

**FSH**

**DOSSIER G262-16**

**OPERATION PALMIER III – ILOT B**

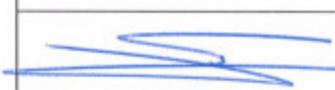
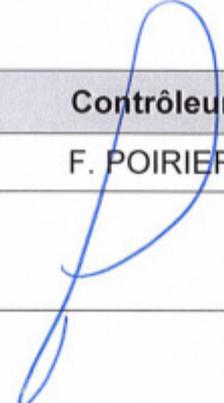
**COMMUNE DE DUMBEA**

**ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION G2 – PHASE AVP**

Ce rapport contient 27 pages de texte et 8 annexes

<b>Client</b>	FSH
<b>Devis</b>	2016-419-A et 2016-419-B
<b>Commande client</b>	Devis accepté les 25/10/2016 et 21/12/2016 par bons de commande N°1505 et 1533
<b>Demande du client</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Le système de fondations des différents bâtiments</li><li>- Le pré-dimensionnement des fondations profondes</li><li>- Le pré-dimensionnement de la structure de la chaussée</li><li>- Les recommandations géotechniques vis-à-vis du projet</li></ul>

**MISSION GEOTECHNIQUE :****G2 – Etude géotechnique de conception – AVP****REFERENCES DU DOSSIER ET REDACTEUR :**

Date	Chargé d'affaires	Contrôleur
17 Janvier 2017	J. RUBIN	F. POIRIER
		

## SOMMAIRE

I. DESCRIPTION DU SITE ET DU PROJET.....	4
II. MISSION GÉOTECHNIQUE .....	4
III. GÉOLOGIE DU SITE .....	6
IV. RECONNAISSANCE GÉOTECHNIQUE.....	7
IV.1 – Essais pénétrométriques.....	7
IV.2 – Puits de sondage.....	10
IV.3 – Sondages destructifs et essais pressiométriques .....	11
IV.4 – Analyses en laboratoire.....	13
V. MODÉLISATION PRESSIOMÉTRIQUE.....	14
VI. SYNTHÈSE DE LA RECONNAISSANCE.....	16
VII. SYSTÈME DE FONDATION DES BÂTIMENTS .....	20
VIII. PRÉ-DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS PROFONDES .....	21
IX. PRÉ-DIMENSIONNEMENT DE LA STRUCTURE DE LA CHAUSSEE INTERNE .....	25
VII.1 – Couche de forme.....	25
VII.2 – Corps de chaussée.....	26
VII.2.1 - Trafic .....	26
VII.2.2 – Dimensionnement de la chaussée .....	26
X. RECOMMANDATIONS.....	27

## I. DESCRIPTION DU SITE ET DU PROJET

Le projet se situe au sein du lotissement Les Palmiers III, il prévoit la viabilisation de l'ilot B d'une surface totale de 92 a 44ca.

Dans le cadre de ces travaux, il est projeté la construction de la résidence Attaléa comprenant 62 logements répartis sur 9 bâtiments en R+1 à R+4. Chaque corps de bâtiment comprendra des zones de parkings revêtus.

L'ilot B a fait l'objet d'une étude géotechnique préalable G1 phase principes généraux de construction (rapport Géotech G004-16) dans le but de fournir le mode de fondation envisageable des futures constructions. Cette étude avait mis en évidence que selon les zones et la typologie des bâtiments, il conviendrait de s'orienter vers des fondations semi-profondes à profondes.

## II. MISSION GÉOTECHNIQUE

Afin de répondre aux besoins du client, il a été réalisé une étude géotechnique de conception G2 – Phase Avant-Projet, conformément à la norme des missions géotechniques NF P 94-500 de novembre 2013.

Le programme des essais de la reconnaissance géotechnique était le suivant :

- 45 essais pénétrométriques à l'aide d'un pénétromètre dynamique lourd (GEOTOOL), réalisés selon la norme NF EN ISO 22476-2, dans le but d'obtenir des résistances de pointes jusqu'au refus au droit des futurs bâtiments.
- 20 puits de sondages à l'aide d'un tractopelle pour visualiser la nature des terrains sur les premiers mètres et rechercher d'éventuelles arrivées d'eau en périphérie des bâtiments et au droit de la voirie du projet.
- 3 identifications des matériaux composant la partie supérieure des terrassements de la future chaussée et des zones de parking. Il a été réalisé les essais suivants : teneur en eau, analyse granulométrique, valeur au bleu ou limite d'Atterberg.
- 2 sondages destructifs de 12 et 16 ml avec enregistrement des paramètres de forage, complétés de 7 essais pressiométriques chacun, réalisés tous les 1.50 m.
- 2 sondages destructifs de 12 et 15 ml maximum avec enregistrement des paramètres de forage.

Conformément à la demande du client et à une mission géotechnique G2 – phase AVP, le présent rapport fournit :

- Les résultats des essais et sondages in-situ (puits de sondage, pénétromètres et essais pressiométriques),
- Les résultats des analyses en laboratoire,
- Le système de fondation des différents bâtiments (type, ancrage, contrainte de calcul aux ELS),
- Le pré dimensionnement des fondations profondes selon le DTU 13.2 pour les bâtiments fondés sur pieux ou l'augmentation de la contrainte de calcul aux ELS pour les bâtiments fondés semi-superficiellement,
- Le pré-dimensionnement de la structure de chaussée des zones de circulation et de parkings,
- Les recommandations géotechniques vis-à-vis du projet.

Un plan de situation du lot est joint en annexe n°01. Un plan d'implantation des bâtiments renseigné de la position des essais pénétrométriques, des puits de sondage et des sondages destructifs avec ou sans essais pressiométriques réalisés dans le cadre de cette étude est fourni en annexe n°02.

Nous tenons à préciser que les conclusions de ce rapport sont propres au projet étudié. En cas de modifications de projet non communiquées par le client au moment de la réalisation de l'étude géotechnique, il pourrait être nécessaire de revoir les conclusions du rapport.

Le tableau ci-dessous indique les coordonnées Lambert des sondages exécutés et les cotes approximatives des sondages estimées à partir du plan topographique.

Sondages	X	Y
EP1/PU1	448947,2	220967,4
EP2	448961,1	220977
EP3/PU2	448961	220961,9
EP4	448963,4	220950,3
EP5	448976,6	220946,9
EP6/PU3	448972,9	220939
EP7	448986,1	220935,6
EP8/PU4	448989,1	220923,6
EP9	448999,8	220923,3
EP10	448997,9	220913
EP11/PU5	449008,5	220912,9
EP12/PU6	449006,5	220902,6
EP13	449017,6	220902,2
EP14/PU7	448969,4	220986,8
EP15	448980,8	220985,8
EP16	448983,7	220998,7
EP17/PU8	448992,5	220996,2
EP18	448994,1	221007,3
EP19	449005,1	221006,1
EP20/PU9	449008,1	221019,1
EP21	449013,4	221012,9
EP22	449007,5	220997,7
EP23	449020,7	220997,8
EP24/PU10	449014,7	220988,6
EP25	449027,3	220989,3
EP26	449024,8	220976,4
EP27/PU11	449037,1	220977
EP28	449039,6	220970,2
EP29	449050,2	220971
EP30	449049,2	220960,6
EP31/PU12	449058,8	220959,5
EP32	449058,2	220949,8
EP33	449069,9	220950,5
EP34/PU13	449066,1	220938,4
EP35	449047	EP35
EP36	449055,9	220929,8
EP37	449050,8	220925,4
EP38/PU14	449036,7	220927,4
EP39	449038,2	220914,9
EP40	449029,1	220925,6
EP41	449013,5	220954,2
EP42/PU15	449000,9	220956,2
EP43/PU16	449001,5	220968,7
EP44/PU17	448986,8	220969,8
EP45	448989,3	220983,2
PU18	449028,1	220913,1
PU19	449007,5	220936,9
PU20	449035,1	220947,2

### III. GÉOLOGIE DU SITE

La carte géologique de Nouvelle-Calédonie (Source Géorep au 1/50 000<sup>ème</sup>) indique que le lot se situe au sein d'alluvions anciennes et récentes datant du Quaternaire.

