ACCOTEC
BUREAU
D'INGÉNIERIE D'ÉTUDES ET DE CONSEILS
Étude, Diagnostic et Maîtrise d'œuvre Géotechnique, Hydrogéologie
Sites et Sols Pollués
Mesures in-situ, Laboratoire et Ingénierie

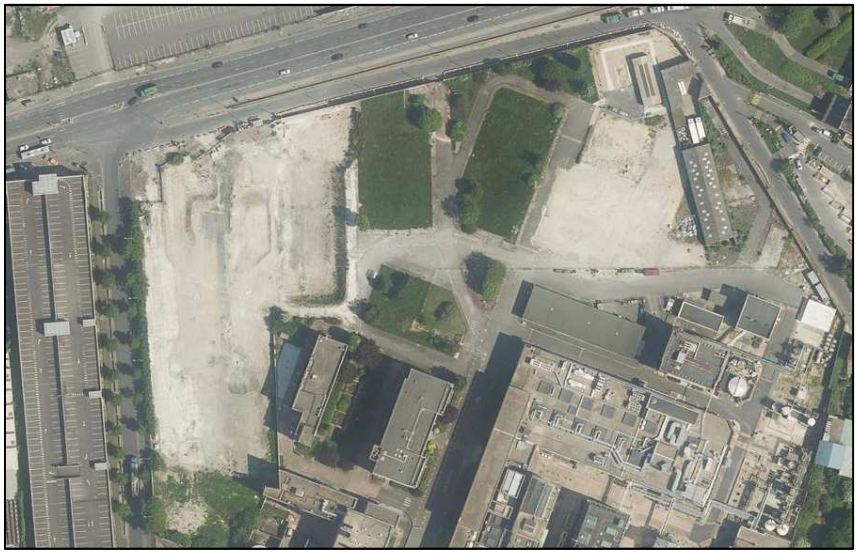
ALSEI

93230 ROMAINVILLE

Chemin latéral - ZAC de l'Horloge

Construction d'un parc d'activités

RAPPORT D'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION



Affaire : 17/7478		Mission G2-AVP		Rapport n°17/7478/R2G-1		IND 0
0	25/08/2017	M.KAHIL	L. CHEMIR	T. SIMONNOT	-	29 + 49
Indice	Date	Rédacteur	Contrôlé	Vérifié	Modifications	Nb pages

OPQIBI L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE CERTIFICAT N° 93 12 1629
ASSISTANCE CONSEIL COMMERCIAL et TECHNIQUE
DOMAINE DE SAINT-PAUL - Bât A6 - BAL 60007
102, route de Limours - 78470 SAINT-RÉMY-LÈS-CHEVREUSE
Tél. : 01 30 85 25 45 - E-mail : ingenieurs@accotec.fr
SARL Capital de 40 000 euros - N° TVA : FR 79 382 592 434 - RCS Versailles : 382 592 434
Membre de : UIG SYNTEC INGÉNIERIE

SUIVI DES MODIFICATIONS - INDICES DE PAGES

Numéros de page	INDICES DU DOCUMENT			
	0	A	B	C
Page de garde	X			
1	X			
2	X			
3	X			
4	X			
5	X			
6	X			
7	X			
8	X			
9	X			
10	X			
11	X			
12	X			
13	X			
14	X			
15	X			
16	X			
17	X			
18	X			
19	X			
20	X			
21	X			
22	X			
23	X			
24	X			
25	X			
26	X			
27	X			
28	X			

Diffusion :

Société	Destinataire(s)	Nombre d'exemplaires
ALSEI	M. SADORGE	1 PDF par e-mail

Référence :

Devis	17/7478/P2G-1 daté du 06/06/2017
Commande	N°17/7478/M2G datée du 27/06/2017

TABLE DES MATIÈRES

I - PROJET

II - BUT DE L'ÉTUDE

III - LISTE DES DOCUMENTS DISPONIBLES TRANSMIS POUR L'ÉTUDE

IV - CONTEXTE GÉOMORPHOLOGIQUE ET GÉOLOGIQUE

- **IV.1 - Situation**
- **IV.2 - Géomorphologie**
- **IV.3 - Géologie**
- **IV.4 - Hydrogéologie**
- **IV.5 - Zone d'Influence Géotechnique**

V - RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

VI - CAMPAGNE D'INVESTIGATION RÉALISÉE

VII - RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES

- **VII.1 - Couche n°1 - Remblais**
- **VII.2 - Couche n°2 - Marnes Infragypseuses**
- **VII.3 - Couche n°3 - Calcaire de Saint-Ouen**
- **VII.4 - Profondeur de la nappe/niveaux d'eau**

VIII - ANALYSE DES RÉSULTATS ET SYNTHÈSE

- **VIII.1 - Valeurs mécaniques**
- **VIII.2 - Essais laboratoires**
- **VIII.3 - Synthèse et modèle géologique**

IX - SOLUTION D'ADAPTATION AU SOL

- **IX.1 - Aléas géotechniques majeurs**
- **IX.2 - Solution d'adaptation au sol**

X - ÉBAUCHE PRÉDIMENSIONNELLE DES FONDATIONS

- **X.1 - Prédimensionnement du renforcement de sol**
- **X.2 - Fondation dallage**
- **X.3 - Prédimensionnement des pieux**

.../...

TABLE DES MATIÈRES
(page 2/2)

XI - PRINCIPES DE CONSTRUCTION GÉNÉRAUX

XI.1 - Généralités
XI.2 - Déboisage, débroussaillage, décapage et purges
XI.3 - Réutilisation des matériaux du site - matériaux d'apports
XI.4 - Zones basses en remblai (au droit du bassin existant)
XI.5 - Plate-forme de travail
XI.6 - Pieux (solution 1)
XI.7 - Dalle RDC (solution 1)
XI.8 - Inclusions rigides et colonnes ballastées (solution 2)
XI.9 - Couche de forme (solution 2)
XI.10 - Fouilles et fondations (solution 2)
XI.11 - Reconstitution de la plate-forme
XI.11 - Dallage (solution 2)
XI.12 - Voiries lourdes et légères
XI.13 - Béton et mortiers

XII - CATÉGORIE GÉOTECHNIQUE

XIII - MÉTHODE OBSERVATIONNELLE

XIV - POINTS EN SUSPENS - LIMITES DE LA MISSION

XV - CONCLUSION

ANNEXE N°1: Plans et sondages
ANNEXE N°2 : Essais laboratoires

Ce rapport contient 29 pages de texte et 49 pages d'annexe

I - PROJET

À la demande et pour le compte d'ALSEI, nous avons réalisé la phase avant-projet de l'étude géotechnique de conception (mission G2-AVP) sur un terrain situé, chemin latéral au niveau de la ZAC de l'Horloge à ROMAINVILLE (93), (voir plan de situation).

Il est prévu la construction d'un Parc d'Activités de 4 bâtiments de 8 800 m² de surface au sol totale environ avec des voiries lourdes et légères sur les surfaces extérieures.

Extrait plan masse

D'après les informations transmises par ALSEI, la cote altimétrique du niveau fini du dallage des bâtiments est prévue à 58,55 NGF.

Au stade avant-projet, les descentes de charge ne sont pas encore définies mais, pour ce type de bâtiments prévus (charpente métallique ou bois), elles varient entre 300 kN et 800 kN pour les poteaux les plus chargés.

La surcharge d'exploitation du dallage a été fixée à 3 t/m².

II - BUT DE L'ÉTUDE

Il nous a été demandé de réaliser une étude géotechnique de conception - phase avant-projet (mission G2-AVP*), selon la norme des missions géotechniques (NF P 94-500).

Cette étude de conception (mission G2-AVP - phase Avant-Projet) est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées. Cette phase Avant-projet, qui contribue à la mise au point de l'AVP ou de l'APD de l'ouvrage pour la part des ouvrages géotechniques, doit permettre :

- d'établir le modèle géologique et le contexte géotechnique,
- de mieux identifier, en fonction de l'ouvrage projeté, les risques géotechniques et de réduire les conséquences des risques géotechniques importants en cas de survenance,
- de définir les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables pour les ouvrages géotechniques (terrassements, fondations, assises des dallages et des voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants),
- d'identifier les contraintes liées aux phases provisoires de travaux,
- de fournir une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et une première approche des quantités,
- de conclure sur la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure gestion des risques géotechniques.

Le rapport produit à l'issue de cette phase sert de donnée d'entrée pour la phase suivante (mission G2-PRO).

(*voir la liste des missions normalisées à la fin de ce rapport et leurs conditions d'application - norme NF P 94500).

Les symboles et notations utilisés dans ce rapport sont en conformités avec l'EUROCODE 7 (NF EN 1997-1 et 1997-2).

III - LISTE DES DOCUMENTS DISPONIBLES TRANSMIS POUR L'ÉTUDE

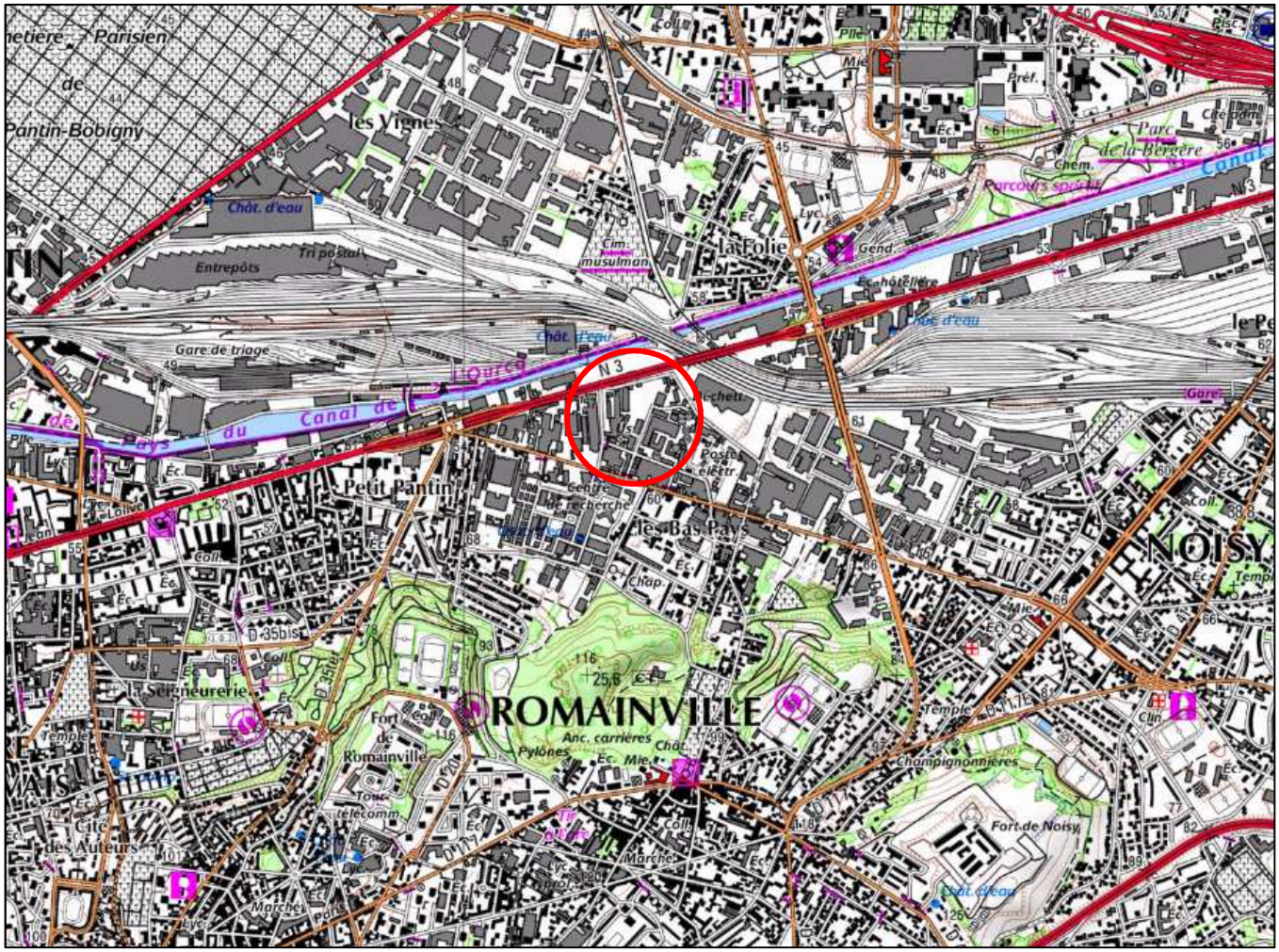
Pour cette étude, nous avons utilisé les documents suivants transmis par ALSEI:

- plan des existants : " 16077 PlanTopoNov16.dwg",
- plans masse du projet : " faisa 20170213.dwg", " FACADES 20170227.dwg", " faisa 20170213-superposition TN.pdf", " PLANS NIV_COUPE.pdf", " Figure 07 - Structures laiss+®es en place et mise en s+®curit+®.pdf".

IV - CONTEXTE GÉOMORPHOLOGIQUE ET GÉOLOGIQUE

IV.1 - Situation

Le terrain se situe dans la région ILE-DE-FRANCE, dans le département de la SEINE SAINT DENIS (93), au Nord du centre-ville de ROMAINVILLE, au Sud du canal de l'Ourcq, le long de la route nationale N3, dans la nouvelle ZAC de l'Horloge et plus précisément au niveau du Chemin latéral.



Extrait de la carte IGN - 1/25 000ème

IV.2 - Géomorphologie

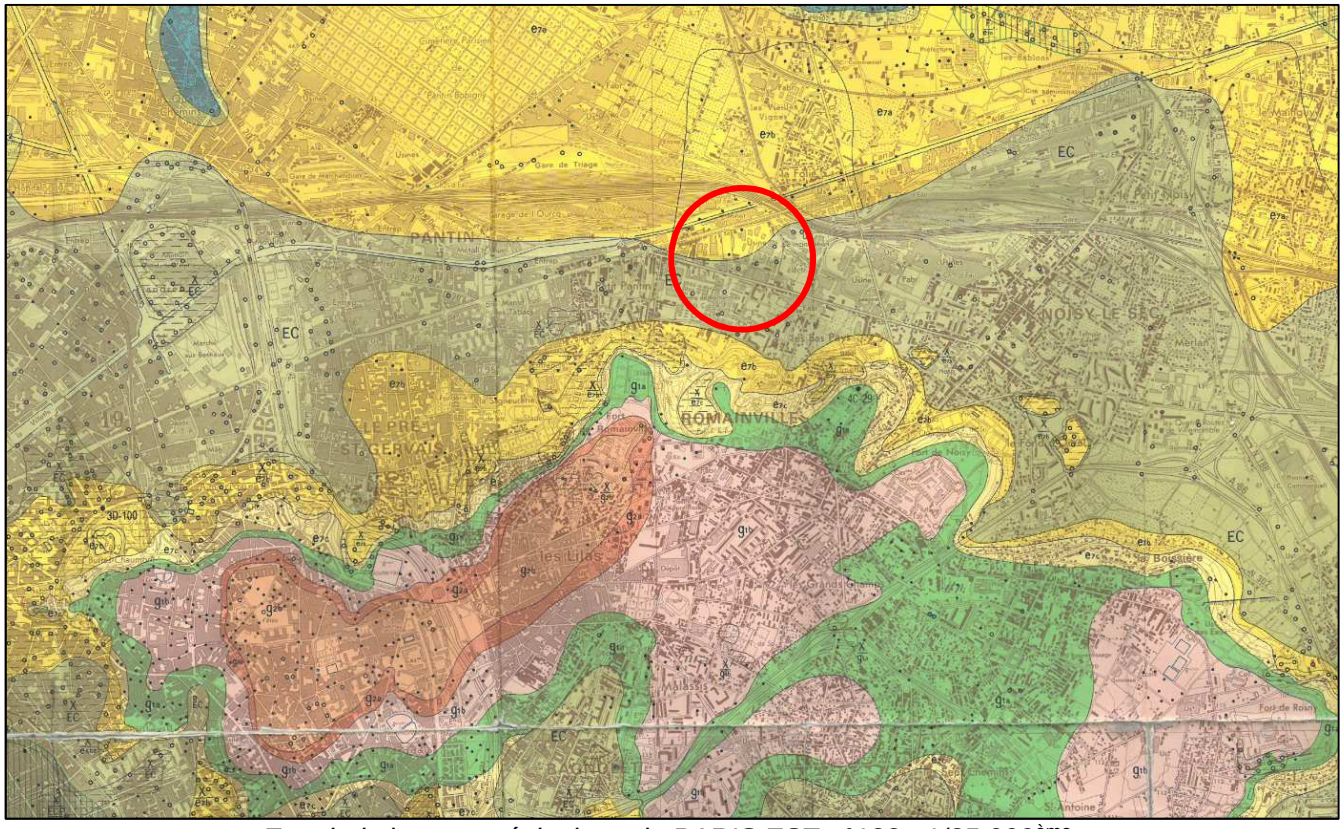
Le terrain se situe au Nord de la butte témoin de Romainville, au Sud du Canal de l'Ourcq.

Le site est subhorizontal vers la cote 59,0 NGF environ.

IV.3 - Géologie

D'après la carte géologique de PARIS EST au 1/25 000ème, il se place à l'affleurement des couches suivantes :

- Remblais,
- Marnes Infragypseuses,
- Calcaire de Saint-Ouen,



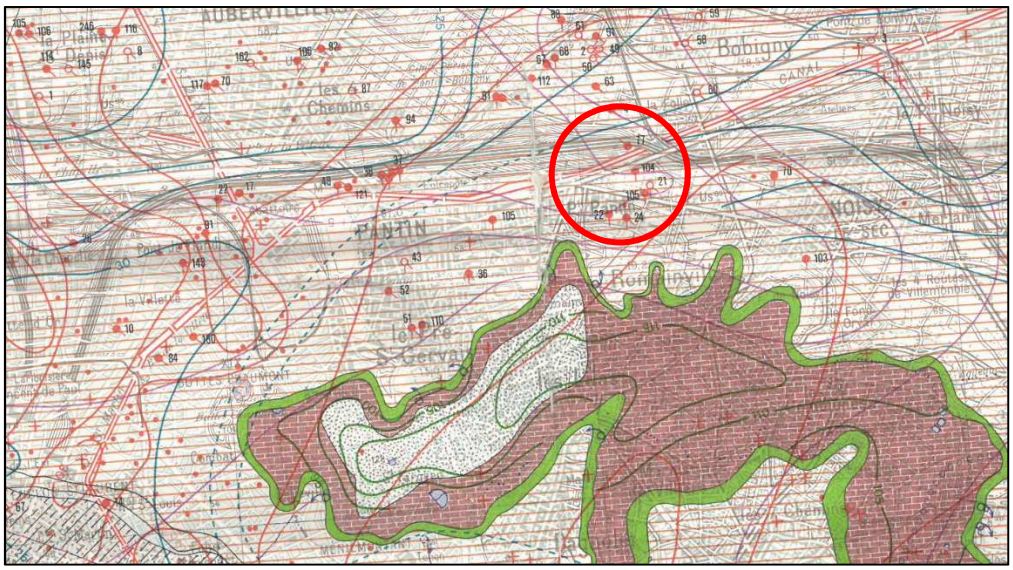
Extrait de la carte géologique de PARIS EST n°183 - 1/25 000ème

IV.4 - Hydrogéologie

D'après la carte hydrogéologique de PARIS et les données du BRGM, il existe une nappe phréatique libre établie dans le Calcaire de Saint-Ouen en profondeur.

Des horizons aquifères sont également établis en profondeurs dans les Sables de Beauchamp et la Formation du Lutétien.

Ces nappes n'impacteront pas le projet au vu de leurs profondeurs.



Extrait de la carte hydrogéologique de PARIS - 1/50 000ème

IV.5 - Zone d'Influence Géotechnique

La zone d'influence géotechnique (ZIG) est le *volume de terrain au sein duquel il y a interaction entre l'ouvrage ou l'aménagement de terrain (du fait de sa réalisation et de son exploitation) et l'environnement (sols, ouvrages, aménagements de terrains ou avoisinants)*.

Lors de notre intervention, le terrain était constitué d'une plate-forme en friche en grande partie. Des constructions existantes sont présentes dans la partie Est.

Le projet sera mitoyen au Chemin Latéral au Nord, à la rue Anatole France à l'Est et à la parcelle C2 (projet avec 1 niveau de sous-sol) à l'Ouest.

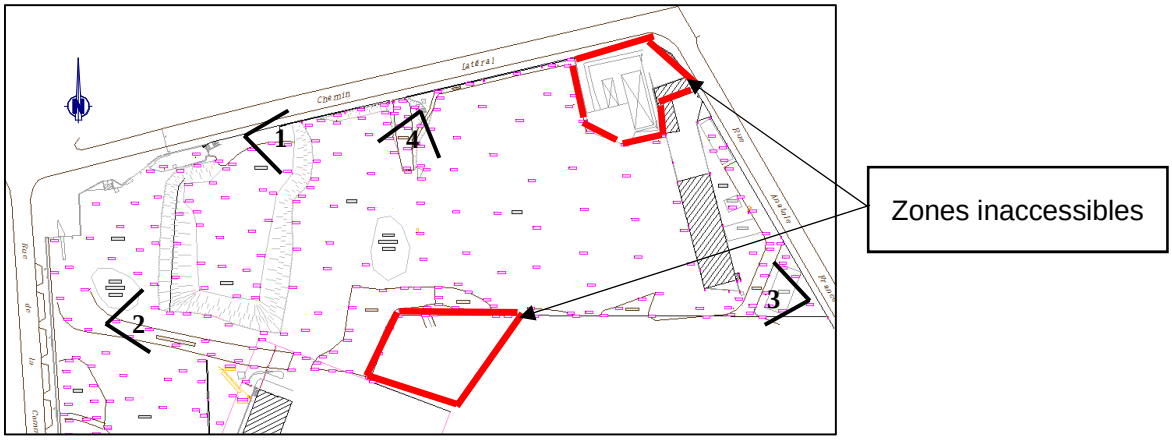
Une canalisation importante (probablement un réseau d'eau) traverse le terrain du Nord au Sud - à dévoyer et à prendre en compte lors des travaux.

1 - Vue vers l'Est

2 - Vue vers l'Est

3 - Vue vers l'Ouest

4 - Vue du réseau traversant la parcelle

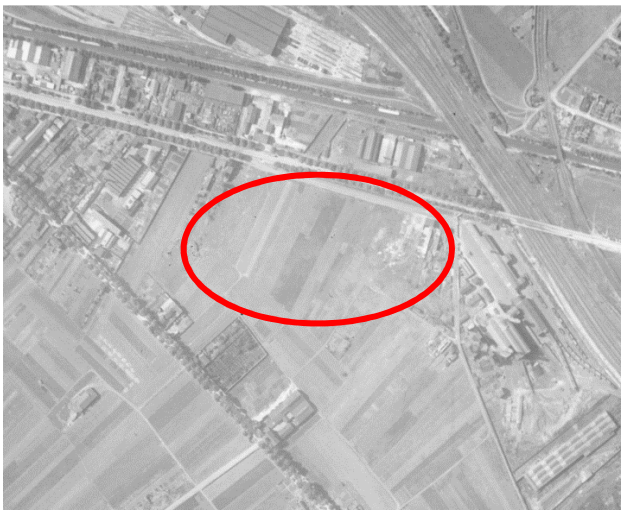


Localisation des prises de vues

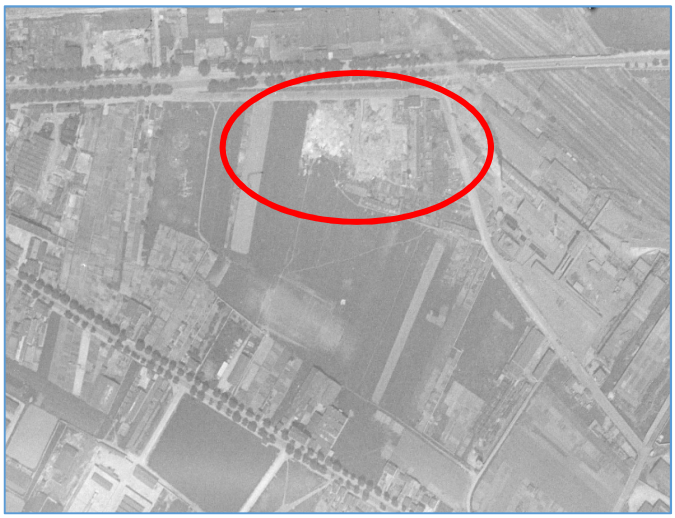
NB : deux zones étaient inaccessibles lors de notre intervention et n'ont pas été investiguées

Par conséquent, la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG) à considérer pour le projet est délimitée par l'emprise de la zone accessible lors de notre intervention. Cette surface a été prise en compte pour le choix des emplacements des sondages.

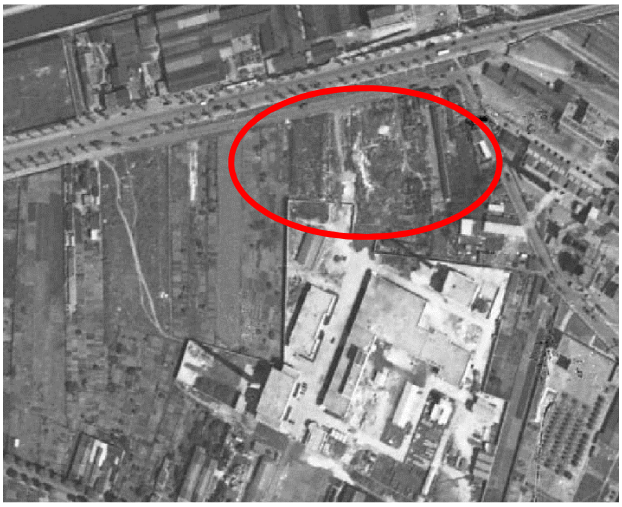
De plus, l'analyse des photographies aériennes entre les années 1921 et 2014 a permis de montrer que les bâtiments existants sur la parcelle ont été construits à partir de 1932.



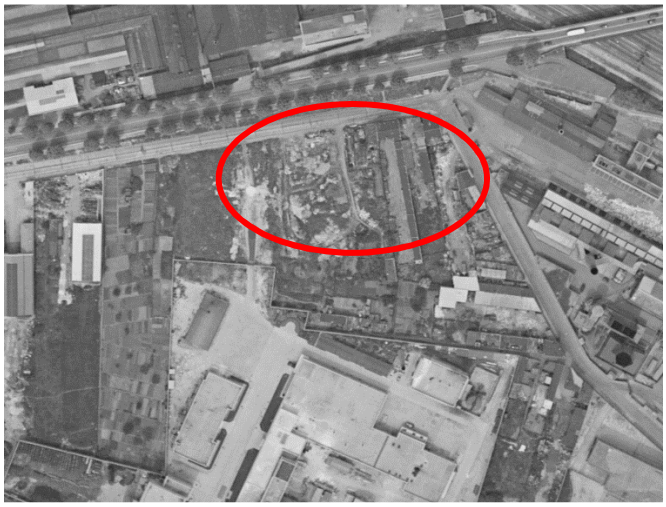
1921



1932

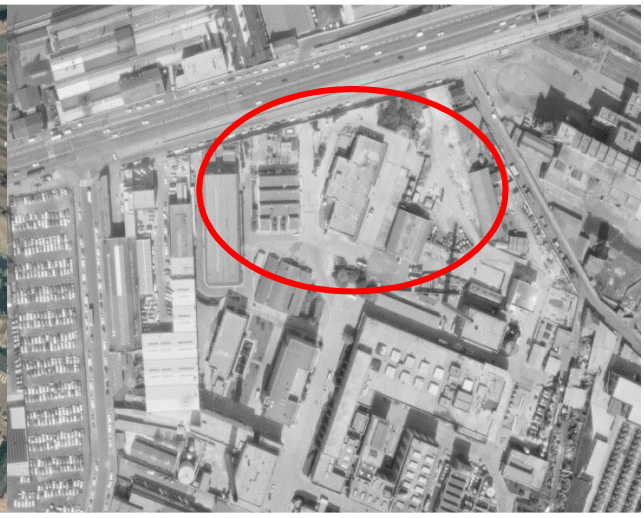


1949

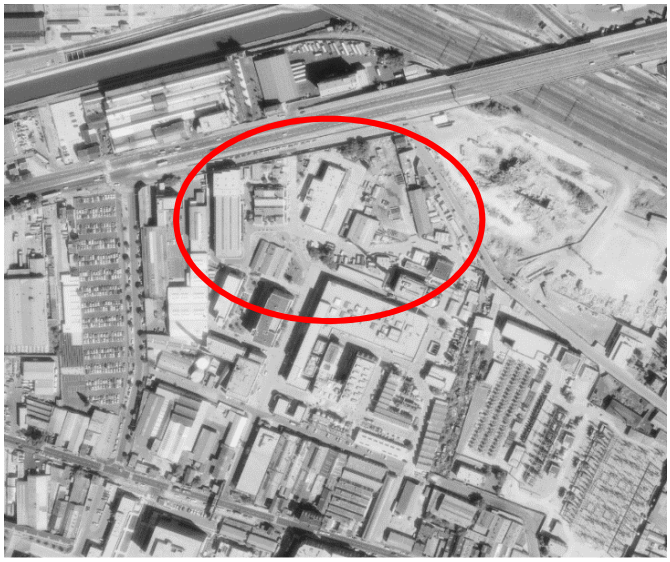


1952

1961

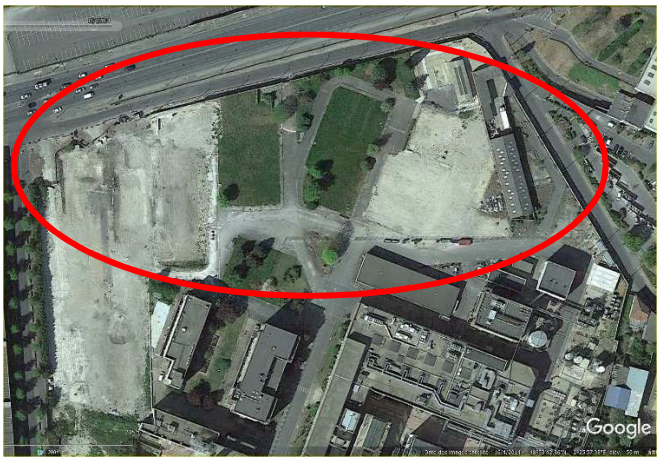


1977



1986

2011



2014

2016

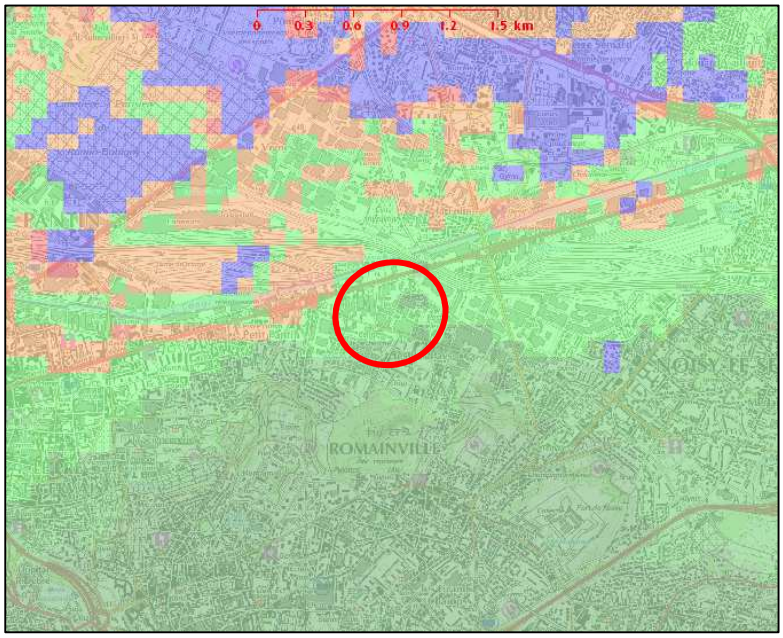
La démolition des bâtiments existants sur site a eu lieu entre 2011 et 2014 et des travaux de dépollution ont été mis en œuvre en 2016.

