



Procès-Verbal d'essai de sol

Essai au pénétromètre statique

**RN Engineering SRL – Avenue des Sapins 38 à 7020 Mons
Najib RAHAL - Ingénieur en Construction
www.rn-engineering.be**

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction	3
2. Localisation de la parcelle	3
3. Contexte géologique	4
4. Cartographie des aléas sur le site du projet.....	4
5. Investigation géotechnique du sol via le pénétromètre statique	5
5.1. Principe de l'essai.....	5
5.2. Caractéristique de la machine d'acquisition.....	5
5.3. Implantation et côtes des essais.....	6
6. Résultats des investigations in-situ	7
6.1. Hydrogéologie du site	7
6.2. Résultats des sondages géotechniques	8
6.3. Nature présumée des couches de sol traversées lors des sondages.....	14
7. Interprétation des résultats.....	15
7.1. Contrainte admissible du sol.....	15
7.2. Évaluation du tassement du sol selon la méthode de Schmertmann pour le cas d'une semelle filante.....	19
7.3. Évaluation du tassement du sol selon la méthode de Terzaghi pour le cas d'un radier.....	23
8. Conclusions générales.....	24
9. Recommandations	25
10. Annexes : Reportage photos de l'intervention sur le chantier	26

1. Introduction

Dans le cadre de la construction d'une habitation unifamiliale, le bureau d'études « **RN Engineering** » a été mandaté par [REDACTED] pour la réalisation d'une étude géotechnique du sol destiné à accueillir les fondations de la future construction.

Notre mission dans le cadre de cette étude consiste à :

- Définir le contexte géologique et hydrogéologique du site ;
- Cartographier les aléas et contraintes pouvant affecter la stabilité du projet ainsi que la santé humaine ;
- Proposer un avis sur le choix des fondations du projet sur la base des propriétés mécaniques du sol et des contraintes géologiques.

Les investigations in-situ réalisées dans le cadre de cette étude sont conformes à :

- L'Eurocode 7 (NF EN 1997-1) _calcul géotechnique. Partie 1_règles générales ;
- La norme Internationale_ISO-22476-1-2012_Essais de pénétration au cône électrique et au piézocône.

2. Localisation de la parcelle

La parcelle objet de notre étude est située dans la province de Hainaut, plus précisément à la Rue de la Sablonnière, 6240 Farciennes, et porte le numéro cadastral 34F (Fig.1).



3. Contexte géologique

Sur le plan géologique, le site d'étude repose sur la Formation géologique de Bruxelles (BXL), qui date du Lutétien inférieur et qui s'étend sur une épaisseur comprise entre 10 à 15 m (Fig.2).

Au sud de Fleurus, le faciès des sables de la Formation de Bruxelles est siliceux, tantôt assez grossier, tantôt assez fin. Ces sables sont le siège d'enrichissements ferriques qui leur donnent une coloration jaune ocre.

Le sable de cette Formation a été exploité pour la construction dans des sablières situées sur les cartes voisines.

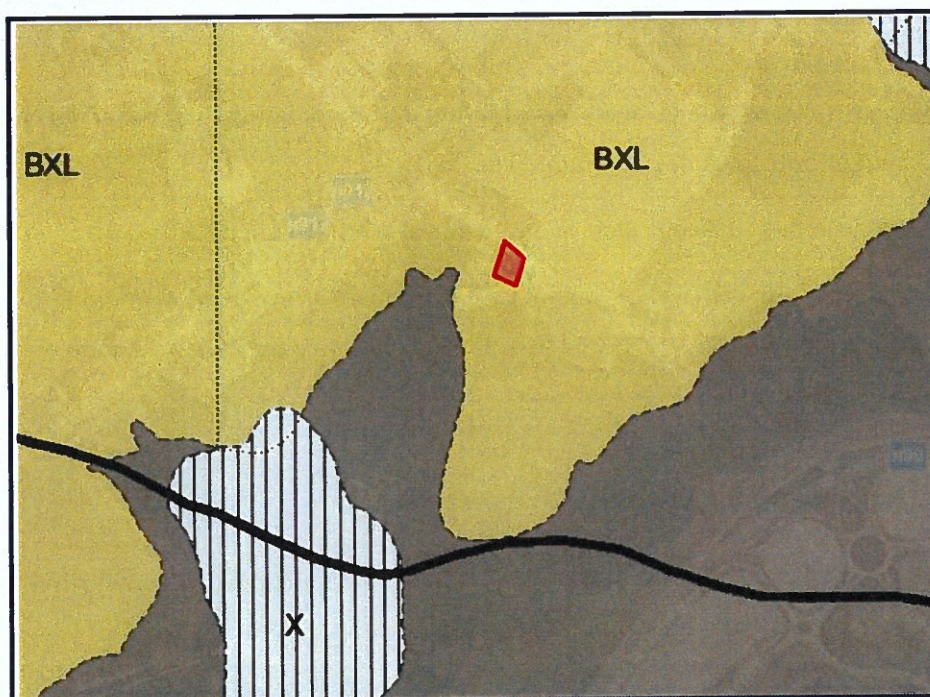


Figure 2 : Contexte géologique à l'échelle du site.

4. Cartographie des aléas sur le site du projet

Sur la base des informations disponibles sur le Géoportail Wallon, une vérification de la présence des aléas (inondations, karstiques, tectoniques, pollution des sols, puits de mines, carrières souterraines et les argiles gonflantes) pouvant impacter sur la stabilité du projet ainsi que la santé humaine a été effectuée dans le cadre de cette étude.

De cette vérification, il en ressort qu'aucun aléa de surface et ou souterrain n'est visible sur la parcelle (Fig.3).

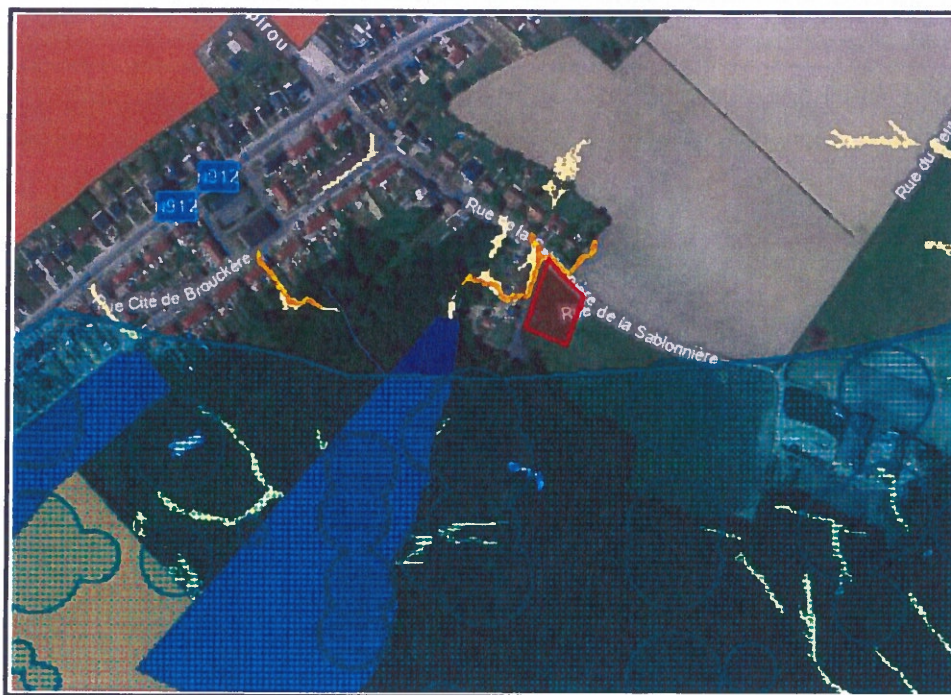


Figure 3 : Cartographie des aléas sur la parcelle.

5. Investigation géotechnique du sol via le pénétromètre statique

5.1. Principe de l'essai

L'essai de pénétration statique consiste à enfoncer verticalement dans le sol à vitesse de pénétration constante (2 cm/s), un train de tiges de fonçage terminé à sa base par une pointe conique.

Pendant le fonçage, des mesures de la résistance à la pénétration du cône, de la résistance totale à la pénétration et/ou du frottement sur le manchon peuvent être enregistrées soit mécaniquement (CPTM pour mécanique), soit électriquement (CPT électrique et piézocône ou CPTU).

