

ETUDE GEOTECHNIQUE

Mission G2-AVP
Création d'un accès PMR
11, rue de la Maison Blanche
Sur la commune de Nantes (44)



OBJET	DATE	INDICE	REDACTEUR	VERIFICATEUR
G2-AVP – création d'un accès PMR	30/03/2016	01	C. ROGER	JM CHAIZE

SOMMAIRE

1.	PRÉSENTATION	4
1.1.	DESCRIPTION DU SITE ET DU PROJET	4
1.2.	CONTEXTE GEOLOGIQUE.....	4
1.3.	RISQUES GEOTECHNIQUES.....	4
1.4.	DONNEES D'ENTREE	5
2.	MISSION ET PROGRAMME DE RECONNAISSANCE	5
2.1.	MISSION.....	5
2.2.	PROGRAMME.....	5
2.3.	CONSISTANCE DES INVESTIGATIONS	6
3.	RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS.....	6
3.1.	IMPLANTATION.....	6
3.2.	GEOLOGIE.....	6
3.3.	GEO-MECANIQUE.....	7
3.4.	HYDROGEOLOGIE	7
3.5.	PARAMETRES SISMIQUES	8
3.6.	LIQUEFACTION DES SOLS	8
4.	ETUDE D'AVANT-PROJET.....	9
4.1.	FONDATEMENTS.....	9
4.1.1.	Principe de fondations.....	9
4.1.2.	Profondeur d'ancrage	9
4.1.3.	Contraintes de calculs	9
4.1.4.	Evaluation des tassements.....	10
4.1.5.	Dispositions constructives.....	10
4.1.6.	Suggestions d'exécutions.....	11
4.2.	DALLAGES.....	11
5.	SOLUTION VARIANTE	12
5.1.	PRINCIPE DE FONDATION.....	12
5.2.	METHODE DE CALCULS SELON L'EUROCODE 7 ET SA NORME D'APPLICATION NF P 94-262.....	13
5.2.1.	Principe	13
5.2.2.	Définition des termes de pointe - frottement axial - frottement négatif (G_{sn})	13
5.2.3.	Calcul de la capacité portante – Résistance caractéristique ($R_{c;k}$)	14
5.2.4.	Calcul de la capacité portante – Résistance de calcul ($R_{c;d}$) – ELU et ELUA.....	14
5.2.5.	Calcul de la capacité portante – Résistance au fluage ($R_{c;cr;d}$) - ELS.....	15
5.3.	MODELE GEOTECHNIQUE	16
5.4.	EXEMPLE DE PREDIMENSIONNEMENT DES PIEUX EN COMPRESSION ET EN TRACTION	16
5.4.1.	Remarques préliminaires	16
5.4.2.	Compression – Vérifications vis-à-vis du sol	17
5.4.3.	Traction – Vérifications vis-à-vis du sol	17
5.5.	PRECAUTIONS PARTICULIERES	18
5.6.	REMARQUES IMPORTANTES CONCERNANT LA REALISATION DES MICROPIEUX.....	18

6.	TERRASSEMENTS GENERAUX.....	18
6.1.	RAPPEL	18
6.2.	MOYENS D'EXTRACTION.....	18
6.3.	STABILITE DES TALUS.....	19
7.	EAU ET DRAINAGE	20
7.1.	PHASE PROVISOIRE	20
7.2.	PHASE DEFINITIVE	20
8.	SUITES A DONNER	21
9.	CONDITIONS PARTICULIÈRES.....	22

ANNEXES :

Annexe 1 : Extrait de la norme NF P 94-500 (2 pages)

Annexe 2 : Implantation des sondages (1 page)

Annexe 3 : Résultats des investigations in-situ (2 pages)

1. PRÉSENTATION

Cette étude a été réalisée par la société ECR Environnement – ZA du Taillis 3 – 5 rue des Clairières – 44840 LES SORINIERES, à la demande de :

SERBA
10bis, av. du Maréchal De Lattre de Tassigny
44412 REZE Cedex

et pour le compte de :

Ministère des Affaires Etrangères et du développement international
11 rue de la Maison Blanche
44100 Nantes

1.1. Description du site et du projet

Le projet se situe au numéro 11 de la rue de la Maison Blanche, au niveau de l'entrée du bâtiment accueillant le Ministère des Affaires Etrangères, sur la commune de Nantes (44).

Le projet prévoit la création d'un accès PMR, comprenant la réalisation d'un ascenseur, un escalier et des paliers/SAS le long du bâtiment BREIL 4, de type R+1, en voiles BA. Il desservira le RDC bas et le RDC haut.

Le bâtiment existant est de type R+4 sur deux niveaux de sous-sol. Les cotes des niveaux sont les suivants :

- R-2 : cote 37, 20 m NGF ;
- RDC bas : 42.50 m NGF ;
- RDC haut : 46.41 m NGF.

Remarque : les descentes de charges du projet ne nous ont pas été fournies. Il conviendra donc de s'assurer que les fondations préconisées et les dispositions retenues soient en accord avec les caractéristiques réelles des ouvrages.

1.2. Contexte géologique

D'après la carte géologique de Nantes au 1/50 000^e établie par le BRGM et notre connaissance de ce secteur, la succession géologique attendue au droit de la zone d'étude est la suivante :

- remblais éventuels liés à l'aménagement du site (non mentionnés),
- formation de recouvrement (argiles, limons, sables),
- substratum micaschisteux et ses produits d'altération.

1.3. Risques géotechniques

- **Aléa retrait-gonflement des argiles :**

D'après la carte d'aléa retrait gonflement des argiles (source : www.georisques.gouv.fr), le terrain étudié est situé dans une zone d'aléa faible.

