

KLEPIERRE

Extension Grand'Place

ECHIROLLES (38)

Dossier n° 18.8506.C

Rapport d'étude géotechnique de conception
Phase Projet- Mission G2PRO


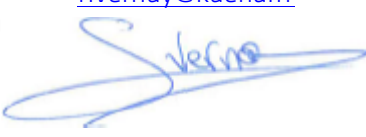


KLEPIERRE

Extension Grand'Place

ECHIROLLES (38)

Dossier n° 18.8506.C

Date	Version	Ingénieur chargé du dossier	Ingénieur contrôleur externe
11/06/2021	1	Pauline DEVEZ p.devez@kaena.fr 07 49 15 76 48 	François VERNAY f.vernay@kaena.fr 

Presentation	1
1. Intervenants, missions, documents communiqués	1
2. Investigations géotechniques	2
Description du site et du contexte	4
3. État des lieux	4
Synthèse géotechnique	7
4. Les sols	7
5. L'eau souterraine	10
6. Caractéristiques géomécaniques	13
7. Risques sismiques – Données règlementaires	13
8. Sensibilité du site liée à la structure géotechnique du site	14
Description du projet et de son environnement	15
9. Caractéristiques du projet	15
10. ZIG (Zone d'Influence Géotechnique) du projet	16
11. Structures enterrées – Fondation des avoisinants	16
12. Sensibilité générale du projet	17
Adaptation de l'ouvrage au site	18
13. Analyse globale	18
14. Description des ouvrages d'adaptation géotechnique	19
Terrassements provisoires	20
15. Démolition	20
16. Décapage – Préparation du sol	20
17. Traficabilité - Préparation des plates-formes	20
18. Terrassabilité	21
19. Valorisation des déblais	21
20. Drainage en phase chantier	21
21. Talus provisoires	22
22. Dispositions vis-à-vis des avoisinants - Reprises en sous-œuvre	23
Fondations de la structure et traitement du niveau bas	24
23. Fondations superficielles par semelles continues ou isolées	24
24. Traitement du niveau bas	27

Terrassement définitifs.....	29
Etudes et missions complémentaires et Aleas geotechniques	30
25. Études et missions complémentaires.....	30
26. Aléas géotechniques	30
Annexes	31

1. Intervenants, missions, documents communiqués

1.1. Intervenants

Les intervenants dans l'acte de construire sont :

Maître d'Ouvrage	Architecte	BE VRD	BE Structure
KLEPIERRE	L35 ARCHITECTES	IBSE	SCYNA4

1.2. Mission du B.E. de géotechnique KAENA

Contrat de prestation géotechnique entre KAENA et KLEPIERRE : contrat référencé D.8506-Avenant n°1 en date du 07/08/2020 et accepté le 04/12/2020.

► Investigations géotechniques :

- Procéder à l'exécution de sondages, d'essais et de mesures géotechniques selon un programme défini par Kaëna.
- Fournir la coupe des sondages, les résultats des essais et des mesures.

► Etude géotechnique de conception - 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, des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

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	Format	Indice / Date
Plan topographique	AGATE	PDF/DWG	01/06/2010
Plan de repérage	L35 ARCHITECTE	PDF	-
Plan des différents niveaux			30/04/2021
Documents structure			
Plans des fondations	SCYNA4	PDF	21/02/2020
Descentes de charges			28/04/2021

Documents terrassements			
Plan des terrassements	IBSE	PDF	Ind B – 22/03/2021

Cette intervention fait suite aux études géotechniques suivantes qui nous ont été communiquées :

Désignation	B.E. géotechnique	Mission	Date de l'étude
Extension Grand'Place	KAENA	G2AVP	24/07/2021

2. Investigations géotechniques

2.1. Implantation – Nivellement

► Implantation des sondages :

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

La position de ces sondages est repérée sur le plan 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.

Remarque : Le plan topographique AGATE en date du 01/06/2010 est en altimétrie NGF anciens. Pour obtenir un nivellement en NGF normal il convient de rajouter + 0.26 m.

2.2. Reconnaissances in-situ :

2.2.1. Campagne d'août 2018

► Sondages de reconnaissance géologique par :

- 6 puits à la pelle descendus entre 1.4 m et 3.6 m de profondeur et référencés P1 à P6.
- 4 carottages descendus à 1.0 m de profondeur et référencés SC1 à SC4. Ces sondages ont ensuite été prolongés en forages destructifs jusqu'à 4.0 m de profondeur.

► Sondages et mesures de caractéristiques géomécaniques par :

- 8 sondages au pénétromètre statique-dynamique brevet AMAPSOL (poussée statique 220 kN) descendus entre 9.8 m et 15.5 m de profondeur et référencés SDT1 à STD8.
- 2 forages destructifs descendus à 15 m de profondeur, avec 12 essais pressiométriques par forage selon la norme NF P 94-110-1, référencés PR1 et PR2.

► Essais de perméabilité par :

- 8 essais de perméabilité de type Lefranc norme NF P 94-132 dans les forages SC1 à SC4 entre 1.0 et 2.0 m de profondeur et entre 3.0 et 4.0 m de profondeur.
- 5 essais de perméabilité par injection à charge variable de type Matsuo dans les sondages P1, P2, P3, P5 et P6.

► Instrumentations mises en place par :

- Pose de 2 piézomètres à 8.0 m de profondeur dans les forages PR1 et PR2.

2.2.2. Campagne de novembre 2020

▶ **Sondages de reconnaissance géologique par :**

- 6 puits à la pelle descendus entre 1.4 m et 1.5 m de profondeur et référencés P101 à P106.

▶ **Sondages et mesures de caractéristiques géomécaniques par :**

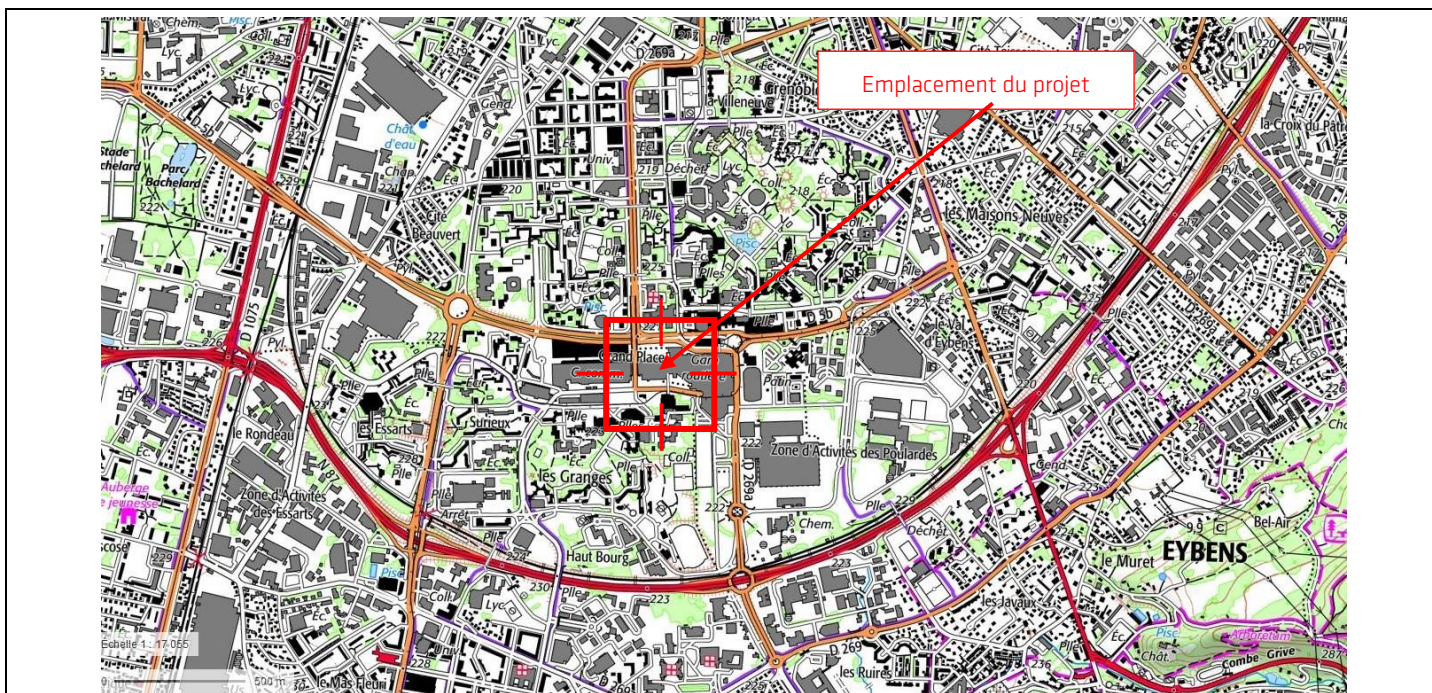
- 4 forages destructifs avec 6 essais pressiométriques / forage selon la norme NF P 94-110-1, effectués entre 8.0 m et 8.2 m de profondeur et référencés PR101 à PR104.

Le détail des résultats obtenus est donné dans les annexes correspondantes sous forme de coupes et diagrammes.

3. État des lieux

3.1. Localisation

Commune : ECHIROLLES (38), Grand'Place



Extrait Carte IGN 1/25000 – Source Géoportail



Photographie aérienne – Source Géoportail

3.2. Topographie et géomorphologie – Examen visuel du site

- ▶ **Altitude moyenne** : 221.5 m NGF.
- ▶ **Altimétrie du terrain** : Comprise entre les cotes 222.5 et 221.0 m NGF normal en partie Nord du bâtiment existant et entre 222.6 et 221.6 m NGF normal en partie Sud du bâtiment existant.
- ▶ **Contexte général** : Terrain situé dans la zone commerciale de Grand'Place.
- ▶ **Végétation** : Absence de végétation sur une majeure partie du site. Quelques zones en herbe sont présentes dans les îlots et quelques arbres dans l'angle Sud-ouest du site.
- ▶ **Occupation du site** : Terrain occupé par :
 - Un bâtiment industriel au centre de la parcelle,
 - Des espaces de stationnement en enrobé en partie Nord et en partie Sud de la parcelle.
- ▶ **Géomorphologie** :
 - Terrain remodelé par la réalisation de terrassement en déblai/remblai en lien avec l'activité commerciale de la zone.
 - Terrain en légère pente au niveau des espaces de voirie.
 - Pas d'indice d'instabilité visible.
- ▶ **Eau** :
 - Pas d'indice de circulation d'eau de ruissellement ni de résurgence d'eau souterraine.
 - Cours d'eau du Drac à environ 2.4 km à l'Ouest du site.

3.3. Risques Naturels

- ▶ **Sources des données sur les risques naturels** :

Les données sur les risques naturels mentionnés ci-après sont obtenues à partir de la consultation de :

- La carte « information des acquéreurs et des locataires des biens immobiliers sur les risques majeurs » sur le site internet de la préfecture.
- La carte du PPRn sur le site de la commune.
- La carte d'aléas de retrait-gonflement des argiles du site du BRGM <http://www.argiles.fr/donnees.asp>

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.

- ▶ **Données obtenues** :

D'après enquête, les éléments suivants ont été recueillis :

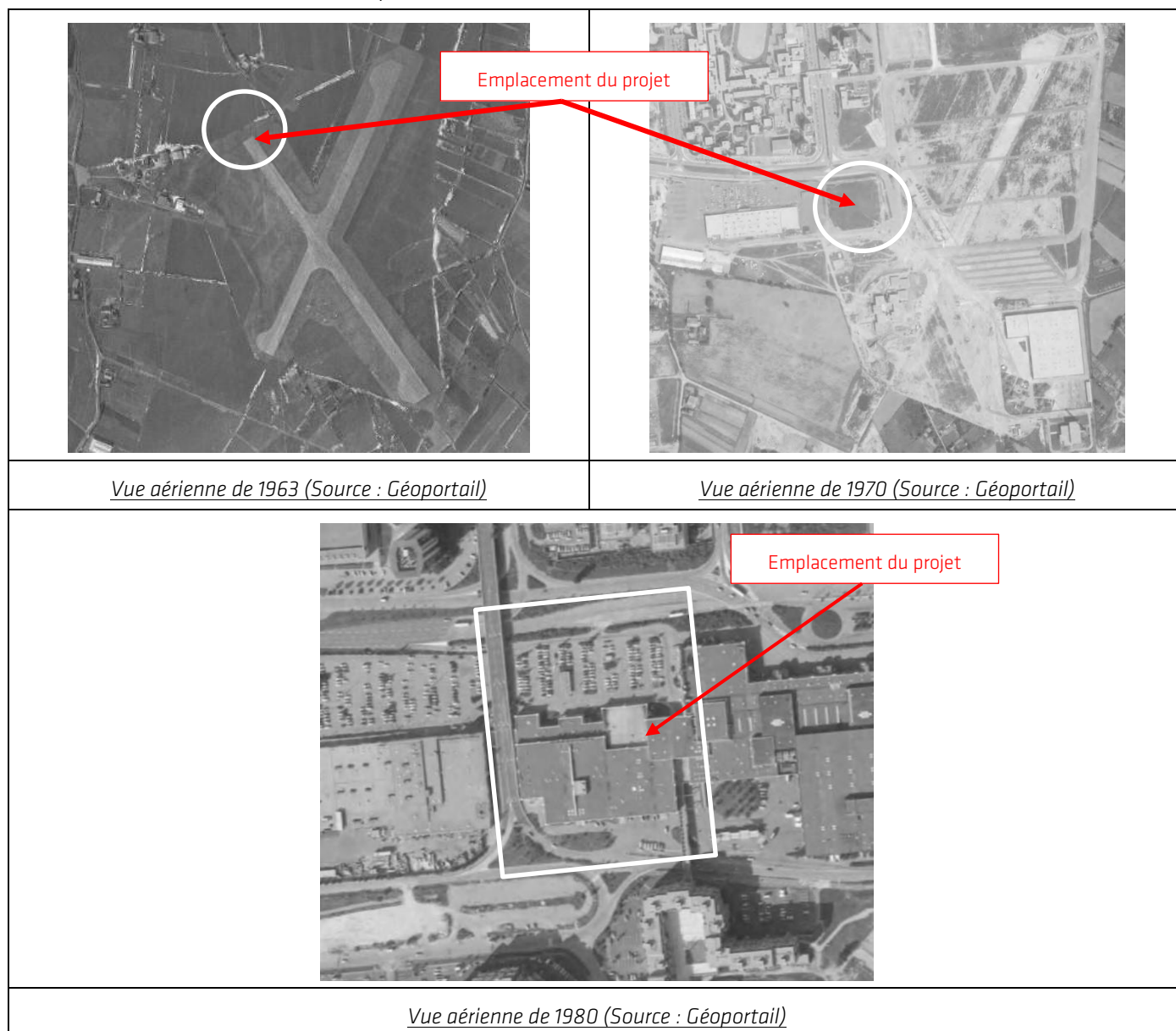
- Commune non réglementée par un PPRn prescrit ou approuvé.
- Le BRGM classe le site en zone d'aléa faible vis-à-vis du risque de retrait-gonflement des sols argileux.

- ▶ **Zonage sismique** : Zone 4 (aléa moyen).

3.4. Occupation ancienne du site – Historique connu

D'après l'examen des photos aériennes d'archive, il apparaît que le site a été occupé par :

- ▶ Un aéroport entouré de terrains agricoles jusque dans les années 60.
- ▶ L'aménagement de la zone commerciale de Grand'Place a démarré à la fin des années 60.
- ▶ Le site est en l'état actuel depuis les années 80.



3.5. 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 :

- ▶ Aléa faible lié à la sensibilité des sols au retrait-gonflement.
- ▶ Risque et aléas liés à l'histoire du site et à son occupation ancienne : présence des structures enterrées, de zones polluées, 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).

4. Les sols

D'après la carte géologique de VIF éditée au 1/50 000, le terrain se situe dans un contexte d'alluvions fluviales et lacustres modernes.

La lithologie des formations en place apparaît relativement hétérogène. Elle peut être décrite comme suit, du haut vers le bas :

En tête au droit des espaces verts actuels (puits P1 à P6) :

- ☞ **Terre végétale** ou **enrobé** reconnu en tête des sondages sur 0.1 m d'épaisseur.
- ☞ **Remblais limoneux à quelques graves anguleux et polygéniques** ($\phi_{\max} = 50$ mm), reconnu uniquement au Nord du site (P1, P2 et P3), jusqu'à 0.4 à 0.6 m/TA.
- ☞ **Remblais gravelo sableux +/- limoneux à éléments anthropiques** (ferrailles, parpaings, béton, verre, plastique, etc...) ($\phi_{\max} = 100$ mm), reconnus jusqu'à 1.2 à 2.0 m de profondeur dans les puits à la pelle.

En tête au droit des zones de circulation en enrobé (STD1 à STD8, PR1, PR2, SC1 à SC4, P106) :

- ☞ **Enrobé** sur 0.05 à 0.15 m environ,
- ☞ **Forme en grave sablo-limoneuse (ϕ 0-150 mm)**, reconnue jusqu'à :
 - SC1 = 0.40 m/TA,
 - SC2 = 0.10 m/TA,
 - SC3 = 0.45 m/TA,
 - SC4 = 0.35 m/TA,
 - P106 = 0.4 m/TA.

Cette forme graveleuse est estimée à partir des résistances mesurées au droit des sondages au pénétromètre et pressiomètre sur 0.3 à 1.0 m d'épaisseur, apparaissant :

- Peu épaisse au Nord (0.3 à 0.5 m),
- Moyennement épaisse au Sud (0.4 à 1.0 m).

On notera l'absence de géotextile entre la forme graveleuse et la formation sous-jacente.

- ☞ **Remblais gravelo sableux à limoneux à éléments anthropiques** (ferrailles, parpaings, béton, verre, plastique, etc...) ($\phi_{\max} = 100$ mm), estimés jusqu'à 1.0 à 2.0 m de profondeur dans les sondages pénétrométriques, et les forages pressiométriques.

En tête à l'intérieur du bâtiment existant (P101 à P105 et PR101 à PR104) :

- ☞ **Carrelage et béton industriel** sur 0.05 à 0.08 m d'épaisseur avec un film polyane à la base.
- ☞ **Dalle béton ferrillée** sur 0.13 à 0.2 m d'épaisseur avec un film polyane à la base (base de la dalle entre 0.18 et 0.25 m/TA)
- ☞ **Forme en grave sablo-limoneuse (\varnothing 0-100 mm)**, reconnue jusqu'à 0.5 à 0.8 m/TA.
- ☞ **Remblai supposé : grave sablo-limoneuse (\varnothing 0-100 mm)**, reconnue jusqu'à 1.1 à plus de 1.5 m/TA. Ce remblai est estimé à partir des résistances mesurées au droit des forages pressiométriques sur 1.0 à 1.6 m/TA.

En profondeur, au droit de l'ensemble des sondages :

- ☞ **Limon graveleux ($\varnothing_{\max} = 100$ mm)**, reconnu localement dans les puits P1 à P3 et P101 à P105 jusqu'à 1.4 à 2.6 m de profondeur et dans le puits P5 jusqu'à plus de 3.0 m de profondeur.

Cette formation est estimée dans certains sondages pénétrométriques et pressiométriques jusqu'à 1.8 à 3.2 m de profondeur. Elle est de résistance faible à moyenne.

Le toit de cette formation est rencontré uniquement dans les sondages ci-dessous, aux profondeurs et cote suivantes :

Toit d'apparition de la formation des limons marron graveleux									
Campagne d'août 2018									
Sondage : Référence et cote NGF normal	P1 (222.6)	P2 (222.6)	P3 (221.7)	P5 (221.9)	STD1 (221.6)	STD6 (222.5)	STD7 (222.4)	STD8 (221.5)	
Profondeur d'apparition du toit de la formation (m/TA)	1.8	1.2	1.5	> 3.0	1.3*	1.4*	1.3*	2.0*	
Cote correspondante (m NGF)	220.8	221.4	220.2	< 218.9	220.3*	221.1*	222.1*	219.5*	
Campagne de novembre 2020									
Sondage : Référence et cote NGF normal	P101 (222.5)	P102 (222.5)	P103 (222.5)	P104 (222.5)	P105 (222.5)	PR101 (222.5)	PR102 (222.5)	PR103 (222.5)	PR104 (222.5)
Profondeur d'apparition du toit de la formation (m/TA)	0.5	1.1	1.2	1.2	1.2	1.4*	1.2*	1.6*	1.0*
Cote correspondante (m NGF)	222.0	221.4	221.3	221.3	221.3	221.1	221.3	220.9	221.5

* : 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.