5.2. Caractéristique de la machine d'acquisition

Les investigations in-situ ont été réalisées avec une machine de marque PAGANI TG 63, d'une puissance de poussée de 15 tonnes (Fig.4). Il s'agit d'un pénétromètre statique au cône électrique, d'une section de 10 cm².



Figure 4 : Machine d'acquisition des mesures.

5.3. Implantation et côtes des essais

L'intervention sur site a été réalisée avec succès le 23 décembre 2024. Dans le cadre de cette étude, 03 sondages géotechniques au pénétromètre statique, d'une puissance de 15 tonnes, équipé d'une pointe électrique ont été réalisés sur l'emprise au sol du projet (Fig.5).

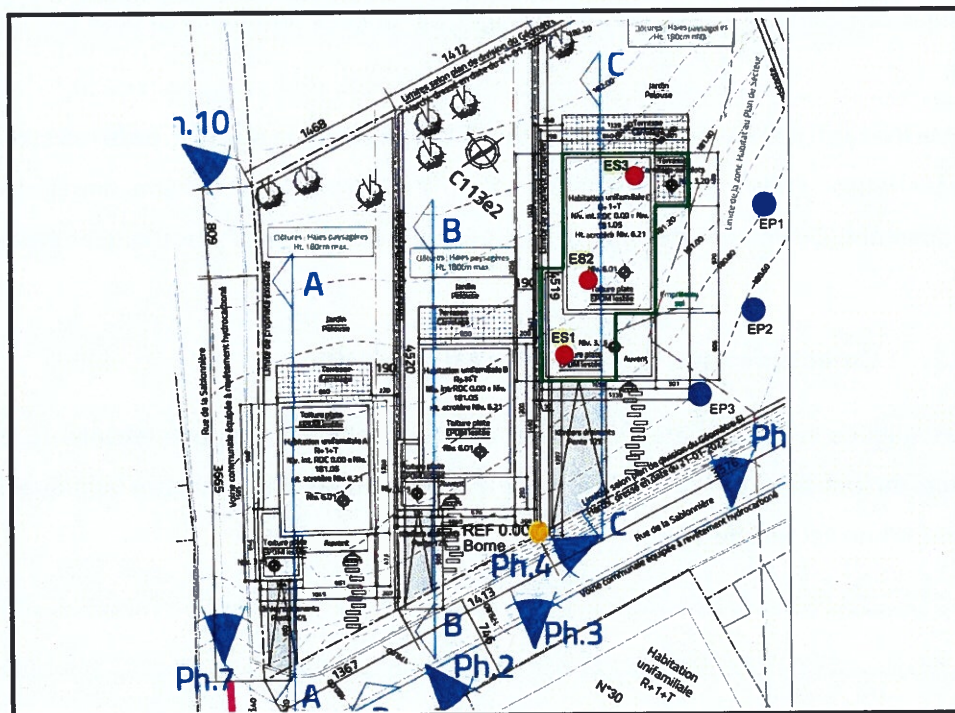


Figure 5 : Implantation des sondages géotechniques ES1 et ES3.

Les côtes de niveau du terrain naturel aux endroits des essais ont été relevées par rapport au niveau relatif de référence [0,00 m] pris sur la Borne située à l'avant-gauche de la parcelle comme illustré dans la figure ci-dessus.

Tableau 1 : Côtes des essais en mètre.

Essai	Côte [m]	Profondeur/TN [m]
ES1	+0,77	7,40
ES2	+0,86	8,80
ES3	+0,97	8,20

6. Résultats des investigations in-situ

6.1. Hydrogéologie du site

Le niveau de l'eau correspond au niveau potentiel de la nappe phréatique. Il s'agit d'une nappe d'eau que l'on rencontre à faible profondeur. Elle alimente traditionnellement les puits et les sources en eau potable. C'est la nappe la plus exposée à la pollution en provenance de la surface.

Le niveau de la nappe d'eau souterraine fluctue en fonction des saisons. En général, le niveau le plus élevé est en période hivernale et le plus bas en période estivale. Dans le cadre de cette étude, le niveau de la nappe d'eau souterraine est mesuré dans chaque trou de sondage en deux étapes :

- La première mesure se fait immédiatement après avoir enlevé les tiges de sondage dans le trou, il s'agit du niveau initial de la nappe ;
- La deuxième mesure est réalisée à la fin du chantier et correspond au niveau final de l'eau souterraine.

En ce qui concerne les éboulements, il s'agit de la profondeur à laquelle le trou de sondage s'est éboulé. Cette information pourrait traduire soit la présence d'un horizon de sol pulvérulent ou soit la présence d'une nappe d'eau.

Les valeurs consignées dans le tableau ci-dessous sont données à titre indicatif. Afin de déterminer de manière précise le niveau de la nappe d'eau souterraine et d'en étudier sa fluctuation, la mise en place d'un piézomètre est nécessaire.

Tableau 2 : Vérification de la présence de la nappe d'eau

Essai	Profondeur du niveau de l'eau par rapport au TN [m]	Profondeur de l'éboulement par rapport au TN [m]	Profondeur de l'essai par rapport au TN [m]
ES1	2,10	-	7,40
ES2	2,40	-	8,80
ES3	1,90	-	8,20

6.2. Résultats des sondages géotechniques

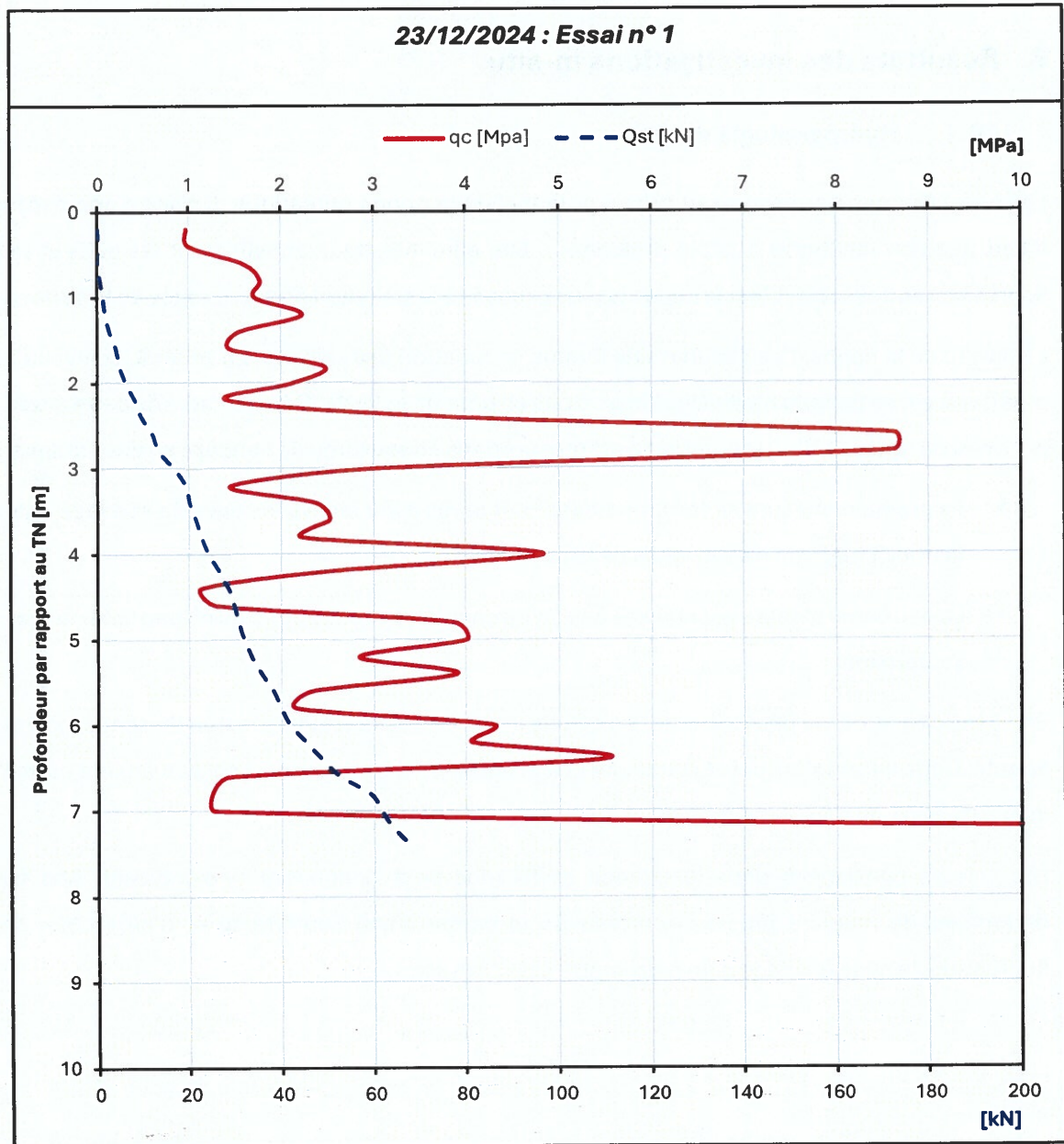


Figure 6 : Courbe d'évolution de la résistance du sol et du frottement total avec la profondeur.