NB : des terrassements importants ont été réalisés lors de ces travaux de dépollution (fouille d'environ 12 m de profondeur avec un soutènement en paroi berlinoise en soutènement et talutage).

V - RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

Les risques géotechniques majeurs sont répertoriés par le BRGM et les services du ministère de l'environnement. Ils sont les suivants pour le site étudié :

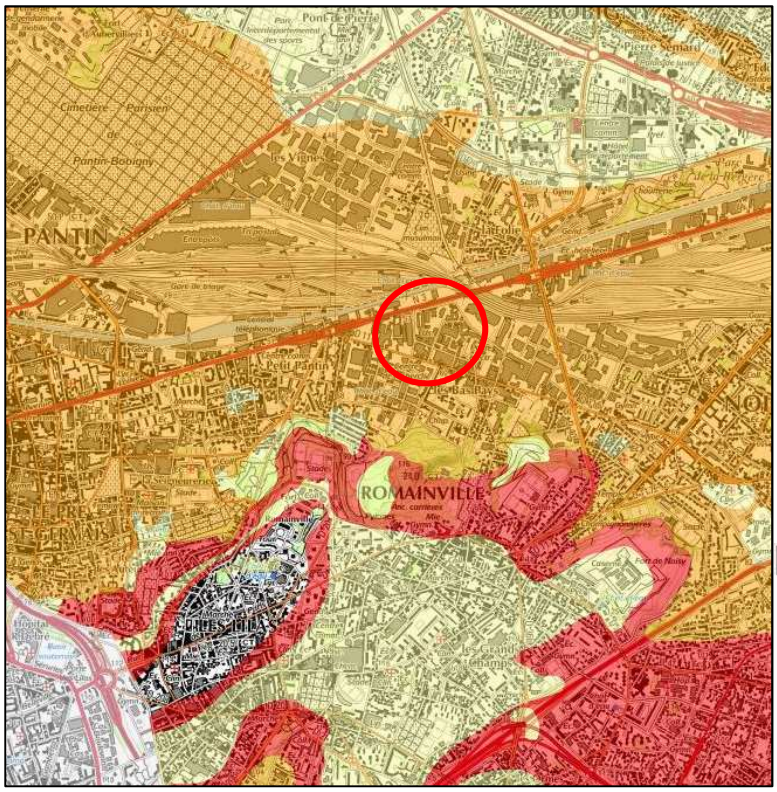
- sismicité : zone 1, aléa "très faible" (accélération <0,7 m²/s),
- exploitation à ciel ouvert, souterraine, vide, cavités : RAS,
- inondation / crues : RAS,
- aléa remontée de nappe : sensibilité "très faible",



Légende des remontées de nappes

- Nappe sub-affleurante
- Sensibilité très forte
- Sensibilité forte
- Sensibilité moyenne
- Sensibilité faible
- Sensibilité très faible
- Non réalisé

- aléa retrait gonflement des argiles : aléa "**MOYEN**",



Légende des argiles

- Argiles
  - Aléa fort
  - Aléa moyen
  - Aléa faible
  - Aléa à priori nul
- Argiles non réalisé

VI - CAMPAGNE D'INVESTIGATION RÉALISÉE

De façon à pouvoir remplir la mission qui nous a été confiée et répondre aux objectifs fixés, nous avons réalisé la campagne suivante sur l'ensemble de la parcelle:

- 9 sondages pressiométriques, S1 à S9, de 9 à 15 m de profondeur, exécutés à l'aide d'une tarière continue de 63 mm de diamètre jusqu'au refus et poursuivis au taillant ø 66 mm avec injection de fluide polymère, pour relever la nature des terrains rencontrés, prendre des échantillons pour identification, et permettre la réalisation des essais pressiométriques,

- 85 essais pressiométriques MENARD MPM, (ISO 22476-4), réalisés dans les sondages précédents, permettant de calculer la pression limite "p_{LM}" et le module de déformation "E_M" des différentes couches ; ces paramètres servant à calculer la capacité portante des assises, et les tassements correspondants,

- 7 sondages, P10 à P16, au pénétromètre dynamique lourd DPSH-B norme européenne type B (ISO 22476-2), menés entre 8,0 et 9,1 m de profondeur ou au refus à 7,0 m afin de mesurer la compacité "q_d" des terrains traversés et identifier les variations latérales de faciès,

- 3 sondages géologiques T17 à T19, réalisés à l'aide d'une tarière hélicoïdale ø 102 mm et menés à 2 m de profondeur, afin de prélever des échantillons pour analyse en laboratoire,

- des essais de laboratoires sur les échantillons prélevés, avec :

    - 3 identifications de la classe GTR par analyse granulométrique (ISO 17892-4), VBS (NF P 94-068) et teneurs en eau (ISO 17892-1),
    - 8 déterminations des teneurs en sulfates, chlorures et matière organique,

- l'installation d'un tube piézométrique en S2Pz, jusqu'à -14,0 m/TN afin de pouvoir suivre les éventuelles fluctuations de la nappe,

- le relevé des niveaux d'eau dans les forages entre le 17/07 et 21/07/17.

La position des sondages est indiquée sur le plan joint en annexe (plan d'implantation des sondages). Leur cote altimétrique a été déterminée au moyen d'un nivellement topographique (niveau optique + mire) en prenant pour repère altimétrique la plaque tampon située au Sud de la parcelle C2, dont la cote 57,54 NGF a été prise sur le plan topographique transmis par ALSEI.

NB : ce nivellement n'est pas réalisé par un Géomètre Expert et est donc estimatif.

VII - RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES

L'ensemble des sondages, échantillons prélevés, remontées de cuttings et essais in-situ et en laboratoire réalisés a permis d'identifier de façon interprétative les couches lithologiques suivantes :

- couche n°1 : Remblais, dont la base n'a pas été atteinte au droit des sondages T17 à T19,

- couche n°2 : Marnes Infragypseuses, non reconnues au droit du sondage S5 et dont la base a été atteinte uniquement au droit des sondages S2Pz, S6 et S7,

- couche n°3 : Calcaire de Saint-Ouen.

NB : une dalle béton de 0,16 m a été reconnue en tête du sondage S1, de l'enrobé bitumineux a également été trouvé en tête des sondages S7 et S8 sur 0,04 à 0,10 m d'épaisseur

VII.1 - Couche n°1 : Remblais

Description lithologique	Sable graveleux gris noirâtre légèrement argileux à gris marron, gris beige, argile limoneuse graveleuse grisâtre à sableuse avec débris divers
Stratigraphie	**REMBLAIS**
Profondeur (m/TN)	de 0 /0,16 à -1,5/-12,7
Cotes altimétriques (NGF)	de 60,0/55,3 à 57,2/46,3

Caractéristiques mécaniques - essais in-situ	
Modules pressiométriques E_M (MPa)	$1,3 \leq E_M \leq 190,2$ $E_{M\ moy}$ # 6,2
Pression limite p_{LM} (MPa)	$0,17 \leq p_{LM} \leq 6,6$ $p_{LM\ moy}$ # 0,84
Résistance de pointe q_d (MPa)	$1 \leq q_d \leq 56$ $q_{d\ moy}$ # 3

*$E_{M\ moyen}$ (MPa) **	*Indice hétérogénéité E_M*	*$p_{LM\ moyen}$ (MPa) ***	*Indice hétérogénéité p_{LM}*
6,2	*5,8*	*0,84*	*1,5*

* moyenne harmonique ** moyenne géométrique

Caractéristiques physiques - essais de laboratoire								
Echantillon	Es1	Es2	Es3	Es4	Es5	Es6	Es7	Es8
Sondage	S1 + S8	S2 + T17	S4 + S6	S3	S5	S8	T18	T19
Profondeur (m/TN)	-0,04 à -3,5	-0,04 à -3,0	-1,5 à -3,8	-0,04 à -0,8	-0,03 à -1,0	-1,0 à -2,8	-0,04 à -0,8	-0,04 à -1,2
Description	R s gr m / n	M s gr / m g	A l s / n	S m gr / g	M s / m b	Mc / n	R s gr m / n	M gr / g
Teneur en eau naturelle w (%)	13,3	18,2	18,2	-	-	-	-	-
% < 80 µm	26	40	44	-	-	-	-	-
VBS	0,53	3,5	5,7	-	-	-	-	-
GTR	**B_5**	**A_2**	**A_2**	-	-	-	-	-
Teneur en sulfates (%)	0,0702	**0,2090**	**0,2860**	**0,7110**	0,0780	0,0623	0,1430	**1,86**
Teneur en chlorures (%)	0,0091	<0,0020	<0,0020	0,0067	<0,0020	0,0270	0,0029	0,0140
Teneur en matière organique (%)	**3,2**	**1,6**	0,93	**1,9**	0,12	**2,8**	**1,8**	**2,2**

A = Argile	gr = graveleux	n = noirâtre
S = Sable	s = sableux	g = grisâtre
R = Remblais	l = limoneux	m = marron
Mc = Mâchefer	m = marneux	b = beige

Les remblais sont donc riches en sulfates et avec des teneurs élevées en matière organique. Ils ne sont donc pas réutilisables en couche de forme.

VII.2 - Couche n°2 : Marnes Infragypseuses

Description lithologique	Marne marron beige à gris beige clair et jaunâtre
Stratigraphie	**MARNES INFRAGYPSEUSES**
Profondeur (m/TN)	de -1,5/-6,1 à -10,0/-12,0
Cotes altimétriques (NGF)	de 57,2/52,9 à 46,4/45,2

Caractéristiques mécaniques - essais in-situ	
Modules pressiométriques E_M (MPa)	$8,7 \leq E_M \leq 290,0$ $E_{M\ moy}$ # 21,6
Pression limite p_{LM} (MPa)	$1,2 \leq p_{LM} \leq 7,6$ $p_{LM\ moy}$ # 2,4
Résistance de pointe q_d (MPa)	$1,9 \leq q_d \leq 27,0$ $q_{d\ moy}$ # 4

*$E_{M\ moyen}$ (MPa) **	*Indice hétérogénéité E_M*	*$p_{LM\ moyen}$ (MPa) ***	*Indice hétérogénéité p_{LM}*
21,6	*2,1*	*2,4*	*0,60*

* moyenne harmonique ** moyenne géométrique

VII.3 - Couche n°3 : Calcaire de Saint-Ouen

Description lithologique	Marne beige rosé
Stratigraphie	**CALCAIRE DE SAINT-OUEN**
Profondeur (m/TN)	à partir de -10,0/-12,7
Cotes altimétriques (NGF)	à partir de 46,4/45,2

Caractéristiques mécaniques - essais in-situ	
Modules pressiométriques E_M (MPa)	$21,6 \leq E_M \leq 530,2$ $E_{M\ moy}$ # 62,4
Pression limite p_{LM} (MPa)	$2,4 \leq p_{LM} \leq 8,6$ $p_{LM\ moy}$ # 6,2

*$E_{M\ moyen}$ (MPa) **	*Indice hétérogénéité E_M*	*$p_{LM\ moyen}$ (MPa) ***	*Indice hétérogénéité p_{LM}*
62,4	*2,3*	*6,2*	*0,34*

* moyenne harmonique ** moyenne géométrique

VII.4 - Profondeur de la nappe/niveaux d'eau

L'eau a été repérée dans la couche n°4, *Calcaire de Saint Ouen*, aux profondeurs et cotes indiquées dans le tableau ci-dessous :

Sondages	**S2Pz**	**S4**	**S5**	**S6**	**S7**	**S8**
Cote du sondage (NGF)	55,3	56,7	59,0	57,3	58,9	60,0
Niveau d'eau (m/TN)	-6,7	-8,0	-8,4	-6,3	-8,3	-7,5
Cote du niveau phréatique (NGF)	48,6	48,7	50,6	51,0	50,6	52,5

Tous les autres sondages étaient secs ou éboulés.

Ces niveaux ne sont pas stabilisés en raison du mode de forage avec injection de fluide.

Le niveau de la nappe phréatique libre établie dans le Calcaire de Saint-Ouen se situerait plus en profondeur (<46 NGF) et ne devrait pas avoir d'impact sur le projet.

En revanche des circulations d'eau peuvent survenir dans les remblais superficiels.

VIII - ANALYSE DES RÉSULTATS ET SYNTHÈSE

VIII.1 - Valeurs mécaniques

Valeurs des modules pressiométriques "E_M" et des pressions limites "p_{LM}" (en MPa)

	"E_M" (MPa)									" PLM " (MPa)								
Sondage	**S1**	**S2Pz**	**S3**	**S4**	**S5**	**S6**	**S7**	**S8**	**S9**	**S1**	**S2Pz**	**S3**	**S4**	**S5**	**S6**	**S7**	**S8**	**S9**
Cote NGF	**58,5**	**55,3**	**59,2**	**56,7**	**59**	**57,3**	**58,9**	**60**	**59,3**	**58,5**	**55,3**	**59,2**	**56,7**	**59**	**57,3**	**58,9**	**60**	**59,3**
59								190,2									6,6	
58,5									8,1									0,99
58			8,9		9,1		4	21,9				0,88		0,98		0,35	1,4	
57,5	2,5									0,18								
57					10,5		7,3	33,4	11,9					1,2		0,67	2	0,77
56,5			8,7			30,3						0,62			2,9			
56	6,8				16,7		13,7	33,7		0,62				2,2		1,5	3	
55,5				6,6		14,7			18,5				0,45		1,1			1,9
55			13,2				22,8					1,2				2,3		
54,5	18,4				7,1	14,2		24,1		1,5				0,43	0,99		1,9	
54		20,7		22,6					21,8		1,5		1,6					1,7
53,5			10,7				11,2					1,2				1,4		
53	38,9	33,2			1,3	18,6		26,2		2,5	2,5			0,18	1,9		3,2	
52,5				20,6					17,8				1,8					1,9
52		26	R				8,7				2	R				1,5		
51,5	17,1				2,1	28,2		32,3		1,5				0,17	2,5		3,9	
51		18		21,5					17,9		1,5		1,8					1,8
50,5			26,8				10,2					3,4				1,8		
50	21,8				R	36,7		26,8		1,5				R	2,9		2	
49,5		16,1		20,9							2,3		2,2					
49							21,3									3,1		
48,5					2,7	24,3		23,7						0,36	3,3		3	
48		116,8		36,5							6,5		4,1					
47,5							32,9									4,7		
47					4,4	22,6		R						0,79	3		R	
46,5		290									7,6							
46							24,5									2,4		
45,5					104,1	222,8		36,5						7,3	8		5,6	
45		35,7									5,1							
44,5							22									4,1		
44					113	87,7								7,1	8,6			
43,5		218,8									7,6							
43																		
42,5					379,8	197,2								7,3	8,5			
42		530,2									8							
41,5																		
41					33,3	105,7								3,5	8,3			
40,5		216,9									7,6							
40																		
39,5					21,6	65,8								3,4	7,1			
39																		
38,5																		
38						R									R			

R essai sur sol remanié

	Stratigraphie	$E_{M\ moyen}$ (MPa) *	Indice hétérogénéité E_M	$p_{LM\ moyen}$ (MPa) **	Indice hétérogénéité p_{LM}
	Remblais	6,2	5,8	0,84	1,5
	Marnes Infragypseuses	21,6	2,1	2,4	0,60
	Calcaire de Saint Ouen	62,4	2,3	6,2	0,34

VIII.2 - Essais de laboratoire

Les échantillons des remblais du site testés sont de classe **GTR B_5** à **A_2** (analyse ponctuelle, non représentative en raison de l'hétérogénéité importante). Ces classes de matériaux sont sensibles à l'eau, ce qui peut très rapidement interrompre le chantier en cas d'excès de teneur en eau ou au contraire, conduire à un matériau sec, difficile à compacter. De plus, ils sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur portance faible.

Les dosages chimiques permettent d'identifier :

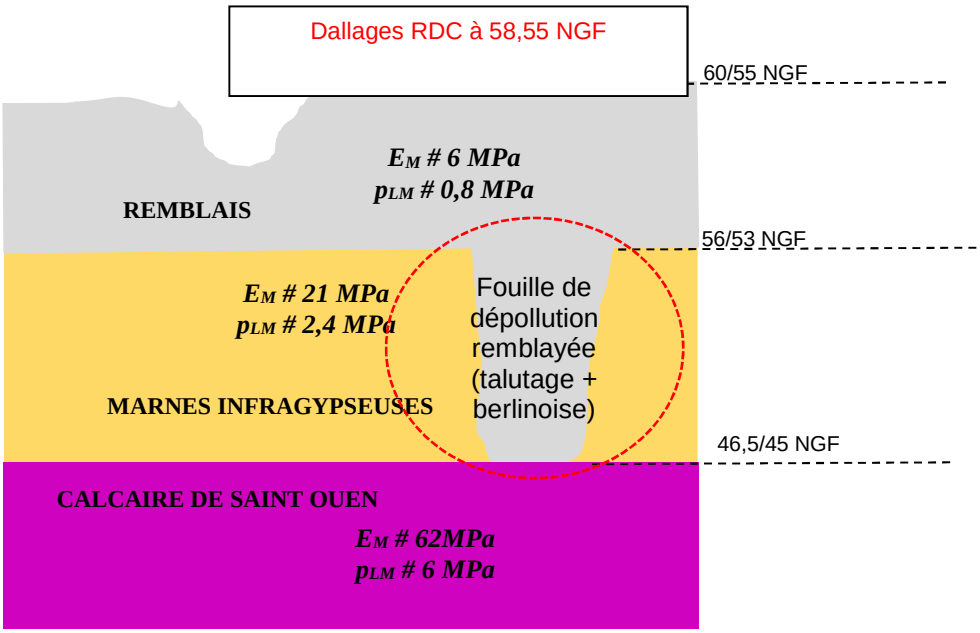
- des teneurs en sulfates élevées et proches du seuil admissible,
- des teneurs en chlorures très faibles,
- des teneurs en matière organique supérieures à 1% dans la majorité des échantillons testés (Es1, Es2, Es4, Es6, Es7 et Es8).

Les matériaux du site ne sont donc pas réutilisables en couche de forme. L'entreprise de terrassement devra donc prévoir l'apport de matériaux extérieurs sains pour la constitution des couches de forme (matériaux granulaires).

Les travaux de terrassement devront donc faire l'objet d'un plan d'assurance qualité strict.

VIII.3 - Synthèse et modèle géologique préliminaire

L'analyse des résultats permet d'estimer le modèle géologique schématique préliminaire suivant :



NB: ce modèle est schématique et n'est pas à l'échelle.

IX - SOLUTIONS D'ADAPTATION AU SOL

IX.1 - Aléas géotechniques majeurs

Compte tenu du projet et des caractéristiques géotechniques des sols, l'adaptation au sol du projet devra tenir compte des aléas et risques suivants :

- de l'épaisseur importante et l'hétérogénéité des remblais décomprimés en surface,
- présence d'anciennes fouilles de dépollution mal remblayés,
- les sols superficiels présentant des teneurs très élevées en sulfates et matières organiques, les rendant inutilisables en couche de forme.

IX.2 - Solutions d'adaptation au sol

Compte tenu des aléas précédents, les solutions suivantes peuvent être envisagées à ce stade des études AVP :

solution n°1 : semelles superficielles isolées ou filantes ancrées à partir de -1,0 m/niveaux RdC fini, dans les Remblais renforcés par inclusions rigides ou équivalent, ainsi, la contrainte admissible des sols d'ancrage sera de 0,2 MPa.

Avec cette solution le dallage pourra être coulé sur une couche de forme de 0,50 m d'épaisseur en matériaux d'apport granulaires, vérifiant une PF2qs (EV2 ≥ 80 MPa). Afin de garantir des tassements acceptables (DTU 13.3), il conviendra de renforcer localement les sols sous dallage par inclusions rigides ou équivalent.

solution n°2 : fondations profondes de type pieux ancrés dans les Marnes Infragypseuses ou le Calcaire de Saint-Ouen.

Avec cette solution, il conviendra de réaliser les niveaux RdC en dalle portée sur les pieux.

Les voiries pourront être coulées sur une couche de forme en matériaux d'apport granulaires sur 0,5 m d'épaisseur vérifiant une PF2qs.

X - ÉBAUCHE PRÉDIMENSIONNELLE DES FONDATIONS

X.1 - Prédimensionnement du renforcement de sol (solution n°1)

Les inclusions pourront être de type vibrofoncé "battus-moulés" (classe 4 - catégorie 11 selon la norme NF P 94-262). Leur dimensionnement doit être conforme aux recommandations ASIRI.

On retiendra les modèles géomécaniques synthétiques suivants pour leur dimensionnement. Ces modèles moyens ont été élaborés pour permettre un chiffrage préliminaire des travaux. Le dimensionnement détaillé sera réalisé en phase G2-PRO.

Bâtiments 2, 3 et 4											
Couches	**Cote (NGF)**	**Epaisseur ΔH_i (m)**	**γ (kN/m³)**	**ν**	**E_M (MPa)**	**E_S (MPa)**	**p_{LM} (MPa)**	**α_{pieux}**	**Courbe**	**q_{Si} (kPa)**	**k_p max**
I - Matelas de répartition sous semelle	57,55 à 57,25	0,3	20	0,2	-	30	-	-	-	-	-
II - Remblais	57,25 à 46,0	11,25	18	0,3	6*	6*	0,17*	1,2	Q_1	0*	-
III - CSO	à partir de 46,0	ΔH_3 à définir	19	0,3	60*	120*	5*	1	Q_4	119	2,3

* valeur pondérée par sécurité

Bâtiment 1											
Couches	**Cote (NGF)**	**Epaisseur ΔH_i (m)**	**γ (kN/m³)**	**ν**	**E_M (MPa)**	**E_S (MPa)**	**p_{LM} (MPa)**	**α_{pieux}**	**Courbe**	**q_{Si} (kPa)**	**k_p max**
I - Matelas de répartition sous semelle	57,55 à 57,25	0,3	20	0,2	-	30	-	-	-	-	-
II - Remblais	57,25 à 53,0	4,25	18	0,3	6*	6*	0,35*	1,2	Q_1	0*	-
III - MIG peu compacts	53,0 à 50	3	19	0,3	20*	40*	1,5*	1	Q_4	90	-
IV - SB compacts	50 à 46,0	4	19	0,3	20*	40*	3*	1	Q_4	103	2,3
V - CSO	à partir de 46,0	ΔH_5 à définir	19	0,3	60*	120*	5*	1	Q_4	119	2,3

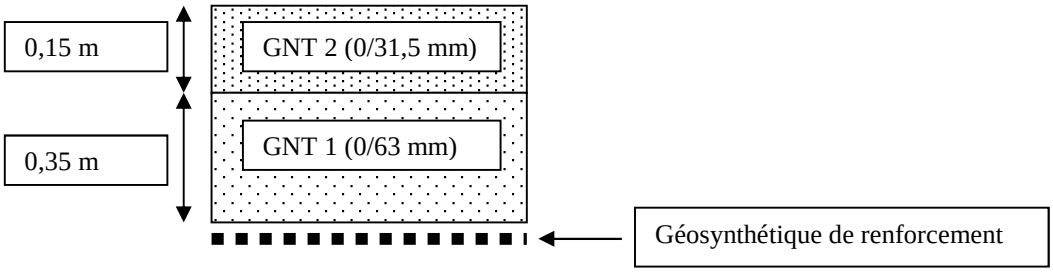
* valeur pondérée par sécurité

X.2 - Fondation dallage (solution n°1)

Couche de forme

On privilégiera une solution de couche de forme en matériaux d'apport granulaire pour éviter le problème lié aux sols en place impropres au traitement.

La couche de forme sera constituée au minimum par :



Tassements

Les tassements sont calculés à partir de la méthode semi-empirique pressiométrique selon l'annexe H de la norme NF P 94-261 :

$$s_f = s_c + s_d$$

s_f = tassement final à échéance de 10 ans
s_c = tassement de consolidation (dû aux déformations volumétriques)
s_d = tassement déviatorique (dû aux déformations de cisaillement)

$$s_f = [\alpha\ (q' - \sigma'_{v0})\ \lambda_c\ B\ /\ (9\ E_c)] + [2\ (q' - \sigma'_{v0})\ B_0\ (\lambda_d\ B_0\ /\ B)^{\alpha}\ /\ (9\ E_d)]$$

Où :

α = coefficient rhéologique
q' = contrainte moyenne appliquée au sol par la fondation = contrainte de service
σ'_{v0} = contrainte verticale effective au niveau de la fondation
B = largeur de la fondation
B_0 = 0,6 m
E_c E_d = modules pressiométriques Ménard dans les zones correspondantes
λ_c λ_d = coefficients de forme

Les tassements du dallage ont été calculés en tenant compte du poids de terres additionné ou retiré de la surcharge d'exploitation (30 kN/m²) :

Sondage	S1	S2Pz	S3	S5	S7	S8	S9
Cote du TN (NGF)	58,5	55,3	59,2	59,0	58,9	60,0	59,3
Épaisseur de remblai/déblai (m)	0	+3,25	+ 0,7	-0,5	- 0,4	-1,5	- 0,8
Tassement du dallage chargé à 30 kN/m² (cm)	3,6	2,1	1,2	7,3	2,0	0,1	1,0

Les tassements du dallage seront localement très élevés, de l'ordre de :

$$0{,}1 \leq s_{dallage} \leq 7{,}3 \text{ cm}$$

Les valeurs de tassements trop élevées sont localisées dans la partie Est du projet (emprise de l'ancienne fouille de dépollution + zone du sondage S1)

Ces valeurs étant trop élevées pour ce type de projet, il conviendra donc de renforcer les sols sous dallage dans ces zones par inclusions rigides ou équivalent.

La délimitation précise de ces zones devra être réalisée en phase PRO ainsi que les calculs détaillés des tassements , en fonction des descentes de charges.

<u>Renforcement sous dallage</u>

Les inclusions pourront être de type vibrofoncé "battus-moulés" (classe 4 - catégorie 11 selon la norme NF P 94-262). Leur dimensionnement doit être conforme aux recommandations ASIRI.

On retiendra le modèles géomécanique synthétique suivant pour leur dimensionnement. Ce modèle moyen a été élaboré pour permettre un chiffrage préliminaire des travaux. Le dimensionnement détaillé sera réalisé en phase G2-PRO.

Couches	Cote (NGF)	Epaisseur ΔH_i (m)	γ (kN/m³)	ν	E_M (MPa)	E_S (MPa)	p_{LM} (MPa)	α_{pieux}	Courbe	q_{Si} (kPa)	k_p
I - Couche de forme	58,55 à 58,05	0,45	20	0,2	-	50	-	-	-	-	-
II - Remblais	57,25 à 46,0	11,25	18	0,3	6*	6*	0,17*	1,2	Q_1	0*	-
III - CSO	à partir de 46,0	ΔH_3 à définir	19	0,3	60*	120*	5*	1	Q_4	119	2,3

* valeur pondérée par sécurité

X.2 - Prédimensionnement des pieux (solution n°2)

Les pieux seront de type foré à la tarière creuse "FTC ou FTCD" (classe 2, catégorie 6 selon la norme NF 94-262), et ancrés dans les Sables de Beauchamp.

Leur dimensionnement devra être réalisé selon la norme NF P 94-262 d'application de l'EUROCODE 7.

On retiendra le modèle géomécanique synthétique suivant pour leur dimensionnement. Ce modèle moyen a été élaboré pour permettre un chiffrage préliminaire des travaux. Le dimensionnement détaillé sera réalisé en phase G2-PRO.

Le dimensionnement des pieux devra être réalisé lors de la phase PRO de la mission G2, lorsque les caractéristiques définitives du projet seront connues.