- ☞ Au-delà, **grave sableuse grise/beige ($\varnothing_{\max} = 150$ mm)**, reconnue jusqu'à plus de 15.5 m de profondeur. Cette formation est de résistance très élevée mais présente des niveaux lenticulaires, probablement sablo-limoneux, de résistance faible à moyenne, d'épaisseur décimétriques à métriques, intercalés à différentes profondeurs :
 - En STD6 entre 9.0 et 9.8 m de profondeur,
 - En STD3, entre 7.5 et 8.0 m de profondeur, et entre 11.0 et 11.8 m de profondeur.
 - En PR1, entre 12.0 et 13.0 m de profondeur.
 - En PR101 entre 3.0 et 3.8 m de profondeur.

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

Toit d'apparition de la formation des graves sableuses									
Campagne d'août 2018 : au droit des espaces verts ou zones d'enrobé									
Sondage : Référence et cote NGF normal	P1 (222.6)	P2 (222.6)	P3 (221.7)	P4 (222.8)	P5 (221.9)	P6 (222.1)	STD1 (221.6)	STD2 (221.3)	STD3 (221.1)
Profondeur d'apparition du toit de la formation (m/TA)	2.6	1.6	2.0	> 1.4	> 3.0	2.0	2.4*	1.1*	1.2*
Cote correspondante (m NGF)	220.6	221.0	219.7	< 222.4	< 218.9	220.1	219.2*	220.2*	219.9*
Sondage : Référence et cote NGF normal	STD4 (221.8)	STD5 (221.8)	STD5bis (221.7)	STD6 (222.5)	STD7 (222.4)	STD8 (221.5)	PR1 (222.1)	PR2 (221.9)	
Profondeur d'apparition du toit de la formation (m/TA)	1.3*	1.2*	1.2*	2.3*	3.2*	3.0*	1.9*	1.0*	
Cote correspondante (m NGF)	220.5*	220.6*	220.5*	220.2*	219.2*	218.5*	220.2*	220.9*	
Campagne de novembre 2020 : au droit du bâtiment									
Sondage : Référence et cote NGF normal	PR101 (222.5)		PR102 (222.5)		PR103 (222.5)		PR104 (222.5)		
Profondeur d'apparition du toit de la formation (m/TA)	2.0*		1.8*		2.0*		1.6*		
Cote correspondante (m NGF)	220.5		220.7		220.5		220.9		

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

4.1. Essais de laboratoire

Lors de la réalisation des puits de reconnaissance géologique, nous avons procédé au prélèvement d'un échantillon de sols remanié afin de procéder à des essais en laboratoire.

Les résultats des essais réalisés sont les suivants :

Référence échantillon	Sondage	Profondeur	Résultats des essais			
			Teneur en eau (%)	VBS (g/100g)	Tamisât à 80 µm (%)	Classification GTR
18.8506.C.ECH001	P103	0.3 à 0.45 m/TN	3.7	0.03	2.4	D3

5. L'eau souterraine

5.1. Résultat des mesures et enquêtes

Aucune venue d'eau n'a été observée dans les puits à la pelle jusqu'à 3.6 m de profondeur, lors des campagnes d'investigation en aout 2018 et novembre 2020.

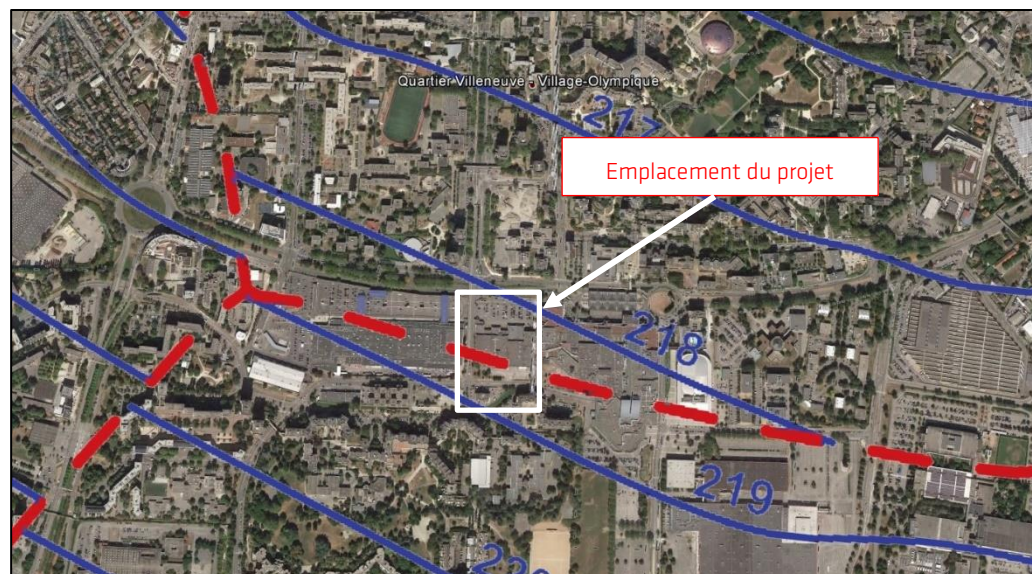
Les sondages pénétrométriques éboulés prématurément n'ont pas permis de mesurer un niveau d'eau.

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

Niveaux d'eau mesurés dans les piézomètres					
Piézomètre n°		Pz 1 (222.10 m NGF normal)		Pz 2 (221.90 m NGF normal)	
		m/TA	Cote (NGF normal)	m/TA	Cote (NGF normal)
Mesures effectuées	Le 05/07/2018	4.00*	218.10	4.00*	217.90
	Le 25/07/2018	4.41	217.69	3.88	218.02
	Le 30/07/2018	4.42	217.68	3.88	218.02
	Le 16/08/2018	4.51	217.59	3.99	217.91
	Le 19/09/2018	4.71	217.39	4.21	217.69
	Le 26/02/2019	4.4	217.7	3.88	218.02
	Le 11/04/2019	4.36	217.74	3.83	218.07
	Le 20/06/2019	4.26	217.84	3.73	218.17
	Le 24/07/2019	4.56	217.54	4.03	217.87
	Le 04/11/2019	4.43	217.67	3.89	218.01
	Le 01/12/2020	4.55	217.55	4.05	217.85

* : les mesures prises le jour de la réalisation des forages ont pu être influencées par l'injection d'eau.

Extrait de la carte ANTEA :



Extrait de la carte Antea du secteur d'étude sur fond aérien (source : PLU grenoble et Google Earth) qui fixe des niveaux hauts de nappe, mais qui ne prend pas en compte les récentes évolutions des pompages dans le secteur

- Piézomètre Kaëna SIERG :
 - Période de suivi : septembre 2013 à février 2014
 - Niveau mini mesuré : 218.53 m NGF Normal
 - Niveau maxi mesuré : 218.71 m NGF Normal
 - Niveau EE pris en compte : 219.8 m NGF Normal

5.2. Analyse des mesures et enquêtes - Synthèse hydrogéologique

Le contexte hydrogéologique du site est marqué par la présence d'une nappe alluviale, dont l'écoulement est dirigé vers le Nord-Est. Le gradient hydraulique entre le Sud et le Nord du projet est de l'ordre de 0.4 à 0.7 m.

A ce stade de l'étude, nous retiendrons les valeurs caractéristiques suivantes, au sens du DTU cuvelage :

- ☞ Niveau courant : 217.9 à 218.2 m NGF normal,
- ☞ Niveau EH : 218.3 à 219.0 m NGF normal,
- ☞ Niveau EE : 218.6 à 219.3 m NGF normal.

5.3. Perméabilité des sols

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

Les résultats obtenus sont les suivants :

Description du faciès	Essais réalisés	Sondage	Profondeur de l'essai	Coefficient de perméabilité k	Perméabilité
Grave sableuse	Matsuo à charge et hauteur d'injection variable	P1	3.1 m	2.10^{-4} m/s	Elevée à très élevée
		P2	2.4 m	$> 10^{-3}$ m/s	
		P3	2.3 m	1.10^{-4} m/s	
		P5	2.8 m	$> 10^{-3}$ m/s	
		P6	2.7 m	$> 10^{-3}$ m/s	
Limon graveleux à grave sableuse	Lefranc à charge variable et hauteur d'injection constante	SC1	Entre 2 et 3 m	5.10^{-4} m/s	Elevée à très élevée
		SC2		4.10^{-3} m/s	
		SC3		4.10^{-3} m/s	
		SC4		4.10^{-4} m/s	
Grave sableuse		SC1	Entre 3 et 4 m	3.10^{-3} m/s	Elevée à très élevée
		SC2		4.10^{-3} m/s	
		SC3		4.10^{-3} m/s	
		SC4		7.10^{-4} m/s	

Le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales pourra être effectué en prenant en compte une perméabilité représentative de :

$$k = 5.10^{-4} \text{ m/s}$$

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.

6. Caractéristiques géomécaniques

Les caractéristiques géomécaniques mesurées et correspondant à l'organisation géologique décrite précédemment, sont données dans le tableau récapitulatif ci-après. Les données qui suivent ont pour objet de préciser les hypothèses de calcul pour la justification des ouvrages.

Faciès	Pressiomètre		Pénétromètre statique
	Pression limite P_l * (MPa)	Module Pressio E_M (MPa)	Résistance de pointe q_c (MPa)
Remblais	[0.47 à 1.05] 0.50	[3.3 à 12.3] 5.0	[1.1 à > 10.0] 3.0
Limon graveleux	<i>Non mesuré</i>	<i>Non mesuré</i>	[1.0 à 10.0] 2.0
Grave sableuse	[1.92 à > 5.00] 2.5	[16.0 à 78.2] 25.0	[10.0 à > 30.0] 15.0
	<u>Niveaux lenticulaires :</u> [0.3 à 0.8] 0.5	<u>Niveaux lenticulaires :</u> [3.8 à 6.9] 4.0	<u>Niveaux lenticulaires :</u> [1.92 à > 5.00] 3.0

- [] : Fourchette de valeurs mesurées
- **xx** : Valeur représentative proposée

7. Risques sismiques – Données réglementaires

Les normes et documents réglementaires utilisables sont les suivants :

- ▶ NF EN 1998-1, 1998-5 : Règles de l'Eurocode 8 - « Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 5 : Fondations, soutènements et aspects géotechnique ».
- ▶ La zone de sismicité (selon décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010).

Les principales données parasismiques déduites des éléments précédents, permettent de retenir :

- ▶ **Zone de sismicité** : Zone 4 (aléa moyen).
- ▶ **Application des règles de l'Eurocode 8**

- Classe de sols :

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Coefficient d'amplification S
B	Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur-consolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur	1,35

- Accélération nominale : a_g (m/s^2)

a_g est définie par la relation : $a_g = \gamma_1 \cdot S_T \cdot a_{gr}$

Zone sismique	Pic d'accélération de référence a_{gr} (m/s^2) pour un sol de classe A	Coefficient d'importance de l'ouvrage γ_1			
		Catégorie d'importance de l'ouvrage			
		I	II	III	IV
Zone 4	1,6	0,8	1,0	1,2	1,4
S_T : coefficient topographique		1.0 (terrain plat)			

- ▶ **Risque de liquéfaction** : Sols non suspects de liquéfaction, pour la raison suivante :
 - Sols résistants et graveleux jusqu'à plus de 15 m de profondeur.

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

Les principaux **aléas** liés à la structure géotechnique du site apparaissent être les suivants :

- ▶ Des remblais gravelo-sableux sous enrobé de faible épaisseurs en général puis de limon graveleux à graves sableuses à déchets divers sont présents sur le site jusqu'à 1.0 à 2.0 m de profondeur.
- ▶ Structure géotechnique apparaissant relativement hétérogène. Horizon sablo-graveleux très résistant détecté à partir de 1.1 m à 3.2 m de profondeur, cette formation présente localement des niveaux lenticulaires de résistance moindre, et est parfois surmontée par une formation limono-graveleuse de résistance moyenne.
- ▶ Contexte hydrogéologique marqué par la présence de la nappe alluviale de Grenoble situé en niveau courant entre 3.8 m et 4.3 m de profondeur.

DESCRIPTION DU PROJET ET DE SON ENVIRONNEMENT

9. Caractéristiques du projet

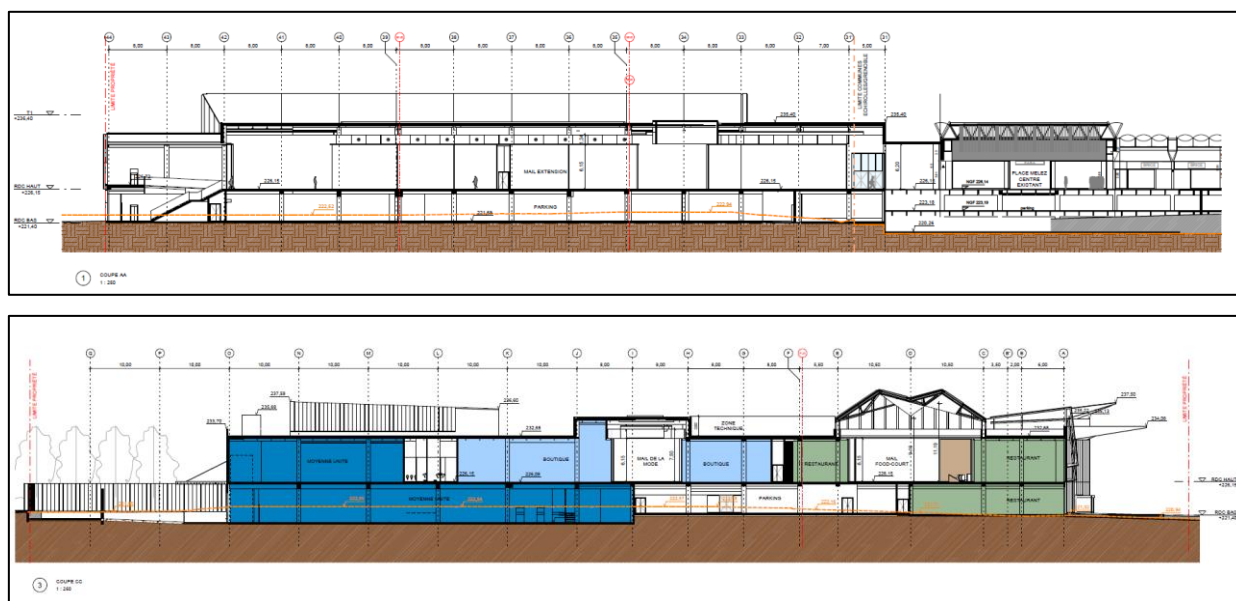
9.1. Description des ouvrages - Principes constructifs envisagés

Projet prévoyant la construction d'un centre commerciale dont les principales caractéristiques sont :

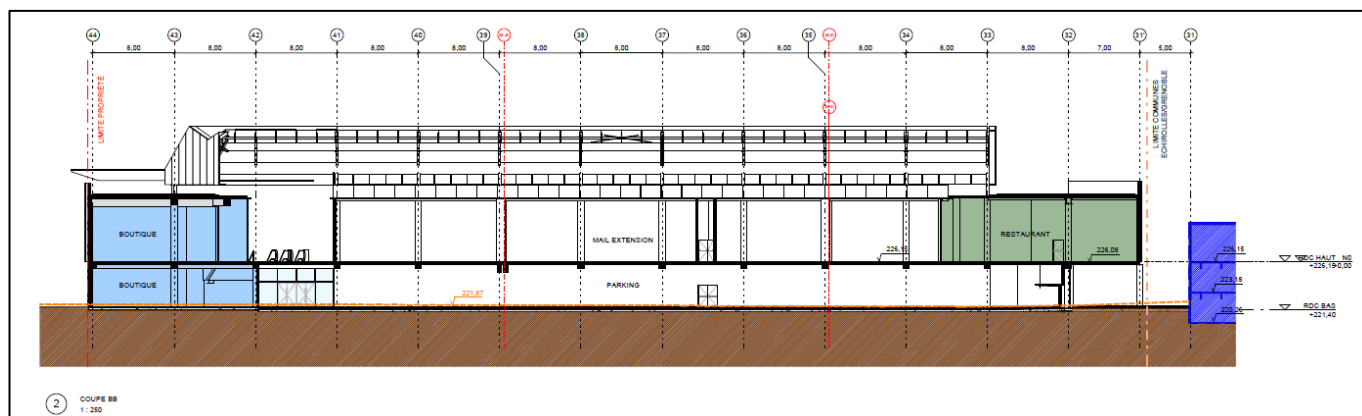
Désignation	Extension de Grand'Place	
Dimensions approximatives	Environ 100 m x 80 m	
Type d'ouvrage	Centre commercial	
Nombre de niveaux	R+1 sans sous-sol	
Cote du niveau le plus bas	RdC à niveau décalé : <u>Partie Nord</u> : 221.43 à 221.70 m NGF normal soit -1.1 m à +0.6 m/TA. <u>Partie Sud</u> : 220.28 à 220.35 m NGF normal, soit -0.7 à - 2.4 m/TA. <u>Aires de livraison</u> : 220.35 et 221.32 m NGF normal, soit -0.4 à -2.4 m/TA.	
Nature du niveau bas	Dallage sur terre-plein	
Structure	Poteau/ poutre en béton armée	
Descentes de charges maximales sur la structure (communiqué par le BE Structure)	Zone Primark	G229+Q147 t/appui et G54+Q20 t/ml
	Zone Courante	G136+Q96 t/appui et G28+Q10 t/ml
Sollicitations appliquées aux dallages	2.5 t/m ²	

9.2. Terrassements prévus

Le projet nécessite des travaux de terrassement en déblais de 1.0 à 3.0 m de hauteur,



Coupes longitudinales du projet



Coupe transversale du projet

10. ZIG (Zone d'Influence Géotechnique) du projet

Définition de la ZIG : Volume du terrain au sein duquel il y a interaction entre :

- ☛ l'ouvrage (ou les travaux nécessaires à sa réalisation),
- ☛ et son environnement (sols et ouvrages environnants).

Dans le cas présent, la ZIG est constituée par :

- ▶ La parcelle où est placé le futur projet.
- ▶ Le bâtiment existant dans l'emprise du projet, à démolir.
- ▶ Le bâtiment de Carrefour qui sera relié au projet par une passerelle côté Ouest.
- ▶ Le bâtiment Grand'Place mitoyen du projet coté Est.
- ▶ L'avenue de l'Europe et ses réseaux associés situés à environ 20 m au Nord du projet.
- ▶ L'avenue Salvador Allende et ses réseaux associés, située en bordure immédiate du projet côté Sud,
- ▶ La passerelle existante, reliant le bâtiment actuel aux immeubles de logements situés au Sud de l'Avenue Salvador Allende.

11. Structures enterrées – Fondation des avoisinants

Les fouilles de reconnaissance de fondations initialement prévues contre le bâtiment GrandPlace mitoyen du projet coté Est n'ont pas pu être réalisées à ce stade du projet en raison des contraintes de circulation.

D'après les plans transmis le bâtiment Grand'Place dispose d'un niveau bas semi-enterré situé à la cote 220.26 m NGF, soit environ - 1.2 m par rapport au niveau bas du projet (221.4 m NGF) dans cette zone.

A priori, les plans de fondations du bâtiment de Grand Place sont connus des concepteurs et figurent sur les plans de fondation du projet. Il s'agit de semelles isolées de 3.06 x 1.4 x 0.45 m.

12. Sensibilité générale du projet

La sensibilité générale du projet vis-à-vis de sa destination et de la ZIG va être fortement conditionnée par les aspects suivants :

- ▶ Ouvrage de grande emprise au sol,
- ▶ Ouvrage aux descentes de charges moyennes.
- ▶ Ouvrage mitoyen du bâtiment Grand'Place existant.
- ▶ Travaux de terrassements relativement importants sur la moitié Sud du projet, et sans recul par rapport à la limite de propriété Sud,
- ▶ Modification importante des conditions d'écoulement des eaux de surfaces,

13. Analyse globale

De l'analyse de l'ensemble des paramètres décrits précédemment, la conception de l'ouvrage doit prendre en compte à ce stade d'avant-projet, les points fondamentaux suivants :

Contexte général du site

- Aléa faible de retrait/gonflement des sols argileux.
- Terrain relativement plat.
- Zone commerciale.

Structure géotechnique du site

- Remblais d'épaisseurs variables reposant sur une grave sableuse très résistante, mais présentant localement des niveaux lenticulaires de moindre résistance, ainsi qu'une couche de limon graveleux en tête.
- Nappe alluviale située entre 3.8 et 4.3 m/TA en niveau courant.

Le projet et sa ZIG

- Projet de bâtiment commercial de grande emprise au sol, nécessitant des travaux de terrassement relativement importants sur la moitié Sud.
- Environnement du projet sensible : route en limite de projet côté Sud, bâtiment mitoyen côté Est.
- Traitement des EP sur la parcelle.

