



ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION
Phase Projet (G2 PRO)

Extension École Solidarité

17/00817/MARSE/01

13 015 - MARSEILLE

44, chemin de la Bigotte

26 Mars 2018

**ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION
Phase Projet (G2 PRO)**

Extension École Solidarité

17/00817/MARSE/01

13 015 - MARSEILLE

Référence : 17/00817/MARSE/01				Mission G2 Phase PRO		
Indice	Date	Modifications Observations	Nbre pages	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par
			Texte + Annexes			
0	26/03/2018	Première émission	30	JC. MACHIN	F. KEIFLIN	F. KEIFLIN
A						
B						
C						

NB : l'indice le plus récent de la même mission, annule et remplace les indices précédents

SOMMAIRE

I.	CADRE DE L'INTERVENTION	4
II.	CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE	6
III.	CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE	8
IV.	TERRASSEMENTS	12
V.	ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES.....	14
VI.	RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET	23
	Conditions générales	24
	Conditions générales (SUITE).....	25
	Classification des missions d'ingénierie géotechnique	26
	Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique	27

I. CADRE DE L'INTERVENTION

I.1. INTERVENANTS

A la demande et pour le compte de la Ville de MARSEILLE, GEOTEC a réalisé la présente étude sur le site suivant :

44, chemin de la Bigotte – Ecole la Solidarité – 13015 MARSEILLE

I.2. PROJET, DOCUMENTS RECUS ET HYPOTHESES

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

- Plan de masse des existants, référencé PC2 au 1/550^e, du 16/02/2018,
- Plan de masse du projet, référencé PC2 au 1/550^e, du 16/02/2018,
- Insertion dans le site, référencé PC6 du 16/02/2018,
- Photographies du site, référencées PC7&8 du 16/02/2018,
- Plans RdC et R-1 projet, référencés PC5 au 1/200^e, du 16/02/2018,
- Descentes de charges, transmises par courriel du 19/03/2018 par le BE CERCO.

Il est prévu la réalisation d'une extension de la face Nord-Est du bâtiment existant de l'école Solidarité, dans le 15^e arrondissement de la ville de Marseille.

L'emprise au sol du projet est de l'ordre de 346m², dans une configuration de RdC avec R-1 constitué par la cour existante, calée à la cote +260.47m NGF.

D'un point de vue structurel, il s'agit d'un agencement de poteaux / poutres avec reposant sur des semelles isolées, liaisonnées entre elles par des longrines de redressement. La cage d'ascenseur, dont la cote de la fosse ne nous a pas été communiquée, est prévue d'être réalisée sur radier.

Enfin, un joint de dilatation sera aménagé entre la structure nouvelle et l'existant.

Les descentes de charges transmises sont les suivantes (cf. plan joint en annexe) :

- Semelles superficielles isolées du bâtiment :
 - o MIN : 62t ELS / 85t ELU,
 - o MAX : 155t ELS / 210t ELU,
- Radier de l'ascenseur :
 - o 107t ELS.



Plan de masse du projet



Insertion 3D du projet

I.3. MISSION

Conformément à son offre Réf. **17/00817/MARSE/01** du **26 février 2018**, GEOTEC a reçu une mission de conception géotechnique, phase projet (G2 PRO).

Il est rappelé que la phase avant-projet de la mission d'étude géotechnique de conception G2 doit être complétée par les phases DCE/ACT puis par des missions G3 (étude et suivi de conception réalisée par le géotechnicien de l'entreprise) et G4 (géotechnique d'exécution) afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours ou après réception des ouvrages. GEOTEC reste à la disposition des intervenants, et notamment de l'équipe de maîtrise d'œuvre, pour l'exécution des missions complémentaires de conception G2 et G4, la mission G3 étant réalisée par les entreprises de travaux.

L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les « *Conditions générales* » données en fin de rapport.

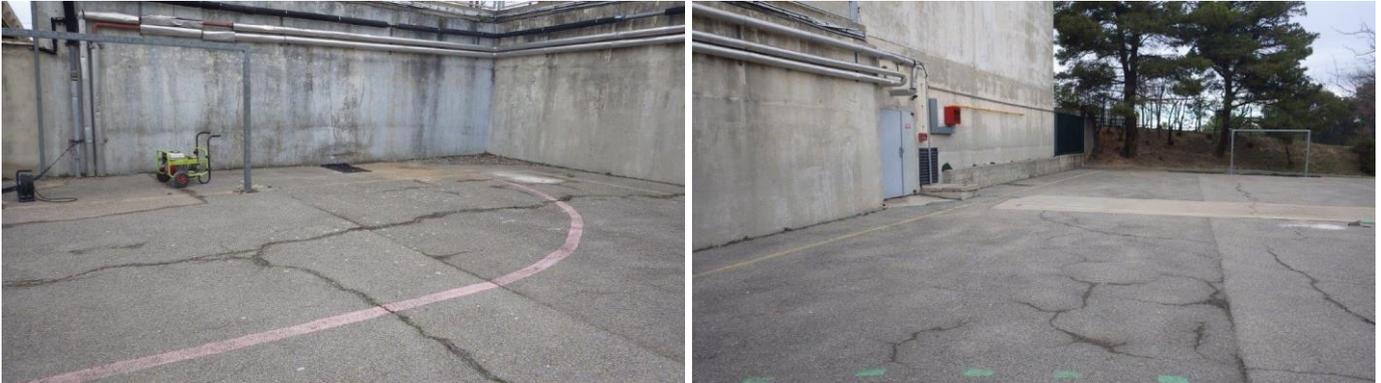
Remarque : toutes les abréviations utilisées dans ce rapport sont conformes à la norme XP 94-010 hormis les suivantes :

- PHEC : plus hautes eaux connues
- Rd : résistance dynamique apparente (formule des Hollandais)
- RdC : rez de chaussée
- SS : sous-sol
- TA : terrain actuel
- VS : vide sanitaire
- EB : Eaux basses
- EH : Eaux hautes
- EE : Eaux exceptionnelles
- EC : Eaux de chantier

II. CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

II.1. LE SITE

Le terrain étudié se trouve au cœur de l'enceinte de l'École la Solidarité à Marseille – 15°. Les sondages ont été réalisés en partie extérieure au droit d'un terrain de sport en enrobé.