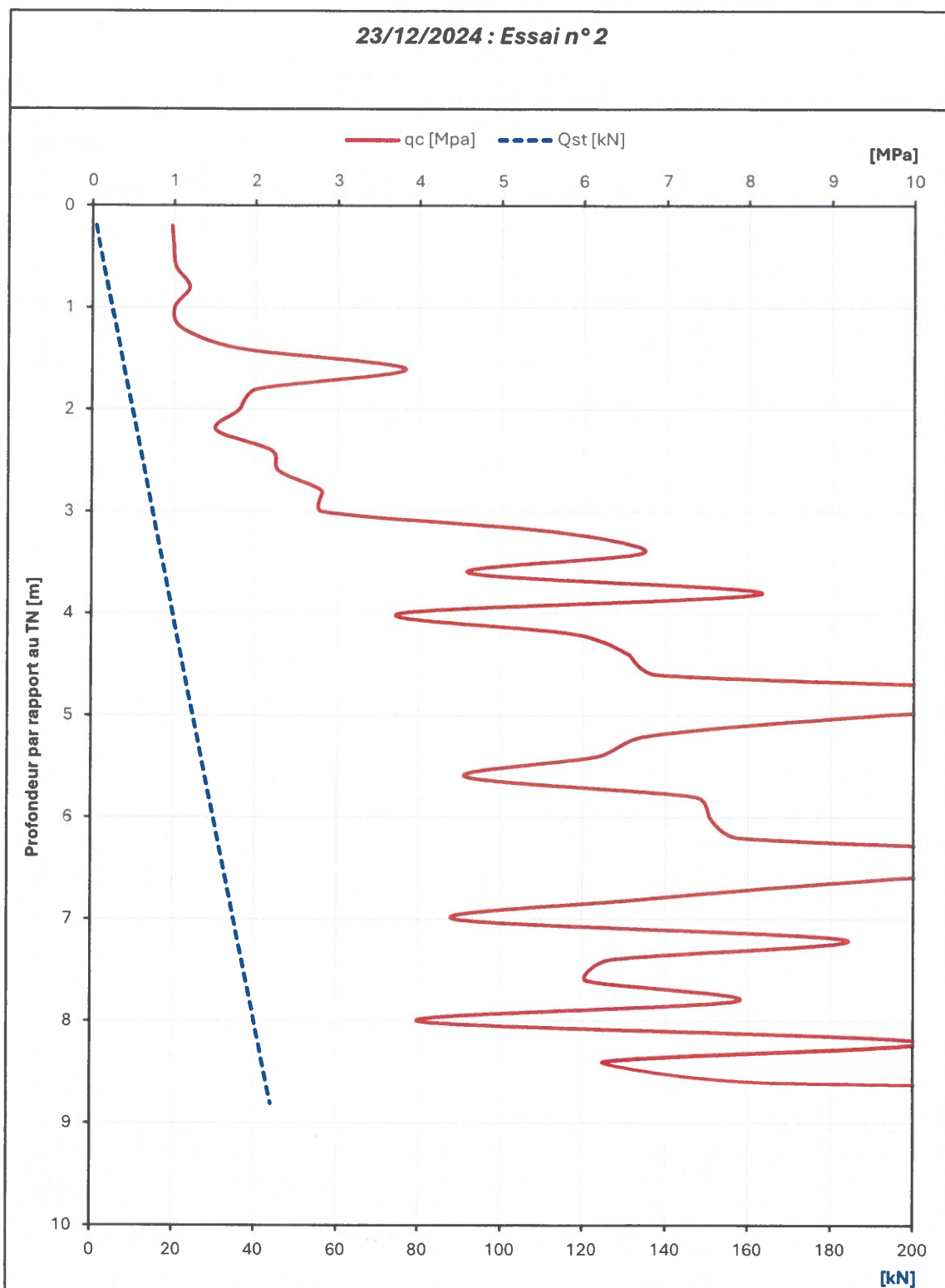


Figure 7 : Courbe d'évolution de la résistance du sol et du frottement total avec la profondeur.

23/12/2024 : Essai n° 3

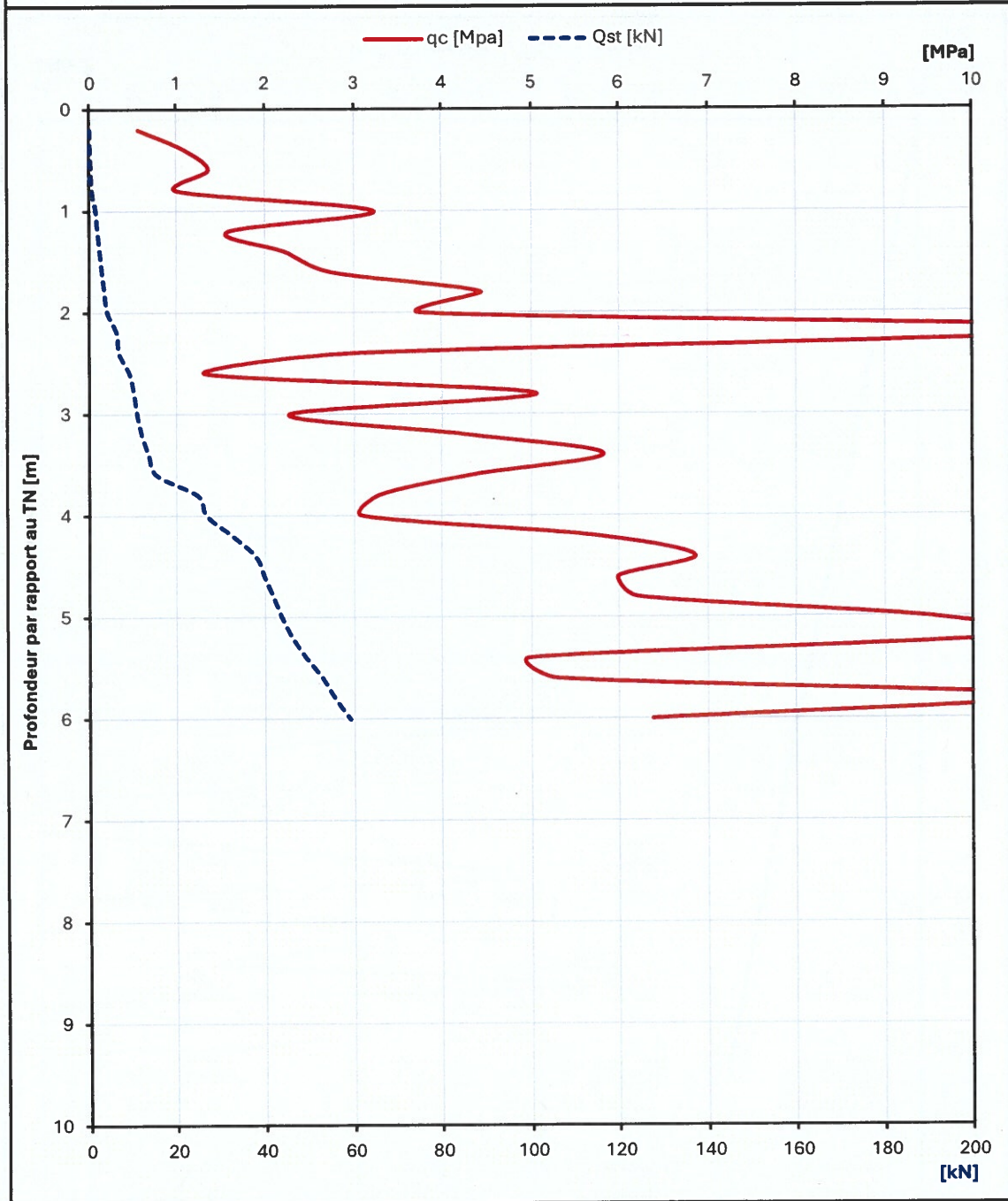


Figure 8 : Courbe d'évolution de la résistance du sol et du frottement total avec la profondeur.

