



FILIALES ET AGENCES

DAUPHINE SAVOIE

38610 GIERES
T : 04 76 42 63 69
F : 04 76 42 63 70

SAVOIES

73000 CHAMBÉRY
T : 04 79 68 70 09
F : 04 79 68 71 60

LYON

69800 ST PRIEST
T : 04 78 90 81 86
F : 04 78 90 65 23

CENTRE

42330 ST GALMIER
T : 04 77 56 57 88
F : 04 77 56 58 17

EST

01250 HAUTECOURT-
ROMANECHÉ
T : 04 74 51 83 90
F : 04 74 51 86 83

SUD

BP 41108
13728 AUBAGNE CEDEX
T : 04 42 73 97 65
F : 04 42 73 96 24

BEZIERS

34350 VENDRES
T : 04 67 76 59 83
F : 04 67 76 59 97

OUEST

86550 MIGNALOUX-
BEAUVOIR
T : 05 49 47 10 10
F : 05 49 47 11 33

ILE DE FRANCE

78370 PLAISIR
T : 01 30 54 75 36
F : 01 30 55 82 96

AUVERGNE

63000 CLERMONT-
FERRAND
T : 04 73 29 64 17

LOUXOR FONCIER

* * * * *

**AMENAGEMENT D'UN LOTISSEMENT DE 30 LOTS,
D'UNE VOIRIE INTERNE ET D'UN BASSIN DE RETENTION**

« LES PRADINES »

SECTION A – PARCELLE N°107

FABREZAN (11)

* * * * *

RAPPORT

**ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION
PHASE AVANT-PROJET**

Fait à Vendres, août 2020 – R11/20/19901G

SOMMAIRE

1- INTRODUCTION	2
2- RENSEIGNEMENTS GENERAUX	2
2-1- <i>Situation et description sommaire du site et du projet.....</i>	<i>2</i>
2-2- <i>Contexte géologique et sismique.....</i>	<i>2</i>
2-3- <i>Document remis pour l'étude.....</i>	<i>3</i>
2-4- <i>Investigations géotechniques</i>	<i>3</i>
3- CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE DES SOLS	3
3-1- <i>Sondages au tracto-pelle</i>	<i>3</i>
3-2- <i>Sondages au pénétromètre dynamique.....</i>	<i>3</i>
3-2-1- <i>Principe.....</i>	<i>3</i>
3-2-2- <i>Résultats</i>	<i>4</i>
3-3- <i>Essais en laboratoire</i>	<i>4</i>
3-4- <i>Niveau d'eau.....</i>	<i>4</i>
4- SYNTHESE – CONCLUSIONS	5
4-1- <i>Terrassements généraux</i>	<i>5</i>
4-1-1- <i>Conditions générales.....</i>	<i>5</i>
4-1-2- <i>Blindage.....</i>	<i>5</i>
4-1-3- <i>Talutage.....</i>	<i>5</i>
4-1-4- <i>Conditions de réalisation des plates-formes.....</i>	<i>6</i>
4-1-5- <i>Conditions de réalisation des parkings et de la voirie interne.....</i>	<i>7</i>
4-1-6- <i>Réutilisation des matériaux du site</i>	<i>7</i>
4-1-7- <i>Objectifs de densification.....</i>	<i>7</i>
4-2- <i>Modes de fondations envisageables (loi élan).....</i>	<i>9</i>
4-3- <i>Niveaux bas et protection contre l'eau</i>	<i>10</i>
4-3-1- <i>Niveaux bas</i>	<i>10</i>
4-3-2- <i>Protection contre l'eau.....</i>	<i>10</i>
5- REMARQUES	11
ANNEXES.....	12

1- INTRODUCTION

Dans le cadre du projet d'aménagement du lotissement « Les Pradines » à FABREZAN (11), **E. G. SOL SUD** a réalisé, en juillet et août 2020, une étude géotechnique de conception (phase avant-projet), à la demande et pour le compte de **LOUXOR FONCIER**.

La présente étude a pour objectif :

- de préciser les contextes géologique et géotechnique des terrains rencontrés,
- de préciser les conditions de réalisation des terrassements et de la voirie du projet ;
- de donner une approche des systèmes de fondation les mieux adaptés aux contextes.

Notre mission est de type G2-AVP, au regard de la "Classification des Missions Géotechniques Types" jointe en annexe.

2- RENSEIGNEMENTS GENERAUX

2-1- SITUATION ET DESCRIPTION SOMMAIRE DU SITE ET DU PROJET

La zone d'étude est située en bordure de la RD611, à FABREZAN (11). Elle correspond à la parcelle cadastrée section A – n°107, d'une surface de 1,6 ha environ. Le terrain en friche présente une pente générale vers le sud-est, avec une pente faible dans la partie nord du terrain, s'accroissant en partie est.

Il est prévu l'aménagement d'un lotissement de 23 lots à bâtir et 7 lots à usage de jardins, d'une superficie comprise entre 231 m² et 826 m², d'une voirie interne qui se maillera à la RD611, la création de réseaux et d'un bassin de rétention.

A ce stade du projet, nous ne disposons d'aucun élément sur le calage altimétrique des lots et de la voirie.

2-2- CONTEXTE GEOLOGIQUE ET SISMIQUE

Du point de vue de la géologie générale (Cf. données du BRGM), les terrains du secteur sont constitués par des alluvions anciennes recouvrant des molasses (poudingues, limons, etc).

Le secteur est classé en zone d'exposition au « retrait/gonflement des argiles » de niveau fort d'après le BRGM.

Au regard de la norme NF EN 1998 (Eurocode 8), les paramètres sismiques du site sont les suivants :

Zone de sismicité	2
Valeur de l'accélération agr en m/s ²	0,7
Type de sol	B
Paramètre de sol S	1,35

2-3- DOCUMENT REMIS POUR L'ETUDE

Pour la réalisation de cette étude, il nous a été transmis les documents suivants une étude hydraulique réalisée par AZUR ENVIRONNEMENT, en juin 2020, dans laquelle figure un plan de principe du projet, au 1/650.

2-4- INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

Dans le cadre de cette étude, nous avons réalisé les investigations in situ suivantes :

- **quatre sondages au tracto-pelle**, notés P1 à P4, afin de reconnaître la nature des terrains, noter les venues d'eau éventuelles et examiner les conditions de terrassement ;
- **six sondages au pénétromètre dynamique**, notés PD1 à PD5 et PD3 bis, afin d'apprécier la résistance dynamique apparente des terrains traversés ;
- **une série d'essais en laboratoire** (teneur en eau, valeur au bleu, granulométrie et limites d'Atterberg), pour classifications GTR suivant le guide LCPC-SETRA ;
- **le nivellement relatif** des points de sondage, rattaché à une borne OGE située à l'ouest du terrain, et fixée arbitrairement à la cote +10,0 en l'absence de plan topographique (Cf. plan d'implantation des sondages).

3- CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE DES SOLS

3-1- SONDAGES AU TRACTO-PELLE

Les sondages au tracto-pelle, notés P1 à P4, ont mis en évidence des argiles graveleuses brunes végétalisées en tête sur des épaisseurs de 0,6 m (P3) à 0,9 m (P2) environ. Elles surmontent un horizon gravelo-argileux compact (absent en P2), observé jusqu'à 0,7 m (refus de P3) à 1,0 m (P1). Ces terrains reposent sur des argiles limono-sableuses brun-gris, reconnues jusqu'à 3,0 m (P4) à 3,2 m (P2), profondeurs d'arrêt de l'engin par rapport au niveau du terrain actuel.

3-2- SONDAGES AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

3-2-1- Principe

Les sondages ont été réalisés au moyen d'un pénétromètre dynamique semi-lourd de type PAGANI. Le sondage pénétrométrique consiste à battre, à l'aide d'un mouton de masse 63,5 kg, un train de tiges équipé d'un cône de pénétration de surface connue (20 cm²). La hauteur de chute du mouton est de 70 cm. Le principe de l'essai consiste à noter le nombre de coups nécessaire à un enfoncement unitaire de 20 cm.

3-2-2- Résultats

Les terrains présentent des caractéristiques mécaniques faibles à moyennes au sein des argiles graveleuses de recouvrement et des argiles limono-sableuses sous-jacentes ($3,6 \text{ MPa} \leq R_{da} \leq 22,3 \text{ MPa}$), et ce jusqu'au refus pénétrométrique ($R_{da} > 100 \text{ MPa}$) obtenu entre 3,7 m (PD5) et 4,1 m (PD1 et PD4) de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel.

En PD3, PD3 bis, PD4 et PD5, des passages gravelo-argileux très compacts ($11,6 \text{ MPa} \leq R_{da} > 100 \text{ MPa}$) ont été rencontrés entre 0,2 m (PD3 et PD3 bis) et 0,8 m (PD4 et PD5) de profondeur. Les sondages PD3 et PD3 bis ont obtenu un refus prématuré dans cet horizon.

3-3- ESSAIS EN LABORATOIRE

Deux échantillons de sol ont été prélevés au droit des sondages P1 et P2. Les résultats des analyses réalisées sur ces échantillons de sol sont reportés dans le tableau ci-après :

Sondage	P1	P2
Profondeur (m/TN)	1,0	0,9
Lithologie	Argile limono-sableuse	Argile limono-sableuse
Teneur en eau naturelle W_n (%)	10,41	9,62
VBS (g/100 g)	2,52	2,68
<i>Granularité</i>		
Passant à 80 μm (%)	57,1	46,3
Passant à 0,5 mm (%)	62,0	67,8
Passant à 1 mm (%)	63,5	71,4
Passant à 2 mm (%)	65,2	73,3
Passant à 5 mm (%)	68,1	79,0
Passant à 10 mm (%)	71,5	91,4
Passant à 20 mm (%)	78,5	100,0
Passant à 31,5 mm (%)	93,4	100,0
Passant à 50 mm (%)	100,0	100,0
Classification GTR	A₂	A₂

Les échantillons testés sont classés dans la catégorie A₂ de la classification GTR du LCPC-SETRA de septembre 1992. Les valeurs au Bleu de Méthylène sur les échantillons prélevés témoignent quant à elles d'une argilosité moyenne.

3-4- NIVEAU D'EAU

Lors de notre intervention en juillet 2020, les terrains sont restés secs aux profondeurs atteintes.

Cependant, le caractère ponctuel dans le temps et dans l'espace de notre intervention ne permet pas d'affirmer qu'il n'y aura pas de venues d'eau lors des travaux de terrassement ou ultérieurement. En effet, les terrains rencontrés peuvent être le siège de circulations d'eau ou d'une nappe dont le niveau s'établit en fonction de la topographie et subit des fluctuations saisonnières dues à la pluviosité.

4- SYNTHÈSE – CONCLUSIONS

4-1- TERRASSEMENTS GÉNÉRAUX

4-1-1- Conditions générales

Les terrassements généraux pourront être réalisés au moyen d'engins mécaniques courants jusqu'à la profondeur de refus des sondages. L'emploi de moyens puissants (pelle hydraulique de forte puissance, etc.) pourra s'avérer nécessaire pour traverser les horizons graveleux compacts.

Nous attirons l'attention sur le fait que les terrains rencontrés renferment une proportion importante d'éléments fins, sensibles à l'eau et à la circulation des engins. Les terrassements devront être exécutés à sec, avec, si nécessaire, réalisation d'un système de drainage de type rigoles périphériques. Les fonds de forme seront protégés, dès exécution, par un matériau insensible à l'eau.

En fonction de la période de réalisation des travaux et de l'état des fonds de forme, la mise en place d'un géotextile anticontaminant et/ou d'un cloutage en fond de forme s'avérera nécessaire, en raison de la sensibilité des terrains à l'eau et à la circulation des engins. Le matériel et le mode de compactage devront être adaptés en conséquence.

Afin de limiter l'altération du fond de fouille des tranchées de réseaux, les terrassements pourront être réalisés par tronçons à l'avancement, en même temps que la pose de la canalisation et le remblaiement arrière.

4-1-2- Blindage

Les tranchées devront être réalisées à l'avancement, notamment les fouilles profondes. Néanmoins, en période sèche, aucun blindage n'est à prévoir compte tenu de la bonne tenue des parois des fouilles jusqu'à 3,2 m de profondeur.

4-1-3- Talutage

Le projet envisage la réalisation d'un bassin de rétention.

Une sujétion importante des terrassements réside donc dans la stabilité des talus en déblai qu'il conviendra d'assurer en périphérie du bassin, tant en phase travaux qu'au stade définitif, par l'intermédiaire d'ouvrages de soutènement ou de talutages si les contraintes d'emprise le permettent.

Si tel est le cas, les talus pourront être réglés en phase provisoire et en phase définitive à 3/2 à 1/1 (H/V) au sein des terrains rencontrés.

Dans le cas contraire (emprises limitées notamment en limite de propriété nord, les terrassements en déblai nécessiteront le recours à des soutènements provisoires ou définitifs (enrochement) qui devront faire l'objet d'une étude spécifique.

4-1-4- Conditions de réalisation des plates-formes

En ce qui concerne l'établissement des plates-formes support de voiries et de parkings, les terrains de recouvrement présentent des compacités hétérogènes. Un ouvrage disposé sur ces terrains aura tendance à se déformer dans le temps. Aussi, pour réaliser une assise stable dans le temps sur l'ensemble du site, on devra procéder au décapage de la partie supérieure et à l'évacuation de ces terrains sur une épaisseur qui sera fonction du niveau des plates-formes à atteindre et de leurs contraintes d'exploitation. Dans tous les cas, on veillera à l'enlèvement des terrains végétalisés et remaniés par les terrassements sur toute leur épaisseur.