PIEUX FTC - tarière creuse - bâtiments 2, 3 et 4										
Couches	**Cote NGF**	**E_M (MPa)**	**E_S (MPa**	**p_{LM} (MPa)**	**α_{pieux}**	**Courbe**	**Epaisseur ΔH_i (m)**	**q_S (kPa)**	**k_p max**	**q_b (MPa)**
I - Remblais	57,55 à 46	6*	6*	0,17*	1,5	Q_1	11,55	0*	-	-
II - CSO	à partir de 46,0	60*	120*	5,0*	1,6	Q_4	ΔH_2 à définir	191	1,6	8

* valeur pondérée par sécurité
La tête des pieux a été prise à 57,55 NGF.

PIEUX FTC - tarière creuse - bâtiment 1										
Couches	**Cote NGF**	**E_M (MPa)**	**E_S (MPa**	**p_{LM} (MPa)**	**α_{pieux}**	**Courbe**	**Epaisseur ΔH_i (m)**	**q_S (kPa)**	**k_p max**	**q_b (MPa)**
I - Remblais	57,55 à 53,0	6*	6*	0,35*	1,5	Q_1	4,55	0*	-	-
II - MIG peu compactes	53,0 à 50	20*	40*	1,5*	1,6	Q_4	3,0	145	-	-
III - MIG compactes	50 à 46,0	20*	40*	3*	1,6	Q_4	4,0	166	1,6	4,8
IV - CSO	à partir de 46,0	60*	120*	5*	1,6	Q_4	ΔH_4 à définir	191	1,6	8

* valeur pondérée par sécurité
La tête des pieux a été prise à 57,55 NGF.

XI - PRINCIPES DE CONSTRUCTION GÉNÉRAUX

Les paragraphes suivants présentent quelques dispositions constructives générales au regard des aléas majeurs identifiés, qu'il conviendra d'affiner, compléter et adapter en phase G2-PRO lorsque le projet sera complètement défini.

XI.1 - Généralités

Les travaux se feront dans des matériaux argileux et des remblais divers en surface pouvant être sensibles à la pluie et aux sollicitations mécaniques des engins. Il sera donc indispensable de réaliser ces travaux par temps sec.

XI.2 - Déboisage, débroussaillage, décapage et purges

L'entreprise devra procéder aux travaux préparatoires suivants :

- déboisage et dessouchage soigné des arbustes au droit du projet. Toutes les racines rencontrées devront être intégralement purgées. Les vides occasionnés par le dessouchage devront être comblés avec un matériau d'apport granulaire,
- remblaiement des zones purgées avec un matériau d'apport granulaire. Une méthodologie précise des travaux de purges/remblais devra être présentée par l'entreprise de terrassement et validée par notre BE (mission G4).
- réalisation, contradictoirement avec notre BE, d'une inspection des arases décapées.

Après décapage et compte tenu des teneurs en eau mesurées, on se placera dans le cadre d'une arase AR1 - PST N°2 ou N°1, selon l'état hydrique des sols au moment des travaux.

XI.3 - Réutilisation des matériaux du site - matériaux d'apports

Les matériaux du site ne sont pas réutilisables en couche de forme au vu des résultats des analyses chimiques. Des matériaux d'apport seront donc nécessaires pour la constitution des couches de forme, de type GNT1 et GNT2. Ils devront nous être soumis pour vérification.

En revanche, on pourra réutiliser les remblais marneux superficiels pour une mise à niveau de la PST au droit de la zone basse du bassin à remblayer.

L'entreprise devra donc nous consulter pour valider sa méthodologie de terrassement et devra procéder à des analyses en laboratoire avant le démarrage des travaux, avec des essais appropriés. Le PAQ de l'entreprise ainsi que les résultats des essais réalisés devront nous être soumis pour approbation.

XI.4 - Zones basses en remblai (bassin existant)

Au vu de la cote altimétrique actuelle du projet, presque l'intégralité du terrain sera en déblai sauf au niveau du bassin existant qui devra être remblayé sous bâtiment. Les arases feront donc l'objet d'un compactage soigné au pied de mouton puis au compacteur à bille lisse sans vibrations, avant la mise en place des remblais.

L'arase décapée ainsi préparée devra présenter les critères suivants :

Kwestergaard > 30 MPa/m
$EV_2 \geq 35$ MPa
$EV_2/EV_1 < 2,2$
Qualité q_4 et 95 % de l'OPN

Ensuite, les remblais seront mis en place par couches minces, traitées à la chaux si nécessaire et vérifiant les critères suivants sur chaque couche :

Kw ≥ 40 MPa/m
$EV_2 \geq 50$ MPa
$EV_2/EV_1 < 2,0$
Qualité q_3 et 98,5 % de l'OPN

XI.5 - Plate-forme de travail

Pour la réalisation des fondations spéciales, une plate-forme de travail devra être mise en place, constituée d'une couche de grave GNT1 de 0,3 m d'épaisseur soigneusement compactée sur un géosynthétique de renforcement pour garantir une PF_2 (EV_2 >50 MPa).

La méthodologie de conception de la plate-forme de travail devra être validée par les entreprises de fondations spéciales et gros œuvre selon les recommandations du SOFFONS (étude d'exécution - mission G3).

XI.6 - Pieux (solution 2)

Si cette solution est adoptée, les pieux seront de type foré à la tarière creuse "FTC ou FTCD" (classe 2, catégorie 6 selon la norme NF 94-262), et ancrés dans les Marnes infragypseuses ou le Calcaire de Saint-Ouen compacts. *Les moyens devront être adaptés au risque de blocs (trépanage, carottage, outils et puissance des engins adaptés).*

La conception des pieux devra respecter la norme NF P 94-262 et leur exécution sera conforme à la norme NF EN 1536 "Exécution des travaux géotechniques spéciaux - pieux".

Les travaux devront être confiés à une entreprise spécialisée qui possède les qualifications professionnelles correspondantes, et un matériel adapté (pieux de gros diamètre). Elle devra effectuer une étude d'exécution et établir un PAQ soigné avant le début des travaux afin de justifier :

- le diamètre et la position des pieux,
- la procédure d'exécution des pieux,
- le nombre et type d'essais de contrôle.

Un dossier de récolement devra être fourni au maître d'œuvre pour la réception des travaux (mission G4 - AOR).

XI.7 - Dalle RDC (solution 2)

Si la solution des pieux est retenue et afin de s'affranchir du renforcement de sol sous dallage, il conviendra de réaliser un plancher porté sur les pieux.

XI.8 - Inclusions rigides (solution 1)

L'exécution des inclusions rigides sera confiée à une entreprise spécialisée possédant les qualifications professionnelles correspondantes, et justifiant d'une expérience reconnue pour des chantiers similaires. *Les moyens devront être adaptés au risque de blocs (trépanage, carottage, outils et puissance des engins adaptés).*

La conception, l'exécution et le contrôle de ces travaux devront être conformes aux recommandations ASIRI (inclusions rigides).

Les inclusions ou colonnes ballastées sous fondations et sous dallages seront réalisées selon un diamètre et un maillage prédéfinis et calculés par l'entreprise et sous le contrôle de notre BE en fonction des descentes de charges sur les fondations.

Dans le cas d'inclusions rigides, un matelas de répartition granulaire devra être mis en œuvre entre la tête des inclusions et la sous-face des semelles. De plus, les inclusions devront être arasées dans le béton frais (moins de 24 h).

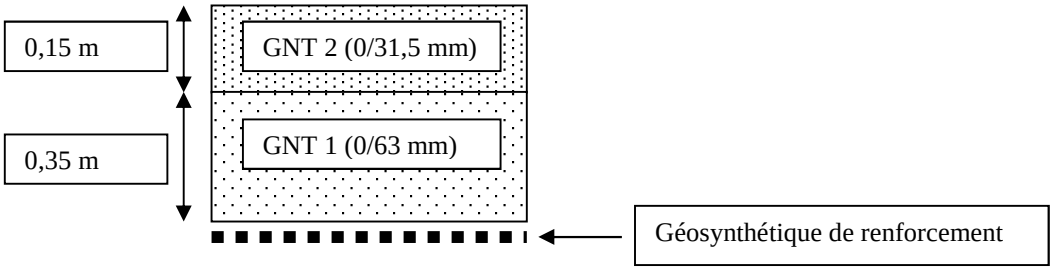
Les spécifications détaillées concernant les travaux et les contrôles à mettre en œuvre seront édictées en phase G2 - PRO.

La note de calcul devra être soumise à notre BE 15 jours avant le début des travaux pour visa (mission G4).

XI.9 - Couche de forme

On privilégiera une solution de couche de forme en matériaux d'apport granulaire pour éviter le problème lié aux sols en place très riches en sulfates.

La couche de forme sera constituée au minimum par :



Le compactage et la mise en œuvre devront permettre d'obtenir les critères suivants :

Kw ≥ 70 MPa/m
EV_2 > 80 MPa
Qualité q_3 et 98,5% de l'O.P.N.

Les densités in-situ seront contrôlées par l'entreprise au moyen d'essais au Panda et à la plaque sous le contrôle de notre BE.

Ces valeurs devront également être obtenues sur le remblai au-dessus des massifs de fondation, et contrôlées avant le coulage du dallage.

XI.10 - Fouilles et fondations

Les fouilles des fondations seront ouvertes dans les Remblais renforcés, à partir de -1,0 m/niveau dallage fini, soit à partir de 57,5 NGF.

Un matelas de répartition granulaire (ASIRI) devra être mis en place en fond de fouille sur une épaisseur minimale de 0,3 m, avec compactage soigné. Un recepage soigné des têtes d'inclusions devra être effectué avant la mise en place du matelas (de préférence dans le béton frais).

On veillera à respecter la règle des 2H > 3V pour les différences de fondations, où H est la distance horizontale entre les fondations et V la distance verticale entre les arêtes les plus proches.

Le BE Structures devra dimensionner les semelles selon les règles de l'art.

Les fonds de fouilles seront nettoyés pour évacuer les sols remaniés, et un béton de propreté sera coulé immédiatement après.

XI.11 - Reconstitution de la plate-forme

Nous attirons l'attention des entreprises sur la reconstitution de la plate-forme avant le coulage du dallage. Cette opération devra être particulièrement soignée au droit des remblaiements :

- en pied de poteau,
- en pied de mur,
- derrière les voiles de quai.

La procédure à mettre en place pour la réception de la plate-forme avant le coulage du dallage devra être soigneusement organisée, avec :

1) mise hors d'eau de la plate-forme,

2) évacuation de la cellule par toutes les entreprises,

3) nettoyage et reprofilage par l'entreprise de terrassement,

4) purge de toutes les zones faibles, sols saturés et remaniés et reprise à l'aide d'une grave auto-compactable au déversement jusqu'à -0,4 m/niveau terrassement fini puis d'une GNT1,

5) reconstitution de la plate-forme en pied de poteau et en pied de mur, selon la même procédure,

6) contrôle interne par passage du camion chargé (méthode du "corbillard") puis essais à la plaque, soit 1 essai pour 500 m² au minimum, avec essais en pied de poteau, en pied de mur et derrière les voiles de quai,

7) dès que 100% des contrôles internes sont supérieurs aux critères, campagne de contrôle extérieur par notre BE, avec passage du camion en charge et essais à la plaque devant vérifier :

Kw > 70 MPa/m
EV_2 > 80 MPa
qualité q3 et 98,5% de l'OPN

XI.12 - Dallage

Une fois la réception des plates-formes terminée, le dallage sera coulé selon le dimensionnement du BE Béton qui prendra en compte les éventuelles charges sur dallage. Les modules élastiques devront être calculés lors de la phase PRO de la mission G2 en veillant à prendre en compte pour les zones renforcées des moments complémentaires générés dans le dallage par les inclusions.

XI.13 - Voiries lourdes et légères

La couche de forme des voiries lourdes sera réalisée en matériaux d'apport granulaires (similaire à celle du bâtiment), vérifiant :

EV_2 > 80 MPa (PF2^{qs})

Pour les couches de fondation et de roulement, on préférera adopter des constitutions de type GB + BB, plus souples que les couches de grave-ciment. Ces structures seront dimensionnées selon la norme NF P 98-086 et vérifiées par l'entreprise de terrassement sur le programme ALIZÉ et modifiées si nécessaire au regard du trafic, de la progression du trafic, de la durée de vie, de l'indice de risque et de la mise hors-gel. **Ces 5 paramètres doivent être définis par le maître d'ouvrage.**

Pour les voiries légères, une couche de forme en matériaux du site traité sur 0,35 m d'épaisseur sera suffisante, permettant d'assurer une PF2 (EV_2 > 50 MPa). On pourra placer une couche de béton bitumineux de 0,06 m d'épaisseur, à valider par l'entreprise.

XI.14 - Béton et mortiers

Les bétons et mortiers utilisés devront être résistants à l'agressivité des eaux vis-à-vis des sulfates et chlorures. L'entreprise de fondation devra impérativement utiliser un béton de type X_{A3} (voir norme NF 206).

XII - CATÉGORIE GÉOTECHNIQUE

La justification d'un ouvrage du point de vue de la géotechnique s'appuie sur les conclusions de la reconnaissance du site, comportant les cas des études géologiques, des sondages et essais en place, des prélèvements et essais de laboratoire. L'importance de cette reconnaissance géotechnique et les méthodes de justification utilisées dépendent non seulement de la nature de l'ouvrage et des terrains (sols ou roches) rencontrés sur le site, mais aussi de l'importance de l'ouvrage.

Dans le cas présent le projet est classé catégorie géotechnique 2, qui comprend les types classiques d'ouvrages et de fondations qui ne présentent pas de risques anormaux ou des conditions de terrain et de chargement inhabituelles ou exceptionnellement difficiles. Pour ces ouvrages, des reconnaissances géotechniques quantitatives et des calculs de justification sont nécessaires, mais avec des procédures de routine tant pour les essais que pour les calculs, ce qui a été réalisé.

Le projet est classé en catégorie d'importance II.

XIII - MÉTHODE OBSERVATIONNELLE

La méthode observationnelle, ou dimensionnement interactif des ouvrages, est une approche pertinente qui permet, dans les contextes délicats, d'aboutir à des ouvrages qui ne sont pas inutilement surdimensionnés et coûteux, sans concession sur les objectifs visés de sécurité et de comportement.

Elle constitue une approche originale permettant d'adapter et d'optimiser les ouvrages en fonction des observations réalisées sur leur comportement lors de la construction, elle est plutôt adaptée aux ouvrages complexes (tunnels, grande excavation, fondations d'ouvrages complexes, barrage, etc.).

Dans le cas présent, la méthode observationnelle pourra être adaptée pour la zone de renforcement de sol sous dallage. En effet, elle permettrait de faire un zoning exact des zones à renforcer sous dallage.

XIV - POINTS EN SUSPENS - LIMITES DE LA MISSION

Les principales incertitudes et aléas géotechniques du site qui subsistent à ce stade d'avancement des missions d'ingénierie géotechnique concernent :

- la solution de fondation choisie,
- le zoning précis des zones à renforcer sous dallage,
- les descentes de charges réelles du projet,
- les critères de dimensionnement des voiries lourdes.

Nous rappelons que cette mission s'inscrit dans le cadre de l'étude d'avant-projet, équivalente à la phase APD. Une étude de projet (mission G2-PRO) devra être impérativement réalisée en phase PRO, notamment pour :

- définir les méthodes d'exécution des ouvrages spécifiques,
- justifier le dimensionnement de ces ouvrages,
- évaluer les quantités, délais, coûts,
- évaluer les incertitudes associées et apprécier les risques géotechniques correspondants.

Toute modification du projet, ou élément nouveau découvert lors de la réalisation, devront être portés à notre connaissance afin que nous puissions réadapter si nécessaire nos conclusions et recommandations.

XV - CONCLUSION

La phase avant-projet de l'étude géotechnique de conception réalisée à la demande et pour le compte de d'ALSEI sur un terrain situé, chemin Latéral à ROMMAINVILLE (93), a permis d'identifier la présence de Remblais recouvrant les Marnes Infragypseuses puis le Calcaire de Saint-Ouen.

Les aléas géotechniques majeurs du site étudié sont :

- l'épaisseur importante et l'hétérogénéité des remblais décomprimés en surface,
- la présence d'anciennes fouilles de dépollution mal remblayées,
- les sols superficiels présentant des teneurs très élevées en sulfates et matières organiques, les rendant inutilisables en couche de forme.

Les résultats des investigations et la nature du projet permettent d'envisager les solutions suivantes :

solution n°1 : semelles superficielles isolées ou filantes ancrées à partir de -1,0 m/niveaux RdC fini, dans les Remblais renforcés par inclusions rigides ou équivalent, ainsi, la contrainte admissible des sols d'ancrage sera de 0,2 MPa.

Avec cette solution le dallage pourra être coulé sur une couche de forme de 0,50 m d'épaisseur en matériaux d'apport granulaires, vérifiant une PF2qs (EV2 ≥ 80 MPa). Afin de garantir des tassements acceptables (DTU 13.3), il conviendra de renforcer localement les sols sous dallage par inclusions rigides ou équivalent.

solution n°2 : fondations profondes de type pieux ancrés dans les Marnes Infragypseuses ou le Calcaire de Saint-Ouen.

Avec cette solution, il conviendra de réaliser les niveaux RdC en dalle portée sur les pieux.

Les voiries pourront être coulées sur une couche de forme en matériaux d'apport granulaires sur 0,5 m d'épaisseur vérifiant une PF2qs.

Les bétons et mortiers utilisés devront être résistants à l'agressivité des eaux et des sols vis-à-vis des sulfates et chlorures.

Nous attirons l'attention d'ALSEI sur la nécessité de consulter notre BE pour la phase PRO de la mission G2 une fois le projet totalement défini, puis pour la phase de contrôle d'exécution des ouvrages géotechniques (mission G4) et sur les préconisations édictées dans ce rapport.

Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage pour tout renseignement complémentaire qu'il pourrait souhaiter.

Fait à SAINT-RÉMY-LÈS-CHEVREUSE, le 25 août 2017

Ingénieur chargé de l'étude

Directeur

ACCOTEC
DOMAINE SAINT PAUL
102 route de Limours
Bât. A6 - BAL60007
78470 SAINT RÉMY-LÈS-CHEVREUSE
Tél. 01 30 85 25 45

Merzouk KAHIL

Thomas SIMONNOT

ANNEXE N°1

_____

93230 ROMAINVILLE

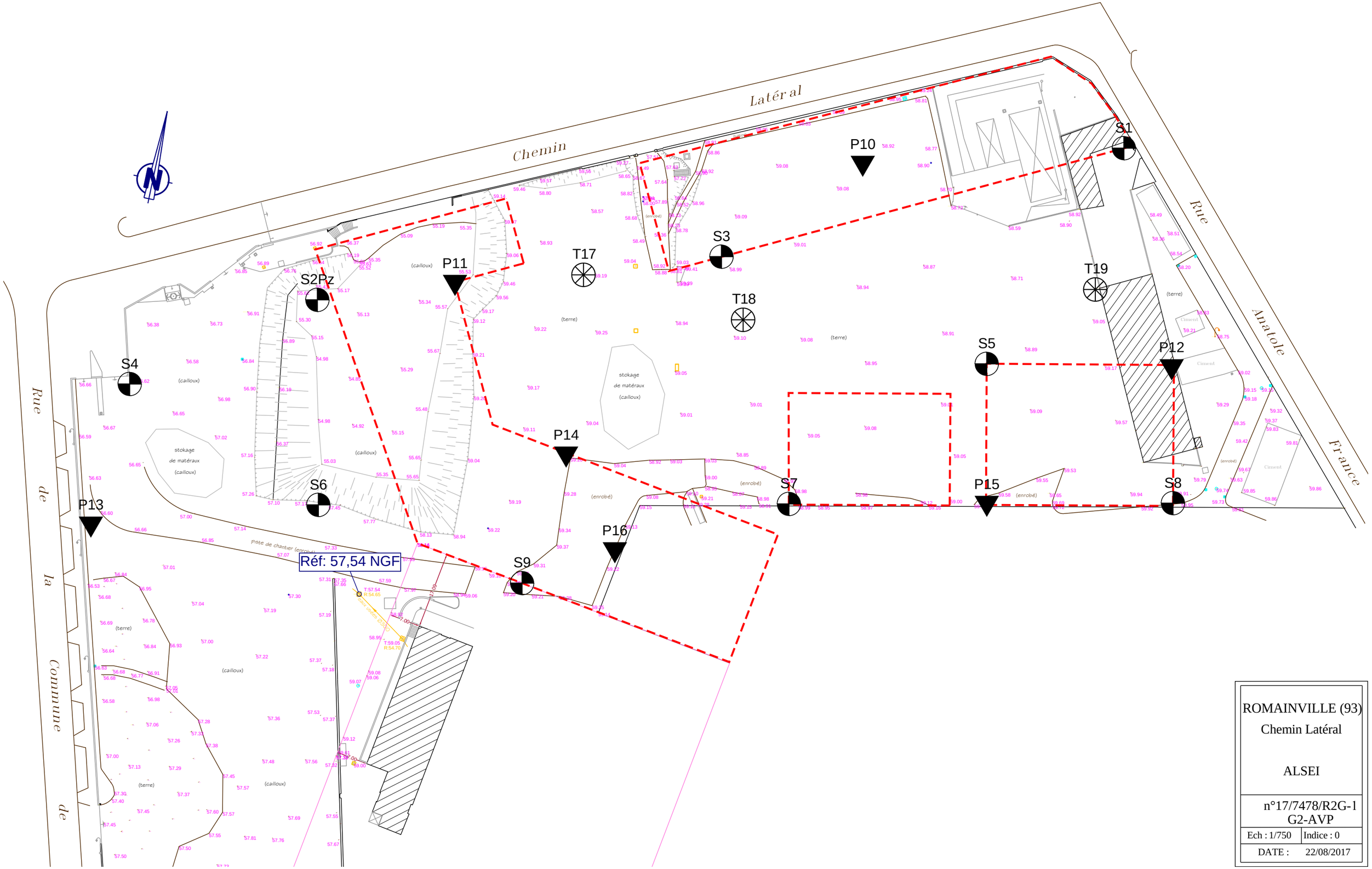
Chemin latéral - ZAC de l'Horloge

_____

Plans et sondages

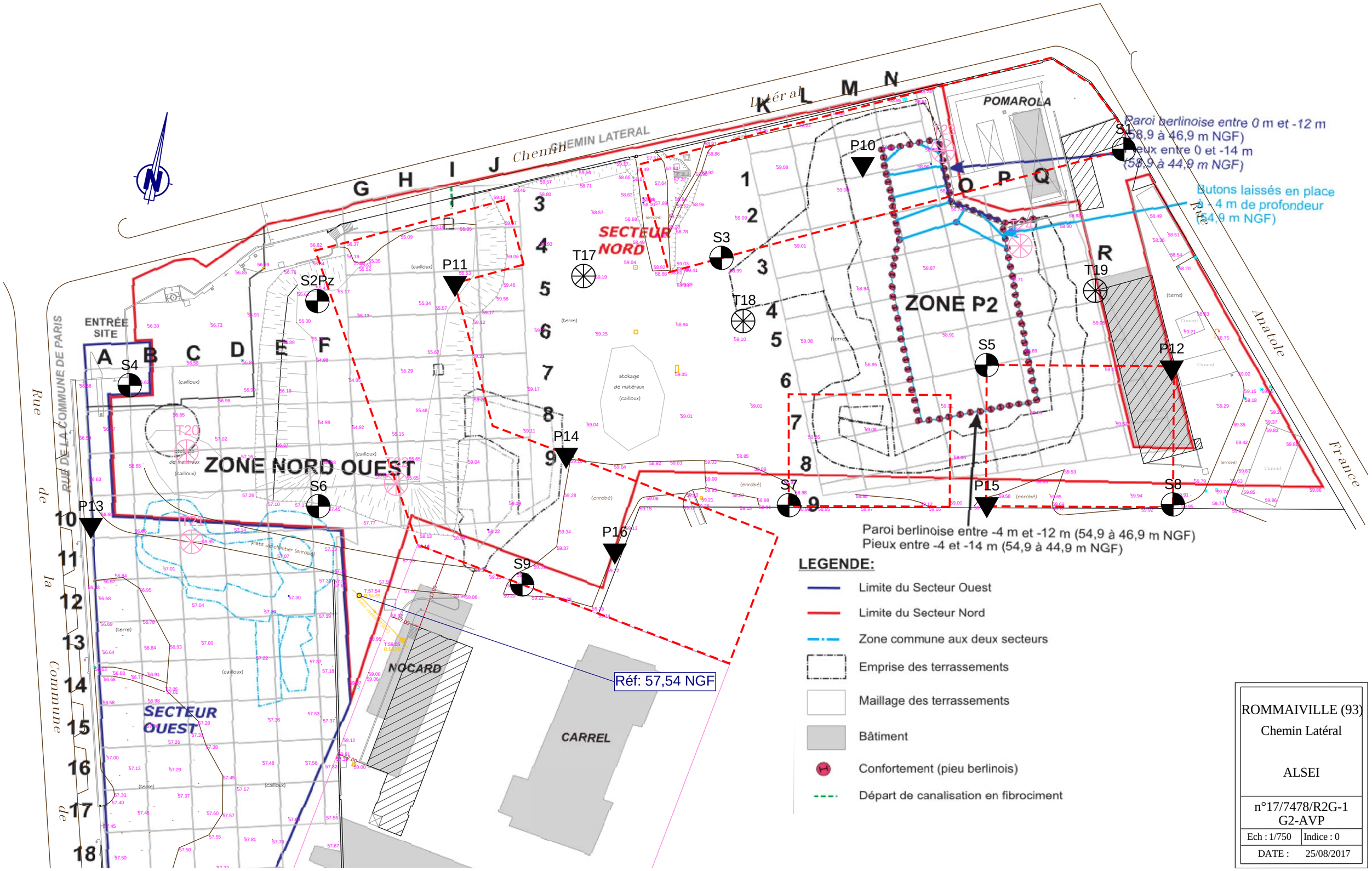
_____

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES



ROMAINVILLE (93) Chemin Latéral ALSEI	
n°17/7478/R2G-1 G2-AVP	
Ech : 1/750	Indice : 0
DATE :	22/08/2017

SUPERPOSITION PROJET ET FOUILLES DE DEPOLLUTION



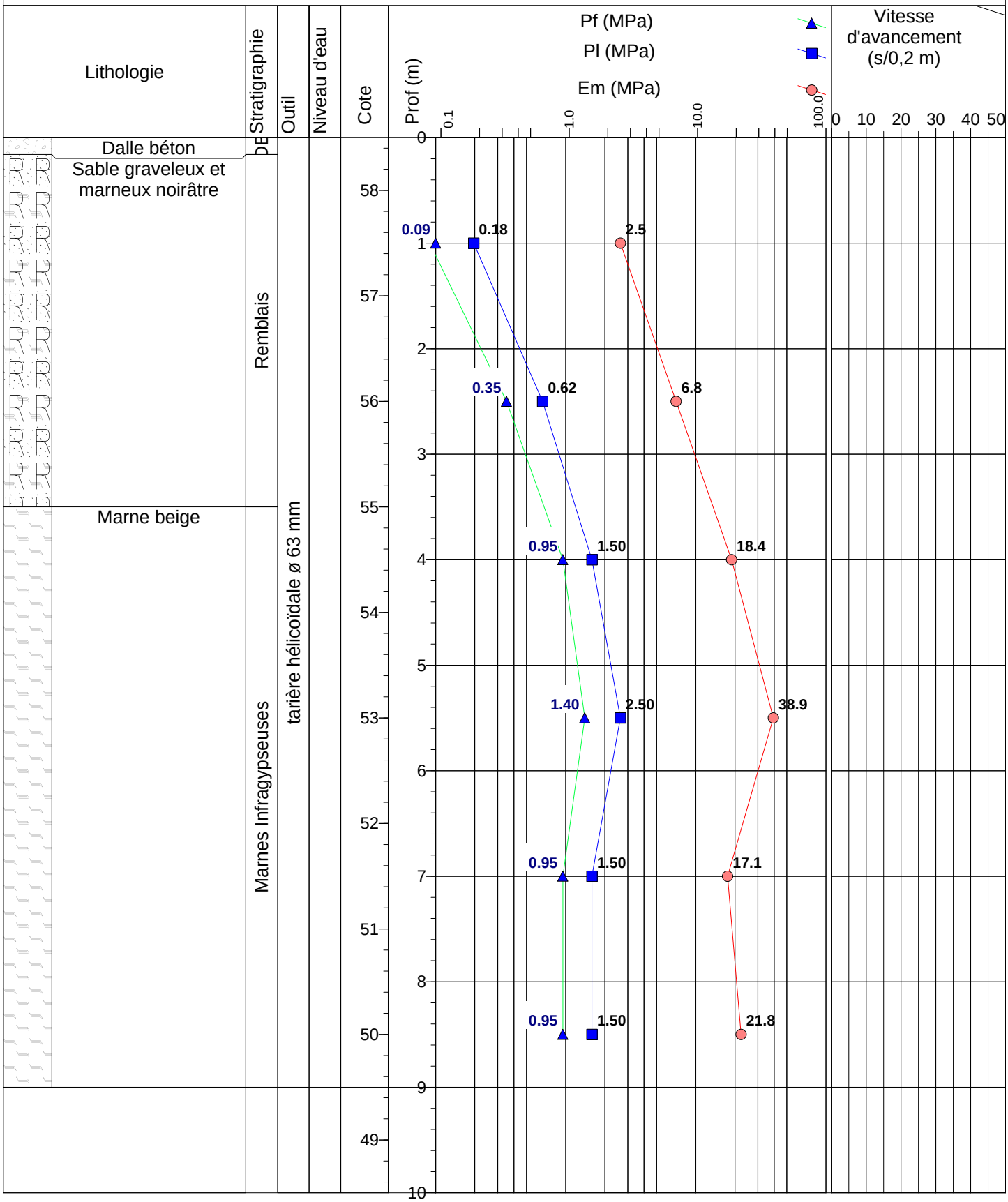
ROMMAIVILLE (93)
Chemin Latéral

ALSEI

n°17/7478/R2G-1
G2-AVP

Ech : 1/750	Indice : 0
DATE :	25/08/2017

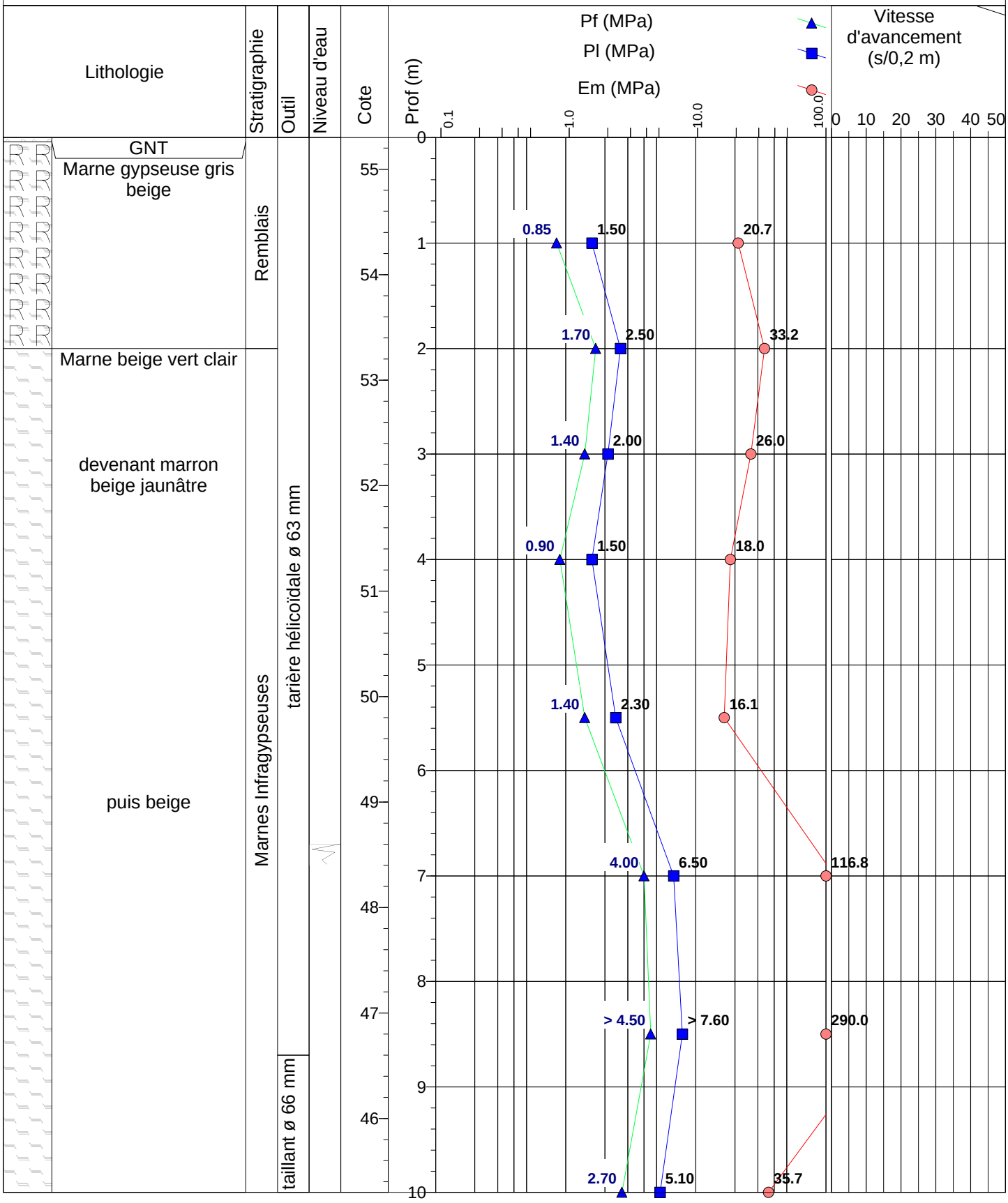
Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S1**
		Date :	**20/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**9.00**
		Cote N.G.F. :	**58,5**