Aucun contact anormal n'est mis en évidence à proximité de la zone d'étude.



## IV. RECONNAISSANCE GÉOTECHNIQUE

### IV.1 – Essais pénétrométriques

Quarante-cinq (45) essais pénétrométriques ont été réalisés à l'aide d'un pénétromètre dynamique lourd Géotool GTR 790 normalisé NF EN ISO 22476-2, et équipé d'un mouton de 63.5 kg.

Les résultats des essais sous la forme de pénétrogramme sont joints en annexe 03. Ces pénétrogrammes renseignent la résistance dynamique de pointe  $q_d$  en fonction de la profondeur.

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats de ces essais.

N° de l'essai	Ouvrage	Profondeur (m)				
		Horizon de portance faible $q_d < 5$ MPa	Horizon de portance moyenne $5 < q_d < 10$ MPa	Horizon de portance forte $q_d > 10$ MPa	Refus ou arrêt (m)	
EP1	Bâtiment A	-	-	0.00 – 1.60	Refus à 8.20	
		-	1.60 – 5.00	-		
		5.00 – 5.60	5.60 – 7.30	7.30 – 8.20		
EP2		-	-	0.00 – 2.00	Refus à 2.00	
EP3		-	0.00 – 0.70	-	Refus à 8.20	
		0.70 – 1.10	1.10 – 1.50	-		
		1.50 – 1.90	1.90 – 2.40	-		
EP4		-	2.40 – 6.80	6.80 – 7.70	7.70 – 8.20	
		-	-	0.00 – 1.90	Refus à 8.20	
		-	1.90 – 7.00	7.00 – 8.20		
-		-	0.00 – 1.30			
EP5		-	1.40 – 4.50	4.50 – 7.40	7.40 – 8.20	Refus à 8.20
		-	-	0.00 – 1.90	Refus à 8.80	
	-	1.90 – 2.10	-			
2.10 – 2.80	2.80 – 5.50	-				
EP6	-	5.50 – 7.10	7.10 – 8.10	8.10 – 8.80		
	-	-	0.00 – 1.70	Refus à 8.40		
	-	1.70 – 7.90	7.90 – 8.40			
-	-	0.00 – 1.10				
EP7	-	1.10 – 1.70	1.70 – 3.40	3.40 – 5.60	Refus à 9.60	
	-	2.10 – 3.40	5.60 – 7.40	7.40 – 9.60		
	3.40 – 5.60	5.60 – 7.40	7.40 – 9.60			
EP8	-	-	0.00 – 1.10	Refus à 9.00		
	-	1.10 – 1.60	1.60 – 2.40			
	-	2.40 – 2.90	-			
EP9	-	2.90 – 5.10	5.10 – 7.20	7.20 – 9.00		
	-	-	0.00 – 1.10	Refus à 2.40		
	-	1.10 – 1.40	-			
1.40 – 1.70	1.70 – 1.80	1.80 – 2.40				
EP10	-	-	0.00 – 0.80	Refus à 2.40		
	-	0.80 – 1.30	-			
	1.30 – 1.60	1.60 – 1.80	1.80 – 2.40			
EP11	-	-	0.00 – 0.60	Refus à 2.60		
	-	0.60 – 1.60	1.60 – 2.60			
	-	-	0.00 – 1.10			
EP12	-	1.10 – 1.60	-	Refus à 7.60		
	-	2.20 – 2.30	2.30 – 3.10			
	1.60 – 2.20	2.20 – 2.30	2.30 – 3.10			
EP13	-	3.10 – 3.30	-	Refus à 7.60		
	-	3.30 – 6.00	6.00 – 6.10			
	3.30 – 6.00	6.00 – 6.10	6.10 – 7.60			

N° de l'essai	Ouvrage	Profondeur (m)			Refus ou arrêt (m)
		Horizon de portance faible qd < 5 MPa	Horizon de portance moyenne 5 < qd < 10 MPa	Horizon de portance forte qd > 10 MPa	
EP14	Bâtiment E	-	-	0.00 – 2.40	Refus à 8.40
		-	2.40 – 2.90	2.90 – 3.40	
		-	3.40 – 4.20	-	
		4.20 – 4.50	4.50 – 5.00	-	
		5.00 – 5.70	5.70 – 6.30	6.30 – 6.80	
EP15	Bâtiment E	-	-	0.00 – 1.10	Refus à 2.40
		-	1.10 – 2.00	2.00 – 2.40	
EP16	Bâtiment E	-	-	0.00 – 2.30	Refus à 8.20
		-	2.30 – 2.40	-	
		2.40 – 4.20	4.20 – 4.60	-	
		4.60 – 5.70	5.70 – 6.20	-	
		6.20 – 6.70	6.70 – 7.00	-	
EP17	Bâtiment F-G	-	-	0.00 – 1.60	Refus à 8.40
		-	1.60 – 2.40	-	
		2.40 – 4.10	4.10 – 4.90	-	
		4.90 – 5.40	5.40 – 7.10	-	
		7.10 – 7.80	7.80 – 7.90	7.90 – 8.40	
EP18	Bâtiment F-G	-	-	0.00 – 0.50	Refus à 8.00
		-	0.50 – 1.80	1.80 – 2.30	
		2.50 – 7.40	2.30 – 2.50	-	
EP19	Bâtiment F-G	-	-	0.00 – 0.80	Refus à 8.40
		-	0.80 – 1.70	-	
		1.70 – 2.10	2.10 – 2.40	2.40 – 2.70	
		-	2.70 – 2.90	-	
		2.90 – 4.60	4.60 – 5.70	-	
EP20	Bâtiment F-G	-	-	0.00 – 0.50	Refus à 2.20
		-	0.50 – 1.60	1.60 – 2.20	
		-	-	-	
EP21	Bâtiment F-G	-	-	0.00 – 0.70	Refus à 7.80
		-	0.70 – 3.00	-	
		3.00 – 4.90	4.90 – 5.50	-	
		5.50 – 5.90	5.90 – 6.20	-	
EP22	Paking H et I	-	-	0.00 – 0.90	Refus à 8.00
		-	0.90 – 1.30	-	
		1.30 – 2.00	2.00 – 2.70	-	
		2.70 – 4.20	4.20 – 4.50	-	
		4.50 – 5.20	5.20 – 5.90	5.90 – 6.30	
EP23	Paking H et I	-	-	0.00 – 0.40	Refus à 4.80
		-	0.40 – 1.70	-	
		1.70 – 3.90	3.90 – 4.00	4.00 – 4.80	
EP24	Paking H et I	-	-	0.00 – 0.70	Refus à 2.40
		-	0.70 – 1.30	-	
		1.30 – 2.00	2.00 – 2.10	2.10 – 2.40	