Vues générales du site

Les espaces disponibles autour de l'enveloppe des bâtiments sont essentiellement plats et enrobés ou bétonnés. On note la présence locale d'arbres (hors influence du projet).

La cour où est prévue l'extension :

- Surplombe en limite Nord-Est un terrain de sport en surface enrobées, en contrebas de l'ordre de 3/4m,
- Est surmonté en limite Sud-Ouest par la cour de récréation.

Les interfaces entre ces différents niveaux de plateforme sont constituées par des murs de soutènements en BA.

II.2. CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

La campagne de reconnaissance définie par le Maître d'Ouvrage, a consisté en l'exécution de :

- **1 sondage pressiométrique** (SP1), conduit à une profondeur de 9m/TA. La sondeuse utilisée est de marque GEOTEC type TB175. 8 essais ont été répartis selon un intervalle de 1m. Ce sondage pressiométrique a permis de visualiser la nature des sols traversés et de mesurer les caractéristiques mécaniques de ces sols ;
- **2 sondages de reconnaissance géologique à la tarière** (S1 et S2), conduits jusqu'au refus à 1m/TA, permettant de relever la succession lithologique des terrains traversés ;
- **3 essais au pénétromètre dynamique** (P1 à P3) conduits jusqu'au refus entre 1.2 et 1.4m/TA et permettant de relever les caractéristiques mécaniques des terrains en continu,
- **2 fouilles de reconnaissance de fondation**, notées RF1 et RF2, et permettant de visualiser la géométrie apparente des fondations.

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 têtes de sondages ont été nivelées en prenant comme référence la valeur arbitraire de 100m attribuée à l'entrée du local de chauffage existant.

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

*

* *

III. CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE

D'après la carte géologique de MARSEILLE éditée au 1/50 000^{ème} par le BRGM et notre connaissance de ce secteur, la géologie attendue est la suivante :

- remblais d'aménagement du site ;
- Substratum calcaire dolomitique du Portlandien.

III.1. NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS

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

- **une couche d'enrobé** d'environ 5 cm d'épaisseur et sa structure de chaussée gravelo-limoneuse jusqu'à 0.2 à 0.4m/TA,
- **un limon orangé +/- blocailleux**, potentiellement remanié et identifié jusqu'à 0.7 à 0.9m/TA. Les caractéristiques mécaniques de cette couche sont hétérogènes avec :

$$7 \leq R_D \leq 30 \text{ MPa}$$

- **des blocs et graviers calcaires à matrice limono-argileuse marron**, identifiés jusqu'à 0.7 à 1m/TA et constituant la partie supérieure altérée du substratum,
- **Un calcaire marneux**, reconnu au-delà de 0.7 à 1m/TA et jusqu'à la base du sondage SP1, soit 10m/TA. Ses caractéristiques mécaniques sont très élevées avec :

$$77.7 \leq E_M \leq 185 \text{ MPa}$$

$$PI^* \text{ de } 2.79 \text{ à } > 5.1 \text{ MPa}$$

III.2. RECONNAISSANCES DE FONDATIONS

Les sondages RF1 et RF2 ont permis de reconnaître la géométrie des fondations du bâtiment suivant l'implantation définie par le Maître d'Ouvrage (cf. plan d'implantation joint en annexe). Les géométries apparentes reconnues sont les suivantes :

Sondage	RF1	RF2
Type de fondation	Supposée filante	Supposée filante
Profondeur d'assise (m/TA)	1.25	0.85
Débord / Mur (m)	> 1m	0.34 / 0.59
Prof. du débord (m/TA)	0.65	0.2
Sol d'assise	Marno-Calcaire	Marno-Calcaire

Remarque : La fouille RF1 a dû être arrêtée prématurément compte tenu de la présence de réseaux. Le débord latéral de la fondation n'a pu être identifié mais est supérieur à 1m par rapport au nu du mur de soutènement.

Photographies des fouilles de fondations :



RF1



RF2

III.3. RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

La commune de MARSEILLE a fait l'objet de 39 arrêtés de catastrophe naturelle (www.prim.net) dont 23 arrêtés de catastrophe naturelle relatifs à des inondations et coulées de boue, 10 arrêtés relatifs aux mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation de sol, relatifs aux éboulements, glissements et affaissements de terrain et 1 relatif aux tempêtes.

La commune de MARSEILLE a fait l'objet de plusieurs PPRN (inondations, mouvements de terrain, feu forêt).

Le terrain se situe en zone d'aléa faible (2) selon le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention des risques sismiques, applicable au 1er mai 2011.

Compte tenu de l'environnement construit du site, l'épaisseur et la nature des remblais pourront être variables au droit de la zone d'étude. Les remblais pourront également contenir des vestiges de construction (réseaux, dalle béton, ...).

D'après le site de renseignement www.georisques.gouv.fr, les risques et aléas suivants sont présents sur le site étudié :

Risque étudié	Niveau d'aléa
Remontée de nappes	Sensibilité faible
Retrait-gonflement des argiles	Aléa faible
Mouvements de terrain	Non concerné
Cavités	Non concerné
Site et sols industriels	Aucun site référencé dans un rayon < 200m

III.4. HYDROGÉOLOGIE

Lors de notre campagne de reconnaissance initiale (du 17 Mars 2017), nous n'avons pas observé d'arrivée d'eau dans les sondages.

Ces relevés ayant un caractère ponctuel et instantané, ils ne permettent pas de préciser l'amplitude des variations du niveau d'eau qui peut remonter fortement en période pluvieuse.

Des circulations d'eau superficielles peuvent également se produire en période pluvieuse.

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 (**drainage, cuvelage, ...**).

III.5. DONNEES SISMIQUES – RISQUE DE LIQUEFACTION

Selon les informations à notre connaissance, le bâtiment projeté est de catégorie d'importance **4 (à valider par le Maître d'Ouvrage)**.

- Accélération de référence au rocher et de calcul

Selon l'article 4 de l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal », l'accélération maximale de référence au niveau d'un sol rocheux, dénommée a_{gr} , vaut **0.7 m/s²** en zone de sismicité 2.

L'accélération horizontale de calcul au niveau d'un sol de type rocheux (classe A au sens de la norme NF EN 1998-1 septembre 2005 dite EC8-1), a_g , est égale à a_{gr} multipliée par le coefficient d'importance γ_i du bâtiment soit **$a_g = \gamma_i \cdot a_{gr}$** .

