROCES VERBAL D'ESSAI** **Mesure de la capacité d'adsorption de bleu de méthylène d'un sol ou d'un matériau rocheux**	***Norme*** ***NF P 94-068***

Dossier N°:	**PA19 1201-14**	Echantillon n° :	**-**
Affaire :	**ZAC Mantes-Université MANTES LA VILLE**	Sondage n° :	**ST41**
		Profondeur (m) :	**3,0 - 5,0 m**
Client :	**EPAMSA**	Date de prélèvement :	**24/09/2020**
		Date d'essai :	**06/10/2020**

Nature du matériau : **Sable argilo-graveleux marron foncé**

Température d'étuvage : **105** °C

Tamis (en mm)	Passants (en %)
Fraction 0/50 (en %)	**100,0**
Sur fraction 0/50	
Fraction 0/5 (en %)	**84,6**

VBS = **2,7** **g de bleu pour 100g de materiau sec**

Observations :

	Fait à Etréchy, le	6 octobre 2020
	Le Responsable de l'Essai : ***S.Boulet***	

8 rue des chênes rouges - 91580 ETRECHY
Tel : 01 69 58 29 58 -Fax : 01 69 58 29 37