N° de l'essai	Ouvrage	Profondeur (m)			Refus ou arrêt (m)
		Horizon de portance faible qd < 5 MPa	Horizon de portance moyenne 5 < qd < 10 MPa	Horizon de portance forte qd > 10 MPa	
EP25		-	-	0.00 – 1.30	Refus à 6.80
		-	1.30 – 1.80	-	
		1.80 – 2.40	2.40 – 2.60	2.60 – 2.90	
		-	2.90 – 3.30	-	
		3.30 – 4.60	4.60 – 4.70	4.70 – 5.20	
EP26	Parking H et I (Suite)	-	-	00.0 – 1.50	Refus à 5.40
		-	1.50 – 1.60	-	
		1.60 – 2.20	2.20 – 3.00	-	
EP27		3.00 – 4.80	4.80 – 5.00	5.00 – 5.40	Refus à 5.80
		-	-	0.00 – 1.00	
		-	1.00 – 1.10	-	
EP28		1.10 – 1.80	1.90 – 2.20	2.20 – 3.10	Refus à 2.40
		-	3.10 – 3.20	-	
		3.20 – 5.00	5.00 – 5.30	5.30 – 5.80	
EP29	Bâtiment J	-	-	0.00 – 2.40	Refus à 2.40
		-	-	0.00 – 1.00	
		-	1.00 – 1.90	1.90 – 2.40	
		-	-	0.00 – 1.00	
		-	1.00 – 1.60	1.60 – 2.00	
		-	-	0.00 – 1.00	
		-	1.00 – 1.90	1.90 – 2.20	
		-	-	0.00 – 1.80	
EP30		-	-	0.00 – 1.00	Refus à 2.00
		-	1.00 – 1.60	1.60 – 2.00	
		-	-	0.00 – 1.00	
		-	1.00 – 1.60	1.60 – 2.00	
		-	-	0.00 – 1.00	
		-	1.00 – 1.60	1.60 – 2.00	
		-	0.00 – 0.70	0.70 – 1.60	
EP31	Bâtiment K	-	-	0.00 – 1.60	Refus à 1.60
		-	-	0.00 – 0.80	
		-	0.80 – 1.40	1.40 – 1.80	
		-	-	0.00 – 1.10	
		-	1.10 – 1.40	1.40 – 1.80	
		-	-	0.00 – 0.90	
EP32		-	0.90 – 1.10	-	Refus à 2.20
		1.10 – 1.40	1.40 – 1.50	1.50 – 2.20	
		-	-	0.00 – 0.90	
EP33		-	0.90 – 1.10	-	Refus à 2.40
		1.10 – 1.40	1.40 – 1.90	1.90 – 2.40	
		-	-	0.00 – 1.20	
EP34		-	1.20 – 1.70	1.70 – 2.40	Refus à 2.40
		-	-	0.00 – 1.10	
EP35	Bâtiment C	-	-	1.90 – 2.60	Refus à 5.00
		-	1.10 – 1.90	-	
		-	2.60 – 2.70	-	
		2.70 – 4.80	4.80 – 4.90	4.90 – 5.00	
EP36		-	-	0.00 – 1.20	Refus à 8.40
		-	1.20 – 2.10	2.10 – 3.20	
		-	3.20 – 3.40	-	
		3.40 – 5.30	5.30 – 6.80	-	
		6.80 – 7.30	7.30 – 7.60	7.60 – 8.40	

N° de l'essai	Ouvrage	Profondeur (m)			Refus ou arrêt (m)
		Horizon de portance faible qd < 5 MPa	Horizon de portance moyenne 5 < qd < 10 MPa	Horizon de portance forte qd > 10 MPa	
EP43	Bâtiments C et D	-	-	0.00 – 1.30	Refus à 4.60
		-	1.30 – 1.70	-	
		1.70 – 3.10	3.10 – 3.50	3.50 – 3.90	
		-	3.90 – 4.20	4.20 – 4.60	
EP44	Bâtiment D	-	-	0.00 – 2.00	Refus à 8.40
		-	2.00 – 2.50	2.50 – 2.90	
		-	2.90 – 3.70	-	
		3.70 – 4.50	4.50 – 5.90	-	
EP45	Bâtiment D	5.90 – 6.20	6.20 – 7.40	7.40 – 8.40	Refus à 8.00
		-	-	0.00 – 1.90	
		-	1.90 – 2.30	2.30 – 2.70	
		-	2.70 – 3.10	-	
EP45	Bâtiment D	3.10 – 4.00	4.00 – 5.10	-	Refus à 8.00
		5.10 – 6.30	6.30 – 7.70	7.70 – 8.00	
		-	-	-	

Des traces d'humidité ont été relevées sur les trains de tiges pénétrométriques des essais suivants :

- EP5 à partir de -5.00 m/TN existant,
- EP41 à partir de -3.00 m/TN existant.

## IV.2 – Puits de sondage

Vingt (20) puits de sondage ont été ouverts à l'aide d'un tracto-pelle afin de relever la nature des terrains sur les premiers mètres et rechercher d'éventuelles arrivées d'eau en périphérie des bâtiments et parkings projetés.

Les coupes de sondage sont jointes en annexe 04. Le tableau ci-dessous présente les résultats des essais :

Sondage	Ouvrage	Horizon /H0/ Remblai argilo- graveleux à gravelo-argileux	Horizon /H1/ Scorie	Horizon /H2/ Argile plastique gris-bleu	Arrêt ou refus (m)
PU1	Bâtiment A	0.00 – 1.10 (1.10 m)	1.10 – 1.40 (0.30 m)	-	Arrêt à 1.40
PU2	Bâtiment + Parking A-B	0.00 – 1.70 (1.70 m)	-	1.70 – 2.50 (0.80 m)	Arrêt à 2.50
PU3	Bâtiment B	0.00 – 2.00 (2.00 m)	2.00 – 2.90 (0.90 m)	2.90 – 3.50 (0.60 m)	Arrêt à 3.50
PU4	Parking A-B + Bâtiment B et L	0.00 – 2.50 (2.50 m)	2.50 – 2.80 (0.30 m)	-	Arrêt à 2.80
PU5	Bâtiment L	0.00 – 1.80 (1.80 m)	1.80 – 2.10 (0.30 m)	-	Arrêt à 2.10
PU6		0.00 – 2.10 (2.10 m)	2.10 – 2.50 (0.40 m)	-	
PU7	Bâtiment E	0.00 – 2.20 (2.20 m)	-	-	Arrêt à 2.20

Sondage	Ouvrage	Horizon /H0/ Remblai argilo- graveleux à gravelo-argileux	Horizon /H1/ Scorie	Horizon /H2/ Argile plastique gris-bleu	Arrêt ou refus (m)
PU8	Bâtiments D et F- G + Parking H-I	0.00 – 1.60 (1.60 m)	1.60 – 1.80 (0.20 m)	-	Arrêt à 1.80
PU9	Bâtiment F-G	0.00 – 2.30 (2.30 m)	2.30 – 2.70 (0.40 m)	-	Arrêt à 2.70
PU10	Parking H-I	0.00 – 0.80 (0.80 m)	0.80 – 2.10 (1.30 m)	2.10 – 3.80 (1.70 m)	Arrêt à 3.80
PU11	Bâtiment J et Parking H-I	0.00 – 2.50 (2.50 m)	2.50 – 3.20 (0.70 m)	3.20 – 3.50 (0.30 m)	Arrêt à 3.50
PU12	Bâtiment J	0.00 – 2.00 (2.00 m)	2.00 – 3.00 (1.00 m)	3.00 – 3.60 (0.60 m)	Arrêt à 3.60
PU13	Bâtiments J et K	0.00 – 1.50 (1.50 m)	1.50 – 2.30 (0.80 m)	2.30 – 2.60 (0.30 m)	Arrêt à 2.60
PU14	Bâtiment K	0.00 – 2.00 (2.00 m)	2.00 – 2.50 (0.50 m)	-	Arrêt à 2.50
PU15	Bâtiment C	0.00 – 2.90 (2.90 m)	-	2.90 – 3.40 (0.50 m)	Arrêt à 3.40
PU16	Bâtiments C et D + Parking I-J	0.00 – 3.50 (3.50 m)	-	-	Arrêt à 3.50
PU17	Parking A-B	0.00 – 2.00 (2.00 m)	2.00 – 2.30 (0.30 m)	-	Arrêt à 2.30
PU18	Parking L	0.00 – 2.10 (2.10 m)	2.10 – 2.50 (0.40 m)	-	Arrêt à 2.50
PU19		0.00 – 2.10 (2.10 m)	2.10 – 2.40 (0.30 m)	-	Arrêt à 2.40
PU20	Parking H-I	0.00 – 1.60 (1.60 m)	1.60 – 2.60 (1.00 m)	2.60 – 3.50 (0.90 m)	Arrêt à 3.50

### **IV.3 – Sondages destructifs et essais pressiométriques**

Quatre (4) sondages destructifs ont été réalisés dans le cadre de cette étude :

- SP1 : 11.91 m de profondeur à proximité de l'essai EP8 (refus à 9.60 m)
- SP2 : 16.00 m de profondeur à proximité de l'essai EP25 (refus à 6.80 m)
- SD1 : 11.80 m de profondeur à proximité de l'essai EP14 (refus à 8.40 m)
- SD2 : 15.00 m de profondeur à proximité de l'essai EP35 (faux refus à 1.60 m)

Ces sondages, de diamètre 64 mm, ont été exécutés à l'aide d'une machine de forage APAFOR 430 équipée d'un enregistreur de paramètres permettant de suivre la vitesse d'avancement de foration ainsi que la pression d'injection du fluide de forage.

