

CIS PROMOTION

Ensemble immobilier – Avenue de la Gare

MONTMÉLIAN (73)

Dossier n°AF.15670

Rapport d'étude géotechnique – Mission G5
relative à la mise hors d'eau du projet en phase
provisoire




CIS PROMOTION

Ensemble immobilier – Avenue de la Gare

MONTMÉLIAN (73)

Dossier n°AF.15670

Date	Version	Ingénieur chargé du dossier	Contrôle externe	Objet de la version - Modification
24/05/2022	1	A. FREY a.frey@kaena.fr 	A. MEUNIER a.meunier@kaena.fr 	Version initiale

Présentation	1
1. Intervenants, missions, documents communiqués.....	1
Investigations géotechniques	2
2. Investigations géotechniques.....	2
Description du site et du contexte	3
3. État des lieux	3
4. Sensibilité générale du site vis-à-vis de sa situation et de son histoire	6
Synthèse géotechnique	7
5. Les sols	7
6. L'eau souterraine	11
7. Sensibilité du site liée à la structure géotechnique du site	13
Description du projet et de son environnement	14
8. Caractéristiques du projet.....	14
Présentation des essais.....	16
9. Essais de pompage.....	16
Résultats des essais de pompages	18
10. Paramètres hydrodynamiques	18
11. Test de pompage sur les équipements	18
Conclusion.....	21
12. Conclusions des essais de pompages	21
Mise hors d'eau du projet	22
13. Mise hors d'eau en phase provisoire	22
Missions complémentaires – Enjeux du projet – Risques résiduels	25
Annexes	27

1. Intervenants, missions, documents communiqués

1.1. Intervenants

Les intervenants dans l'acte de construire sont :

Maître d'ouvrage	Architecte	B.E. structure Économiste	B. VRD	Géomètre Expert
CIS PROMOTION	Atelier Thierry Roche et Associés	OSMZ	SIAF VISION CANOPÉE	EURÉKA

1.2. Mission du B.E. de géotechnique KAENA

Contrat de prestation géotechnique entre KAENA et CIS PROMOTION : contrat référencé D.14737-V2 en date du 18/10/2021 et accepté le 21/10/2021.

Études géotechniques de conception (G2)

➤ Phase Avant-projet (AVP)

- Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables, une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.
- Prédimensionnement et préconisation pour les ouvrages de traitement des E.P. (infiltration, stockage). Fournir un rapport proposant, les principes de gestion des eaux pluviales et le prédimensionnement d'un volume utile de stockage par infiltration et/ou rétention sur la base du plan masse provisoire.

Les limites de cette mission et les enchaînements des missions géotechniques qui sont recommandés par la norme NF P 94-500, sont rappelés dans les extraits joints en annexe.

1.3. Documents communiqués

Les documents communiqués pour la présente étude sont les suivants :

Plans et documents graphiques			
Désignation	Origine / Référence / Indice	Format	Date
Plan topographique avec réseaux existants	EURÉKA / / Ind.1	PDF / DWG	12/10/2021
Plan de principe des espaces verts	Architecte Atelier Thierry Roche et Associés / PC /	PDF / DWG	08/11/2021
Plan masse			03/11/2021
Plan du niveau bas			
Coupe, élévations, façades			

2. Investigations géotechniques

2.1. Implantation – Nivellement

➤ Implantation des sondages

Les sondages ont été implantés à partir des existants dans le voisinage du terrain, qui sont représentés sur le fond de plan topographique transmis.

La position de ces sondages est repérée sur le plan d'implantation joint en annexe.

➤ Altimétrie de la tête des sondages

L'altimétrie des sondages a été extrapolée à partir du fond de plan topographique.

Le système altimétrique de référence est le NGF normal (IGN 69).

L'altimétrie des sondages a été mesurée par nos soins à partir de points connus du plan topographique, et rattaché au système du plan topographique. La précision de la mesure est de l'ordre de ± 10 cm.

L'intitulé TA correspond au Terrain Actuel, soit la surface topographique actuelle.

2.2. Reconnaissances in-situ

➤ Sondages de reconnaissance géologique par :

- 14 puits à la pelle hydraulique descendus entre 3.7 m et 4.0 m de profondeur et référencés, P1 à P14.

➤ Sondages et mesures de caractéristiques géomécaniques par :

- 6 sondages au pénétromètre statique brevet AMAPSOL (poussée statique 220 kN) descendus entre 14.8 m et 15.4 m de profondeur et référencés, STD1 à STD6.
- 9 sondages au pénétromètre statique 100 /150 kN norme NF EN ISO 22476-12 descendus entre 2.0 m et 8.0 m de profondeur et référencés, SD1 à SD9.
- 2 forages destructifs avec enregistrements de paramètres (VA, CR, PO, PI) et 8 essais pressiométriques ($PI^* < 5$ MPa) / forage selon la norme NF EN ISO 22476-4, menés jusqu'à 12.0 m et 13.4 m de profondeur et référencés, PR1 et PR2.

➤ Essais de perméabilité par :

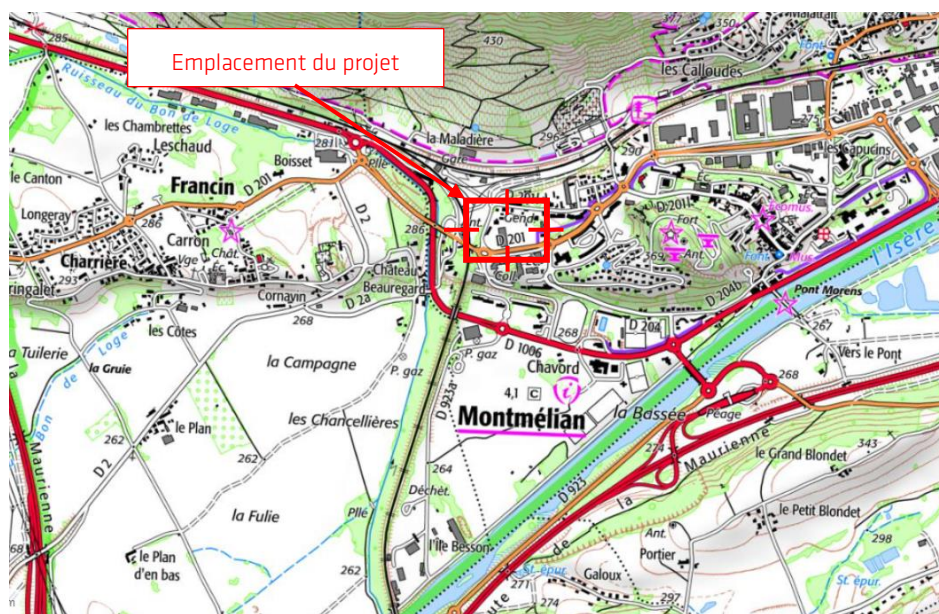
- 6 essais de perméabilité par injection à charge variable de type Matsuo norme NF EN ISO 22282-2 dans les sondages P1, P4, P6, P7, P8 et P14 respectivement à 3.8, 2.2, 3.7, 3.7, 2.6 et 3.8 m de profondeur.

DESCRIPTION DU SITE ET DU CONTEXTE

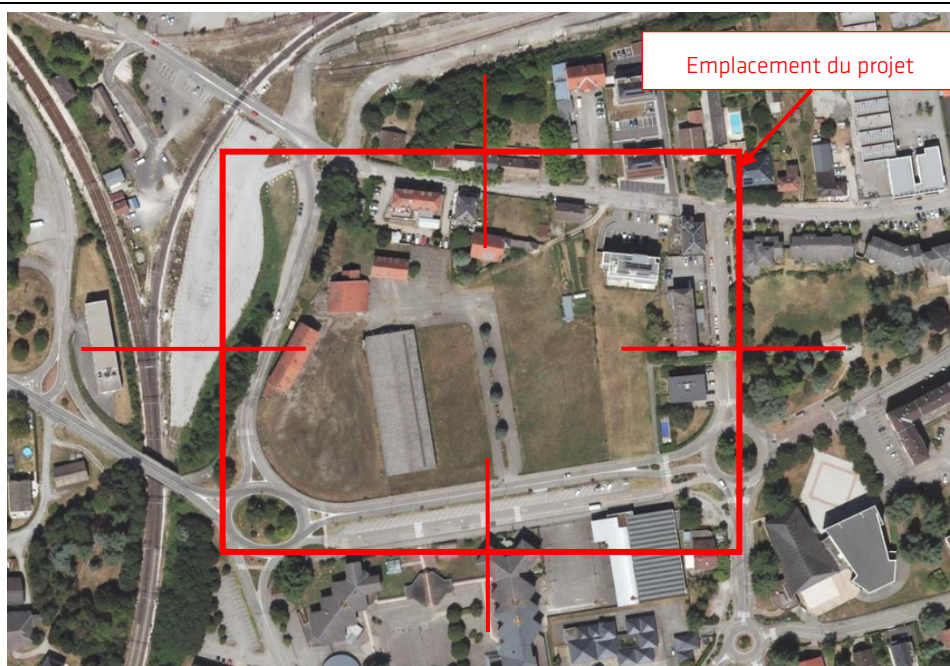
3. État des lieux

3.1. Localisation

Commune : MONTMÉLIAN (73), Avenue de la Gare - Parcelle : 26, 27, 28, 29, 30, 32 et 138 section AN



Extrait Carte IGN 1/25000 – Source Géoportail



Photographie aérienne – Source Géoportail

3.2. Topographie et géomorphologie – Examen visuel du site

- Altitude moyenne : 289.0 m NGF.
- Contexte général : Terrain situé en plaine en zone industrielle.
- Végétation : Friche constituée d'arbustes et d'herbes hautes.
- Terrain occupé par :
 - Plusieurs tas de matériaux de démolition issus de la déconstruction d'anciens bâtiments ;
 - D'une voie d'accès en partie du site ;
 - De bâtiments mitoyens en partie Nord du tènement ;
 - De la rue Marius Baboulaz à l'Est, de l'avenue Pierre de la Contrie au Sud, de la rue François Civeyrac à l'Ouest et de l'avenue de la Gare au Nord.



Photographies du site le 29/10/2021 – Source : Kaëna

➤ **Géomorphologie :**


- Terrain non naturel ayant connu une activité industrielle et ayant subi des dépôts anthropiques.
- Terrain plat.
- Pas d'indice d'instabilité visible.

➤ **Eau :**

- Pas d'indice de circulation d'eau de ruissellement ni de résurgence d'eau souterraine.

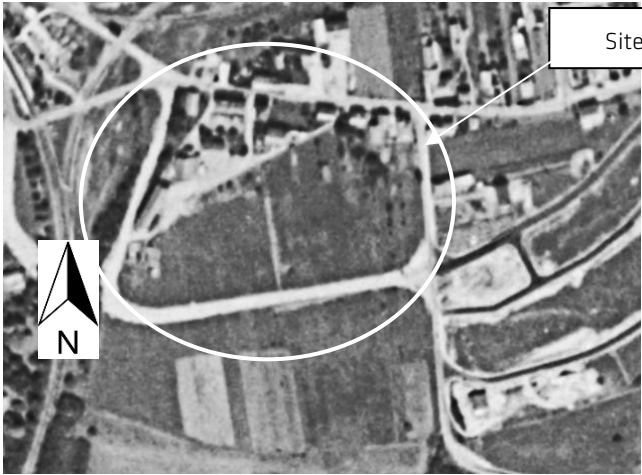

3.3. Risques Naturels

Il est de la responsabilité des Constructeurs de valider ou de compléter ces informations en interrogeant les services compétents et en consultant les documents originaux sur format papier en mairie ou en préfecture. Il s'agit de s'assurer de la concordance entre les travaux envisagés et l'ensemble des mesures de protection demandées par l'administration.

Risque	Carte / source	Aléa / niveau de risque
Retrait-gonflement des sols argileux	 <p><i>Extrait de la carte d'aléa de phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux (BRGM)</i></p>	Degré d'aléa : <input checked="" type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Fort
	http://www.georisques.gouv.fr/	
Sismique	http://www.georisques.gouv.fr/	<input type="checkbox"/> Zone 1 (aléa très faible) <input type="checkbox"/> Zone 2 (aléa faible) <input type="checkbox"/> Zone 3 (aléa modéré) <input checked="" type="checkbox"/> Zone 4 (aléa moyen)

3.4. Occupation ancienne du site – Historique connu

L'enquête historique a permis de recenser les photos aériennes suivantes :

Photographies aériennes du site – Source Géoportail	
	
<i>Photographie historique 1950-1965</i>	<i>Photographie historique 2000-2005</i>

D'après l'examen visuel du site et des photos anciennes il apparaît que le site a été occupé par :

- Terrain naturel côté Ouest, exploité anciennement pour des activités agricoles.
- Des bâtiments ont été construits en partie avant les années cinquante et jusqu'aux années 2005 et comportaient probablement des cuves, fosses et structures enterrées.
- En partie Sud-Est, il existait une zone de stockage de matériaux.

4. Sensibilité générale du site vis-à-vis de sa situation et de son histoire

De ces éléments nous retiendrons les risques et aléas principaux liés à la situation du terrain, dont il faudra tenir compte dans la conception et l'adaptation du projet au site :

Topographie	Terrain sensiblement plat Pas de risque apparent lié à la situation du terrain
Géomorphologie	Pas de risque apparent lié à la situation du terrain
Environnement	Environnement urbain du site
Hydrogéologie	Nappe à faible profondeur présente à environ 5 m /TA.
Risques naturels	Sensibilité des sols au retrait-gonflement : Aléa faible Risque sismique : Zone 4 (Aléa moyen)
Historique / enquête	Présence des structures enterrées Présence de zones potentiellement polluées Présence de remblais et terrains remaniés

La synthèse des reconnaissances, des résultats d'enquêtes et des observations effectuées sur le site est donnée ci-après. Elle vise à apporter une représentation de la structure géotechnique du site la plus proche de la réalité possible. Cette vision est cependant par définition incomplète car basée en partie sur des sondages ponctuels, ne donnant que certaines informations partielles (par exemple uniquement visuelles, ou d'autres uniquement géomécaniques). Elle peut de ce fait ignorer ou mal évaluer la présence de certaines discontinuités ou hétérogénéités toujours possibles, le milieu naturel ne répondant pas à une logique statistique ou linéaire.

Les aléas liés à ces hétérogénéités ou discontinuités devront être précisés si besoin par des moyens de reconnaissances complémentaires, et par une intervention régulière d'un spécialiste en géotechnique au fur et à mesure de la conception et de l'exécution des ouvrages (cf. enchaînement des missions).

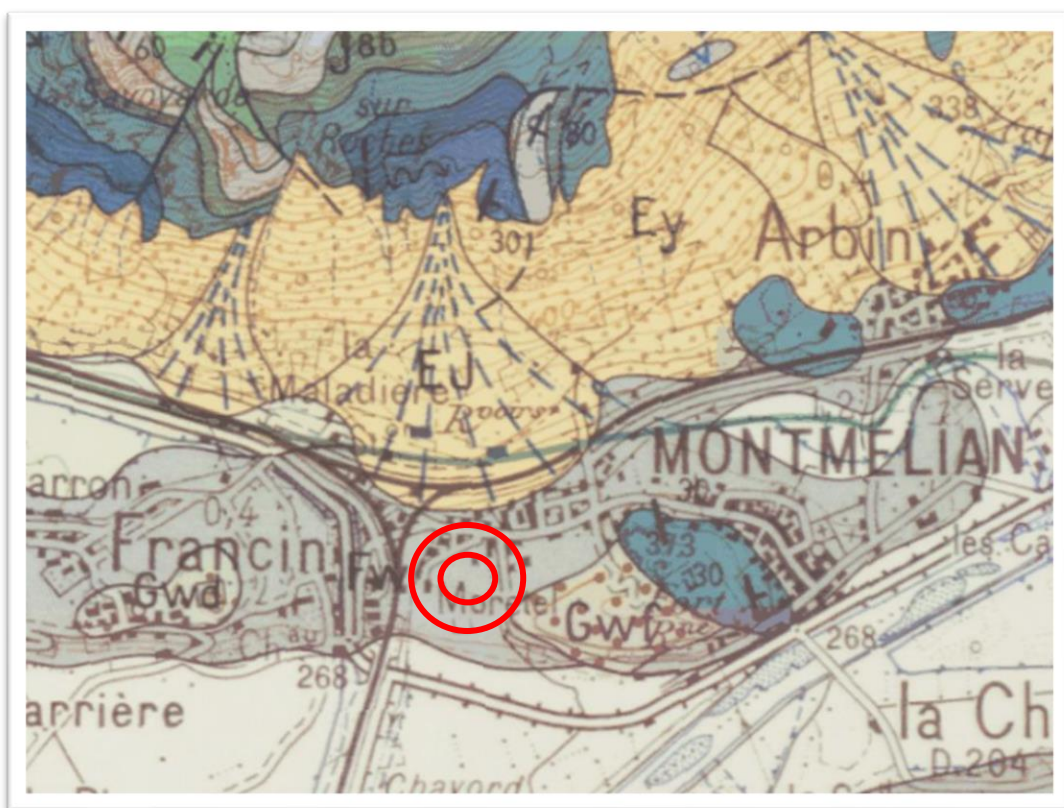
5. Les sols

➤ Carte géologique

D'après la carte géologique de MONTMÉLIAN (BRGM) au 1/50 000, le terrain se situe au sein de la formation des alluvions interstadias würmiennes (Fw) dans un contexte de formations glaciaires.

Les particularités géotechniques caractéristiques et généralement observées de cette formation sont :

- Une hétérogénéité verticale et latérale ;
- Des éléments hétérométriques et polygéniques.



Extrait de la carte géologique du secteur d'étude (source : BRGM)

➤ **Investigations in situ**

La lithologie des formations en place apparaît relativement homogène sur l'ensemble du site avec une alternance d'alluvions fines et plus grossières bien distincte.