- **Risque de remontée de nappe :**

Le terrain étudié est situé en zone de sensibilité très faible concernant le risque de remontée de nappe (source : www.georisques.gouv.fr).

- **Aléa sismique :**

Le nouveau zonage sismique de la France (datant d'octobre 2010 et entré en vigueur le 01/05/2011) classe la commune de Nantes en zone d'aléa sismique 3 (aléa modéré – $a_{gr} = 1.1 \text{ m/s}^2$).

1.4. Données d'entrée

La présente étude a été réalisée à partir des documents suivants :

Document	Emetteur	Référence	Date	Echelle
Cahier des charges	SERBA	SA 85 15.0193	-	-
RDC bas, RDC haut Coupe BB Façades	BCL Architectes	-	27/01/2016	1/100

2. MISSION ET PROGRAMME DE RECONNAISSANCE

2.1. Mission

Cette étude a pour but de définir le type et les caractéristiques de fondations et dallage à envisager pour le projet, en fonction de la nature, de l'épaisseur et de la compacité des différents terrains rencontrés.

Il s'agit d'une mission de type G2-AVP, suivant la Définition et la Normalisation des Missions du Géotechnicien établies en novembre 2013 (Norme NF P 94-500 présentée en annexe 1).

2.2. Programme

Conformément à la demande du client, cette étude a pour but :

- de préciser le contexte géologique et hydrogéologique du site,
- d'évaluer les caractéristiques mécaniques des sols (résistance, portance, déformabilité des sols,...),
- de préciser les prescriptions vis-à-vis de l'aléa sismique (classe de site, de sol, risque de liquéfaction...),
- de préciser le type de fondations envisageables pour le projet,
- de présenter un exemple de pré-dimensionnement des fondations envisagées (niveaux d'assise, taux de travail admissible du sol, contraintes de calculs aux ELU et aux ELS, tassements,...),
- d'évaluer l'aptitude des terrains au terrassement (tenue, dureté...),
- d'évaluer les précautions à prendre en compte lors de la réalisation des travaux (terrassements, soutènements, purges, substitutions, mise hors d'eau, drainage...).

2.3. Consistance des investigations

Pour répondre aux objectifs présentés ci-avant, nous avons réalisé les investigations suivantes :

- 1 sondage de reconnaissance géologique à la tarière mécanique (nommé SP1), descendu au refus à 7.40 m de profondeur, pour déterminer les limites et la nature des couches géologiques, observer les venues d'eau et le niveau d'eau éventuels et réaliser :
- 1 profil pressiométrique (6 essais), réparti tous les 1.50 m dans le sondage SP1 et réalisé selon la norme NF P 94 110. La réalisation de ces essais a permis de préciser les caractéristiques mécaniques des sols rencontrés (pressions de fluage, modules pressiométriques et pressions limites).
- 1 sondage au pénétromètre dynamique de type B (nommé PD1), descendu au refus à 5.80 m de profondeur, pour déterminer en continu la résistance dynamique de pointe des terrains.

Les sondages ont été réalisés le 25 mars 2016 à l'aide d'une foreuse de marque Ecofore type CE 302.

Les documents suivants sont présentés en annexes :

- extrait de la norme NF P 94-500 (annexe 1),
- implantation des sondages (annexe 2),
- résultats des investigations in-situ (annexe 3).

3. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS

3.1. Implantation

La position des sondages figure sur le plan d'implantation en annexe 2.

Les points de sondages ont été nivelés en prenant comme référence le seuil de l'entrée principale du bâtiment (cf. plan d'implantation des sondages en annexe 2). D'après les éléments transmis lors de l'étude, la cote altimétrique de ce repère de nivellement est Z = 46.39 m NGF.

Les cotes altimétriques des sondages figurent sur les coupes en annexe 3.

3.2. Géologie

Les profondeurs citées dans le présent rapport ont été mesurées par rapport au Terrain Actuel (TA) tel qu'il était lors de notre intervention (mars 2016).

Le sondage de reconnaissance a permis de mettre en évidence les faciès suivants (la coupe du sondage figure en annexe 3) :

Sondage	SP1 (en m/TA)
Terre végétale	0.00 à 0.15
Remblai limono-sableux à cailloutis et morceaux d'ardoise (marron)	0.15 à 1.60
Altérite schisteuse (marron-ocre, jaune)	1.60 à 5.00
Schiste compact (ocre, beige)	5.00 à $\geq 7.40^*$

* Profondeur de refus

Remarques : ces profondeurs n'impliquent en rien qu'il ne puisse exister d'anomalie de la stratigraphie. En particulier, la position exacte des interfaces entre couches ne saurait se déduire d'une simple extrapolation des relevés du sondage.

3.3. Géo-mécanique

Les essais pénétrométriques et pressiométriques réalisés ont permis de mettre en évidence :

- des caractéristiques mécaniques moyennes à élevées dans les **remblais**,
- des caractéristiques mécaniques moyennes à élevées dans les **altérites schisteuses**,
- des caractéristiques mécaniques élevées dans les **schistes compacts**.

Le tableau suivant présente les caractéristiques mécaniques des sols rencontrés :

Formations	Résistance dynamique Qd (MPa)	Nombre d'essais pressiométriques	Pressions Limites (Mpa)			Modules pressiométriques (Mpa)		
			Min	Max	Moyenne géométrique	Min	Max	Moyenne harmonique
Remblai	7.5 à 16.0	1	1.31			27.3		
Altérites schisteuses	8.5 à 26.2	3	1.88	2.03	1.96	35.4	63.1	40.3
Schistes compacts	> 50.0	2	> 2.40			63.1	76.3	69.1

3.4. Hydrogéologie

Lors de notre intervention (mars 2016), aucune venue d'eau en cours de forage ni aucun niveau d'eau en fin de chantier n'ont été observés dans les sondages.