Dans le cas de terrassements lors ou après une période pluvieuse, la mise en œuvre préalable d'un cloutage (*) en 100/400 mm, après purge complémentaire, pourra s'avérer nécessaire dans les zones humides à dominante de matériaux fins (PST0) afin de se ramener à une PST1.

Dans le cas de conditions météorologiques favorables lors des terrassements (hors périodes pluvieuses), après décapage de la frange végétalisée/remaniée de recouvrement, d'après le Guide Technique du LCPC-SETRA de septembre 1992, la nature des terrains de surface conduit à classer la Partie Supérieure des Terrassements (PST) et son arase (AR), en PST1/2 - AR1.

Les nouvelles plates-formes devront être constituées, après compactage du fond de forme (*) et protection de ce dernier par un géotextile anti-contaminant, par une couche de forme en matériau sablo-graveleux, propre, homogène (de type D₃ selon le GTR par exemple, contenant moins de 12 % de particules fines < 80 µm) d'une épaisseur minimale de 0,3 m pour atteindre un support de classe PF2. Elle sera mise en œuvre méthodiquement par couches successives avec un compactage soigné sur une épaisseur qui sera fonction des cotes altimétriques projetées, avant mise en œuvre des structures (parkings, voiries, etc.) dont le dimensionnement sera fonction des contraintes du projet.

Un contrôle strict de la qualité du matériau et de la compacité obtenue devra être prévu lors de l'exécution. A titre indicatif, les prescriptions à obtenir pour une PF2 devront être les suivantes : $EV_2 \geq 50$ MPa et $k (EV_2/EV_1) \leq 2,2$.

Ces critères sont à considérer en tant qu'obligation de résultats. Il conviendra de mettre en œuvre les matériaux et épaisseurs adaptées afin de les respecter. Les matériaux d'apport devront être conformes aux règles du GTR92 - Fascicule II et être agréés par le Maître d'Œuvre. Leur mise en œuvre devra se faire conformément aux recommandations du GTR du LCPC-SETRA de septembre 1992.

Après validation des essais, les couches de chaussées seront ensuite mises en œuvre. Leur dimensionnement sera fonction des contraintes du projet (classe de trafic, etc.).

Dans tous les cas, les travaux de substitution (épaisseur de purge, type de matériaux d'apport, mode de compactage ...) devront être définis au cas par cas en fonction des caractéristiques des aménagements projetés (cote altimétrique, etc.) et de leurs contraintes d'exploitation (parkings, voirie interne, etc.).

4-1-5- Conditions de réalisation des parkings et de la voirie interne

En l'absence d'élément concernant le nombre de véhicules circulant par jour sur le site et compte tenu de son usage (lotissement), nous avons pris comme hypothèse (à confirmer par la Maîtrise d'Ouvrage) une classe de trafic T5 (trafic poids lourds de 13 tonnes par essieu compris entre 0 et 25 poids lourds par jour).

A titre indicatif, la structure type de chaussée, établie sur la base d'un trafic de catégorie T5 suivant la norme SETRA, peut-être la suivante :

Couche de roulement : BB sur 6 cm
 Couche de base : GNT 0/20 sur 20 cm
 Couche de fondation GNT 0/31,5 sur 20 cm

Ces épaisseurs sont données à titre indicatif. Des variantes peuvent être proposées.

4-1-6- Réutilisation des matériaux du site

Dans le cadre de la réutilisation des déblais en remblai, les matériaux de type A₂ sont considérés comme des matériaux difficiles à mettre en œuvre en raison de leur faible portance (ils peuvent conserver des pressions interstitielles après mise en œuvre) et du risque de matelassage dans le cas d'un état hydrique élevé. Sous temps clément (ni pluie, ni évaporation importante), une utilisation en l'état pour des remblais de faible hauteur associée à un compactage moyen peut néanmoins être envisagée. En cas de forte chaleur ou pour un état hydrique « s » (sec), un compactage intense et/ou un arrosage pour maintien de l'état hydrique apporte de bons résultats. On notera que les états hydriques « th » (très humide) et « ts » (très sec) ne permettent pas leur utilisation en l'état.

La réutilisation en couche de forme des matériaux de type A₂ implique nécessairement un traitement (sur place généralement) avec des liants hydrauliques voire de la chaux. On notera que la maîtrise de l'état hydrique de ces sols traités est souvent délicate en raison de la variation brutale de leur comportement (portance) pour de faibles écarts de teneur en eau.

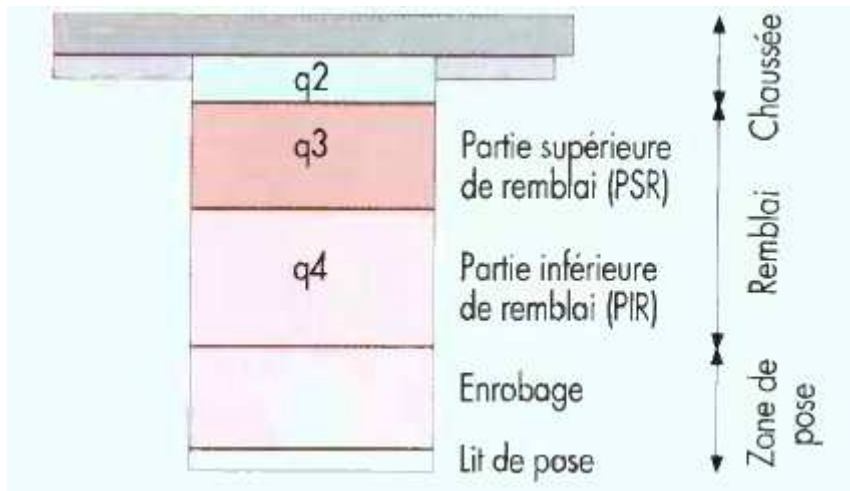
4-1-7- Objectifs de densification

Nous n'avons aucun élément concernant la profondeur des tranchées de réseaux. Le terrassement des tranchées sera effectué jusqu'à 10 cm au moins sous la cote prévue de la génératrice inférieure extérieure de la canalisation. Le fond des tranchées intéressera des terrains argilo-limono-sableux avec localement des passages graveleux compacts. Le lit de pose pourra donc se faire avec un matériau d'apport de type sable ou concassé autocompactant (0/20 mm).