- Classe de sol

Selon l'article 3.1.2 « *Identification des classes de sol* » de l'EC8-1, l'identification des classes de sols nécessite la détermination de la vitesse des ondes de cisaillement sur les 30 mètres supérieurs, ou des mesures de l'indice de pénétration N_{SPT} . En l'absence de telles mesures, en première approche à partir de corrélation avec les essais réalisés et selon notre connaissance du contexte local, on pourra retenir :

- classe du sol = C dans le rocher marno-calcaire ; valeur du paramètre du sol correspondant $S = 1$.

Pour valider ou optimiser la classe de sol, il conviendrait de réaliser des investigations géophysiques (essais Cross Hole par exemple) ou géotechniques spécifiques (essais SPT ou CPT) jusqu'à 30 m de profondeur selon les exigences de l'EC8.

- Risque de liquéfaction

En zone de sismicité 1 ou 2 l'analyse de la liquéfaction n'est pas requise (arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la prévention des risques sismiques. Par ailleurs, le rocher marno-calcaire n'est pas liquéfiable de par sa nature.

III.6. POLLUTION

Lors de notre intervention, nous n'avons détecté aucun indice évident de pollution dans les sondages réalisés (c'est-à-dire sous une forme détectable visuellement ou olfactivement).

Il n'est toutefois pas impossible que le terrain soit imprégné de substances polluantes. Cependant, la recherche de polluant n'est pas l'objet d'une mission géotechnique en général ni de notre mission en particulier.

Lors de travaux de terrassement, dès lors que les terres sont évacuées hors du site, ces dernières prennent un statut de déchet. Leur valorisation ou leur élimination en dehors du site doit donc répondre aux réglementations « déchets », conformément à l'Ordonnance n° 2010-1579 du 17 décembre 2010. Suite aux arrêtés du 12/12/2014, l'installation de stockage doit valider l'acceptation des terres après réception d'une Demande d'Acceptation Préalable (DAP) généralement portée par le terrassier ou l'entreprise générale (au nom du Maître d'Ouvrage). La DAP doit intégrer des analyses chimiques en laboratoire sur les terres à excaver. GEOTEC est à la disposition des intervenants pour réaliser cette prestation qui permettra de déterminer l'exutoire approprié (ISDI – Installation de Stockage de Déchets Inertes, ISDND – Déchets Non Dangereux ou ISDD – Déchets Dangereux, voire Biocentre) et d'anticiper les éventuels surcoûts en résultant.

*

* *

IV. TERRASSEMENTS

IV.1. EXTRACTION

Nous rappelons que le niveau bas du projet se situe vers 1 à 1.5m/TA pour la fosse de l'ascenseur, et correspond à la cour actuelle pour l'extension du bâtiment (R-1).

Le mode d'exécution des terrassements dépend étroitement des conditions environnementales, en particulier :

- du niveau d'assise et de la sensibilité des mitoyens ;
- de la présence d'eau (niveau statique, débits d'exhaure,...)

Mais d'autres facteurs peuvent être déterminants pour le choix du mode d'exécution des terrassements (présence de réseaux sous chaussée, d'anciens ouvrages enterrés, etc.).

Au stade actuel du projet, les terrassements envisagés sont les suivants :

- Exécution des fouilles de fondations du bâtiment et de la fosse d'ascenseur.

Sur cette hauteur de terrassement, les couches suivantes pourront être rencontrées :

- Revêtement enrobé superficiel ;
- Remblais gravelo-limoneux sensibles à la boullance,
- Limon orangé +/- blocailleux,
- Blocs calcaire à matrice limono-argileuse, potentiellement boullant et sensible au remaniement mécanique,
- Substratum de calcaire marneux de forte compacité.

Ces travaux de terrassement devront prendre en considération la présence de formations rocheuses à franchir, nécessitant l'emploi d'un BRH, d'un marteau pneumatique et d'engins de forte puissance. De gros blocs sont également attendus dans les remblais et formations superficielles.

Dans tous les cas, la méthodologie mise en œuvre devra tenir compte des avoisinants. Si nécessaire, une étude de vibrations sera menée. Les précautions à prendre vis-à-vis du bâtiment existant présentées dans le paragraphe V.2 devront être respectées.

IV.2. MISE HORS D'EAU

- Phase provisoire

Lors de notre intervention initiale (Mars 2017), nous n'avons pas observé de niveau d'eau dans le sondage, jusqu'à 9m/TA.

Cependant, 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 (**drainage, cuvelage, prise en compte des sous-pressions,...**).

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.

La nécessité d'intégrer un cuvelage devra être étudiée sur la base des niveaux d'eau EE, EH, EB retenus pour le projet.

*

* *

V. ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

V.1. FONDATIONS (EUROCODE 7 – NORME NFP 94-261)

V.1.1. Principe de fondation et niveaux d'assise

Le principe de fondation des bâtiments consistera à reporter les charges de la structure par l'intermédiaire de **semelles superficielles isolées ou radier (ascenseur)** prolongées autant que besoin par un gros béton de rattrapage, avec respect d'un **ancrage de 0.3m minimum dans le marno-calcaire**.

Au droit de nos sondages, les assises de fondations sont les suivantes :

Sondages	S1/P1	S2/P2	P3	SP1
Cote NGF Sondages	99.95	99.95	99.8	99.9
Prof. assise (m) / TA*	1.3	1.3	1.3	1
Cote assise (NGF)*	98.65	98.65	98.5	98.9

* Ces profondeurs sont fournies à titre indicatif et seront à adapter en fonction des fluctuations du toit des marno-calcaires.

De plus les fondations du projet et les fondations avoisinantes (*bâtiment, voirie, réseaux,...*) arrêtées à des niveaux différents seront établies en redans selon une pente de 3H/2V (*3 Horizontalement pour 2 Verticalement*).

Les fondations respecteront les considérations sismiques de l'Eurocode 8 (classe sismique 2 – classe de l'ouvrage = 4 à valider par la MOA). A cet effet, les appuis isolés devront être rigidifiés dans les 2 directions. **Les fondations devront être également vérifiées vis-à-vis des efforts sismiques dans le cadre de la mission G3 de l'entreprise.**

- modèle géotechnique

Les valeurs caractéristiques mécaniques retenues sont issues d'une estimation prudente basée sur une approche statistique des résultats et notre expérience locale.

