



**Agence de Marseille**

Centre d'Activités Concorde

Lot 14 – 11, Avenue de Rome – ZI Les Estroublans

**13127 VITROLLES**

**Tél : 04.42.46.08.09 Fax : 04.42.46.08.10**



**Siège Social**

9 Boulevard de l'Europe

**21800 QUETIGNY LES DIJON**

**Tél. : 03 80 48 93 20 – Fax : 03 80 48 93 30**

ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION – Phase PRO  
(G2 PRO)

**19/01093/MARSE/01**

**13012 MARSEILLE**

*Ecole Esperanza*

Escalier de secours

19 Décembre 2019

# Etude géotechnique de Conception

## Phase PRO (G2 PRO)

**13012 MARSEILLE**

**129, Avenue Fernandel**

**Ecole Esperanza**

**Escalier de secours**

N° AFFAIRE		19/01093/MARSE/01		BAT	MISSION : G2-PRO		
INDICE	DATE	Nbre de Pages		ETABLI PAR	VERIFIE PAR	MODIFICATIONS OBSERVATIONS	APPROUVE PAR
		Texte	Annexes				
0	19812/19	25	4	A.PAQUIER-KERN	J-Y.MUGNIER	Première émission	J-Y.MUGNIER
A							
B							
C							

## SOMMAIRE

<b><i>I - CADRE DE L'INTERVENTION</i></b> .....	<b>4</b>
I.1. INTERVENANTS.....	4
I.2. PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET HYPOTHESES.....	4
I.3. MISSIONS .....	6
<b><i>II - CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE</i></b> .....	<b>7</b>
II.1. LE SITE .....	7
II.2. CONTENU DE LA RECONNAISSANCE .....	8
II.3. IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES.....	8
<b><i>III - CADRE GEOLOGIQUE - RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE</i></b> .....	<b>9</b>
III.1. NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS .....	9
III.2. RECONNAISSANCE DE FONDATIONS.....	10
III.3. RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES .....	11
III.4. HYDROGEOLOGIE .....	11
<b><i>IV - TERRASSEMENTS</i></b> .....	<b>12</b>
IV.1. Extraction .....	12
IV.2. Mise hors d'eau .....	12
<b><i>V - ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES</i></b> .....	<b>13</b>
V.1. FONDATIONS DES OUVRAGES.....	13
V.2. PLANCHER BAS.....	15
<b><i>VII - RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET</i></b> .....	<b>18</b>
<b><i>Conditions d'utilisation du présent document</i></b> .....	<b>19</b>
<b><i>Tableau 2 - Classification des missions d'ingénierie géotechnique</i></b> .....	<b>21</b>
<b>ANNEXES</b> .....	<b>22</b>

## I - CADRE DE L'INTERVENTION

### I.1. INTERVENANTS

A la demande et pour le compte de la ville de Marseille – SE TER EST – 11, Boulevard Dromel – 13009 MARSEILLE,

GEOTEC a réalisé la présente étude sur le site suivant :

- Escalier de secours – Ecole Esperanza – 129, Avenue Fernandel – 13012 MARSEILLE.

### I.2. PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET HYPOTHESES

Les documents suivants ont été mis à la disposition de GEOTEC :

<i>Documents</i>	<i>Emetteur</i>	<i>Référence</i>	<i>Date</i>	<i>Echelle</i>	<i>Cote altimétrique</i>	<i>Remarques</i>
Etude G2AVP du projet d'ascenseur à l'intérieur du bâtiment	GEOTEC	13/4033/M	30/01/2014	-	-	
Plan de masse + coupe projet	D. CHAUVIN - Architecte	DIA - PA	20/12/2018	-	<i>oui / non</i>	
Plan structures – Tous niveaux – Vue en plan et coupes	ST Ingénierie	STR01	Septembre 2019	1-50	<i>oui</i>	

Remarque : toutes les abréviations utilisées dans ce rapport sont conformes à la norme XP 94-010 hormis les suivantes :

PHEC : plus hautes eaux connues,

TA : terrain actuel.

Le projet consiste en la réalisation d'une extension (escalier de secours) desservant les niveaux supérieurs de l'Ecole Esperanza. L'emprise au sol est de l'ordre de 40 m<sup>2</sup>. Il est prévu de fonder le projet sur semelles superficielles, et de réaliser un dallage sur terre-plein.

Une fosse d'ascenseur est prévue en partie Nord Est du projet, en mitoyenneté avec le bâtiment existant.

Les cotes projets au niveau fini des planchers bas sont les suivantes :

-zone principale : entre 165.15 et 165.33 m NGF,

- radier : 163.78 m NGF

Les descentes de charges en phase PRO ne nous ont pas été transmises. Il a été indiqué par l'entreprise que les dimensions proposées sur le plan de fondations STR01 avaient été calculées en considérant une contrainte limite à l'ELS de 0.30MPa. Selon les dimensions des fondations transmises, on retiendra donc des charges comprises entre 150 et 240kN/ml (ELS) sous les murs porteurs.

On suppose de plus que ces charges sont verticales et centrées. (Absence d'efforts horizontaux et moments).

Ces charges devront être calculées avec précision par le BET Structures ou l'entreprise, et transmises à GEOTEC si elles diffèrent de celles prises par hypothèse.