Niveau d'eau : sec

Commentaires :

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S2Pz**
		Date :	**18/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**15.00**
		Cote N.G.F. :	**55,3**

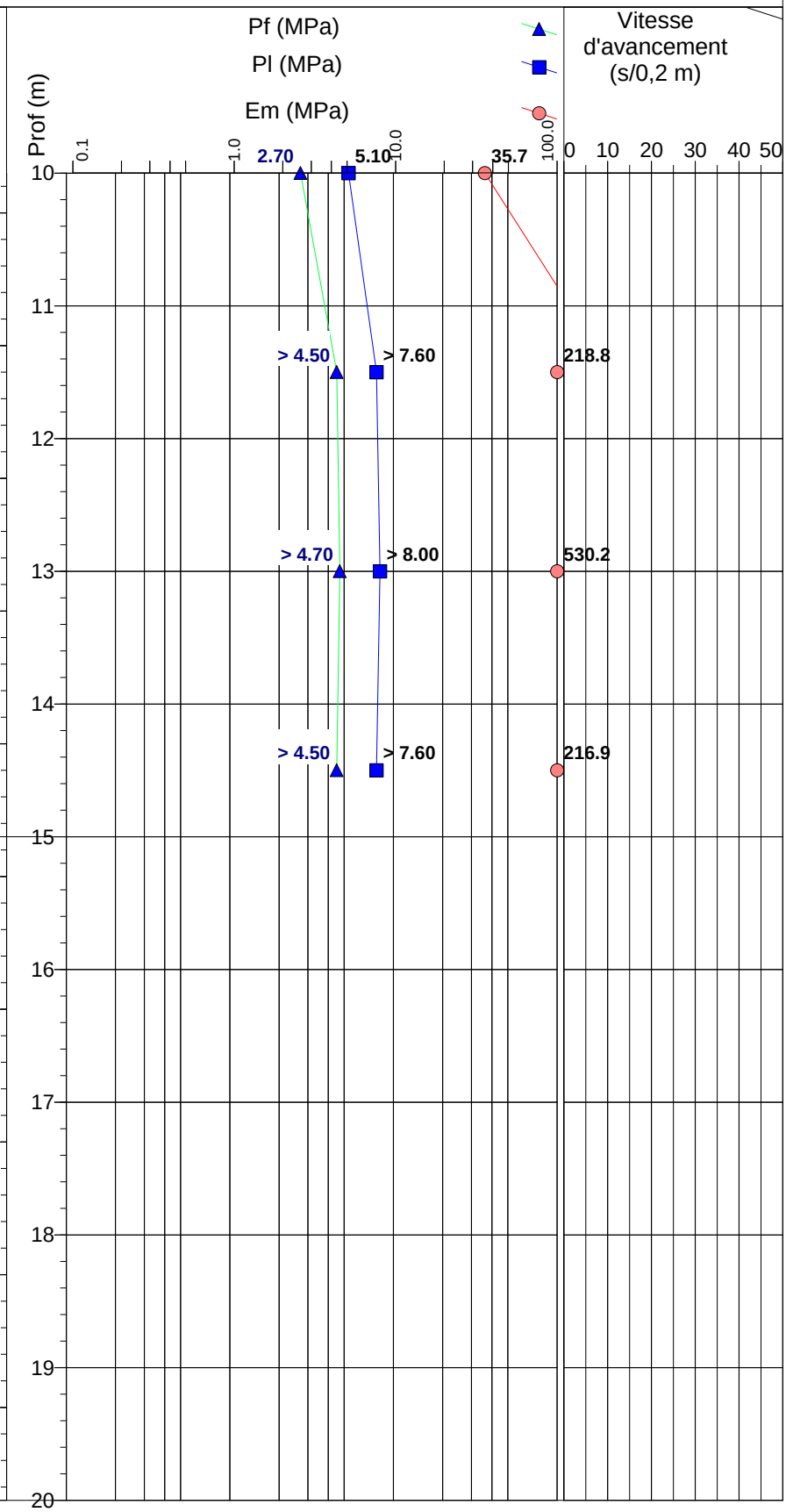


Niveau d'eau : -6,7 m/TN

Commentaires : installation d'un tube piézométrique jusqu'à -14,0 m/TN...

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S2Pz**
		Date :	**18/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**15.00**
		Cote N.G.F. :	**55,3**

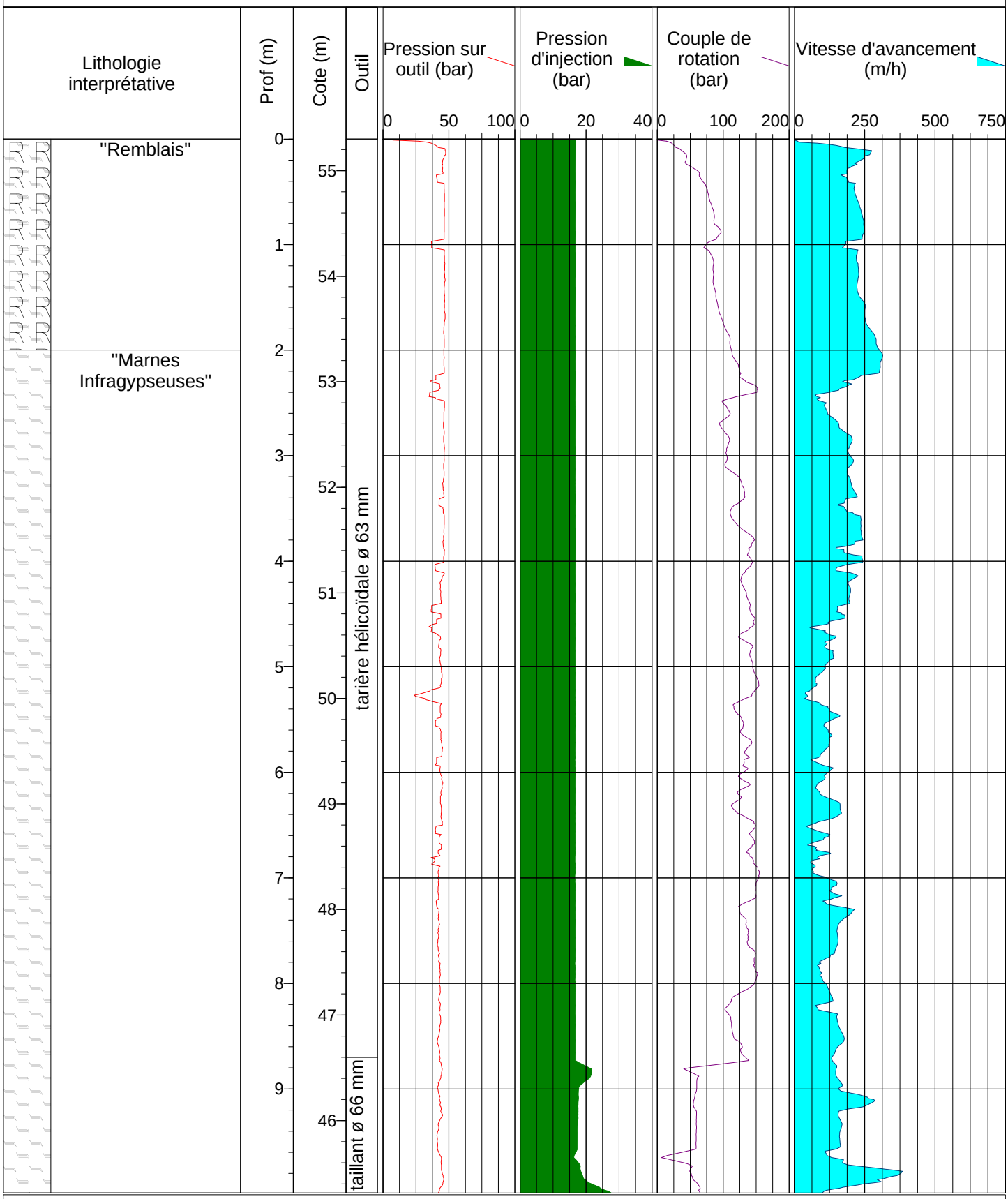
Lithologie	Stratigraphie	Outil	Niveau d'eau
Marne beige rosé	Calcaire de Saint-Ouen	taillant ø 66 mm + injection	



Niveau d'eau : -6,7 m/TN

Commentaires : installation d'un tube piézométrique jusqu'à -14,0 m/TN...

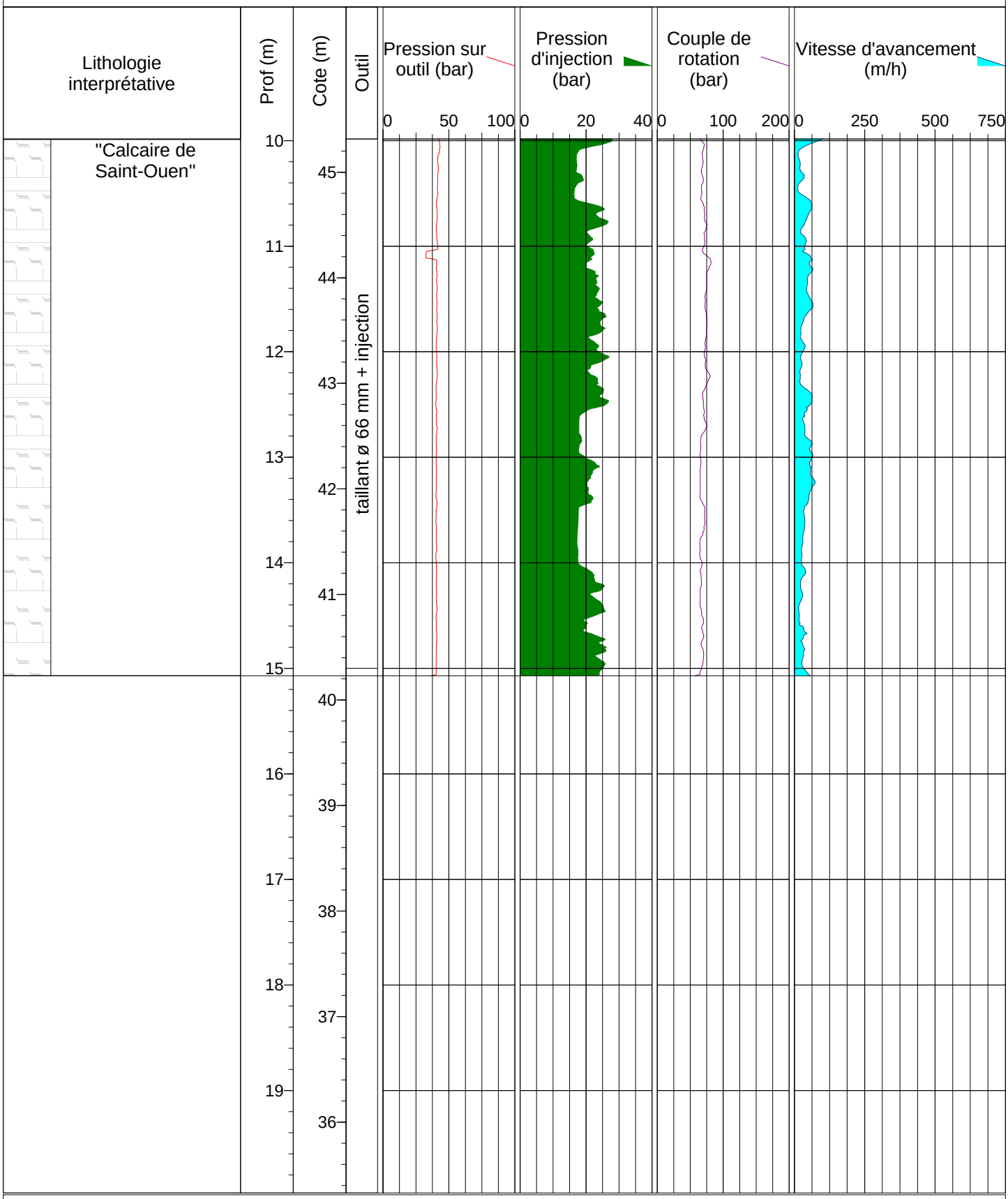
Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S2Pz**
		Date :	**18/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**15.07**
		Cote N.G.F. :	**55,3**



Niveau d'eau : -6,7 m/TN

Commentaires : installation d'un tube piézométrique jusqu'à -14,0 m/TN...

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S2Pz**
		Date :	**18/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**15.07**
		Cote N.G.F. :	**55,3**

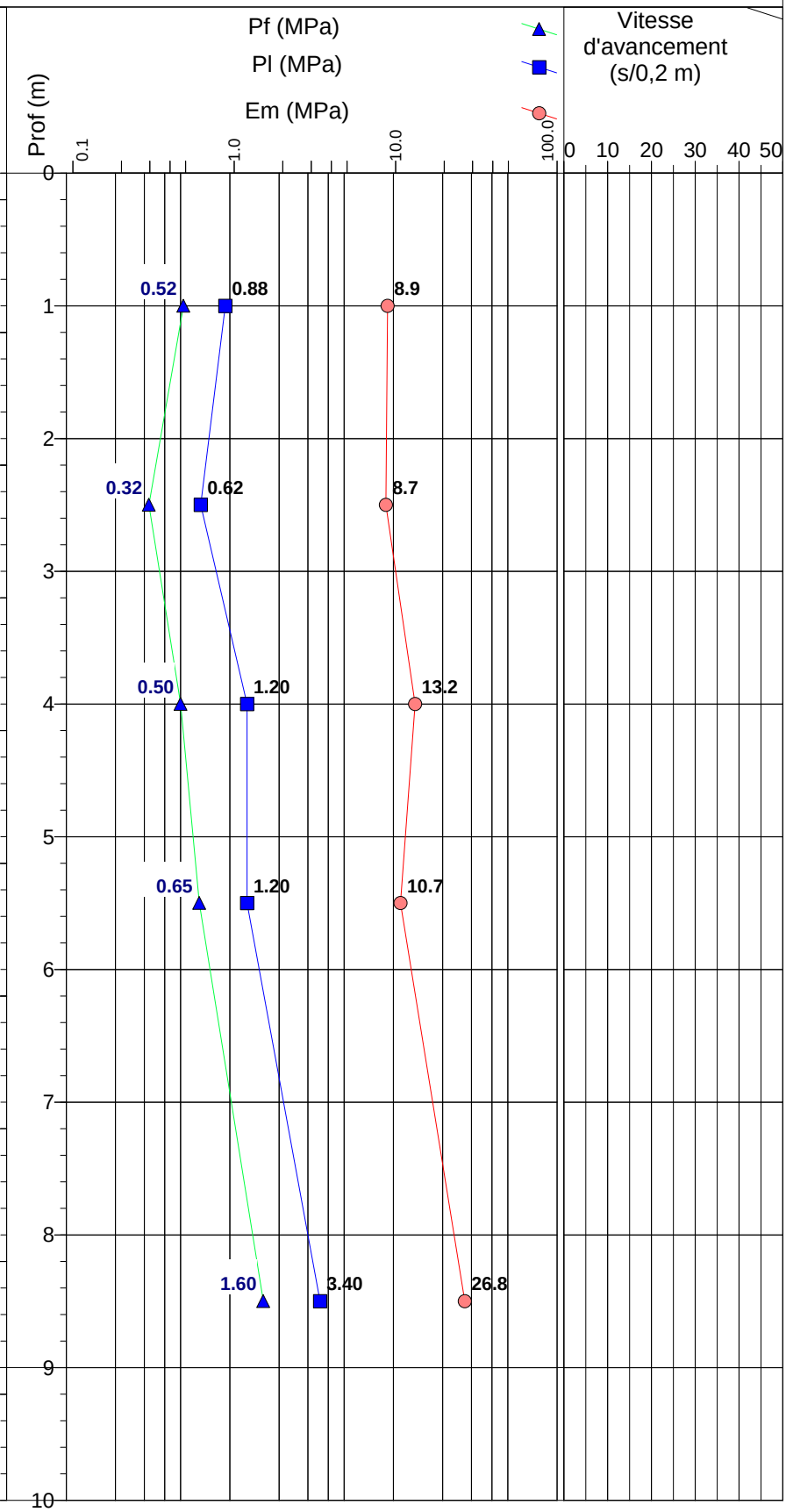


Niveau d'eau : -6,7 m/TN

Commentaires : installation d'un tube piézométrique jusqu'à -14,0 m/TN...

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S3**
		Date :	**21/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**9.00**
		Cote N.G.F. :	**59,2**

Lithologie	Stratigraphie	Outil	Niveau d'eau	Cote
GNT Sable marneux et graveleux gris avec débris divers devenant marron	Remblais	tarière hélicoïdale ø 63 mm		59 – 58 – 57
Marne marron devenant marron beige Essai sur sol remanié à -7 m/TN	Marnes Infragypseuses			56 – 55 – 54 – 53 – 52 – 51 – 50

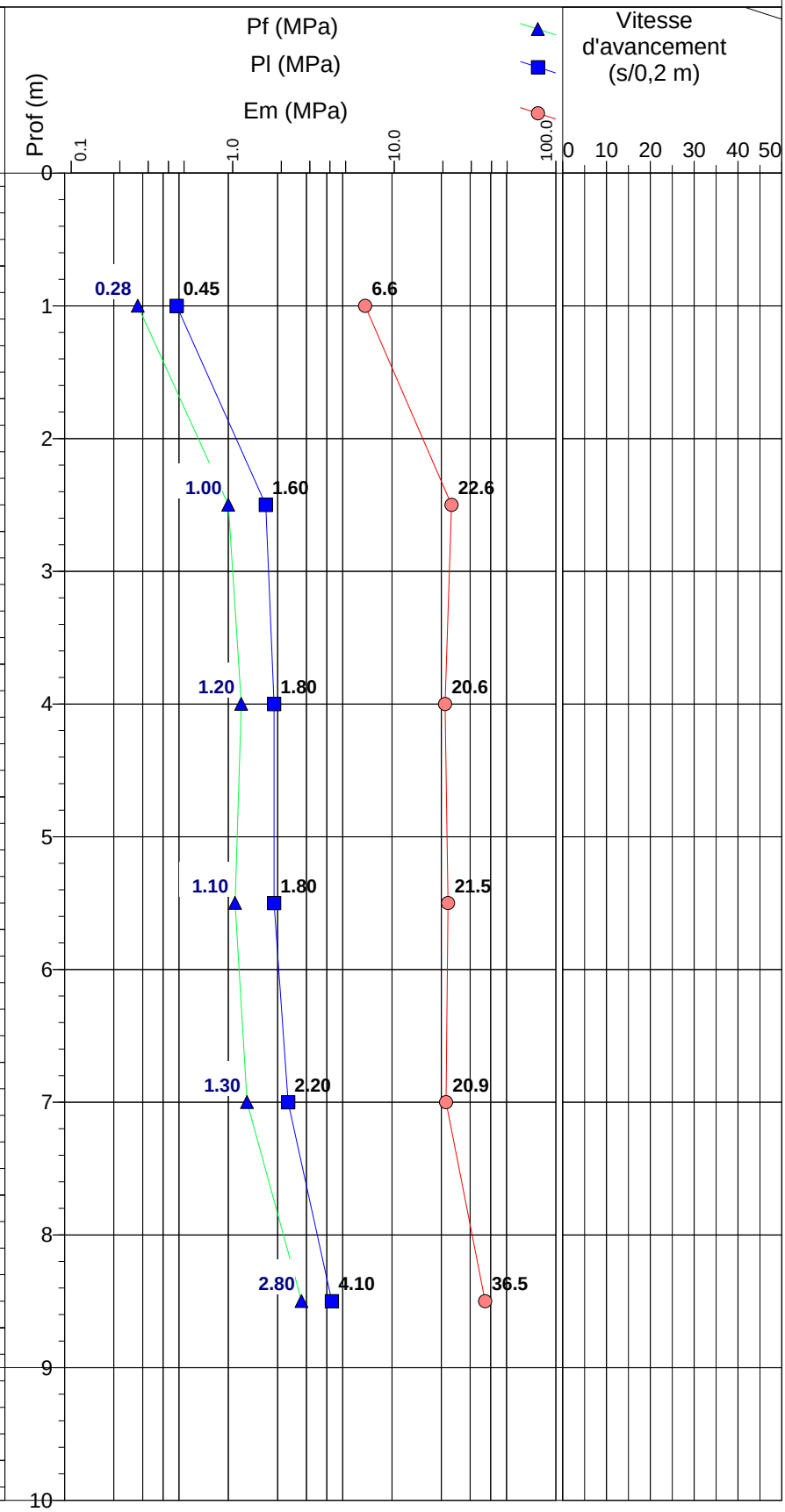


Niveau d'eau : sec

Commentaires :

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S4**
		Date :	**18/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**9.00**
		Cote N.G.F. :	**56,7**

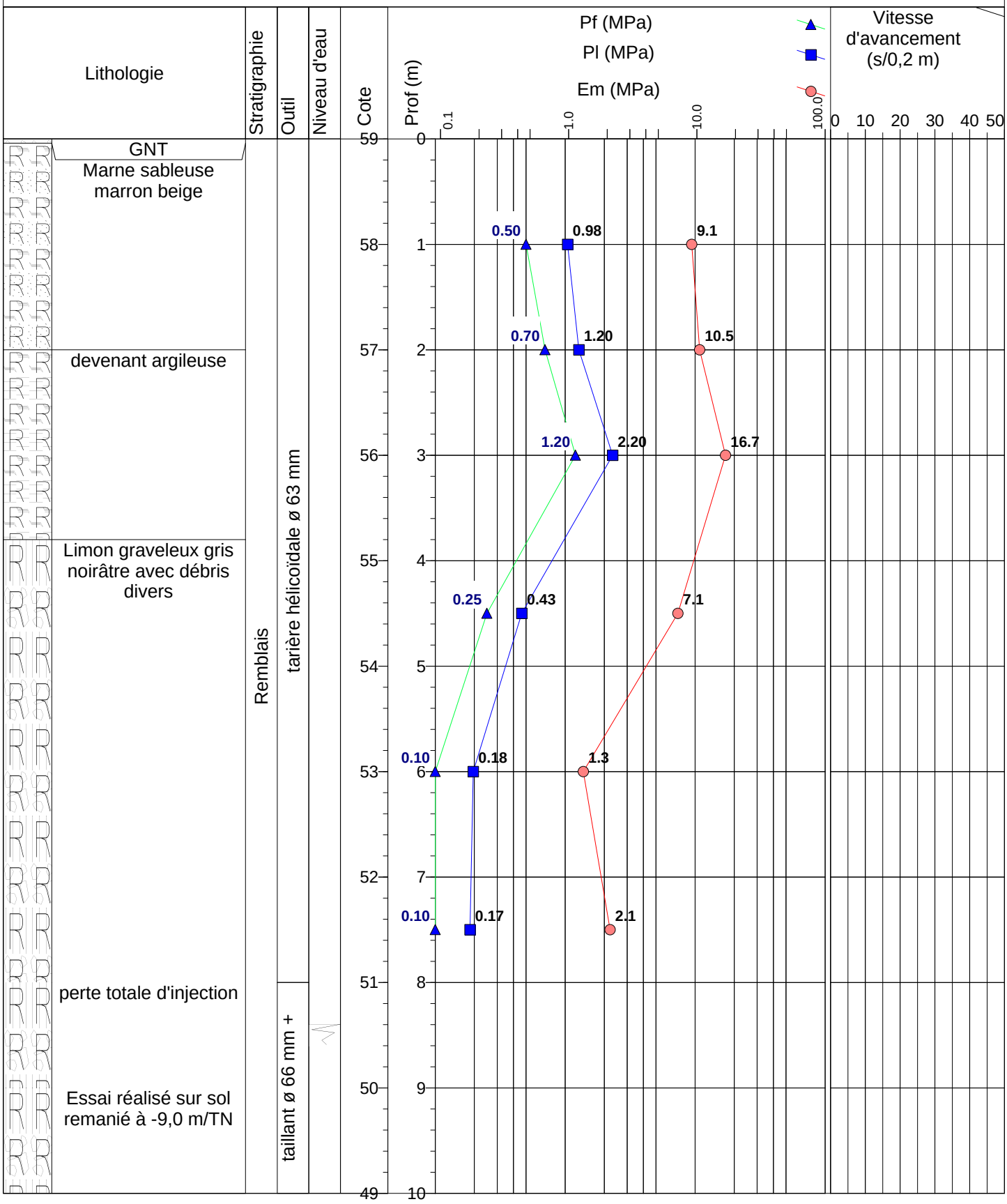
Lithologie	Stratigraphie	Outil	Niveau d'eau	Cote
Sable graveleux grisâtre	Remblais	tarière hélicoïdale ø 63 mm		56
Marne sableuse et graveleuse grisâtre				55
Argile légèrement graveleuse marron noirâtre				54
Marne beige	Marnes Infragypseuses			53
				52
				51
				50
devenant beige jaunâtre				49
puis beige clair				48
				47



Niveau d'eau : -8,0 m/TN

Commentaires :