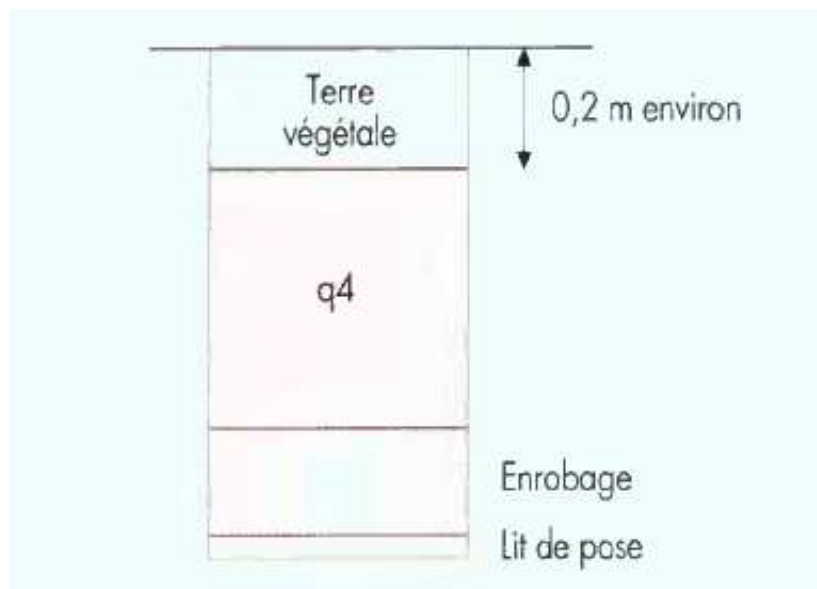
On proscriera le remblaiement de protection (situé immédiatement autour de la canalisation) avec les matériaux fins extraits, compte tenu de leur classe GTR et de leur sensibilité aux variations de teneur en eau. L'emploi d'un matériau d'apport insensible à l'eau (par exemple classé D2 ou 0/31,5 mm avec moins de 5 % de fines) sera nécessaire.

On prévoira un enrobage de 10 cm au-dessus de la génératrice supérieure de la canalisation.

Selon le Guide Technique de Remblaiement des Tranchées, SETRA-LCPC de 1994, le cas type 1 correspond aux tranchées sous chaussées :



le cas type 4 correspond aux tranchées sous espaces verts :



Avec à partir de la surface :

- sous la chaussée et les couches de fondation et base de cette dernière (niveau q2),
- une couche q3 correspondant à la partie supérieure du remblai,
- une couche q4 correspondant à la partie inférieure du remblai,
- la zone de pose comprenant le lit de pose et l'enrobage autour des canalisations

Les objectifs de densification sont définis dans la norme NF P 98-115 (5) pour q1, q2 et q3 et dans la norme NF P 98-331 (1) pour q4.

L'épaisseur de la couche q2 dépendra du type de trafic retenu.

La couche q3 devra nécessairement avoir une épaisseur supérieure ou égale à 0,45 m, et sera constituée de matériaux de type GNT non argileuse (0/80 mm). Elle sera mise en œuvre méthodiquement par couches successives de faible épaisseur avec un compactage soigné. Un contrôle strict de la qualité du matériau et de la compacité obtenue devra être prévu lors de l'exécution.

D'autres catégories de matériaux peuvent être employées. Elles seront soumises à une classification GTR et validées par la Maîtrise d'Œuvre.

La densité en milieu de couche de ces niveaux q3 et q4 devra être au minimum respectivement de 98,5 % et 95 % de la densité Proctor normal réalisé sur ces matériaux. Les matériaux seront mis en œuvre par couches de 0,25 m maximum et correctement compactés.

Toutes les opérations de remblaiement devront être réalisées selon le guide de remblaiement des tranchées de 1994 et les normes XP P 98-333 et NF P 98-331.

Les compacités seront vérifiées :

- soit à chaque passe par mesures au gammadensimètre,
- soit en fin de remblaiement au moyen d'un pénétrodensitographe étalonné sur les références GTR des matériaux employés en remblaiement.

4-2- MODES DE FONDATIONS ENVISAGEABLES (LOI ELAN)

Le mode de fondation des ouvrages devra tenir compte de l'importance et de la géométrie des charges apportées et de la nécessité de mobiliser un horizon portant, homogène et de compacité correcte.

Dans les conditions géotechniques présentes, les charges des projets pourront être reportées à l'aide de semelles filantes ou isolées, descendues en tous points de manière homogène, au-delà des passages graveleux compacts, au sein des argiles limono-sableuses moyennement compactes, avec un ancrage suffisant au sein de ce faciès.

Les profondeurs et contrainte admissible à prendre en compte pour le dimensionnement des fondations pourront être précisées dans le cadre d'une mission géotechnique de conception après établissement du plan de masse et des coupes des projets. Dans tous les cas, la profondeur de mise hors front de dessiccation des fondations devra être respectée.

Les terrassements des fondations devront être exécutés à sec, sous la protection éventuelle d'un blindage provisoire et d'épuisements. Les fonds de fouille devront être plans et horizontaux, et seront protégés, dès exécution et réception, par un béton de propreté.

Il est essentiel de veiller à ne pas remanier l'horizon portant de bonne qualité et un contrôle strict de la qualité des fonds de fouille devra être effectué. Les éventuels remblais issus des terrassements généraux et les poches limoneuses, sableuses ou argileuses faiblement compactes ou remaniées qui seraient rencontrés au niveau de l'assise des fondations devront être purgés et remplacés par un gros béton.

On veillera à respecter la règle des 3/2 (H/V) entre deux fondations adjacentes dont les niveaux seront décalés. Les soubassements des ouvrages seront rigidifiés et les parties différemment chargées seront désolidarisées par des joints de dilatation.

4-3- NIVEAUX BAS ET PROTECTION CONTRE L'EAU

4-3-1- Niveaux bas

Le choix du traitement des niveaux bas (terre-plein ou plancher porté) sera notamment fonction du mode de fondations, des cotes altimétriques projetées et sera défini dans le cadre de missions G2 - phase avant-projet propres à chaque ouvrage.

4-3-2- Protection contre l'eau

On prévoira la mise en place d'un système de gestion des eaux pluviales (de type noue, cuve ou bassin de rétention) disposant d'un exutoire gravitaire permanent et suffisant ou d'une pompe de relevage, si l'exutoire l'impose, et ce afin d'éviter toute saturation du réseau et toute inondation à l'aval ou sur la parcelle.

Un trottoir étanche suffisamment large présentant une légère pente de manière à éloigner les eaux des bâtiments ou un drainage périphérique (réalisé dans les règles de l'art) avec exutoire adapté sera mis en place au pourtour des ouvrages et les eaux ainsi collectées rejoindront le réseau.

Toutes les plantations seront éloignées des constructions d'une distance au moins égale à 1,5 fois leur taille (envergure) à l'âge adulte, sauf mise en place d'un écran anti-racines d'une profondeur suffisante entre les plantations et les constructions.