Projet

### I.3. MISSIONS

Conformément à son offre Réf. 19/01093/MARSE/01, GEOTEC a reçu pour mission de préciser le contexte géotechnique du site et le principe de fondation de l'extension.

Cette étude repose sur des investigations géotechniques réalisées par GEOTEC et correspond à la mission :

G2 PRO d'étude géotechnique de conception – phase Projet selon les termes de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013, relative aux missions géotechniques (extraits joints).

Il est rappelé que pour que la mission d'étude géotechnique de conception (mission G2) soit complète, la présente phase Projet (G2 PRO) doit être complétée par la phase G2 DCE/ACT.

Il est de plus rappelé qu'une mission d'étude géotechnique de conception (G2) doit être complétée par les missions G3 et G4 (étude géotechniques de réalisation) afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours d'exécution ou après réception des ouvrages. GEOTEC reste à disposition des intervenants, et notamment de l'équipe de maîtrise d'œuvre, pour l'exécution des phases et missions complémentaires.

L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les « Conditions d'utilisation du présent document » données en fin de rapport.

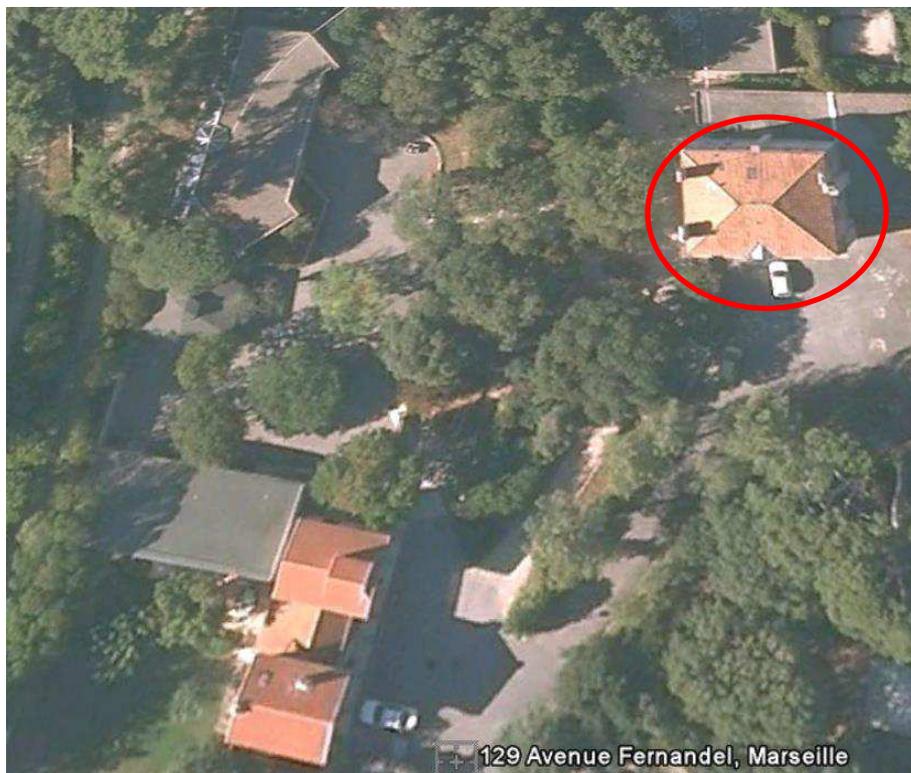
\*

\*      \*

## II - CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

### II.1. LE SITE

Le terrain étudié est situé 129, Avenue Fernandel (13012). Il est actuellement occupé par un bâtiment de type R+3 (cf. photo ci-dessous. Source : Google Earth).



L'extension sera située en façade Ouest du bâtiment, sur une zone sensiblement plane (voirie, espace verts), mais où transitent de nombreux réseaux (cf vue ci-dessous).



## II.2. CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

Dans le cadre de la mission G2AVP réalisées en février 2019, la campagne de reconnaissance a consisté en la réalisation de :

- **2 sondages pressiométriques (SP1 et SP2)** réalisés en diamètre 64 mm. Ils ont atteint une profondeur de 7,00 m par rapport au Terrain Actuel (TA). Ils ont permis de visualiser la nature des sols traversés et de réaliser des essais pressiométriques répartis selon un intervalle de 1,00 à 1,50 m.
- **1 sondage carotté incliné de reconnaissance de fondation (SC1)**, en base de maçonnerie.



Nota : Ce sondage a été réalisé en remplacement d'un sondage à la pelle mécanique initialement prévu (non réalisable compte tenu de la présence de réseaux en bord de bâtiment).

## II.3. IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES

La position des sondages et essais figure sur le schéma d'implantation en annexe.

L'implantation a été réalisée au mieux des conditions d'accès et de la présence de réseaux enterrés.

Les profondeurs sont comptées par rapport au Terrain Actuel (TA).

### III - CADRE GEOLOGIQUE - RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE

D'après la carte géologique et notre connaissance de ce secteur, le terrain est s'inscrit au sein de formations du quaternaire ancien (brèches, tufs).