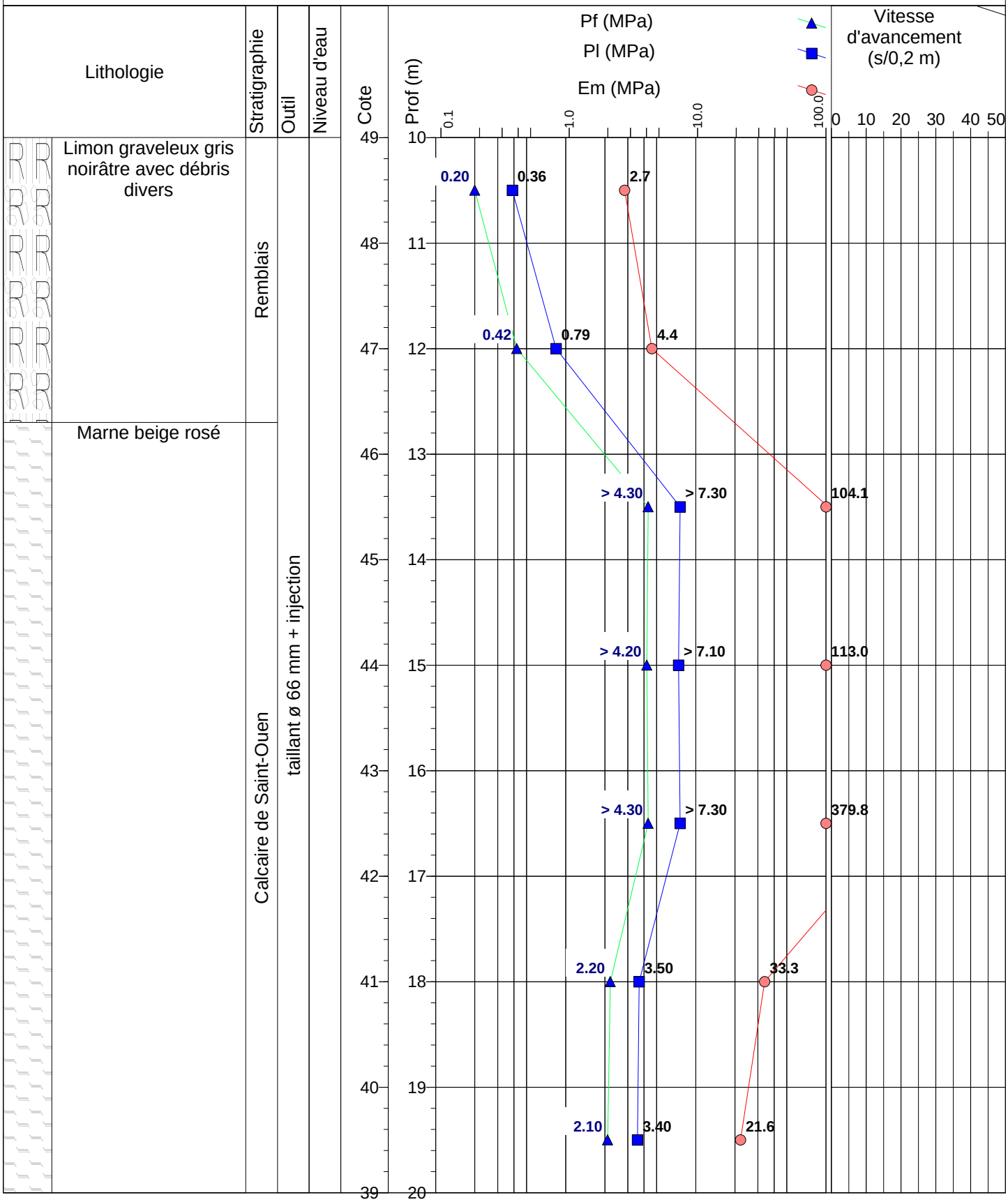
Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S5**
		Date :	**20/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**20.00**
		Cote N.G.F. :	**59,0**



Niveau d'eau : -8,4 m/TN

Commentaires :

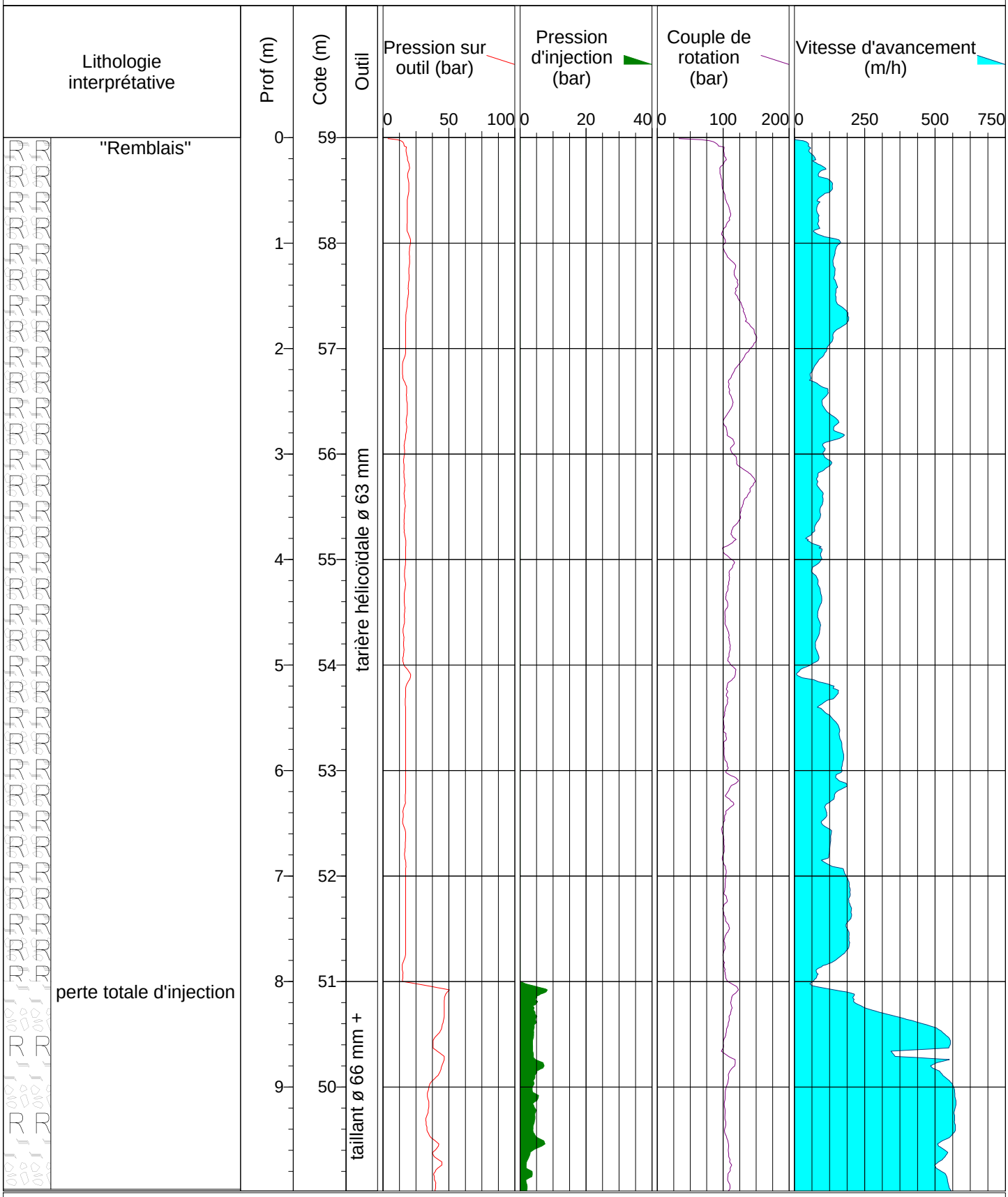
Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S5**
		Date :	**20/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**20.00**
		Cote N.G.F. :	**59,0**



Niveau d'eau : -8,4 m/TN

Commentaires :

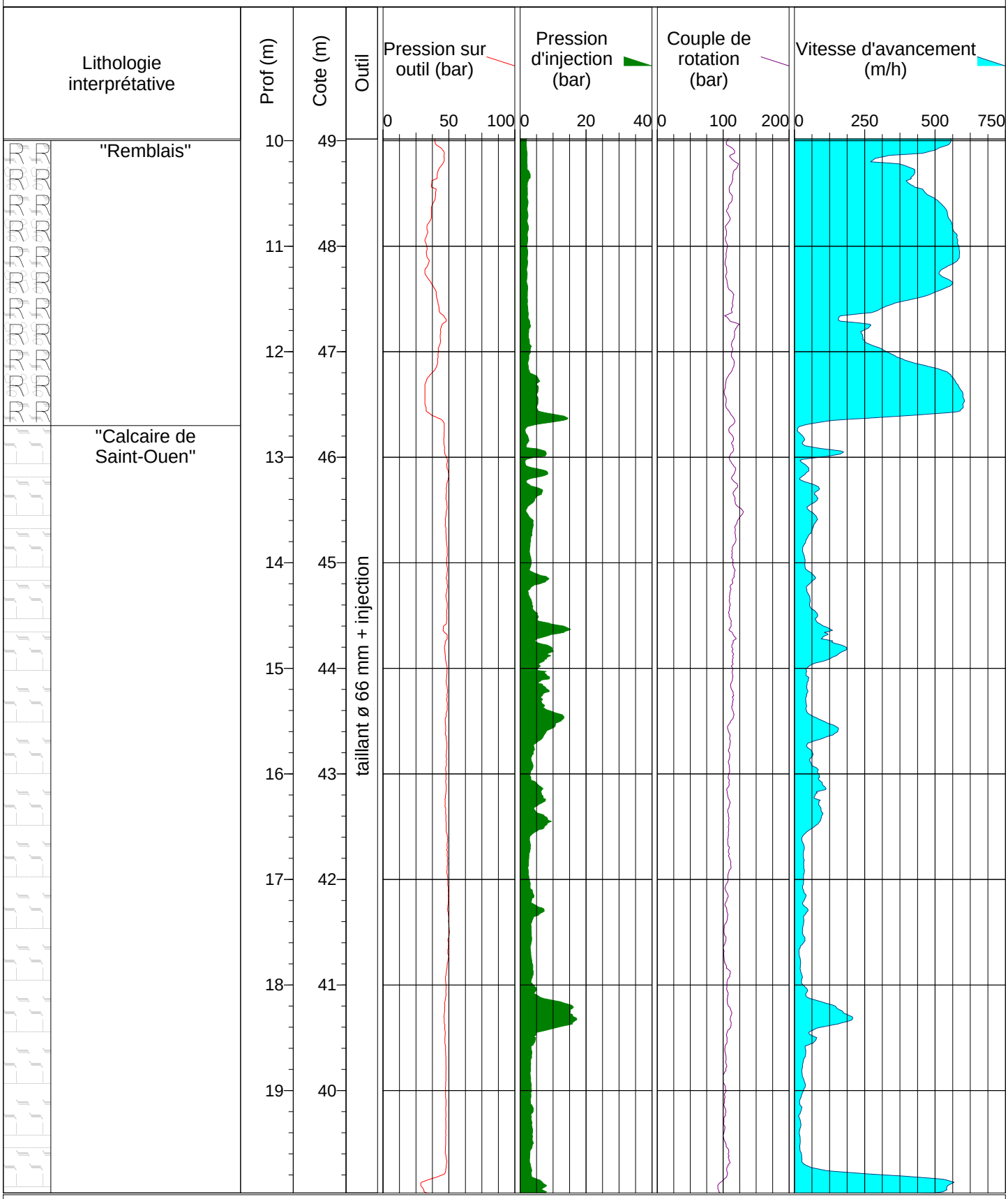
Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S5**
		Date :	**20/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**20.59**
		Cote N.G.F. :	**59**



Niveau d'eau : -8,4 m/TN

Commentaires :

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S5**
		Date :	**20/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**20.59**
		Cote N.G.F. :	**59**



Niveau d'eau : -8,4 m/TN

Commentaires :

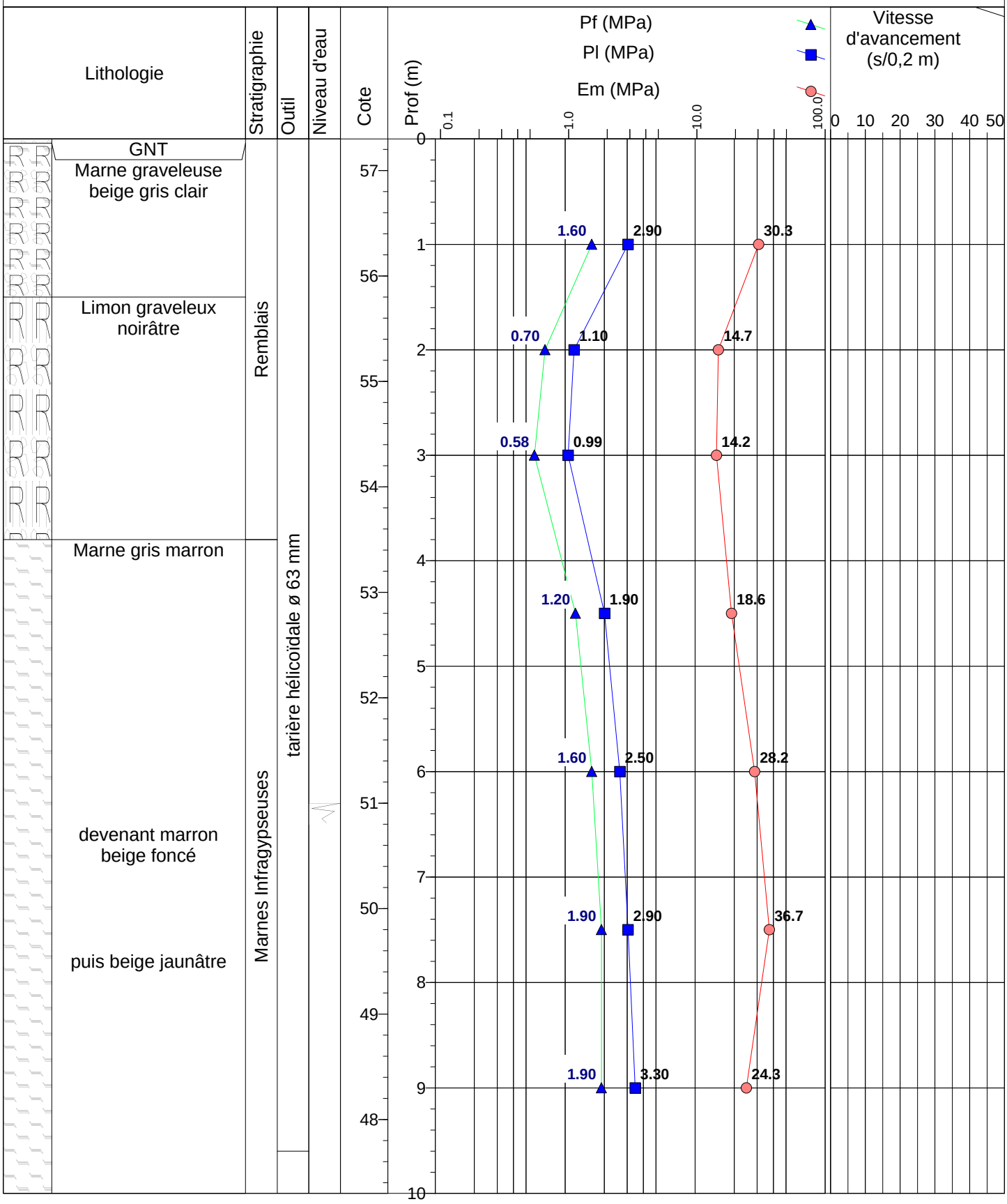
Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S5**
		Date :	**20/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**20.59**
		Cote N.G.F. :	**59**

Lithologie interprétative	Prof (m)	Cote (m)	Outil	Pression sur outil (bar) 0 50 100	Pression d'injection (bar) 0 20 40	Couple de rotation (bar) 0 100 200	Vitesse d'avancement (m/h) 0 250 500 750
"Calcaire de Saint-Ouen"	20	39					
	21	38					
	22	37					
	23	36					
	24	35					
	25	34					
	26	33					
	27	32					
	28	31					
	29	30					

Niveau d'eau : -8,4 m/TN

Commentaires :

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S6**
		Date :	**17/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**20.00**
		Cote N.G.F. :	**57,3**

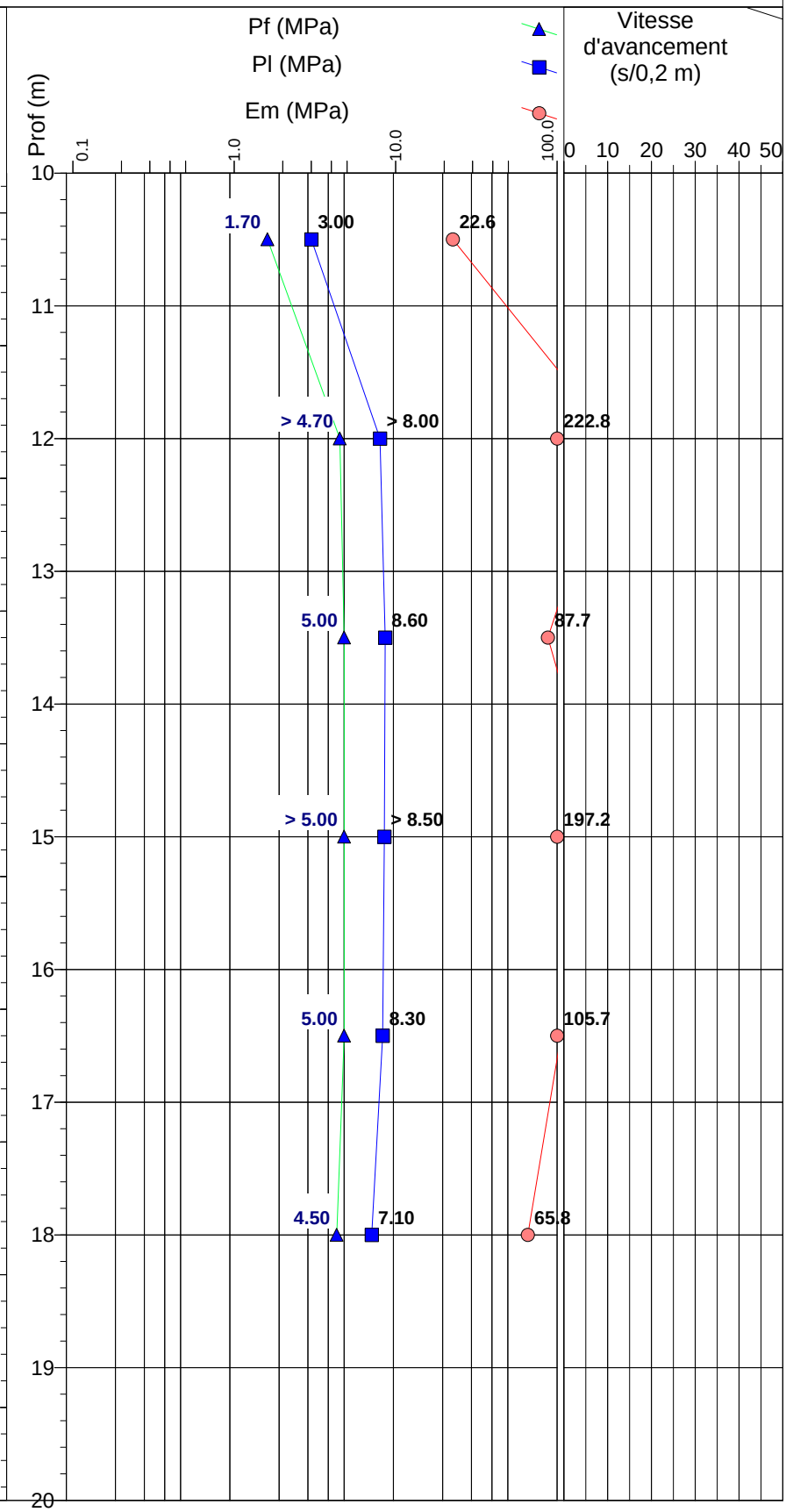


Niveau d'eau : -6,3 m/TN

Commentaires :

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S6**
		Date :	**17/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**20.00**
		Cote N.G.F. :	**57,3**

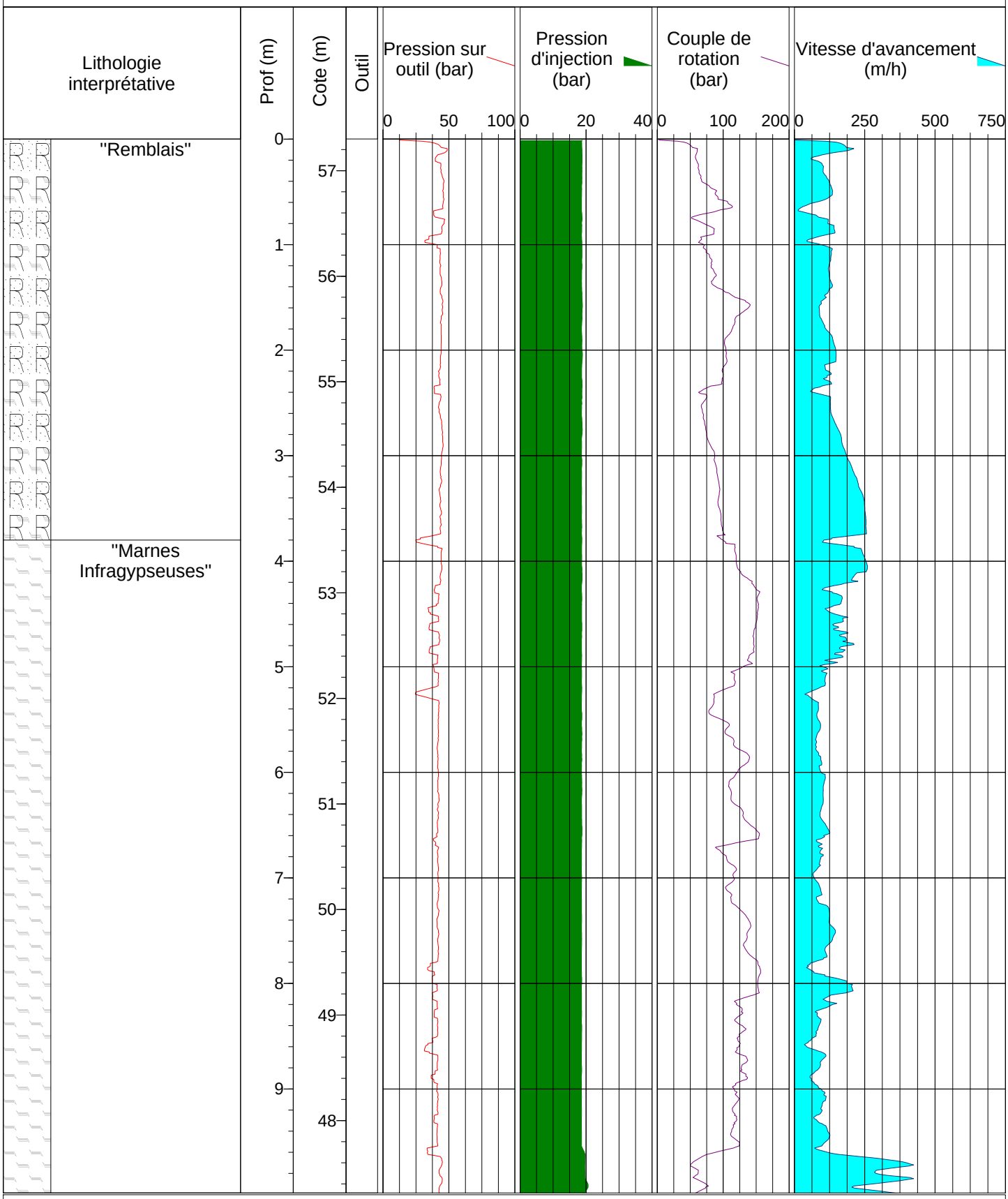
Lithologie	Stratigraphie	Outil	Niveau d'eau
Marne beige jaunâtre	MIG		
Marne beige rosé	Calcaire de Saint-Ouen	taillant ø 66 mm + injection	
perte totale d'injection			
Essai réalisé sur sol remanié à -19,5 m/TN			



Niveau d'eau : -6,3 m/TN

Commentaires :

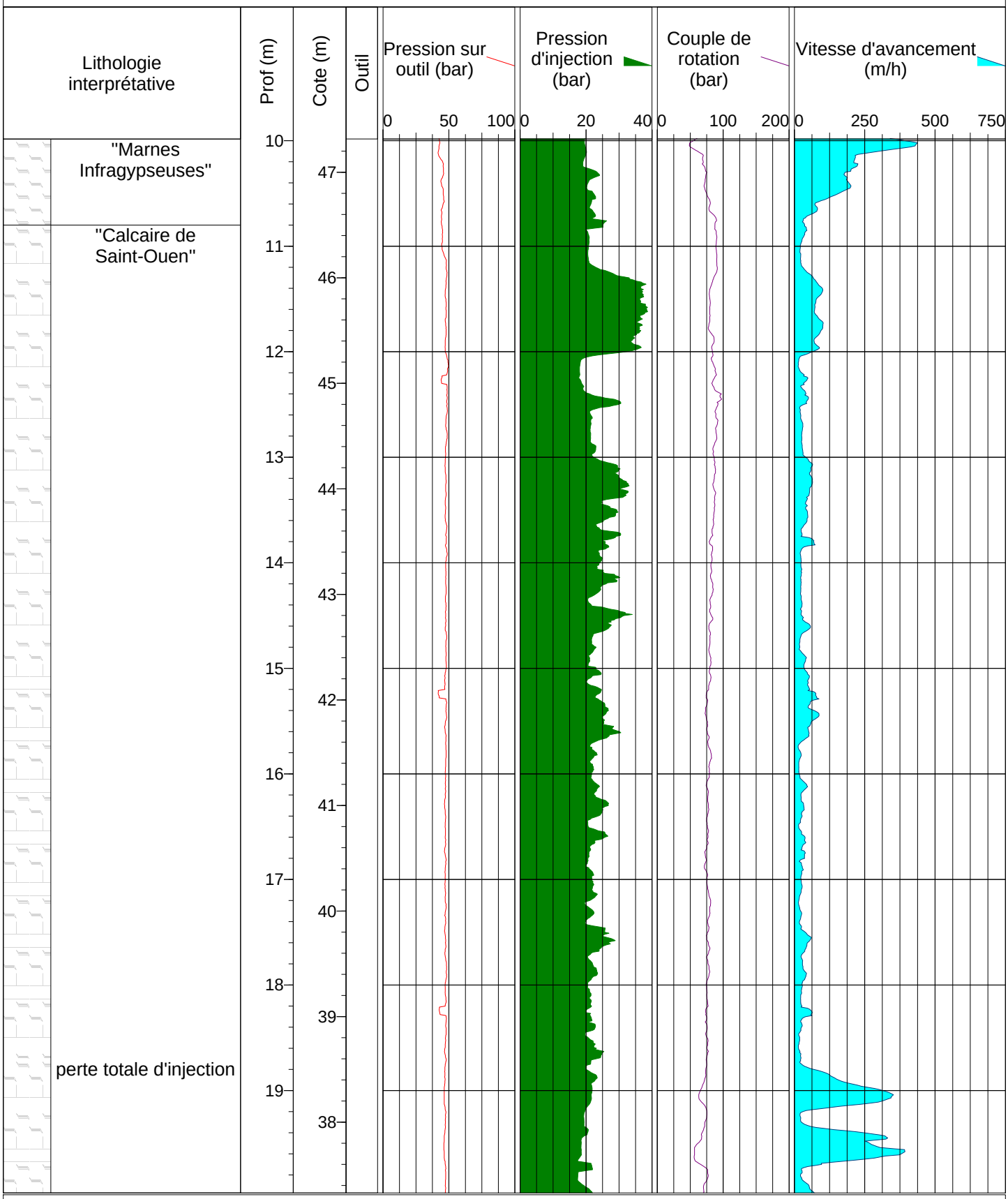
Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S6**
		Date :	**17/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**20.50**
		Cote N.G.F. :	**57,3**



Niveau d'eau : -6,3 m/TN

Commentaires :

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S6**
		Date :	**17/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**20.50**
		Cote N.G.F. :	**57,3**



Niveau d'eau : -6,3 m/TN

Commentaires :

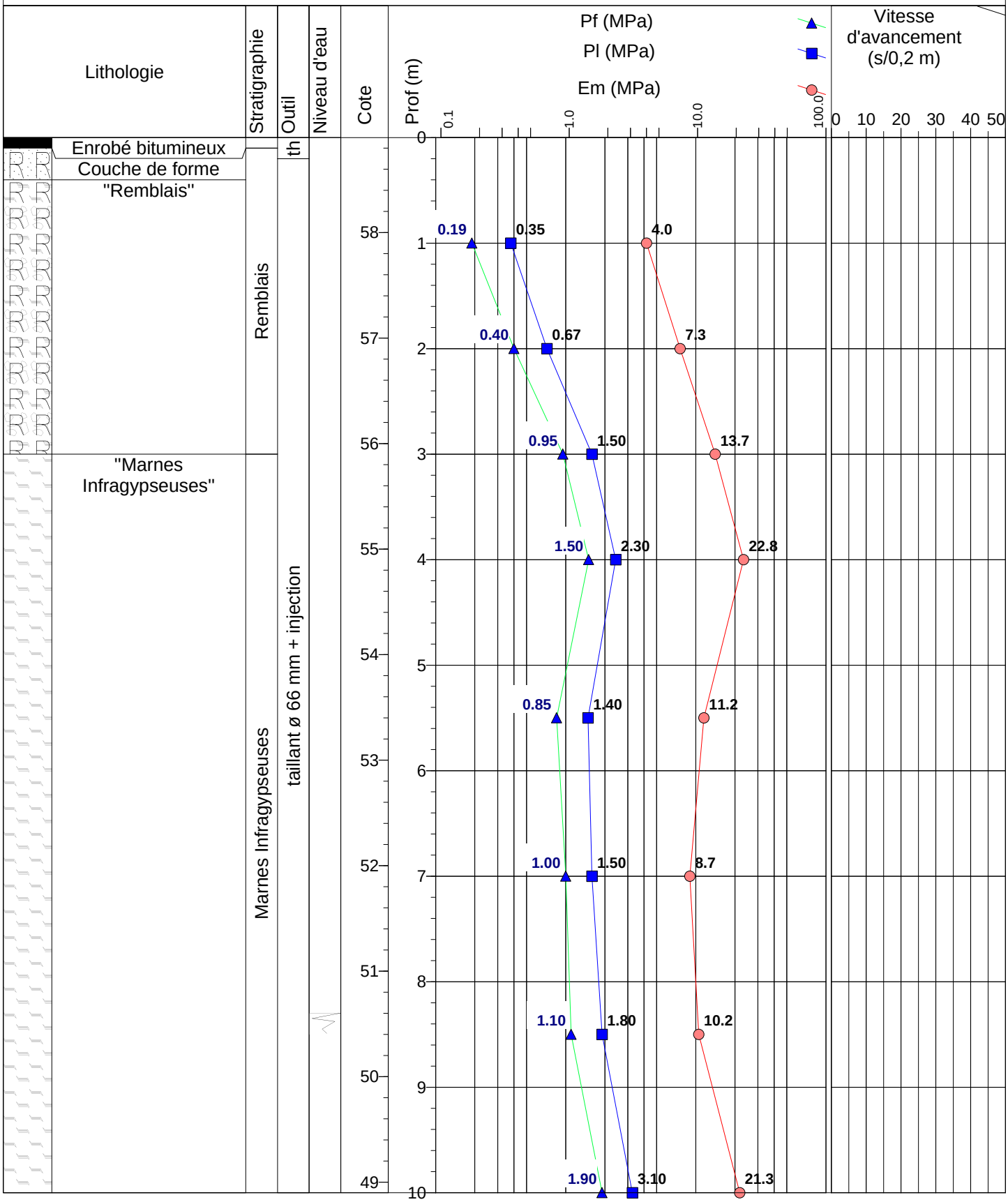
Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S6**
		Date :	**17/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**20.50**
		Cote N.G.F. :	**57,3**