Elle peut être décrite comme suit, du haut vers le bas :

➤ **Terre végétale et/ou Remblais sur une épaisseur comprise entre 0.1 et 0.8 m.**

➤ **Unité 1 : Formation de couverture sablo-gravelo-limoneuse- Alluvions**

Lithologie	Sable graveleux et limoneux
Résistance	Sol de résistance moyenne à élevée
Tenue des parois des puits et/ou forage	Moyenne à bonne
Type de sol	Sols intermédiaires
Profondeur de la base de l'unité	<ul style="list-style-type: none"> - Au droit des puits de reconnaissance : entre 0.9 m et 2.7 m de profondeur/TA - Au droit des essais de pénétration (ces profondeurs sont estimées car il s'agit de sondages « aveugles ») : entre 0.9 m et 2.6 m de profondeur/TA - Au droit des forages : entre 1.9 m et 2.0 m de profondeur/TA

** : ces profondeurs et cotes sont basées sur des variations de résistance au pénétromètre et devront être validées visuellement lors de la réalisation des fouilles ou par quelques puits à la pelle au démarrage du chantier.*

➤ **Unité 2 : Formation de grave sableuse – Alluvions grossières graveleuse et sableuse +/- limoneuse**

Lithologie	Grave sableuse brune à passées plus limoneuses
Résistance	Sol de résistance élevée
Tenue des parois des puits et/ou forage	Mauvaise à moyenne
Type de sol	Sables et graviers
Profondeur de la base de l'unité	<ul style="list-style-type: none"> - Au droit des puits de reconnaissance : entre >3.7 m et >4.0 m de profondeur/TA - Au droit des essais de pénétration (ces profondeurs sont estimées car il s'agit de forages « aveugles ») : entre >2.0 m et 5.5 m de profondeur/TA - Au droit des forages : entre 4.8 m et 5.4 m de profondeur/TA

Le toit de cette formation a été reconnu aux profondeurs et cotes suivantes :

Toit d'apparition de la formation gravo-sableuse au droit des sondages								
Sondage : Référence et cote (en m NGF normal)	P1 (290.1)	P2 (290.0)	P3 (289.5)	P4 (289.3)	P5 (289.3)	P6 (289.1)	P7 (289.3)	P8 (289.3)
Profondeur d'apparition du toit de la formation (en m/-TA)	1.8	2.0	1.8	0.9	1.4	2.7	1.3	0.9
Cote correspondante (en m NGF normal)	288.3	288.0	287.7	288.4	287.9	286.4	288.0	288.4
Toit d'apparition de la formation gravo-sableuse au droit des sondages								
Sondage : Référence et cote (en m NGF normal)	P9 (290.1)	P10 (289.9)	P11 (289.3)	P12 (289.3)	P13 (288.7)	P14 (290.6)	SD1 (289.1)	SD2 (289.4)
Profondeur d'apparition du toit de la formation (en m/-TA)	1.8	2.6*	2.4*	1.2	1.0	1.7	1.4*	2.0*
Cote correspondante (en m NGF normal)	288.3	287.3	286.9	288.1	287.7	288.9	287.7	287.4
Toit d'apparition de la formation gravo-sableuse au droit des sondages								
Sondage : Référence et cote (en m NGF normal)	SD3 (289.1)	SD4 (289.2)	SD5 (289.1)	SD6 (289.1)	SD7 (288.8)	SD8 (289.2)	SD9 (290.5)	SDT1 (290.3)
Profondeur d'apparition du toit de la formation (en m/-TA)	1.6*	1.6*	1.4*	1.4*	2.5*	1.4*	1.6*	1.6*
Cote correspondante (en m NGF normal)	287.5	287.6	287.7	287.7	286.3	287.8	288.9	288.7
Toit d'apparition de la formation gravo-sableuse au droit des sondages								
Sondage : Référence et cote (en m NGF normal)	SDT2 (289.6)	SDT3 (288.9)	SDT4 (289.1)	SDT5 (289.5)	SDT6 (290.3)	PR1 (289.8)	PR2 (289.4)	
Profondeur d'apparition du toit de la formation (en m/-TA)	1.5*	0.9*	1.5*	1.2*	1.5*	2.0	1.9	
Cote correspondante (en m NGF normal)	288.1	288.0	287.6	288.3	288.8	287.8	287.5	

* : ces profondeurs et cotes sont basées sur des variations de résistance au pénétromètre et devront être validées visuellement lors de la réalisation des fouilles ou par quelques puits à la pelle au démarrage du chantier.

➤ Unité 3 : Formation d'argile sableuse – Alluvions fines

Lithologie	Argile sableuse grise à passées plus sableuses
Résistance	Sol de résistance faible à moyenne
Type de sol	Sols intermédiaires mous à ferme
Profondeur de la base de l'unité	<ul style="list-style-type: none"> - Au droit des essais de pénétration (ces profondeurs sont estimées car il s'agit de forages « aveugles ») : entre >8.0 m et >15.4 m de profondeur/TA - Au droit des forages : entre >12.0 m et 13.2 m de profondeur/TA

Le toit de cette formation a été reconnu aux profondeurs et cotes suivantes :

Toit d'apparition de la formation argilo-sableuse au droit des sondages						
Sondage : Référence et cote (en m NGF normal)	SD2 (289.4)	SD5 (289.1)	SD8 (289.2)	SDT1 (290.3)	SDT2 (289.6)	SDT3 (288.9)
Profondeur d'apparition du toit de la formation (en m/TA)	5.6*	5.4*	5.6*	5.5*	4.9*	4.2*
Cote correspondante (en m NGF normal)	283.8	283.7	283.6	284.8	284.7	284.7
Toit d'apparition de la formation argilo-sableuse au droit des sondages						
Sondage : Référence et cote (en m NGF normal)	SDT4 (289.1)	SDT5 (289.5)	SDT6 (290.3)	PR1 (289.8)	PR2 (289.4)	
Profondeur d'apparition du toit de la formation (en m/TA)	5.5*	5.0*	5.5*	4.8*	5.4*	
Cote correspondante (en m NGF normal)	283.6	284.5	284.8	285.0	284.0	

* : ces profondeurs sont basées sur des variations de résistance au pénétromètre et devront être validées visuellement lors de la réalisation des fouilles ou par quelques puits à la pelle au démarrage du chantier.

➤ Unité 4 : Formation de sable graveleux – Alluvions

Lithologie	Sable graveleux gris
Résistance	Sol de résistance moyenne à élevée
Type de sol	Sables et graviers
Profondeur de la base de l'unité	<ul style="list-style-type: none"> - Au droit des essais de pénétration (ces profondeurs sont estimées car il s'agit de forages « aveugles ») : entre >14.8 m et >15.3 m de profondeur/TA, non reconnue au droit des sondages STD4 et STD6 - Au droit du forage PR1 : >13.4 m de profondeur/TA

Le toit de cette formation a été reconnu aux profondeurs et cotes suivantes :

Toit d'apparition de la formation sablo-graveleuse au droit des sondages					
Sondage : Référence et cote (en m NGF normal)	SDT1 (290.3)	SDT2 (289.6)	SDT3 (288.9)	SDT5 (289.5)	PR2 (289.4)
Profondeur d'apparition du toit de la formation (en m/TA)	12.2*	14.2*	13.8*	13.3*	13.2*
Cote correspondante (en m NGF normal)	278.1	275.4	275.1	276.2	276.2

* : ces profondeurs sont basées sur des variations de résistance au pénétromètre et devront être validées visuellement lors de la réalisation des fouilles ou par quelques puits à la pelle au démarrage du chantier.

6. L'eau souterraine

6.1. Résultat des mesures et enquête

L'effondrement des parois des sondages n'ont pas permis la mesure d'un niveau d'eau lors de l'intervention jusqu' à 4.3 m de profondeur en date du 27/10 et du 17 et 18/11/21.

Les niveaux d'eau mesurés dans le piézomètre mis en place sont donnés dans le tableau suivant :

Niveaux d'eau mesurés dans les piézomètres											
Piézomètre n° Cote (en m NGF Normal)		PR1+Pz (289.8)		PR2+Pz (289.4)		Pz101 (289.0)		Pz102 (289.3)		Pz103 (289.2)	
		m/TA	Cote	m/TA	Cote	m/TA	Cote	m/TA	Cote	m/TA	Cote
Mesures effectuées	04/03/21	-	-	-	-	3.9	285.1	5.3	284.0	5.2	284.1
	17/06/21	-	-	-	-	4.1	284.9	5.0	284.3	5.1	284.0
	28/10/21	-	-	-	-	4.5	284.5	-	-	-	-
	29/10/21	-	-	-	-	-	-	5.6	283.7	4.6	284.6
	17/11/21	4.75	285.0	-	-	-	-	-	-	-	-
	02/12/21	6.1	283.7	5.6	283.8	5.3	283.7	5.8	283.5	5.4	283.8

Tableau récapitulatif des mesures piézométriques

Un suivi piézométrique devra être mené dans le cadre d'une mission complémentaire G2 PRO par exemple. Les piézomètres devront être équipés de sonde automatique avec enregistrement continu.

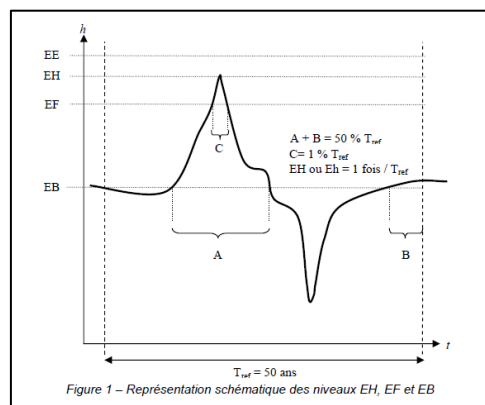
6.2. Synthèse hydrogéologique

➤ Le contexte hydrogéologique du site est marqué par :

- Une nappe alluviale dont l'écoulement est orienté du Nord vers le Sud à environ 4.0 à 5.0 m de profondeur par rapport au terrain actuel, avec un gradient estimé de l'ordre de 8 ‰.

➤ Définition des niveaux d'eau selon les Eurocodes 0 et 7 :

- Niveau EB (quasi-permanent) : Le niveau EB correspond au niveau susceptible d'être dépassé pendant 50 % du temps de référence.
- Niveau EF (fréquent) : Le niveau EF correspond au niveau susceptible d'être dépassé pendant 1 % du temps de référence.
- Niveau EH (caractéristique) : Le niveau EH correspond au niveau maximum sur une période de retour de 50 ans.
- Niveau EE (accidentelle) : Le niveau EE correspond au niveau maximum susceptible d'être atteinte durant la durée de vie de l'ouvrage (ou à la cote où un dispositif d'écrêtement limite la pression de l'eau).



Extrait de la note du 24/02/2014 du
CNIOG (Eurocodes 0 et 7)

➤ Niveaux d'eau proposés au stade de l'avant-projet :

Au stade actuel du projet, en tenant compte des suivis et données piézométriques en cours, et de notre connaissance du secteur, nous proposons de retenir les valeurs caractéristiques suivantes :

- Niveau EB (quasi-permanent) :
 - o En partie Nord du tènement : 285.2 m NGF ;
 - o En Sud du tènement : 284.3 m NGF.
- Niveau EE :
 - o En partie Nord du tènement : 286.6 m NGF ;
 - o En Sud du tènement : 285.8 m NGF.

Remarque :

1. Ces niveaux devront être précisés en phase Projet en fonction des nouvelles données récoltées (suivis piézométriques, éléments d'enquête, évolution de la réglementation, ...).
2. Ces niveaux sont estimés de façon prudente à partir de données piézométriques disponibles à ce jour. Ils sont susceptibles d'évoluer au cours de la vie de l'ouvrage (changement climatique, aménagements urbains et hydrauliques, exploitation des nappes, ...).

6.3. Perméabilité des sols

La perméabilité des différents faciès a été estimée à partir des essais d'eau réalisés.

Les résultats obtenus sont les suivants :

Valeurs issues de mesures directes				
Unité/description	Essai réalisé	Sondage	Profondeur de l'essai	Coefficient de perméabilité k
Grave sableuse/Unité 2	Matsuo	P1	3.8 m	3.10^{-3} m/s
		P4	2.2 m	1.10^{-3} m/s
		P6	3.7 m	4.10^{-4} m/s
		P7	3.7 m	5.10^{-4} m/s
		P8	2.6 m	3.10^{-4} m/s
		P14	3.8 m	1.10^{-3} m/s

Bilan :

Les valeurs mesurées témoignent d'une perméabilité élevée.

Nota important : Ces essais sont ponctuels et ont été réalisés dans l'optique de dimensionnement d'ouvrages d'infiltration des eaux pluviales ; ils mesurent *la perméabilité en petit*. Dans le cas de nécessité de dimensionnement d'ouvrage de pompage ou de rabattement de nappe, seul un essai de pompage mesurant *la perméabilité en grand* du massif permettrait d'obtenir une estimation raisonnable des débits à prévoir ; cette perméabilité en grand peut être très différente de celle mesurée ponctuellement.

7. Sensibilité du site liée à la structure géotechnique du site

Les tendances générales et les principaux aléas liés à la structure géotechnique du site apparaissent être les suivants :

- Structure géotechnique apparaissant homogène sur l'ensemble du site avec des alternances de matériaux alluvionnaires relativement distinctes allant de la grave à l'argile en passant par des sables selon les horizons.
- Contexte hydrogéologique marqué par la présence d'une nappe située vers 4.0 à 5.0 m de profondeur.
- Des remblais récents et hétérogènes en nature sont présents sur le site. Cette formation présente un risque de déformation dans le temps (même sans surcharge apportée), compte tenu de son épaisseur, de sa nature et de l'absence de compactage probable lors de sa mise en œuvre.

DESCRIPTION DU PROJET ET DE SON ENVIRONNEMENT

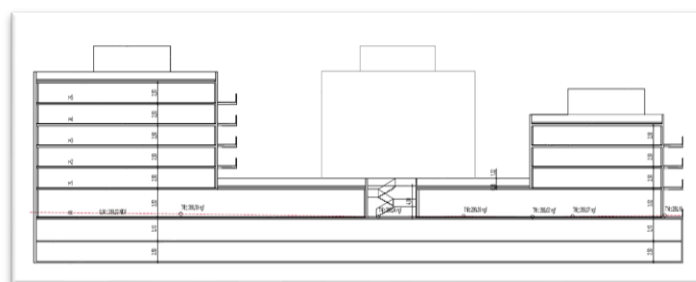
8. Caractéristiques du projet

8.1. Description des ouvrages - Principes constructifs envisagés

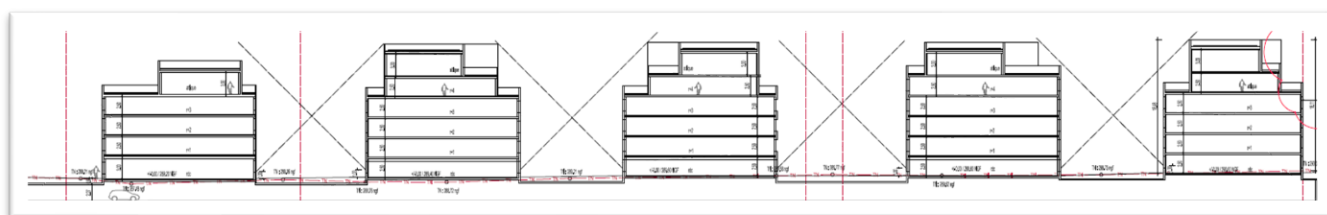
Projet prévoyant la construction de :

Désignation	Lot 1	Lot 2 et Lot 3	Lot 4	Lot 5
Surfaces des sous-sols approximatifs	2245 m ²	1850 m ²	1320 m ²	300 m ²
Type d'ouvrage	Bâtiments de logements			
Classe d'importance (I à IV) vis-à-vis du risque sismique	II			
Classe de conséquence	CC2			
Nombre de niveaux	R+3 à R+5 + SS-2	R+3 à R+4 + Attique + SS-1		R+3 + Attique + SS-1
Cote du niveau le plus bas	283.2 m NGF soit environ -6.0 m / TN	283.4 m NGF soit environ - 6.0 m/TN	286.0 m NGF soit environ -3.5 m / TN	286.8 m NGF soit environ -3.5 m / TN
Nature du niveau bas	Radier de fondation	Radier de fondation	Dallage sur terre-plein ou Radier de fondation	Dallage sur terre-plein ou Radier de fondation
Structure	BA			
Descentes de charges estimées sur la structure	- Radier : 8 à 11 t/m ²	- Radier : 7.5 à 8.5 t/m ²	- Semelles continues : 25 t/ml - Semelles isolées : 170 t/appuis - Radier : 8.5 t/m ²	- Semelles continues : 20 t/ml - Semelles isolées : 140 t/appuis - Radier : 7.5 t/m ²
Sollicitations appliquées aux dallages	-	-	Estimées < 250 kg/m ²	Estimées < 250 kg/m ²

Tableau récapitulatif des principes caractéristiques des bâtiments et constructions envisagés



Extrait de la coupe du projet - Lot 1



Extrait de la coupe du projet - Lot 2, 3 et 4

➤ Terrassements provisoires :

Désignation	Lot 1	Lot 2 et Lot 3	Lot 4	Lot 5
Cote niveau bas	283.2 m NGF	283.4 m NGF	286.0 m NGF	286.8 m NGF (estimée)
Cote de terrassement estimée (phase AVP)	282.7 m NGF	282.9 m NGF	285.5 m NGF	286.3 m NGF
Hauteur des terrassements en déblai provisoires estimés	6.5 m	6.5 m	4 m	4 m

Tableau récapitulatif des terrassements provisoires estimés

Ces travaux de grande hauteur représentent le risque principal du projet.