Formation	Prof. base (m)	PI* (MPa)	E _M (MPa)	R _d (MPa)	α
Remblais graveleux à limoneux	0.7 à 0.9	-	-	3	0.66
Marno-Calcaire	>9	3.5	90	-	0.25

- 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 des méthodes pénétrométriques et pressiométriques, un coefficient de sécurité global Γ de 1,68 (ELU fondamental) et 2,76 (ELS quasi-permanent et ELS caractéristique).

D’après les éléments transmis par le BE Structure (descentes de charges), les contraintes verticales centrées de calcul à retenues pour la justification vis-à-vis des Etats limite Ultime et de Service seront limitées à :

Aux ELU fondamentaux, $\leq \frac{q_{net}}{1,68} = 0.8 \text{ MPa}$
Aux ELS qp et caract., $\leq \frac{q_{net}}{2,76} = 0.5 \text{ MPa}$

V.1.2. Hypothèses géométriques

Sur la base des descentes de charges transmises, seules les descentes de charges suivantes ont été retenues dans nos calculs :

Les descentes de charges transmises sont les suivantes (cf. plan joint en annexe) :

- Semelles superficielles isolées du bâtiment :
 - o MAX : 155t ELS / 210t ELU,
- Radier de l’ascenseur :
 - o 107t ELS, répartie selon une surface estimée à 5m² (2.15x2.35m) d’après les plans transmis.

Le dimensionnement des fondations de l’ensemble des bâtiments devra dans tous les cas être étudié pour les pondérations ELS (caractéristique ; durable & transitoire) et ELU (Fondamental, accidentel et sismique) dans le cadre de la mission G3 de l’entreprise.

Pour chaque fondation, les combinaisons d’actions suivantes ont été étudiées :

Projet	Fondation	Dimension (cm)	qELS Caract. F _v	qELU Fond F _v
Extension	Massif	?	1550 kN	2100 kN
	Radier	215x235	1070 kN	-

Le bureau d’étude Structure s’assurera de la compatibilité de ces charges avec celles effectives au projet et avertira GEOTEC de tout écart pouvant jouer sur le dimensionnement des fondations.

V.1.4. JUSTIFICATIONS DU DIMENSIONNEMENT

V.2.1 - Justification de l'ouvrage aux ELU

- Capacité portante du sol

Aux ELU, l'inégalité suivante doit être vérifiée :

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

Nous négligerons R_0 dans les calculs suivants.

V_d est la charge de calcul à l'état limite ultime, normale à la base de fondation,

$R_{v;d}$ est la capacité portante de calcul de la fondation vis-à-vis des charges normales, en tenant compte de l'effet des charges inclinées ou excentrées.

$$R_{v;d} = A' \cdot (k_p \cdot P_{le}^* \cdot i\delta \cdot i\beta) / (\gamma_{R;d} \cdot \gamma_{R;v})$$

- A' = surface effective de la fondation tenant compte du coefficient de réduction de portance lié à l'excentrement (e) de la charge.
Pour une semelle rectangulaire $A' = (B - 2 \cdot e_B) \cdot (L - 2 \cdot e_L)$
- k_p = facteur de portance ;
- $i\delta$ = coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison de la charge ;
- $i\beta$ = coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus de pente β , il vaut 1 si la fondation est suffisamment éloignée d'un talus ($d > 8B$) ;
- $\gamma_{R;v} = 1.4$ (facteur partiel de calcul de portance à l'ELU aux actions fondamentales et sismiques) ;
- $\gamma_{R;d} = 1.2$ (coefficient de modèle retenu pour la méthode semi-empirique pressiométrique).

• Pour les fondations étudiées, sous les combinaisons aux ELU Fondamentaux, nous fournissons une vérification de la dimension minimale des semelles de fondations par comparaison avec les descentes de charges fournies (en l'absence d'éléments sur la géométrie des fondations) :

Projet	$V_d - R_0$ (kN)	Dimensions minimales (m ²)	$R_{v;d}$ (kN)	Vérification
Extension (3 cas de charge présentés)	2100	2.6 m ²	2132	Oui
	1600	2 m ²	1640	Oui
	1000	1.3 m ²	1066	Oui

- Excentricité de la charge

Aux ELU, l'inégalité suivante doit être vérifiée :

$$\left(1 - \frac{2e_B}{B}\right) \left(1 - \frac{2e_L}{L}\right) \geq \frac{1}{15}$$

- Pour les fondations étudiées, sous les combinaisons aux ELU Fondamentaux, seules des charges verticales centrées sont exercées sur les fondations (pas de moments ni d'efforts horizontaux indiqués par le BET Structures). Dans ces conditions, l'excentricité est prise égale à 1.

Le critère d'excentricité est respecté. La surface comprimée est supérieure à 10%.

- Glissement

Aux ELU, l'inégalité suivante doit être vérifiée :

$$H_d \leq R_{h;d} + R_{p;d}$$

En conditions drainées, il convient de déterminer la valeur de calcul de la résistance ultime au glissement du terrain R_d sous la base de la fondation à partir de l'expression suivante :

$$R_d = (V_d \tan \delta_{a;k}) / (\gamma_{R;h} \cdot \gamma_{R;d})$$

- V_d est la valeur caractéristique de la charge effective verticale transmise par la fondation superficielle, déduite de la situation donnant la valeur de la charge H_d ;
- $\gamma_{R;h}$ est le facteur partiel pour la résistance au glissement de la fondation superficielle, sa valeur est égale à 1,1 ;
- $\gamma_{R;d}$ est le coefficient de modèle lié à l'estimation de la résistance ultime au glissement, sa valeur est égale à 1,1 ;
- $\delta_{a;k}$ est la valeur caractéristique de l'angle de frottement à l'interface entre la base de la fondation et le terrain. Dans le cas d'une fondation coulée in-situ, $\delta_{a;k}$ peut être choisie égale à la valeur de l'angle de frottement interne du sol à long terme $\varphi' = 30^\circ$.