Sept (7) essais pressiométriques ont été exécutés dans les sondages SP1 et SP2 tous les 1.50 m, afin de déterminer les modules pressiométriques, les pressions limites et de fluage des horizons rencontrés.

Les coupes lithologiques des sondages donnant les paramètres de forage (SP1, SP2, SD1 et SD2) et les résultats des essais pressiométriques (SP1 et SP2) sont fournies en annexe 05.

L'ensemble des essais pressiométriques a été réalisé et dépouillé conformément à la norme NF P 94-110-1.

Le tableau ci-après synthétise les résultats obtenus lors du sondage :

Sondage SP1					
Horizons	Nature	Présence	Vitesses d'avancement (m/h)	Em (MPa)	PI* (MPa)
/H0/	Remblais divers	0.00 à -3.20 m/TN existant	50 à 75 m/h	2.5 à 5.2	0.43 à 0.62
/H1/	Argile plastique à graveleuse	-3.20 à -7.40 m/TN existant	50 à 180 m/h-	4.5 à 7.6	0.52 à 0.79
/H2/	Altération argileuse à rocheuse	Non observé	-	-	-
/H3/	Roche altérée et fracturée	A partir de -7.40 m/TN existant	5 à 50 m/h	154 à 252	5.04 à 5.57

Sondage SP2					
Horizons	Nature	Présence	Vitesses d'avancement (m/h)	Em (MPa)	PI* (MPa)
/H0/	Remblais divers	0.00 à -3.20 m/TN existant	50 à 125 m/h	4.6 à 9.6	0.30 à 1.43
/H1/	Argile plastique à graveleuse	-3.20 à -5.90 m/TN existant	75 à 125 m/h-	6.2	0.97
/H2/	Altération argileuse à rocheuse	-5.90 à -6.80 m/TN existant	25 à 75 m/h	17.4	2.09
/H3/	Roche altérée et fracturée	A partir de -6.80 m/TN existant	5 à 50 m/h	49.5 à 144	4.75 à 4.89

Sondage SD1			
Horizons	Nature	Présence	Vitesses d'avancement (m/h)
/H0/	Remblais divers	0.00 à -2.10 m/TN existant	50 à 125 m/h
/H1/	Argile plastique à graveleuse	-2.10 à -7.50 m/TN existant	125 à 250 m/h
/H2/	Altération argileuse à rocheuse	Non observé	-
/H3/	Roche altérée et fracturée	A partir de -7.50 m/TN existant	< 25 m/h

<b>Sondage SD2</b>			
<b>Horizons</b>	<b>Nature</b>	<b>Présence</b>	<b>Vitesses d'avancement (m/h)</b>
<b>/H0/</b>	Remblais divers	0.00 à -2.20 m/TN existant	25 à 125 m/h
<b>/H1/</b>	Argile plastique à graveleuse	-2.20 à -7.00 m/TN existant	125 à 380 m/h
<b>/H2/</b>	Altération argileuse à rocheuse	-7.00 à -8.30 m/TN existant	75 à 125 m/h
<b>/H3/</b>	Roche altérée et fracturée	A partir de -8.30 m/TN existant	< 25 m/h

#### **IV.4 – Analyses en laboratoire**

Trois (3) essais en laboratoire ont été réalisés sur les matériaux prélevés dans l'horizon /H0/ de remblais argilo-graveleux des puits de sondage PU17, PU18 et PU20 afin de caractériser les matériaux composant la partie supérieure des terrassements de la future voirie.

Les résultats des essais sont joints en annexe 06 sous la forme de procès-verbaux d'essais et sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

<b>Sondages</b>	<b>PU17</b>	<b>PU18</b>	<b>PU20</b>
<b>Profondeur (m)</b>	-0.50	-0.50	-0.50
<b>Matériau analysé</b>	Remblai argileux	Remblai argilo-graveleux	Remblai argilo-graveleux
<b>Horizon correspondant</b>	/H0/	/H0/	/H0/
<b>Teneur en eau par étuvage NF P 94-050 W %</b>	30.7	6.9	7.4
<b>Analyse granulométrique NF P 94-056</b>			
<b>Dmax (mm)</b>	12.5	50	63
<b>% &lt; 0.08 mm</b>	79	13	8
<b>% &lt; 2 mm</b>	94	29	20
<b>Valeur au bleu Sol NF P 94-068</b>	-	0.34	0.44
<b>VBS</b>			
<b>Limite d'Atterberg NF P 94-051</b>			
<b>WP</b>	29	-	-
<b>WI</b>	60	-	-
<b>Ip</b>	30	-	-
<b>Classification NF P 11-300</b>	<b>A<sub>3</sub></b>	<b>C<sub>1</sub>B<sub>5</sub></b>	<b>C<sub>1</sub>B<sub>4</sub></b>

## V. MODÉLISATION PRESSIOMÉTRIQUE

La synthèse des résultats du sondage pressiométrique et des essais pénétrométriques réalisés dans le cadre de ce projet permet d'établir la coupe synthétique suivante :

### Au droit des sondages SP1 / EP8 :

Horizon	Nature	Epaisseur (m)	Module pressiométrique E (MPa)	Pression limite nette PI (MPa)	Coefficient $\alpha$
/H0/	Remblais divers	3.20	3.4	0.51	1/4
/H1/	Argile plastique à graveleuse	4.20	5.6	0.64	2/3
/H2/	Altération argileuse à rocheuse	Non observé	-	-	-
/H3/	Roche altérée et fracturée	A partir de -7.40 m/TN existant	198	5.36	1/2

### Au droit des sondages SP2 / EP25 :

Horizon	Nature	Présence	Module pressiométrique E (MPa)	Pression limite nette PI (MPa)	Coefficient $\alpha$
/H0/	Remblais divers	3.20	6.2	0.66	1/4
/H1/	Argile plastique à graveleuse	2.70	6.2	0.97	2/3
/H2/	Altération argileuse à rocheuse	0.90	17.4	2.09	2/3
/H3/	Roche altérée et fracturée	A partir de -6.80 m/TN existant	82.6	4.82	1/2

Les caractéristiques pressiométriques indiquées dans les deux tableaux suivants proviennent des valeurs les moins favorables enregistrées dans les sondages SP1 et SP2.

### Au droit des sondages SD1 / EP14 :

Horizon	Nature	Présence	Module pressiométrique E (MPa)	Pression limite nette PI (MPa)	Coefficient $\alpha$
/H0/	Remblais divers	2.10	3.4	0.51	1/4
/H1/	Argile plastique à graveleuse	5.40	5.6	0.64	2/3
/H2/	Altération argileuse à rocheuse	Non observé	-	-	-
/H3/	Roche altérée et fracturée	A partir de -7.50 m/TN existant	82.6	4.82	1/2

**Au droit des sondages SD2 / EP35 :**

Horizon	Nature	Présence	Module pressiométrique E (MPa)	Pression limite nette PI (MPa)	Coefficient $\alpha$
/H0/	Remblais divers	2.20	3.4	0.51	1/4
/H1/	Argile plastique à graveleuse	4.80	5.6	0.64	2/3
/H2/	Altération argileuse à rocheuse	1.30	17.4	2.09	2/3
/H3/	Roche altérée et fracturée	A partir de 8.30 m/TN existant	82.6	4.82	1/2

## VI. SYNTHÈSE DE LA RECONNAISSANCE

L'interprétation des essais in situ permet d'établir, par bâtiment, la coupe synthétique suivante :

### Bâtiment A (EP1 à EP3, PU1 et PU2) :

Horizon	Description	Epaisseur ou profondeur	Résistance dynamique (en MPa)	Caractéristiques pressiométriques	Présence
/H0/	Remblais divers	1.70 m en EP3/PU2 à 2.50 m en EP1/PU1	Moyenne (5 < qd < 10 MPa) à forte (qd > 10 MPa)		Tous les sondages
/H1/	Argile plastique à graveleuse	2.50 m en EP1/PU1 à 5.10 m en EP3/PU2	Faible (qd < 5 MPa) à moyenne		Tous les sondages sauf EP2
/H2/	Altération argileuse à rocheuse	0.90 m en EP3/PU2 à 2.30 m en EP1/PU1	Globalement moyenne		Tous les sondages sauf EP2
/H3/	Roche altérée et fracturée	A partir de -7.30 à -7.70 m/TN existant en EP3/PU2	Globalement forte		Tous les sondages sauf EP2

L'essai EP2 a subi un refus prématuré dans l'horizon /H0/ de remblai à -2.00 m/TN existant.