5- REMARQUES

Cette mission correspond à une étude géotechnique de type G2-AVP. Afin de préciser les résultats de cette étude, on devra procéder aux compléments d'investigations et d'études suivants, en fonction de la configuration définitive du projet :

- établissement d'un plan topographique, rattaché au système NGF,
- établissement des plans de masse de chaque projet, avec coupes et niveaux bas rattachés au plan topographique,
- conception générale des terrassements (talutages et soutènements, volume, méthodologie, réutilisation des matériaux, etc.),
- évaluation des descentes de charges et conception générale des fondations.

Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage pour réaliser les investigations et les études complémentaires qui seront nécessaires à la bonne réalisation du projet, conformément aux missions définies par la norme NF P 94-500 :

- étude géotechnique de conception (mission G2 – phase AVP+PRO) spécifique à chaque bâtiment projeté,
- supervision géotechnique d'exécution (mission G4).

Nous tenons impérativement à être informés de toute hétérogénéité (aléa géologique local, vestiges, remblais, venues d'eau ponctuelles, etc.) observée lors de la réalisation des terrassements, afin d'adapter, si nécessaire l'exécution des ouvrages géotechniques.

Le présent rapport d'étude et ses annexes constituent un tout indissociable. Par conséquent, la mauvaise utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle sans l'accord écrit de la société EG SOL SUD ne saurait engager la responsabilité de celle-ci.

Par ailleurs, toutes modifications de conception ou d'implantation par rapport aux données du présent rapport d'étude seraient susceptibles de conduire à la modification des conclusions et des prescriptions inscrites dans celui-ci. Elles devront par conséquent être portées à notre connaissance.

**Fait à Vendres,
le 13 août 2020**

**Le Chargé d'Etude,
Maxime BIRINGER**

**Le Directeur,
Luc TANNIOU**



ANNEXES

- **PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES**

- **RESULTATS DES SONDAGES**
 - Sondages au tracto-pelle : - 4 unités -
 - Sondages au pénétromètre dynamique : - 6 unités -

- **MISSIONS GEOTECHNIQUES TYPES**

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

- **LEGENDE** -

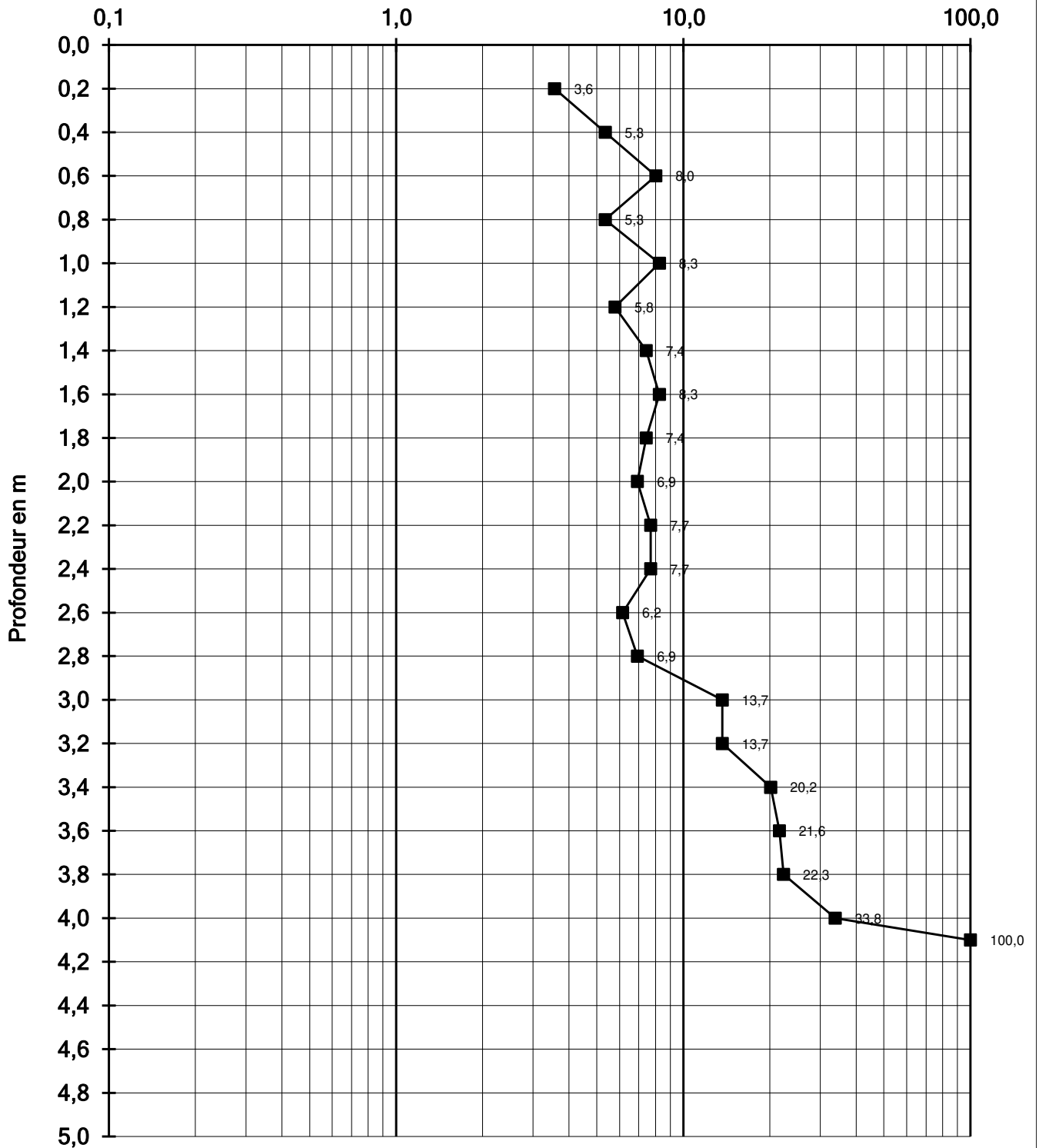
- Δ PD Pénétromètres Dynamiques - 6 unités -
- P Sondages au tracto-pelle - 4 unités -
- (+75,4) Cotes altimétriques des sondages
 (nivellement indépendant)