➤ Soutènements définitifs envisagés au projet :

Ouvrage de 1.5 à 6.5 m de hauteur, dont les caractéristiques principales envisagées sont les suivantes :

Désignation	Lot 4 / Lot 5	Lot 5	Lot 1 / Lot 2 / Lot 3
Type de soutènements envisagés	Parois berlinoises + Talutages	Enrochements + talutages	Parois berlinoises + Talutages (*)

Tableau récapitulatif des ouvrages de soutènements définitifs envisagés

(*) La solution en parois berlinoises concernant les lots 1, 2 et 3 est envisageable sous réserve de faisabilité par une étude spécifique. Dans le cas contraire, une solution par palplanches devra être envisagée.

Nota : Afin de réduire la hauteur des ouvrages de soutènement, il est possible de réaliser des pré-terrassements uniquement dans les zones suffisamment éloignées des limites de parcelle et/ou d'ouvrages mitoyens sensibles ou très proches.

9. Essais de pompage

9.1. Généralités

Les essais ont été réalisés les 28 et 29/04/2022.

Nous avons réalisé des essais de pompage sur 2 piézomètres (Pz101 et Pz 102) et sur un puits existant en partie Nord-Est du tènement (cf. plan d'implantation).

Les essais ont consisté :

- Dans un premier temps, à pomper à débit constant et suivre les niveaux d'eau dans les équipements concernés par le pompage et dans les piézomètres environnants ;
- Puis dans un deuxième temps, à suivre la remontée dans les équipements concernés par le pompage et dans les piézomètres environnants jusqu'au retour au niveau initial.

9.2. Moyens mis en œuvre

Pour réaliser ces essais, nous avons installé et utilisé le matériel suivant :

- Une pompe immergée électrique capable de fournir un débit nominal de 10 litres/min, la pompe a été placée au fond de chaque équipement (piézomètres et puits) ;



- Un groupe électrogène ;

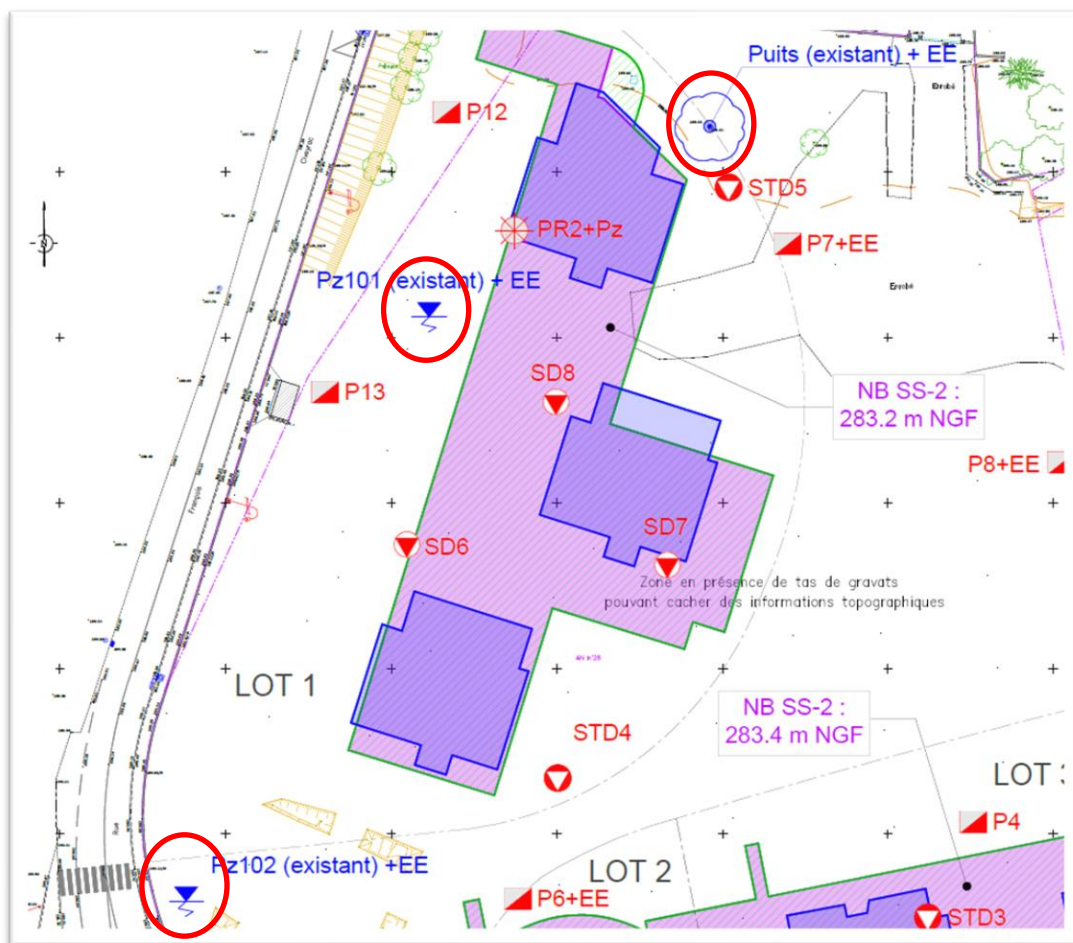


- Deux sondes manuelles.

9.3. Points de repère pour les mesures

Le point de repère pour chaque équipement est le suivant :

- Pz101, le haut du capot situé à 0.48 m/TA correspondant à une altitude de 289.48 m NGF ;
- Pz102, le haut du capot situé à 0.58 m/TA correspondant à une altitude de 289.88 m NGF ;
- Puits, le terrain naturel estimé selon le plan topographique à une altitude de 289.6 m NGF.



Extrait du plan d'implantation - Équipements sollicités pour les essais

10. Paramètres hydrodynamiques

A l'aide des mesures réalisées durant le pompage à débit constant, nous avons pu calculer les paramètres hydrodynamiques suivants :

- **La transmissivité** (T), exprimée en m^2/s , est une vitesse d'écoulement de l'eau dans l'aquifère sollicité par le pompage, intégrée sur toute la hauteur aquifère ;
- **La perméabilité** (K), exprimée en m/s , est une caractéristique physique qui représente la facilité dont dispose un matériau à permettre le transfert de fluide au travers d'un réseau connecté ;
- **Le coefficient d'emménagement** (S) est le rapport du volume d'eau libéré ou emmagasiné, par unité de surface de l'aquifère, à la variation de charge hydraulique correspondante. Pour une nappe captive ce coefficient est extrêmement faible ;

A partir des valeurs de transmissivité (T en m^2/s) obtenus, nous avons calculé une perméabilité moyenne de l'ensemble des formations traversées par l'ouvrage avec la formule suivante :

$$K = \frac{T}{E}$$

Avec

T = la transmissivité en m^2/s

E = Epaisseur de l'aquifère en m

11. Test de pompage sur les équipements

11.1. Suivi du pompage

Nous avons réalisé des essais de pompage (tests hydrauliques) sur les équipements (2 piézomètres et 1 puits existant).

Ces essais ont consisté :

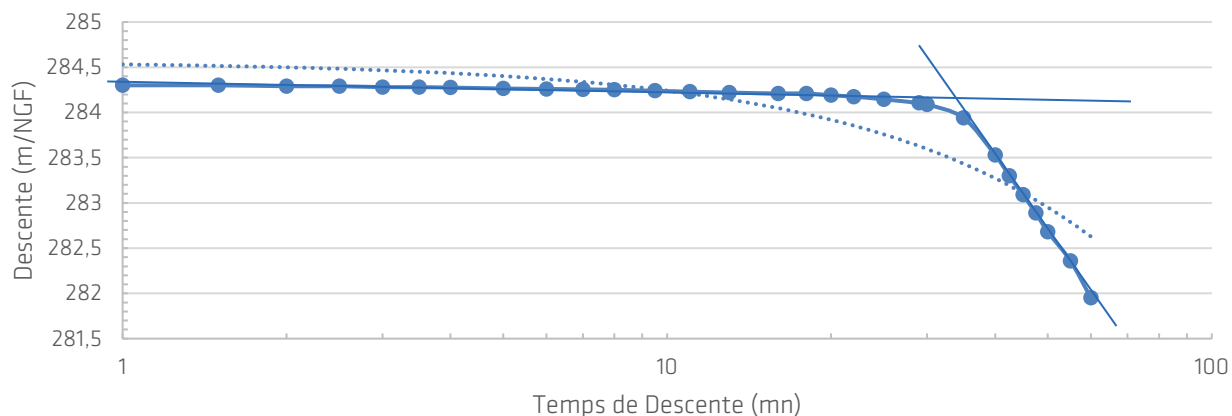
- Dans un premier temps, à pomper à débit constant et suivre les niveaux d'eau dans les équipements concernés par le pompage et dans les piézomètres environnants ;
- Puis dans un deuxième temps, à suivre la remontée pendant 1 heure dans les équipements concernés par le pompage et dans les piézomètres environnants ou jusqu'au retour au niveau initial.

Remarques importantes :

- Lors de la première phase du pompage dans le piézomètre Pz 102, la vidange a été très rapide, aucune n'est présentée graphiquement ;
- Les essais de pompage montrent qu'il n'existe pas de véritable nappe sur l'emprise du projet ; en effet, lors des phases de pompage l'influence du rabattement a été très restreinte puisqu'il le niveau d'eau mesuré dans les piézomètres autour des équipements concernés par les essais est resté stable.

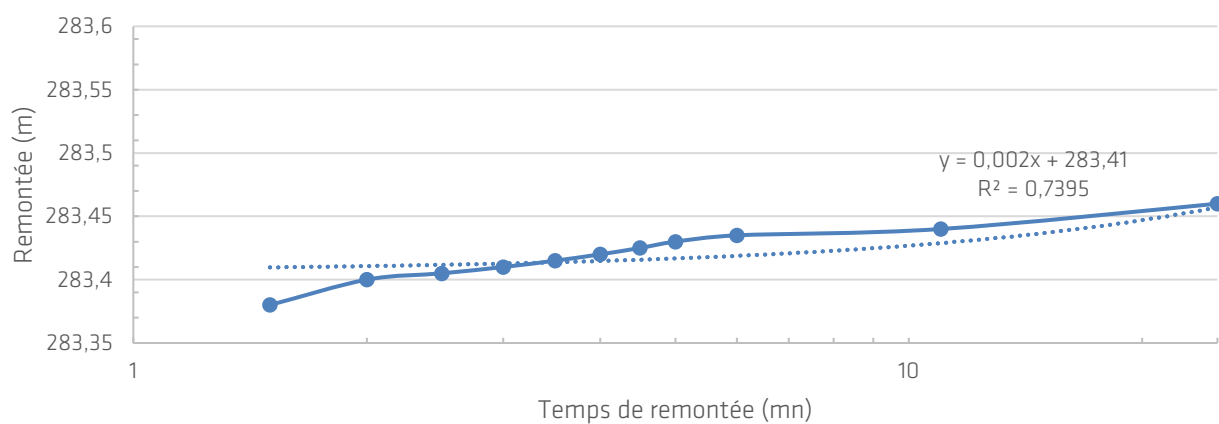
Les figures suivantes présentes pour chaque essais l'évolution du niveau dynamique dans les équipements lors de la vidange et de la remontée.

Descente par pompage dans le piézomètre Pz 101



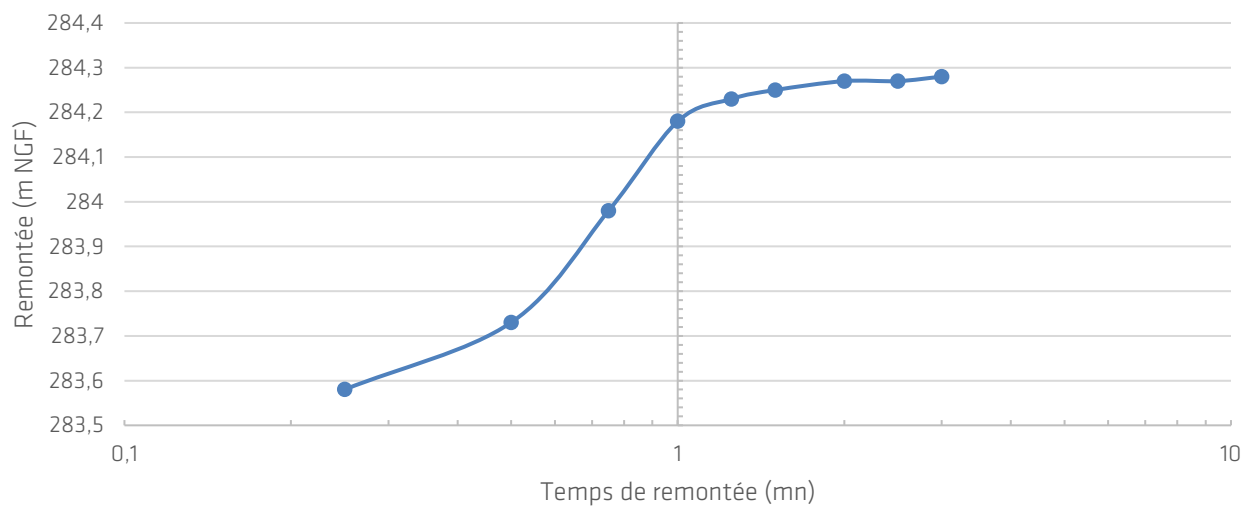
Mesure de la descente par pompage dans le piézomètre Pz 101

Remontée dans le piézomètre Pz 101

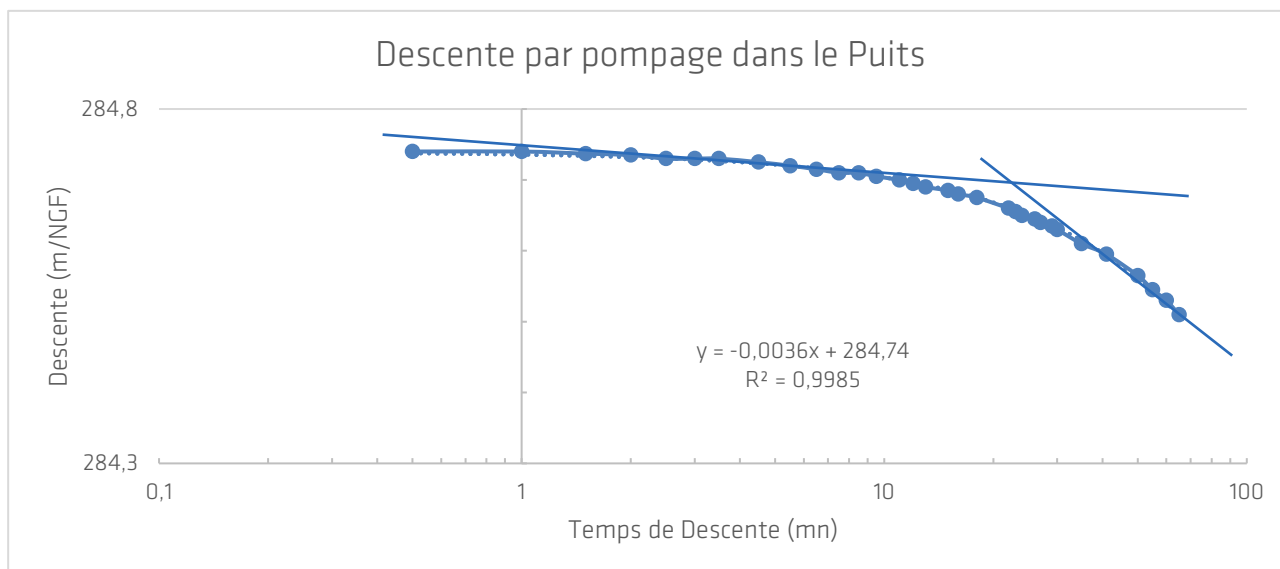


Mesure de la remontée dans le piézomètre Pz 101

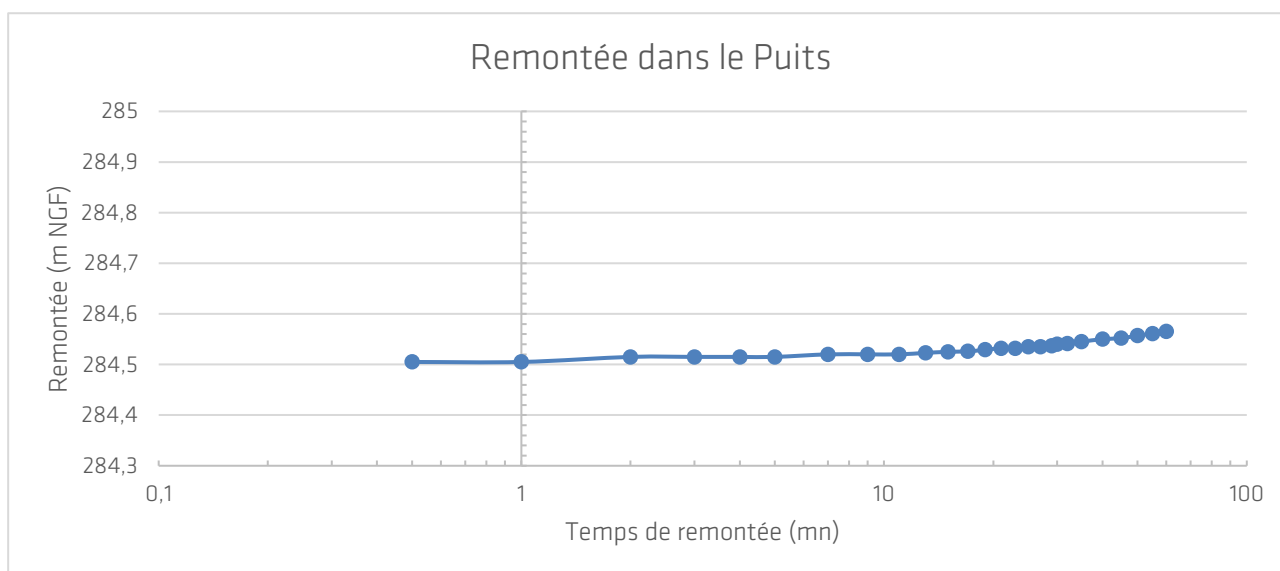
Remontée dans le piézomètre Pz 102



Mesure de la remontée dans le piézomètre Pz 102



Mesure de la descente par pompage dans le Puits



Mesure de la remontée dans le Puits

11.2. Résultats des essais

Le tableau suivant montre les résultats des essais réalisés.