### Bâtiment B (EP4 à EP7, PU2 et PU3) :

Horizon	Description	Epaisseur ou profondeur	Résistance dynamique (en MPa)	Caractéristiques pressiométriques	Présence
/H0/	Remblais divers	1.40 m en EP5 à 2.50 m en EP7	Moyenne (5 < qd < 10 MPa) à forte (qd > 10 MPa)		Tous les sondages
/H1/	Argile plastique à graveleuse	2.70 m en EP7 à 5.10 m en EP6/PU3	Faible (qd < 5 MPa) à moyenne		Tous les sondages
/H2/	Altération argileuse à rocheuse	1.00 m en EP6/PU3 à 2.90 m en EP5	Globalement moyenne		Tous les sondages
/H3/	Roche altérée et fracturée	A partir de -7.00 à -8.10 m/TN existant en EP6/PU3	Globalement forte		Tous les sondages

### Bâtiment C (EP41 à EP43, PU15 et PU16) :

Horizon	Description	Epaisseur ou profondeur	Résistance dynamique (en MPa)	Caractéristiques pressiométriques	Présence
/H0/	Remblais divers	2.70 m en EP41 à 4.60 m en EP43/PU16	Moyenne (5 < qd < 10 MPa) à forte (qd > 10 MPa)		Tous les sondages
/H1/	Argile plastique à graveleuse	2.30 m en EP41 à 2.40 m en EP42/PU15	Faible (qd < 5 MPa) à moyenne		EP41 et EP42/PU15
/H2/	Altération argileuse à rocheuse	2.30 m en EP42/PU15 uniquement	Globalement moyenne		EP42/PU15
/H3/	Roche altérée et fracturée	A partir de -7.00 à -8.10 m/TN existant en EP6/PU3	Globalement forte		EP42/PU15

Les essais EP41 et EP43 ont vraisemblablement subi un faux refus à des profondeurs respectives de -5.00 et -4.60 m/TN existant dans l'horizon /H1/ d'argile plastique à graveleuse au contact d'un bloc.

**Bâtiment D (EP43 à EP45, PU16 à PU18) :**

Horizon	Description	Epaisseur ou profondeur	Résistance dynamique (en MPa)	Caractéristiques pressiométriques	Présence
/H0/	Remblais divers	3.10 m en EP45/PU8 à 4.60 m en EP43/PU16	Moyenne (5 < qd < 10 MPa) à forte (qd > 10 MPa)	.	Tous les sondages
/H1/	Argile plastique à graveleuse	0.80 m en EP44/PU17 à 3.20 m en EP45/PU8	Faible (qd < 5 MPa) à moyenne		EP44/PU17 et EP45/PU8
/H2/	Altération argileuse à rocheuse	1.40 m en EP45/PU8 à 2.90 en EP44/PU17	Globalement moyenne		EP44/PU17 et EP45/PU8
/H3/	Roche altérée et fracturée	A partir de -7.40 à -7.70 m/TN existant en EP45/PU8	Globalement forte		EP44/PU17 et EP45/PU8

L'essai EP43 a vraisemblablement subi un refus prématuré dans l'horizon /H1/ d'argile plastique à graveleuse au contact d'un bloc à -4.60 m/TN existant.

**Bâtiment E (EP14 à EP16, PU17) :**

Horizon	Description	Epaisseur ou profondeur	Résistance dynamique (en MPa)	Caractéristiques pressiométriques	Présence
/H0/	Remblais divers	2.40 m en EP15 et EP16 à 3.80 m en EP14/PU7	Moyenne (5 < qd < 10 MPa) à forte (qd > 10 MPa)	EM = 3.4 MPa, PI = 0.51 MPa	Tous les sondages
/H1/	Argile plastique à graveleuse	1.90 m en EP14/PU7 à 5.20 m en EP16	Faible (qd < 5 MPa) à moyenne	EM = 5.6 MPa, PI = 0.64 MPa	EP14/PU7 et EP16
/H2/	Altération argileuse à rocheuse	0.20 m en EP16 à 1.90 en EP14/PU7	Globalement moyenne	Non observé	EP14/PU7 et EP16
/H3/	Roche altérée et fracturée	A partir de -7.60 à -7.80 m/TN existant en EP16	Globalement forte	EM = 82.6 MPa, PI = 4.82 MPa	EP14/PU7 et EP16

L'essai EP15 a vraisemblablement subi un refus prématuré dans l'horizon /H0/ de remblai à -2.40 m/TN existant.

**Bâtiment F-G (EP17 à EP21, PU8 et PU9) :**

Horizon	Description	Epaisseur ou profondeur	Résistance dynamique (en MPa)	Caractéristiques pressiométriques	Présence
/H0/	Remblais divers	2.20 m en EP20/PU9 à 3.00 m en EP21	Moyenne ( $5 < q_d < 10$ MPa) à forte ( $q_d > 10$ MPa)		Tous les sondages
/H1/	Argile plastique à graveleuse	1.00 m en EP21 à 4.90 m en EP18	Faible ( $q_d < 5$ MPa) à moyenne		Tous les sondages sauf EP20/PU9
/H2/	Altération argileuse à rocheuse	0.10 m en EP18 à 3.80 en EP17/PU8	Globalement moyenne		Tous les sondages sauf EP20/PU9
/H3/	Roche altérée et fracturée	A partir de -7.40 à -8.00 m/TN existant en EP19	Globalement forte		Tous les sondages sauf EP20/PU9

L'essai EP20 a vraisemblablement subi un refus prématuré dans l'horizon /H0/ de remblai à -2.20 m/TN existant.

**Parking H-I (EP22 à EP27, PU10 et PU11) :**

Horizon	Description	Epaisseur ou profondeur	Résistance dynamique (en MPa)	Caractéristiques pressiométriques	Présence
/H0/	Remblais divers	1.70 m en EP23 à 3.30 m en EP25	Moyenne ( $5 < q_d < 10$ MPa) à forte ( $q_d > 10$ MPa)	$4.6 \leq E_m \leq 9.6$ MPa ; $0.30 \leq P_i \leq 1.43$ MPa	Tous les sondages
/H1/	Argile plastique à graveleuse	1.30 m en EP25 à 2.50 m en EP22	Faible ( $q_d < 5$ MPa) à moyenne	$E_m = 6.2$ MPa ; $P_i = 0.97$ MPa	Tous les sondages
/H2/	Altération argileuse à rocheuse	0.10 m en EP23 à 2.10 en EP22	Globalement moyenne	$E_m = 17.4$ MPa ; $P_i = 2.09$ MPa	Tous les sondages sauf EP24/PU10
/H3/	Roche altérée et fracturée	A partir de -5.00 à -7.30 m/TN existant en EP22	Globalement forte	$49.5 \leq E_m \leq 144$ MPa ; $4.75 \leq P_i \leq 4.89$ MPa	Tous les sondages sauf EP24/PU10

A l'exception de EP22, les essais pénétrométriques EP23 et EP25 à EP27 ont vraisemblablement subi des faux refus dans l'horizon /H2/ d'argile plastique à graveleuse ou /H3/ d'altération argileuse à rocheuse à des profondeurs variant de -4.80 à -6.80 m/TN existant en EP25. L'essai pénétrométrique EP24 a subi un refus prématuré dans l'horizon /H0/ de remblais à une profondeur de -2.40 m/TN existant.