#### III.1. NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS

La campagne de reconnaissance a mis en évidence les formations suivantes :

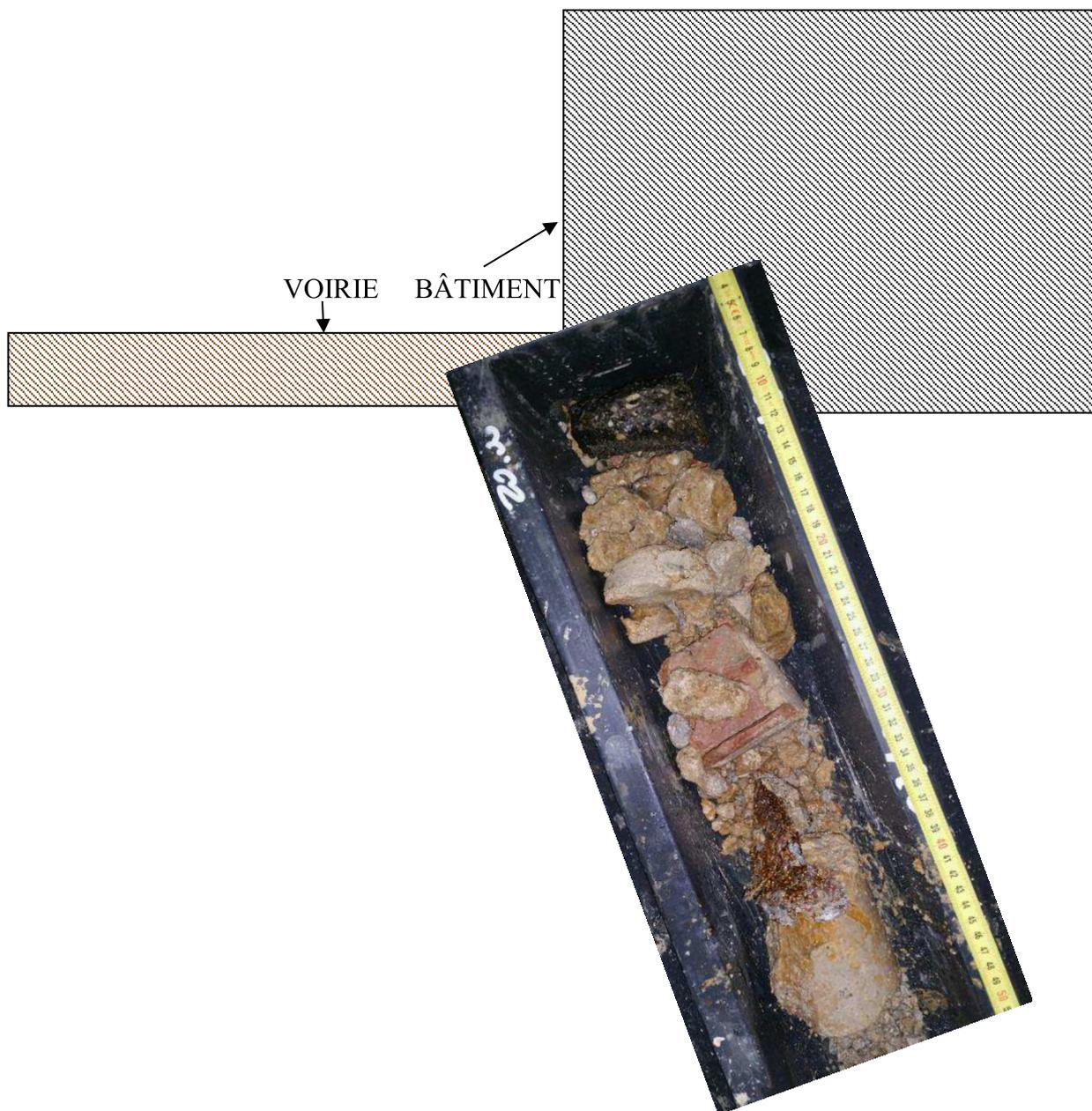
- **des formations de recouvrement (remblais, sable,..)** reconnus sur une épaisseur minimale de 0,60 à 0,70. Ces formations sont liées à l'aménagement du site. Leur épaisseur pourra fortement varier.
- **le substratum du quaternaire ancien (tufs, brèches,..)**, rencontré sous l'horizon précédent et jusqu'à la base des sondages située à 7 m / TA de profondeur. Cette formation présente des caractéristiques mécaniques globalement bonnes avec :

$$\begin{array}{rclclcl} 3,89 & \leq & p_l^* & \leq & 5,02 & \text{MPa} \\ 182 & \leq & E_M & \leq & 500 & \text{MPa} \end{array}$$

### III.2. RECONNAISSANCE DE FONDATIONS

Rappel : Le sondage à la pelle initialement prévu n'a pas pu être réalisé (présence de réseaux enterrés).

Un sondage carotté incliné (d'environ 15° par rapport à la verticale) a été réalisé :



Ce sondage révèle une fondation profonde de 45 cm environ, et composée de blocs, briques rouges, avec un liant de faible qualité. La cote de la base de fondation est estimée à 165.1 m NGF environ, pour une cote de base de radier à 163.4 m NGF et une base de semelle à 164.4 m NGF.

### III.3. RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

Selon les décrets n°2010-1254 et 1255 du 22 octobre 2010 portant sur la prévention des risques sismiques, la commune de Marseille, est inscrite en **zone de sismicité 2** (*sismicité faible*).