Équipement	Rabatement (m)	Débit de réalimentation (m ³ /s)	Transmissivité (m ² /s)	Perméabilité retenue (m/s)	Unité de sol / Nature
Pz 101	0.94	$8,7 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-7}$	$2,3 \cdot 10^{-6}$	Unité 3 / Argile sableuse
Pz 102	0.42	$3,4 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$4,7 \cdot 10^{-5}$	Unité 2 / Graves sableuse à passées limoneuses
Puits	1.13	$2,1 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$2,8 \cdot 10^{-4}$	Unité 2 / Graves sableuse à passées limoneuses

12. Conclusions des essais de pompages

Les mesures réalisées sur site lors des essais de pompages ont permis de déterminer que l'aquifère contenu dans les matériaux graveleux à matrice limoneuse de l'unité 2 chapotant les argiles sableuses de l'unité 3, présente une productivité relativement faible.

Par ailleurs et compte de la faible perméabilité de la formation de l'argiles sableuse de l'unité 3, l'aquifère contenu dans cette dernière formation est considéré comme très peu productif.

En conclusion, les essais montrent qu'il n'existe pas de véritable nappe au droit du projet, mais qu'il faut considérer des circulations d'eau provenant du versant plus ou moins indépendantes susceptibles d'apparaître selon des cheminements préférentiels à la faveur de chenaux plus graveleux au sein des formations alluvionnaires.

13. Mise hors d'eau en phase provisoire

13.1. Débit calculé

Dans les conditions retenues ci-avant, la mise hors d'eau du projet consistera principalement à capter les circulations d'eau existantes dans les matériaux graveleux à matrice limoneuse de l'unité 2 et à procéder à l'épuisement en fond de fouille dans les matériaux plus fins. Les volumes à attendre d'après des projets dans le même contexte sont extrêmement variables et sont liés à l'abondance des précipitations sur le bassin versant.

On prendra en première approche des débits à extraire de la fouille de l'ordre de $10 \text{ m}^3/\text{h}$ à $20 \text{ m}^3/\text{h}$ selon la période de réalisation et les précipitations.

Nota : Lors de la phase de terrassement, des lentilles de matériaux plus grossiers seront présentes avec des perméabilités plus importantes et entrainera ponctuellement des débits de vidange plus élevés. Aussi, des épaisseurs de matériaux fins créant des barrières imperméables latérales peuvent également exister.

Ce drainage permanent intègre également :

- Le débit de vidange durant la phase de rabattement. Ce débit correspond à la vidange des terrains de la zone influencée et terrassée. De plus, ce débit peut être, momentanément, fortement augmenté par la vidange d'horizons perméables (graveleux ou sableux). Lors de l'ouverture de la fouille, des aménagements devront être faits pour que les eaux qui pourraient circuler au sein de ces horizons, par exemple après une grosse averse, soient bien drainées et évacuées en direction de la fouille.
- Le débit des précipitations durant une averse. Ce débit qui correspond aux apports météoriques sur l'emprise de la fouille peut considérablement augmenter le débit de drainage. L'incidence de ce débit dépend notamment de la dimension de la fouille et de la nature des terrains.

13.2. Constitution du dispositif

La gestion des eaux sera constituée d'un dispositif actif de type matelas drainant équipé de drains raccordés à des puisards. Compte tenu du débit de drainage estimé pour la fouille, le dispositif de drainage en fond de fouille sera constitué de :

- 3 à 4 puisards pour le lot 1 ;
- 3 à 4 puisards pour le lot 2 et 3 réunis.

Ces puisards seront descendus au minimum à 1.5 m sous le niveau de fond de forme et équipés de pompes de 10 à $20 \text{ m}^3/\text{h}$. Ils seront disposés en quinconce et de préférence hors emprise du radier de fondation au niveau des talus provisoires ou dans le cas contraire, proche des soutènements provisoires, sur l'emprise du radier. Des réservations au travers du radier de fondation devront être prévu à cet effet.

Nota : Le dispositif de pompage devra être actif jusqu'au moment où les charges appliquées au radier de fondation par l'élévation du bâtiment seront suffisantes pour reprendre la poussée d'Archimède (UPL – NF 94-261) sous fondation.

Ce matelas drainant d'une épaisseur minimale de 40 cm sera constitué de graviers de granulométrie 40-80 mm dans lequel sera incorporé un réseau de drains. Ces drains seront impérativement des drains routiers de 100 mm de diamètre à fond plat mis en partie basse du matelas sur un géotextile.

Pour assurer une mise hors d'eau homogène de la fouille, le dispositif sera constitué :

- D'un matelas drainant intégrant un drain périphérique situé en pied de talus et en pied d'ouvrage de soutènement. Le drain à fond plat sera mis en œuvre en partie basse de la plateforme afin d'éviter toute mise en charge de cette dernière.
- D'un réseau de drains connectant les puisards entre eux.
- **Une attention particulière sera portée au drainage des ouvrages de soutènement.** Un remblaiement impératif en matériaux d'apport drainants de type 10/30mm ou 20/40mm sera prévu à l'arrière des parois. Des réservations seront réalisées régulièrement au niveau des parements afin de permettre la circulation de l'eau de l'amont vers l'aval.
- Concernant les talus, les venues d'eau devront être captées et évacuées, afin de limiter le risque de ravinement et d'altération du talus par :
 - o Des masques drainants sur 0,5 m d'épaisseur minimum, ou à minima un blocage en pied sous le niveau de la nappe afin d'empêcher le départ des matériaux,
 - o Des éperons drainants mis en œuvre jusqu'à 2,0 m à l'intérieur des talus au droit des principales arrivées d'eau,
 - o Récupération des eaux captées en pied des ouvrages par les drains intérieurs.

En fonction des conditions réelles rencontrées lors du terrassement et pour des rabattements plus importants, il pourrait être nécessaire de procéder par étapes successives, avec terrassement en plusieurs phases selon le processus suivant :

- Réalisation de tranchées drainantes de 0.5 à 1.0 m sous l'eau, puis pompage et attente éventuelle du ressuyage des terrains,
- Reprise du terrassement pour les terrains dénoyés,
- Réalisation de nouvelles tranchées drainantes plus basses, pompage et attente éventuelle du ressuyage des terrains,
- Repise du terrassement et répétition des cycles jusqu'à ce que le fond de forme soit atteint.

L'ensemble des réseaux de drainages seront regroupés vers un point de collecte devant permettre une reprise par un dispositif de pompage approprié en vue de permettre leur évacuation.

Le dispositif (matelas graveleux + drains + puisards) sera impérativement mis en œuvre au fur et à mesure de l'ouverture des terrassements. L'exutoire devra être prévu avant le début du chantier. Les eaux drainées devront être rejetées au réseau public après obtention des autorisations nécessaires.

Un dispositif de décantation sera impérativement mis en place avant l'exutoire afin de ne pas rejeter de fines au réseau.

13.3. Rejet des eaux drainées

Compte tenu de la localisation du projet, les eaux souterraines drainées lors des travaux devront être rejetées au réseau public, sous réserve :

- Que le réseau soit suffisamment dimensionné ;
- De l'obtention des autorisations nécessaires ;
- Que la qualité des eaux soit conforme au seuil autorisé par le réseau public (minimum mise en place d'un bac de décantation).

13.4. Législation

La réalisation d'un dispositif de drainage est soumise à déclaration au titre de la rubrique 1.1.1.0 « Sondage, forage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau » ;

Le prélèvement annuel en nappe d'un volume annuel supérieur à 10 000 m³/an mais inférieur à 200 000 m³/an est soumis à déclaration au titre de la rubrique 1.1.2.0 « Prélèvements permanents ou temporaires issus d'un forage, puits ou ouvrage souterrain dans un système aquifère, à l'exclusion de nappes d'accompagnement de cours d'eau, par pompage, drainage, dérivation ou tout autre procédé, le volume total prélevé étant supérieur à 10 000 m³/an mais inférieur à 200 000 m³/an ».

Dans les conditions de nappe correspondant au moment de notre étude, le seuil de 10 000m³/an devrait être dépassé mais pas celui de 200 000 m³/an. Dans ces conditions, **un dossier de déclaration devra être réalisé.**

MISSIONS COMPLEMENTAIRES – ENJEUX DU PROJET – RISQUES RESIDUELS

ENJEUX PRINCIPAUX DU PROJET ET RISQUES RESIDUELS :

Classement des enjeux lié aux enjeux et aux aléas en fonction de chaque ouvrage géotechnique envisagé

Enjeux	Description	Aléa / niveau de risque
Enjeux et risques vis-à-vis des fondations et des dallages	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de tassements, liés à la distribution des descentes de charges et à la compressibilité des sols - Nécessité de gérer in situ les EP à proximité des fondations, - Risque en exécution liés à la présence d'eau - Nécessité de mise en place d'une technicité forte 	Degré d'aléa : <input type="checkbox"/> Faible <input checked="" type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Fort
Enjeux liés aux terrassements provisoires et à la gestion des eaux souterraines, aux conditions météorologiques	<ul style="list-style-type: none"> - Aléa de surcoût, retard de planning. - Nécessité de mise en place d'une technicité forte. - Mise hors d'eau provisoire par rabattement 	Degré d'aléa : <input type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input checked="" type="checkbox"/> Fort
Enjeux liés aux Talutage, Soutènement, Reprises en sous-œuvre	<ul style="list-style-type: none"> - Soutènement de technicité forte et de grande hauteur. 	Degré d'aléa : <input type="checkbox"/> Nul <input type="checkbox"/> Faible <input type="checkbox"/> Moyen <input checked="" type="checkbox"/> Fort
Enjeux liés à la protection définitive vis-à-vis de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> - Aléa sur l'estimation des eaux à drainer et à rejeter vers un exutoire, sur les autorisations à obtenir pour le rejet. - Aléa sur la difficulté à estimer les niveaux caractéristiques de la nappe et à son évolution (changement climatique, modification anthropique). 	Degré d'aléa : <input type="checkbox"/> Nul <input type="checkbox"/> Faible <input checked="" type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Fort

MISSIONS COMPLEMENTAIRES :

Cette étude correspond à la mission G2 AVP d'étude géotechnique de conception – phase Avant-Projet selon les termes de la norme NF P 94-500 relative aux missions géotechniques (extraits joints en annexe).

Pour que la mission de Conception soit complète, la norme des missions géotechniques recommande un enchaînement des missions géotechniques en synchronisation avec les phases de conception du projet de l'équipe d'ingénierie.

De ce fait, les **études géotechniques de conception G2 PRO, G2 DCE/ACT** sont nécessaires.

De plus des aléas géotechniques peuvent apparaître en cours des travaux. Il est rappelé que les études de conception G2, doivent être complétées par les missions G3 et G4 (études géotechniques de réalisation) :

- **Mission G3** : Etude EXE (Phase étude et phase Suivi) de la part de l'Entreprise.
- **Mission G4** : Supervision géotechnique des travaux par la Maitrise d'œuvre et du Géotechnicien (visa des études d'exécution et avis sur les travaux exécutés, sur le DOE et le DIUO).

ALEAS GEOTECHNIQUES :

- Les reconnaissances de sol procèdent par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (exemple : hétérogénéité locale) qui peuvent entraîner des adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.
- Des modifications dans l'implantation, la conception ou l'importance des constructions ainsi que dans les hypothèses prises en compte et en particulier dans les indications de la partie « Présentation » du présent rapport peuvent conduire à des remises en cause des prescriptions. Une nouvelle mission devra alors être confiée à Kaëna afin de réadapter ces conclusions ou de valider par écrit le nouveau projet.
- De même des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des travaux et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances de sol (exemple dissolution, cavité, hétérogénéité localisée, venues d'eau etc.) peuvent rendre caduques certaines des recommandations figurant dans le rapport.

Extrait norme sur les missions d'ingénierie géotechniques

Documents graphiques et résultats d'investigations

Diagrammes des sondages au pénétromètre

Coupe des forages pressiométriques

Tableau récapitulatif des puits de reconnaissance

Plan d'implantation des sondages

ANNEXE EXTRAIT DE LA NORME FRANCAISE SUR LES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P 94 500 de novembre 2013)

CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE TYPES

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

- Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.
- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

- Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

- Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

- Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.
- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en oeuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT.

Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'oeuvre ou intégrée à cette dernière.

Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

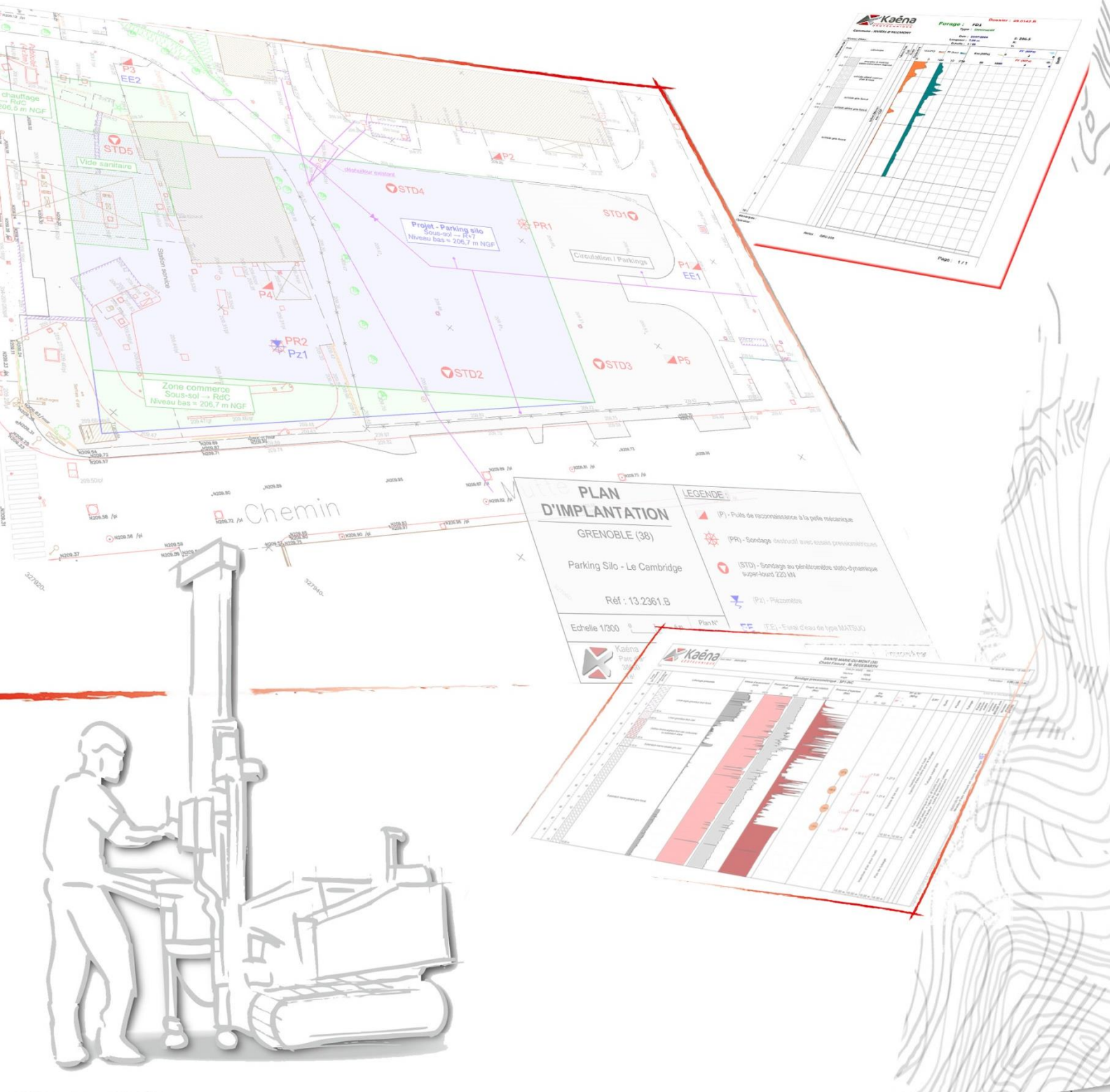
- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à

DOCUMENTS GRAPHIQUES ET RESULTATS DES INVESTIGATIONS



DESIGNATION : Ensemble immobilier - Avenue de la Gare

Date : 27/10/21

COMMUNE : MONTMELIAN (73)