Tableau 3 : Quelques paramètres mesurés et calculés.

Date d'intervention : 23/12/24				Nappe d'eau : 2,10 m	
Adresse : Rue de la Sablonnière, 6240 Farciennes				Type de refus : Ancrage	
Essai n° 1 : CPT 15 Tonnes, pointe électrique				Technicien : Dimitri GIOTIS	
Prof [m]	Cote [m]	qc [MPa]	Fs [kPa]	Qt [kN]	Qst [kN]
0.2	0.57	0.97	0.90	0.97	0.00
0.4	0.37	1	0.50	0.99	0.01
0.6	0.17	1.59	36.92	1.59	0.00
0.8	-0.03	1.78	34.19	2.33	0.55
1	-0.23	1.72	28.55	2.78	1.06
1.2	-0.43	2.23	60.49	3.72	1.49
1.4	-0.63	1.55	92.32	3.95	2.40
1.6	-0.83	1.46	49.53	5.24	3.78
1.8	-1.03	2.46	90.36	6.99	4.53
2	-1.23	2.12	135.21	8.00	5.88
2.2	-1.43	1.45	96.27	9.36	7.91
2.4	-1.63	3.82	164.06	13.17	9.35
2.6	-1.83	8.63	91.82	20.44	11.81
2.8	-2.03	8.62	224.38	21.81	13.19
3	-2.23	2.99	169.87	19.55	16.56
3.2	-2.43	1.46	55.57	20.57	19.11
3.4	-2.63	2.38	90.93	22.32	19.94
3.6	-2.83	2.52	80.27	23.82	21.30
3.8	-3.03	2.23	108.69	24.74	22.51
4	-3.23	4.83	151.88	28.97	24.14
4.2	-3.43	2.5	158.15	28.92	26.42
4.4	-3.63	1.13	83.46	29.92	28.79
4.6	-3.83	1.31	56.27	31.23	30.04
4.8	-4.03	3.87	75.03	34.73	30.86
5	-4.23	4.01	105.04	35.99	31.98
5.2	-4.43	2.84	138.30	36.40	33.56
5.4	-4.63	3.91	175.78	39.55	35.64
5.6	-4.83	2.32	109.25	40.59	38.27
5.8	-5.03	2.16	123.66	42.07	39.91
6	-5.23	4.29	231.29	46.06	41.77
6.2	-5.43	4.06	228.63	49.29	45.23
6.4	-5.63	5.49	265.78	54.15	48.66
6.6	-5.83	1.44	426.15	54.09	52.65
6.8	-6.03	1.25	174.68	60.29	59.04
7	-6.23	1.28	165.26	62.94	61.66
7.2	-6.43	10.68	246.42	74.82	64.14
7.4	-6.63	37.51	530.13	105.35	67.84

Tableau 4 : Quelques paramètres mesurés et calculés.

Date d'intervention : 23/12/24 Adresse : Rue de la Sablonnière, 6240 Farciennes Essai n° 2 : CPT 15 Tonnes, pointe électrique				Nappe d'eau : 2,40 m Type de refus : Ancrage Technicien : Dimitri GIOTIS	
Prof [m]	Cote [m]	qc [MPa]	Fs [kPa]	Qt [kN]	Qst [kN]
0.2	0.66	0.97	17.73	0.01	0.00
0.4	0.46	0.99	43.65	1.26	0.27
0.6	0.26	1.02	35.32	1.94	0.92
0.8	0.06	1.19	52.32	2.64	1.45
1	-0.14	1	38.54	3.24	2.24
1.2	-0.34	1.09	29.01	3.90	2.81
1.4	-0.54	1.78	46.04	5.03	3.25
1.6	-0.74	3.83	78.31	7.77	3.94
1.8	-0.94	2.01	61.25	7.13	5.12
2	-1.14	1.8	53.55	7.83	6.03
2.2	-1.34	1.51	47.94	8.35	6.84
2.4	-1.54	2.19	45.12	9.75	7.56
2.6	-1.74	2.28	54.81	10.51	8.23
2.8	-1.94	2.81	64.37	11.87	9.06
3	-2.14	2.81	84.52	12.83	10.02
3.2	-2.34	5.7	78.28	16.99	11.29
3.4	-2.54	6.72	160.38	19.18	12.46
3.6	-2.74	4.6	86.11	19.47	14.87
3.8	-2.94	8.16	83.29	24.32	16.16
4	-3.14	3.76	71.87	21.17	17.41
4.2	-3.34	5.9	59.89	24.39	18.49
4.4	-3.54	6.55	62.21	25.94	19.39
4.6	-3.74	6.89	53.75	27.14	20.32
4.8	-3.94	13.27	118.05	34.40	21.13
5	-4.14	9.51	144.04	32.41	22.90
5.2	-4.34	6.78	85.58	31.84	25.06
5.4	-4.54	6.18	51.69	32.53	26.35
5.6	-4.74	4.57	75.89	31.69	27.12
5.8	-4.94	7.36	63.17	35.62	28.26
6	-5.14	7.53	108.22	36.74	29.21
6.2	-5.34	7.88	54.81	38.71	30.83
6.4	-5.54	13.5	165.12	45.15	31.65
6.6	-5.74	9.75	399.16	43.88	34.13
6.8	-5.94	6.77	102.71	46.89	40.12
7	-6.14	4.45	96.57	46.11	41.66
7.2	-6.34	9.19	121.80	52.30	43.11
7.4	-6.54	6.32	53.25	51.25	44.93
7.6	-6.74	6.04	51.56	51.77	45.73
7.8	-6.94	7.87	96.24	54.38	46.51
8	-7.14	4.01	147.00	51.96	47.95
8.2	-7.34	10.12	70.58	58.80	50.15
8.4	-7.54	6.24	63.41	57.51	51.27
8.6	-7.74	8.3	277.43	60.52	52.22
8.8	-7.94	34.77	180.29	91.16	56.39

Tableau 5 : Quelques paramètres mesurés et calculés.

Date d'intervention : 23/12/24 Adresse : Rue de la Sablonnière, 6240 Farciennes Essai n° 3 : CPT 15 Tonnes, pointe électrique				Nappe d'eau : 1,90 m Type de refus : Ancrage Technicien : Dimitri GIOTI	
Prof [m]	Cote [m]	qc [MPa]	Fs [kPa]	Qt [kN]	Qst [kN]
0.2	0.77	0.56	10.26	0.56	0.00
0.4	0.57	1.1	11.59	1.26	0.16
0.6	0.37	1.36	12.85	1.69	0.33
0.8	0.17	1.01	52.92	1.53	0.52
1	-0.03	3.23	24.20	4.55	1.32
1.2	-0.23	1.58	35.75	3.26	1.68
1.4	-0.43	2.22	33.06	4.44	2.22
1.6	-0.63	2.74	39.80	5.45	2.71
1.8	-0.83	4.44	47.14	7.75	3.31
2	-1.03	3.77	142.58	7.79	4.02
2.2	-1.23	12.05	33.13	18.20	6.15
2.4	-1.43	3.01	156.19	9.66	6.65
2.6	-1.63	1.32	71.34	10.31	8.99
2.8	-1.83	5.06	48.40	15.12	10.06
3	-2.03	2.27	70.71	13.06	10.79
3.2	-2.23	4.24	106.26	16.09	11.85
3.4	-2.43	5.83	126.61	19.27	13.44
3.6	-2.63	4.33	620.39	19.67	15.34
3.8	-2.83	3.28	135.71	27.93	24.65
4	-3.03	3.1	393.55	29.78	26.68
4.2	-3.23	5.73	346.01	38.32	32.59
4.4	-3.43	6.86	129.73	44.64	37.78
4.6	-3.63	5.99	131.69	45.79	39.72
4.8	-3.83	6.21	124.02	47.93	41.72
5	-4.03	9.48	153.47	53.06	43.58
5.2	-4.23	10.53	209.04	56.41	45.88
5.4	-4.43	4.98	243.87	54.00	49.02
5.6	-4.63	5.29	188.46	57.97	52.68
5.8	-4.83	10.93	229.03	66.44	55.51
6	-5.03	6.38	223.85	65.32	58.94
6.2	-5.23	6.67	212.50	68.97	62.30
6.4	-5.43	4.17	173.46	69.66	65.49
6.6	-5.63	6.51	213.99	74.60	68.09
6.8	-5.83	8	196.30	79.30	71.30
7	-6.03	8.38	197.62	82.62	74.24
7.2	-6.23	11.68	232.58	88.89	77.21
7.4	-6.43	10.19	255.12	90.89	80.70
7.6	-6.63	11.06	244.73	95.58	84.52
7.8	-6.83	9.41	242.61	97.60	88.19
8	-7.03	11.7	226.21	103.53	91.83
8.2	-7.23	17.07	340.97	112.30	95.23