Des remblais sont présents sur la zone d'étude. Leur épaisseur, extension et nature pourraient être différentes de celles reconnues au droit des sondages réalisés. Les remblais pourraient contenir des vestiges divers (*réseaux, dalles, blocs, ...*) et/ou des obstacles de grandes dimensions.

Le substratum présente une frange d'altération plus ou moins importante. Il est donc toujours possible, dans un tel environnement, de rencontrer une remontée ou un sur-approfondissement du toit du substratum.

La commune a fait l'objet de 21 arrêtés CATNAT concernant des inondations et coulées de boue, 10 concernant des mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols et 11 pour des éboulements et glissements de terrain.

### III.4. HYDROGEOLOGIE

La méthodologie de foration employée avec injection d'eau/de boue ne permet pas de définir le niveau d'eau.

Il appartient aux Responsables du Projet de se faire communiquer par les Services Compétents le niveau des plus hautes eaux au droit du site afin de vérifier si le terrain étudié est ou non inondable, et de mener les enquêtes nécessaires à la détermination de l'ensemble des circulations d'eau pouvant interagir avec le projet, et ce, afin de prévoir les adaptations nécessaires (drainage, ...).

\*

\*       \*

## IV - TERRASSEMENTS

### IV.1. EXTRACTION

Dans les sols meubles superficiels ou les niveaux très altérés, les travaux de terrassement pourront être extraits par des engins à lame ou à godet.

Dans des niveaux compacts (substratum présent à faible profondeur, blocs, anciennes fondations,...), les travaux de terrassement deviendront difficiles et nécessiteront l'emploi d'engins de forte puissance (BRH par exemple).

**Dans tous les cas, la méthodologie mise en œuvre devra tenir compte des avoisinants. Si nécessaire, une étude de vibrations sera menée.**

### IV.2. MISE HORS D'EAU

#### - Phase provisoire

La méthodologie de foration employée avec injection d'eau/de boue ne permet pas de définir le niveau d'eau.

En fonction de la date de réalisation des terrassements, des arrivées sont possibles. Un pompage provisoire pourra alors être nécessaire afin d'épuiser ces venues d'eau et d'assécher les fouilles.

#### - Phase définitive

Il appartient aux Responsables du Projet de se faire communiquer par les Services Compétents (DREAL, PPR.....) les niveaux d'eau recommandés par les Eurocodes (EE, EH, EB...) au droit du site afin de vérifier si le terrain étudié est ou non inondable et de mener les enquêtes nécessaires à la détermination de l'ensemble des circulations d'eau pouvant interagir avec le projet, et ce, afin de prévoir les adaptations nécessaires.

Toute infiltration d'eau au niveau des fondations sera proscrite. Pour ce faire, les eaux de ruissellement et de toiture seront soigneusement collectées (gouttières, contre-pente, ...) et évacuées vers un exutoire dimensionné de manière suffisante et implanté de manière non dangereuse pour les existants et avoisinants.

## V - ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

### V.1. FONDATIONS DES OUVRAGES

#### - Principe de fondation – niveaux d'assise

Le principe de fondation consistera à reporter les charges de la structure par l'intermédiaire de **semelles superficielles, filantes**, descendues **dans le substratum compact**, et moyennant un encastrement minimal de 0.30 m dans les formations compactes.

Le niveau d'assise respectera le plus restrictif des critères suivants :

- ancrage de 0.30 m dans les formations compactes ;
- profondeur minimale a priori de 0,90 m/TA, soit une cote de 164.5 m NGF ;

**De plus, les fondations du projet et les fondations avoisinantes arrêtées à des niveaux différents seront établies en redans selon une pente de 3 H / 2 V.**

**En raison d'une cote d'assise prévue en deçà du niveau d'assise des fondations existantes et mitoyennes, les fondations réalisées le long de l'existant nécessiteront la reprise en sous-œuvre pour éviter toute instabilité.**

**Il faudra privilégier les semelles filantes orientées perpendiculairement à la façade de l'existant pour réduire les zones à reprendre en sous-œuvre (impact ponctuel). Cette reprise en sous-œuvre sera d'autant plus nécessaire le long de la cage d'ascenseur à fonder sur radier plus profond que l'existant sur un peu plus de 2.5m de largeur.**

**Le sol d'assise devra être homogène sous l'ensemble du projet**

En cas de poches de moindre consistance, le système de fondations pourra nécessiter des approfondissements, ce qui nécessitera un gros béton de rattrapage.

Les semelles de type filantes seront armées, entrecroisées, continues.

#### - Modèle géotechnique

Compte tenu des reconnaissances effectuées dans le cadre de la précédente mission G2AVP, on pourra retenir le modèle suivant pour le dimensionnement des fondations de l'ouvrage :

Formation	Profondeur base (m/TN)	Cote base (m NGF)	pl retenue (MPa)	Em (MPa)	$\alpha$
Remblais limono argileux marron	0.6	164.8	-	-	-
Tufs et brèche	> 7.0	< 158.4	1.1	500	0.5

#### - Contraintes limites de calcul (EC7)

Selon les prescriptions de la norme NF P 94-261, pour démontrer qu'une fondation superficielle supporte la charge de calcul avec une sécurité adéquate vis-à-vis d'une rupture par défaut de portance du terrain, on doit vérifier l'inégalité suivante :

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d}$$

Avec :

$V_d$  : valeur de calcul de la composante verticale de la charge transmise

$R_0$  : valeur du poids du sol après travaux au niveau de la base de la fondation en faisant abstraction de celle-ci

$$R_{v;d} = A' \cdot \frac{q_{net}}{\Gamma}$$

Avec, pour  $R_{v;d}$  dans le cas de la méthode pressiométrique, un coefficient de sécurité global  $\Gamma$  de 1,68 (ELU fondamental) et 2,76 (ELS quasi-permanent et ELS caractéristique).