Lithologie interprétative	Prof (m)	Cote (m)	Outil	Pression sur outil (bar) 0 50 100	Pression d'injection (bar) 0 20 40	Couple de rotation (bar) 0 100 200	Vitesse d'avancement (m/h) 0 250 500 750
perte totale d'injection	20	37					
	21	36					
	22	35					
	23	34					
	24	33					
	25	32					
	26	31					
	27	30					
	28	29					
	29	28					

Niveau d'eau : -6,3 m/TN

Commentaires :

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S7**
		Date :	**19/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**15.00**
		Cote N.G.F. :	**58,9**

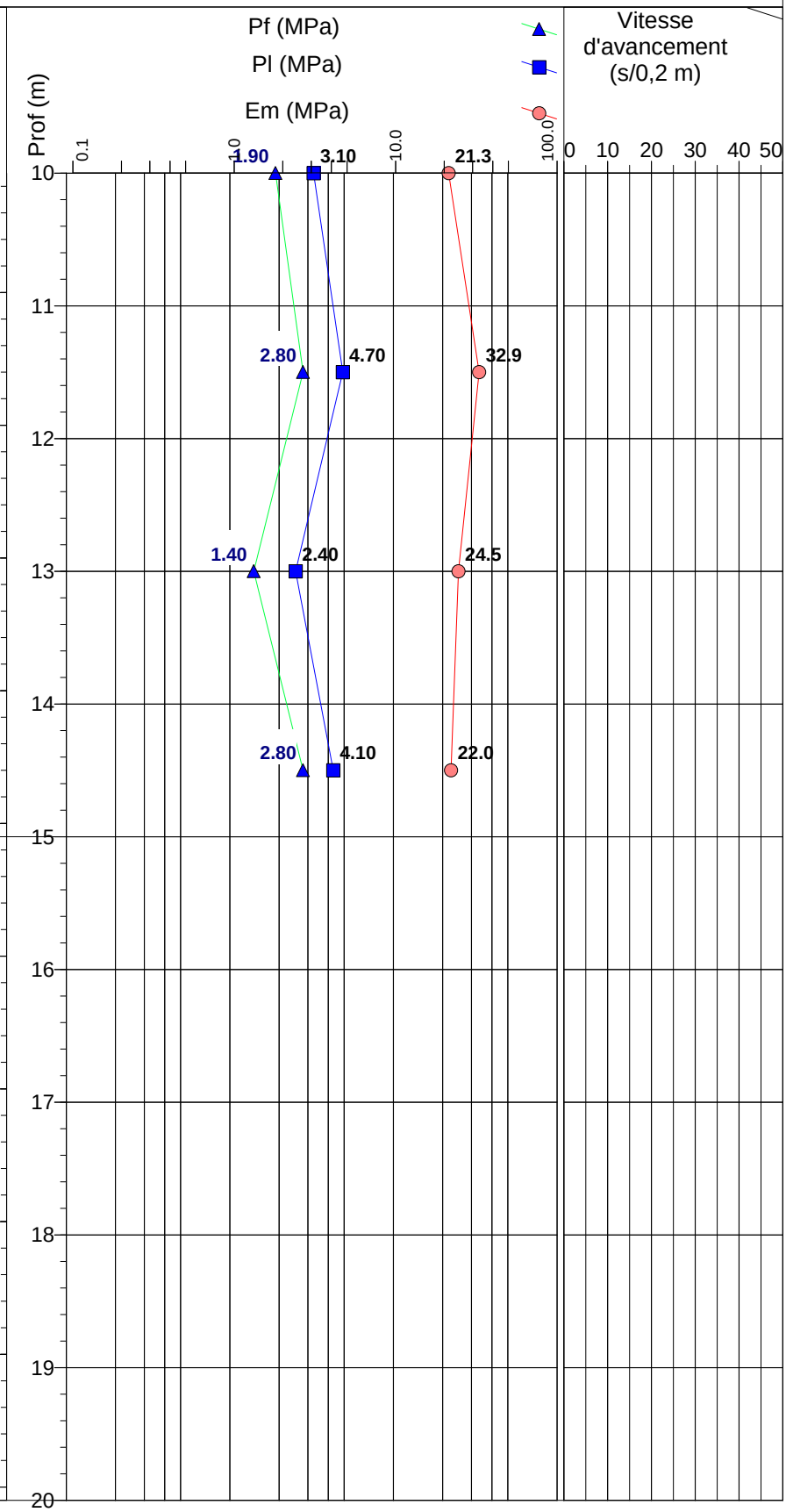


Niveau d'eau : -8,3 m/TN

Commentaires :

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S7**
		Date :	**19/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**15.00**
		Cote N.G.F. :	**58,9**

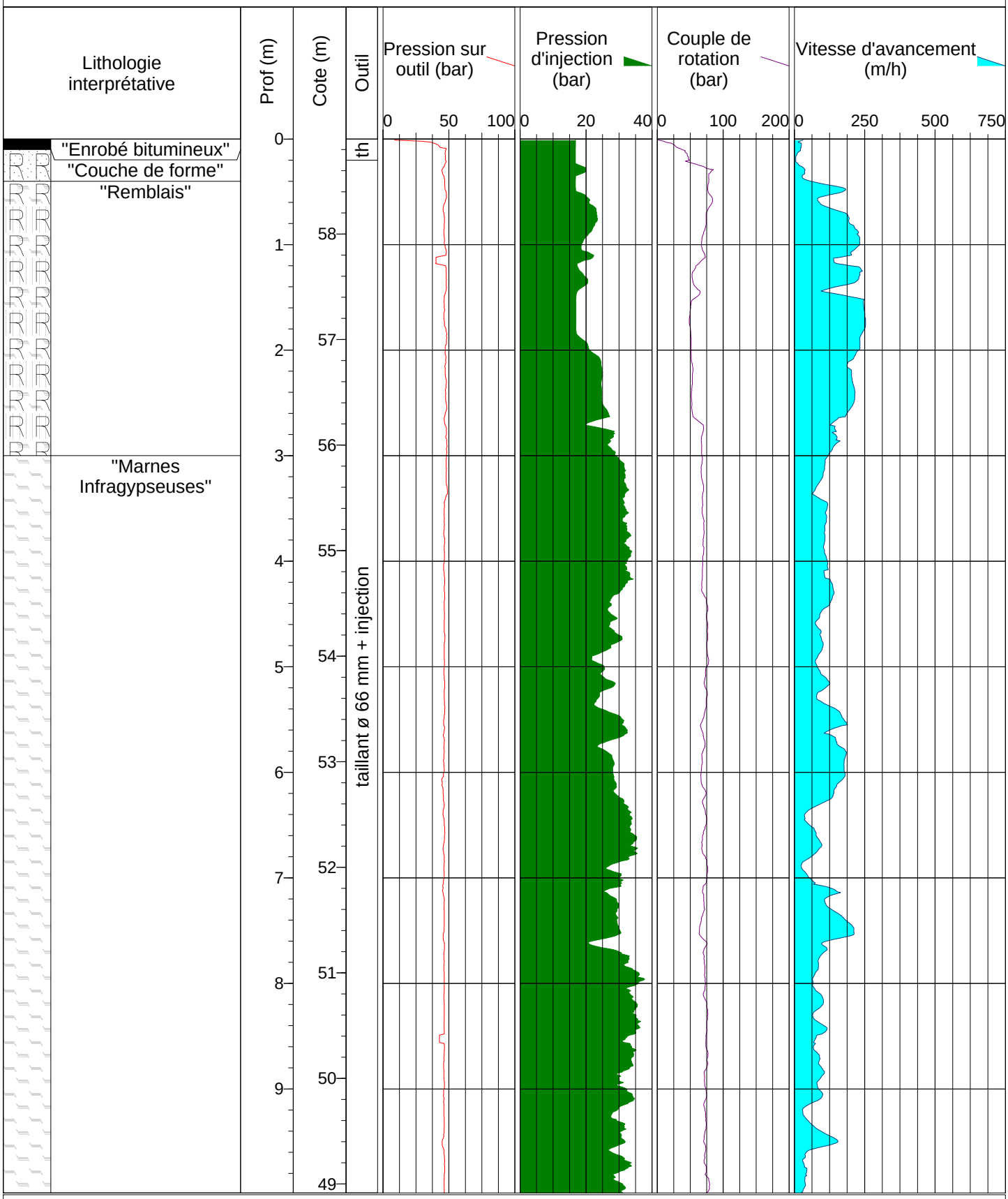
Lithologie	Stratigraphie	Outil	Niveau d'eau
"Marnes Infragypseuses"	Marnes Infragypseuses	taillant ø 66 mm + injection	
"Calcaire de Saint-Ouen"	Calcaire de Saint-Ouen		



Niveau d'eau : -8,3 m/TN

Commentaires :

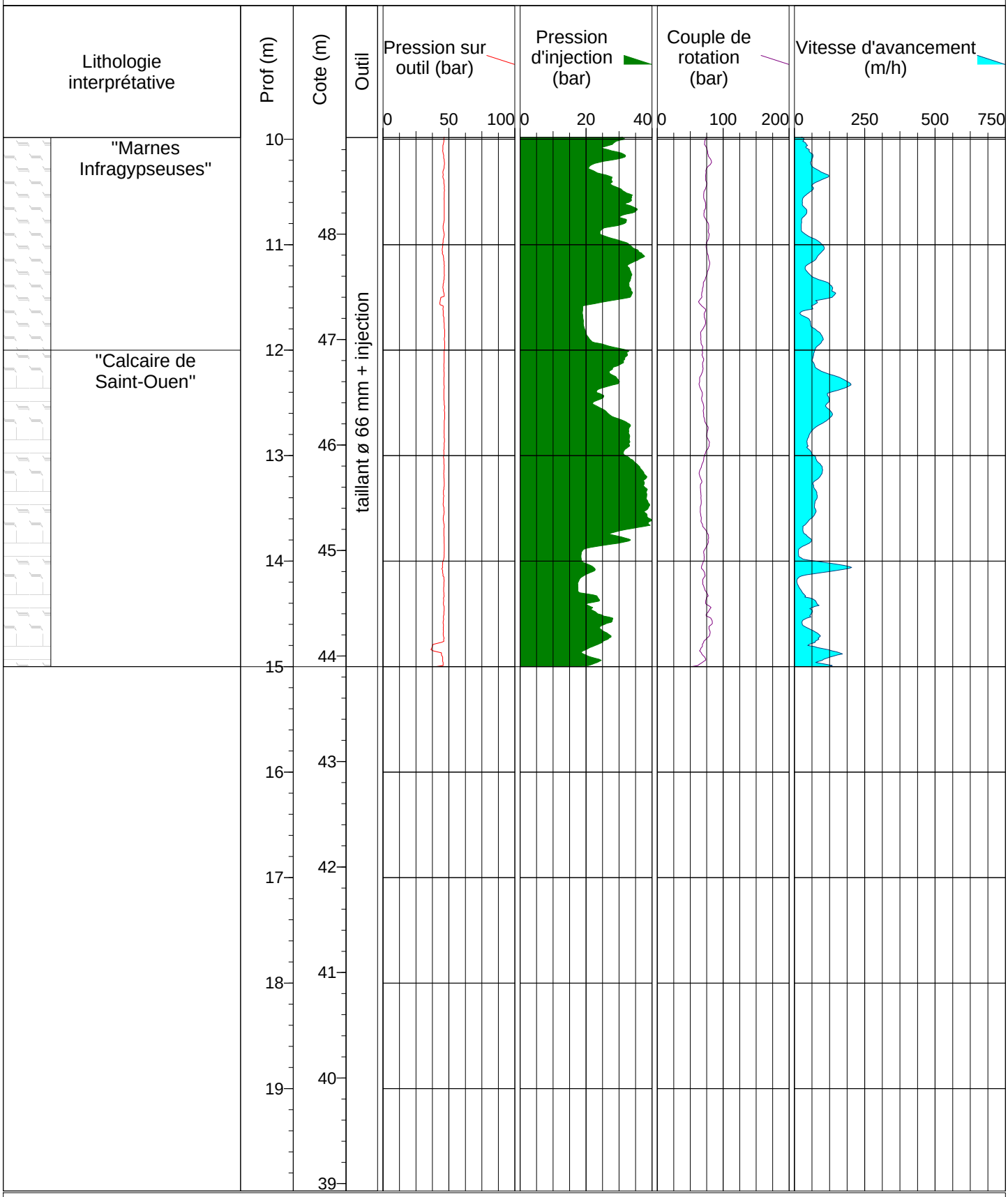
Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S7**
		Date :	**19/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**15.00**
		Cote N.G.F. :	**58,9**



Niveau d'eau : -8,3 m/TN

Commentaires :

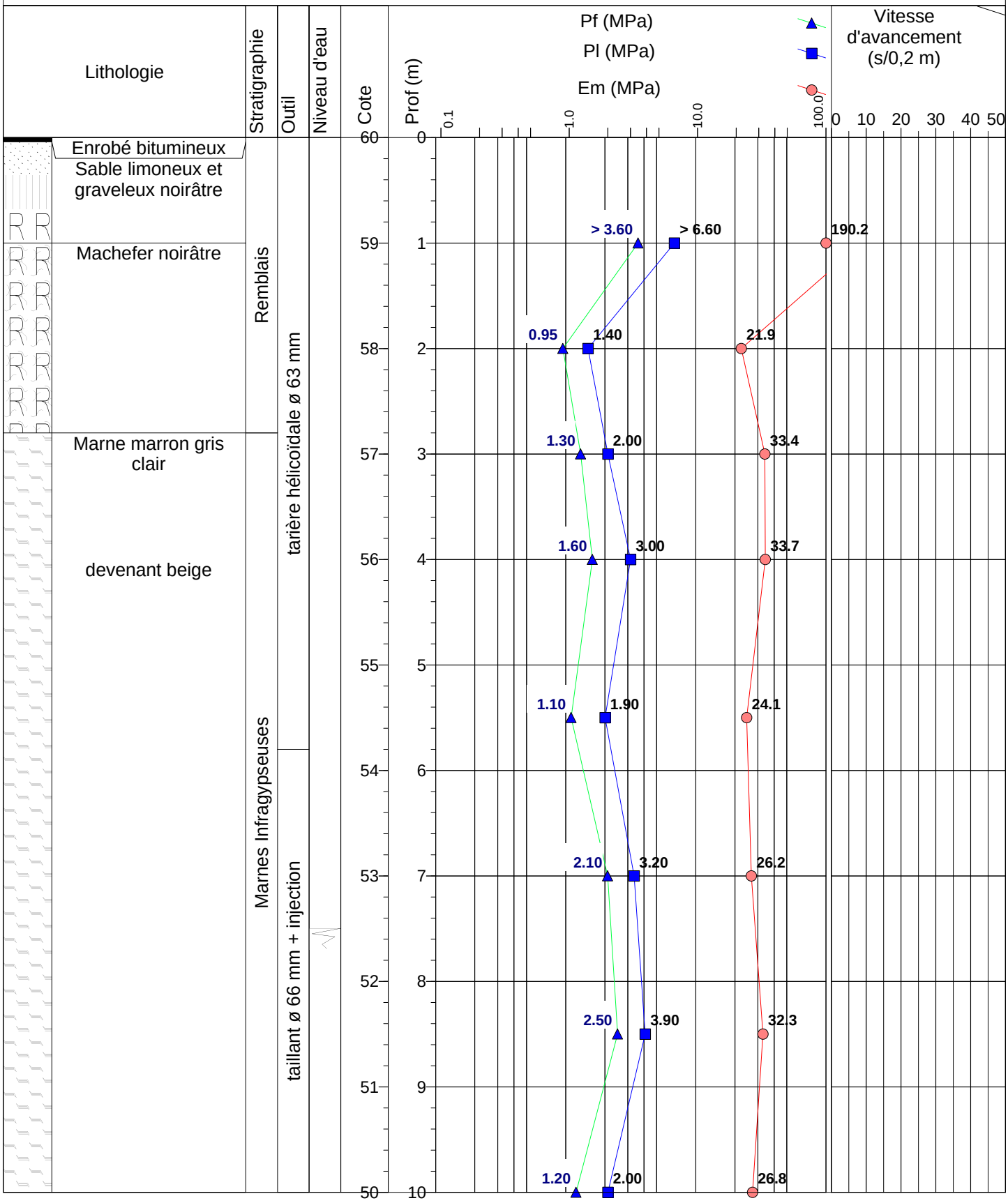
Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S7**
		Date :	**19/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**15.00**
		Cote N.G.F. :	**58,9**



Niveau d'eau : -8,3 m/TN

Commentaires :

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S8**
		Date :	**20/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**15.00**
		Cote N.G.F. :	**60,0**

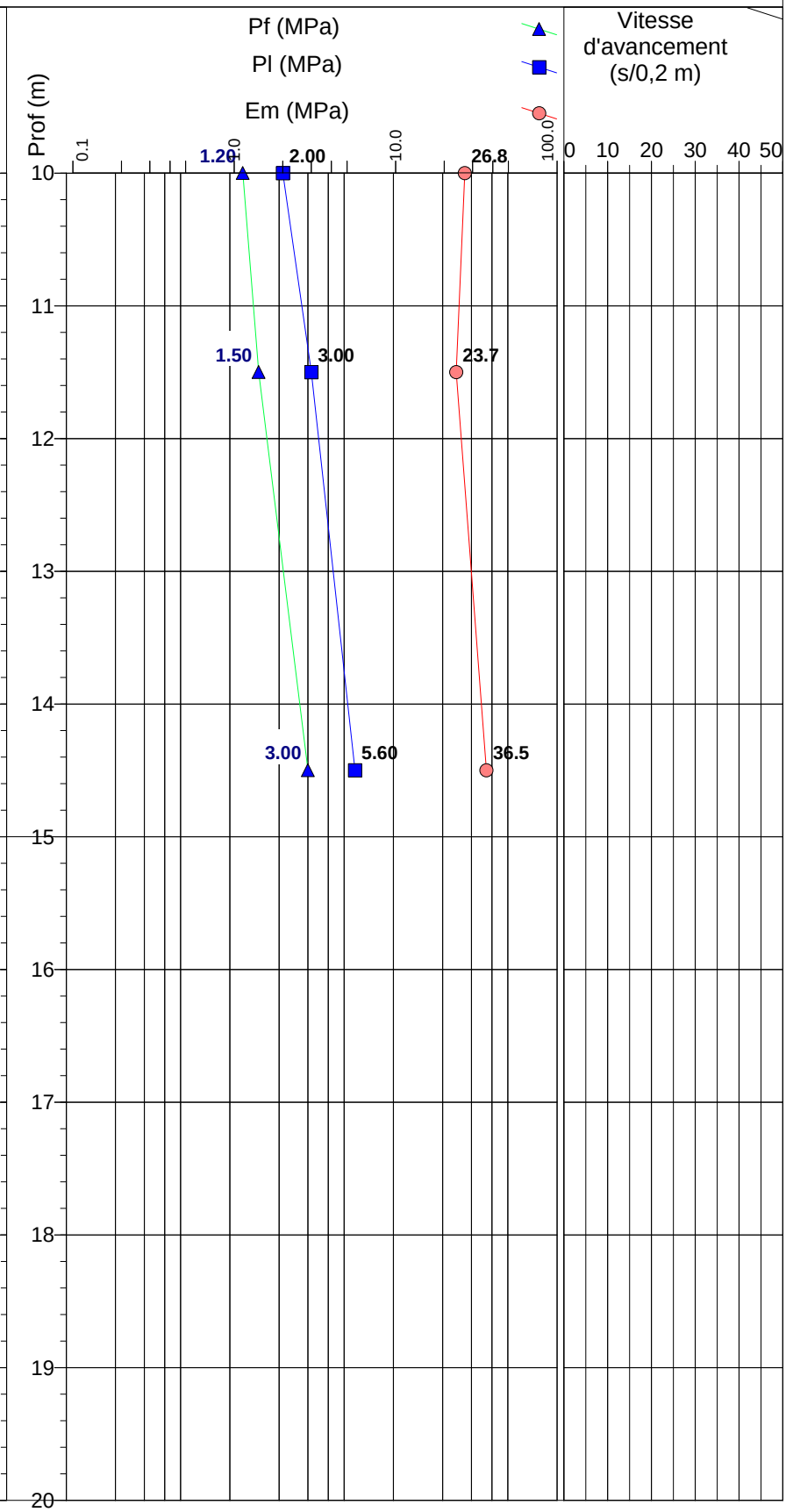


Niveau d'eau : -7,5 m/TN

Commentaires :

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S8**
		Date :	**20/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**15.00**
		Cote N.G.F. :	**60,0**

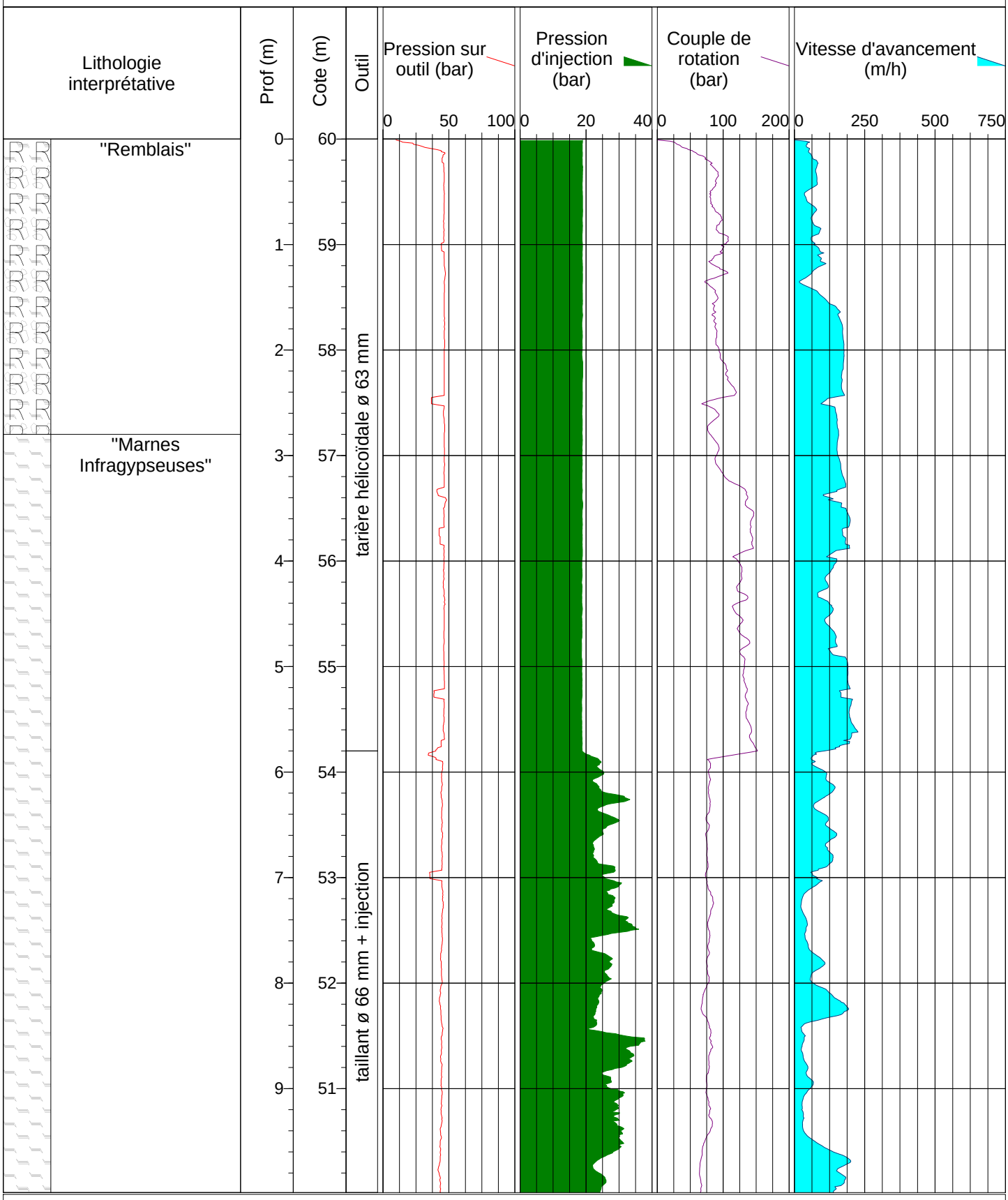
Lithologie	Stratigraphie	Outil	Niveau d'eau	Cote	Prof (m)
perte totale d'injection Essai réalisé sur sol remanié à -13 m/TN	Marnes Infragypseuses	taillant ø 66 mm + injection		50	10
				49	11
				48	12
				47	13
				46	14
				45	15
				44	16
				43	17
				42	18
				41	19
				40	20



Niveau d'eau : -7,5 m/TN

Commentaires :

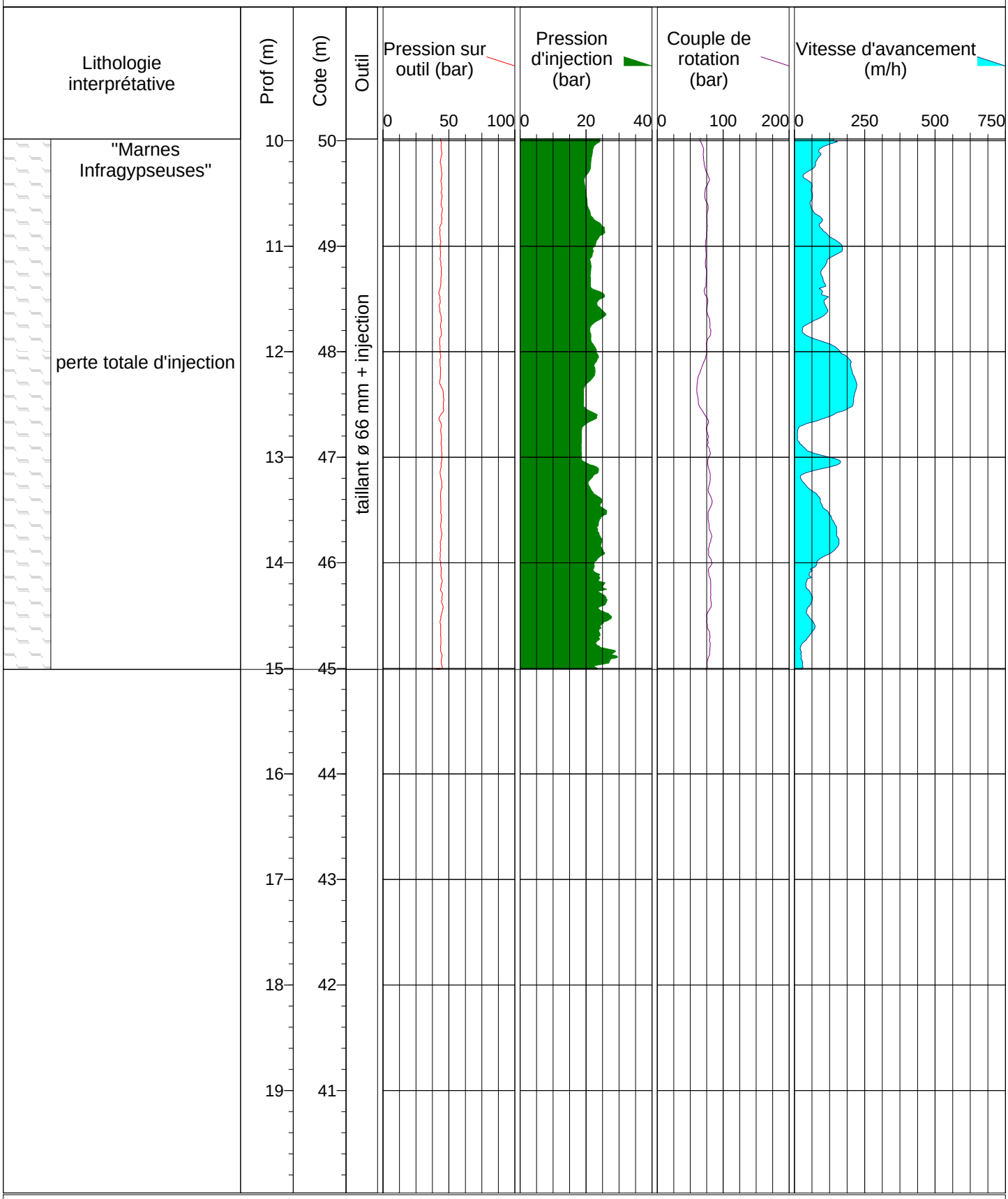
Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S8**
		Date :	**20/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**15.01**
		Cote N.G.F. :	**60**



Niveau d'eau : -7,5 m/TN

Commentaires :

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S8**
		Date :	**20/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**15.01**
		Cote N.G.F. :	**60**