**Bâtiment J (EP28 à EP34, PU12 et PU13) :**

Horizon	Description	Epaisseur ou profondeur	Résistance dynamique (en MPa)	Caractéristiques pressiométriques	Présence
/H0/	Remblais divers	1.80 m en EP32 à 3.00 m en EP31/PU12	Moyenne ( $5 < q_d < 10$ MPa) à forte ( $q_d > 10$ MPa)		Tous les sondages
/H1/	Argile plastique à graveleuse	A partir de -2.30 m/TN existant en PU13 et -3.00 m/TN existant en PU12	Non atteint		PU12 et PU13 uniquement
/H2/	Altération argileuse à rocheuse	Non atteint	Non atteint		-
/H3/	Roche altérée et fracturée	Non atteint	Non atteint		-

L'ensemble des essais a subi des refus prématurés dans l'horizon /H0/ de remblais à des profondeurs variant de -1.60 m/TN existant en EP34 à -2.40 m/TN existant en EP28 et EP29.

**Bâtiment K (EP35 à EP40, PU14) :**

Horizon	Description	Epaisseur ou profondeur	Résistance dynamique (en MPa)	Caractéristiques pressiométriques	Présence
/H0/	Remblais divers	1.60 m en EP35 à 2.50 m en EP38/PU14	Moyenne ( $5 < q_d < 10$ MPa) à forte ( $q_d > 10$ MPa)	EM = 3.4 MPa, PL = 0.51 MPa	Tous les sondages
/H1/	Argile plastique à graveleuse	4.60 m en SD2 uniquement	Non atteint	EM = 5.6 MPa, PL = 0.64 MPa	SD2
/H2/	Altération argileuse à rocheuse	1.60 m en SD2 uniquement	Non atteint	EM = 17.4 MPa, PL = 2.09 MPa	SD2
/H3/	Roche altérée et fracturée	A partir de -8.60 m/TN existant en SD2	Non atteint	EM = 82.6 MPa, PL = 4.82 MPa	SD2

L'ensemble des essais a subi des refus prématurés dans l'horizon /H0/ de remblais à des profondeurs variant de -1.60 m/TN existant en EP35 à -2.40 m/TN existant en EP39 et EP40.

**Bâtiment L (EP8 à EP13, PU4 et PU6) :**

Horizon	Description	Epaisseur ou profondeur	Résistance dynamique (en MPa)	Caractéristiques pressiométriques	Présence
/H0/	Remblais divers	2.40 m en EP10 et EP11/PU5 à 3.40 m en EP8/PU4	Moyenne ( $5 < q_d < 10$ MPa) à forte ( $q_d > 10$ MPa)	$2.5 \leq E_m \leq 5.2$ MPa ; $0.43 \leq P_I \leq 0.62$ MPa	Tous les sondages
/H1/	Argile plastique à graveleuse	2.20 m en EP8/PU4 et EP9 à 2.70 m en EP13	Faible ( $q_d < 5$ MPa) à moyenne	$4.5 \leq E_m \leq 7.6$ MPa ; $0.52 \leq P_I \leq 0.79$ MPa	EP8/PU4, EP9 et EP13
/H2/	Altération argileuse à rocheuse	0.10 m en EP13 à 2.10 m en EP9	Globalement moyenne	Non observé	EP8/PU4, EP9 et EP13
/H3/	Roche altérée et fracturée	A partir de -7.40 m/TN existant en EP8/PU4 et SP1	Non atteint	$154 \leq E_m \leq 252$ MPa ; $5.04 \leq P_I \leq 5.57$ MPa	EP8/PU4, SP1

Les essais EP10 à EP12 ont subi des refus prématurés dans l'horizon /H0/ de remblais à des profondeurs variant de -2.40 à -2.60 m/TN existant en EP12.

Des traces d'humidité ont été relevées sur les trains de tiges pénétrométriques des essais suivants :

- EP5 à partir de -5.00 m/TN existant,
- EP41 à partir de -3.00 m/TN existant.

## VII. SYSTÈME DE FONDATION DES BÂTIMENTS

Le projet prévoit la construction de 9 bâtiments de type R+3 ou R+4 et 2 parkings couverts.

Les sondages et essais exécutés sur le terrain existant ont mis en évidence dès la surface un horizon /H0/ de remblais argilo-graveleux à graveleux-argileux de couleurs variées (marron, orange, gris-bleu, ...) et de scorie de résistance dynamique globalement moyenne ( $5 < q_d < 10$  MPa) à forte ( $q_d > 10$  MPa). Cet horizon a été observé sur des épaisseurs variant de 1.40 m en EP5 (Bâtiment B) à 4.60 m (Bâtiment C). Cet horizon a provoqué le refus pénétrométrique prématuré de nombreux essais au contact de la scorie indurée : EP2, EP10 à EP12, EP15, EP20, EP28 à EP40 et EP43.

Ces matériaux reposent sur un horizon /H1/ d'argile plastique à graveleuse de portance faible ( $q_d < 5$  MPa) à moyenne sur des épaisseurs variant de 0.80 m en EP44/PU17 (Bâtiment D) à 5.20 m en EP16 (Bâtiment E).

Sous cet horizon, les essais pénétrométriques ont mis en évidence un horizon de portance globalement moyenne caractéristique d'un horizon d'altération argileuse à rocheuse (Horizon /H3/). Cet horizon est présent sur des épaisseurs variant vraisemblablement de 0.10 m en EP18 et EP23 à 3.80 m en EP17/PU8.

Cet horizon repose sur un horizon de portance forte provoquant le refus pénétrométrique caractéristique de l'horizon /H3/ de roche altérée et fracturée. Cet horizon est présent à partir de -7.00 m/TN existant en EP4/PU2 (Bâtiment B) à -8.30 m/TN existant en SD2.

Compte-tenu de ces résultats, de la présence en surface de remblais reposant sur un horizon d'argile plastique à graveleuse de portance faible à moyenne, un système de fondation superficiel ou semi-profond ne peut pas être retenu pour la construction des bâtiments.

De même, l'exécution d'un remblai de substitution sous les bâtiments en R+1 (Bâtiments J et L) n'est pas envisageable en raison des tassements importants ( $> 1$  cm) des horizons compressibles sous le poids des constructions.

Dans ces conditions, Seul un système de fondations profondes composé de pieux foré béton ou micropieux peut être envisagé dans le cadre de ce projet en raison de la profondeur importante de l'horizon porteur /H3/ ( $> 6.50$  m) au droit des ouvrages projetés.

## VIII. PRÉ-DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS PROFONDES

Un système de fondations profondes composé de pieux forés béton ou micro-pieux doit être envisagé pour l'ensemble des constructions relatif au projet en raison de la profondeur importante de l'horizon porteur /H3/ (> 6.50 m) au droit des ouvrages projetés.

### Pieux forés béton :

Un pré-dimensionnement des pieux forés béton a été réalisé selon le DTU 13.2 à partir des résultats du sondage pressiométrique SP1, SP2, SD1 et SD2 selon les hypothèses suivantes :

- Caractéristiques pressiométriques des sols telles que définies au paragraphe V.
- Diamètre des pieux : 0.40, 0.60 et 0.80 m.
- Neutralisation du frottement latéral : 2.00 m minimum ou /H0/ de remblais.
- frottements latéraux unitaires selon le DTU 13.2 :

#### **SP1 :**

- Horizon /H1/ d'argile plastique à graveleuse :  $q_{s1} = 20 \text{ kPa}$  (courbe Abis),  
 $Pl_1 = 0.64 \text{ MPa}$ .
- Horizon /H2/ d'altération argileuse à rocheuse :  $q_{s2} = \text{Non observé en SP1}$ ,  
 $Pl_2 = \text{Non observé en SP1}$ .
- Horizon /H3/ de roche altérée et fracturée :  $q_{s3} = 400 \text{ kPa}$  (courbe F),  
 $Pl_3 = 5.36 \text{ MPa}$ ,  
 $Kp_3 = 1.6$ .