14. Description des ouvrages d'adaptation géotechnique

► Pour le bâtiment

Terrassements et talutage	<p>Terrassements en déblais (en considérant un dallage d'environ 20 cm et une couche de forme de 0.6 m)</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Partie Nord</u> : de 0.2 à 1.9 m/TA - <u>Partie Sud</u> : de 1.7 à 3.0 m/TA <p>Les remblais résiduels seront entièrement purgés</p>
Valorisation des déblais	<p><u>Matériaux limoneux</u> : non utilisable en couche de forme ou remblai technique</p> <p><u>Matériaux graveleux classés D3 (présents actuellement sous dallage du bâtiment existant)</u> : réutilisation possible en couche de forme ou remblai technique.</p>
Fondations	<p>Semelles superficielles isolées ou continues ancrées dans la grave sablo-limoneuse, impérativement sous les remblais moyennant des rattrapages en gros béton.</p>
Niveau bas	<p>Le niveau bas sera traité en dallage sur terre-plein après la purge des remblais et la mise en place d'une couche de forme de 0.6 m d'épaisseur.</p>

► Pour les aires de livraison

Terrassements	<p>Les terrassements seront de l'ordre de 01 à 3.0 m/TA, en considérant une couche de forme de 0.6 m</p> <p>Purge complète des remblais présents au droit de la voirie.</p>
Valorisation des déblais	<p><u>Matériaux limoneux</u> : non utilisable en couche de forme ou remblai technique</p> <p><u>Matériaux graveleux classés D3 (présents actuellement sous dallage du bâtiment existant)</u> : réutilisation possible en couche de forme ou remblai technique.</p>
Couche de forme	<p>En matériaux de type D3 ou matériaux recyclés revalorisés sur 0.5 m (VL) à 0.6 m (PL) d'épaisseur.</p>

15. Démolition

Le projet prévoit la démolition du bâtiment existant. Des structures enterrées (fondations, fosses, cuves) seront probablement découvertes. Ces structures enterrées seront complètement purgées en veillant à repérer l'emplacement des excavations et leur géométrie en profondeur et extension (repérage par géomètre).

Les fouilles résultant de ces démolitions seront soigneusement nettoyées puis remblayées avec une grave sableuse de catégorie D3, avec un compactage adapté.

16. Décapage – Préparation du sol

Il est impératif de prévoir au démarrage du chantier :

- ▶ Décapage de la végétation existante et des enrobés au droit du projet.
- ▶ Purge et dévoiement de l'ensemble des réseaux existants sur l'emprise du projet.

17. Traficabilité - Préparation des plates-formes

17.1. Traficabilité

Les plates-formes au niveau de l'arase de terrassement seront constituées ;

- ▶ Soit par des matériaux limono-graveleux très sensibles au remaniement et à la décompression, et de traficabilité médiocre en présence d'eau.
- ▶ Soit par des matériaux gravelo-sableux de bonne portance et insensibles à l'eau.

17.2. Préparation des plates-formes

La méthodologie suivante est à respecter pour les bâtiments et les voiries :

- ▶ Procéder au terrassement de la dernière couche "en retro" sans faire évoluer les engins sur la pleine masse.
- ▶ Mettre en place un géotextile anticontaminant.
- ▶ Protéger la plate-forme au fur et à mesure de l'avancement du décapage par la mise en œuvre d'une première couche de matériaux nobles et insensibles à l'eau (par exemple de classe D3 selon la norme NF P11-300).
- ▶ Interrompre les travaux dans des conditions météorologiques trop défavorables.
- ▶ Toute zone remaniée ou décomprimée par la circulation des engins ou par des intempéries, sera purgée et remblayée avec un matériau noble insensible à l'eau.

17.3. Constitution des plates-formes sous structure de chaussées et dallages

- ▶ Matériaux constitutifs :
 - Grave naturelle alluvionnaire de classe D3 selon la norme NF P11-300, de granulométrie répartie 0-80 à 0-100 mm par exemple.
 - Matériaux de déblai classés D3 issus de la démolition et des terrassements du site.
 - Des matériaux insensibles à l'eau et de comportement mécanique similaire (par exemple des matériaux en grave recyclées) peuvent également être admis uniquement sous voirie, sous réserve de l'agrément par le Maître d'œuvre.

► Épaisseurs de la couche de forme :

- Voirie PL : 0.6 m pour un module Ev2 supérieur ou égale à 70 MPa.
- Voirie VH : 0.5 m pour un module Ev2 supérieur ou égale à 50 MPa
- Dallage : 0,6 m minimum pour un module de Westergaard visé pour le support, $K_w = 70 \text{ MPa/m}$ (critère minimum demandé par la norme NF P 11-213-1 à 3 - DTU 13.3 Dallages). Là où la grave sableuse est atteinte en arase de terrassement, une épaisseur de 0.2 m pourra être suffisante (à valider par des essais de contrôle préalables).

Nota important : Ces épaisseurs sont données à titre indicatif, et tiennent compte d'une exécution des terrassements conforme à nos préconisations, et dans des conditions météorologiques satisfaisantes. Ces épaisseurs pourront être revues sensiblement (augmentées ou réduites), en fonction des conditions réelles du chantier et notamment :

- de la qualité des travaux préparatoire réalisés,
- des conditions météorologiques et hydrogéologiques au moment du chantier,
- de la qualité des matériaux mis en œuvre,
- du matériel de compactage.

Par ailleurs, dans les zones où la grave-sableuse est atteinte dès la pleine masse, les épaisseurs de matériaux d'apport pourrait être limitées (principalement au niveau du Conforama à démolir et en partie Sud du site)

18. Terrassabilité

La présence de matériaux limoneux nécessite de réaliser les travaux par temps sec, et de protéger les arases de terrassement au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

La réalisation des déblais ne présentera pas de difficultés particulières. La purge d'éventuelles structures enterrées est cependant à prévoir.

Compte tenu de leur nature, les matériaux de déblai sont inaptes au réemploi en remblai. Ils seront mis en décharge ou stockés dans les zones d'espaces verts. Le remblai sera réalisé par des matériaux d'apport.

19. Valorisation des déblais

Pour l'utilisation des matériaux du site en remblai :

- **Limon sablo-graveleux** : ces matériaux de déblai sont inaptes au réemploi en remblai. Ils seront mis en décharge ou stockés dans les zones d'espaces verts
- **Grave sablo-limoneuse classé D3 (sous bâtiment existant)** : Ces matériaux sont probablement réutilisables en remblais périphériques drainants, couche de forme de voirie ou sous dallage, sous réserve d'un calibrage soigneux (élimination des particules fines, la granulométrie des matériaux ne devra pas dépasser une dimension de 80 mm).
- **Nota** : La grave constituant les remblais sous voiries actuelle présente des éléments anthropiques, il convient de réaliser une étude spécifique dans le cadre d'une mission de type G3 pour en préciser la faisabilité technique et économique et les précautions d'exécution (triage et criblage du matériaux). La granulométrie des matériaux ne devra pas dépasser un diamètre de 80 mm.

20. Drainage en phase chantier

En principe, il ne doit pas être intercepté de venues d'eau. Cependant si certaines sont découvertes en cours de terrassement, elles seront collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (cunette périphérique en pied de talus)

Les dispositions spécifiques seront adaptées au cas par cas pour assurer à tout moment la mise au sec de la plateforme.

21. Talus provisoires

► Bâtiment

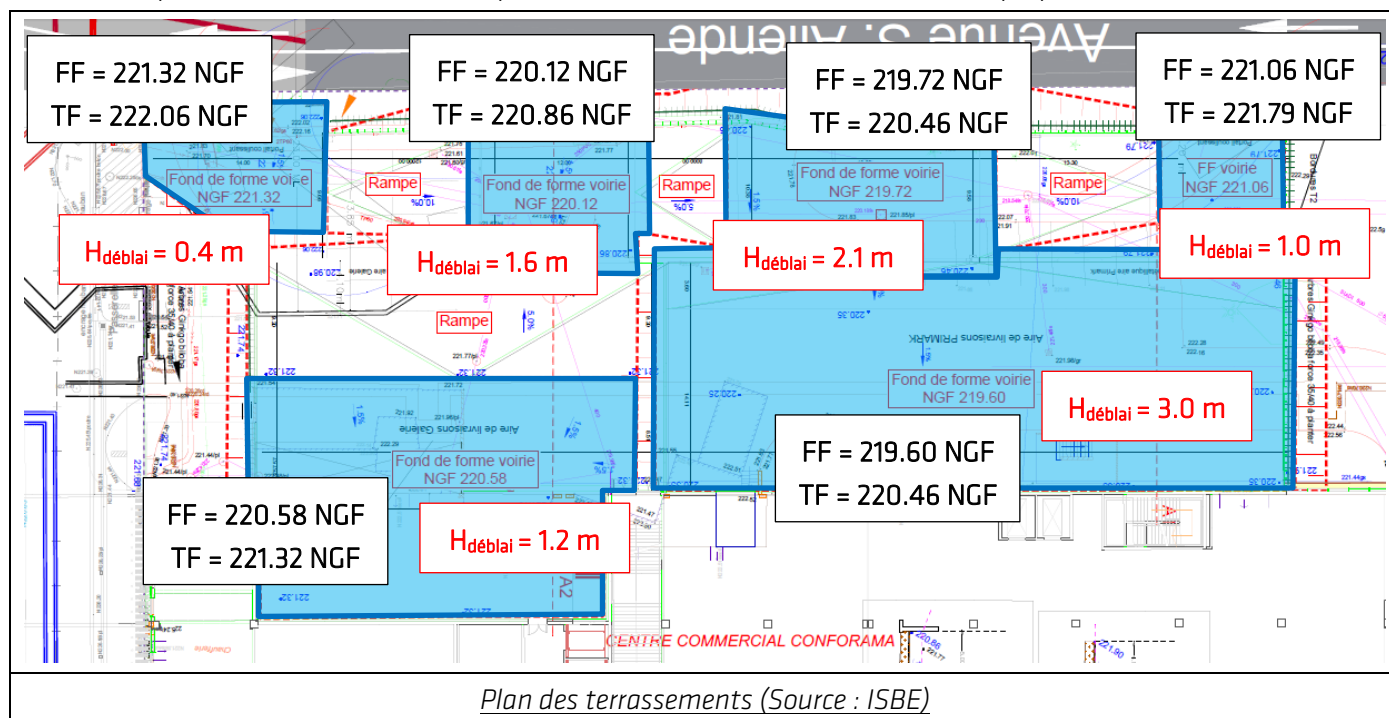
Les terrassements provisoires sont de l'ordre de 0.2 à 3.0 m/TA.

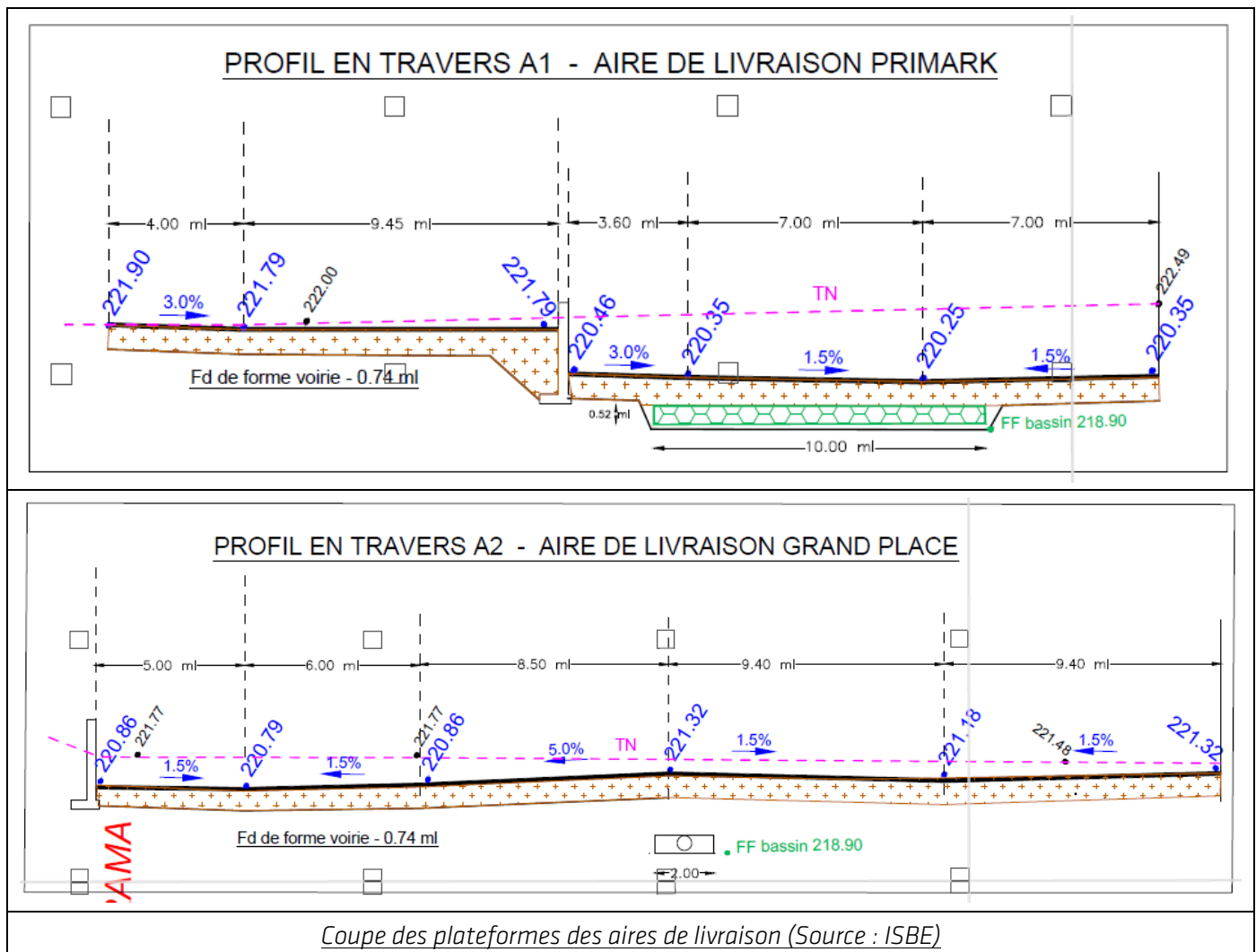
Les talus provisoires des fouilles pourront être dressés avec une pente de 1 de base /1 de hauteur, à adapter lors des terrassements si cela s'avère nécessaire. Ils devront être protégés contre l'action de l'eau, par des feuilles de polyane soigneusement fixées.

► Voiries

Au niveau des aires de livraisons, plusieurs altimétries de plateforme sont prévues engendrant des terrassements provisoires en déblai de l'ordre de 0.4 à 3.0 m/TA, on prévoira donc :

- Une pente maximale de 1H/1V à adapter lors des terrassements si cela s'avère nécessaire. Les talus devront être protégés contre l'action de l'eau, par des feuilles de polyane soigneusement fixées.
- En limite de propriété Sud, le long de l'avenue S. Allende, la hauteur de terrassement maximale réalisée est de 2.1 m à environ 2.5 m de la limite, permettant donc la réalisation d'un talus provisoire de pente 1H/1V sous réserve de pouvoir terrasser en dehors des limites de propriétés.





22. Dispositions vis-à-vis des avoisinants - Reprises en sous-œuvre

La réalisation du projet actuel implique l'exécution de déblais au voisinage immédiat de constructions existantes dont les fondations et la structure sont mal connues. Toutes les précautions devront être prises pour leur éviter tout dommage. Si des soutènements ou une reprise en sous-œuvre s'avèrent nécessaires, ils devront faire l'objet d'une étude particulière que Kaëna peut réaliser dans le cadre d'une mission spécifique du type G5 ou d'une mission plus générale G2.

► Ouverture de la fouille

Ouverture de la fouille en limite Est se fera par passes afin de ne pas déstabiliser les fondations existantes

► Règle des fondations en niveaux décalés

Les fondations futures et existantes en limite Est devront respecter une pente de 3h/2v entre les bases de fondation, impliquant un éloignement ou un approfondissement des fondations.

FONDATIONS DE LA STRUCTURE ET TRAITEMENT DU NIVEAU BAS

Les solutions de fondation envisageables à ce stade du projet sont les suivantes :

- ▶ **Semelles** superficielles isolées ou continues, ancrées de 0,30 m dans la formation des graves sableuses. Des rattrapages seront nécessaires.
- ▶ **Niveau bas** traité en dallage sur terre-plein.

23. Fondations superficielles par semelles continues ou isolées

Le toit de la formation des graves sableuses est rencontré comme suit au droit des sondages réalisés dans l'emprise :

- Entre 219.4 et 221.0 m NGF côté Nord, soit entre 1.0 et 2.3 m de profondeur par rapport au niveau bas du projet dans cette zone.
- Entre 218.5 et 220.9 m NGF côté Sud, soit entre 0.0 et 2.4 m de profondeur par rapport au niveau bas du projet dans cette zone.

L'assise des fondations sera ancrée au minimum de 0,3 m dans cette couche repère. Des rattrapages en béton maigre seront parfois nécessaires afin d'assurer le bon ancrage des fondations.

Dans tous les cas, l'encastrement devra assurer les conditions de mise hors gel des fondations, soit une profondeur minimale de 0,8 m par rapport à la plus proche surface exposée au gel.

23.1. Hypothèses géotechniques

Formation	Pression limite PI (en MPa)	Module pressiométrique E_M (en MPa)	Coefficient rhéologique α
Grave sableuse	2.5	25	0.25

23.2. Méthodes de calcul

Le prédimensionnement est réalisé selon la norme NF P 94-261.

23.3. Descentes de charge

Les descentes de charge maximales nous ont été communiquées par le BET scyna4 :

- Descente de charges ponctuelles :
 - Zone Primark (maxi) : $G = 302 \text{ T}$; $Q = 165 \text{ T}$; S (séisme) : 25 T
 - Zone courante hors Primark : $G = 236 \text{ T}$; $Q = 96 \text{ T}$; S (séisme) : 60 T
- Descente de charges linéaires :
 - Zone Primark (maxi) : $G = 54 \text{ T/ml}$; $Q = 20 \text{ T/ml}$
 - Zone courante hors Primark : $G = 28 \text{ T/ml}$; $Q = 10 \text{ T/ml}$
- Effort horizontal moyen du au séisme : $20 \text{ T/appui ponctuel}$

Les justifications ont été réalisées sur la plus grande semelle isolée ainsi que sur la semelle continue :

Descentes de charges sous semelles					
N°	Dimension (m²)	Effort vertical Vd (t)			
		ELS QP	ELS Car	ELU Fond	ELU Sism
Zone PRIMARKS					
S5	3.0 x 3.0	401	467	655	426
SF	0.8	66	74	103	66
Zone Courante					
S5	3.0 x 3.0	294	332	463	354
SF	0.8	34	38	53	34

23.4. Paramètres de dimensionnement – Phase AVP

Les principaux paramètres pour le dimensionnement des fondations selon la norme NF P 94-261 sont donnés dans le tableau ci-après.

► Contraintes de calculs

A partir des hypothèses géomécaniques prises en compte, on obtient une valeur représentative :

$$q_{\text{net}} = 1400 \text{ kPa}$$

En première approche, les **contraintes admissibles** calculées selon q_{net} sont les suivantes :

États limites types :	E.L.U. transitoire et durable		E.L.S. caractéristique et quasi-permanent	
	$\gamma_{R,v}$	$\gamma_{R,d,v}$	$\gamma_{R,v}$	$\gamma_{R,d,v}$
Coefficients partiels de résistance $\gamma_{R,v}$ et de méthode $\gamma_{R,d,v}$	1,4	1,2	2,3	1,2
Contrainte admissible $\sigma_{R;d}$ (kPa)	830		500	

Nota important :

- En fonction du résultat des sondages complémentaires après démolition du bâtiment existant, des modifications ou adaptations des valeurs proposées sont possibles (diminution de la contrainte admissible en cas de niveau lenticulaire médiocre proche de la base des fondations).
- La valeur de résistance net du terrain s'exprime en kN et dépend du sol mais également de la géométrie de la fondation et de la charge appliquée. La valeur de contrainte ci-dessus n'est donc pas rigoureusement extrapolable a tous les appuis mais a le mérite de fixer les ordres de grandeur.

23.5. Justification de la portance et des tassements – Phase PRO

La justification est réalisée à l'aide du logiciel FOXTA (listings transmis en annexe), à partir des descentes de charges indiquées ci-dessus. La vérification de portance est vérifiée si : $V_d - R_0 \leq R_{v;d}$ avec :

- V_d : valeur de calcul de la composante verticale de la charge transmise par la fondation au terrain
- R_0 : Valeur du poids de volume de sol après travaux sous le terrain constitué par le volume de la fondation et le volume au-dessus de la fondation.
- $R_{v;d}$: Valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle.

Les tassements sous semelles (vérification aux ELS) se font selon la norme NF P 94-261 (norme d'application de l'Eurocode 7).

Les tassements sont estimés par la méthode pressiométrique avec le logiciel FOXTA (cas aux ELS quasi-permanent).