Remarques : ce constat n'est valable qu'à la date d'investigation et ne saurait représenter l'ensemble des circulations et l'amplitude des variations saisonnières de la nappe. Nous rappelons que le terrain étudié est situé dans zone de sensibilité très faible concernant le risque de remontée de nappe.

3.5. Paramètres sismiques

D'après les éléments transmis lors de l'étude et les résultats de la campagne de reconnaissance, les paramètres sismiques à prendre en compte selon l'Eurocode 8 sont les suivants :

- zone de sismicité : zone 3 – aléa modéré,
- accélération a_{gr} : 1.1 m/s^2 ,
- catégorie d'importance de l'ouvrage : II (à confirmer),
- coefficient d'importance γ_i : 1,
- classe de sol : A,
- coefficient de sol S : 1.

3.6. Liquéfaction des sols

On appelle liquéfaction d'un sol un processus conduisant à la perte totale de résistance au cisaillement du sol par augmentation de la pression interstitielle. Elle est accompagnée de déformations dont l'amplitude peut être limitée ou quasi illimitée.

D'après l'Eurocode 8, un sol n'est pas considéré comme liquéfiable si :

$$\frac{\gamma_i \cdot a_{gr} \cdot s}{g} < 0,15$$

Avec :

- γ_i : coefficient dépendant de la catégorie d'importance de l'ouvrage ; ici $\gamma_i = 1$ pour une catégorie d'importance II à confirmer par la Maîtrise d'Ouvrage.
- a_{gr} : accélération maximale de référence dépendant de la zone de sismicité (zone de sismicité 3 – aléa modéré) ; ici $a_{gr} = 1.1 \text{ m/s}^2$.
- S : paramètre de sol dépendant de la classe de sol (classe A) ; ici S = 1.
- g : constante de gravité terrestre ; $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.

Dans le cas présent, $\frac{\gamma_i \cdot a_{gr} \cdot s}{g} = 0.11$

Compte tenu du résultat ci-avant, nous pouvons considérer que les terrains ne sont à priori pas sensibles au risque de liquéfaction.

4. ETUDE D'AVANT-PROJET

4.1. Fondations

4.1.1. Principe de fondations

Le mode de fondations du projet devra faire état de l'importance et de la géométrie des charges apportées ainsi que de la nécessité de mobiliser un horizon portant, homogène et de bonne qualité.

Compte-tenu des terrains rencontrés, il est proposé une solution de fondations superficielles (semelles filantes et/ou isolées, massifs, plots) ancrées de 0.30 m minimum dans l'altérite schisteuse.

4.1.2. Profondeur d'ancrage

L'assise minimale définie au droit des sondages se situera aux profondeurs et cotes altimétriques suivantes :

Sondage	SP1 / PD1
Cote palier (m NGF)	44.32
Profondeur minimum d'encastrement (m/TA)	≥ 2.20
Cote minimum d'encastrement (m NGF)	≤ 43.19
Profondeur d'ancrage / palier (m)	1.13

Dans tous les cas et dans les zones les plus exposées, cet encastrement devra assurer les conditions de mise hors-gel des fondations, soit une profondeur d'encastrement minimum de 0.60 m par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries.

Les profondeurs d'encastresments devront être ajustées à l'ouverture des fouilles.

Celles-ci sont données au droit des sondages réalisés. Des surprofondeurs de l'horizon d'ancrage ne sont pas exclues, ce qui pourra nécessiter des approfondissements locaux de l'assise des fondations.

4.1.3. Contraintes de calculs

Conformément à l'Eurocode 7 et la norme d'application NF P 94-261, sous réserve du respect du principe de fondation précitée, les contraintes centrées de calculs à prendre en compte pour les justifications vis-à-vis des Etats Limites Ultimes (q'_{ELU}) et de Services (q'_{ELS}) seront limitées à :

- **q'_{ELU} fondamental : 0.66 MPa**
- **q'_{ELU} accidentel : 0.77 MPa**
- **q'_{ELS} quasi-permanent et caractéristique : 0.40 MPa**

4.1.4. Evaluation des tassements

Conformément à l'Eurocode 7, dans le cas du respect des préconisations décrites ci-avant et la réalisation de l'ouvrage dans les règles de l'art, pour la valeur de contrainte de service donnée ci-dessus, les tassements théoriques absolus et différentiels prévisibles au droit de nos sondages seront **inférieurs au centimètre**.

Ces tassements sont donnés pour des géométries de fondations de type :

- semelles isolées/massifs/plots de 0.60 m x 0.60 m,
- semelles filantes de 0.50 m de largeur.

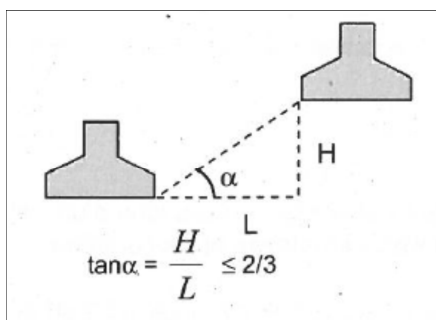
Les tassements théoriques calculés s'entendent pour une mise en œuvre des fondations selon les règles de l'art.

Nota : l'attention est attirée sur le fait que ces calculs n'ont de validité qu'au droit des sondages réalisés. Ailleurs des hétérogénéités naturelles de stratigraphie et de caractéristiques mécaniques des sols peuvent induire des tassements absolus et différentiels supérieurs ou inférieurs à ceux ici estimés.