6.3. Nature présumée des couches de sol traversées lors des sondages

En absence de forage descriptif dans le cadre de cette étude, la nature et l'épaisseur des horizons de sol traversés ainsi que leurs consistances ont été estimés sur la base des données géologiques disponibles et des paramètres géotechniques mesurés lors de l'exécution des sondages.

Tableau 6 : Lithologie estimée au droit de l'essai n° 1.

Profondeur par rapport au TN [m]	Nature du sol	Consistance	Méthode d'identification
0,0 – 1,8	Limon argilo-sableux	Moyenne	Ancrage machine et paramètres mesurés
1,8 – 2,6	Sable limoneux	Moyenne	Paramètres mesurés et sur la tige
2,6 – 3,0	Sable limoneux	Très compacte	Paramètres mesurés et sur la tige
3,0 – 6,0	Sable limoneux	Moyenne	Paramètres mesurés et sur la tige
6,0 – 6,6	Sable limoneux	Compacte	Paramètres mesurés et sur la tige
6,6 – 7,0	Sable limoneux	Moyenne	Paramètres mesurés et sur la tige
7,0 – 7,4	Sable limoneux	Très compacte	Paramètres mesurés et sur la pointe

Tableau 7 : Lithologie estimée au droit de l'essai n°2.

Profondeur par rapport au TN [m]	Nature du sol	Consistance	Méthode d'identification
0,0 – 0,6	Limon argilo-sableux	Molle	Ancrage machine et paramètres mesurés
0,6 – 1,6	Limon argilo-sableux	Moyenne	Paramètres mesurés et sur la tige
1,6 – 3,0	Sable limoneux	Moyenne	Paramètres mesurés et sur la tige
3,0 – 8,6	Sable limoneux	Compacte	Paramètres mesurés et sur la tige
8,6 – 8,8	Sable limoneux	Très compacte	Paramètres mesurés et sur la pointe

Tableau 7 : Lithologie estimée au droit de l'essai n°3.

Profondeur par rapport au TN [m]	Nature du sol	Consistance	Méthode d'identification
0,0 – 1,0	Limon argilo-sableux	Molle	Ancrage machine et paramètres mesurés
1,0 – 2,0	Limon argilo-sableux	Moyenne	Paramètres mesurés et sur la tige
2,0 – 2,2	Sable limoneux	Très compacte	Paramètres mesurés et sur la tige
2,2 – 7,2	Sable limoneux	Compacte	Paramètres mesurés et sur la tige
7,2 – 8,2	Sable limoneux	Très compacte	Paramètres mesurés et sur la pointe

NB : Seule la réalisation d'un forage de reconnaissance permettra de déterminer avec précision la nature et l'épaisseur exacte des différents horizons de sols traversés lors des sondages

7. Interprétation des résultats

7.1. Contrainte admissible du sol

Hypothèse :

- Semelle de largeur finie B et de longueur infinie ;
- Chargement vertical et centré ;
- Surface horizontale du sol.

L'expression générale de la contrainte admissible du sol dans le cas d'une fondation superficielle de type semelle filante, peut être évalué par la formule de BUISMAN :

$$Q_{adm} = 1/C \cdot (N_q \cdot \sigma'_o + N_\gamma \cdot \gamma \cdot B)$$

Avec :

- C = coefficient de sécurité ;
- N_q = coefficient du terme de de profondeur ;
- N_γ = coefficient du terme de de surface ;
- σ'_o = contrainte ou pression verticale effective autour de la semelle ;
- γ = masse volumique du sol ;
- B = largeur de la semelle.

Cette expression de la contrainte admissible dépend d'autres paramètres complémentaire tel que l'angle de frottement interne qui peut être calculé ou déterminé graphiquement.

Ainsi, les valeurs de pression admissible du sol Q_{adm} sur lequel repose une semelle filante de largeur B [cm] est obtenue en appliquant un coefficient de sécurité de 2 (Tab.8 à 10).

Tableau 8 : Essai n°1_Contrainte admissible du sol pour le cas d'une semelle filante de largeur B [cm].

Prof [m]	Cote [m]	qc [MPa]	V _{sa} [-]	Phi [°]	Nq	Ny	Qadm 60 [kPa]	Qadm,80 [kPa]	Qadm,100 [kPa]	C [-]
0.2	0.57	0.97	274.76	33.30	27.05	27.64	121	145	170	1374
0.4	0.37	1.00	141.63	29.76	17.90	16.21	106	120	135	708
0.6	0.17	1.59	150.12	30.30	19.04	17.57	147	163	178	751
0.8	-0.03	1.78	126.05	28.95	16.35	14.39	154	166	179	630
1	-0.23	1.72	97.44	27.09	13.34	11.00	147	157	166	487
1.2	-0.43	2.23	105.28	27.66	14.18	11.94	182	192	203	158
1.4	-0.63	1.55	62.72	23.69	9.30	6.78	133	139	145	314
1.6	-0.83	1.46	51.69	22.09	7.89	5.41	126	131	135	78
1.8	-1.03	2.46	77.42	25.36	11.07	8.58	199	206	214	116
2	-1.23	2.12	60.05	23.34	8.97	6.45	175	181	187	90
2.2	-1.43	1.45	33.60	18.26	5.39	3.16	125	127	130	50
2.4	-1.63	3.82	81.15	25.72	11.50	9.03	295	303	311	122
2.6	-1.83	8.63	169.23	30.80	20.16	18.92	564	581	598	254
2.8	-2.03	8.62	156.96	30.50	19.48	18.09	583	599	615	235
3	-2.23	2.99	50.82	21.95	7.78	5.31	243	248	252	76
3.2	-2.43	1.46	23.26	14.63	3.80	1.88	124	126	128	35
3.4	-2.63	2.38	35.69	18.82	5.70	3.42	199	202	205	54
3.6	-2.83	2.52	35.69	18.82	5.70	3.42	210	213	216	54
3.8	-3.03	2.23	29.92	17.15	4.84	2.70	188	190	192	45
4	-3.23	4.83	61.57	23.54	9.16	6.64	377	383	388	92
4.2	-3.43	2.50	30.35	17.29	4.91	2.76	209	212	214	46
4.4	-3.63	1.13	13.09	8.04	2.07	0.65	91	91	92	20
4.6	-3.83	1.31	14.52	9.33	2.32	0.82	107	108	108	22
4.8	-4.03	3.87	41.11	20.10	6.46	4.10	315	319	322	62
5	-4.23	4.01	40.89	20.05	6.43	4.07	326	330	333	61
5.2	-4.43	2.84	27.85	16.45	4.53	2.45	237	239	242	42
5.4	-4.63	3.91	36.92	19.13	5.87	3.58	320	324	327	55
5.6	-4.83	2.32	21.12	13.61	3.46	1.62	194	196	197	32
5.8	-5.03	2.16	18.99	12.45	3.10	1.36	180	181	182	28
6	-5.23	4.29	36.45	19.01	5.81	3.52	351	354	357	55
6.2	-5.43	4.06	33.39	18.20	5.36	3.14	334	337	340	50
6.4	-5.63	5.49	43.74	20.65	6.83	4.43	440	444	448	66
6.6	-5.83	1.44	11.12	5.90	1.70	0.42	111	112	112	17
6.8	-6.03	1.25	9.37	3.47	1.37	0.21	92	92	92	14
7	-6.23	1.28	9.32	3.39	1.36	0.21	94	94	94	14
7.2	-6.43	10.68	75.63	25.17	10.86	8.36	789	796	804	113
7.4	-6.63	37.51	258.44	32.70	25.18	25.21	1894	1916	1938	388

Masse volumique du sol sec : 1800 kg/m³ ; Masse volumique du sol saturé : 2000 kg/m³ ; $\alpha = 1,5$ ou 5 pour un limon et $\alpha = 1,5$ pour un sable dans le calcul de c [-].