Les tassements théoriques estimés s'entendent pour une mise en œuvre des fondations selon les règles de l'art en accord avec les prescriptions des Eurocodes et fascicule 68 – CCTG de 1993.

La vérification de la portance sous séisme est vérifiée selon l'Eurocode 8.

Les principaux résultats sont rassemblés dans le tableau ci-dessous :

Fondations	Aire semelle (m ²)	Rvd ELS (kN)	Rvd ELU (kN)	Vérification glissement	Vérification portance	Tassement (cm)
Zone PRIMARKS						
S5	9.0 m ²	9761.1	16 036.0	OK	OK	0.5
SF	0.8 m	943.9	1550.8	OK	OK	0.7
Zone Courante						
S5	9.0 m ²	9761.1	16 036.0	OK	OK	0.4
SF	0.8 m	943.9	1550.8	OK	OK	0.4

23.5.1. Recommandations sismiques

Le projet se trouve en zone sismique, et les recommandations suivantes devront être appliquées :

- ▶ La conception des ouvrages doit aboutir à un comportement dissipatif et ductile d'ensemble :
 - fractionner dans la mesure du possible les blocs de tailles et volumes hétérogènes,
 - distribuer les masses et les raideurs de façon équilibrée.
- ▶ Structure à concevoir de manière à assurer le contreventement horizontal et vertical de la structure, à superposer les éléments de contreventement, à créer des diaphragmes rigides à tous les niveaux, à limiter les efforts de torsion.
- ▶ Fondation par semelles filantes à maille fermée régulière ou par semelles isolées reliées par un réseau de longrines bidirectionnelles. Les fondations doivent être suffisamment rigides pour transmettre au sol de manière uniforme les actions localisées reçues de la superstructure.
- ▶ Fondations en béton armé, pour la reprise des efforts de cisaillement lors des déplacements du sol.
- ▶ Veiller à ce que l'assise des fondations soit horizontale.
- ▶ Système de fondations homogènes sous un même corps de bâtiment à moins de délimiter des parties par joints parasismiques.

23.5.2. Dispositions constructives

- ▶ Pour des raisons de bonne exécution, largeur des fondations conçues supérieure ou égale à 0,5 m pour des semelles continues et 0,7 m pour les semelles isolées.
- ▶ Prise en compte des fondations du bâtiment Grand'Place existant et mitoyen du projet (géométrie et profondeur d'ancrage des fondations à adapter dans cette zone).
- ▶ Des fondations établies à des niveaux différents et à proximité de talus, doivent respecter la règle des 3 de base pour 2 de hauteur entre arêtes de fondations et/ou pied de talus (norme NF 94-261), à moins de dispositions particulières.
- ▶ La reconnaissance ayant mis en évidence de fortes variations de niveau du toit du sol de fondation, il faut s'attendre à des adaptations locales (sur-profondeurs), reprises par purge et coulage de béton maigre.
- ▶ Les fondations doivent être coulées **à l'avancement** et **à pleine fouille impérativement** et non coffrées sur une plate-forme pré-terrassée ou reconstituée. Afin d'éviter une décompression du sol de fondation, ce dernier devra être protégé immédiatement et au minimum par un béton de propreté.
- ▶ Tout sol décomprimé localement sera purgé et remplacé par un béton maigre.

24. Traitement du niveau bas

Le niveau bas pourra être traité en **dallage sur terre-plein**, à la condition stricte du respect des sujétions suivantes :

- ▶ Exécution des terrassements en déblais et en remblais selon les préconisations décrites précédemment et permettant de conserver un sol sain et non remanié par les travaux (risque de remaniement soit par circulation des engins soit par décompression par la présence d'eau dans le cas contraire).
- ▶ L'exécution d'une forme sous dallage afin d'obtenir une portance satisfaisante pour la mise en œuvre du dallage.

Nota : La réalisation d'un dallage sur terre-plein implique la prise en compte de la présence de remblais résiduels, et de leur purge en cas de nature non compatible avec le projet.

Une visite du géotechnicien devra impérativement être prévue lors du terrassement en masse afin de vérifier l'absence de matériaux évolutifs en fond de fouille. Des adaptations sont à prévoir (purges éventuelles et substitutions, recompactage).

24.1. Caractéristique de la forme support de dallage

Les caractéristiques de la forme support de dallage qui peuvent être retenues à ce stade de l'étude, sont celles décrites au paragraphe 17.3.

24.1.1. Critère de réception

Les critères de réception devront être précisés impérativement par les documents de consultation ou par l'étude d'exécution de l'Entreprise.

Au stade actuel de l'étude, les critères suivants sont proposés :

Critères de réception de la forme support du dallage			
Ouvrage	Module de Westergaard Kw	Module de déformation E_{v2} , 2 ^{ème} cycle	Rapport E_{v2}/E_{v1}
Dallage chargé à 2.5 t/m ²	70 MPa/m minimum	70 MPa minimum	< 2,0

24.1.2. Module d'Young E_s

Pour le dimensionnement du dallage selon les préconisations du DTU 13.3, les valeurs de module d'Young à retenir pour chacun des faciès sont les suivantes, du haut vers le bas :

Faciès	Profondeur de la base / TA	Épaisseurs sous dallage	Module œdométrique estimé	Module d'Young E_s
Limon graveleux (remblais résiduels en tête)	1.0 à 3.0 m	Jusqu'à 2.0 m	10.0 MPa	7.4 MPa
Grave sableuse	> 10.0 m	> 8.0 m	120.0 MPa	75 MPa

Les tassements attendus sous dallage sont de l'ordre de 3 à 5 mm selon l'épaisseur de limon compressible (premier cas pris pour STD3 avec peu de limon compressible et second cas pris pour STD7 avec une épaisseur de limon compressible plus importante).

PROTECTION DES OUVRAGES

Compte tenu du contexte hydrogéologique d'une part, et de la conception du projet d'autre part, les précautions suivantes sont à respecter :

- ▶ Imperméabilisation des murs enterrés par enduit bitumineux + protection par Delta MS,
- ▶ Remblaiement avec un matériau d'apport drainant (grave crue).

TERRASSEMENT DÉFINITIFS

La réalisation de plateformes à niveaux décalés nécessitera soit :

- La réalisation de talus définitifs avec une pente maximale de 3H/2V.
- La réalisation d'un ouvrage de soutènement définitif de type muret poids (enrochements par exemple) ou mur en « T » en béton armé.

ETUDES ET MISSIONS COMPLÉMENTAIRES ET ALEAS GEOTECHNIQUES

25. Études et missions complémentaires

Nous rappelons que la réalisation des sondages complémentaire au droit de l'existant sont impératifs après démolition.

Afin d'optimiser les travaux et réduire les aléas, la norme AFNOR NF-P-94 500 recommande de prévoir une intervention du géotechnicien en mission :

- ▶ G3 (étude de suivi géotechnique d'exécution),
- ▶ G4 (supervision géotechnique des travaux d'exécution)

26. Aléas géotechniques

- ▶ 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 de la norme AFNOR sur les missions d'ingénierie géotechnique

Documents graphiques et résultats d'investigations

- Diagrammes des sondages au pénétromètre
- Diagrammes des forages pressiométriques
- Tableaux récapitulatifs des puits de reconnaissance
- Levés de carottes
- Plan d'implantation des sondages
- Annexes des calculs de tassement
- PV des analyses en laboratoire

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'oeuvre 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

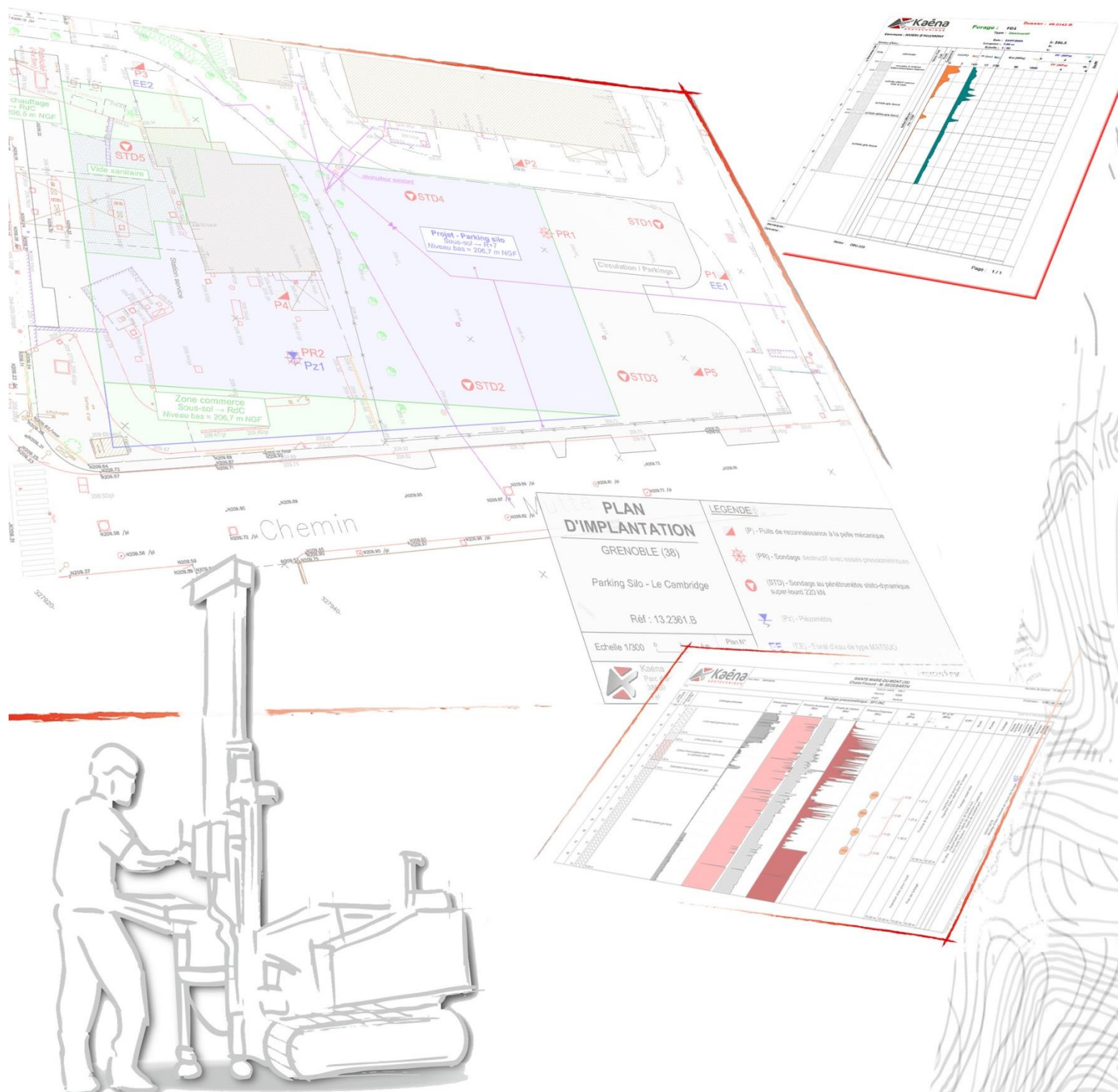
- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique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

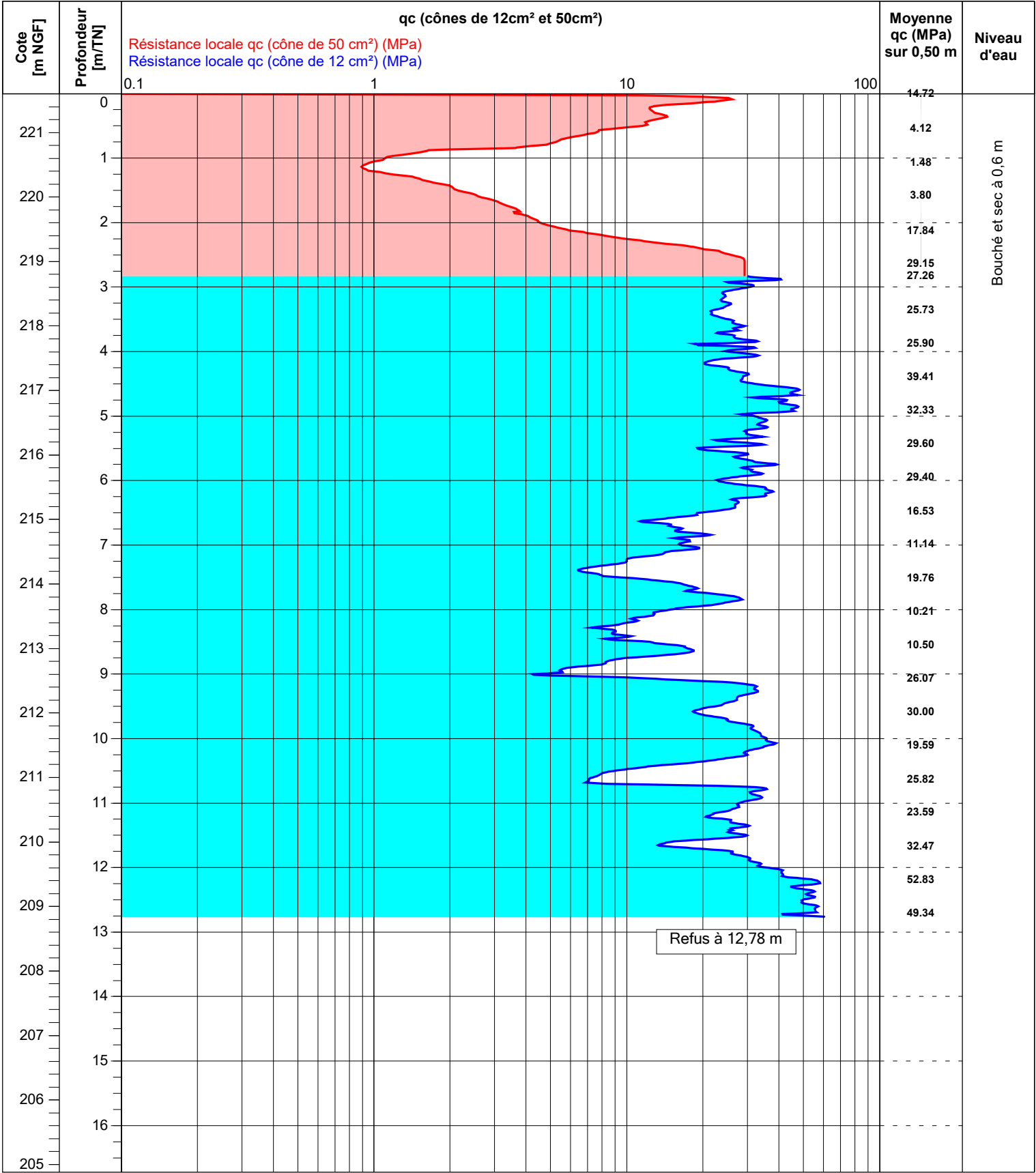
DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

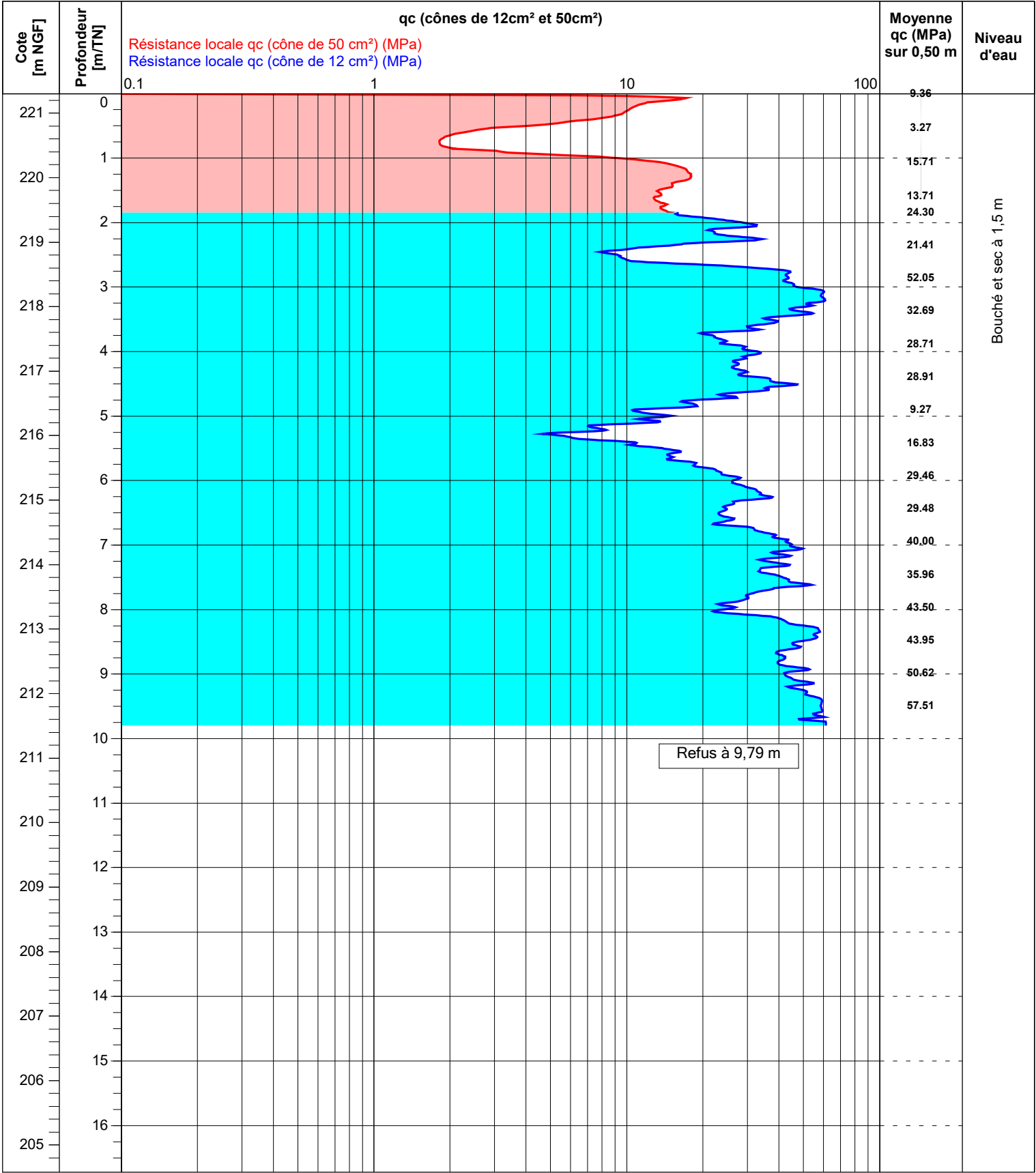
Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou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

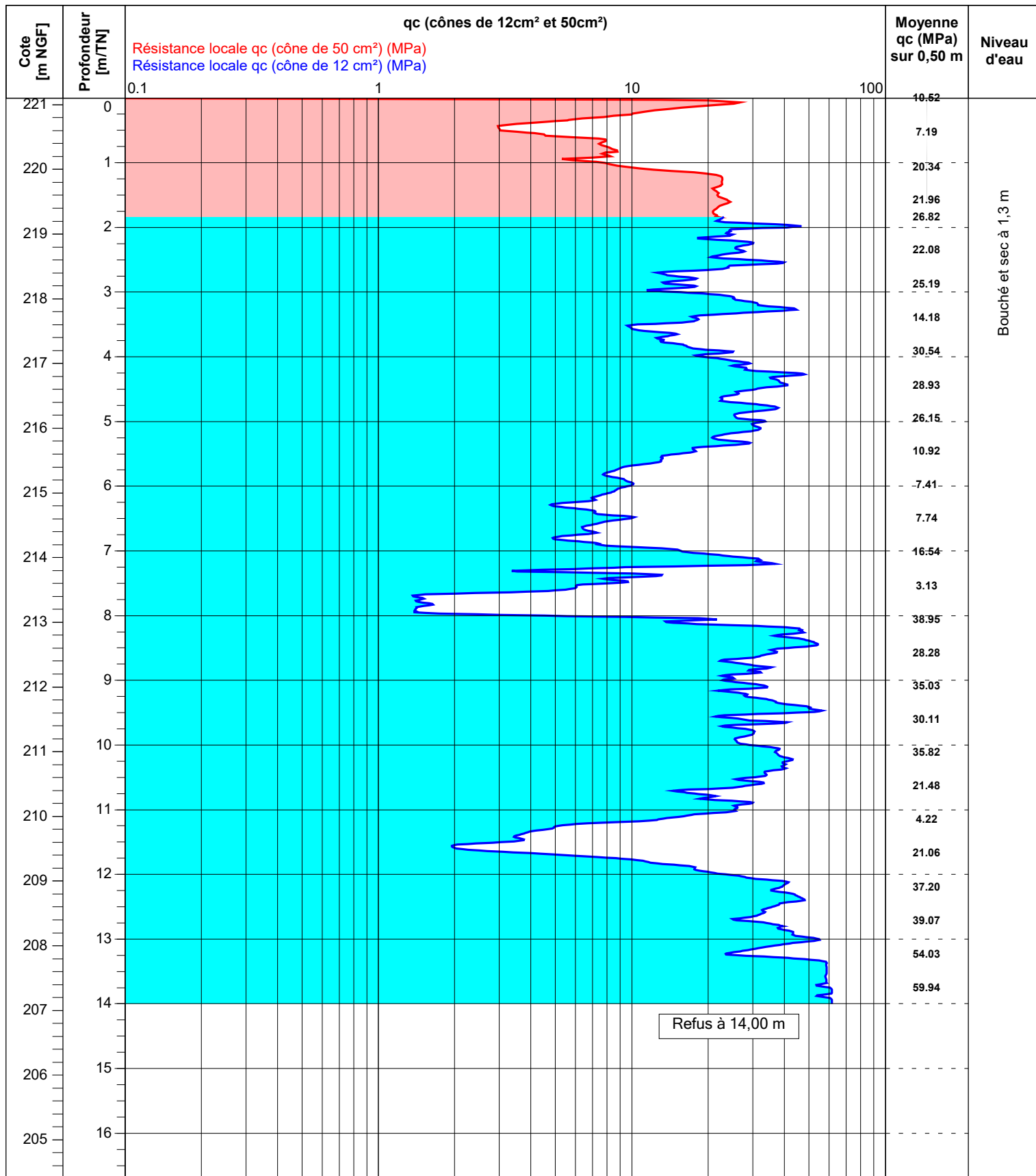
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre 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 l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