4.1.5. Dispositions constructives

Les dispositions constructives suivantes devront être respectées :

- largeur minimale des fondations de 0.50 m pour les semelles filantes et 0.60 m pour les semelles isolées/massifs/plots, afin d'assurer un bon contact sol/fondation ;
- assise des fondations horizontale ;
- sol d'assise des fondations de nature et de compacité homogènes sous le bâtiment projeté ;
- mise en place d'un béton de propreté immédiatement après l'ouverture des fouilles de fondation sur une épaisseur minimum de 5 cm ;
- prévoir des joints de construction entre les parties différemment chargées du bâtiment et entre le projet et les existants ;
- **respect des règles de l'Eurocode 7 et la norme d'application NF P 94-261 concernant les fondations à niveaux d'assise décalés (cf. schéma ci-après).**



Remarques importantes :

Le plan de fondation sera conçu de manière à éviter les affouillements sous les existants et les tassements par influence.

Des sondages de reconnaissance des fondations existantes devront être réalisés afin d'adapter le plan de fondation et le mode d'exécution des terrassements en conséquence (semelles isolées déportées, recentrage des charges par longrines de redressement et semelles filantes perpendiculaires, blindage, reprise en sous-œuvre...).

4.1.6. Suggestions d'exécutions

Les fonds de fouille seront finis manuellement ou au godet de curage.

Le béton de propreté ou le gros béton devra être coulé aussitôt après les terrassements afin d'éviter toute altération et décompression du sol d'assise. Le béton des fondations sera ensuite coulé pleine fouille sur toute la hauteur.

Lors de la mise en œuvre du fond de fouille, toutes poches ou lentilles plus compressibles que le terrain environnant, ainsi que tous points durs pouvant provoquer des désordres sur les fondations devront être purgés et remplacés par un gros béton coulé pleine fouille, afin d'obtenir un sol d'assise de compacité et d'homogénéité satisfaisante.

Dans le cas de sols impropres, foisonnés, remaniés ou déconsolidés, rencontrés lors de l'ouverture des fouilles, leur purge devra être impérativement assurée avant coulage du béton de propreté.

Il est impératif de vérifier soigneusement les matériaux extraits des fouilles pour s'assurer du bon ancrage dans les altérites schisteuses.

Les fouilles de fondations devront être maintenues parfaitement stables pendant leur exécution. Un blindage pourra s'avérer nécessaire. Ce matériel devra être présent sur site en phase travaux.

Tous les travaux devront être réalisés selon les règles de l'art.

4.2. Dallages

Nous conseillons de prévoir des planchers portés par les fondations.

5. SOLUTION VARIANTE

En variante, nous proposons une solution de fondation de type micropieux.

5.1. Principe de fondation

Les micropieux pourront être mis en œuvre selon la technique injecté mode IGU (type III) « MIGU » (cf. tableau ci-après, extrait de la norme d'application NF P 94-262).

Classe	Catégorie	Technique de mise en œuvre	Abréviation	Norme de référence
1	1	Foré simple (pieux et barrettes)	FS	NF EN 1536
	2	Foré boue (pieux et barrettes)	FB	
	3	Foré tubé (virole perdue)	FTP	
	4	Foré tubé (virole récupérée)	FTR	
	5	Foré simple ou boue avec rainurage ou puits	FSR, FBR, PU	
2	6	Foré tarière creuse simple rotation, ou double rotation	FTC, FTCD	NF EN 1536
3	7	Vissé moulé	VM	NF EN 12699
	8	Vissé tubé	VT	
4	9	Battu béton préfabriqué ou précontraint	BPF, BPR	NF EN 12699
	10	Battu enrobé (béton – mortier – coulis)	BE	
	11	Battu moulé	BM	
	12	Battu acier fermé	BAF	
5	13	Battu acier ouvert	BAO	NF EN 12699
6	14	Profilé H battu	HB	NF EN 12699
	15	Profilé H battu injecté	HBI	
7	16	Palplanches battues	PP	NF EN 12699
1 bis	17	Micropieu type I	M1	NF EN 1536/14199/12699
	18	Micropieu type II	M2	
8	19	Pieu ou micropieu injecté mode IGU (type III)	PIGU, MIGU	NF EN 1536/14199/12699
	20	Pieu ou micropieu injecté mode IRS (type IV)	PIRS, MIRS	

Classes et catégories de pieux

5.2. Méthode de calculs selon l'Eurocode 7 et sa norme d'application NF P 94-262

5.2.1. Principe

La norme propose 4 modèles de calculs. Nous utiliserons ici l'approche « modèle de terrain » en considérant une condition de site simple.

La stabilité d'un pieu fait intervenir 3 termes :

- terme de pointe (R_b) négligé dans le cas de micropieux,
- terme de frottement axial (R_s),
- terme de frottement négatif (G_{sn}).

5.2.2. Définition des termes de pointe - frottement axial - frottement négatif (G_{sn})

➤ Terme de frottement axial (R_s) :

La résistance à la rupture au frottement axial (R_s) est obtenue par la relation suivante :

$$R_s = \sum_i (P_{si} \times q_{si} \times h_i)$$

Dans laquelle :

- P_s = périmètre du pieu,
- h_i = hauteur de pieu sur laquelle s'exerce le frottement dans la couche i ,
- q_s = frottement axial unitaire limite de chaque couche = $q_s(z) = \alpha_{\text{pieu-sol}} f_{\text{sol}}[Pl^*(z)]$

Où :

- $pl^*(z)$: pression limite à la profondeur z ;
- $\alpha_{\text{pieu-sol}}$: paramètre adimensionnel qui dépend à la fois du type de pieu et du type de sol ;
- f_{sol} : fonction qui ne dépend que du type de sol et des valeurs de pl^* .