Echelle graphique

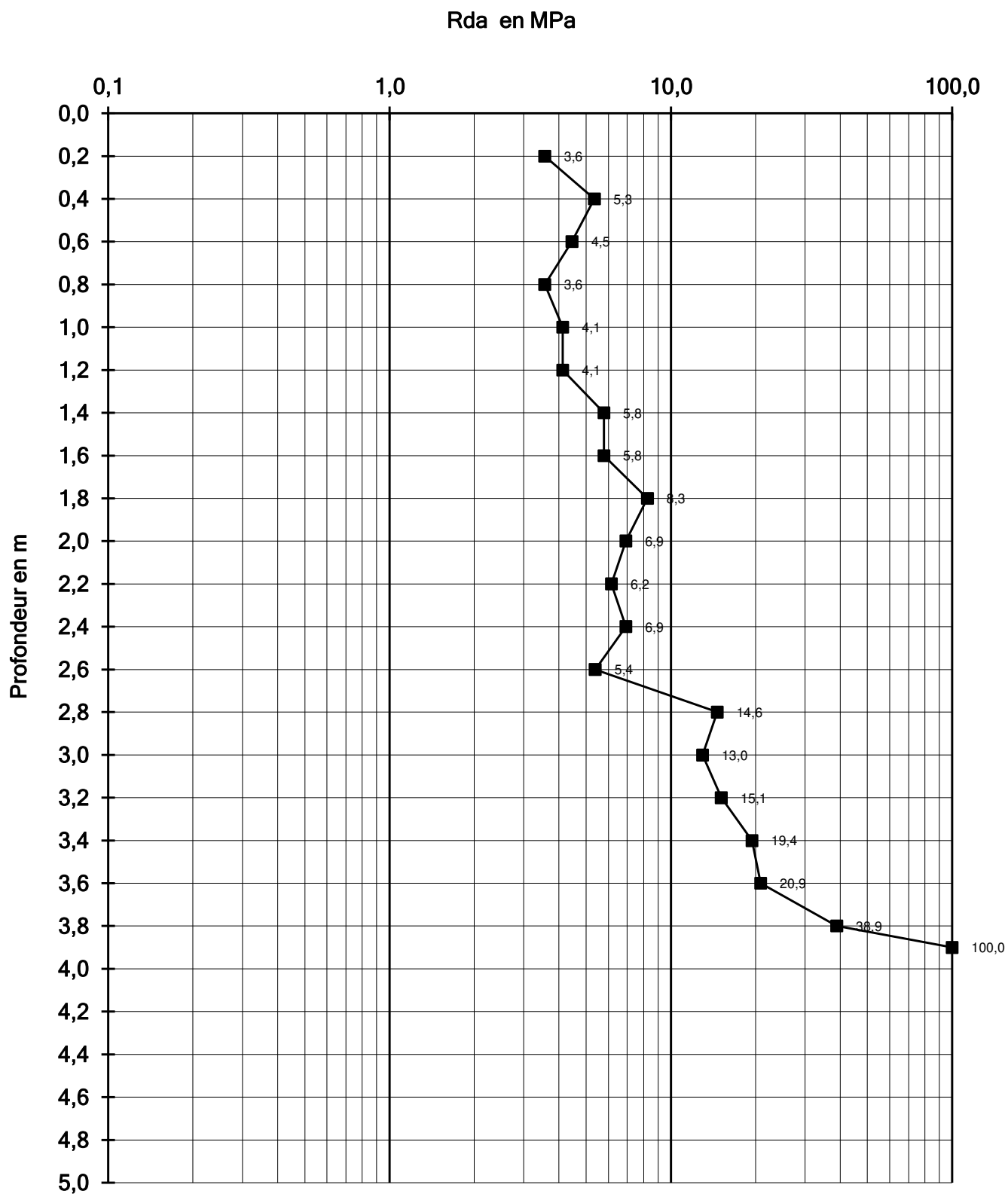


SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE - PD1 (+6,8)

Rda en MPa

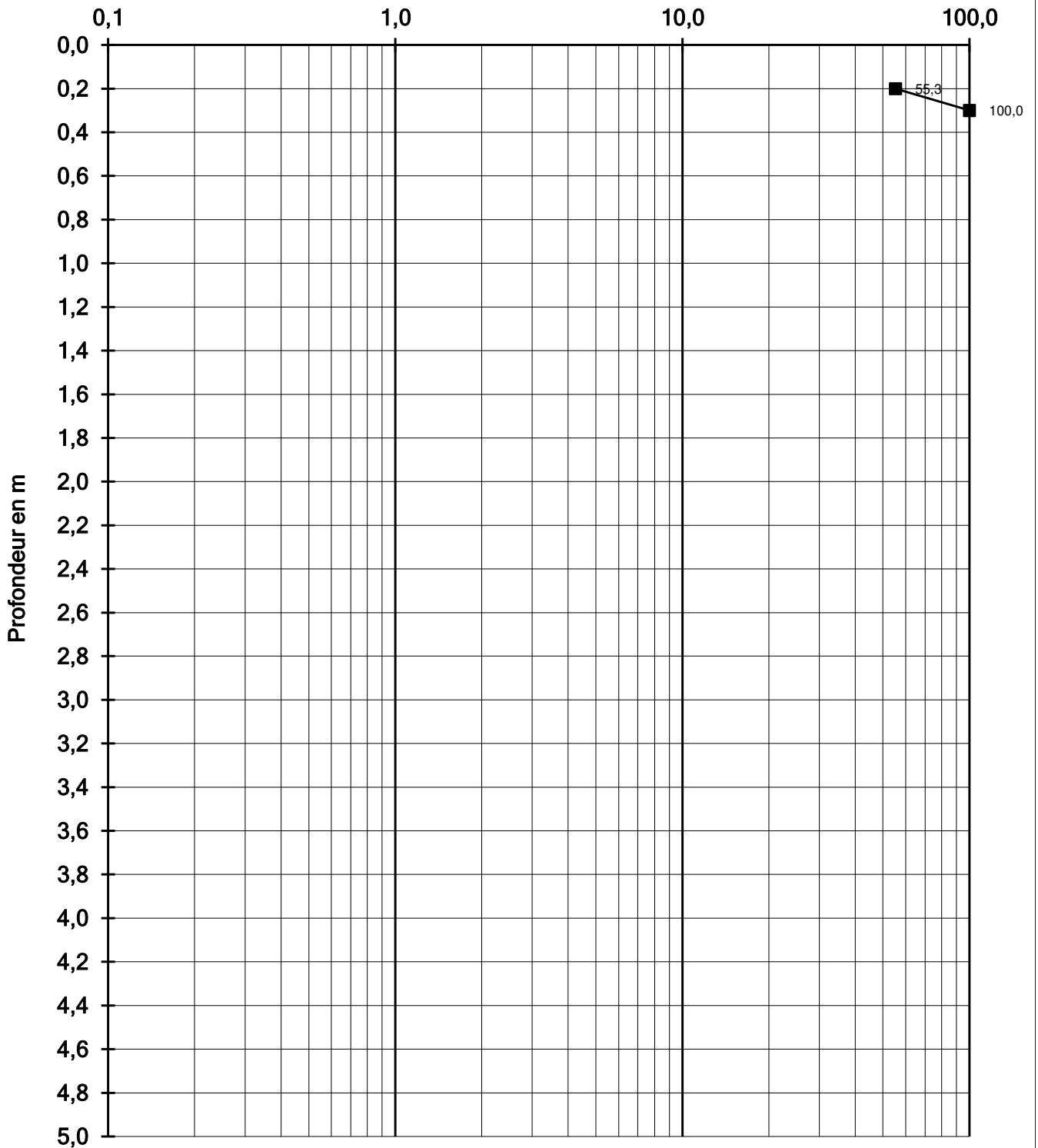


SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE - PD2 (+9,2)