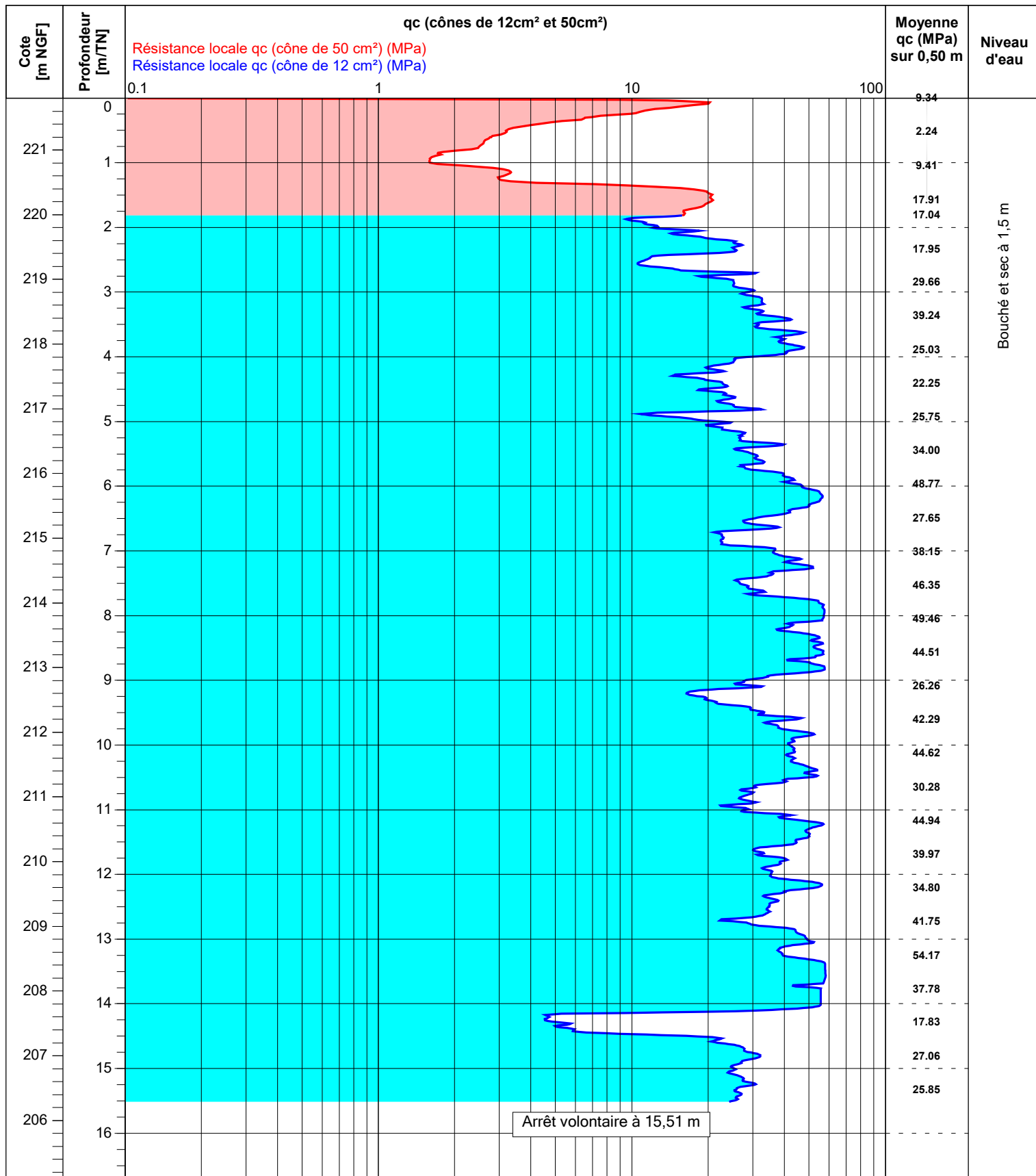
DOCUMENTS GRAPHIQUES ET RESULTATS DES INVESTIGATIONS

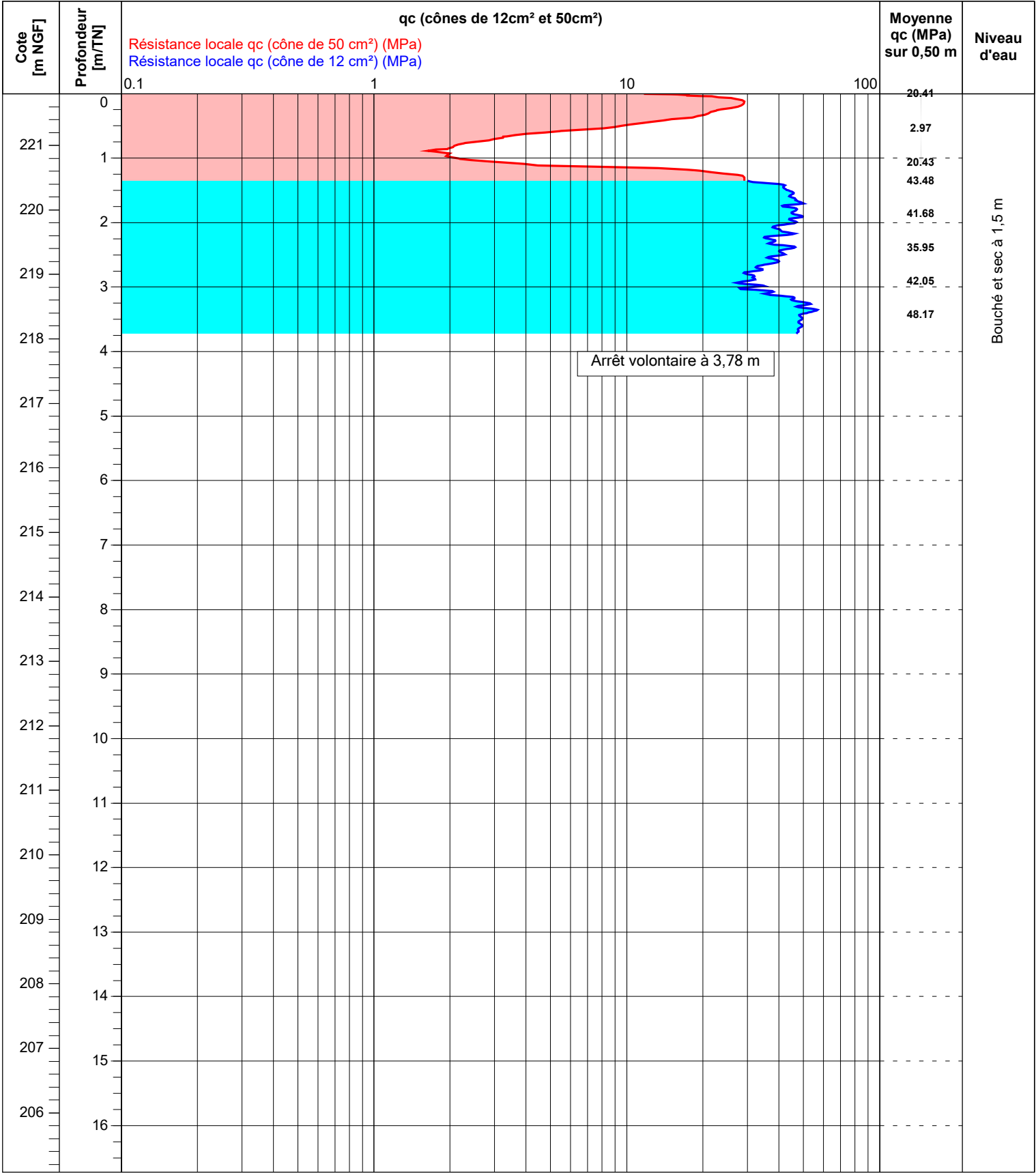


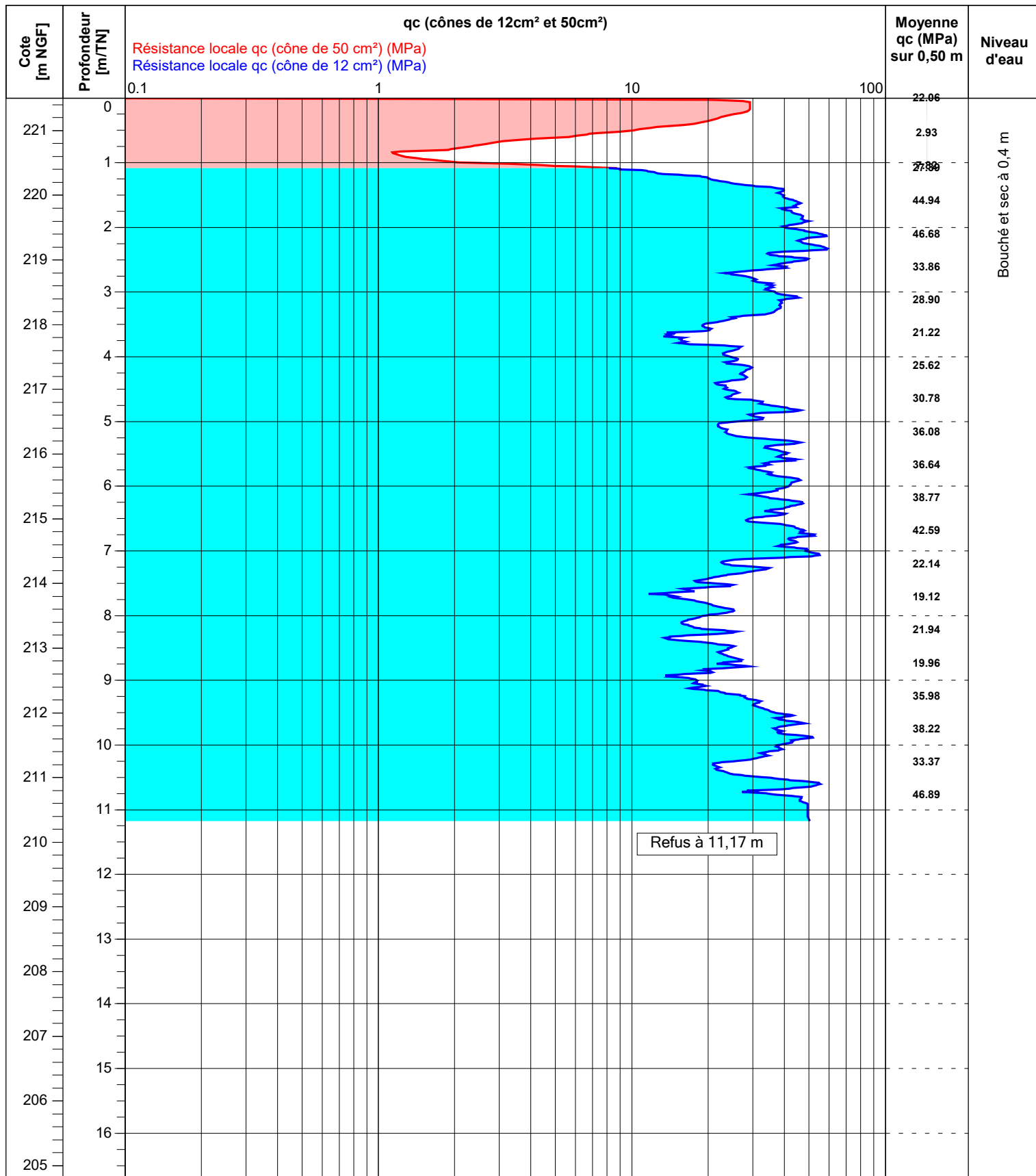


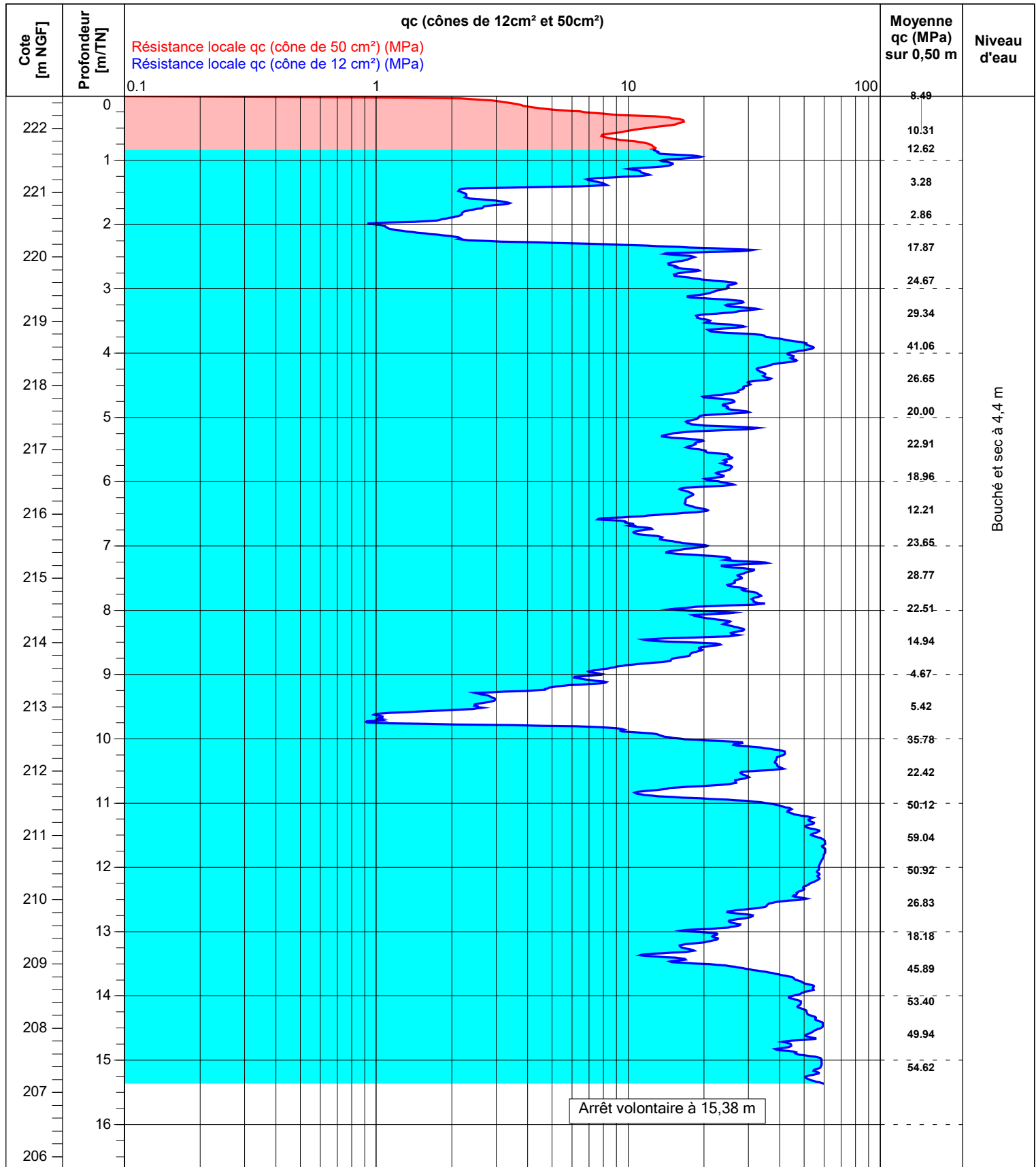


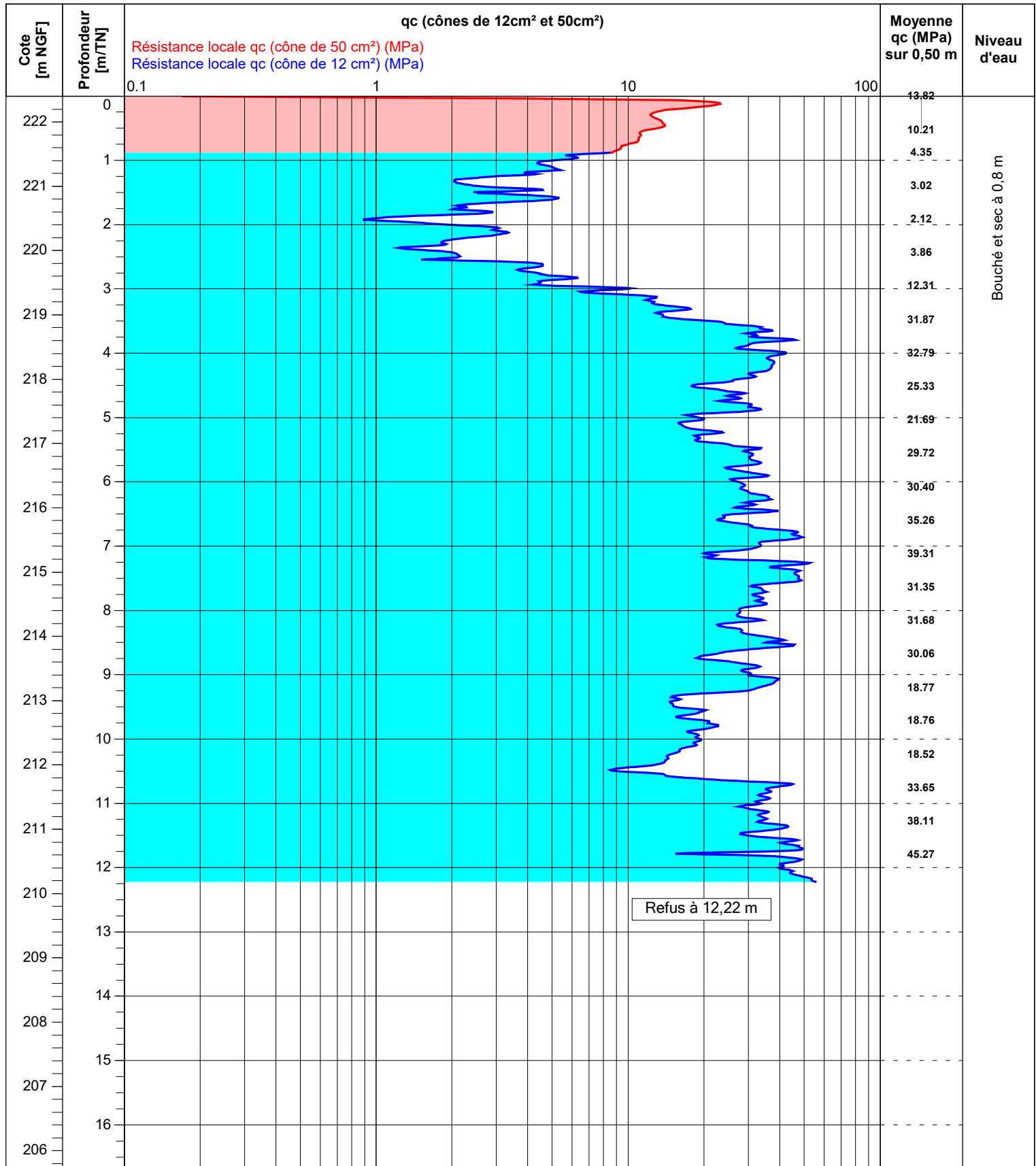


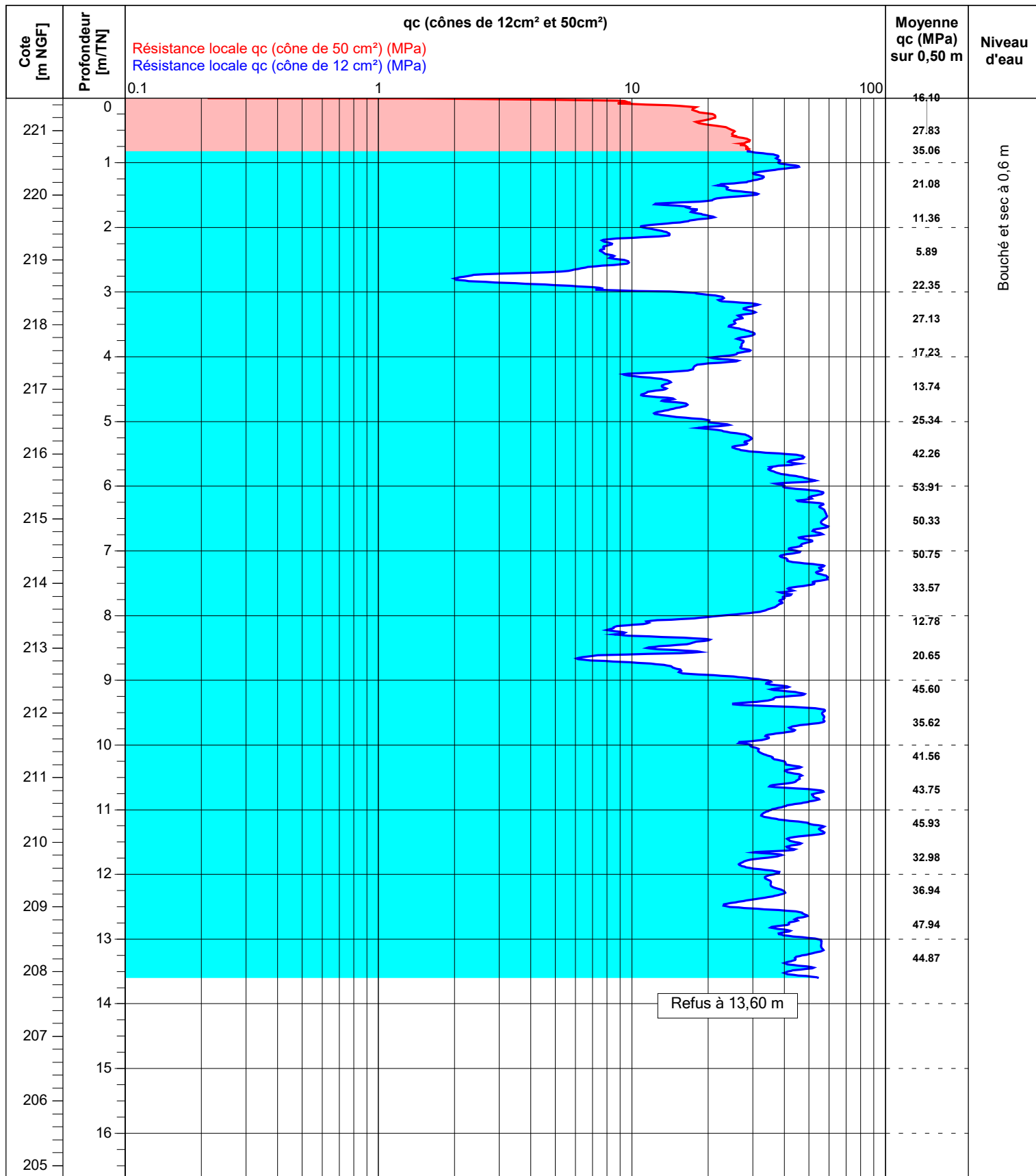


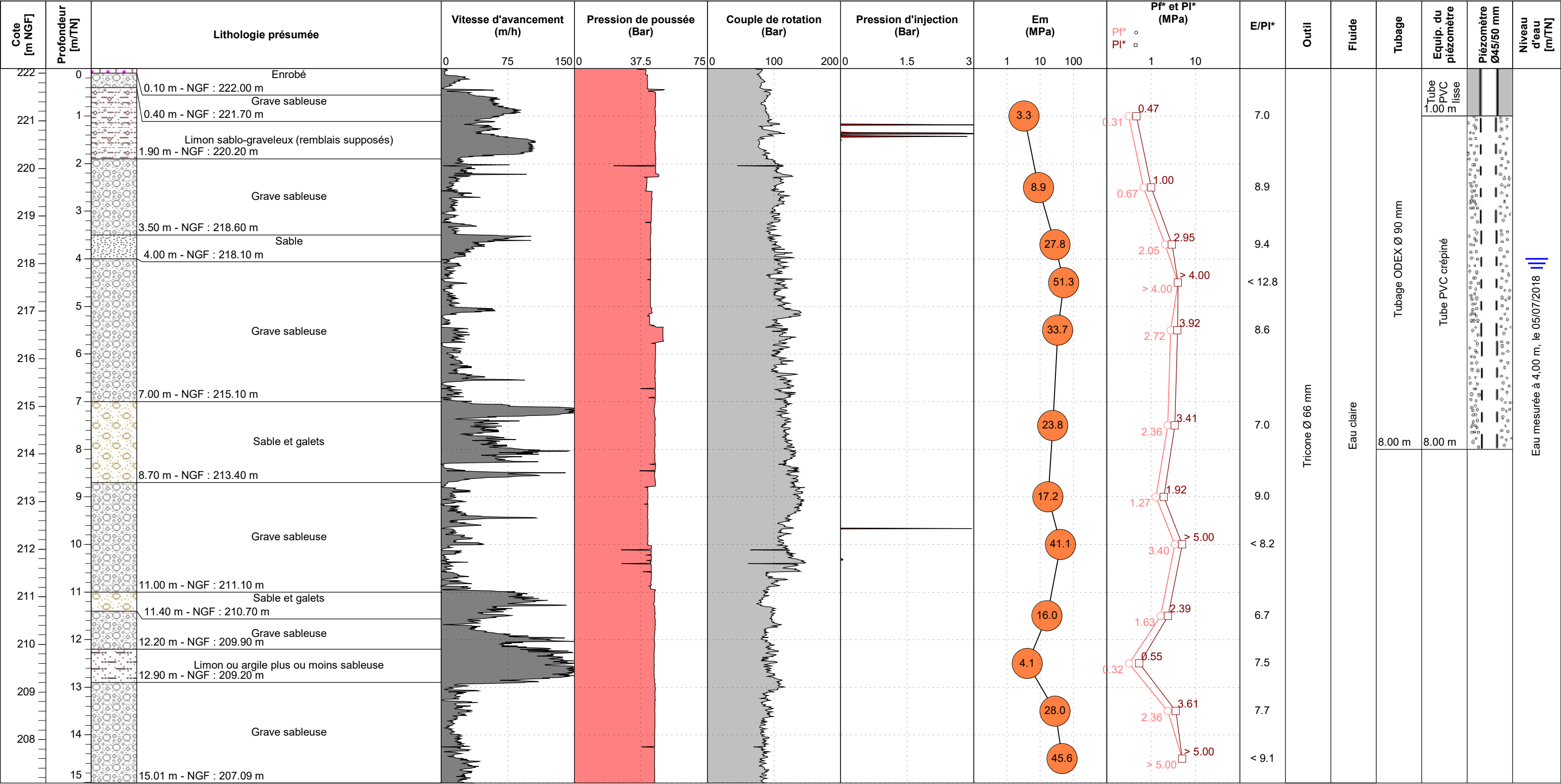


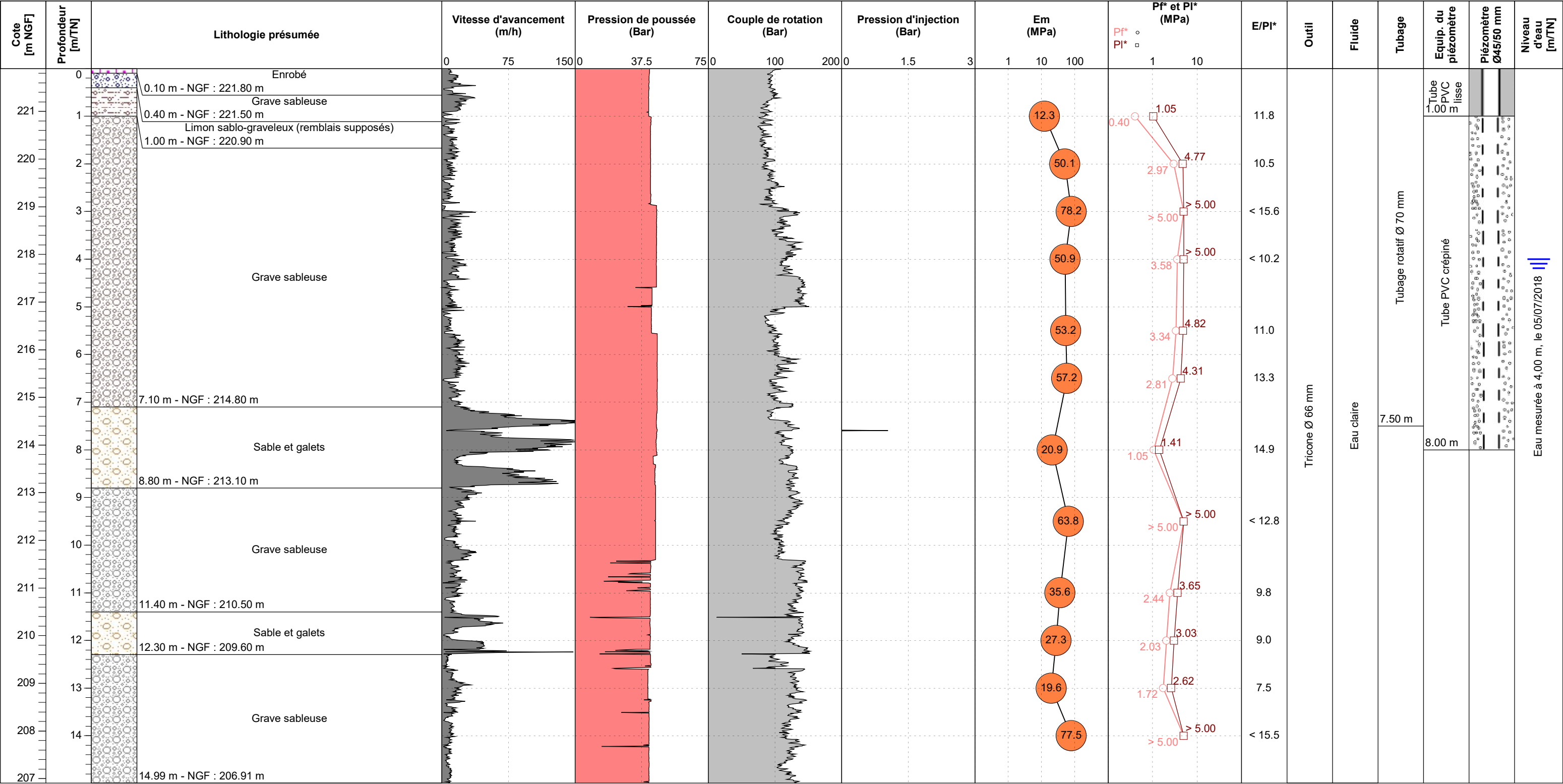






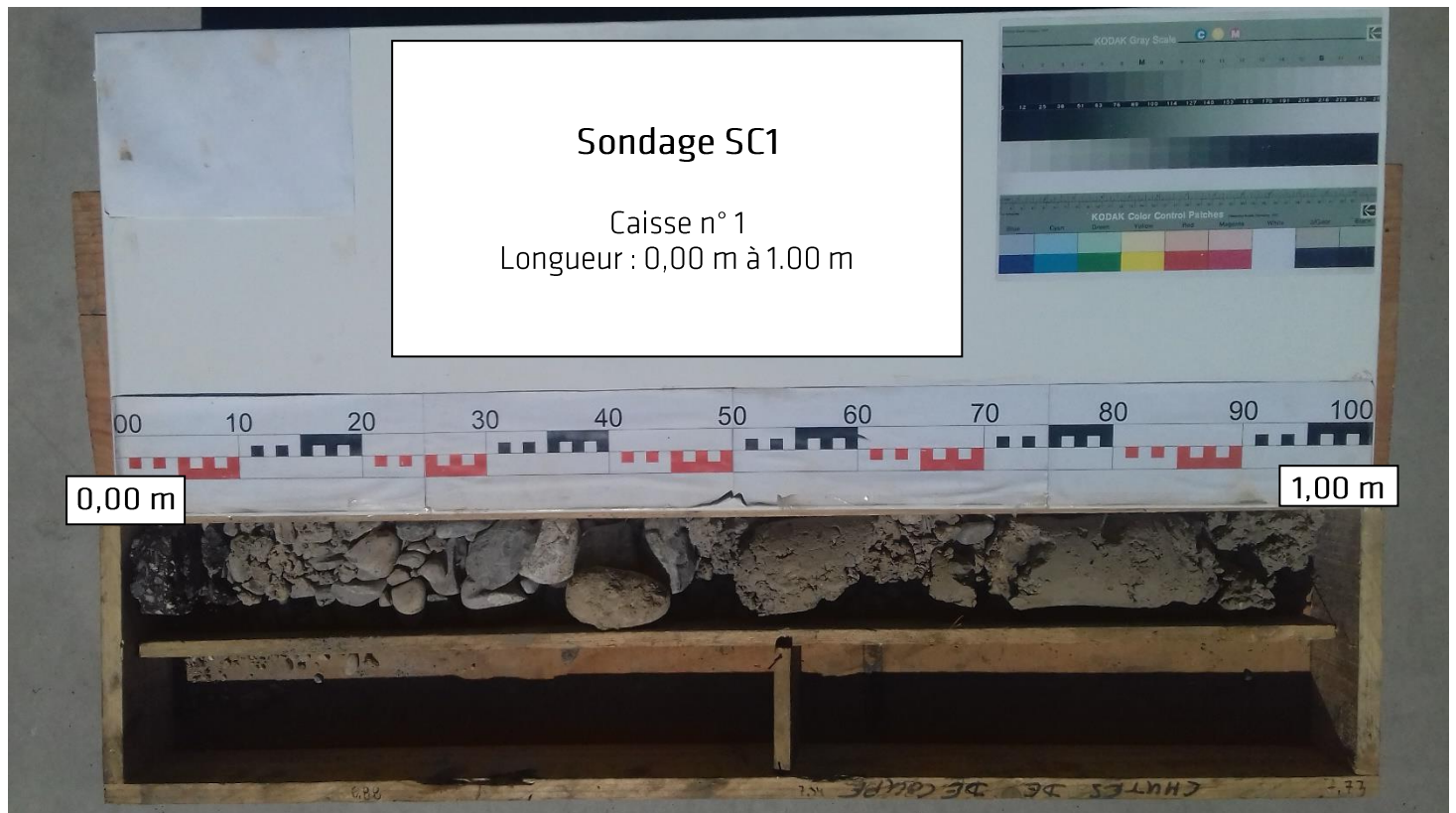






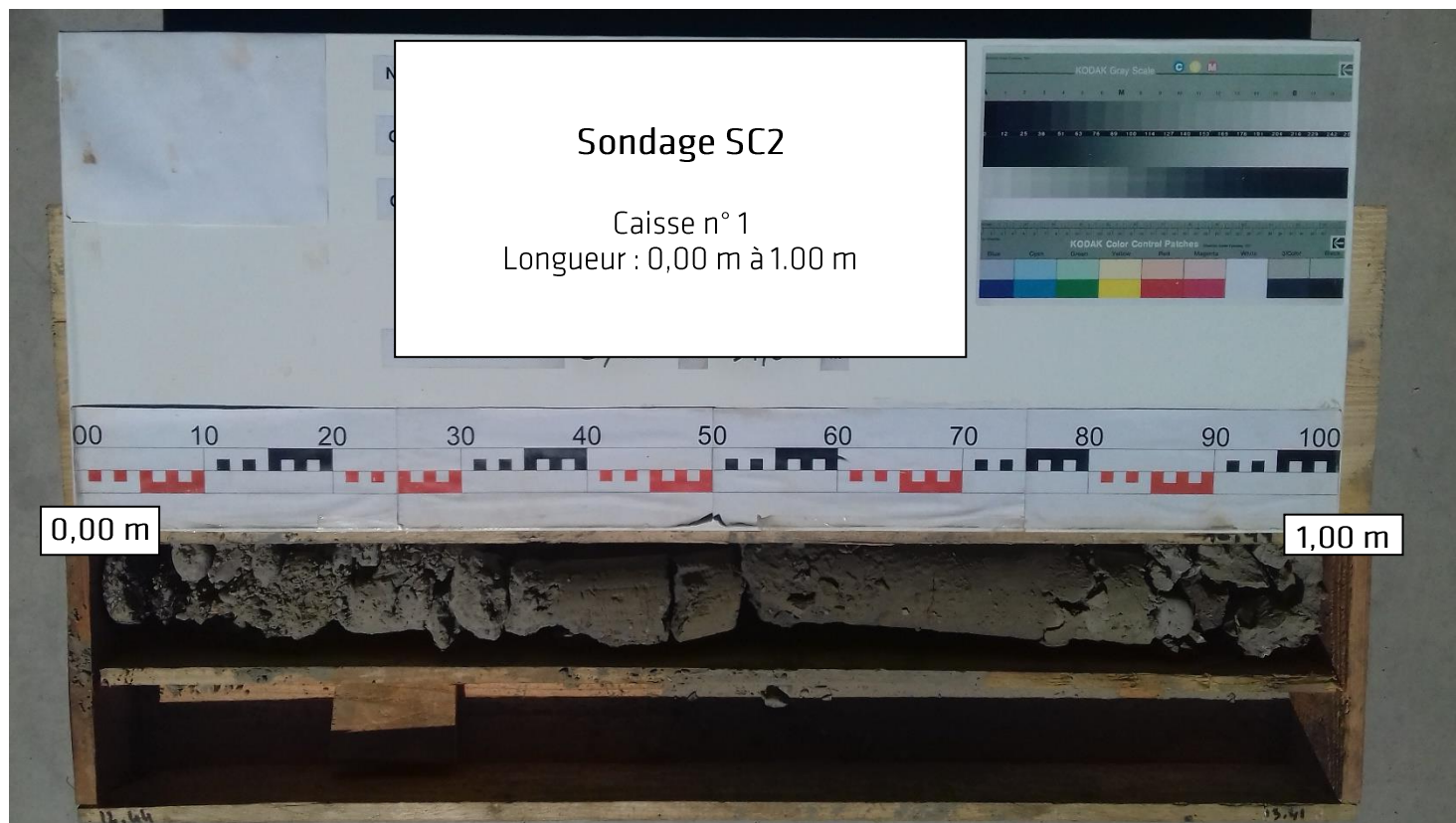
Sondage SC1

Caisse n° 1
Longueur : 0,00 m à 1,00 m



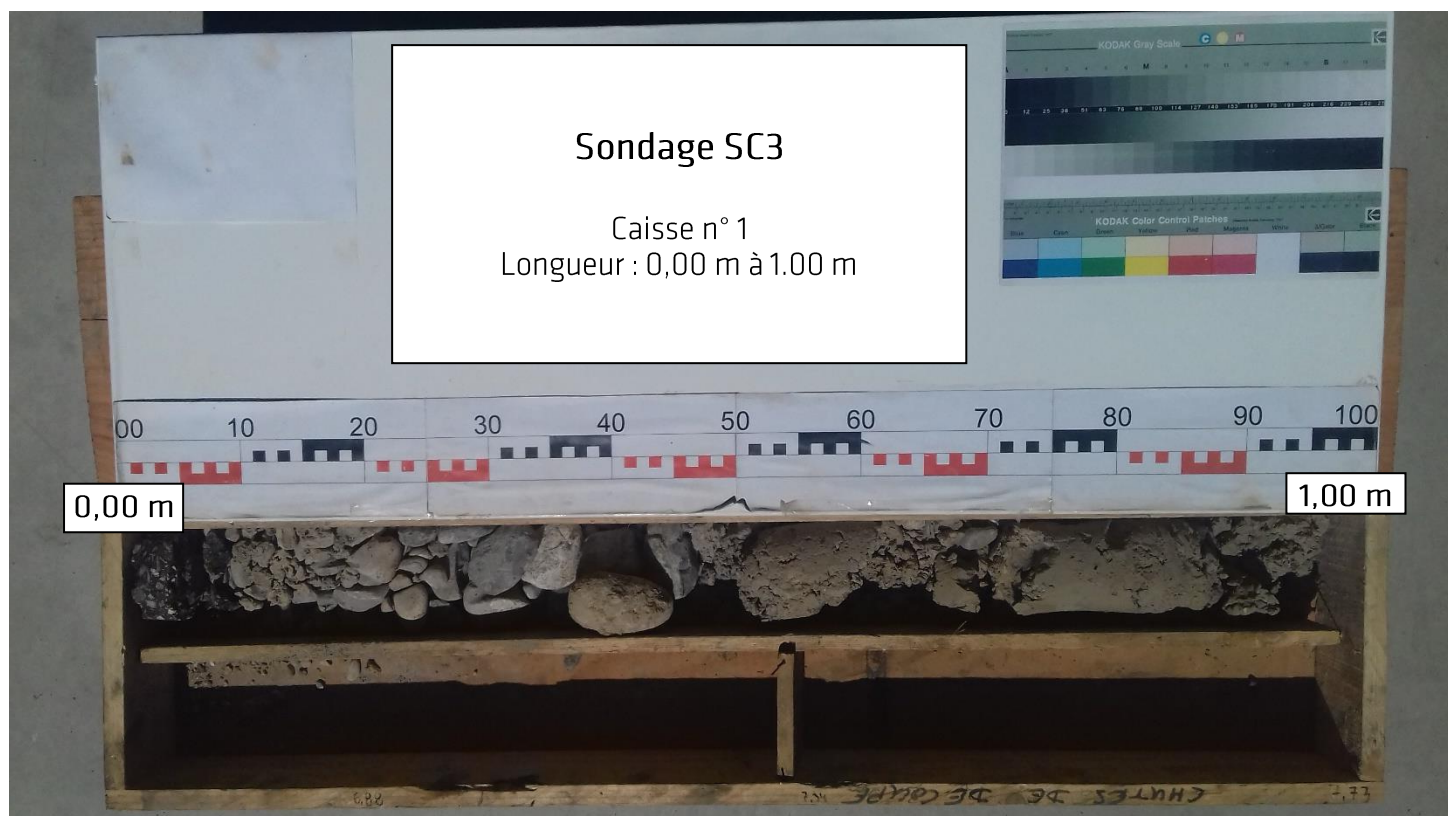
Sondage SC2

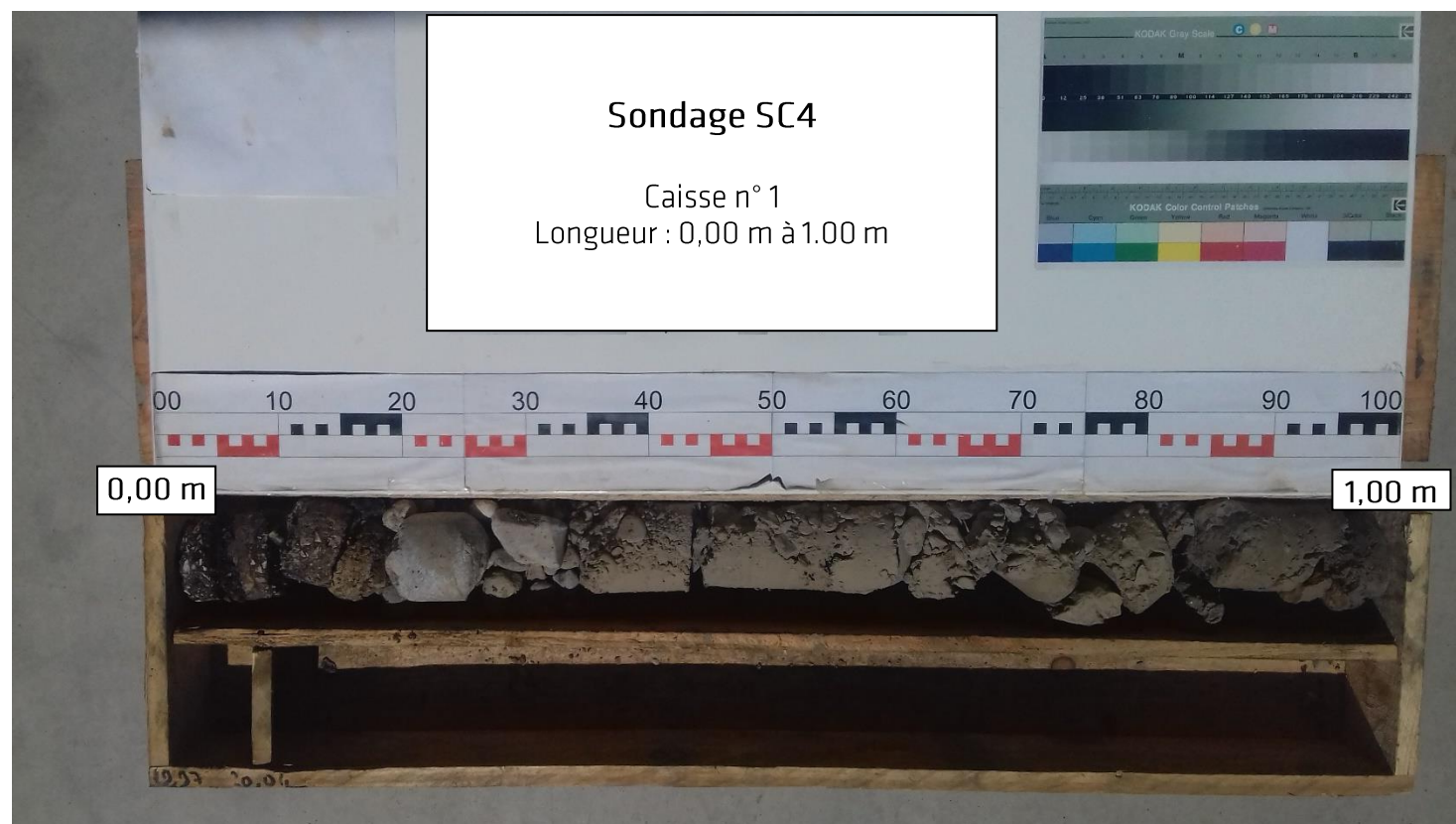
Caisse n° 1
Longueur : 0,00 m à 1,00 m








Sondage SC3

Caisse n° 1
Longueur : 0,00 m à 1,00 m






Cote [m NGF]	Profondeur [m/TN]	Lithologie présumée	Outil	Tubage	Fluide
	0	<div>  0.10 m - NGF : 222.10 m </div>	Carottier échantillonneur en vibro-percussion Ø 114 mm (LS)	Aucun	Aucun
222		<div>  Grave légèrement limoneuse </div>			
		<div>  0.40 m - NGF : 221.80 m </div>			
		<div>  1.00 m - NGF : 221.20 m </div>			
	1	<div> Limon argileux gris à rares cailloux (Dmax = 40 mm) </div>			

	Extension grand'place ECHIROLLES (38)		Numéro de dossier : 18.8506.C
	Date début : 11/07/2018	Cote [m NGF] : 222.1	Profondeur : 0.00 - 1.00 m
	Date fin : 11/07/2018	Machine : GEO 205	Angle : Vertical

Cote [m NGF]	Profondeur [m/TN]	Lithologie présumée	Outil	Tubage	Fluide
222	0	enrobé	Carottier échantillonneur en vibro-percussion Ø 114 mm (LS)	Aucun	Aucun
	0.03 m - NGF : 222.07 m	Grave légèrement limoneuse			
	0.10 m - NGF : 222.00 m				
		Limon argileux gris légèrement sableux à rares cailloux (Dmax = 40 mm)			
	1	1.00 m - NGF : 221.10 m			

Cote [m NGF]	Profondeur [m/TN]	Lithologie présumée	Outil	Tubage	Fluide
221	0	<div> <div>0.05 m - NGF : 221.15 m</div> <div>enrobé</div> </div>	Carottier échantillonneur en vibro-percussion Ø 114 mm (LS)	Aucun	Aucun
		<div> <div>Grave légèrement limoneuse</div> <div>0.45 m - NGF : 220.75 m</div> </div>			
		<div> <div>Limon plus ou moins argileux marron gris à cailloux et cailloutis (Dmax = 40 mm)</div> </div>			
	1	<div> <div>1.00 m - NGF : 220.20 m</div> </div>			

	Extension grand'place ECHIROLLES (38)		Numéro de dossier : 18.8506.C