#### **SP2 :**

- Horizon /H1/ d'argile plastique à graveleuse :  $q_{s1} = 30 \text{ kPa}$  (courbe Abis),  
 $Pl_1 = 0.97 \text{ MPa}$ .
- Horizon /H2/ d'altération argileuse à rocheuse :  $q_{s2} = 150 \text{ kPa}$  (courbe C),  
 $Pl_2 = 2.09 \text{ MPa}$ .
- Horizon /H3/ de roche altérée et fracturée :  $q_{s3} = 380 \text{ kPa}$  (courbe F),  
 $Pl_3 = 4.82 \text{ MPa}$ ,  
 $Kp_3 = 1.6$ .

#### **SD1 :**

- Horizon /H1/ d'argile plastique à graveleuse :  $q_{s1} = 20 \text{ kPa}$  (courbe Abis),  
 $Pl_1 = 0.64 \text{ MPa}$ .
- Horizon /H2/ d'altération argileuse à rocheuse :  $q_{s2} = \text{Non observé en SD1}$ ,  
 $Pl_2 = \text{Non observé en SD1}$ .
- Horizon /H3/ de roche altérée et fracturée :  $q_{s3} = 380 \text{ kPa}$  (courbe F),  
 $Pl_3 = 4.82 \text{ MPa}$ ,  
 $Kp_3 = 1.6$ .

**SD2 :**

- Horizon /H1/ d'argile plastique à graveleuse :  $q_{s1} = 30 \text{ kPa}$  (courbe Abis),  
 $PI_1 = 0.97 \text{ MPa}$ .
- Horizon /H2/ d'altération argileuse à rocheuse :  $q_{s2} = 150 \text{ kPa}$  (courbe C),  
 $PI_2 = 2.09 \text{ MPa}$ .
- Horizon /H3/ de roche altérée et fracturée :  $q_{s3} = 380 \text{ kPa}$  (courbe F),  
 $PI_3 = 4.82 \text{ MPa}$ ,  
 $Kp_3 = 1.6$ .

Le tableau complet de pré-dimensionnement a été calculé (annexe 07) au droit des essais et sondages suivants :

- Bâtiment A : EP3
- Bâtiment B : EP6
- Bâtiment C : EP42
- Bâtiment D : EP45
- Bâtiment E : SD1
- Bâtiment F-G : EP19
- Parkings H-I : SP2
- Bâtiment J : SP2
- Bâtiment K : SD2
- Bâtiment L : SP1

Les dernières fiches de pieux fournis dans les tableaux ont été optimisées pour une contrainte ELS maximum de 5 MPa dans le béton. Les charges maximales admissibles à l'ELS mobilisables sont alors de :

- Pour des pieux de 0.40 m de diamètre : 628 kN
- Pour des pieux de 0.60 m de diamètre : 1414 kN
- Pour des pieux de 0.80 m de diamètre : 2513 kN

**Remarques importantes :**

- Les dalles basses des bâtiments et parkings devront être portées par les fondations. Compte tenu de l'hétérogénéité des remblais et du risque de présence de matériaux argileux sensibles à l'eau (classement A3 selon GTR 92) au sein de ces matériaux, il conviendra de réaliser un vide sanitaire ou de mettre en œuvre un remblai de substitution de 1.50 m d'épaisseur afin d'éviter le phénomène de retrait/gonflement des argiles plastiques. Comme les dalles seront portées, les remblais de substitution pourront être réalisés avec un tout venant graveleux classés C<sub>1</sub>B<sub>4</sub> à C<sub>1</sub>B<sub>5</sub>, peu sensible à l'eau (VBS < 8) et peu à moyennement dégradable (Dg < 20). Ces matériaux devront être mis en œuvre par couche de 0.30 m soigneusement compactés.

Pour s'affranchir d'exécuter ces remblais de substitution, il convient de s'orienter vers l'exécution d'un vide sanitaire ou de confier une mission de supervision géotechnique d'exécution G4 basée sur la réalisation de sondages en phase travaux et d'essais de laboratoire en cas de doute sur la nature des matériaux présents sous les dalles des bâtiments.

- Les pieux devront être ancrés au minimum de 0.50 m dans l'horizon rocheux altéré /H3/.
- Il conviendra de respecter la règle du DTU 13.2 pour les fondations profondes impliquant un rapport D/B > 6 (D = fiche du pieu et B = diamètre du pieu).
- Les pieux devront être suivis par un ingénieur géotechnicien dans le cadre d'une supervision géotechnique d'exécution G4 – Phase Supervision de suivi d'exécution.

**Micro-pieux de type II :**

Les calculs de pré-dimensionnement ont été effectués à partir des hypothèses suivantes :

- Caractéristiques pressiométriques des sols telles que définies au paragraphe VI.
- Diamètre des micro-pieux : 0.20 m.
- Armature : tube pétrolier 114x7.
- Charge maximum admissible pour un tube pétrolier 114x7 : 540 kN.
- Epaisseur sacrifiée à la corrosion de 2 mm sur l'ensemble du périmètre selon le DTU 13.2.
- Neutralisation du frottement latéral : 2.00 m minimum ou horizons /H1/ de remblai.
- frottements latéraux unitaires selon le DTU 13.2 :

**SP1 :**

- Horizon /H1/ d'argile plastique à graveleuse :  $q_{s1} = 20 \text{ kPa}$  (courbe Abis),  
 $Pl_1 = 0.64 \text{ MPa}$ .
- Horizon /H2/ d'altération argileuse à rocheuse :  $q_{s2} = \text{Non observé en SP1}$ ,  
 $Pl_2 = \text{Non observé en SP1}$ .
- Horizon /H3/ de roche altérée et fracturée :  $q_{s3} = 400 \text{ kPa}$  (courbe F),  
 $Pl_3 = 5.36 \text{ MPa}$ .

**SP2 :**

- Horizon /H1/ d'argile plastique à graveleuse :  $q_{s1} = 30 \text{ kPa}$  (courbe Abis),  
 $Pl_1 = 0.97 \text{ MPa}$ .
- Horizon /H2/ d'altération argileuse à rocheuse :  $q_{s2} = 150 \text{ kPa}$  (courbe C),  
 $Pl_2 = 2.09 \text{ MPa}$ .
- Horizon /H3/ de roche altérée et fracturée :  $q_{s3} = 380 \text{ kPa}$  (courbe F),  
 $Pl_3 = 4.82 \text{ MPa}$ .

**SD1 :**

- Horizon /H1/ d'argile plastique à graveleuse :  $q_{s1} = 20 \text{ kPa}$  (courbe Abis),  
 $Pl_1 = 0.64 \text{ MPa}$ .
- Horizon /H2/ d'altération argileuse à rocheuse :  $q_{s2} = \text{Non observé en SD1}$ ,  
 $Pl_2 = \text{Non observé en SD1}$ .
- Horizon /H3/ de roche altérée et fracturée :  $q_{s3} = 380 \text{ kPa}$  (courbe F),  
 $Pl_3 = 4.82 \text{ MPa}$ .

**SD2 :**

- Horizon /H1/ d'argile plastique à graveleuse :  $q_{s1} = 30 \text{ kPa}$  (courbe Abis),  
 $Pl_1 = 0.97 \text{ MPa}$ .
- Horizon /H2/ d'altération argileuse à rocheuse :  $q_{s2} = 150 \text{ kPa}$  (courbe C),  
 $Pl_2 = 2.09 \text{ MPa}$ .
- Horizon /H3/ de roche altérée et fracturée :  $q_{s3} = 380 \text{ kPa}$  (courbe F),  
 $Pl_3 = 4.82 \text{ MPa}$ .