Et  $q_{net} = p_{le} \cdot k_p \cdot i_{\delta} i_{\beta}$

Dans les tufs et brèches, on retiendra une valeur de  $k_p = 0.8$ . D'autre part, en l'absence d'efforts horizontaux et de talus, le facteur  $i_{\delta} i_{\beta} = 1$ . Il est à noter que dans le cas où des efforts horizontaux seraient à prendre en compte au niveau de la semelle, son dimensionnement s'en verrait modifié.

### - Dimensionnement des fondations

En considérant un ancrage dans le substratum (tuf set brèches), les dimensions et les profondeurs d'ancrage proposées sur le plan de fondation permettront les reprises des charges suivantes :

Largeur semelle filante (m)	$p_l$ (MPa)	$k_p$	Charge admissible ELS cara (kN)	Charge admissible ELU fond (kN)	Charge appliquée ELS cara (kN)	Charge appliquée ELU fond (kN)
0.5	1.1	0.8	159	261	150	Non connue
0.8			255	419	240	Non connue

Les dimensions proposées sur les plans fournis permettent ainsi la reprise des efforts de compression sous la semelle.

La nature du terrain d'ancrage devra être vérifiée en phase exécution, afin de s'assurer d'un ancrage dans le substratum compact.

### - Tassements

Moyennant une exécution soignée des fouilles, les tassements théoriques absolus seront inférieurs au centimètre, compte tenu de l'ancrage dans le substratum compact.

### - Dispositions constructives générales

En aucun cas, la largeur des semelles filantes les moins chargées ne sera inférieure à 40 cm, afin d'assurer un bon contact sol / fondation.

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

**Des joints de dilatation seront créés entre les parties différemment chargées du projet et entre le projet et l'existant.**

### - Sujétions d'exécution

On s'assurera que le sol d'assise des fondations soit homogène sous l'ensemble de l'extension.

Il convient de couler le béton de propreté ou le gros béton dès l'ouverture des fouilles afin d'éviter l'altération ou la décompression du sol d'assise. Le béton des semelles sera ensuite coulé à pleine fouille sur toute la hauteur.

Toute poche de remblai ou de moindre consistance détectée à l'ouverture des fouilles sera purgée et remplacée par un gros béton coulé pleine fouille.

Dans les formations compactes (blocs, passées indurées, remontée du substratum ...), les travaux de terrassement nécessiteront l'emploi d'engins de forte puissance (BRH par exemple).

Tout vestige (souche d'arbre, anciens réseaux,...) sera purgé et remplacé par un gros béton coulé pleine fouille.

En cas de surprofondeurs de l'horizon d'ancrage (surprofondeur de la couverture, poche de remblai,...), un gros béton de rattrapage sera utilisé.

**En cas d'arrivées d'eau à l'ouverture des fouilles, il conviendra de les assécher par un dispositif adapté à leur importance et à la nature des terrains (drainage, pompage par exemple).**

Dans la conception du projet, une attention particulière sera apportée quant à l'implantation des ouvrages à proximité de l'existant (appuis écartés de l'existant suivant une pente de 3H/2V, ...).

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

#### **- Précautions vis à vis des avoisinants – reprise en sous-œuvre**

Le projet sera implanté à proximité de bâtiments existants. Il sera alors nécessaire de respecter les points suivants :

- avant tout démarrage des travaux, nous conseillons de faire réaliser par un bureau d'études structures un **diagnostic** de la structure existante et de son éventuel confortement. Elle permettra notamment de définir les types de reprises de la structure qu'il sera éventuellement nécessaire de réaliser ;
- un référé préventif devra être établi avant le début des travaux. Il permettra de relever tous les désordres sur les constructions existantes ;
- Les travaux qui seront menés proches des existants devront être exécutés avec toutes les précautions nécessaires et suffisantes afin de ne pas risquer de les déstabiliser. On évitera par exemple les vibrations importantes ;
- **les nouvelles fondations seront suffisamment en retrait pour ne pas être perturbées par le débord de l'existant ;**
- Une pente maximale de 3H/2V entre l'assise des nouvelles fondations et celles des fondations existantes devra être respectée ;
- Le cas échéant, des reprises en sous œuvre devront être réalisées.

De plus, les terrassements pour la mise en œuvre des fondations et de la couche de forme du dallage seront réalisés en mitoyenneté avec la façade du bâtiment existant. Le niveau d'ancrage des nouveaux ouvrages sera situé en dessous des fondations existantes. Il sera alors nécessaire de réaliser une reprise en sous-œuvre de ces fondations, par mise en place de gros béton.