➤ Terme de frottement négatif (G_{sn}) :

Les frottements négatifs se produisent généralement lors de la mise en œuvre d'un remblai sur sol compressible, à proximité d'un pieu. Si une couche molle est surchargée par un remblai, elle va tasser sous le poids de la surcharge. Le sol s'enfonce par rapport au pieu. S'il y a déplacement, il y a frottement au contact sol/pieu. Il se développe un frottement latéral dirigé vers le bas qui provoque un effort de compression dans le pieu.

Le terme de frottement négatif (G_{sn}), lié au tassement des couches de sol le long du pieu, est considéré comme une charge. Il doit donc être ajouté aux descentes de charges ou déduit de la capacité portante nette des pieux.

Le terme de frottement négatif est obtenu par la relation suivante :

$$G_{sn} = P \int_{h_{j-1}}^{h_j} K(z) \tan \delta(z) \sigma'_v(z) dz$$

Avec :

- P : périmètre du pieu ;
- $\sigma'_v(z)$: contrainte verticale effective à long terme à la profondeur z , au contact de l'élément de fondation, tenant compte de la perturbation engendrée par l'accrochage du sol autour de celui-ci ;
- $K(z)$: rapport entre la contrainte horizontale effective et $\sigma'_v(z)$;
- h : hauteur totale du pieu ;
- $\tan \delta$ est un coefficient de frottement dont la valeur dépend de la nature du contact sol-paroi.

Dans le cas présent, il n'est pas prévu la mise en œuvre de remblai sur une épaisseur suffisante permettant de générer des frottements négatifs. Ce terme sera donc négligé dans la suite du rapport.

5.2.3. Calcul de la capacité portante – Résistance caractéristique ($R_{c;k}$)

D'après l'EC7 et sa norme d'application, nous obtenons (ici, en négligeant le terme de frottement négatif) :

$$R_c = R_b + R_s$$

Pour définir les valeurs de portances limites de modèles, on applique les coefficients partiels de modèles suivants, adaptées au type de pieux (ici, FTC) et au modèle de terrain :

	$\gamma_{R;d1}$		$\gamma_{R;d2}$
	Compression	Traction	
Micropieux Classe 8 – Catégorie 19	2	2	1,1

On obtient alors :

$$R_{b;k} = \frac{R_b}{\gamma_{R;d1} \gamma_{R;d2}} \quad R_{s;k} = \frac{R_s}{\gamma_{R;d1} \gamma_{R;d2}}$$

En compression : $R_{c;k} = R_{b;k} + R_{s;k}$

En traction : $R_{t;k} = R_{s;k}$

5.2.4. Calcul de la capacité portante – Résistance de calcul ($R_{c;d}$) – ELU et ELUA

Pour obtenir les capacités portantes de calculs nécessaires à la justification des ouvrages aux combinaisons ELU durable/transitoire (fondamental) et ELU Accidentel (sismique), on applique, à la capacité portante caractéristique ($R_{c;k}$) un coefficient partiel de résistance, fonction du type de pieux et de la situation examinée.

Dans notre cas, on considèrera :

Aux ELU durables et transitoires :

	symbole	Micropieux « MIGU »
Résistance en pointe	γ_b	1,1
Frottement en compression	γ_s	1,1
Frottement en traction	$\gamma_{s;t}$	1,15

Aux ELU accidentels :

	symbole	Micropieux « MIGU »
Résistance en pointe	γ_b	1,0
Frottement en compression	γ_s	1,0
Frottement en traction	$\gamma_{s;t}$	1,05

On obtient alors :

$$\text{En compression : } R_{c;d} = R_{b;k} / \gamma_b + R_{s;k} / \gamma_s$$

$$\text{En traction : } R_{t;d} = R_{s;k} / \gamma_{s;t}$$

5.2.5. Calcul de la capacité portante – Résistance au fluage ($R_{c;cr;d}$) - ELS

Afin de vérifier les ouvrages aux combinaisons ELS, on définit la résistance de fluage par la formule suivante (pour un pieu sans refoulement) :

$$R_{c;cr;k} = 0.5R_{b;k} + 0.7R_{s;k}$$

$$R_{c;cr;d} = \frac{R_{c;cr;k}}{\gamma_{cr}}$$

Et :

$$R_{t;cr;k} = 0,7R_{s;k}$$

$$R_{t;cr;d} = R_{t;cr;k} / \gamma_{s;cr}$$

Avec :

- $R_{c;cr;k}$: valeur caractéristique de la charge de fluage à la compression.
- $R_{c;cr;d}$: valeur de calcul de la charge de fluage de compression.
- $R_{t;cr;d}$: valeur de calcul de la charge de fluage de traction.
- $R_{t;cr;k}$: valeur caractéristique de la charge de fluage de traction.
- γ_{cr} : facteur partiel sur la charge de fluage de compression.
- $\gamma_{s;r}$: facteur partiel sur la charge de fluage de traction.

Dans notre cas, on détermine les coefficients partiels comme suit :

	Symbole	Micropieux « MIGU »	
		Combinaisons caractéristiques	Combinaisons quasi-permanentes
Compression	γ_{cr}	0,9	1,1
Traction	$\gamma_{s;cr}$	1,1	1,5

5.3. Modèle géotechnique

En considérant des estimations prudentes des paramètres géotechniques à prendre en compte dans la définition des différents critères, nous proposons, pour le dimensionnement des fondations profondes, le modèle géotechnique suivant :

Couche	Epaisseur de la couche (en m)	PI moyen (en MPa)	Classe de sol	Courbes EC7	α pieu-sol	Fsol (en kPa)	qs (en kPa)
Mort terrain (remblai)	0.00 à 2.00	-	-	-	-	-	-
Altérite schisteuse	2.00 à 5.00	1.96	Argiles + limons + sols intermédiaires	Q2	2.9	72	209
Schiste compact	> 2.40	2.50	Rocher altéré	Q5	2.4	105	252