- Pour les fondations étudiées, sous les combinaisons aux ELU Fondamentaux, seules des charges verticales centrées sont exercées sur les fondations (pas d'efforts horizontaux ni de moments indiqués par le BET Structures). **La tenue des semelles et massifs au glissement est donc assurée.**

Remarque importante : Pour les vérifications aux ELU sismiques, on s'assurera de rigidifier le système de fondations (bien liaisonner les semelles entre elles) puis de vérifier la tenue globale au glissement de l'ensemble de la structure suivant la condition suivante :

$$\Sigma F_h \leq (\Sigma F_v \tan \delta_{a;k}) / (\gamma_{R;h} \cdot \gamma_{R;d})$$

ΣF_h et ΣF_v est la somme des efforts horizontaux et verticaux exercés.

V.2.2 - Justification de l'ouvrage aux ELS

- Limitation de la charge transmise aux fondations

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

Nous négligerons R_0 dans les calculs suivants.

V_d est la charge verticale à l'ELS Caractéristique transmise par la fondation et comprenant le poids de la fondation,

$R_{v;d}$ est la capacité portante de calcul de la fondation vis-à-vis des charges normales, en tenant compte de l'effet des charges inclinées ou excentrées.

$$R_{v;d} = A' \cdot (k_p \cdot P l e^* \cdot i \delta \cdot i \beta) / (\gamma_{R;d} \cdot \gamma_{R;v})$$

- A' = surface effective de la fondation tenant compte du coefficient de réduction de portance lié à l'excentrement (e) de la charge ;
- Pour une semelle rectangulaire $A' = (B - 2e_B) \cdot (L - 2e_L)$;
- k_p = facteur de portance ;
- $i \delta$ = coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison de la charge ;
- $i \beta$ = coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus de pente β ;
- $\gamma_{R;v} = 2.3$ (facteur partiel de calcul de portance à l'ELS quasi-permanent et à l'ELS Caractéristique) ;
- $\gamma_{R;d} = 1.2$ (coefficient de modèle retenu pour la méthode semi-empirique pressiométrique).

• Pour les fondations étudiées, sous les combinaisons aux ELS Caract. Et QP., nous fournissons une vérification de la dimension minimale des semelles de fondations par comparaison avec les descentes de charges fournies (en l'absence d'éléments sur la géométrie des fondations) :

Projet	$V_d - R_0$ (kN)	Dimensions minimales (m ²)	$R_{v;d}$ (kN)	Vérification
Extension (3 cas de charge présentés)	1550	3.1 m ²	1550	Oui
	1150	2.3 m ²	1150	Oui
	830	1.7 m ²	850	Oui

• Pour les fondations de la cage d'ascenseur sur radier, sous les combinaisons aux ELS Caract. Et QP., nous obtenons :

Projet	Fondation	$R_{v;d}$ (kN)	$V_d - R_0$ (kN)	Vérification
Ascenseur	Radier : 215 x 235 cm	2526	1070	Oui

- Excentricité de la charge

Aux ELS, l'inégalité suivante doit être vérifiée :

$$\left(1 - \frac{2e_B}{B}\right) \left(1 - \frac{2e_L}{L}\right) \geq \frac{1}{2}$$

• Pour les fondations étudiées, sous les combinaisons aux ELS caract., seules des charges verticales centrées sont exercées sur les fondations (pas de moments ni d'efforts horizontaux indiqués par le BET Structures). Dans ces conditions, l'excentricité est prise égale à 1. Le critère d'excentricité est respecté. **La surface comprimée est supérieure à 75%.**

- Tassements

Moyennant une bonne exécution des fouilles et un nettoyage adapté, les tassements théoriques estimés sous fondations, pour les hypothèses de charges considérées pour les combinaisons aux ELS quasi-permanentes et compte tenu d'un substratum rocheux en sous face de fondation, seront inférieurs au centimètre en absolu et de l'ordre du demi-centimètre en différentiel.

Il conviendra au BET Structures de vérifier la compatibilité de ces tassements avec la structure.

V.2. RAIDEURS DE SOLS SELON LES EC7 – RADIER DE L'ASCENSEUR

Caractéristiques de la fondation :

- L = 2.35m,
- B = 2.15m,
- S = 5 m².

Caractéristiques du sol :

- E = Em / α = 170 MPa,
- ν = 0.3.

Raideur verticale :

Le module Kv est calculé selon la méthode élastique linéaire présentée dans l'annexe J de la norme NF P 94-161 pour une fondation rectangulaire :

Fondation rectangulaire (B ; L) (L>B)	$K_v = \frac{E}{2(1-\nu^2)} \beta_v \sqrt{BL}$ $\beta_v = 1,55 \left(\frac{L}{B}\right)^{0,25} + 0,8 \left(\frac{B}{L}\right)^{0,5}$
--	--

Dans notre cas :

β_v = 2.35 ; K_v = 493

Raideurs en translation :

Kb et Kl sont calculés selon la méthode élastique linéaire présentée dans l'annexe J de la norme NF P 94-161 pour une fondation rectangulaire.

Fondation rectangulaire (B ; L)
(L>B)

$$K_B = \frac{E}{2(2-\nu)(1+\nu)} \beta_B \sqrt{BL}$$

$$\beta_B = 3,4 \left(\frac{L}{B}\right)^{0,15} + 1,2 \left(\frac{B}{L}\right)^{0,5}$$

$$K_L = \frac{E}{2(2-\nu)(1+\nu)} \beta_L \sqrt{BL}$$

$$\beta_L = 3,4 \left(\frac{L}{B}\right)^{0,15} + 0,4 \left(\frac{L}{B}\right)^{0,5} + 0,8 \left(\frac{B}{L}\right)^{0,5}$$

Dans notre cas :

$$\beta_B = 4.59 ; K_B = 397$$

$$\beta_L = 4.63 ; K_L = 400$$

V.3. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES ET SUJETIONS D'EXECUTION

V.3.1 – Sujétions Constructives

En aucun cas, la largeur des semelles les moins chargées ne sera inférieure à 60 cm pour les semelles isolées et 40 cm pour les semelles filantes, afin d'assurer un bon contact sol/fondation.

Des joints de rupture complets seront créés entre les parties différemment chargées du bâtiment, ainsi qu'entre le bâtiment et l'existant.

V.3.2 – Sujétions d'exécution

On s'assurera que le sol d'assise des fondations est homogène.