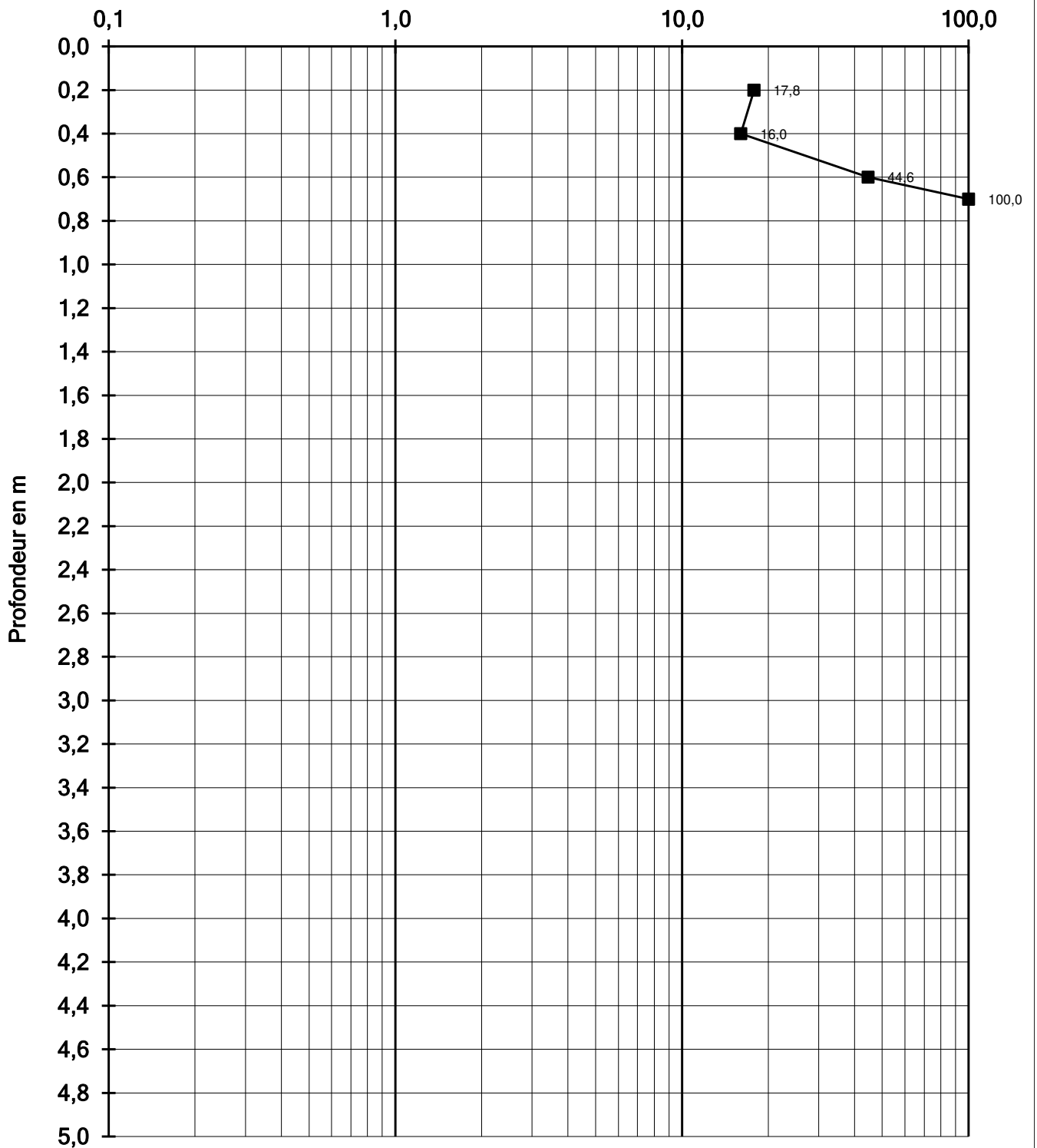
SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE - PD3 (+9,8)

Rda en MPa



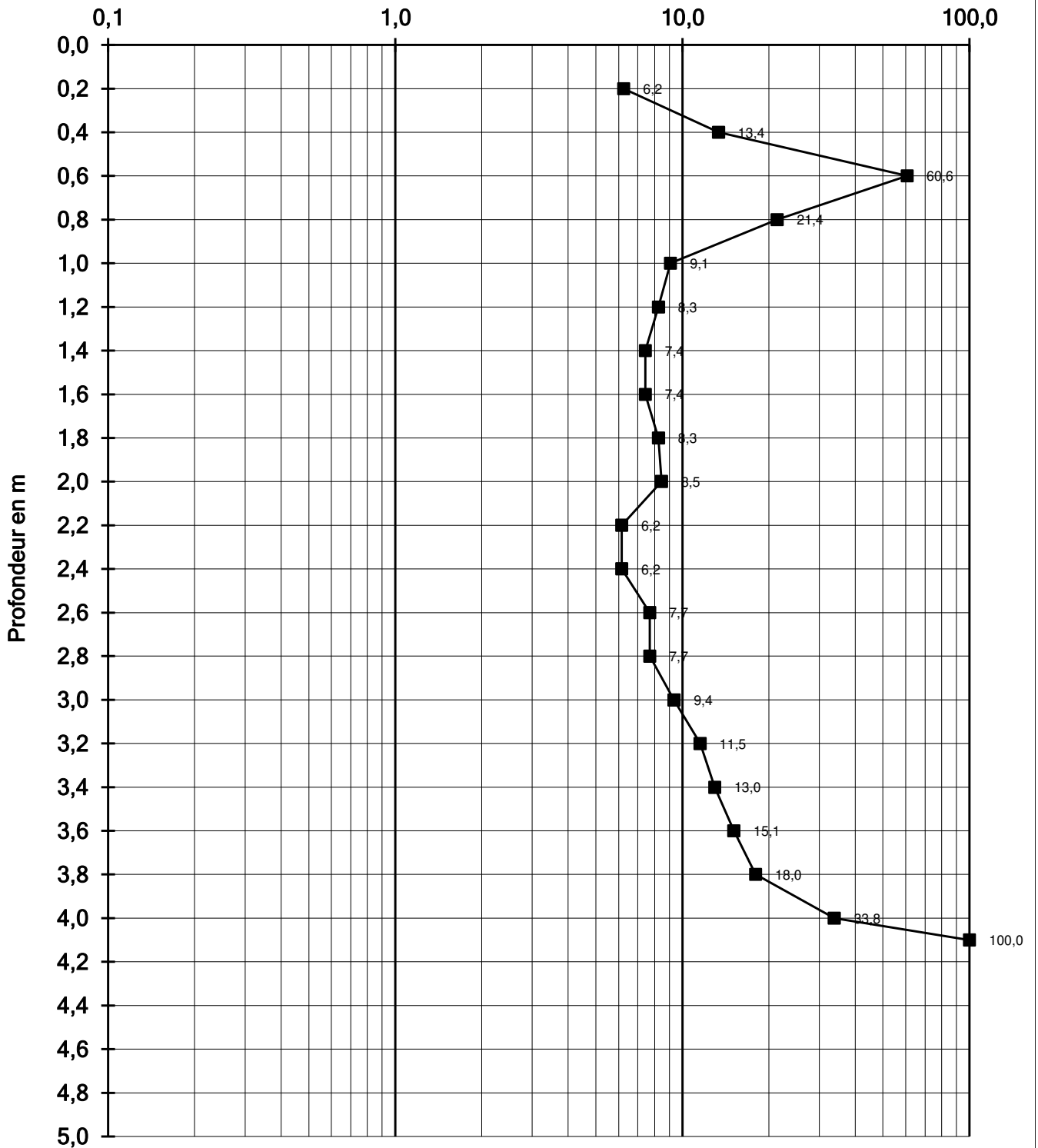
SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE - PD3 bis (+9,8)