Ce confortement devra être effectué rapidement à l'ouverture des fouilles. Ces fouilles devront de plus être limitées en largeur.

## **V.2. PLANCHER BAS**

D'après les données transmises en phase PRO, il est prévu de réaliser un dallage sur terre-plein, sur couche de forme.

## - Principe

Le niveau bas fini du bâtiment est prévu à la cote 165.18 m NGF.

Pour une charge d'exploitation de 4.5 kN/m<sup>2</sup>, les tassements absolus attendus sur une surface de 37m<sup>2</sup> seront inférieurs au centimètre, compte tenu de la présence du substratum à faible profondeur.

## - Préparation de la plate-forme

Après décapage de la terre végétale et de la frange superficielle sur 30 cm (*altérations par les agents climatologiques*), le fond de forme obtenu sera constitué par les remblais limono-argileux.

Le compactage du fond de forme sera adapté à la nature du sol et aux conditions climatiques au moment des travaux.

Si des pluies se produisent pendant les travaux ou si les précipitations sont abondantes au cours des 2 mois précédents les travaux, des adaptations seront nécessaires (*cloutage du fond de forme, drainage, traitement à la chaux, etc.*) pouvant engendrer un surcoût non négligeable.

Une couche de forme propre (4 < passant à 80 µm < 8%) bien graduée (*ES > 30, et compris dans le fuseau de Talbot*) compactée à 95 % de l'OPM sera mise en œuvre, sur une épaisseur suffisante pour obtenir les valeurs suivantes, conformément au DTU 13-3 :

$$\begin{aligned} EV_2 &> 50 \text{ MPa} \\ EV_2 / EV_1 &< 2,2 \\ K_w &> 50 \text{ MPa / m} \end{aligned}$$

Pour des travaux réalisés dans de bonnes conditions climatiques, l'épaisseur de la couche de forme sera d'au moins 30 cm sur un fond de forme de portance minimale  $EV_2 > 20 \text{ MPa}$ . Ces épaisseurs devront être adaptées à la portance réelle du fond de forme mesurée lors des travaux et en fonction des conditions climatiques.

Des valeurs supérieures pourront être demandées par le concepteur.

## - Dispositions constructives

Les dallages seront conçus, dimensionnés et réalisés suivant le DTU 13-3.

## - Paramètres de dimensionnement

Les modules d'élasticité  $E_s$  du sol, à prendre en compte pour le calcul (\*) selon DTU 13.3 sont :

<i>Couches</i>	<i>Module estimé – <math>E_s</math> (MPa)</i>
Couche de forme	<i>40 à 50 MPa - Hypothèses à valider</i>
Remblais	<i>10 à 15</i>
Substratum	<i>(**)</i>

(\*) cas simplifié d'un modèle élastique linéaire

(\*\*) déformation du substratum considéré comme négligeable pour les hypothèses de charges et de tolérances de déformation.

**- Essais de contrôle**

La couche de forme sera réceptionnée par essais à la plaque mode opératoire LCPC afin de s'assurer que les valeurs cibles suivantes ont bien été atteintes :

$$EV_2 > 50 \text{ MPa}$$

$$EV_2 / EV_1 < 2,2$$

$$K_w > 50 \text{ MPa / m}$$

Conformément au DTU 13-3, au moins un essai pour 500 m<sup>2</sup> réalisé, avec un minimum de 3.

## VI - RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET

Le présent rapport constitue le compte rendu et fixe la fin de la mission d'étude géotechnique de projet – phase PRO. Cette mission G2 PRO confiée à GEOTEC a permis de donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte en fonction des données fournies et des résultats des investigations, et présente certains principes d'adaptation au sol des ouvrages géotechniques.

Les principales incertitudes qui subsistent concernent le projet et le contexte hydrogéologique et géologique du site, c'est-à-dire notamment :

- la présence de remblais anthropiques, du substratum à faible profondeur, et de fondations existantes pouvant nécessiter l'emploi d'un matériel spécifique,
- les circulations d'eau tant en phase provisoire de chantier qu'en phase définitive et notamment en période pluvieuse,

La mise en œuvre de l'ensemble des phases de la mission G2 (G2 DCE/ACT) ainsi que les missions géotechniques suivantes (G3 à G4) devra suivre la présente phase d'étude (mission G2 PRO).

Nous restons à l'entière disposition des Responsables du Projet pour tout renseignement complémentaire ainsi que pour la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques complémentaires.

\*

\*      \*

## CONDITIONS D'UTILISATION DU PRESENT DOCUMENT

1. **GEOTEC** ne peut être en aucun cas tenu à une obligation de résultats car les prestations d'études et de conseil sont réputées incertaines par nature, **GEOTEC** n'est donc tenu qu'à une obligation de moyens.
2. Le présent document et ses annexes constituent un tout indissociable. Les interprétations erronées qui pourront en être faites à partir d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la Société **GEOTEC**. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.
3. Toute modification du projet initial concernant la conception, l'implantation, le niveau ou la taille de l'ouvrage devra être signalée à **GEOTEC**. En effet, ces modifications peuvent être de nature à rendre caducs certains éléments ou la totalité des conclusions de l'étude.
4. Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, **GEOTEC** a été amené dans le présent document à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Maître d'Ouvrage ou à son Maître d'Œuvre, de communiquer par écrit ses observations éventuelles à **GEOTEC** sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison être reproché à **GEOTEC** d'avoir établi son étude pour le projet décrit dans le présent document.
5. Les moyens techniques à la disposition de **GEOTEC** pour la présente étude ne permettent d'obtenir qu'une identification ponctuelle des sols, sur les seuls lieux d'implantation des sondages mentionnés ci-avant, lesquels portent sur une profondeur limitée.