Réf. Etude : 21.14737.C

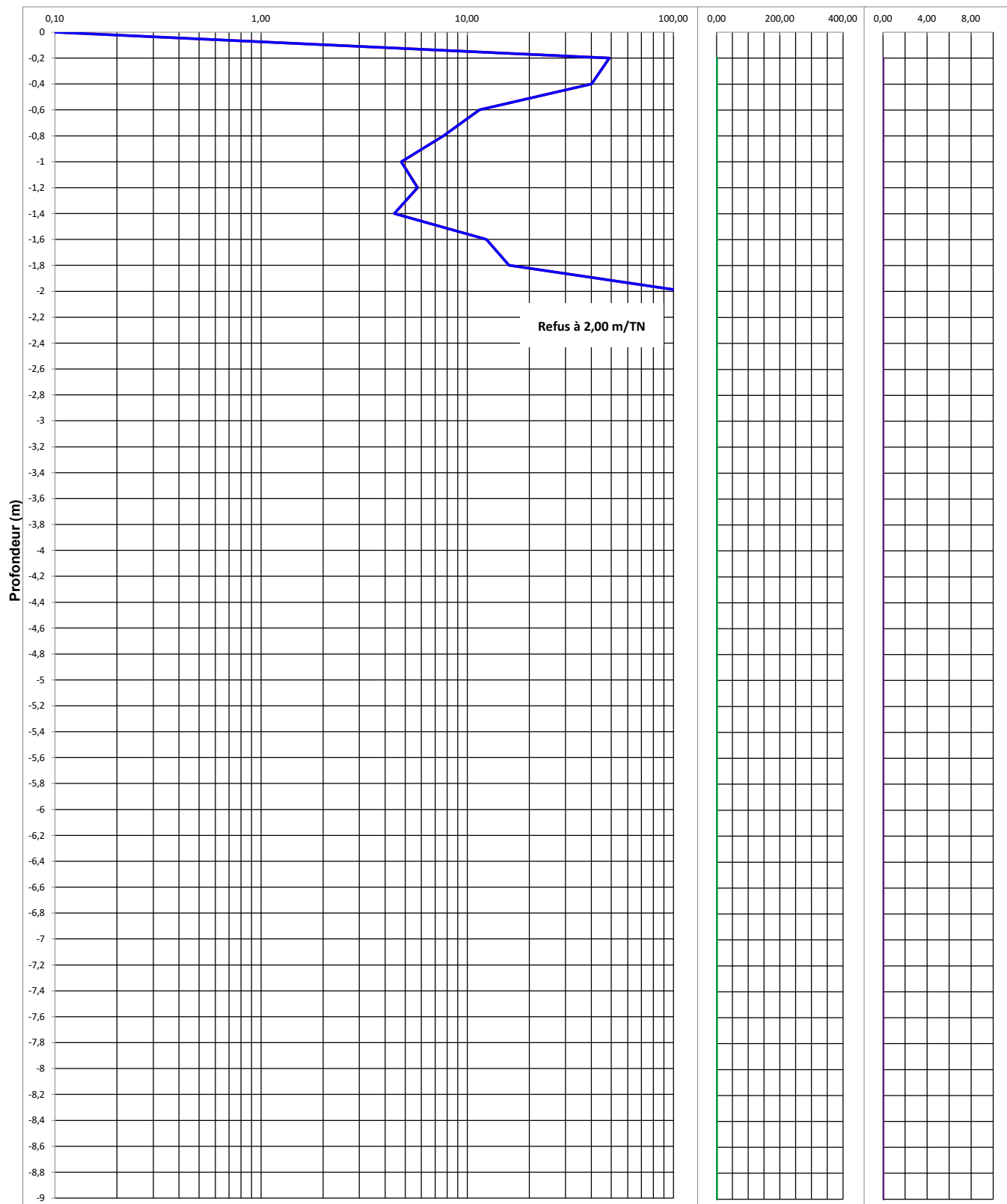
Opérateur : SSA

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	289,1	m NGF
------------------------	----	---	----	---	-----	-------	-------

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



APPAREILLAGE :
pénétrömètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2
pénétrömètre statique 150 kN pointe BEGEMANN 10 cm² selon norme NF P 94-113

DESIGNATION : Ensemble immobilier - Avenue de la Gare

Date : 27/10/21

COMMUNE : MONTMELIAN (73)

Réf. Etude : 21.14737.C

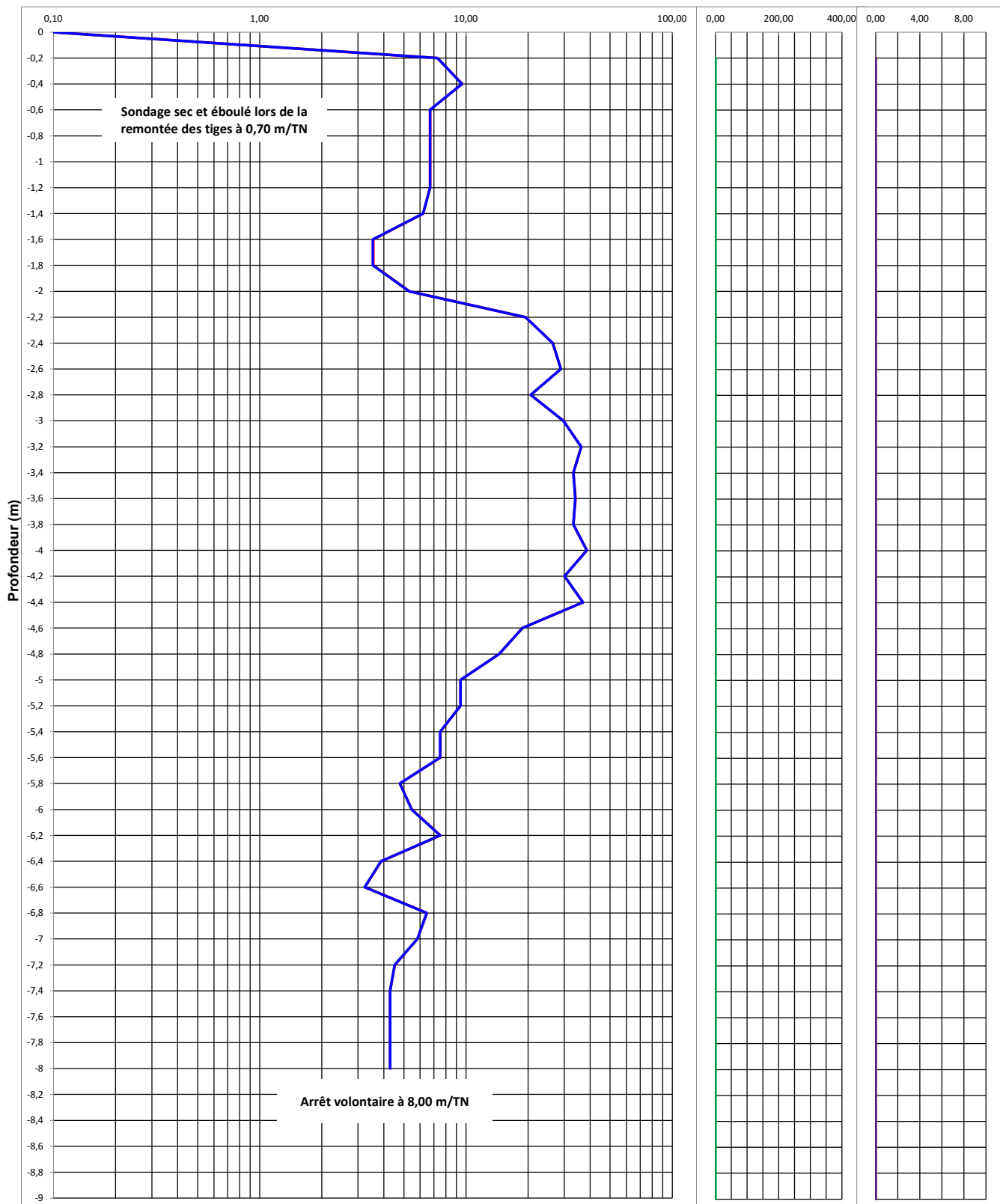
Opérateur : SSA

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	289,4	m NGF
------------------------	----	---	----	---	-----	-------	-------

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



APPAREILLAGE : pénétromètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2
pénétromètre statique 150 kN pointe BEGEMANN 10 cm² selon norme NF P 94-113

DESIGNATION : Ensemble immobilier - Avenue de la Gare

Date : 27/10/21

COMMUNE : MONTMELIAN (73)

Réf. Etude : 21.14737.C

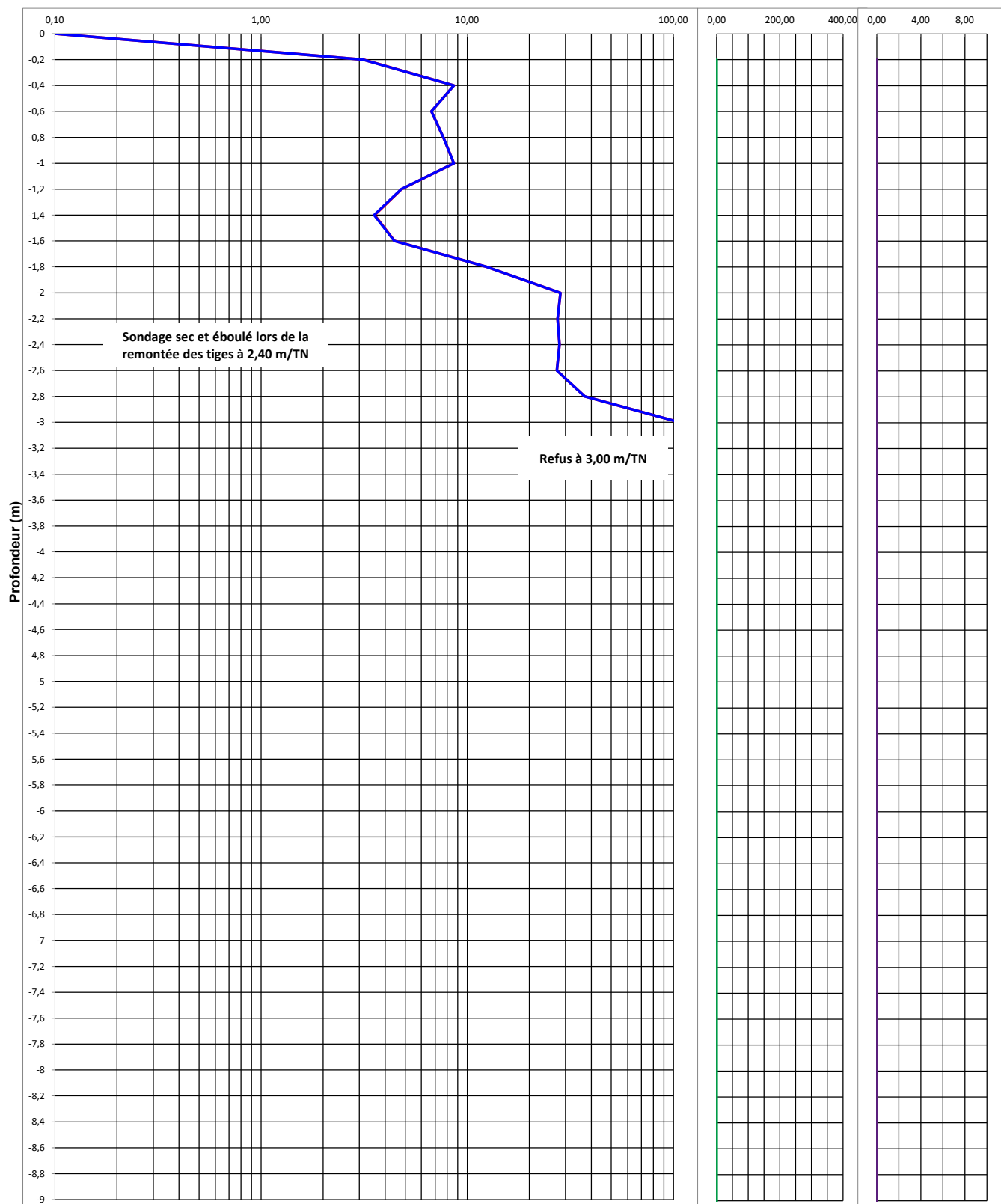
Opérateur : SSA

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	289,1	m NGF
------------------------	----	---	----	---	-----	-------	-------

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



DESIGNATION : Ensemble immobilier - Avenue de la Gare

Date : 28/10/21

COMMUNE : MONTMELIAN (73)

Réf. Etude : 21.14737.C

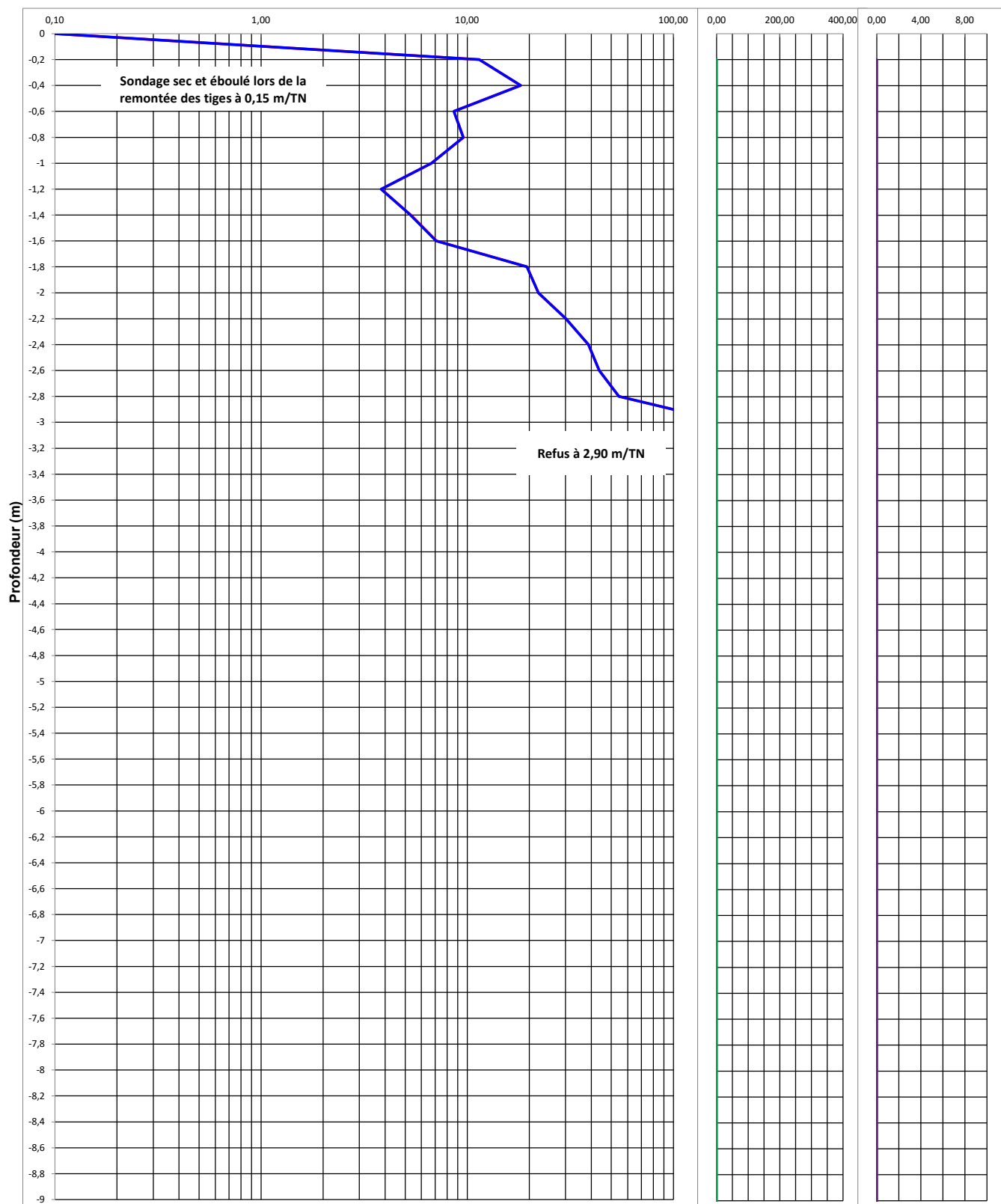
Opérateur : SSA

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	289,2	m NGF
------------------------	----	---	----	---	-----	-------	-------

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



APPAREILLAGE : pénétromètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2
pénétromètre statique 150 kN pointe BEGEMANN 10 cm² selon norme NF P 94-113

DESIGNATION : Ensemble immobilier - Avenue de la Gare

Date : 28/10/21

COMMUNE : MONTMELIAN (73)

Réf. Etude : 21.14737.C

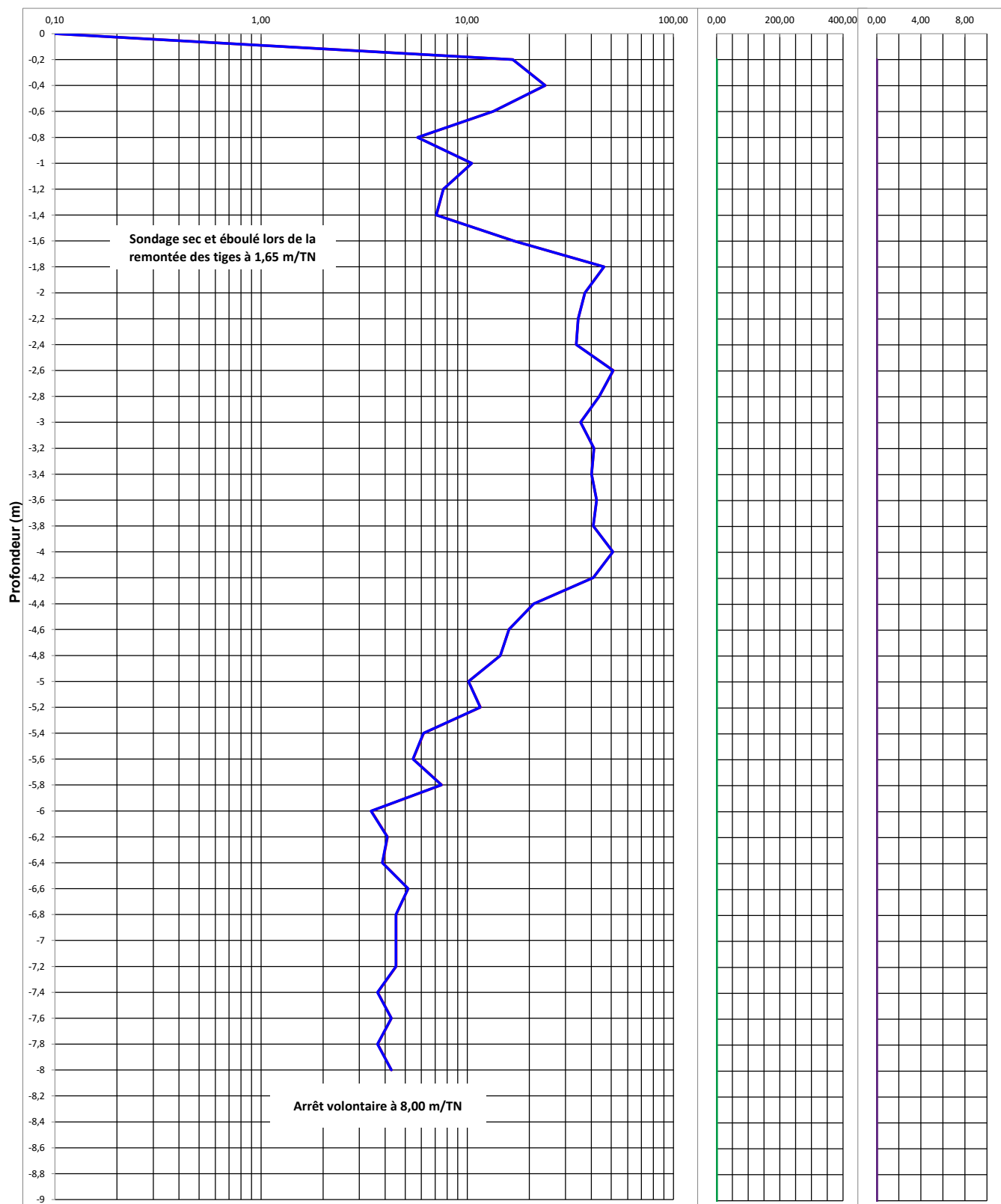
Opérateur : SSA

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	289,1	m NGF
------------------------	----	---	----	---	-----	-------	-------