5.4. Exemple de prédimensionnement des pieux en compression et en traction

5.4.1. Remarques préliminaires

Dans le présent rapport, nous nous attacherons à vérifier la stabilité externe des fondations (vérification de la compression et de la traction vis-à-vis du sol). **La vérification de la stabilité interne des fondations (calcul des armatures longitudinales et transversales, vérification au flambement des armatures, vérification de la compression vis-à-vis du béton) sera à la charge du bureau d'étude structure.**

Pour les calculs de dimensionnement des pieux, nous avons considéré les hypothèses suivantes :

- type de pieux : micropieux type III (MIGU),
- diamètres des pieux : 250 mm,
- profondeur : 6.00 m/TA,
- les pieux seront prédimensionnés en négligeant les frottements négatifs éventuels (en cas de mise en œuvre de remblais sur de fortes épaisseurs, il conviendra de prendre en compte les frottements négatifs sur les pieux).

5.4.2. Compression – Vérifications vis-à-vis du sol

Les tableaux suivants récapitulent les capacités portantes en compression pour des pieux \varnothing 250 mm, au droit du sondage SP1 :

	ELS				
	Diamètre pieu (mm)	Profondeur pieu (en m/TN)	Cote d'assise du pieu (m NGF)	ELS Caractéristique	ELS Quasi-permanent
Charge de fluage de compression $R_{c;cr;d}$ (en MN)	250	6.00	39.39	0.24	0.20

	ELU				
	Diamètre pieu (mm)	Profondeur pieu (en m/TN)	Cote d'assise du pieu (m NGF)	ELU Durable et transitoire	ELU Accidentel
Capacité portante en compression $R_{c;d}$ (en MN)	250	6.00	39.39	0.29	0.31

Remarque : 1 MN \approx 100 tonnes.

5.4.3. Traction – Vérifications vis-à-vis du sol

Les tableaux suivants récapitulent les résistances en traction des pieux \varnothing 250 mm, au droit du sondage SP1 :

	ELS				
	Diamètre pieu (mm)	Profondeur pieu (en m/TN)	Cote d'assise du pieu (m NGF)	ELS Caractéristique	ELS Quasi-permanent
Charge de fluage de traction $R_{t;cr;d}$ (en MN)	250	6.00	39.39	0.20	0.15

	ELU				
	Diamètre pieu (mm)	Profondeur pieu (en m/TN)	Cote d'assise du pieu (m NGF)	ELU Durable et transitoire	ELU Accidentel
Capacité en traction $R_{t;d}$ - traction (en MN)	250	6.00	39.39	0.27	0.30

Remarque : 1 MN \approx 100 tonnes.

5.5. Précautions particulières

La profondeur de fiche de l'élément de fondation est donnée ici à titre indicatif et ne tient pas compte des poussées latérales et des poussées d'Archimède. Un fichage plus profond pourra s'avérer nécessaire.

Les pieux devront être suffisamment armés pour reprendre les moments fléchissants et les efforts tranchants.

L'agressivité du milieu vis-à-vis du béton devra être prise en compte afin de choisir le type de béton approprié.

La liaison structure/micropieux sera étudiée avec précision.

Toutes les précautions devront être prises vis-à-vis des têtes de micropieux et des mitoyens éventuels au projet.

L'implantation des fondations projetées devra tenir compte des existants.

Les moyens mis en œuvre pour la réalisation des micropieux devront permettre de traverser les schistes compacts à très compacts (refus à la tarière à 7.40 m/TA).

5.6. Remarques importantes concernant la réalisation des micropieux

Il est rappelé que les résultats fournis précédemment ne sont donnés qu'à titre indicatif et qu'une note de calcul détaillée devra être établie au stade du projet en fonction de ce dernier et des caractéristiques réelles des pieux retenus.

Il reviendra à l'entreprise de choisir la méthode de mise en œuvre de fondation profonde la plus appropriée afin d'atteindre les ancrages nécessaires et de ne pas déstabiliser les structures avoisinantes.

6. TERRASSEMENTS GENERAUX

6.1. Rappel

Les niveaux finis du projet sont compris entre 42.48 et 41.38 m NGF (-1.10 m/palier pour la création de la fosse de l'ascenseur), ce qui nécessite des terrassements en déblais d'environ 4.00 m de profondeur.

6.2. Moyens d'extraction

La mise en œuvre des fondations nécessitera des terrassements en déblais au sein des remblais et des altérites schisteuses.

Dans ces sols, les terrassements en déblais pourront être réalisés par des engins classiques de terrassement de type pelle rétro de moyenne puissance.

La rencontre de pointes rocheuses n'est pas exclue, ce qui pourra nécessiter l'emploi ponctuel d'engins de plus forte puissance (BRH, dent de déroctage...).

La méthodologie mise en œuvre devra tenir compte des avoisinants (attentions aux vibrations et affouillements sous les existants).

Il conviendra de prendre des dispositions particulières vis-à-vis des mitoyens afin d'éviter tout désordre lors des terrassements (soutènements, talutage).

Remarque : les terrains superficiels présents sur le site renferment une importante proportion de matériaux fins sensibles à l'eau. En période pluvieuse, des difficultés de circulation des engins pourront être rencontrées. La réalisation des travaux de terrassement en période sèche est recommandée.

6.3. Stabilité des talus

Le mode d'exécution des terrassements dépend étroitement du niveau d'assise des avoisinants : ouvrages mitoyens, voiries, réseaux...et de la présence d'eau.