Toute poche de remblai ou de moindre consistance (lentille argileuse lâche, remblai... par exemple) détectée à l'ouverture des fouilles sera purgée et remplacée par un gros béton coulé pleine fouille.

Tout vestige (*fondation des existants démolis, souche d'arbre, ancien ouvrage enterré, ...*) sera purgé et remplacé par un gros béton coulé pleine fouille.

Dans les formations compactes (Calcaire et son faciès altéré blocailleux, ...), les travaux de terrassement nécessiteront l'emploi d'engins de forte puissance (BRH, marteaux pneumatiques par exemple). La méthodologie mise en œuvre devra tenir compte des avoisinants. Si nécessaire, une étude de vibration sera menée.

Il conviendra 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.

Des surprofondeurs de l'horizon d'ancrage et des surlargeurs ne sont pas à exclure, en cas de surépaisseur des remblais ou de la couverture limoneuse orangée par

exemple, ce qui nécessitera un gros béton de rattrapage. En conséquence, on prévoira un volume suffisant de gros béton de rattrapage.

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 (pompage par exemple).

Compte tenu de la profondeur d'assise et du risque d'éboulement des sols (terrains d'ancrage pulvérulent) le blindage des fouilles peut 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.

V.3.2 – Contrôles

La couche de forme sous radier sera réceptionnée par essais à la plaque, selon le mode opératoire LCPC avec comme valeurs cibles :

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

$$EV_2 / EV_1 < 2,2$$

*

* *

V.4. RECOMMANDATIONS VIS-A-VIS DES EXISTANTS

Il sera 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 (chaînage par exemple) ;
- un référentiel 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 (notamment vis-à-vis des reconnaissances menées en RF1 et RF2) ;
- Dans le cas où les fondations nouvelles sont mitoyennes aux fondations existantes, 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.

*

* *

VI. RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET

Le présent rapport constitue le compte rendu et fixe la fin de la phase avant-projet de la mission d'étude géotechnique de conception. Cette phase G2_{PRO} confiée à GEOTEC a permis de donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte des résultats des investigations, et présente certains principes d'adaptation au sol des ouvrages géotechniques projetés.

Les principales incertitudes qui subsistent concernent le contexte géotechnique du site (*stratigraphie, caractéristiques mécaniques du sol, hydrogéologie, etc...*) et le projet (*implantation, calage altimétrique, descentes de charge, situation / avoisinants*) sont notamment :

- les variations des remblais en terme d'épaisseur et de nature en fonction de l'historique du site,
- les circulations d'eau tant en phase provisoire de chantier qu'en phase définitive et notamment en période pluvieuse,
- Le débord latéral du soutènement au niveau de RF1, où la reconnaissance a dû être stopper compte tenu de la présence de réseaux,
- La validation par le BE Structure de la géométrie des fondations suivant le dimensionnement du présent rapport,
- la présence de vides sanitaires ou non au droit des travaux,

Ces incertitudes peuvent avoir une incidence importante sur le coût final des ouvrages géotechniques : il conviendra d'en tenir compte lors de la mise au point du projet. A cet effet, la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques (G2DCE/ACT à G4) devra suivre la présente étude).

Nous restons à l'entière disposition des Responsables du Projet pour tout renseignement complémentaire.

CONDITIONS GENERALES

1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du cocontractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à la Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'art L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dérogée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. 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 avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inévitables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

CONDITIONS GENERALES (SUITE)

11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettrait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. Le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission.

Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

14. Conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

Assurance décennale obligatoire

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voir inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle sur-cotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartient au client de prendre en charge toute éventuelle sur-cotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défektivité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions de ressort du siège social du Prestataire sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

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'avoisnants 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 avoisnants), 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 avoisnants), 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).
- Elaborer 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 avoisnants 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).

ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

(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'oeuvre	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) Phase Etude de Site (ES)		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) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		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) 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 (<i>choix constructifs</i>)
	PRO	Etudes géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		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) Phase DCE/ACT		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)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)	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)	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
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

ANNEXES

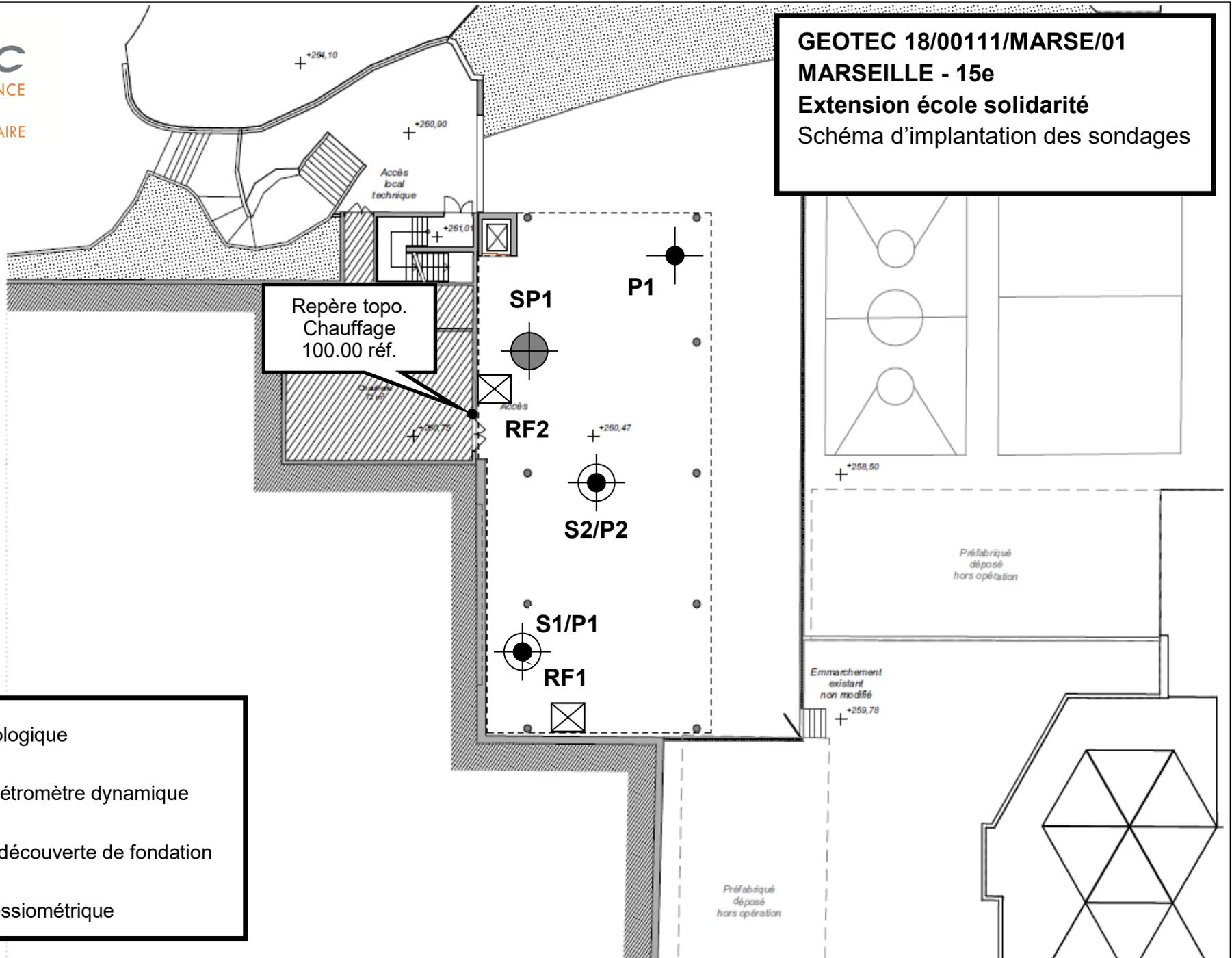
- ANNEXE 1 : PLAN DE SITUATION,
- ANNEXE 2 : PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES,
- ANNEXE 3 : SONDAGES ET ESSAIS,
- ANNEXE 4 : DESCENTES DE CHARGES TRANSMISES.