	Date début : 11/07/2018	Cote [m NGF] : 221.8	Profondeur : 0.00 - 1.00 m
	Date fin : 11/07/2018	Machine : GEO 205	Angle : Vertical

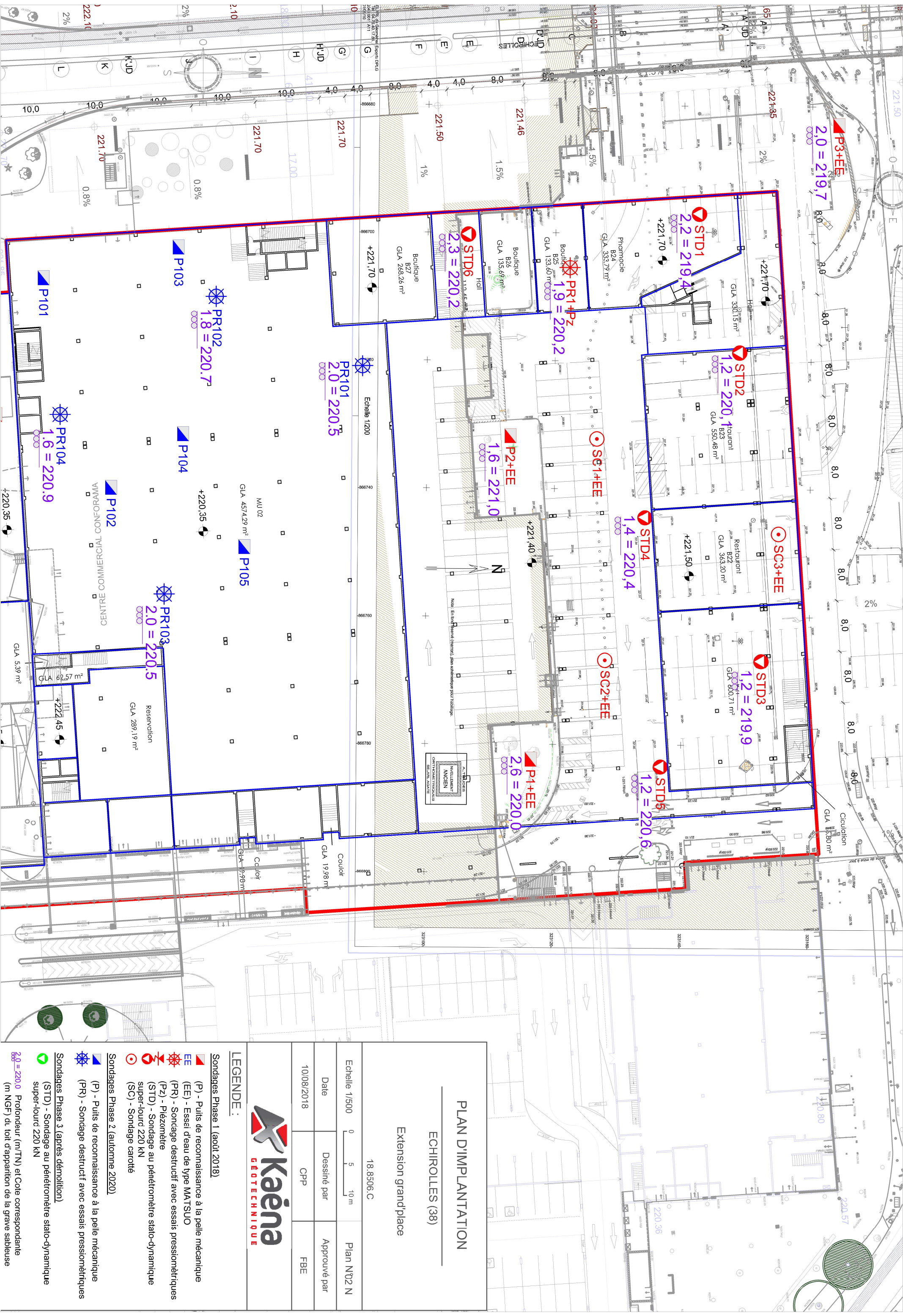
Cote [m NGF]	Profondeur [m/TN]	Lithologie présumée	Outil	Tubage	Fluide
	0	<div> <div></div> <div>0.15 m - NGF : 221.65 m</div> <div>enrobé</div> </div>	Carottier échantillonneur en vibro-percussion Ø 114 mm (LS)	Aucun	Aucun
		<div> <div></div> <div>0.35 m - NGF : 221.45 m</div> <div>Grave</div> </div>			
221		<div> <div></div> <div>Limon plus ou moins argileux marron gris à cailloux et cailloutis (Dmax = 40 mm)</div> </div>			
	1	<div> <div></div> <div>1.00 m - NGF : 220.80 m</div> </div>			

TABLEAU RECAPITULATIF DES PUIITS DE RECONNAISSANCE

Facies géologique	Numéro de Puits et cote approximative		Date d'intervention : 21/06/2018			
	P1 (221.6)	P2 (222.6)	P3 (221.7)	P4 (222.8)	P5 (221.9)	P6 (222.1)
	Profondeur en m/TN et cote correspondante (...) de la base de chaque faciès géologique					
Terre végétale	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Remblais : limon à quelques graves anguleuses et polygéniques, éléments anthropiques possibles, Φ _{max} : 50mm	0.5	0.6	Béton 0.4	-	-	-
Remblais : grave sableuse à matrice finement limoneuse, graves arrondies et polygéniques, éléments anthropiques possibles, Φ _{max} : 100mm	Ferraille, parpaings, béton, Φ _{max} : 300mm 1.8	Ferraille, polystyrène, agglos 1.2	1.5	+ limoneux, béton, verre REFUS BLOC BETON 1.4	Caoutchouc 1.4	Plastique, béton, laine de verre, 1 bloc béton Φ _{max} : 400mm, passée limoneuse de 0.6 à 0.8m 2.0
Limon marron, graveleux, graves arrondies et polygéniques, Φ _{max} : 100mm	De couleur gris/beige, assez argileux, en mottes compactes 2.6	1.6	2.0	-	A racines, lentille grave sableuse de 2.3 à 2.7m >3.0	-
Grave sableuse, gris/beige, graves arrondies et polygéniques, à traces ocre d'hydromorphisme, sable moyen à grossier, Φ _{max} : 150mm	>3.1	Mottes sablons >3.6	Sable (fin) graveleux au début, puis grave sableuse >3.1	-	-	>3.2
EAU SOUTERRAINE :	Aucune venue d'eau lors des sondages					
TENUE DES PAROIS	Bonne tenue des parois générale, léger affouillement dans les formations graveleuses					
NOTA : 1 essai d'eau a été réalisé sur chaque puits, sauf en P4 puisqu'un refus sur bloc béton a été constaté (malgré le décalage du sondage).						