En conséquence, des éléments nouveaux mis en évidence lors de reconnaissances complémentaires ou lors de l'exécution des fouilles ou des fondations et n'ayant pu être détectés au cours des opérations de reconnaissance (par exemple : failles, remblais anciens ou récents, caverne de dissolution, hétérogénéité localisée, venue d'eau, pollution, etc.) peuvent rendre caduques les conclusions du présent document en tout ou en partie.

Ces éléments nouveaux ainsi que tout incident important survenant au cours des travaux (éboulements des fouilles, dégâts occasionnés aux constructions existantes, glissement de talus, etc.) doivent être immédiatement signalés à **GEOTEC** pour lui permettre de reconsidérer et d'adapter éventuellement les solutions initialement préconisées et ceci dans le cadre de missions complémentaires.

6. Pour les raisons développées au § 4, et sauf stipulation contraire explicite de la part de **GEOTEC**, l'utilisation de la présente étude pour chiffrer, à forfait ou non, le coût de tout ou partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager la responsabilité de **GEOTEC**. Une mission G2 d'étude géotechnique de projet minimum est nécessaire pour estimer des quantités, coûts et délais d'ouvrages géotechniques.
7. **GEOTEC** ne pourrait être rendu responsable des modifications apportées à la présente étude sans son consentement écrit.
8. Il est vivement recommandé au Maître d'Ouvrage, au Maître d'Œuvre ou à l'Entreprise de faire procéder, au moment de l'ouverture des fouilles ou de la réalisation des premiers pieux ou puits, à une visite de chantier par un spécialiste. Cette visite est normalement prévue par **GEOTEC** lorsqu'elle est chargée d'une mission G4 de supervision géotechnique d'exécution. Le client est alors prié de prévenir **GEOTEC** en temps utile.

Cette visite a pour objet de vérifier que la nature des sols et la profondeur de l'horizon de fondation sont conformes aux données de l'étude. Elle donne lieu à l'établissement d'un compte-rendu.

9. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (*qu'il s'agisse de cotes 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.
10. Hydrogéologie : les relevés des venues d'eau dans les sondages ont un caractère ponctuel et instantané.
11. Le Maître d'Ouvrage devra informer **GEOTEC** de la date de Déclaration Réglementaire d'Ouverture du Chantier (*DROC*) et faire réactualiser le présent document en cas d'ouverture de chantier plus de 2 ans après la date d'établissement du présent document. De même il est tenu d'informer **GEOTEC** du montant global de l'opération et de la date prévisible de réception de l'ouvrage.

## Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

(Extraits de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 – Chapitre 4.2)

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

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 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) <b>Phase Etude de Site (ES)</b>		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	Etudes géotechnique préalable (G1) <b>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</b>		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude géotechnique de conception (G2) <b>Phase Avant-projet (AVP)</b>		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 ( <i>choix constructifs</i> )
	PRO	Etudes géotechniques de conception (G2) <b>Phase Projet (PRO)</b>		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet ( <i>choix constructifs</i> )
	DCE/ACT	Etude géotechnique de conception (G2) <b>Phase DCE/ACT</b>		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4)</b> <b>Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution</b> ( <i>en interaction avec la phase supervision du suivi</i> )	Etude 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 ( <i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience</i> )	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude)	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4)</b> <b>Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution</b> ( <i>en interaction avec la phase Supervision de l'étude</i> )	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
A 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'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

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.

### **ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (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).

### **ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE 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, participé à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

### **ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)**

#### **ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES 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 GEOTECHNIQUE 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 GEOTECHNIQUE (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.