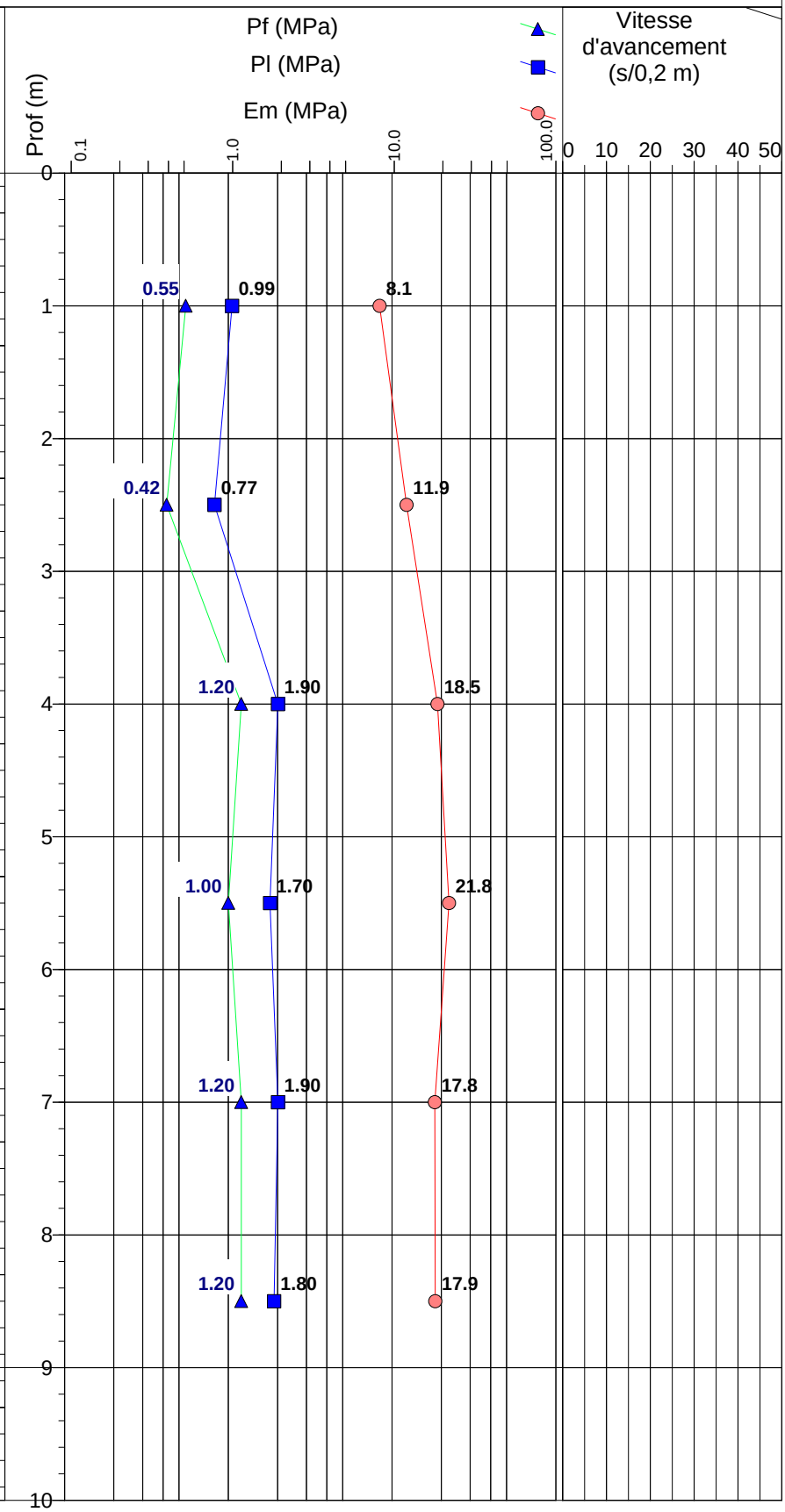


Niveau d'eau : -7,5 m/TN

Commentaires :

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**S9**
		Date :	**17/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**9.00**
		Cote N.G.F. :	**59,3**

Lithologie	Stratigraphie	Outil	Niveau d'eau	Cote
Marne sableuse et graveleuse marron devenant gris noirâtre avec débris noirâtre	Remblais	tarière hélicoïdale ø 63 mm		59 – 55
Marne marron grisâtre devenant beige jaunâtre	Marnes Infragypseuses			55 – 50



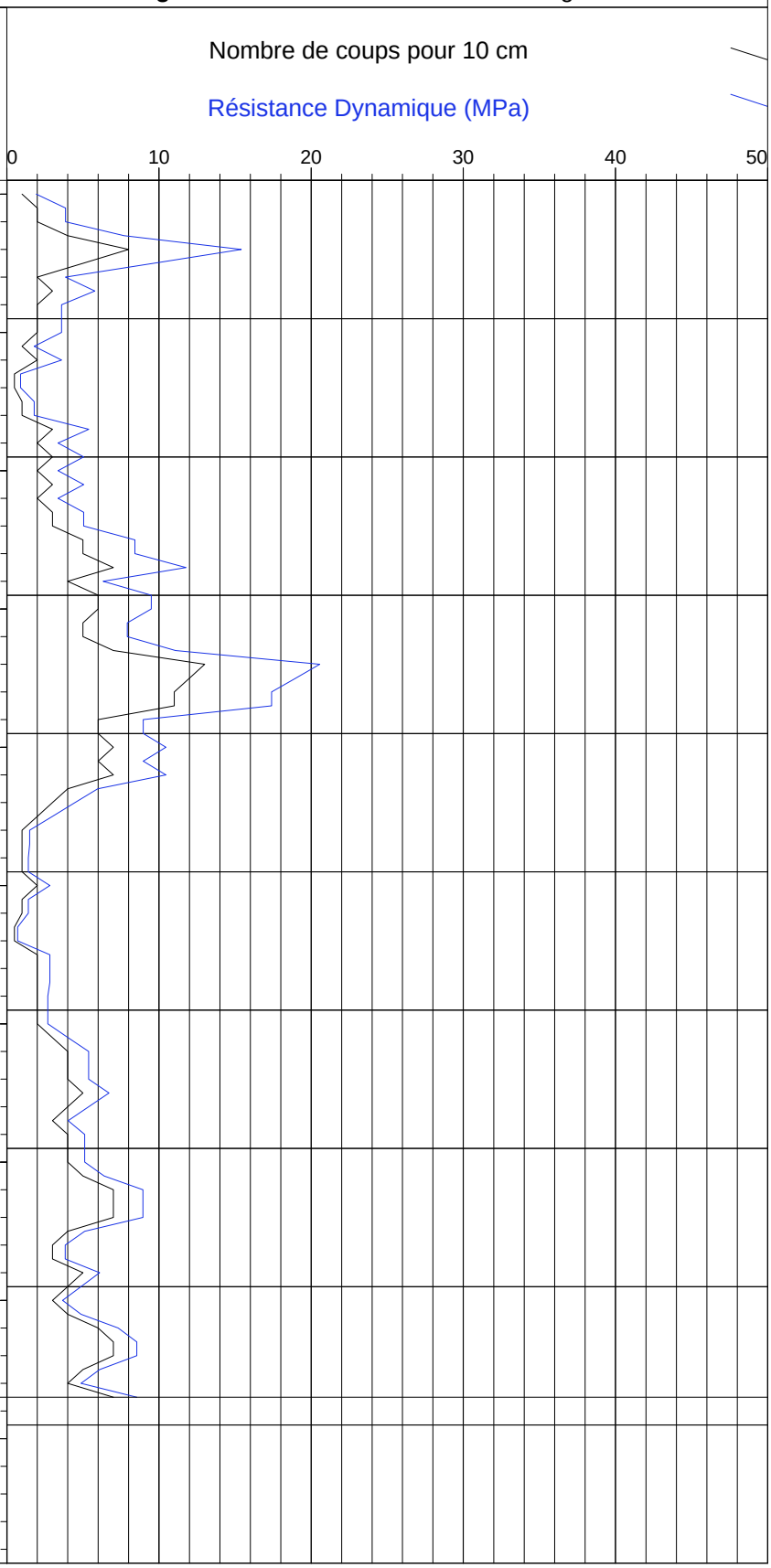
Niveau d'eau : sec

Commentaires :

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Sondage :	**P10**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Date :	**18/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**8.80**
Dossier:	**17/7478/R2G**	Cote N.G.F. :	**59,1**

Type de pénétromètre : **Type B NFP 94 115** Masse : **64 kg** Pointe : **50 mm** Ht de battage : **75 cm**

Lithologie interprétative	Niveau d'eau	Prof (m)	Cote
"Remblais"		0	59
		1	58
		2	57
		3	56
		4	55
		5	54
		6	53
"Marnes Infragypseuses"		7	52
		8	51
		9	50
		10	



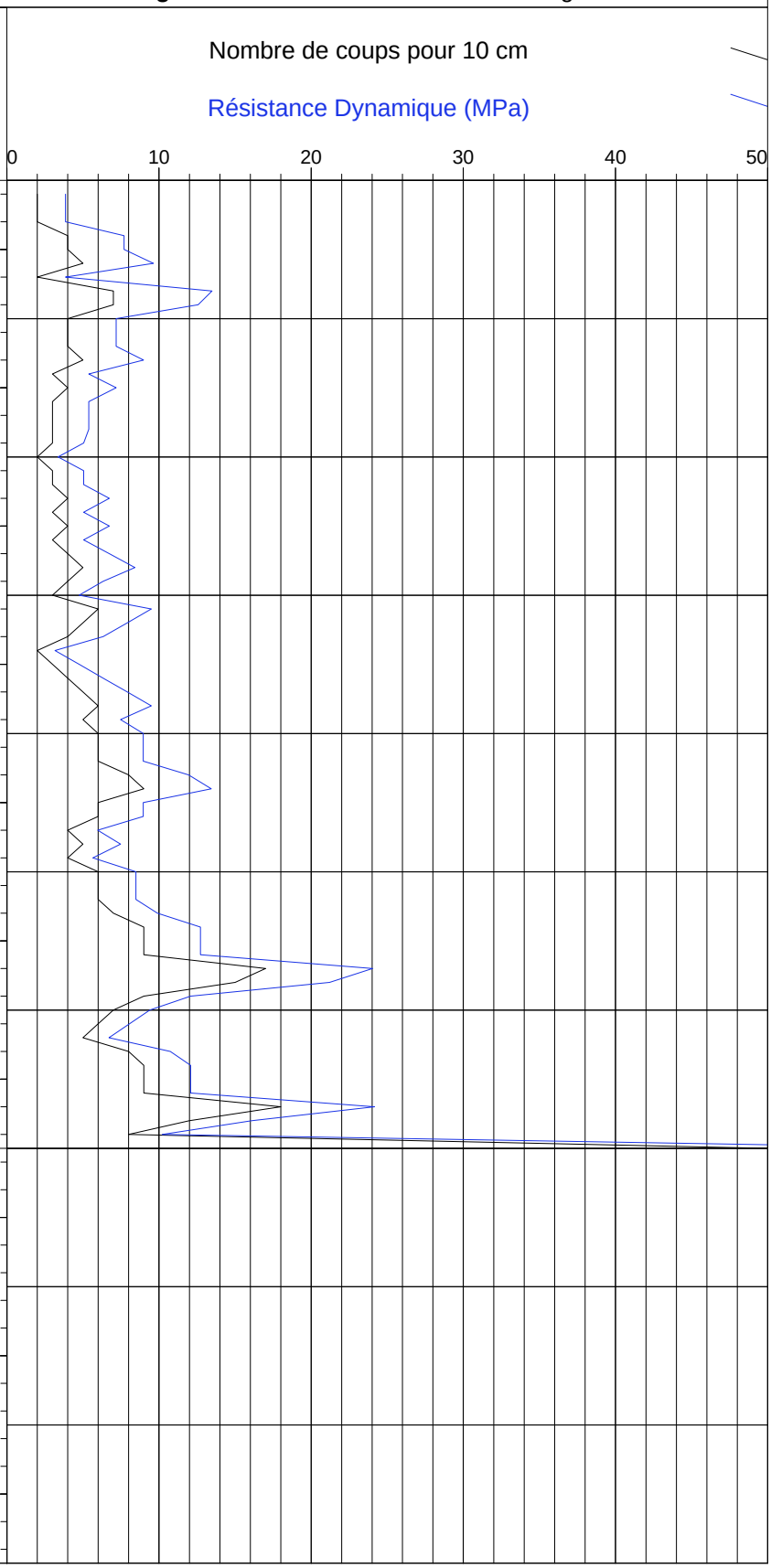
Niveau d'eau : éboulé en surface

Commentaires : lithologie interprétative...

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Sondage :	**P11**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Date :	**17/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**7.00**
Dossier:	**17/7478/R2G**	Cote N.G.F. :	**55,5**

Type de pénétromètre : **Type B NFP 94 115** Masse : **64 kg** Pointe : **50 mm** Ht de battage : **75 cm**

Lithologie interprétative	Niveau d'eau	Prof (m)	Cote
"Remblais"		0	55
		1	54
"Marnes Infragypseuses"		2	53
		3	52
		4	51
		5	50
		6	49
refus		7	48
		8	47
		9	46
		10	



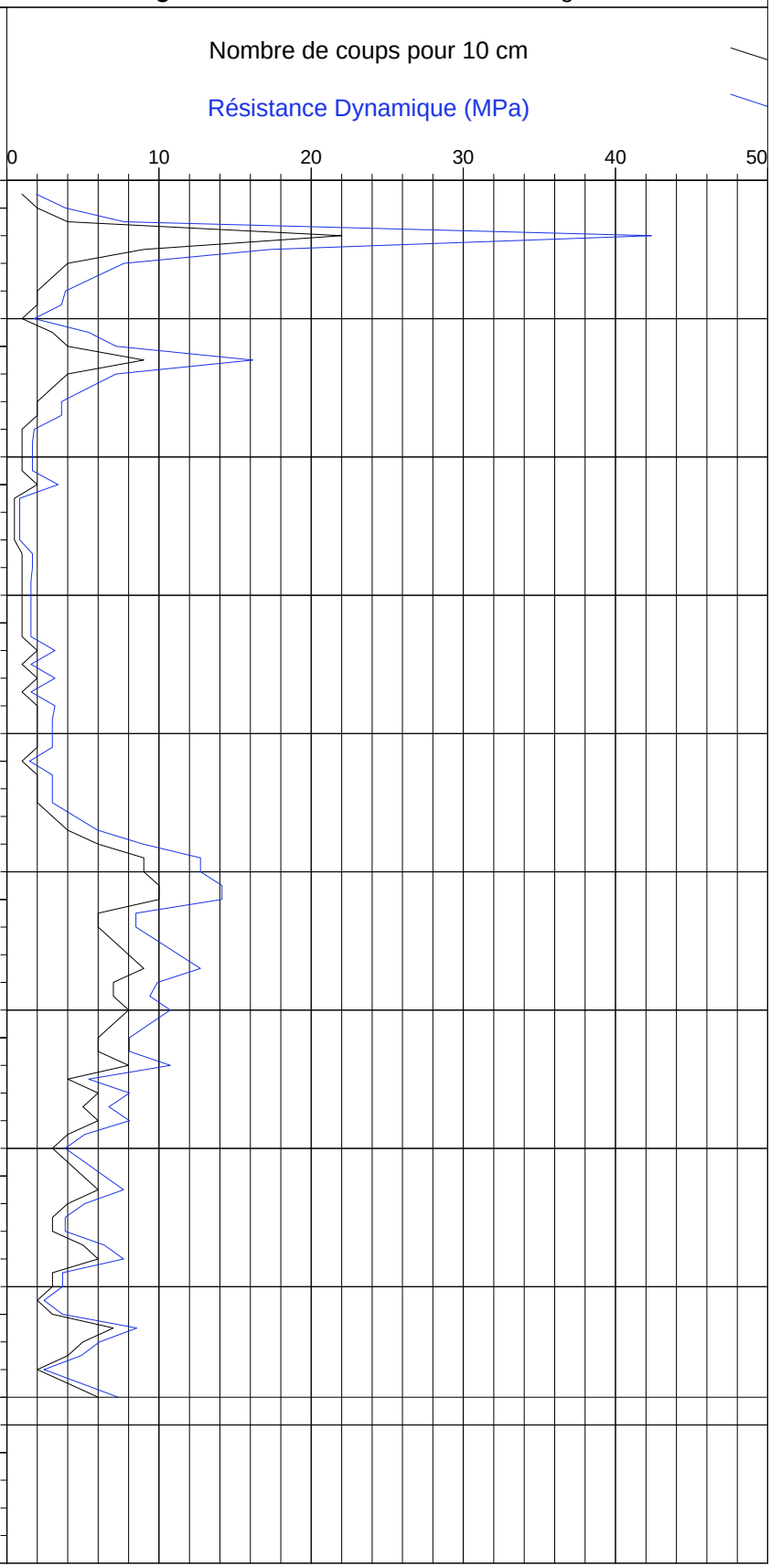
Niveau d'eau : sec - éboulé à -1,2 m/TN

Commentaires : lithologie interprétative...

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Sondage :	**P12**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Date :	**18/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**8.80**
Dossier:	**17/7478/R2G**	Cote N.G.F. :	**59,2**

Type de pénétromètre : **Type B NFP 94 115** Masse : **64 kg** Pointe : **50 mm** Ht de battage : **75 cm**

Lithologie interprétative	Niveau d'eau	Prof (m)	Cote
"Remblais"		0	59
		1	58
		2	57
		3	56
		4	55
"Marnes Infragypseuses"		5	54
		6	53
		7	52
		8	51
		9	50
		10	



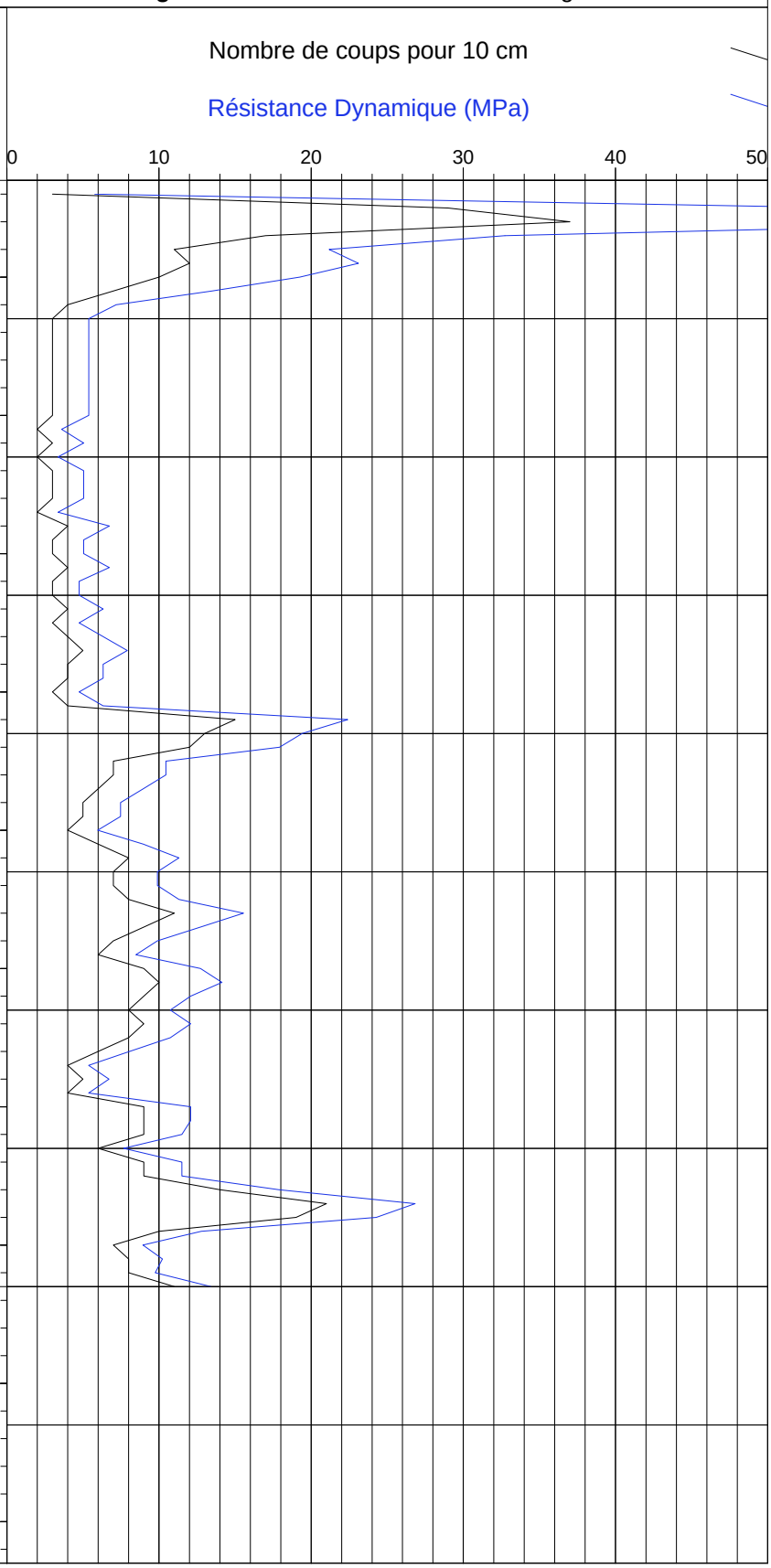
Niveau d'eau : sec- éboulé à -1,9 m/TN

Commentaires : lithologie interprétative...

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Sondage :	**P13**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Date :	**17/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**8.00**
Dossier:	**17/7478/R2G**	Cote N.G.F. :	**56,7**

Type de pénétromètre : **Type B NFP 94 115** Masse : **64 kg** Pointe : **50 mm** Ht de battage : **75 cm**

Lithologie interprétative	Niveau d'eau	Prof (m)	Cote
"Remblais"		0	
		1	56
		2	55
		3	54
		4	53
"Marnes Infragypseuses"		5	52
		6	51
		7	50
		8	49
		9	48
		10	47



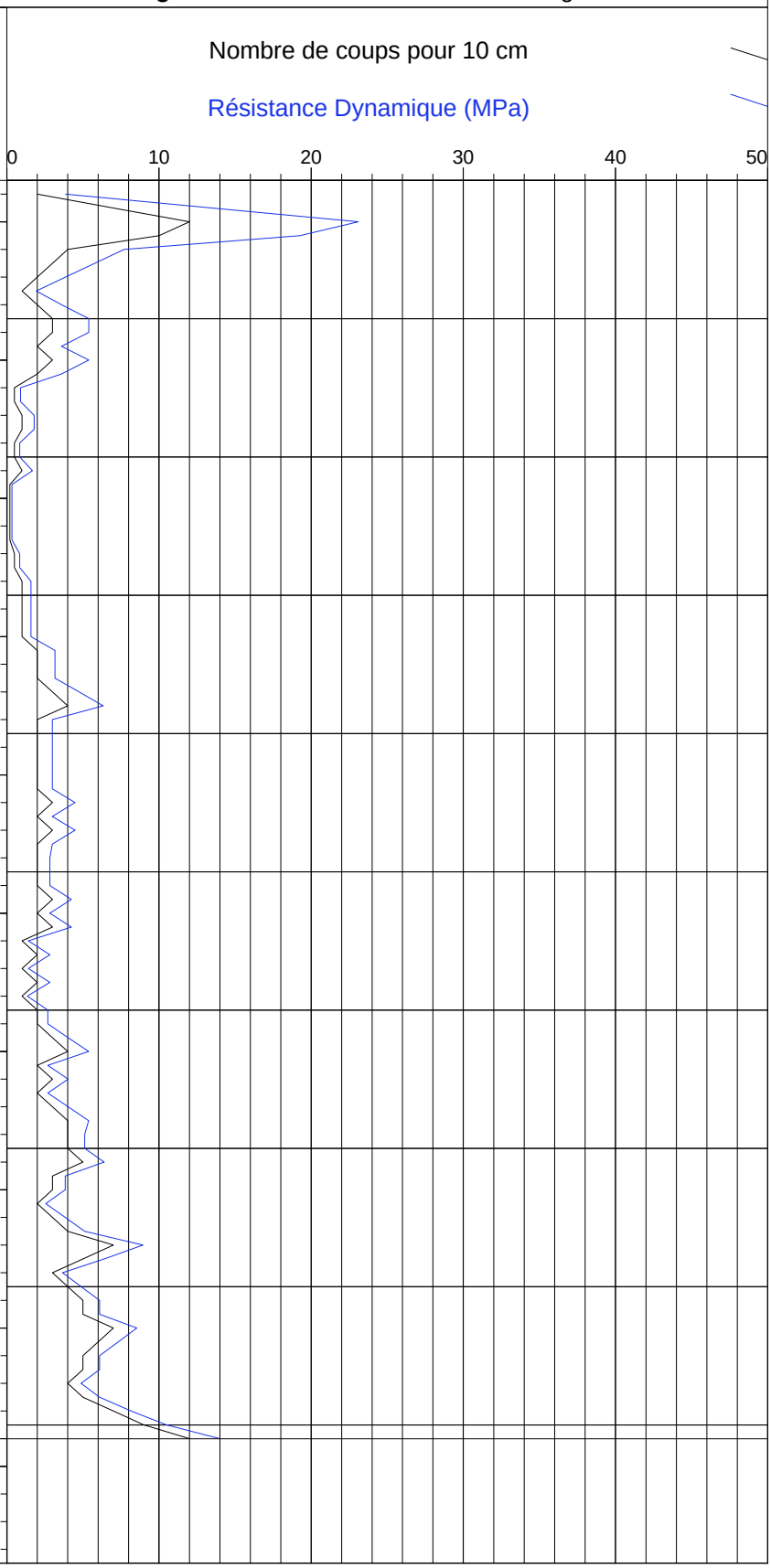
Niveau d'eau : sec - éboulé à -7,8 m/TN

Commentaires : lithologie interprétative...

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Sondage :	**P14**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Date :	**17/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**9.10**
Dossier:	**17/7478/R2G**	Cote N.G.F. :	**59,3**

Type de pénétromètre : **Type B NFP 94 115** Masse : **64 kg** Pointe : **50 mm** Ht de battage : **75 cm**

Lithologie interprétative	Niveau d'eau	Prof (m)	Cote
"Remblais"		0	59
		1	58
		2	57
		3	56
		4	55
		5	54
"Marnes Infragypseuses"		6	53
		7	52
		8	51
		9	50
		10	



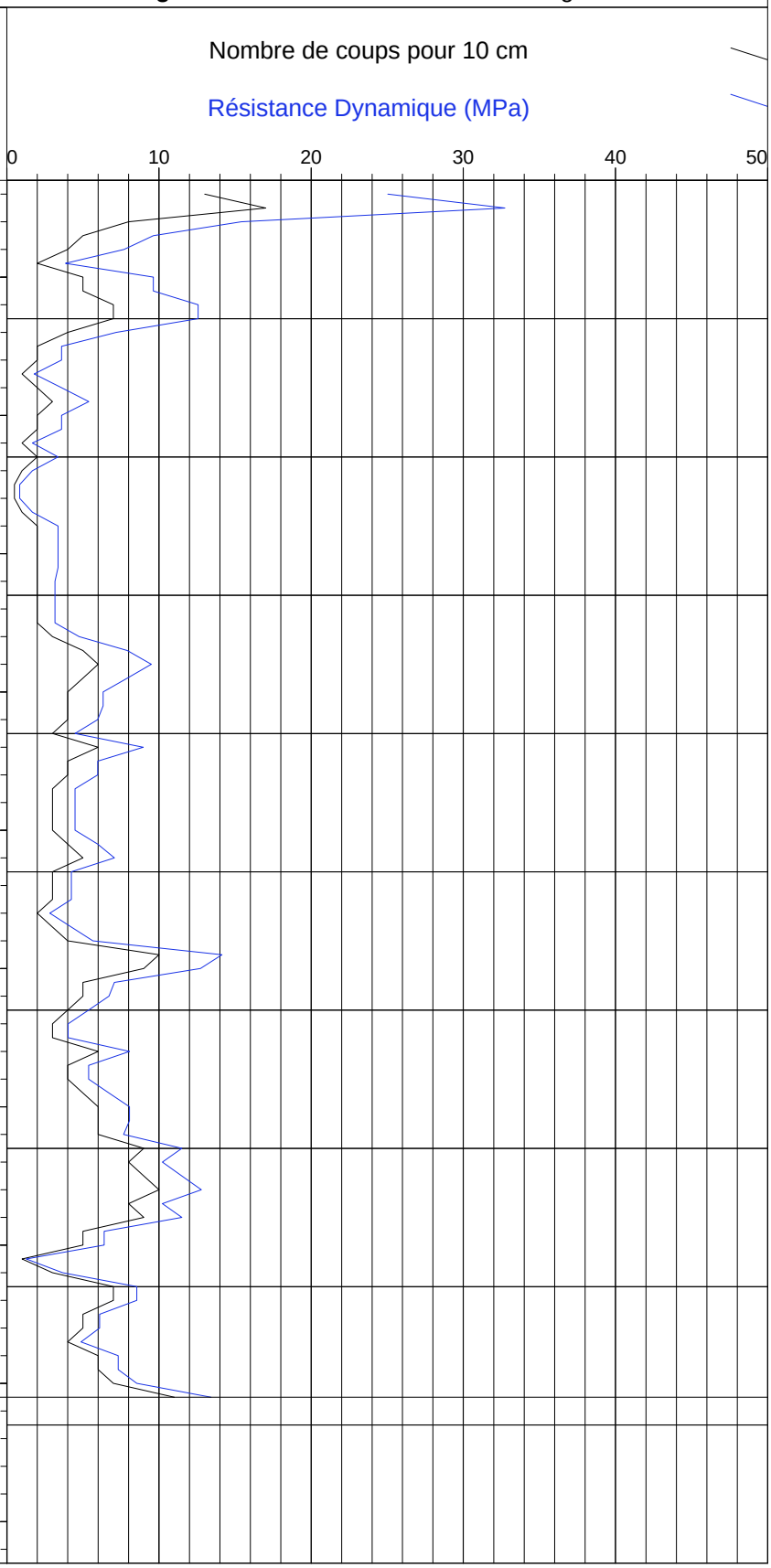
Niveau d'eau : sec - éboulé à -5,8 m/TN

Commentaires : lithologie interprétative...