Tableau 9 : Essai n°2 Contrainte admissible du sol pour le cas d'une semelle filante de largeur B [cm].

Prof [m]	Cote [m]	qc [MPa]	V _{sd} [-]	Phi [°]	Nq	Ny	Qadm 60 [kPa]	Qadm,80 [kPa]	Qadm,100 [kPa]	C [-]
0.2	0.66	0.97	274.76	33.30	27.05	27.64	121	145	170	1374
0.4	0.46	0.99	140.21	29.69	17.76	16.05	105	119	134	701
0.6	0.26	1.02	96.31	27.01	13.21	10.87	99	108	118	482
0.8	0.06	1.19	84.27	26.01	11.86	9.41	109	117	125	421
1	-0.14	1.00	56.65	22.86	8.53	6.03	91	97	102	283
1.2	-0.34	1.09	51.46	22.05	7.86	5.39	98	102	107	257
1.4	-0.54	1.78	72.03	24.79	10.43	7.92	150	157	164	108
1.6	-0.74	3.83	135.61	29.46	17.31	15.51	286	299	313	203
1.8	-0.94	2.01	63.26	23.76	9.37	6.84	167	173	179	95
2	-1.14	1.80	50.99	21.97	7.80	5.33	152	157	161	76
2.2	-1.34	1.51	38.88	19.60	6.15	3.82	130	133	136	58
2.4	-1.54	2.19	46.52	21.19	7.21	4.77	182	186	191	70
2.6	-1.74	2.28	44.71	20.84	6.96	4.55	190	194	198	67
2.8	-1.94	2.81	51.17	22.00	7.82	5.35	229	234	238	77
3	-2.14	2.81	47.76	21.42	7.37	4.93	230	234	239	72
3.2	-2.34	5.70	90.82	26.57	12.60	10.20	423	432	441	136
3.4	-2.54	6.72	100.77	27.34	13.70	11.40	487	497	507	151
3.6	-2.74	4.60	65.15	24.00	9.60	7.08	358	364	370	98
3.8	-2.94	8.16	109.49	27.95	14.63	12.44	578	589	600	164
4	-3.14	3.76	47.93	21.45	7.39	4.95	303	308	312	72
4.2	-3.34	5.90	71.62	24.75	10.38	7.87	449	456	462	107
4.4	-3.54	6.55	75.90	25.20	10.89	8.39	492	500	507	114
4.6	-3.74	6.89	76.37	25.25	10.95	8.45	516	524	531	115
4.8	-3.94	13.27	140.95	29.73	17.84	16.13	882	897	911	211
5	-4.14	9.51	96.98	27.06	13.28	10.95	680	690	700	145
5.2	-4.34	6.78	66.48	24.16	9.76	7.24	517	523	530	100
5.4	-4.54	6.18	58.35	23.10	8.75	6.24	480	485	491	88
5.6	-4.74	4.57	41.61	20.21	6.53	4.16	370	374	377	62
5.8	-4.94	7.36	64.70	23.94	9.54	7.02	561	568	574	97
6	-5.14	7.53	63.99	23.85	9.46	6.93	575	581	587	96
6.2	-5.34	7.88	64.80	23.95	9.56	7.03	600	606	612	97
6.4	-5.54	13.50	107.55	27.82	14.43	12.21	938	949	959	161
6.6	-5.74	9.75	75.32	25.14	10.82	8.32	723	730	737	113
6.8	-5.94	6.77	50.76	21.94	7.77	5.30	532	537	542	76
7	-6.14	4.45	32.41	17.92	5.22	3.01	366	369	371	49
7.2	-6.34	9.19	65.08	23.99	9.59	7.07	696	702	708	98
7.4	-6.54	6.32	43.54	20.61	6.80	4.40	505	509	513	65

Masses volumiques du sol sec : 1800 kg/m³ ; Masse volumique du sol saturé : 2000 kg/m³ ; $\alpha = 1,5$ ou 5 pour un limon et $\alpha = 1,5$ pour un sable dans le calcul de c [-].

Tableau 10 : Essai n°3_Contrainte admissible du sol pour le cas d'une semelle filante de largeur B [cm].

Prof [m]	Cote [m]	qc [MPa]	V ₉₀ [-]	Phi [°]	Nq	Ny	Qadm 60 [kPa]	Qadm,80 [kPa]	Qadm,100 [kPa]	C [-]
0.2	0.77	0.56	158.62	30.60	19.70	18.37	83	100	116	793
0.4	0.57	1.10	155.79	30.50	19.48	18.09	117	133	149	779
0.6	0.37	1.36	128.41	29.08	16.59	14.67	127	140	153	642
0.8	0.17	1.01	71.52	24.74	10.37	7.86	94	101	108	358
1	-0.03	3.23	182.98	31.20	21.11	20.09	240	257	275	274
1.2	-0.23	1.58	74.59	25.07	10.74	8.23	136	143	150	373
1.4	-0.43	2.22	89.83	26.49	12.49	10.09	181	190	199	135
1.6	-0.63	2.74	97.01	27.06	13.29	10.95	217	226	236	146
1.8	-0.83	4.44	139.74	29.67	17.72	15.99	324	338	352	210
2	-1.03	3.77	96.11	26.99	13.19	10.84	287	297	307	144
2.2	-1.23	12.05	279.26	31.20	21.11	20.09	509	526	544	419
2.4	-1.43	3.01	63.94	23.85	9.45	6.93	241	247	253	96
2.6	-1.63	1.32	25.89	15.72	4.22	2.20	113	115	117	39
2.8	-1.83	5.06	92.14	26.68	12.75	10.36	378	387	396	138
3	-2.03	2.27	38.58	19.53	6.11	3.78	190	193	196	58
3.2	-2.23	4.24	67.56	24.29	9.89	7.37	330	337	343	101
3.4	-2.43	5.83	87.43	26.29	12.22	9.80	433	442	451	131
3.6	-2.63	4.33	61.32	23.51	9.13	6.61	340	345	351	92
3.8	-2.83	3.28	44.01	20.71	6.86	4.46	268	272	276	66
4	-3.03	3.10	39.51	19.75	6.24	3.90	255	259	262	59
4.2	-3.23	5.73	69.56	24.52	10.14	7.62	438	444	451	104
4.4	-3.43	6.86	79.49	25.56	11.31	8.83	511	519	527	119
4.6	-3.63	5.99	66.39	24.15	9.75	7.23	459	465	472	100
4.8	-3.83	6.21	65.96	24.10	9.70	7.18	476	482	488	99
5	-4.03	9.48	96.67	27.04	13.25	10.91	679	688	698	145
5.2	-4.23	10.53	103.25	27.52	13.97	11.70	743	753	764	155
5.4	-4.43	4.98	47.02	21.28	7.27	4.83	398	402	406	71
5.6	-4.63	5.29	48.16	21.49	7.43	4.98	421	425	430	72
5.8	-4.83	10.93	96.08	26.99	13.19	10.84	779	788	798	144
6	-5.03	6.38	54.21	22.49	8.22	5.73	499	504	509	81
6.2	-5.23	6.67	54.85	22.59	8.30	5.81	520	525	531	82
6.4	-5.43	4.17	33.22	18.15	5.34	3.12	343	346	349	50
6.6	-5.63	6.51	50.29	21.86	7.71	5.24	513	517	522	75
6.8	-5.83	8.00	59.98	23.33	8.96	6.44	614	620	626	90
7	-6.03	8.38	61.04	23.47	9.09	6.57	641	647	653	92
7.2	-6.23	11.68	82.71	25.86	11.68	9.22	849	858	866	124
7.4	-6.43	10.19	70.21	24.59	10.21	7.70	762	768	775	105

Masse volumique du sol sec : 1800 kg/m³ ; Masse volumique du sol saturé : 2000 kg/m³, $\alpha = 1,5$ ou 5 pour un limon et $\alpha = 1,5$ pour un sable dans le calcul de c [-].