En première approche, les talus en déblais auront une pente maximum de :

- 3H/2V (3 horizontalement pour 2 verticalement) dans les remblais,
- 1H/1V (1 horizontalement pour 1 verticalement) dans les altérites schisteuses,
- 1H/2V (1 horizontalement pour 2 verticalement) dans les schistes compacts.

Si ces recommandations ne peuvent pas être respectées ou si des ouvrages se situent dans la zone d'influence du talus, on prévoira un ouvrage de soutènement (de type paroi berlinoise).

En phase définitive, les murs enterrés seront calculés en soutènement.

En l'absence d'essais de cisaillement, pour les calculs des poussées/butées des ouvrages de soutènement, les valeurs suivantes pourront être prises en compte en première approche :

Couche	γ (kN/m ³)	C' (KPa)	ϕ' (°)
Remblais	18	5	15
Altérite schisteuse	19	10	20
Schistes	22	30	25

Des essais en laboratoire (essais triaxiaux et/ou de cisaillement) pourront être réalisés lors des missions suivantes (G2-PRO, G3, G4) afin de préciser et modifier si besoin, les paramètres donnés ci-avant.

7. EAU ET DRAINAGE

7.1. Phase provisoire

On privilégiera la réalisation des travaux de terrassement en déblais en période sèche/de basses eaux.

En phase chantier, il conviendra :

- de récupérer le ruissellement et les eaux infiltrées sur des formes terrassées en forme de pente,
- de mettre en œuvre des drains au droit des fils d'eau,
- de pomper les venues d'eau éventuelles en fonds de fouilles et d'assurer leur évacuation (après décantation éventuelle) dans un exutoire existant ou à créer et implanté de manière non dangereuse pour le projet et les avoisinants.

Remarque : dans tous les cas, l'incidence hydraulique du projet devra être prise en compte vis-à-vis des avoisinants (attention aux départs de fines, affouillements et tassements hydrauliques sous les existants).

7.2. Phase définitive

Toute infiltration d'eau au niveau des fondations est à proscrire. Les eaux de ruissellement et de toiture seront collectées (gouttières, contre-pente, avaloires) et évacuées vers un exutoire suffisamment dimensionné et implanté de manière non dangereuse pour le projet et les avoisinants.

Pour les ouvrages enterrés, il faudra prévoir un système de protection vis-à-vis de la présence d'eau.

Le système de protection des parties enterrées sera défini en fonction du degré de protection souhaité par le Maître d'ouvrage (pompe de relevage, tapis drainant sous plancher, cuvelage étanche...).

Nous rappelons que l'intervention ponctuelle du géotechnicien dans le cadre de la réalisation de l'étude confiée ne lui permet pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes, dans la mesure où les niveaux d'eau mentionnés dans le rapport d'étude correspondent nécessairement à ceux relevés à un moment donné, sans possibilité d'apprécier les variations inéluctables des nappes et circulations d'eau qui dépendent notamment des conditions météorologiques. Pour obtenir des indications plus précises, une étude hydrogéologique pourra être réalisée dans le cadre d'une mission G5 ou d'une mission G2-PRO. Cette étude permettra de déterminer les cotes des plus hautes eaux (NPHE) et des eaux exceptionnelles (EE).

8. SUITES A DONNER

Nous recommandons vivement de mettre en œuvre les missions géotechniques G2 PRO, G2 DCE-ACT, G3 et G4 à la suite de la présente étude G2-AVP.

La mission G2-PRO est à réaliser au stade projet et permet, entre autre, de dimensionner les ouvrages géotechniques en fonction des descentes de charges et des caractéristiques du projet retenu.

La mission G2 DCE-ACT est à réaliser au stade de la consultation des entreprises et permet entre autres d'établir le CCTP, le bordereau de prix et d'estimatif et le planning prévisionnel relatifs aux ouvrages géotechniques.

Les missions G3 et G4 sont à réaliser au stade exécution. La mission G3 est à la charge de l'entreprise et la mission G4 à la charge du Maître d'Ouvrage.

La mission G3 (à la charge de l'entreprise) permet notamment d'élaborer les notes de calculs de dimensionnement des ouvrages géotechniques en fonction des méthodes et conditions d'exécution de l'entreprise (phase étude). Elle permet également de suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques et d'appliquer si nécessaire des dispositions constructives complémentaires (phase suivi).

La mission G4 (à la charge du Maître d'Ouvrage) est destinée d'une part, à superviser l'étude géotechnique d'exécution (c'est-à-dire de superviser la phase étude de la mission G3 à la charge de l'entreprise) et d'autre part, à superviser le suivi géotechnique d'exécution (c'est-à-dire de superviser la phase suivi de la mission G3 à la charge de l'entreprise). Ceci permet d'éviter tout désordre géotechnique en phase exécution.

Le schéma d'enchaînement et la classification des missions types d'ingénierie géotechnique, extraits de la norme NF P 94-500, figurent en annexe 1 du présent rapport.

*

*

*

Nous restons à l'entière disposition des Responsables du Projet pour tout renseignement, ainsi que pour toutes missions complémentaires nécessaires.

Les conclusions de ce présent rapport sont données sous réserve des conditions particulières jointes.

9. CONDITIONS PARTICULIÈRES

.....

Le présent rapport ou Procès-Verbal ainsi que toutes annexes, constituent un ensemble indissociable.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT serait dégagée de toute responsabilité dans le cas d'une mauvaise utilisation de toute communication ou reproduction partielle de ce document, sans accord écrit préalable. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.

Si en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, nous avons été amenés dans le présent rapport à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient à notre client ou à son maître d'œuvre de communiquer par écrit à la société ECR ENVIRONNEMENT ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison nous être reproché d'avoir établi notre étude pour le projet que nous avons décrit.