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



DESIGNATION : Ensemble immobilier - Avenue de la Gare

Date : 28/10/21

COMMUNE : MONTMELIAN (73)

Réf. Etude : 21.14737.C

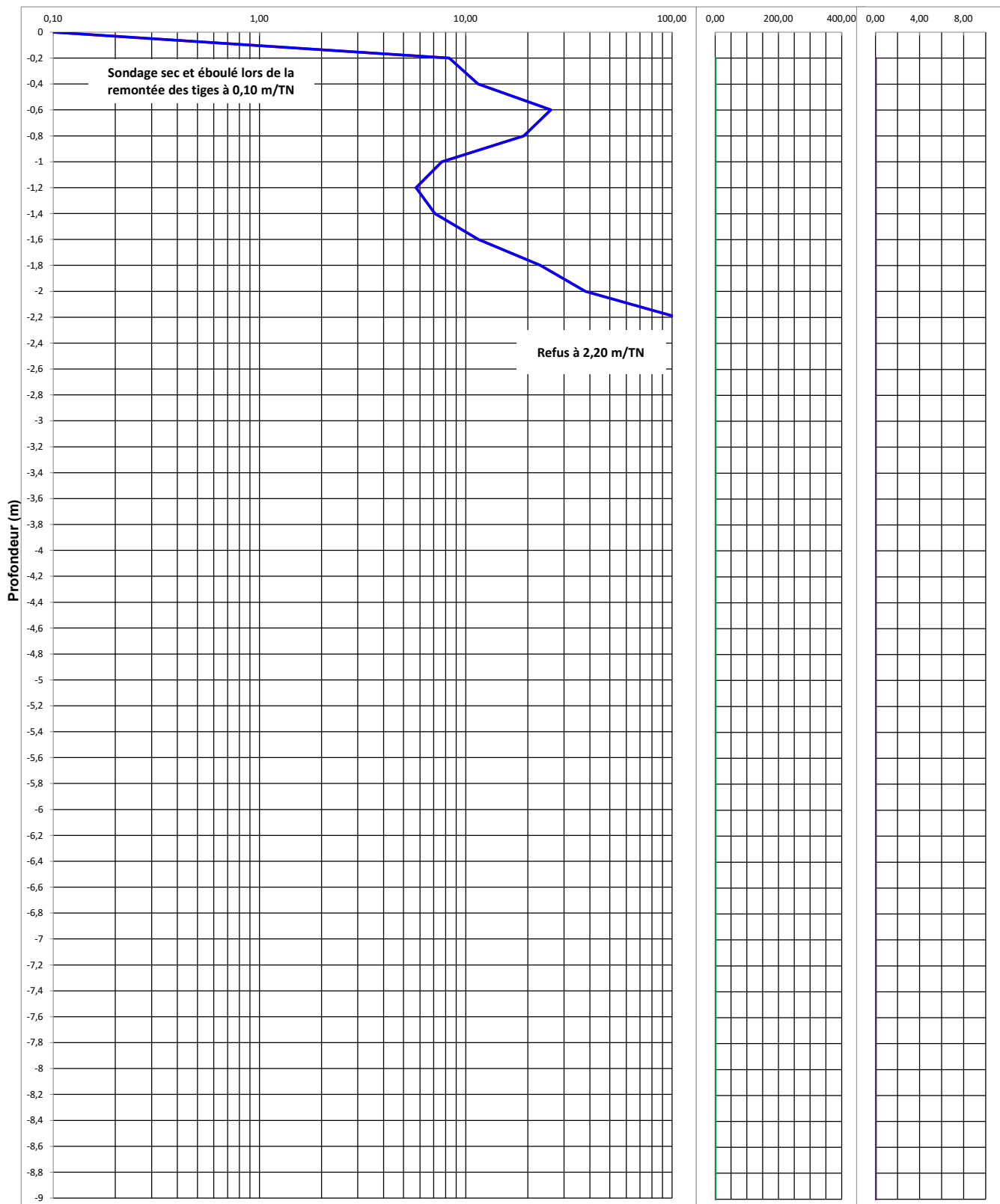
Opérateur : SSA

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	289,1	m NGF
------------------------	----	---	----	---	-----	-------	-------

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



APPAREILLAGE : pénétromètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2
pénétromètre statique 150 kN pointe BEGEMANN 10 cm² selon norme NF P 94-113

DESIGNATION : Ensemble immobilier - Avenue de la Gare

Date : 27/10/21

COMMUNE : MONTMELIAN (73)

Réf. Etude : 21.14737.C

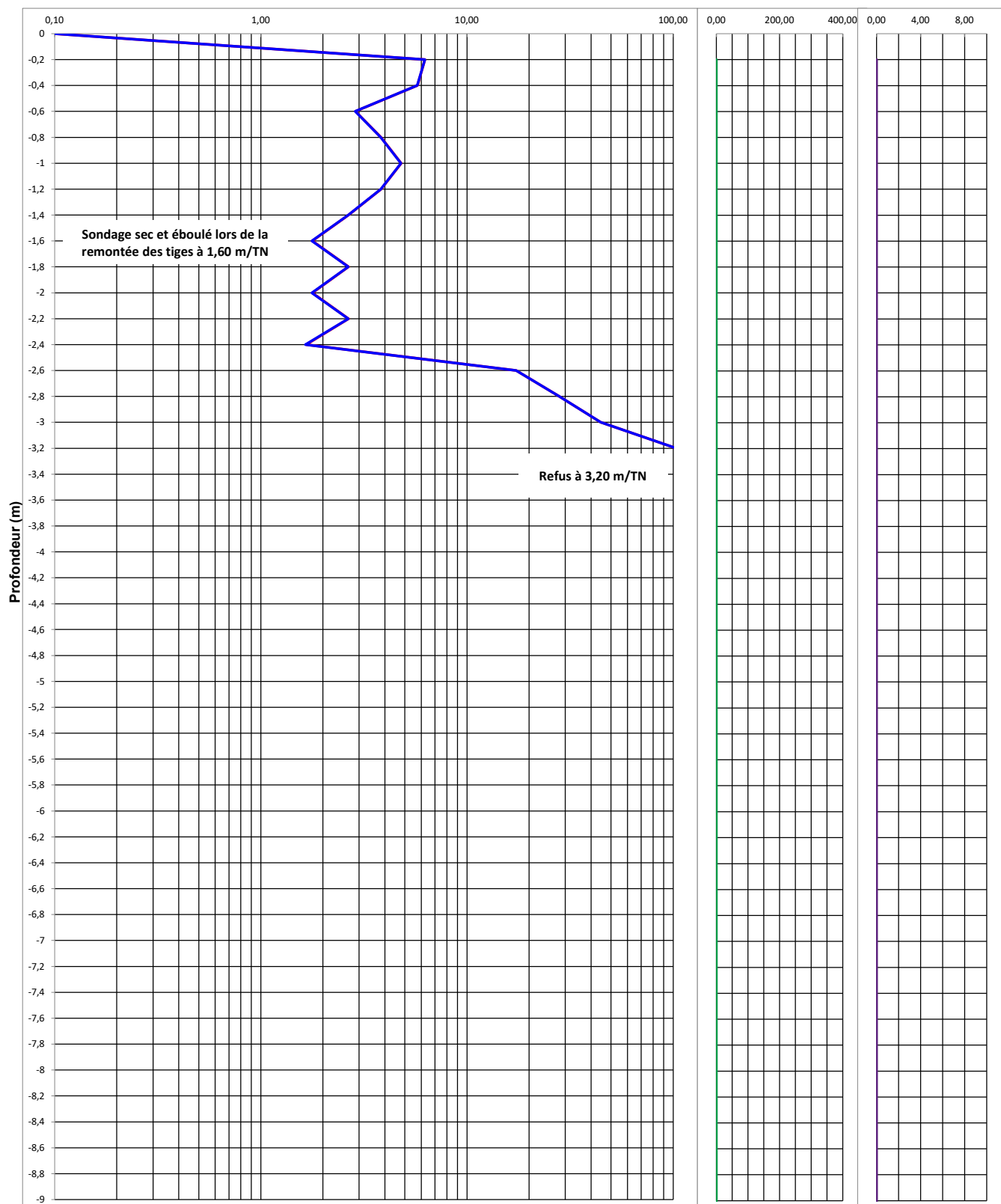
Opérateur : SSA

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	288,8	m NGF
------------------------	----	---	----	---	-----	-------	-------

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



DESIGNATION : Ensemble immobilier - Avenue de la Gare

Date : 27/10/21

COMMUNE : MONTMELIAN (73)

Réf. Etude : 21.14737.C

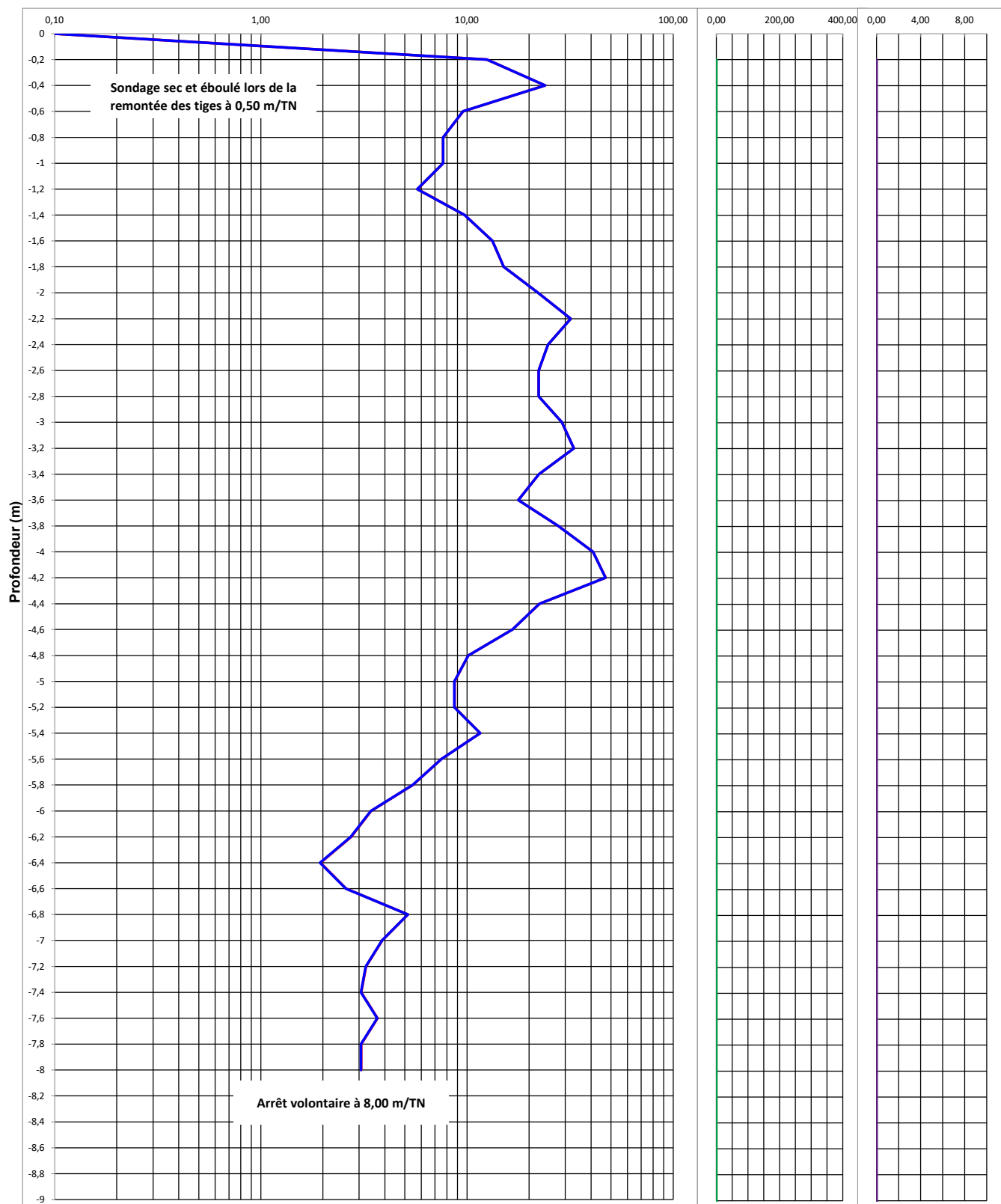
Opérateur : SSA

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	289,2	m NGF
------------------------	----	---	----	---	-----	-------	-------

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



DESIGNATION : Ensemble immobilier - Avenue de la Gare

Date : 27/10/21

COMMUNE : MONTMELIAN (73)

Réf. Etude : 21.14737.C

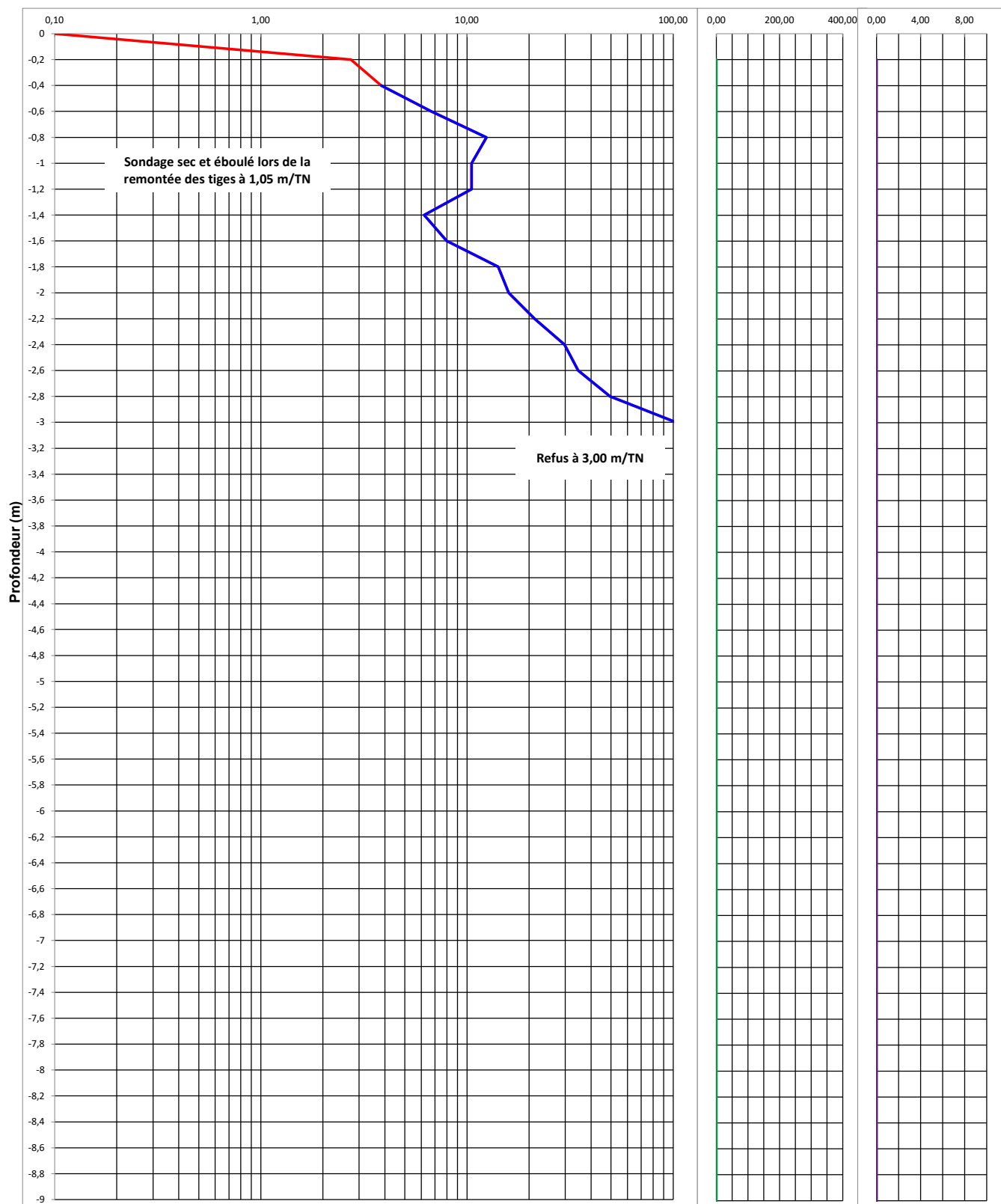
Opérateur : SSA

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	290,6	m NGF
------------------------	----	---	----	---	-----	-------	-------