7.2. Évaluation du tassement du sol selon la méthode de Schmertmann pour le cas d'une semelle filante

La méthode de Schmertmann se présente comme une corrélation entre le module d'Young et la résistance à la pointe q_c .

Elle suppose une distribution bien définie de la déformation verticale du sol sous la fondation et s'apparente en fait à une méthode directe, qu'il faut utiliser en bloc, c'est à dire comme un tout indissociable (Schmertmann et al., 1978).

Le tassement "s" d'une fondation s'exprime dans cette approche par l'équation suivante :

$$s = C_1 \cdot C_2 \cdot (q - \sigma'_v) \cdot \int_0^{Z_1} \frac{I_z}{C_3 E} dz$$

Le tassement s d'une fondation s'exprime dans cette approche par l'équation suivante :

Avec :

$$s = C_1 \cdot C_2 \cdot (q - \sigma'_v) \cdot \int_0^{Z_1} \frac{I_z}{C_3 E} dz$$

- C_1 : c'est le facteur de correction de l'encastrement de la fondation,

$$C_1 = 1 - 0.5 \cdot \frac{\sigma'_v}{q - \sigma'_v}$$

où σ'_v est la contrainte verticale effective initiale au niveau de sa base tel que :

$\sigma'_v = \sigma_v - U_2$ et q la contrainte appliquée par la semelle de fondation.

- C_2 : c'est le facteur de correction pour le fluage, $C_2 = 1.2 - 0.2 \cdot \log(t)$ correspond au temps en année.
- C_3 : facteur de correction de forme de la correction, il est égal à 1,10 pour une semelle carrée et de 1,8 pour une semelle filante ou continue.
- E : module de Young du terrain, $E = q_c \cdot \alpha$ où q_c est la résistance à la pointe du cône et α le coefficient rhéologique où α est égal à 1 pour les sols argileux, 0,67 pour les limons, 0,5 pour les sols sableux et 0,33 pour la grave (Sangrelat, 1972).
- Z_1 : profondeur d'influence des déformations, Z_1 est évalué à $2 \cdot B$ pour des semelles isolées et à $4 \cdot B$ pour des semelles filantes.
- I_z : facteur d'influence de la déformation verticale, $I_z = 0,5 + 0,1 \frac{\sqrt{q - \sigma_v}}{\sigma_{vp}}$ ou σ_{vp} est la contrainte verticale effective due au poids des terres à la profondeur de la déformation maximale. σ_{vp} est égal à B pour une semelle continue et de $0,5B$ pour une semelle carrée.

Il est supposé que le tassement différentiel puisse provoquer des dégâts seulement si $ds/L > 1/500$ avec ds , le tassement différentiel entre deux points de support voisins et L , la distance entre deux points de support.

L'évaluation des tassements par le biais du pénétromètre ne sont donnés qu'à titre indicatif. Il est recommandé de prioriser la capacité portante du sol dans le choix et le dimensionnement des fondations.

Essai n° 1_Tassement [mm]				
		<i>Charge de 50 KN/m et largeur B de la semelle</i>		
<i>Profondeur [m]</i>	<i>Côte [m]</i>	<i>60 [cm]</i>	<i>80 [cm]</i>	<i>100 [cm]</i>
0.80	-0.03	9.21	7.17	5.70
1.20	-0.43	6.29	4.37	2.96
1.60	-0.83	4.13	2.32	1.65
2.00	-1.23	2.43	1.60	0.98
2.80	-2.03	1.18	0.43	0.00
		<i>Charge de 75 KN/m et largeur B de la semelle</i>		
<i>Profondeur [m]</i>	<i>Côte [m]</i>	<i>60 [cm]</i>	<i>80 [cm]</i>	<i>100 [cm]</i>
0.80	-0.03	16.69	13.69	11.65
1.20	-0.43	12.39	9.77	8.12
1.60	-0.83	9.22	7.02	5.27
2.00	-1.23	6.64	5.10	3.22
2.80	-2.03	3.78	2.03	1.30
		<i>Charge de 100 KN/m et largeur B de la semelle</i>		
<i>Profondeur [m]</i>	<i>Côte [m]</i>	<i>60 [cm]</i>	<i>80 [cm]</i>	<i>100 [cm]</i>
0.80	-0.03	24.80	20.74	18.07
1.20	-0.43	18.97	15.58	13.69
1.60	-0.83	14.69	12.08	10.16
2.00	-1.23	11.17	9.85	7.81
2.80	-2.03	7.60	4.75	2.93

Essai n° 2_Tassement [mm]				
		<i>Charge de 50 KN/m et largeur B de la semelle</i>		
<i>Profondeur [m]</i>	<i>Côte [m]</i>	<i>60 [cm]</i>	<i>80 [cm]</i>	<i>100 [cm]</i>
0.80	0.06	10.77	7.83	5.79
1.20	-0.34	6.71	4.39	2.63
1.60	-0.74	4.37	2.13	1.29
2.00	-1.14	2.45	1.24	0.64
2.80	-1.94	0.58	0.21	0.00
		<i>Charge de 75 KN/m et largeur B de la semelle</i>		
<i>Profondeur [m]</i>	<i>Côte [m]</i>	<i>60 [cm]</i>	<i>80 [cm]</i>	<i>100 [cm]</i>
0.80	0.06	19.44	14.90	11.80
1.20	-0.34	13.18	9.81	7.20
1.60	-0.74	9.78	6.43	4.12
2.00	-1.14	6.70	3.92	2.10
2.80	-1.94	1.84	0.96	0.57
		<i>Charge de 100 KN/m et largeur B de la semelle</i>		
<i>Profondeur [m]</i>	<i>Côte [m]</i>	<i>60 [cm]</i>	<i>80 [cm]</i>	<i>100 [cm]</i>
0.80	0.06	28.83	22.52	18.26
1.20	-0.34	20.17	15.64	12.12
1.60	-0.74	15.63	11.08	7.95
2.00	-1.14	11.26	7.55	5.08
2.80	-1.94	3.68	2.24	1.29

Essai n° 3_Tassement [mm]				
		Charge de 50 KN/m et largeur B de la semelle		
Profondeur [m]	Côte [m]	60 [cm]	80 [cm]	100 [cm]
0.80	0.17	7.25	5.60	4.34
1.20	-0.23	4.63	3.30	2.11
1.60	-0.63	3.16	1.78	1.18
2.00	-1.03	2.31	1.21	0.64
2.80	-1.83	0.70	0.26	0.00
		Charge de 75 KN/m et largeur B de la semelle		
Profondeur [m]	Côte [m]	60 [cm]	80 [cm]	100 [cm]
0.80	0.17	13.07	10.65	8.84
1.20	-0.23	9.10	7.36	5.78
1.60	-0.63	7.06	5.40	3.75
2.00	-1.03	6.35	3.85	2.12
2.80	-1.83	2.25	1.20	0.71
		Charge de 100 KN/m et largeur B de la semelle		
Profondeur [m]	Côte [m]	60 [cm]	80 [cm]	100 [cm]
0.80	0.17	19.36	16.09	13.68
1.20	-0.23	13.91	11.73	9.73
1.60	-0.63	11.28	9.31	7.25
2.00	-1.03	10.73	7.44	5.14
2.80	-1.83	4.52	2.79	1.60

7.3. Évaluation du tassement du sol selon la méthode de Terzaghi pour le cas d'un radier

L'évaluation des tassements par le biais du pénétromètre ne sont donnés qu'à titre indicatif. Il est recommandé de prioriser la capacité portante du sol dans le choix et le dimensionnement des fondations. Pour le calcul du tassement du radier dans le cadre de cette étude, la méthode de TERZAGHI est la mieux adaptée. Les valeurs de tassements ainsi obtenues sont consignées dans les tableaux ci-dessous.