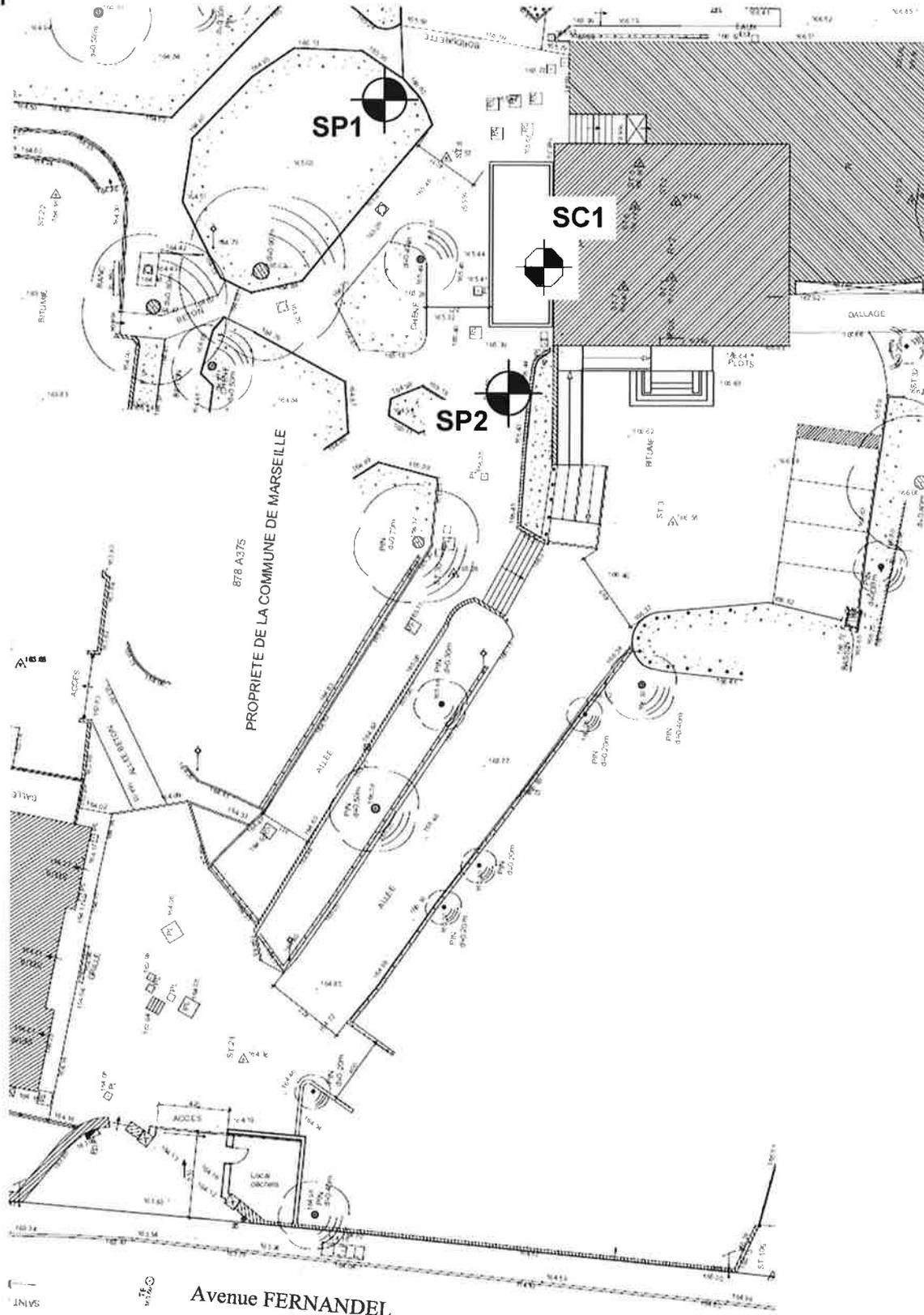
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie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

# ANNEXES

- Annexe 1 : PLAN D'IMPLANTATION

- Annexe 2 : SONDAGES ET ESSAIS

**GEOTEC 19/01093/MARSE**  
**MARSEILLE**  
**Extension Bastide ESPERANZA**  
**Schéma d'implantation des sondages**



	Sondage pressiométrique
	Sondage carotté

Cote	Prof.	Coupe indicative	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)					Pression de fluage pf* (MPa)			Pression limite pl* (MPa)			EM/pl*	
						0,1	1	10	100	1000	0,1	1	10	0,1	1	10		
165.50	0.00																	
164.90	0.60	 remblai: limon marron à cailloux	FORAGE A INJECTION D'EAU	TRIC 64	0													
164.20	1.30	 Brèche, tuf			1	182	> 3,89	> 3,89	< 47									
163.70	1.80	 Idem, teinte plus rougeâtre			2	> 500	> 5,02	5,02	100									
		 Brèche, tufs			3	> 500	> 5,01	> 5,01	100									
					4	> 500	> 5,02	> 5,02	100									
					5	> 500	> 5,03	> 5,03	> 99									
					6	> 500	> 5,01	> 5,01	100									
158.50	7.00		7															
			8															
			9															
			10															
			11															
			12															
			13															
			14															
			15															
			16															
			17															
			18															
			19															
			20															

**Observations :**  
Tubage de 0 à 1 m

Cote	Prof.	Coupe indicative	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)					Pression de fluage p* (MPa)			EM/pi*				
						0,1	1	10	100	1000	0,1	1	10		0,1	1	10	
165,40	0,00																	
165,10	0,30	 5cm d'enrobé sur remblais		TRIC 64	0													
164,70	0,70	 argile marron (remblai ?)																
164,10	1,30	 Tuf, Brèches teinte rougeâtre			1												> 99	
		 Tufs, Brèches	FORAGE A INJECTION D'EAU		2												> 100	
				3														> 100
				4														> 100
				5														> 99
				6														> 100
158,40	7,00						7											
					8													
					9													
					10													
					11													
					12													
					13													
					14													
					15													
					16													
					17													
					18													
					19													
					20													

**Observations :**  
Tubage de 0 à 1 m

Cote	Prof.	Nature du terrain	Echantillons	Eau	Outil	Tubage	Equipement	Carottage (%)	RQD (%)	Perméabilité (m/s)	Date
0,00	0,00	 enrobé						0 50 100	0 50 100		27/02/2019
-0,45	0,45	 maçonnerie (béton, brique)									
-1,10	1,10	 Brèches									

**Observations :**

Forage de reconnaissance de fondation.