Cette étude est basée sur des reconnaissances dont le caractère ponctuel ne permet pas de s'affranchir des aléas des milieux naturels, et ne peut prétendre traduire le comportement du sol dans son intégralité.

Ainsi, tout élément nouveau mis en évidence lors de l'exécution des fondations ou de leurs travaux préparatoires et n'ayant pu être détecté lors de la reconnaissance des sols (ex. : remblais anciens ou nouveaux, cavités, hétérogénéités localisées, venue d'eau, etc.) doit être signalé à E.C.R. ENVIRONNEMENT qui pourra reconsidérer tout ou une partie du Rapport. Pour ces raisons, et sauf stipulation contraire explicite de notre part, l'utilisation de nos résultats pour chiffrer à forfait le coût de tout ou une partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager notre responsabilité.

De même, des changements concernant l'implantation, la conception ou l'importance des ouvrages par rapport aux hypothèses de base de cette étude, peuvent conduire à modifier les conclusions et prescriptions du Rapport et doivent être portés à la connaissance d'E.C.R. ENVIRONNEMENT.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à son étude que dans le cas où elle aurait donné son accord écrit sur les dites modifications.

Les altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cote de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre-Expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

.....

ANNEXE 1 :
Extrait de la norme
NF P 94-500
Novembre 2013

EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500 – Novembre 2013

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

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

Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.

Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols)

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

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

Phase Projet (PRO)

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

Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

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

Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).

Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en 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'état général de l'ouvrage existant.

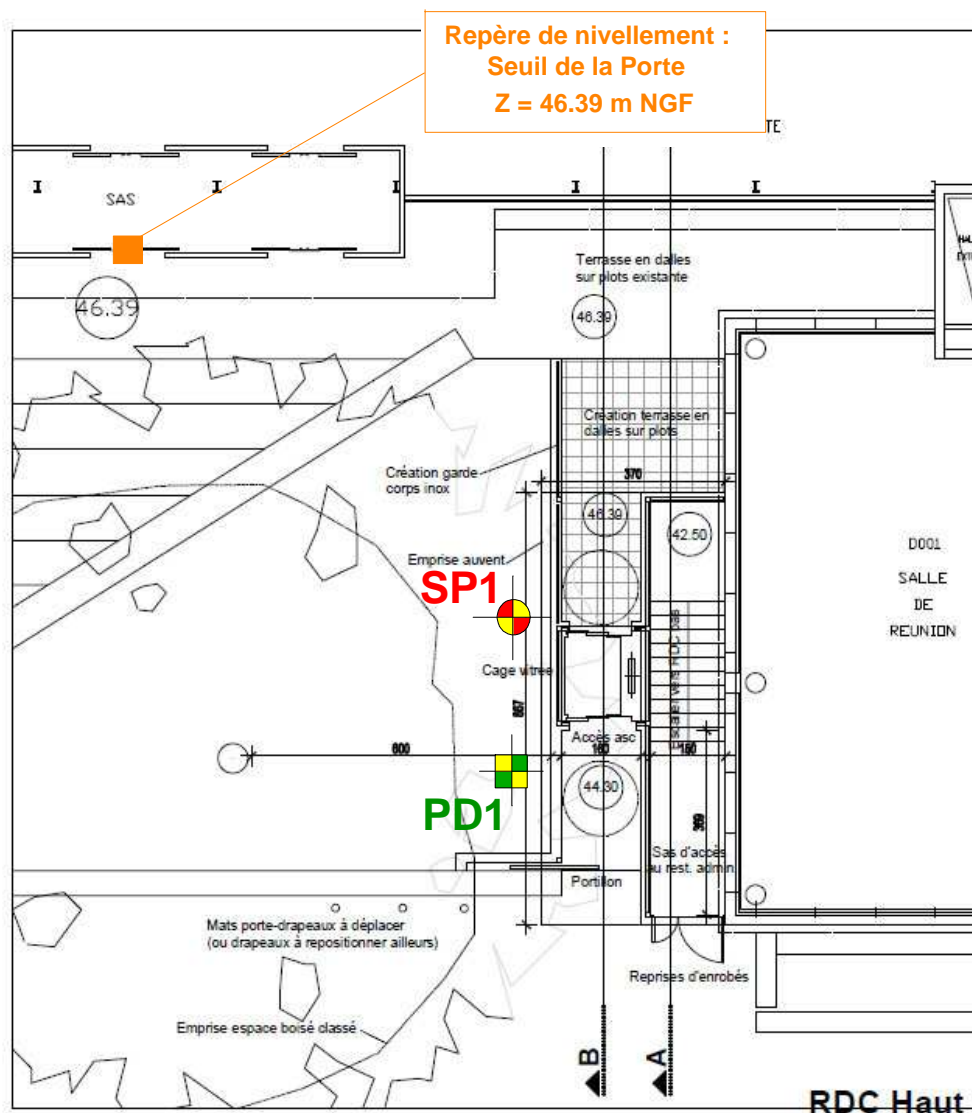
☐ Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechnique seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

ANNEXE 2 :

Implantation des sondages

Client : **Ministère des affaires étrangères**
 Etude : **G2 AVP - Création d'un accès PMR**
 Commune : **Nantes (44)**

Affaire ECR n°4404326



MAE
 CONFORMITE INCENDIE - ACCESSIBILITE
 APD
 ACCES PMR ET REST. ADM. - PLANS
 échelle 1/100
 date: 27 01 2016

BCL > Architectes
 1 rue du Charron 44800 SAINT-HERBLAIN
 Téléphone 02 40 47 57 00. Télécopie 02 40 47 75 20
 e-mail: contact@groupe-zenith.fr



-  **Sondage géologique et pressiométrique**
-  **Sondage pénétrométrique**

ANNEXE 3 :

Résultats des investigations in-situ