Essai n°1		<i>Dimension du radier : 14,5 m x 8,5 m</i>			
		<i>Charges surfaciques [kPa] et Tassement [mm]</i>			
<i>Profondeur [m]</i>	<i>Côte [m]</i>	<i>30 [kPa]</i>	<i>40 [kPa]</i>	<i>50 [kPa]</i>	<i>60 [kPa]</i>
0.8	-0.03	11.38	16.56	21.53	26.31
1.2	-0.43	5.55	10.49	15.26	19.87
1.6	-0.83	2.17	6.97	11.61	16.11
3	-2.23	0.00	0.00	0.80	4.75
Essai n°2		<i>Dimension du radier : 14,5 m x 8,5 m</i>			
		<i>Charges surfaciques [kPa] et Tassement [mm]</i>			
	<i>Côte [m]</i>	<i>30 [kPa]</i>	<i>40 [kPa]</i>	<i>50 [kPa]</i>	<i>60 [kPa]</i>
0.8	0.06	8.66	12.50	16.15	19.61
1.2	-0.34	3.86	7.26	10.51	13.63
1.6	-0.74	1.34	4.29	7.14	9.89
3	-2.14	0.00	0.00	0.40	2.37
Essai n°3		<i>Dimension du radier : 14,5 m x 8,5 m</i>			
		<i>Charges surfaciques [kPa] et Tassement [mm]</i>			
<i>Profondeur [m]</i>	<i>Côte [m]</i>	<i>30 [kPa]</i>	<i>40 [kPa]</i>	<i>50 [kPa]</i>	<i>60 [kPa]</i>
0.8	0.17	7.54	10.92	14.13	17.20
1.2	-0.23	3.31	6.24	9.06	11.78
1.6	-0.63	1.24	4.00	6.65	9.23
3	-2.03	0.00	0.00	0.42	2.49

8. Conclusions générales

Nous avons été mandatés par Monsieur [REDACTED] pour la réalisation d'une étude géotechnique du sol, dans le cadre d'un projet de construction d'une habitation unifamiliale à la Rue de la Sablonnière, 6240 Farciennes. Cette étude a pour objectif de donner un avis sur le choix des fondations de la future construction.

Dans le cadre de cette étude, 03 sondages au pénétromètre statique, d'une puissance de 15 tonnes ont été exécutés sur l'emprise au sol de la future construction.

Aux emplacements des sondages géotechniques exécutés, le refus a été atteint entre 7,4 et 8,80 m de profondeur par rapport à la surface du Terrain Naturel (TN). Ce refus est caractérisé par un soulèvement des ancrages de la machine, dû à la présence d'une formation géologique très compacte en profondeur.

La vérification du niveau non stabilisé de la nappe dans les différents trous de sondages montre que l'eau souterraine sur le site se trouve à une profondeur comprise entre 1,90 et 2,40 m de profondeur par rapport à la surface du TN.

L'analyse des courbes d'évolution de la résistance du sol q_c avec la profondeur montre que la structure du sol est relativement homogène, avec des courbes qui présentent une allure plus ou moins identiques.

Au niveau de l'assise présumée des fondations du projet c'est-à-dire à 80 cm de profondeur par rapport à la surface du TN, l'analyse de la contrainte admissible du sol au droit des sondages réalisés montre une valeur minimale de 94 kPa pour une semelle filante de largeur $B=60$ cm. Dès cette couche atteinte, la pression admissible du sol met en exergue de faibles et moyennes valeurs de portance dans la zone d'influence des contraintes exercées par la future construction à l'emplacement du test ES2, ce qui pourrait affecter la stabilité du projet. Dans ce contexte, nous conseillons la mise en œuvre d'un radier dans le cadre de ce projet.

Ce rapport doit être analysé par un ingénieur en stabilité qui, sur la base de la descente de charges du projet et de la contrainte admissible du sol, aura la responsabilité de dimensionner la fondation de la future construction.

9. Recommandations

- Un contrôle visuel lors de l'exécution des fouilles de fondations est indispensable pour vérifier la présence sol remanié et ou l'hétérogénéité de sol d'assise des fondations. Ce contrôle permet, si nécessaire, de changer le type de fondation initialement choisi, d'adapter la profondeur des fondations ou d'effectuer un remplacement de sol en concertation avec le bureau d'études.
- Les valeurs du niveau non stabilisé de la nappe d'eau souterraine sont données à titre indicatif dans ce rapport. A cet effet, nous recommandons la pose d'un piézomètre pour étudier les fluctuations du niveau de la nappe observé entre 1,90 et 2,40 m de profondeur par rapport au TN. Si le niveau de la nappe se situe au-dessus du niveau prévu pour l'assise des fondations, il sera nécessaire de prendre des précautions. Cela inclut, par exemple, la mise en place de drains périphériques reliés à un exutoire adapté, ainsi que l'utilisation de béton hydrofuge pour les maçonneries enterrées, ou tout autre dispositif visant à empêcher les infiltrations d'eau.

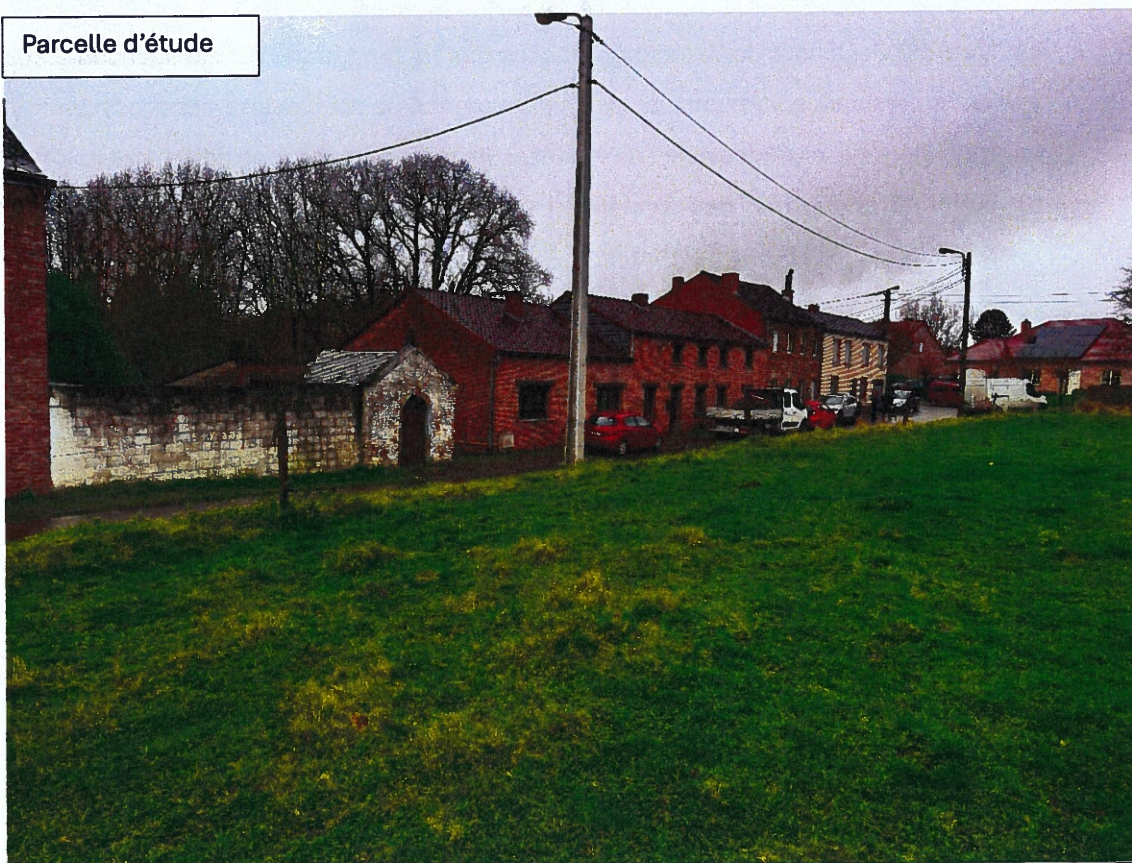
Fait à Mons le Lundi 20 Janvier 2025.

Pour RN Engineering S



10. Annexes : Reportage photos de l'intervention sur le chantier

Parcelle d'étude



Essai CPT en cours



Essai CPT en cours



Tige mouillée : présence de la nappe d'eau souterraine



Nature sol en profondeur via la tige : Sable limoneux saturée en eau



Nature du sol en au refus via la pointe : Sable limoneux