ANNEXE 1

PLAN DE SITUATION

ANNEXE 2

PLAN D'IMPLANTATION



Repère topo.
Chauffage
100.00 réf.

-  Sondage géologique
-  Essai au pénétromètre dynamique
-  Sondage de découverte de fondation
-  Sondage Pressiométrique

ANNEXE 3

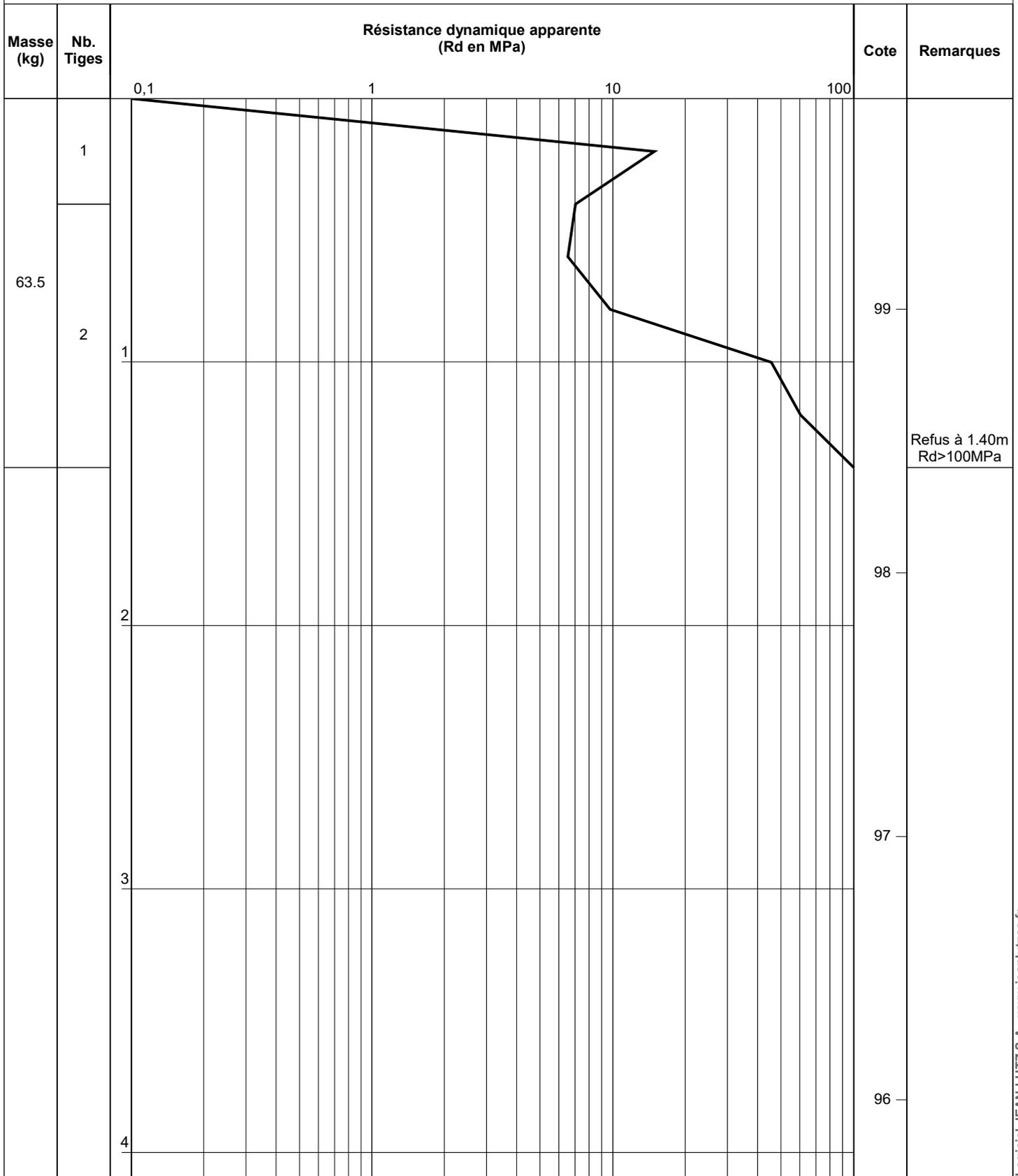
SONDAGES ET ESSAIS

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	
99,90	0,00															
99,20	0,70	Remblais	NEANT	TAR 63	0											
		Marne calcaire		TRP 64	1	87,6				2,26			3,22		27	
					2	> 205				> 4,76			> 5,03		> 41	
					3	> 206				> 4,77			> 5,05		> 41	
					4	77,7				1,79			2,79		28	
					5	> 166				> 4,77			> 5,01		> 33	
					6	> 185				> 4,78			> 5,10		> 36	
					7	> 179				> 4,79			> 5,05		> 36	
					8	> 162				> 4,80			> 5,03		> 32	
90,90	9,00				9											
					10											

EXGTE 2.30

Observations :

Arrêt du sondage à 9.0m.



Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

Masse mouton : 63.5 kg

Hauteur de chute : 75 cm

Section de la pointe : 20.428 cm²

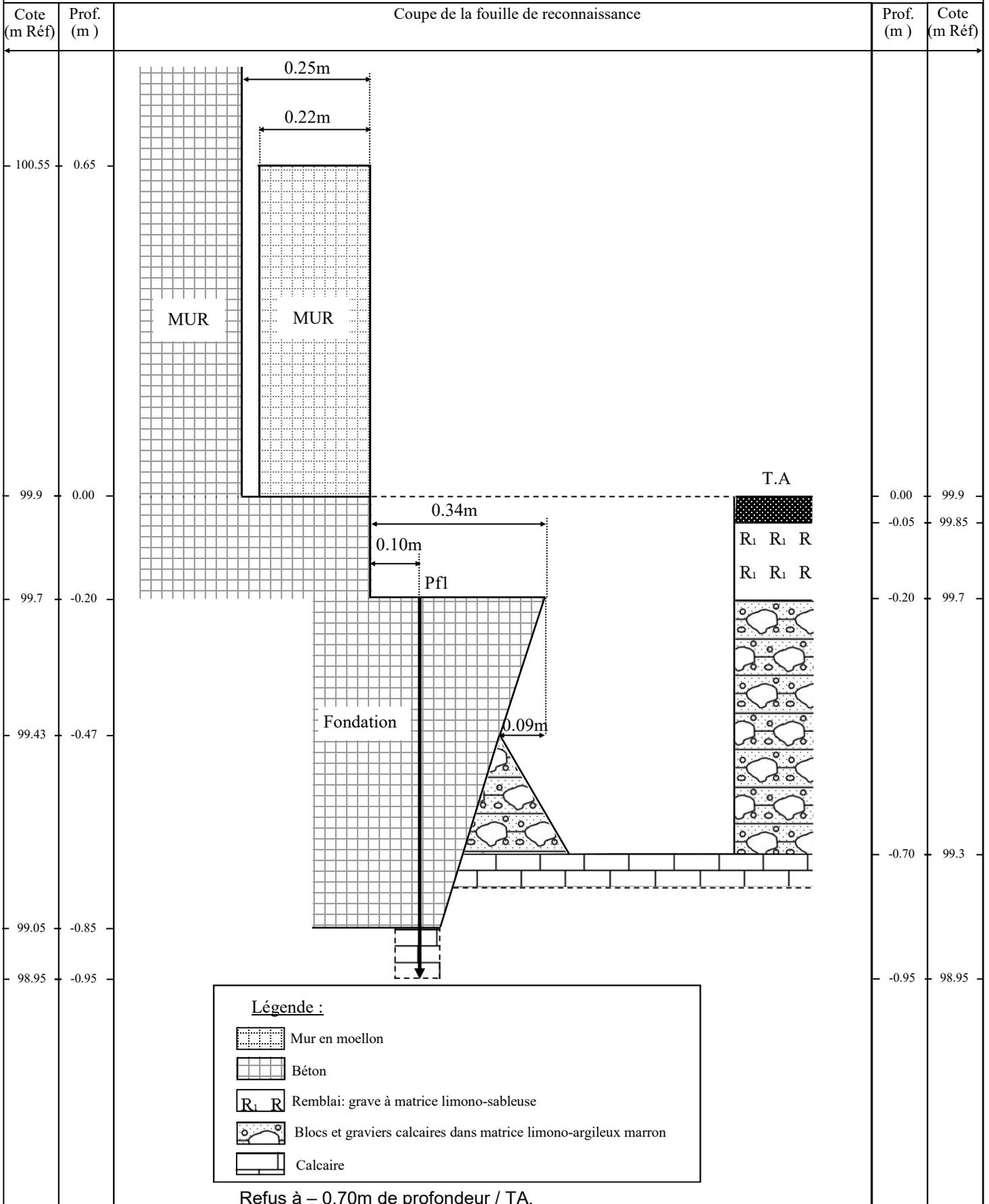
Observations :

Masse enclume : 12.37 kg

Masse de la pointe : 1.05 kg

Masse d'une tige : 6.31 kg

Coupe de la fouille de reconnaissance



Cote	Prof. (m)	Nature du terrain	Eau	Outil	Masse (kg)	Nb. Tiges	Résistance dynamique apparente (Rd en MPa)				Remarques
							0,1	1	10	100	
99,95	0,00										
99,55	0,40	5cm enrobé sur couche de forme gravier				1					
99,05	0,90	Limons orangés à cailloux		TAR 63	63.5	2					
98,95	1,00	Calcaire altéré : blocs				1					
		Refus sur Calcaire									Refus à 1.20m Rd>100MPa
						2					
						3					
						4					

EXGTE 2.30

Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDB

Masse mouton : 63.5 kg

Masse enclume : 12.37 kg

Hauteur de chute : 75 cm

Masse de la pointe : 1.05 kg

Section de la pointe : 20.428 cm²

Masse d'une tige : 6.31 kg

Observations : Refus tarière à 1.0m

Cote	Prof. (m)	Nature du terrain	Eau	Outil	Masse (kg)	Nb. Tiges	Résistance dynamique apparente (Rd en MPa)				Remarques
							0,1	1	10	100	
99,95	0,00										
99,55	0,40	5cm enrobé sur couche de forme gravier				1					
99,25	0,70	Limon orangé		TAR 63	63.5						
98,95	1,00	Calcaire altéré : blocs calcaire				2					
		Refus sur Calcaire									Refus à 1.20m Rd>100MPa

Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDB

Masse mouton :	63.5 kg	Masse enclume :	12.37 kg
Hauteur de chute :	75 cm	Masse de la pointe :	1.05 kg
Section de la pointe :	20.428 cm ²	Masse d'une tige :	6.31 kg
Observations :	Refus tarière à 0.8m		

ANNEXE 4

**DESCENTES DE CHARGES
TRANSMISES**