Le tableau complet de pré-dimensionnement a été calculé (annexe 08) au droit des essais et sondages suivants :

- Bâtiment A : EP3
- Bâtiment B : EP6
- Bâtiment C : EP42
- Bâtiment D : EP45
- Bâtiment E : SD1
- Bâtiment F-G : EP19
- Parkings H-I : SP2
- Bâtiment J : SP2
- Bâtiment K : SD2
- Bâtiment L : SP1

Remarques importantes :

- Les dalles basses des bâtiments et parkings devront être portées par les fondations. Compte tenu de l'hétérogénéité des remblais et du risque de présence de matériaux argileux sensibles à l'eau (classement A3 selon GTR 92) au sein de ces matériaux, il conviendra de réaliser un vide sanitaire ou de mettre en œuvre un remblai de substitution de 1.50 m d'épaisseur afin d'éviter le phénomène de retrait/gonflement des argiles plastiques. Comme les dalles seront portées, les remblais de substitution pourront être réalisés avec un tout venant graveleux classés C<sub>1</sub>B<sub>4</sub> à C1B5, peu sensible à l'eau (VBS < 8) et peu à moyennement dégradable (Dg < 20). Ces matériaux devront être mis en œuvre par couche de 0.30 m soigneusement compactés.

Pour s'affranchir d'exécuter ces remblais de substitution, il convient de s'orienter vers l'exécution d'un vide sanitaire ou de confier une mission de supervision géotechnique d'exécution G4 basée sur la réalisation de sondages en phase travaux et d'essais de laboratoire en cas de doute sur la nature des matériaux présents sous les dalles des bâtiments.

- Chaque micro-pieu devra être équipé d'une armature et rempli d'un coulis ou de mortier de scellement mis en place à l'aide d'un tube plongeur ou d'un train de tige immédiatement après la fin du forage.

- Le dosage minimal du coulis de scellement sera de 1200 kg de ciment par m<sup>3</sup> de coulis. Si le pieu est rempli avec un mortier, sa résistance à la compression simple devra être au minimum égale à celle d'un coulis de ciment de rapport pondéral C/E = 2.

- Les micro-pieux devront être vérifiés au flambement.

- Les micro-pieux devront être suivis par un ingénieur géotechnicien dans le cadre d'une supervision géotechnique d'exécution G4 – Phase Supervision de suivi d'exécution.

- En l'absence d'essai d'arrachement sur les micropieux, les charges limites devront être minorées d'un coefficient de 1.5.

## IX. PRE-DIMENSIONNEMENT DE LA STRUCTURE DE LA CHAUSSEE INTERNE

### VII.1 – Couche de forme

Le projet prévoit la mise en œuvre de voies d'accès et des zones de parking le long des bâtiments projetés.

Les puits de sondage réalisés au droit des futures zones de parking ont tous mis en évidence un horizon /H0/ de remblai argilo-graveleux à gravele-argileux pouvant contenir des lits de scorie indurée sur des épaisseurs largement supérieures à 1.00 m et de portance globalement moyenne ( $5 < q_d < 10$  MPa) à forte ( $q_d > 10$  MPa) recouvrant un horizon /H2/ d'argile plastique à graveleuse de portance faible ( $q_d < 5$  MPa) à moyenne.

La partie supérieure des terrassements (PST) sera donc toujours composé de l'horizon /H0/ de remblai. Les essais de laboratoire ont caractérisé les matériaux de remblais en  $A_3$  (PU17),  $C_1B_4$  (PU18) et  $C_1B_5$  (PU20) selon le GTR 92. Par conséquent, en raison de la présence de matériaux sensibles à l'eau ( $A_3$ ) et du phénomène de retrait/gonflement potentiel de ces matériaux la PST pourra être qualifiée :

- **PST1/AR1** dans les zones de remblai argilo-graveleux à gravele-argileux reposant sur l'horizon d'argile plastique à graveleuse /H1/ de faible portance

Les épaisseurs de couche de forme à mettre en œuvre seront alors les suivantes :

- **Pour une PST1/AR1** : 0.80 m ou 0.65 m avec l'intercalation d'un géotextile entre la PST et la couche de forme.

La couche de forme devra être composée d'un matériau graveleux de type  $C_1B_3$  à  $C_1B_4$  0/80 mm, peu dégradé et peu sensible à l'eau ( $VBS < 0.5$ ). Elle devra être mise en œuvre par épaisseur de 0.30 m maximum, soigneusement compactée et réceptionnée à l'essai de plaque en recherchant un module de rigidité à l'EV2  $> 80$  MPa pour obtenir une plate-forme de type PF2.

**Remarque importante** : La présence des matériaux classés  $A_3$  ne semble pas être systématique. Dans ces conditions, la qualification de la PST pourrait être optimisée dans le cadre d'une mission G4 – supervision géotechnique d'exécution - par vérification visuelle, lors des travaux, des matériaux composant la PST.

## **VII.2 – Corps de chaussée**

### **VII.2.1 - Trafic**

En l'absence de données sur le futur trafic, il a été estimé un trafic inférieur à 5 poids lourds par jour.

Si ce trafic devait s'avérer différent, il conviendrait de fournir le trafic exact projeté afin de réviser le dimensionnement de chaussée fourni dans le paragraphe VII.2.2.

En retenant le trafic estimé ci-dessus et selon le manuel de conception des chaussées neuves à faible trafic du LCPC/SETRA de 1981 et du guide technique de conception des structures de chaussées du LCPC/SETRA de 1994, la classe de trafic sera de type t5/TC<sub>1</sub>.

Les hypothèses retenues pour déterminer le nombre cumulé d'essieux standards N de 130 kN pour les différentes chaussées projetées sont :

#### **Trafic inférieur ou égal à 5 PL/j :**

- |                               |        |
|-------------------------------|--------|
| ➤ Durée de vie :              | 20 ans |
| ➤ Croissance annuelle :       | 0%     |
| ➤ Coefficient d'agressivité : | 1      |

Soit  $NE \leq 36\ 500$ .

### **VII.2.2 – Dimensionnement de la chaussée**

Le dimensionnement de chaussée du projet a été déterminé à partir d'une plate-forme de type PF2. Il est donné en fonction du trafic retenu ci-dessus et selon le manuel des conceptions des chaussées neuves à faible trafic du LCPC/SETRA de 1981 et du guide technique de conception des structures de chaussées du LCPC/SETRA de 1994 :

#### **Pour un trafic < 5 PL/j :**

- Plate-forme PF2 (EV2 > 80 MPa).
- Couche de base / fondation : 20 cm de GNT 0/31.5 ou 0/20 mm (grave non traitée).
- Couche d'imprégnation I50 : 500 g/m<sup>2</sup> de bitume résiduel minimum.
- Couche de roulement : 6 cm de béton bitumineux BBSG 0/10 mm.

Le corps de chaussée devra être réalisé avec une grave non traitée 0/31.5 mm ou 0/20 mm comprenant des granulats de catégorie D b (norme NF P 18-545) selon la note info n°10 du CFTR et être conforme aux spécifications de la norme NF EN 13285.

Les granulats composant la couche de roulement du béton bitumineux semi-grenu (BBSG) 0/10 mm devront être de catégorie D III a (norme NF P 18-545) selon la note info n°10 du CFTR.

Le BBSG 0/10 mm sera de classe 2 niveau 2 et sera mis en œuvre selon les recommandations de la norme NF P 98-150.

## X. RECOMMANDATIONS

Afin d'éviter tout désordre par infiltration d'eau dans la plate-forme, un assainissement soigné devra être réalisé en prévoyant des pentes suffisantes sur le terrain pour rejeter les eaux de ruissellement dans des cunettes et fossés. Ces ouvrages d'assainissement devront être reliés à des exutoires.

Il est également recommandé de :

- Proscrire tout arbre ou plantation présentant de grandes racines à moins de 5 m de toute construction.
- Fermer rapidement toute tranchée et fouille afin d'éviter toute infiltration d'eau dans le terrain et sous les niveaux de fondations.

Tout terrassement devra être effectué de préférence en dehors des périodes pluvieuses.

4.2.4 - Tableaux synthétiques

Tableau 1 – Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage	Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux		
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

**Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique**

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

**ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)**

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

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

**ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)**

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

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

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

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

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

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

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

## Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique

### 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 œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

#### Phase Étude

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

#### Phase Suivi

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

### SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

#### Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

#### Phase Supervision du suivi d'exécution

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

### DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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