TABLEAU RECAPITULATIF DES PUIITS DE RECONNAISSANCE

Numéro de Puits et cote approximative (m NGF) Facies géologique	Date d'intervention : 17/11/20					
	P101 (222.5)	P102 (222.5)	P103 (222.5)	P104 (222.5)	P105 (222.5)	P106 (222.3)
	Profondeur en m/TN de la base de chaque faciès géologique					
Carrelage + béton industriel + couche de forme	Film polyane à 0,05 0,05	Film polyane à 0,05 0,05	Film polyane à 0,07 0,07	Film polyane à 0,08 0,08	-	0,3
Dalle béton ferrailé	Film polyane à 0,18 0,18	Film polyane à 0,25 0,25	Film polyane à 0,25 0,25	Film polyane à 0,25 0,25	Film polyane à 0,25 0,2	-
Couche de forme : Grave sableuse légèrement limoneuse brun/gris (grave arrondie Ø _{max} =100mm)	0,5	0,8	0,5	0,6	Quelques débris 0,8	-
Remblai supposé : Grave sablo-limoneuse à traces d'hydromorphies Grave Ø _{max} =150mm	-	1,1	Plutôt limoneux Rares blocs Ø _{max} =200mm 1,2	Blocs Ø _{max} =200mm 1,2	1,2	Pas de traces d'hydromorphies Passage de limon sableux fin de 0,7 à 1,2 Graves Ø _{max} =200mm à sable grossier de 1,2 à 1,5 Arrêt du sondage à 1,5 : nombreux éboulement >1,5
Limon sablo-graveleux brun Grave Ø _{max} =100mm	Couche de Balthazar 0-400 (avec blocs calcaire Ø _{max} =400mm) de 0,65 à 0,9 0,9	-	-	-	-	
Limon légèrement sableux brun à traces d'hydromorphies	>1,4	Rare graves arrondies Ø _{max} =50mm >1,4	>1,5	Rare graves arrondies Ø _{max} =50mm 1,35	>1,5	-
EAU SOUTERRAINE :	Aucune venue d'eau observée					
TENUE DES PAROIS	Tenues des parois moyenne dans les faciès de remblai. Bonne tenue dans les limons. Eboulements dans les graves					



PLAN D'IMPLANTATION

ECHIROLLES (38)

Extension grand place

18.8506.C

Echelle 1/500

0 5 10 m

Plan N°2 N

Date

Dessiné par

Approuvé par

10/08/2018

CPP

FBE



Kaëna

GÉOTECHNIQUE

LEGENDE :

Sondages Phase 1 (août 2018)

 (P) - Puits de reconnaissance à la pelle mécanique

 (EE) - Essai d'eau de type MATSUO

 (PR) - Sondage destructif avec essais pressiométriques

 (Pz) - Piézomètre

 (STD) - Sondage au pénétromètre stato-dynamique super-jour 220 KN

 (SC) - Sondage carotté

Sondages Phase 2 (automne 2020)

 (P) - Puits de reconnaissance à la pelle mécanique

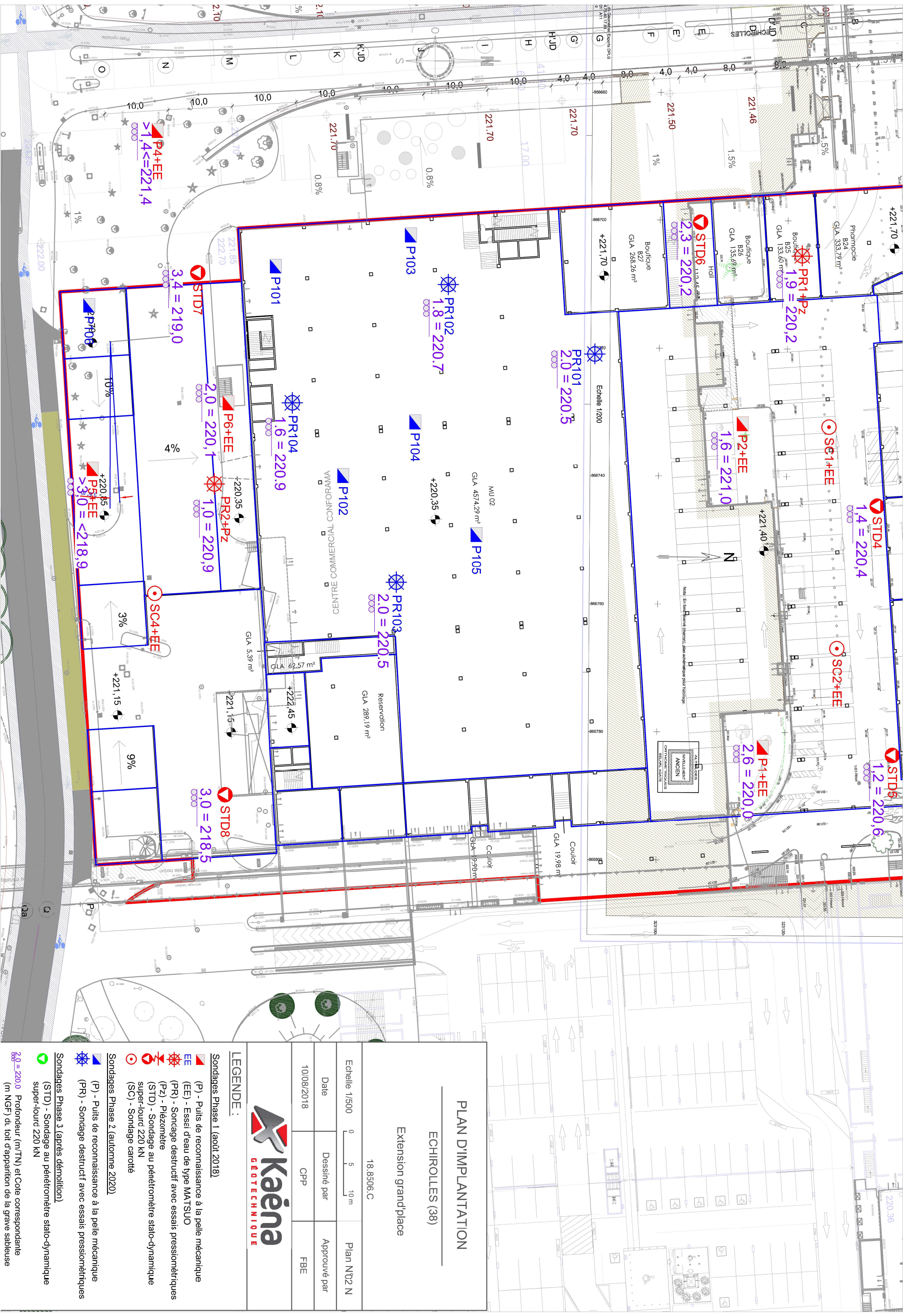
 (PR) - Sondage destructif avec essais pressiométriques