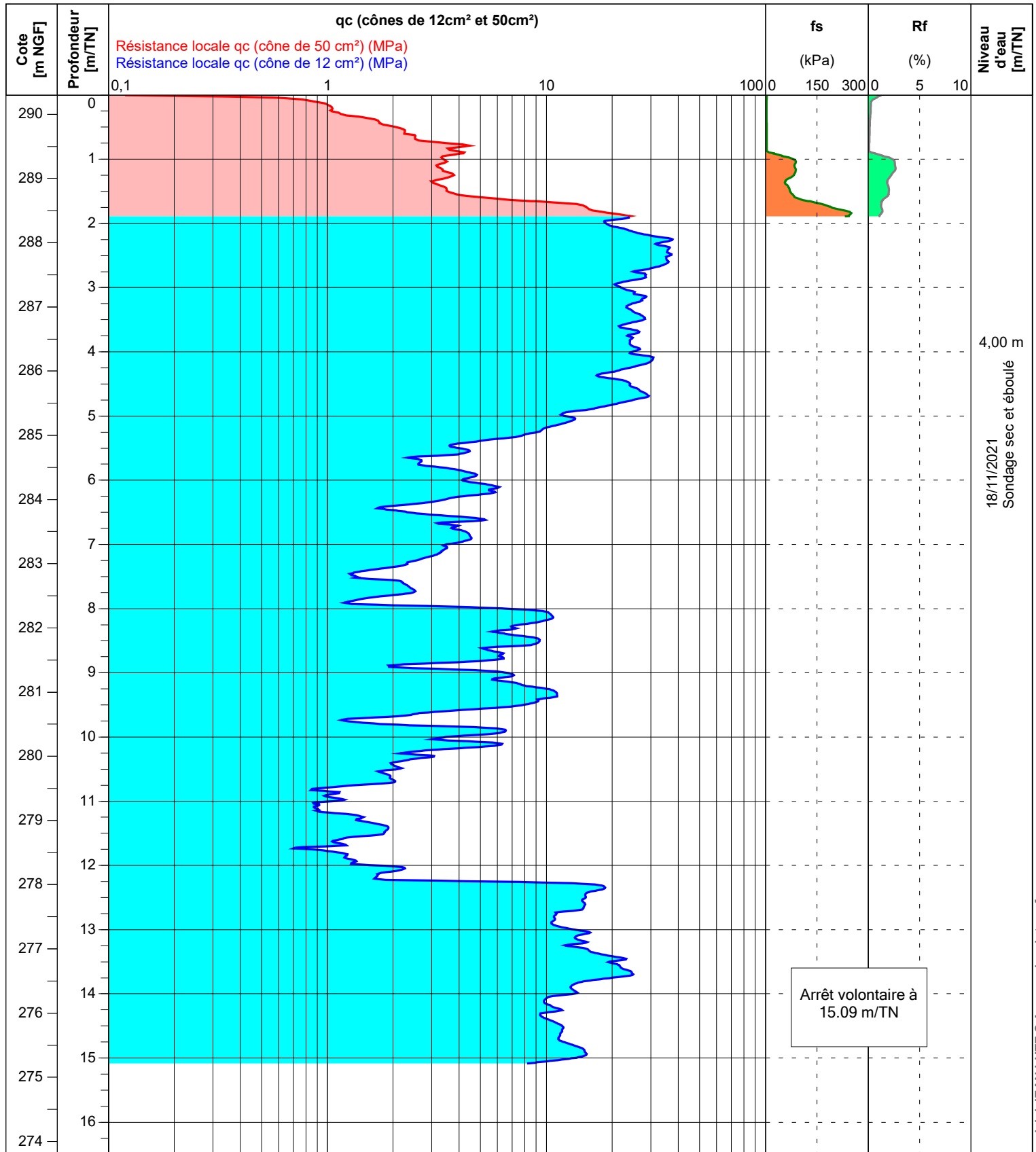
Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

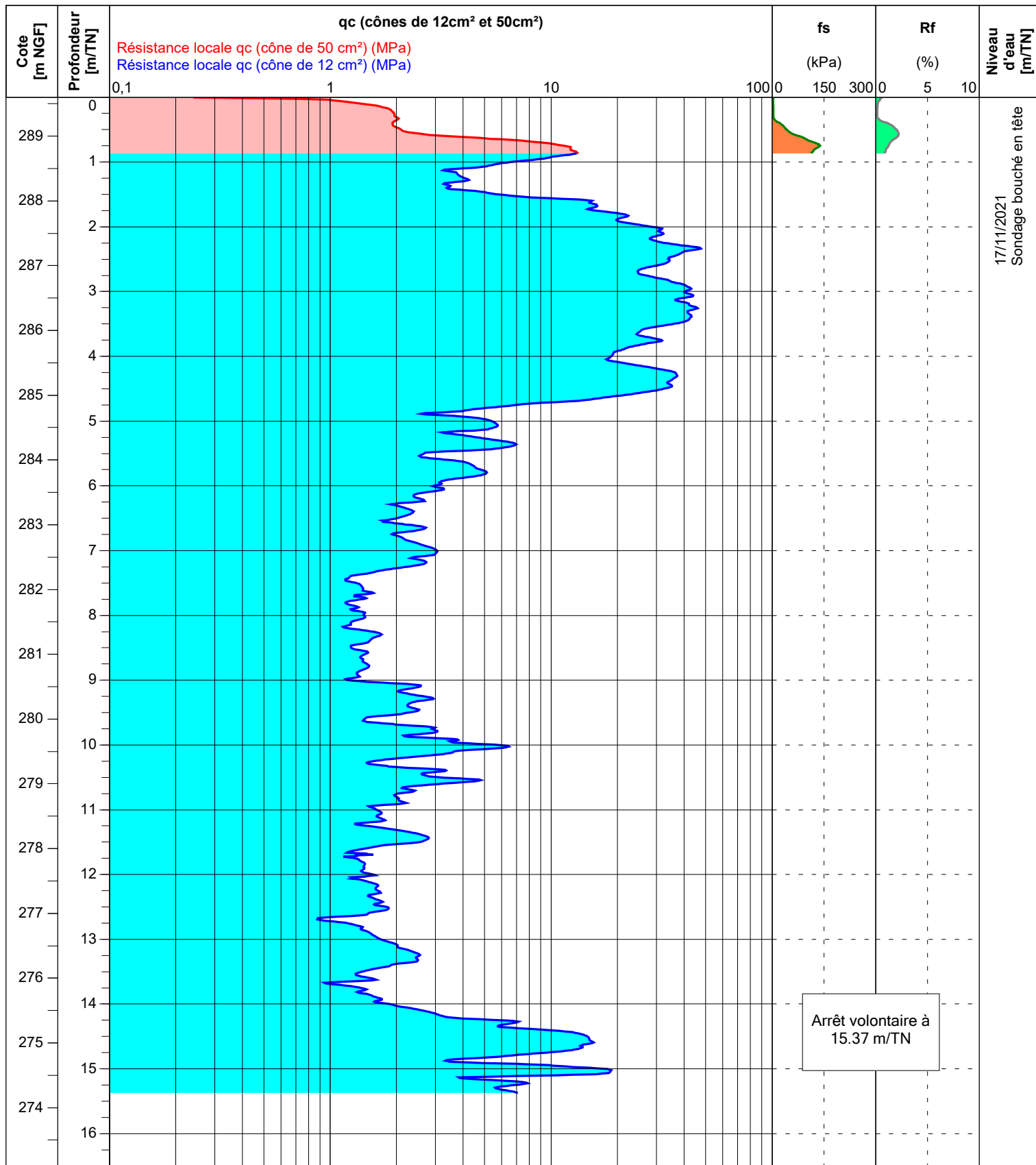
Fs (en kPa)

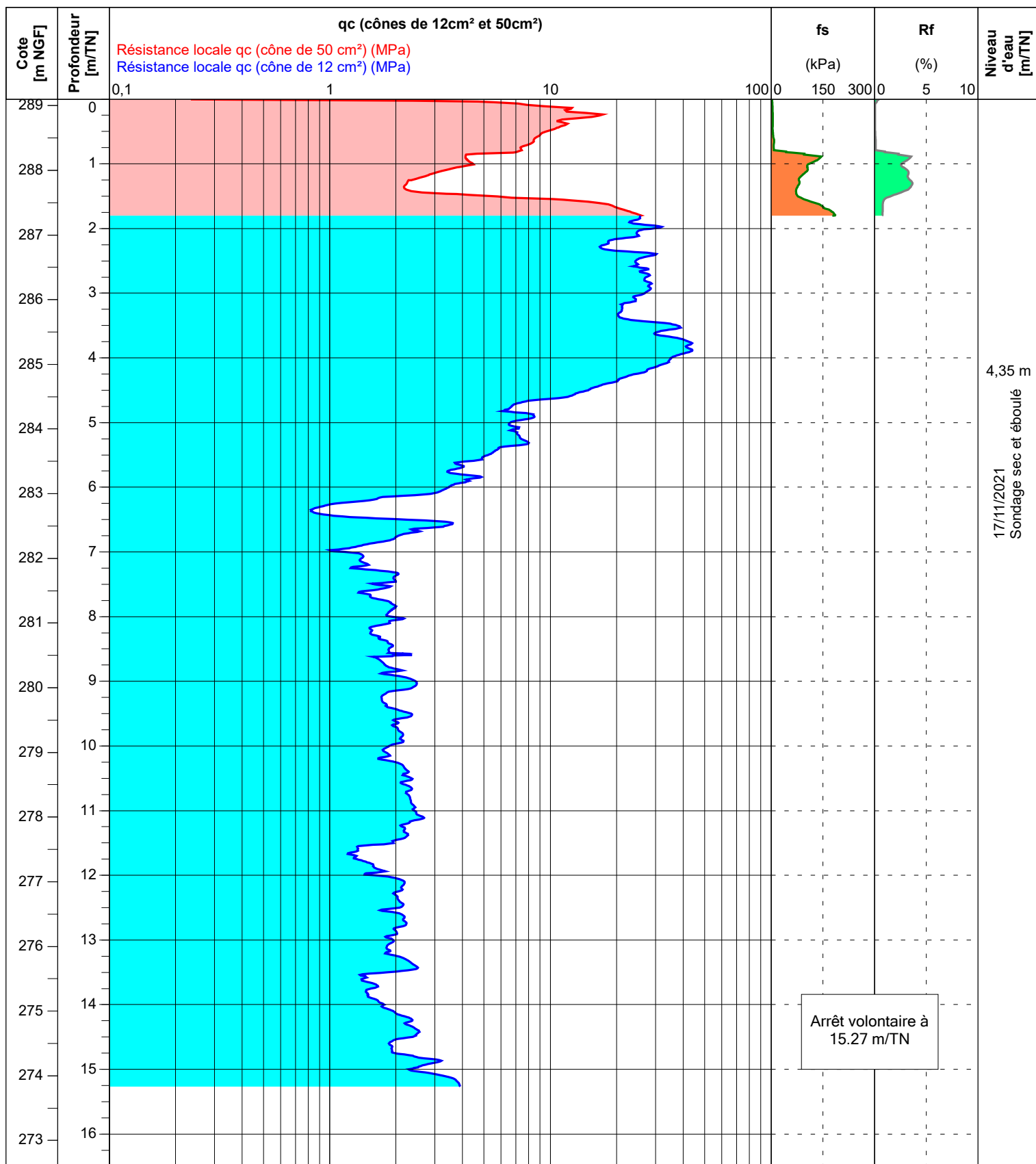
Rf en %

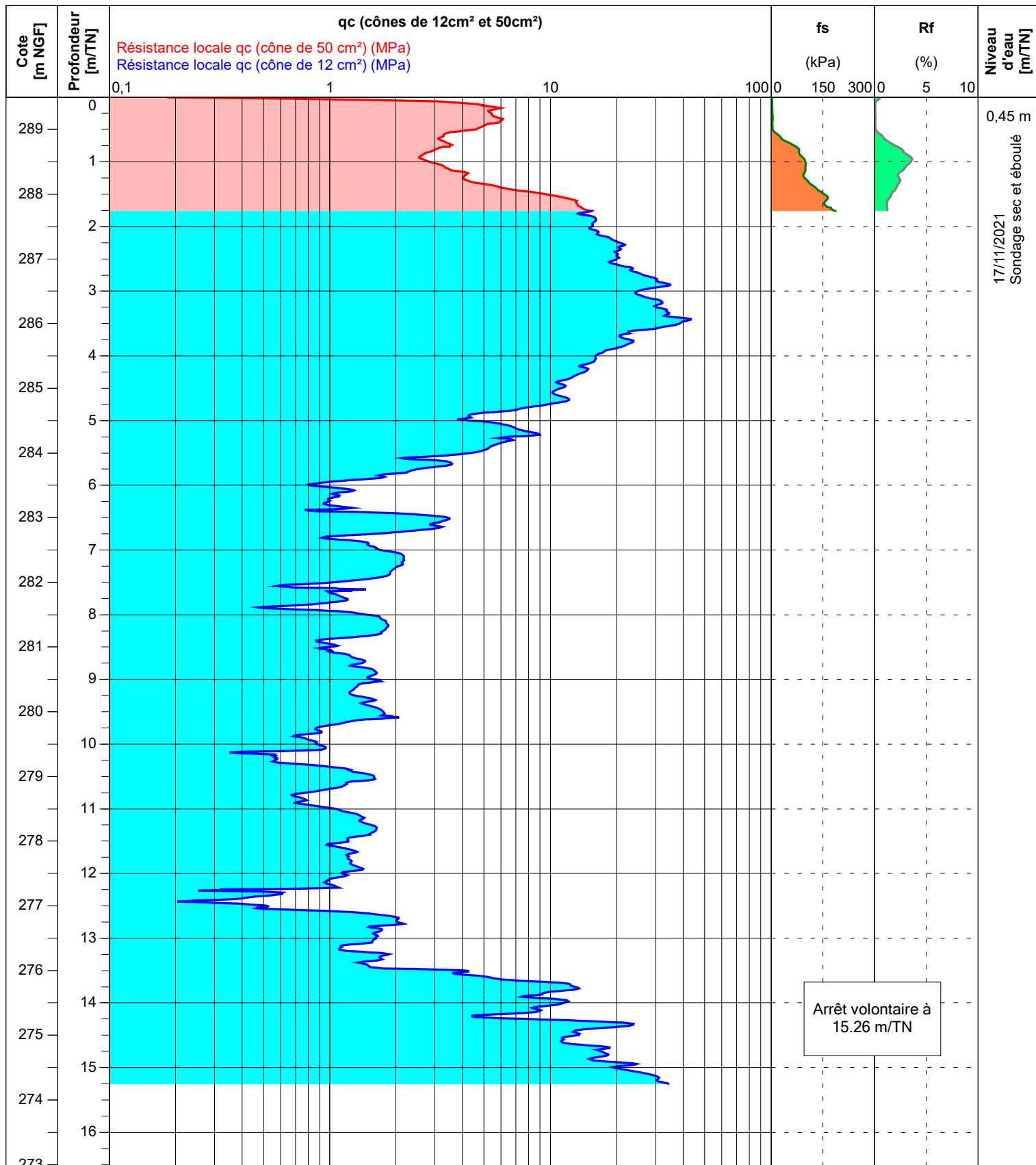


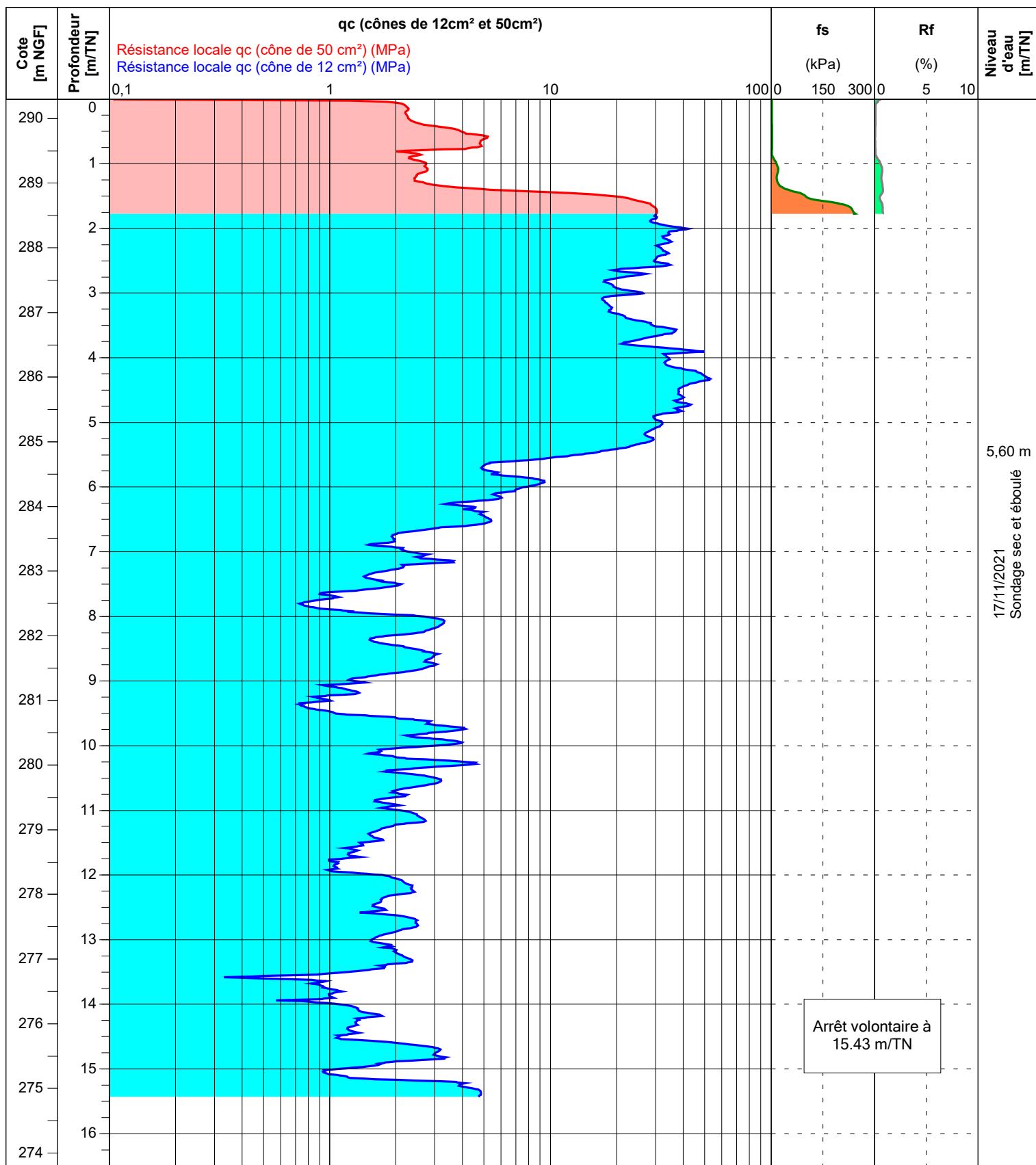
APPAREILLAGE : pénétromètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2
pénétromètre statique 150 kN pointe BEGEMANN 10 cm² selon norme NF P 94-113