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Sondage :	**P15**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Date :	**18/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**8.80**
Dossier:	**17/7478/R2G**	Cote N.G.F. :	**59,7**

Type de pénétromètre : **Type B NFP 94 115** Masse : **64 kg** Pointe : **50 mm** Ht de battage : **75 cm**

Lithologie interprétative	Niveau d'eau	Prof (m)	Cote
"Remblais"		0	
		1	59
		2	58
		3	57
"Marnes Infragypseuses"		4	56
		5	55
		6	54
		7	53
		8	52
		9	51
		10	50



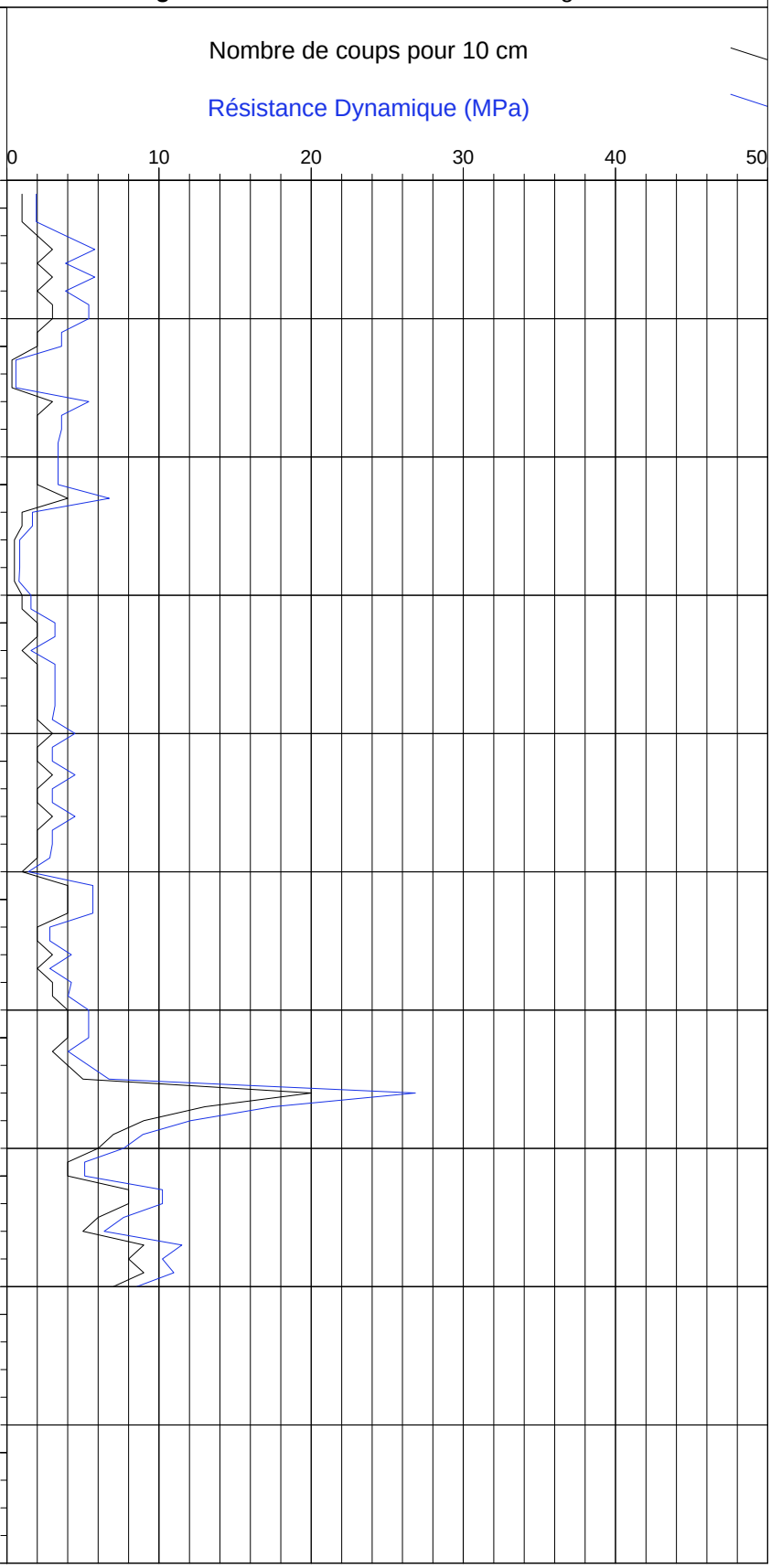
Niveau d'eau : sec - éboulé à -1,9 m/TN

Commentaires : lithologie interprétative...

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Sondage :	**P16**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Date :	**17/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**8.00**
Dossier:	**17/7478/R2G**	Cote N.G.F. :	**59,2**

Type de pénétromètre : **Type B NFP 94 115** Masse : **64 kg** Pointe : **50 mm** Ht de battage : **75 cm**

Lithologie interprétative	Niveau d'eau	Prof (m)	Cote
"Remblais"		0	59
		1	58
		2	57
		3	56
		4	55
		5	54
"Marnes Infragypseuses"		6	53
		7	52
		8	51
		9	50
		10	



Niveau d'eau : sec - éboulé à -2,1 m/TN

Commentaires : lithologie interprétative...

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**T17**
		Date :	**21/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**2.00**
		Cote N.G.F. :	**59,3**

Cote	Prof (m)	Lithologie	Stratigraphie	Niveau d'eau	Outil	Equipement	Vitesse d'avancement (s/0,2 m) 0 10 20 30 40 50
59	0	GNT Marne graveleuse gris noirâtre	Remblais		t. hélicoïdale ø 102 mm		
58	1	devenant marron beige grisâtre					
57	2						
56	3						
55	4						
54	5						
53	6						
52	7						
51	8						
50	9						

Niveau d'eau : sec

Commentaires :

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**T18**
		Date :	**21/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**2.00**
		Cote N.G.F. :	**59,2**

Cote	Prof (m)	Lithologie	Stratigraphie	Niveau d'eau	Outil	Equipement	Vitesse d'avancement (s/0,2 m) 0 10 20 30 40 50
59	0	GNT Remblais sableux graveleux limono-marneux noirâtre	Remblais		t. hélicoïdale ø 102 mm		
58	1	Argile marron rougeâtre devenant marneuse marron beige gris clair					
57	2						
56	3						
55	4						
54	5						
53	6						
52	7						
51	8						
50	9						

Niveau d'eau : sec

Commentaires :

Site :	**ROMAINVILLE (93)**	Dossier:	**17/7478/R2G**
Adresse :	**Chemin Latéral**	Sondage :	**T19**
		Date :	**21/07/2017**
Client :	**ALSEI**	Profondeur (m) :	**2.00**
		Cote N.G.F. :	**59,0**

Cote	Prof (m)	Lithologie	Stratigraphie	Niveau d'eau	Outil	Equipement	Vitesse d'avancement (s/0,2 m) 0 10 20 30 40 50
59	0	GNT Marne graveleuse grisâtre	Remblais		t. hélicoïdale ø 102 mm		
58	1	devenant gris foncé					
57	2						
56	3						
55	4						
54	5						
53	6						
52	7						
51	8						
50	9						

Niveau d'eau : sec

Commentaires :

ANNEXE N°2

_____

93230 ROMAINVILLE

Chemin latéral - ZAC de l'Horloge

_____

Essais de laboratoire

_____

Spécification des échantillons **Es1**

	Unité	Résultat 12/12/2014	Classe III			Méthode
Prétraitement des échantillons						
Matière sèche	%	° 88,6				ISO11465; EN12880
Analyses Physico-chimiques						
Chlorures (Cl)	mg/kg Ms	91				méthode interne (mesurage conform ISO 15923-1, équivalent à EN-ISO 15962)
Sulfates (SO4)	mg/kg Ms	702				Méthode interne (mesurage conforme ISO 15923-1, équivalent à ISO 22743)
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms	32000	30000			conforme ISO 10694 (2008)

Classe III 12/12/2014: Déchets inertes-Arrêté du 12/12/2014
Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées ° sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Les paramètres suivants sont au-delà des limites requises par la norme.

Analyses	*Valeur*	*Unité*	
COT Carbone Organique Total	**32000**	**mg/kg Ms**	**Valeur limite dépassée**

Début des analyses: 03.08.2017
Fin des analyses: 08.08.2017

Spécification des échantillons **Es2**

	Unité	Résultat 12/12/2014	Classe III			Méthode
Prétraitement des échantillons						
Matière sèche	%	° 84,2				ISO11465; EN12880
Analyses Physico-chimiques						
Chlorures (Cl)	mg/kg Ms	<20				méthode interne (mesurage conform ISO 15923-1, équivalent à EN-ISO 15962)
Sulfates (SO4)	mg/kg Ms	2090				Méthode interne (mesurage conforme ISO 15923-1, équivalent à ISO 22743)
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms	16000	30000			conforme ISO 10694 (2008)

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Classe III 12/12/2014: Déchets inertes-Arrêté du 12/12/2014
Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées ° sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.
Début des analyses: 03.08.2017
Fin des analyses: 08.08.2017

Spécification des échantillons **Es3**

	Unité	Résultat 12/12/2014	Classe III			Méthode
Prétraitement des échantillons						
Matière sèche	%	° 81,5				ISO11465; EN12880
Analyses Physico-chimiques						
Chlorures (Cl)	mg/kg Ms	<20				méthode interne (mesurage conform ISO 15923-1, équivalent à EN-ISO 15962)
Sulfates (SO4)	mg/kg Ms	2860				Méthode interne (mesurage conforme ISO 15923-1, équivalent à ISO 22743)
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms	9300	30000			conforme ISO 10694 (2008)

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Classe III 12/12/2014: Déchets inertes-Arrêté du 12/12/2014
Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées ° sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.
Début des analyses: 03.08.2017

Spécification des échantillons **ES4**

	Unité	Résultat 12/12/2014	Classe III			Méthode
Prétraitement des échantillons						
Matière sèche	%	° 87,9				ISO11465; EN12880
Analyses Physico-chimiques						
Chlorures (Cl)	mg/kg Ms	67				méthode interne (mesurage conform ISO 15923-1, équivalent à EN-ISO 15962)
Sulfates (SO4)	mg/kg Ms	7110				Méthode interne (mesurage conforme ISO 15923-1, équivalent à ISO 22743)
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms	19000	30000			conforme ISO 10694 (2008)

Classe III 12/12/2014: Déchets inertes-Arrêté du 12/12/2014
Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées ° sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.
Début des analyses: 03.08.2017
Fin des analyses: 08.08.2017

Spécification des échantillons Es5

	Unité	Résultat	Classe III 12/12/2014			Méthode
Prétraitement des échantillons						
Matière sèche	%	* 87,7				ISO11465; EN12880
Analyses Physico-chimiques						
Chlorures (Cl)	mg/kg Ms	<20				méthode interne (mesurage conform ISO 15923-1, équivalent à EN-ISO 15982)
Sulfates (SO4)	mg/kg Ms	780				Méthode interne (mesurage conforme ISO 15923-1, équivalent à ISO 22743)
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms	1200	30000			conforme ISO 10694 (2008)

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Classe III 12/12/2014: Déchets inertes-Arrêté du 12/12/2014
*Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.*
Début des analyses: 03.08.2017
Fin des analyses: 08.08.2017

Spécification des échantillons Es6

	Unité	Résultat	Classe III 12/12/2014			Méthode
Prétraitement des échantillons						
Matière sèche	%	* 89,3				ISO11465; EN12880
Analyses Physico-chimiques						
Chlorures (Cl)	mg/kg Ms	270				méthode interne (mesurage conform ISO 15923-1, équivalent à EN-ISO 15982)
Sulfates (SO4)	mg/kg Ms	623				Méthode interne (mesurage conforme ISO 15923-1, équivalent à ISO 22743)
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms	28000	30000			conforme ISO 10694 (2008)

Classe III 12/12/2014: Déchets inertes-Arrêté du 12/12/2014
*Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.*
Début des analyses: 03.08.2017
Fin des analyses: 08.08.2017

Spécification des échantillons Es7

	Unité	Résultat	Classe III 12/12/2014			Méthode
Prétraitement des échantillons						
Matière sèche	%	* 89,5				ISO11465; EN12880
Analyses Physico-chimiques						
Chlorures (Cl)	mg/kg Ms	29				méthode interne (mesurage conform ISO 15923-1, équivalent à EN-ISO 15982)
Sulfates (SO4)	mg/kg Ms	1430				Méthode interne (mesurage conforme ISO 15923-1, équivalent à ISO 22743)
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms	18000	30000			conforme ISO 10694 (2008)

Classe III 12/12/2014: Déchets inertes-Arrêté du 12/12/2014
*Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.*
Début des analyses: 03.08.2017
Fin des analyses: 08.08.2017

Spécification des échantillons Es8

	Unité	Résultat	Classe III 12/12/2014			Méthode
Prétraitement des échantillons						
Matière sèche	%	* 83,8				ISO11465; EN12880
Analyses Physico-chimiques						
Chlorures (Cl)	mg/kg Ms	140				méthode interne (mesurage conform ISO 15923-1, équivalent à EN-ISO 15982)
Sulfates (SO4)	mg/kg Ms	18600				Méthode interne (mesurage conforme ISO 15923-1, équivalent à ISO 22743)
COT Carbone Organique Total	mg/kg Ms	22000	30000			conforme ISO 10694 (2008)

Classe III 12/12/2014: Déchets inertes-Arrêté du 12/12/2014
*Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées * sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.*
Début des analyses: 03.08.2017
Fin des analyses: 08.08.2017

RÉSULTATS D'ESSAIS

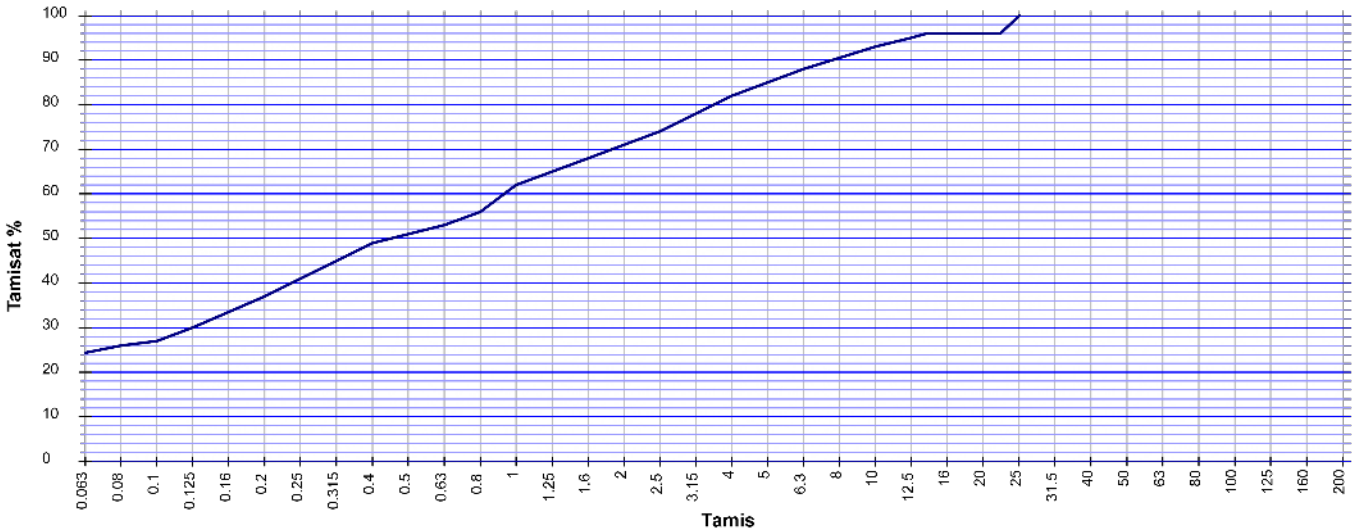
ÉCHANTILLON	**ES001-0056**	Réceptionné le 03/08/2017	
SOL	**0 / 25**	**PROVENANCE**	
N° DOSSIER	17/7478/R2G	CLIENT	ALSEI
CLASSE GTR	B5	Date de prélèvement	17/07/2017
Sondage	S1 et S8	Profondeur	de -0,04/-0,16 à -1,0/-3,5 m/TN

* Dans le cas où l'échantillon n'a pas été prélevé par notre unité technique, celle-ci n'assure pas la responsabilité de la représentativité du prélèvement.

Analyse granulométrique des sols	**NF P94-056**
Essai réalisé le 03/08/2017 à 09:47 par TOUIL Nabil, validé par TOUIL Nabil	
N° d'accréditation	-

Fraction pour W	0/25 mm	Temp. étuvage	105 °C	W	13.3 %
Procédé	Lavage et tamisage	F	24.4 %	-	-

Tamis	0.0	0.08	0.1	0.1	0.2	0.25	0.4	0.63	0.8	1	1.6	2	2.5	4	5	6.3	10	12.5	14	16	20	22.4	25
% Passant	24.4	26	27	30	37	41	49	53	56	62	68	71	74	82	85	88	93	95	96	96	96	96	100



Valeur de bleu de méthylène d'un sol	**NF P 94-068**
Essai réalisé le 03/08/2017 à 09:52 par TOUIL Nabil, validé par TOUIL Nabil	
N° d'accréditation	-

Désignation du matériau	Remblais Sabo-graveleux et marneux noirâtre		
Proportion de 0/5 mm dans le 0/50 du matériau sec C	85.0 %	**VBS**	0.53

RÉSULTATS D'ESSAIS

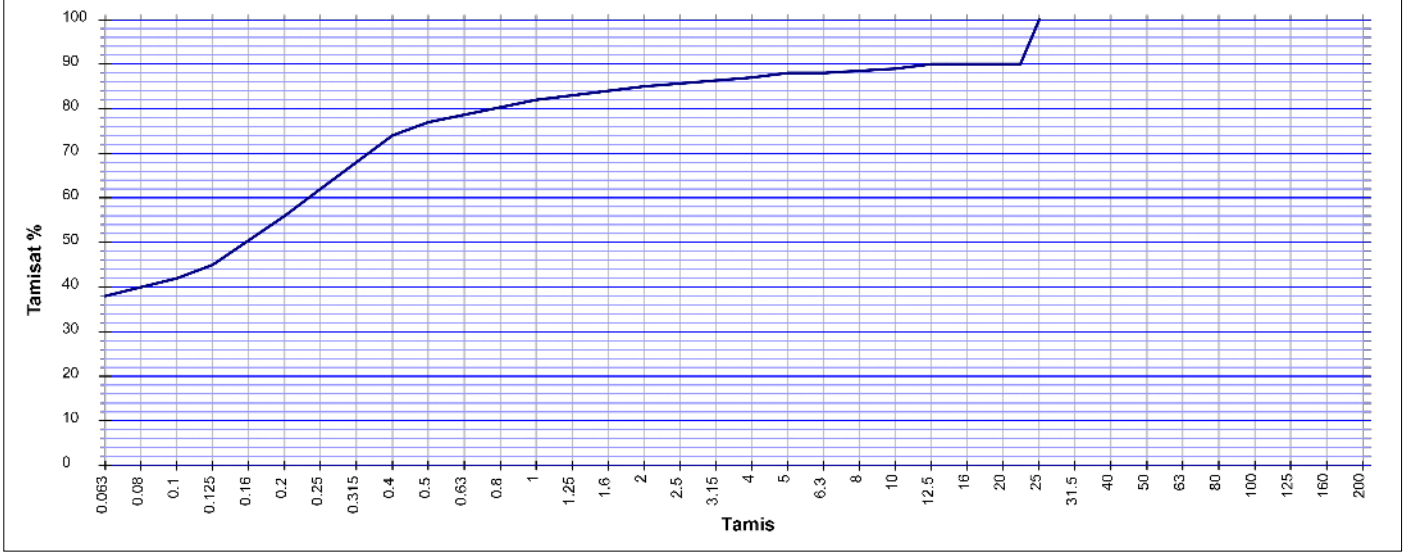
ÉCHANTILLON	**ES002-0057**	Réceptionné le 03/08/2017	
SOL	**0 / 25**	**PROVENANCE**	
N° DOSSIER	17/7478/R2G	CLIENT	ALSEI
CLASSE GTR	A2	Date de prélèvement	17/07/2017
Sondage	S2 et T17	Profondeur	de - 0,04/-1,5 à -0,8/-0,3 m/TN

* Dans le cas où l'échantillon n'a pas été prélevé par notre unité technique, celle-ci n'assure pas la responsabilité de la représentativité du prélèvement.

Analyse granulométrique des sols	**NF P94-056**
Essai réalisé le 03/08/2017 à 10:03 par TOUIL Nabil, validé par TOUIL Nabil	
N° d'accréditation	-

Fraction pour W	0/25 mm	Temp. étuvage	105 °C	W	18.2 %
Procédé	Lavage et tamisage	F	38.0 %	-	-

Tamis	0.063	0.08	0.1	0.125	0.2	0.25	0.4	0.5	1	2	4	5	6.3	10	12.5	14	16	20	22.4	25
% Passant	38.0	40	42	45	56	62	74	77	82	85	87	88	88	89	90	90	90	90	90	100



Valeur de bleu de méthylène d'un sol	**NF P 94-068**
Essai réalisé le 03/08/2017 à 10:08 par TOUIL Nabil, validé par TOUIL Nabil	
N° d'accréditation	-

Désignation du matériau	Marne sableuse et graveleuse marron grisâtre		
Proportion de 0/5 mm dans le 0/50 du matériau sec C	88.0 %	**VBS**	3.51

RÉSULTATS D'ESSAIS

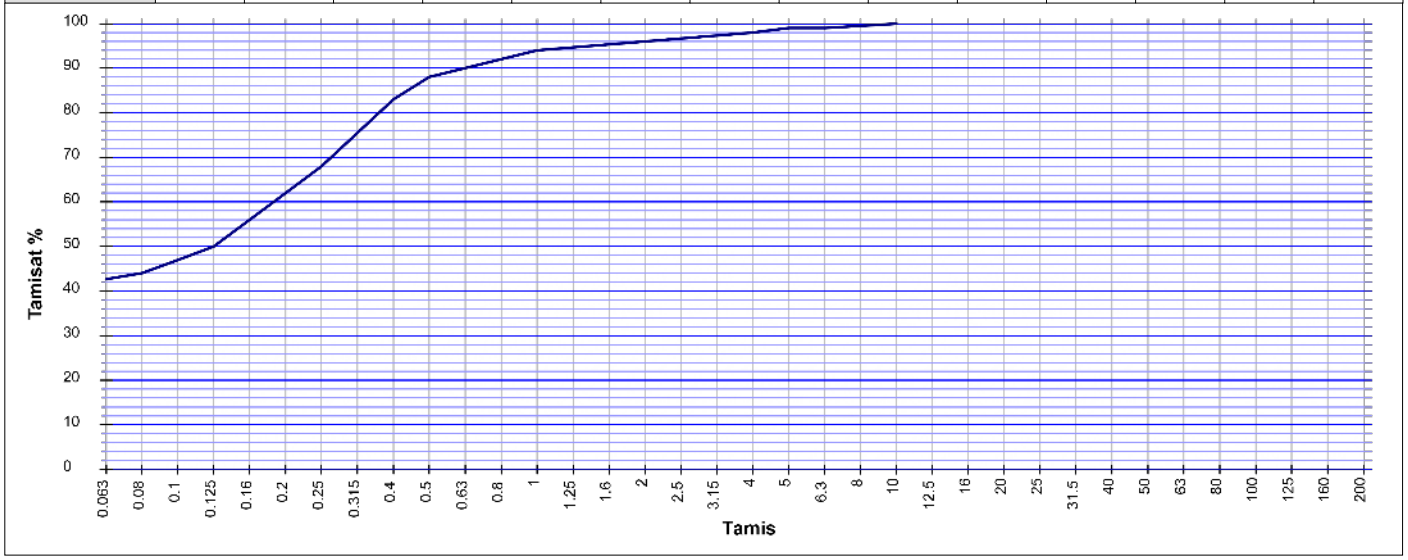
ÉCHANTILLON	**ES003-0058**	Réceptionné le 03/08/2017	
SOL	**0 / 10**	**PROVENANCE**	
N° DOSSIER	17/7478/R2G	CLIENT	ALSEI
CLASSE GTR	A2	Date de prélèvement	17/07/2017
Sondage	S4 et S6	Profondeur	de -1,5/-2,0 à -3,8 m/TN

* Dans le cas où l'échantillon n'a pas été prélevé par notre unité technique, celle-ci n'assure pas la responsabilité de la représentativité du prélèvement.

Analyse granulométrique des sols	**NF P94-056**
Essai réalisé le 03/08/2017 à 10:11 par TOUIL Nabil, validé par TOUIL Nabil	
N° d'accréditation	-

Fraction pour W	0/10 mm	Temp. étuvage	105 °C	W	18.2 %
Procédé	Lavage et tamisage	F	42.7 %	-	-

Tamis	0.063	0.08	0.1	0.125	0.2	0.25	0.4	0.5	1	2	4	5	6.3	10
% Passant	42.7	44	47	50	62	68	83	88	94	96	98	99	99	100



Valeur de bleu de méthylène d'un sol	**NF P 94-068**
Essai réalisé le 03/08/2017 à 10:15 par TOUIL Nabil, validé par TOUIL Nabil	
N° d'accréditation	-

Désignation du matériau	Argile limoneuse et sableuse noirâtre		
Proportion de 0/5 mm dans le 0/50 du matériau sec C	99.0 %	**VBS**	5.73

CONDITIONS GÉNÉRALES DES MISSIONS D'INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE

1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.
Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.
Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaitre l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.
Conformément à l'art L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

3. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire.
Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dégagée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.
Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

4. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.
La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.
Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.
Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés. 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 phases ES et PGC), d'étude géotechnique de conception (G2 phases AVP, PRO et DCE/ACT), 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 préliminaire de site, d'étude géotechnique d'avant-projet 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 projet lui est confiée ;
- une mission d'étude géotechnique de projet G2 DCE/ACT 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. Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

5. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions. Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnisations correspondantes sont à la charge du Client.

7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.
L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. 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 actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.
L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet).
Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

À défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. À défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. Le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission.
Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

14. Conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice «Sondages et Forages TP 04» pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis. Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.
Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975. Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage.

Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.
En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.
Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non-paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée.
Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. À défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

Assurance décennale obligatoire

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Ce contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Le client prendra en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. À défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières.
Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en réfèrera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle sur cotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.
Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. À ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au-delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

17. Cessibilité de contrat et litiges

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de portefort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui. En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du siège social du Prestataire sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

Tableau 1 – Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Étape	Phase d'avancement du projet	Missions d'ingénierie géotechnique	Objectifs en termes de gestion des risques liés aux aléas géologiques	Prestations d'investigations géotechniques *
1	Étude géotechnique préalable (G1)	Phase Étude de Site (ES)	Première identification des risques	Fonction des données existantes
		Phase Principes Généraux de Construction (PGC)	Première adaptation des futurs ouvrages aux spécifications du site	Fonction des données existantes et de la complexité du site
2	Étude géotechnique de conception (G2)	Phase Avant-Projet (AVP)	Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
		Phase Projet (PRO)	Conception et justification du projet	
		Phase DCE/ACT Assistance aux Contrats de Travaux	Identification des aléas importants et dispositions pour en réduire les conséquences	Fonction des choix constructifs
3	Exécution	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3)	Identification des aléas résiduels et dispositions pour en limiter les conséquences	Fonction des méthodes de construction mises en œuvre
		Supervision géotechnique d'exécution (G4)		Fonction des conditions rencontrées à l'exécution
Cas particulier	Étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques	Diagnostic géotechnique (G5)	Analyse des risques liés à ce ou ces éléments géotechniques	Fonction de la spécificité des éléments étudiés

* NOTE : À définir par l'ingénierie géotechnique chargée de la mission correspondante

Tableau 2 - Classification des missions types d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques. Chaque mission s'appuie sur des investigations géotechniques spécifiques. Il appartient au maître d'ouvrage ou à son mandataire de veiller à la réalisation successive de toutes ces missions par une ingénierie géotechnique.

ÉTAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PRÉALABLES (G1)

Ces missions excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de projet (étape 2).Elles sont normalement à la charge du maître d'ouvrage.

PHASE ÉTUDE DE SITE (ES)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire ou d'esquisse et permet une première identification des risques géologiques 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 avec un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques majeurs.

PHASE PRINCIPES GÉNÉRAUX DE CONSTRUCTION (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS et permet de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés :

- Définir 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 (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

Cette étude sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de conception (étape 2).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Elle est réalisée pour définir le projet des ouvrages géotechniques et permet de réduire les conséquences des risques géologiques importants identifiés. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage et peut être intégrée à la mission de maîtrise d'œuvre générale.

PHASE AVANT-PROJET (AVP)

- Définir 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 des sols, dispositions 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)

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse 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 des sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs et une approche des quantités.

PHASE DCE/ACT

- Établir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres.

ÉTAPE 3 : EXÉCUTION DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre 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 :

Phase Étude

- Définir 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 note d'hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivis, contrôles, auscultations en fonction des valeurs seuils associées, dispositions constructives complémentaires éventuelles), élaborer le dossier géotechnique d'exécution (plan d'exécution, de phasage et de suivi).

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire les dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des excavations 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'EXÉCUTION (G4)

Elle permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission G3. Elle est normalement 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.

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle 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 précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques identifiés ainsi que les 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, rabattement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans d'autres éléments géotechniques.

Des études géotechniques de projet et/ou d'exécution, de suivi et supervision, doivent être réalisées ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique, si ce diagnostic conduit à modifier ou réaliser des travaux.