Sondages Phase 3 (après démolition)

 (STD) - Sondage au pénétromètre stato-dynamique super-jour 220 KN

220 = 220.0

Profondeur (m/TN) et Cote correspondante (m NGF) du toit d'apparition de la grave sableuse



PLAN D'IMPLANTATION

ECHIROLLES (38)

Extension grand place

18.8506.C

Echelle 1/500

0

5

10 m

Plan N02 N

Date

Dessiné par

Approuvé par

10/08/2018

CPP

FBE

LEGENDE :

Sondages Phase 1 (août 2018)

(P) - Puits de reconnaissance à la pelle mécanique

(EE) - Essai d'eau de type MATSUO

(PR) - Sondage destructif avec essais pressiométriques

(Pz) - Piézomètre

(STD) - Sondage au pénétromètre stato-dynamique super-jour 220 kN

(SC) - Sondage carotté

Sondages Phase 2 (automne 2020)

(P) - Puits de reconnaissance à la pelle mécanique

(PR) - Sondage destructif avec essais pressiométriques

Sondages Phase 3 (après démolition)

(STD) - Sondage au pénétromètre stato-dynamique super-jour 220 kN

(NGF) - Profondeur (m/TN) et Cote correspondante (m NGF) du toit d'apparition de la grave sableuse

REF. ECHANTILLON : 18.8506.C.ECH001

N° DOSSIER : 18.8506.C

COMMUNE : ECHIROLLES (38)

DESIGNATION : Extension grand place

ECHANTILLONRéférence Labo : **1486**

Sondage : P103

Conditionnement :

Echantillon intact

Echantillon remanié

Sac

X

Prof.(m) : **0.30 à 0.45m**Opérateur prélèvement : **XME**Date de prélèvement : **20/01/21**Date de réception : **20/01/21**Description visuelle : **Grave sableuse**Couleur : **Gris****ESSAI**

Essai(s) demandé(s) :

Teneur en eau (NF P 94-050)**Valeur au bleu VBS (NF P 94-068)****Granulométrie (NF P 94-056)**Date de début d'essai : **22/01/2021**Date de fin d'essai : **26/01/2021**

CARACTERISTIQUES DE L'ECHANTILLON

REF. ECHANTILLON : 18.8506.C.ECH001

COMMUNE : ECHIROLLES (38)

DESIGNATION : Extension grand place

Date de prélèvement: 20/01/2021

Opérateur/Entreprise: XME

Référence Labo: 1486

Sondage : P103

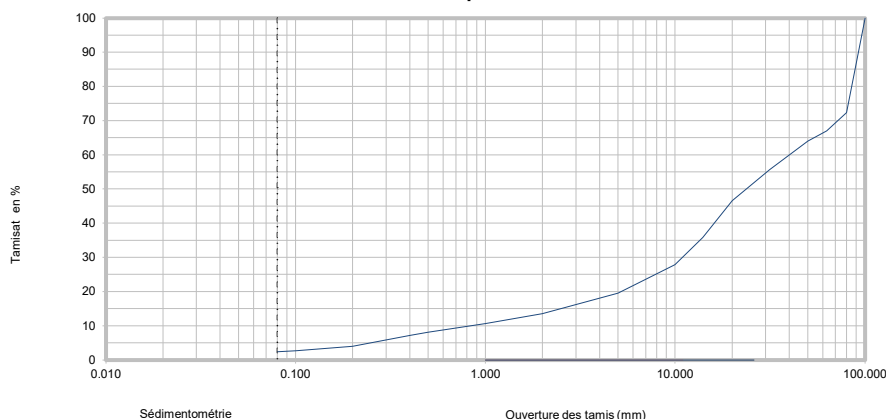
Prof.(m) : 0.30 à 0.45m

Description visuelle : Grave sableuse

Echantillon: Remanié

Couleur : Gris

Courbe Granulométrique



100.0	100.0
80.0	72.3
63.0	67.0
50.0	64.0
31.5	55.7
20.0	46.6
14.0	35.8
10.0	27.8
5.0	19.5
2.0	13.5
1.0	10.6
0.50	8.1
0.40	7.1
0.20	4.0
0.10	2.7
0.08	2.4

Dimension maximale des plus gros éléments	Dmax	(mm)	96.4
Limite de liquidité W_L	(%)		
Limite de plasticité W_P	(%)		
Indice de plasticité I_p	(%)		
Valeur au bleu de méthylène VBS	(g/100g)		0.03
Teneur en eau pondérale W	(%)		3.7
Limite de retrait linéaire W_{RE}	(%)		
Facteur de retrait effectif R_I			
Teneur pondérale en matières organiques C_{MOC}	(%)		
Masse volumique sèche à l'optimum ρ_d OPN	(t/m ³)		
Teneur en eau à l'optimum W OPN	(%)		
Masse volumique sèche à l'optimum corrigée ρ_d' OPN	(t/m ³)		
Teneur en eau à l'optimum corrigée W' OPN	(%)		
IPI immédiat / IPI immédiat à OPN (si réalisation essai proctor)	(%)		
CBR immédiat / CBR immédiat à OPN (si réalisation essai proctor)	(%)		
I. CBR immersion à OPN / Gonflement (moyenne) %:	(%)		
Equivalent de sable ES	(%)		
Coefficient de fragmentabilité FR (Fraction mm)	-		
Coefficient de dégradabilité DG (Fraction mm)	-		
Coefficient Micro-Deval (M_{DE})	-		
Coefficient Los Angeles (LA)	-		
Sulfates solubles dans l'eau	%		
Teneur en carbonates $CaCo_3$	%		
Masse volumique absolue / Masse volumique sèche / Coefficient d'absorption	T/m ³		
Coefficient de perméabilité à saturation (essai au perméamètre à paroi rigide)	(m/s)		

Classification des matériaux (Norme NF P11-300)

D3

Observations:

**DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU
PONDERALE
NF P94-050**

REF. ECHANTILLON : 18.8506.C.ECH001

COMMUNE : ECHIROLLES (38)

DESIGNATION : Extension grand place

Date de prélèvement: 20/01/2021

Opérateur/Entreprise: XME

Référence Labo: 1486

Sondage : P103

Prof.(m) : 0.30 à 0.45m

Description visuelle : Grave sableuse

Date début d'essai : 22/01/2021

Echantillon: Remanié

Couleur : Gris

Température d'étuvage: 50 à 105 °c

Masse tare	215.2	0,1 g
Masse humide avec tare	2970.0	0,1 g
Masse sèche avec tare	2871.1	0,1 g
Masse sèche	2655.9	0,1 g
Masse de l'eau	98.9	0,1 g
Teneur en eau	3.7	0.10%

Teneur en eau pondérale : W = 3.7 %

Observations :

**Mesure de la capacité d'adsorption de
bleu de méthylène d'un sol ou d'un
matériau rocheux**
NF P94-068

REF. ECHANTILLON : 18.8506.C.ECH001

COMMUNE : ECHIROLLES (38)

DESIGNATION : Extension grand place

Date de prélèvement: 20/01/2021

Opérateur/Entreprise: XME

Référence Labo: 1486

Sondage : P103

Prof.(m) : 0.30 à 0.45m

Description visuelle : Grave sableuse

Echantillon: Remanié

Couleur : Gris

Date début d'essai : 22/01/2021

Température d'étuvage: 50 à 105 °C

Teneur en eau fraction 0/5 mm			
Masse tare	t	151.1	g
Masse humide avec tare	mh2	1445.3	g
Masse sèche prise d'essai avec tare	ms2	1372.3	g
Masse de l'eau	m _w	73.0	g
Masse sèche prise d'essai	Ms2	1221.2	g
Teneur en eau (0/5 mm)	w	6.0	%

Proportion pondérale de la fraction 0/5 mm	C	0.30	
Dimension maximale des plus gros éléments	Dmax	96.4	mm

Détermination de la valeur de bleu			
Masse humide prise d'essai	mh1	202.7	g
Masse sèche prise d'essai	mo	191.3	g
Volume de la solution de bleu utilisée	V	20.0	cm ³
Masse de bleu introduit	B	0.2	g
Valeur au Bleu	VBS	0.10	g/100g
Valeur au Bleu	VBS 0/D	0.03	g/100g

Valeur au Bleu :

VBS 0/5mm = 0.10 g/100g
VBS 0/D = 0.03 g/100g

Observations :

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC APRÈS LAVAGE

NF P 94 - 056

REF. ECHANTILLON : 18.8506.C.ECH001

COMMUNE : ECHIROLLES (38)

DESIGNATION : Extension grand place

Date de prélèvement: 20/01/2021

Opérateur/Entreprise: XME

Référence Labo: 1486

Sondage : P103

Prof.(m) : 0.30 à 0.45m

Description visuelle : Grave sableuse

Echantillon: Remanié

Couleur : Gris

Date d'essai : 22/01/21

Température d'étuvage: 50 à 105 °c

Masse sèche totale m_s = 28457.3 g

Partage au Tamis d_c = 20 mm

Masse sèche du refus au tamis d_c = 15201.9 g

Masse sèche du passant au tamis d_c = 13255.4 g

Part sur tamisat au tamis d_c :

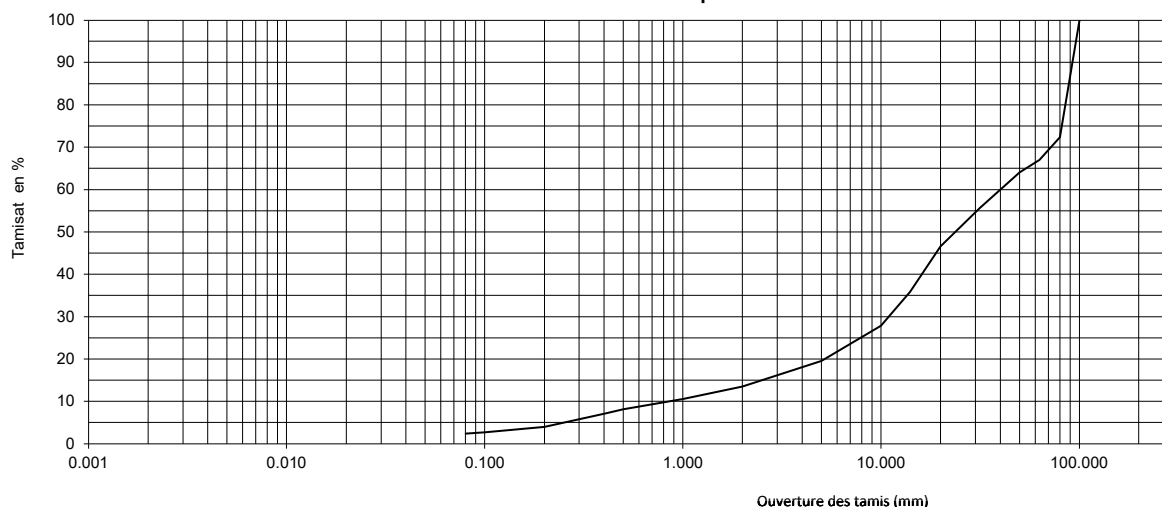
Masse humide m_{h2} = 1239.8 g

Masse Sèche m_{s2} = 1184.4 g

Masse Passant à 80μ m_{s3} = 61.6 g

		ANALYSE GRANULOMETRIQUE avec échantillonnage intermédiaire															
		Tamis															
		100.0 mm	80.0 mm	63.0 mm	50.0 mm	31.5 mm	20.0 mm	14.0 mm	10.0 mm	5.0 mm	2.0 mm	1.00 mm	0.50 mm	0.40 mm	0.200 mm	0.100 mm	<0,080 mm
Refus	Masse (g.)		7 876	1 511	852	2 375	2 589	3 056	2 276	2 367	1 713	835	697	289	892	372	74
	%		27.7	5.3	3.0	8.3	9.1	10.7	8.0	8.3	6.0	2.9	2.5	1.0	3.1	1.3	0.3
Cumulée	% Refus		27.7	33.0	36.0	44.3	53.4	64.2	72.2	80.5	86.5	89.4	91.9	92.9	96.0	97.3	97.6
	% Passant	100.0	72.3	67.0	64.0	55.7	46.6	35.8	27.8	19.5	13.5	10.6	8.1	7.1	4.0	2.7	2.4

Courbe Granulométrique

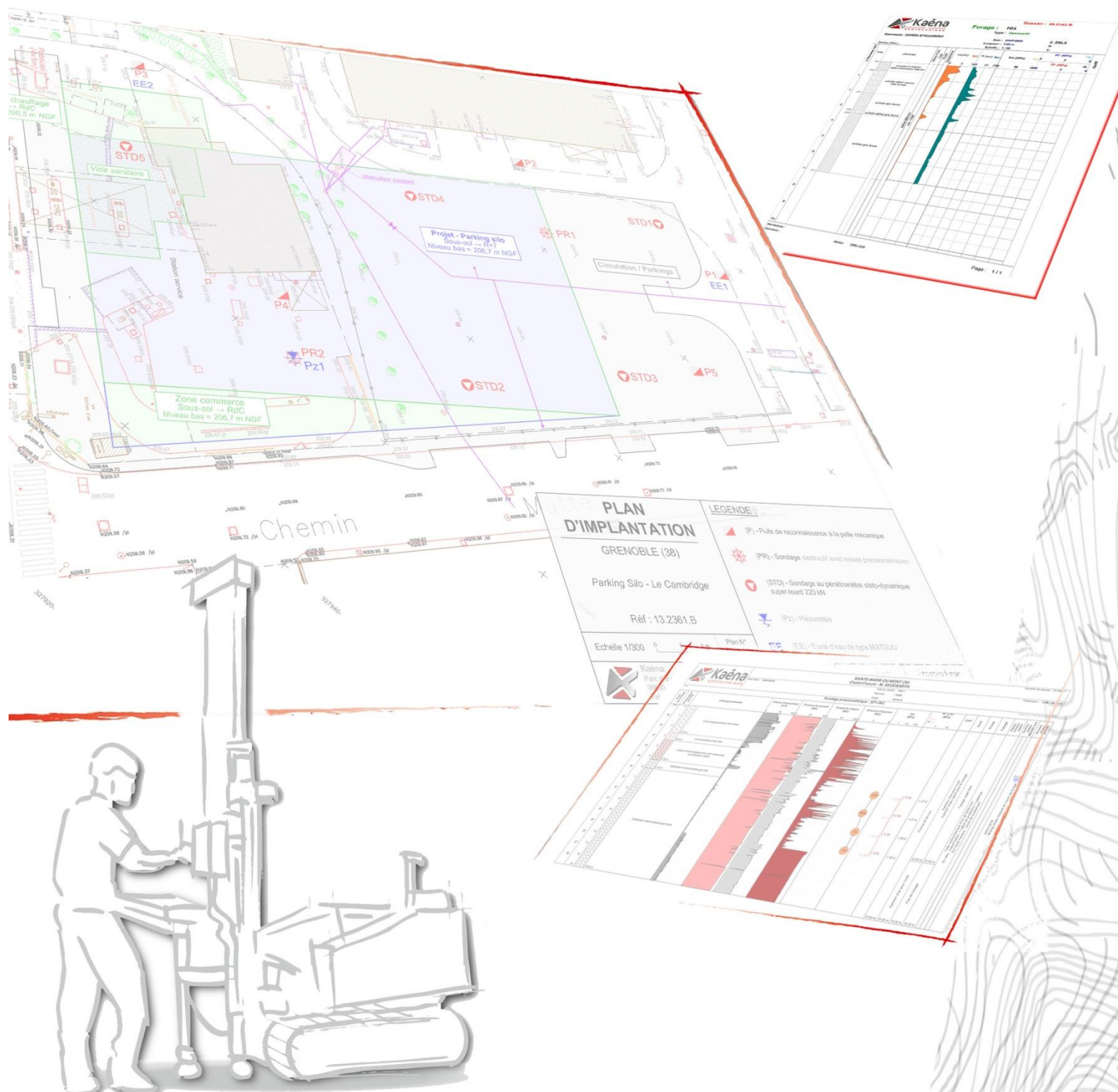


Dmax : 96.4 mm

Cc : 3.4

Cu : 46.5

Observations:



Données

Titre du projet : Grand Place

Numéro d'affaire : 18.8506.C

Commentaires : N/A

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation carrée

Côté B (m) : 3,00

Cote du TN initial Zini (m) : 0,00

Cote du TN final Zfin (m) : 0,00

Cote de base fondation Zd (m) : -0,80

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Sables et graves

Type de comportement : Comportement frottant

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 20,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	grave sableuse		-10,00	2500,00	25000,00	0,25

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	2940,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
2	3320,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Caractéristiques
3	4630,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Fondamentales
4	3540,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Sismiques

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavés

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	2940,00	0,00	144,00	1,00	9761,10	-	Ok	Ok	-	0,37
2	ELS-Caractéristiques	3320,00	0,00	144,00	1,00	9761,10	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	4630,00	0,00	144,00	1,00	16036,00	2209,20	Ok	Ok	Ok	-
4	ELU-Sismiques	3540,00	0,00	144,00	1,00	16036,00	1635,10	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.2

Imprimé le : 10/06/2021 - 17:42:26
Calcul réalisé par : KAENA

Projet : Tassement sous fondation
Module : Fondsup (Fondation 1/1)

Données

Titre du projet : Grand Place

Numéro d'affaire : 18.8506.C

Commentaires : N/A

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation filante

Largeur B (m) : 0,80

Cote du TN initial Zini (m) : 0,00

Cote du TN final Zfin (m) : 0,00

Cote de base fondation Zd (m) : -0,80

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Sables et graves

Type de comportement : Comportement frottant

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 20,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	grave sableuse		-10,00	2500,00	25000,00	0,25

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	MB,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	340,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
2	380,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Caractéristiques
3	530,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Fondamentales
4	340,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Sismiques

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavés

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	340,00	0,00	12,80	1,00	943,94	-	Ok	Ok	-	0,35
2	ELS-Caractéristiques	380,00	0,00	12,80	1,00	943,94	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	530,00	0,00	12,80	1,00	1550,80	252,89	Ok	Ok	Ok	-
4	ELU-Sismiques	340,00	0,00	12,80	1,00	1550,80	157,04	Ok	Ok	Ok	-

Données

Titre du projet : Grand Place

Numéro d'affaire : 18.8506.C

Commentaires : N/A

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation carrée

Côté B (m) : 3,00

Cote du TN initial Zini (m) : 0,00

Cote du TN final Zfin (m) : 0,00

Cote de base fondation Zd (m) : -0,80

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Sables et graves

Type de comportement : Comportement frottant

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 20,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	grave sableuse		-10,00	2500,00	25000,00	0,25

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	4010,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
2	4670,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Caractéristiques
3	6550,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Fondamentales
4	4260,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Sismiques

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavés

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	4010,00	0,00	144,00	1,00	9761,10	-	Ok	Ok	-	0,51
2	ELS-Caractéristiques	4670,00	0,00	144,00	1,00	9761,10	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	6550,00	0,00	144,00	1,00	16036,00	3125,30	Ok	Ok	Ok	-
4	ELU-Sismiques	4260,00	0,00	144,00	1,00	16036,00	1967,60	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.2

Imprimé le : 10/06/2021 - 17:37:21
Calcul réalisé par : KAENA

Projet : Tassement sous fondation
Module : Fondsup (Fondation 1/1)

Données

Titre du projet : Grand Place

Numéro d'affaire : 18.8506.C

Commentaires : N/A

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation filante

Largeur B (m) : 0,80

Cote du TN initial Zini (m) : 0,00

Cote du TN final Zfin (m) : 0,00

Cote de base fondation Zd (m) : -0,80

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Sables et graves

Type de comportement : Comportement frottant

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 20,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	grave sableuse		-10,00	2500,00	25000,00	0,25

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	MB,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	660,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
2	740,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Caractéristiques
3	1030,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Fondamentales
4	660,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Sismiques

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavés

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	660,00	0,00	12,80	1,00	943,94	-	Ok	Ok	-	0,70
2	ELS-Caractéristiques	740,00	0,00	12,80	1,00	943,94	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	1030,00	0,00	12,80	1,00	1550,80	491,46	Ok	Ok	Ok	-
4	ELU-Sismiques	660,00	0,00	12,80	1,00	1550,80	304,84	Ok	Ok	Ok	-



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

Kaéna - Pays de Savoie
439 route de l'Aiglière
74370 Argonay - Tel 04 58 10 05 74
paysdesavoie@kaena.fr

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