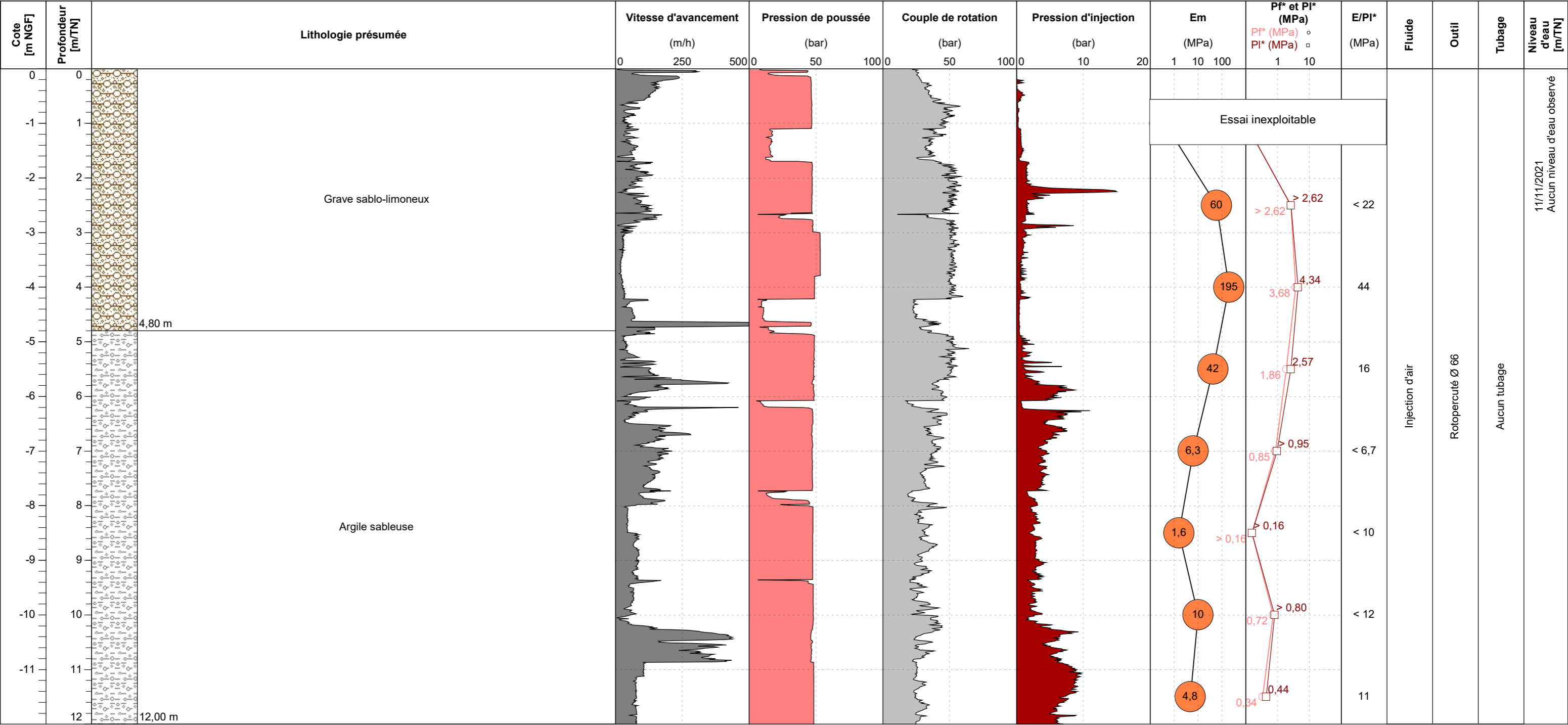












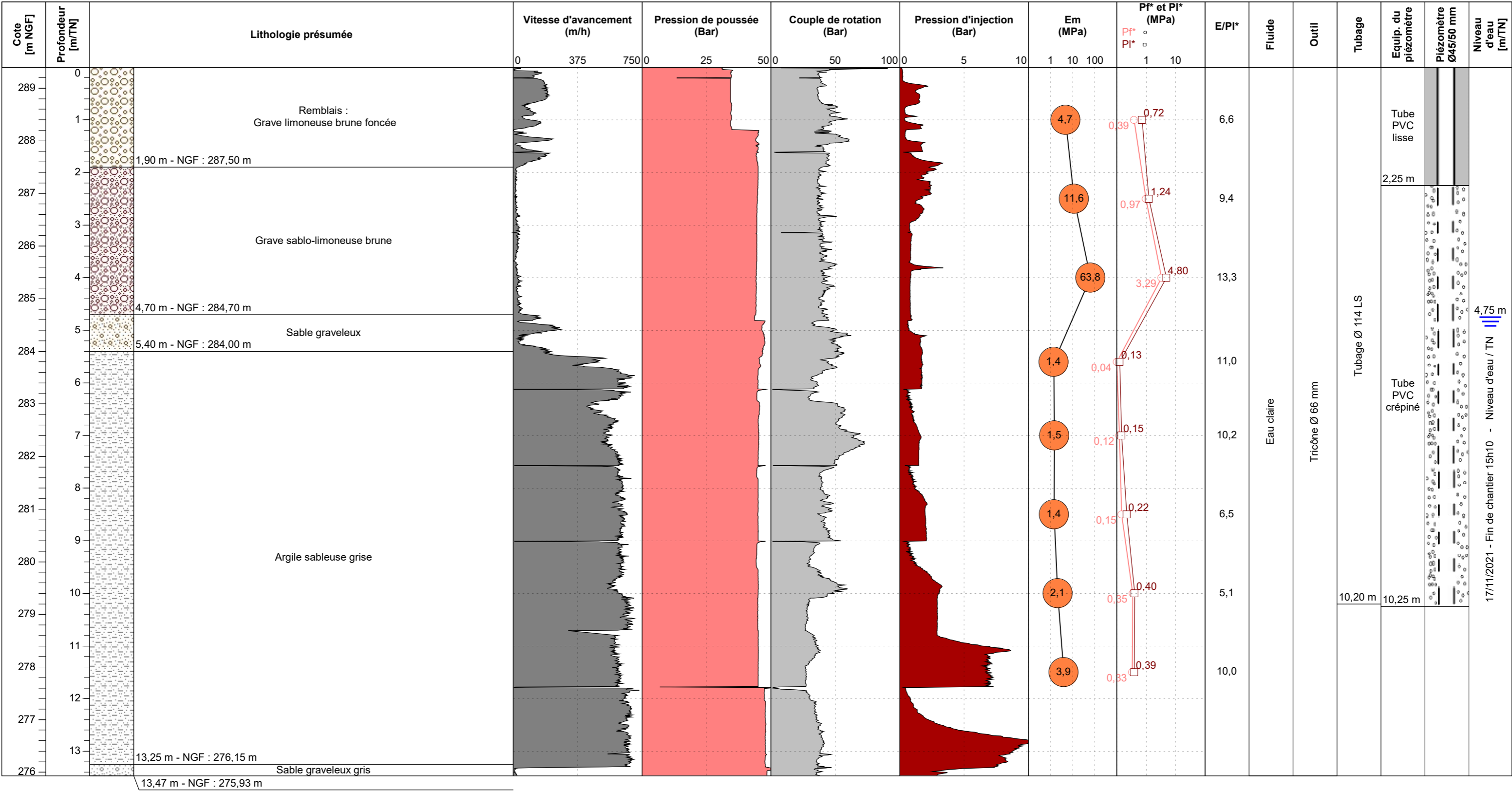


TABLEAU RECAPITULATIF DES PUIITS DE RECONNAISSANCE

Numéro de Puits et cote approximative (m NGF)	Date d'intervention : 28/10/2021													
	P1 (290,1)	P2 (290,0)	P3 (289,5)	P4 (289,3)	P5 (289,3)	P6 (289,1)	P7 (289,3)	P8 (289,3)	P9 (290,1)	P10 (289,9)	P11 (289,3)	P12 (289,3)	P13 (288,7)	P14 (290,6)
	Profondeur en m/TN de la base de chaque faciès géologique													
Facies géologique														
Terre végétale	0,2	0,2	0,2	-	-	-	-	-	0,2	-	-	0,2	0.1	0,2
Remblais : sable limoneux, à graviers et galets polygéniques arrondis et anguleux, présence de nombreux éléments anthropiques (béton, tuiles, briques, verre, plastique, ferraille, tuyaux, morceaux de câbles et de bois)	-	-	-	-	-	-	Ømax = 110 mm Faciès très compact 0,2	-	-	Ømax = 200 mm 0,8	Ømax = 400 mm Géotextile à 0,7m Faciès très sec et compact 0.7	-	-	-
Graviers et galets polygéniques arrondis à matrice sablo-limoneuse grise	-	-	-	Ømax = 100 mm 0,4	Ømax = 120 mm 0,3	Ømax = 100 mm 0,5	-	Ømax = 130 mm 0,4	-	-	-	-	-	-
Sable argileux légèrement limoneux à sable limoneux légèrement argileux, marron à marron ocre, à graviers et galets polygéniques arrondis	Ømax = 110 mm Sable argileux légèrement limoneux 1,8	Ømax = 110 mm Sable limoneux 2,0	Ømax = 100 mm Limon sableux marron très finement argileux Quelques racines en surface 1,8	Ømax = 100 mm Sable argileux marron ocre 0,9	Ømax = 100 mm Sable argileux légèrement limoneux marron ocre 1,4	Ømax = 110 mm Sable argileux marron-ocre 2,7	Ømax = 120 mm Argile sableuse légèrement limoneuse marron-ocre 1,3	Ømax = 100 mm Sable argileux marron-ocre 0,9	Ømax = 100 mm Limon sableux légèrement argileux marron 1,8	Ømax = 110 mm Limon sableux légèrement argileux marron 2,6	Ømax = 120 mm Limon sableux légèrement argileux marron 2,4	Ømax = 120 mm Sable argileux marron-ocre 1.2	Ømax = 120 mm Argile marron-ocre légèrement sablo-limoneuse 1,0	Ømax = 110 mm Limon sableux finement limoneux marron 1,7
Graviers et galets polygéniques arrondis à matrice sableuse grise à marron gris, légèrement limoneuse	Ømax = 140 mm Sable argileux légèrement limoneux marron EE à 3,8 m >3,8	Ømax = 130 mm Matrice sableuse gris-beige >3,9	Ømax = 150 mm Matrice sableuse gris-beige >3,9	Ømax = 130 mm Matrice sableuse finement limoneuse marron-gris EE à 2,2 m >3,7	Ømax = 160 mm Matrice sableuse légèrement limoneuse marron-gris >3,7	Ømax = 130 mm Matrice sableuse finement limoneuse grise EE à 3,7 m >3,7	Ømax = 160 mm Matrice sableuse légèrement limoneuse marron-gris EE à 3,7 m >3,7	Ømax = 160 mm Matrice sableuse finement limoneuse grise EE à 2,6m >3,7	Ømax = 130 mm Matrice sableuse finement limoneuse grise >3,8	Ømax = 120 mm Matrice sableuse très finement limoneuse >4,0	-	-	Ømax = 120 mm Matrice sableuse finement limoneuse marron-gris >3,9	Ømax = 150 mm Matrice sableuse légèrement argileuse marron EE à 3,8 m >3,8
Sable fin très limoneux beige, à graviers et galets polygéniques arrondis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ømax = 120 mm >3,8	Ømax = 120 mm >3,8	-	-
EAU SOUTERRAINE :	-	-	-	-	-	-	Humide	-	-	-	Sec	Sec	Humide	-
TENUE DES PAROIS	Globalement bonne													
NOTA : - Tous les puits ont été arrêtés volontairement - Des essais d'eau ont été réalisés dans les fouilles P1 à 3,8 m, P4 à 2,2 m, P6 et P7 à 3,7 m, P8 à 2,6 m et P14 à 3,8 m														

PLAN D'IMPLANTATION

MONTMELIAN (73)

Avenue de la Gare - Mise hors d'eau - G5

Référence étude : AF.15670

Echelle 1/750

Format

Plan N° 1

0 7,5 15 m

A3

Date

Dessiné par

Approuvé par

12/05/2022

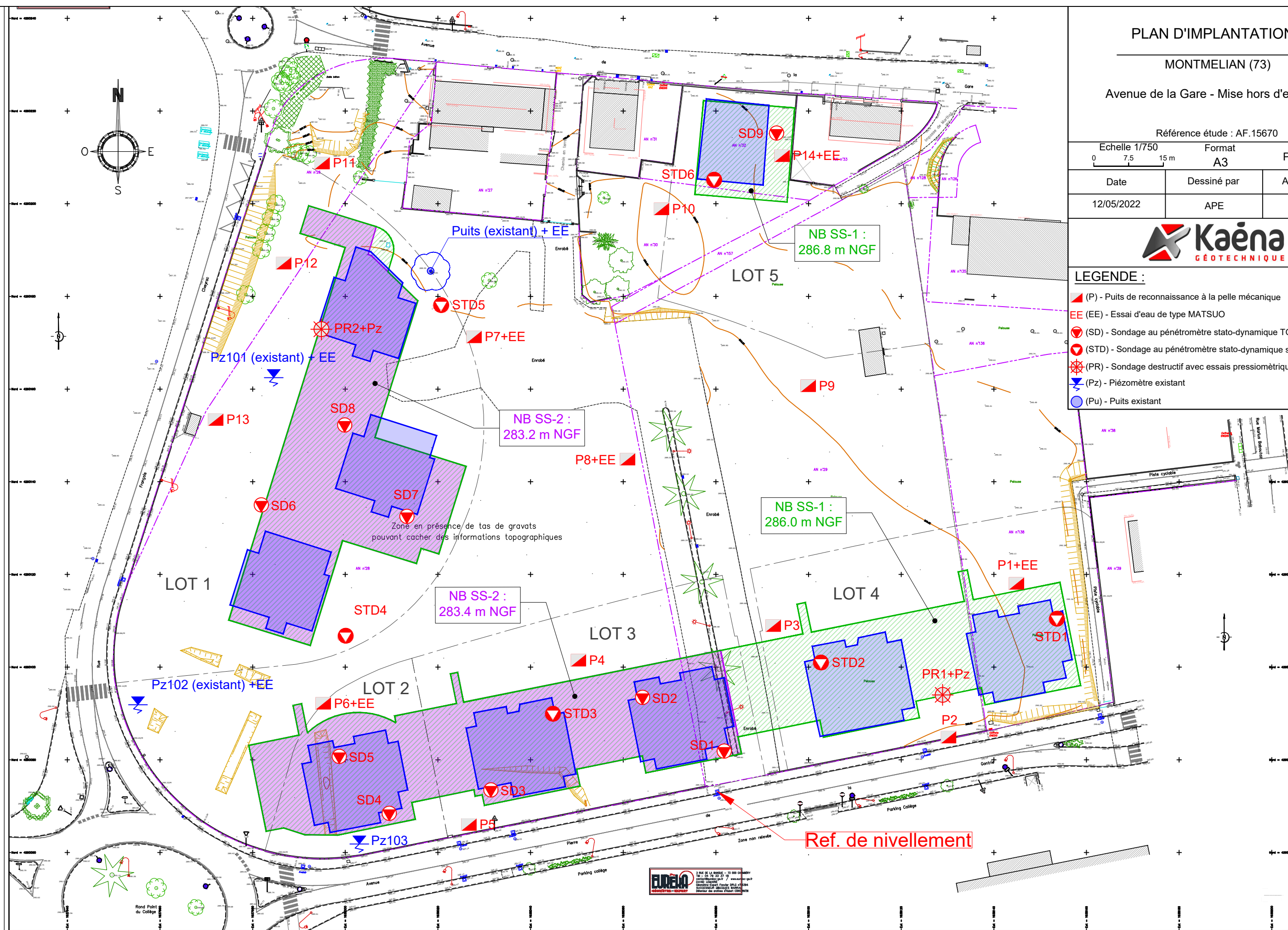
APE

AFR



LEGENDE :

- ▲ (P) - Puits de reconnaissance à la pelle mécanique
- EE (EE) - Essai d'eau de type MATSUO
- ▼ (SD) - Sondage au pénétromètre stato-dynamique TG63-100 kN
- ▼ (STD) - Sondage au pénétromètre stato-dynamique super-lourd 220 kN
- ⊗ (PR) - Sondage destructif avec essais pressiométriques
- ▼ (Pz) - Piézomètre existant
- (Pu) - Puits existant





www.kaena.fr

Kaéna - Siège social - Parc d'Activités Eurékalp
L'Epicentre-38660 Saint Vincent de Mercuze
Tel 04 76 97 94 64 - Fax 04 76 97 94 65
contact@kaena.fr - www.kaena.fr

SAS au capital de 98 350,00 € - N° SIREN 510 277 478 - Code NAF 7112B RCS Grenoble - TVA FR 77510 277 478

Kaéna - Pays de Savoie
12 avenue du Pont de Tasset
Meythet - 74960 Annecy
Tel 04 58 10 05 74 - paysdesavoie@kaena.fr