Rda en MPa



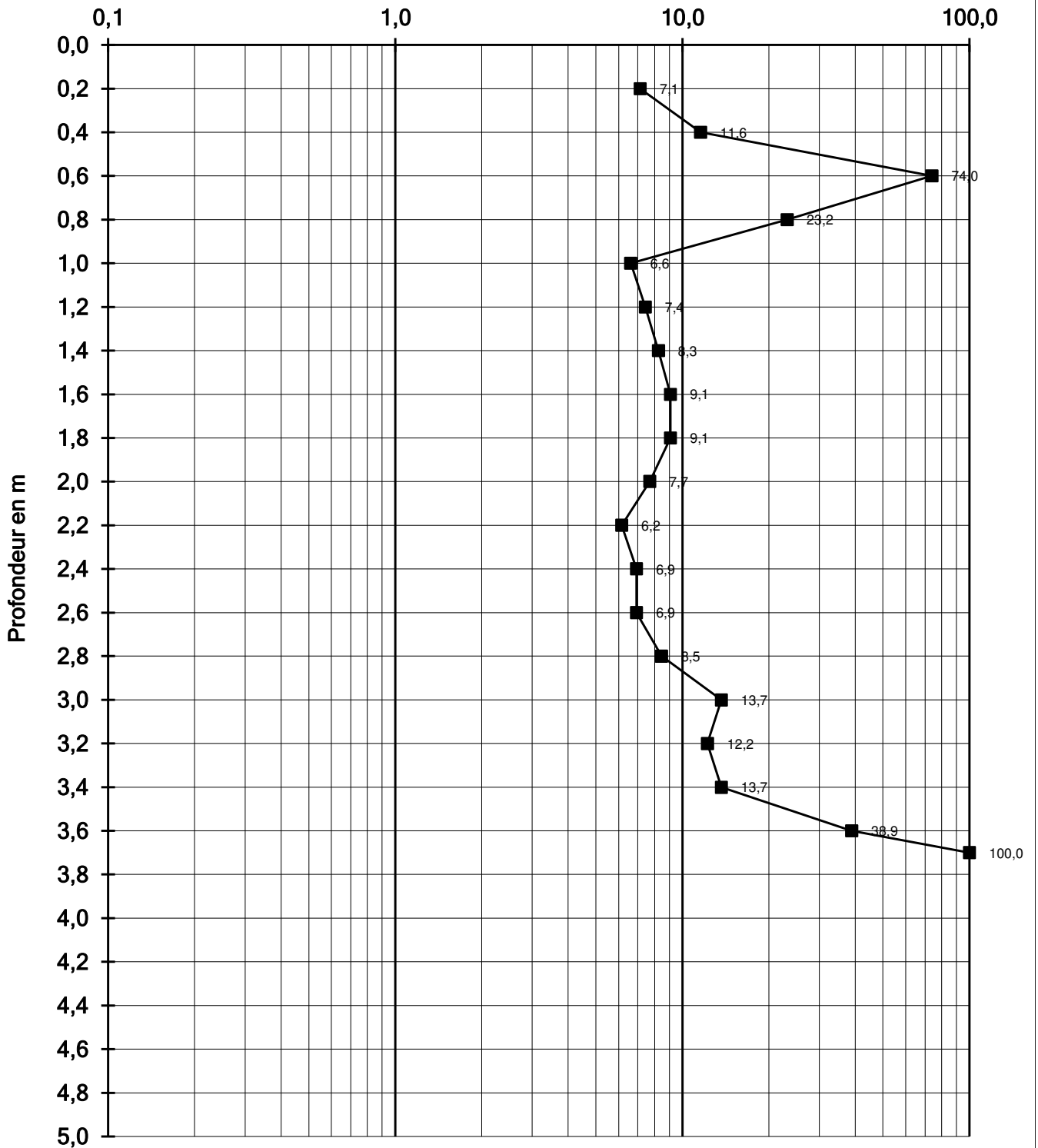
SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE - PD4 (+9,4)

Rda en MPa



SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE - PD5 (+9,5)

Rda en MPa



Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Extrait de la norme NF P 94-500 de novembre 2013

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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique

Extrait de la norme NF P 94-500 de novembre 2013

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'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).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des 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.

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

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Etude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier 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 Etude.
- 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).
- Etablir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'Etude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier 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).

Conditions générales des missions géotechniques

(Mise à jour le 15/12/2013)

1. Cadre de la mission

Par référence à la norme NF P 94-500 sur les missions d'ingénierie géotechnique, il appartient au Maître d'ouvrage et à son Maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions d'ingénierie géotechnique nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art. L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution. En particulier :

- les missions d'étude géotechnique préalable (G_1), d'étude géotechnique de conception (G_2), d'étude et suivi géotechniques d'exécution (G_3), de supervision géotechnique d'exécution (G_4) sont réalisées dans l'ordre successif ;
- exceptionnellement, une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante (dite alors « limitée ») après accord explicite, le client confiant obligatoirement le complément de la mission à un autre prestataire spécialisé en ingénierie géotechnique ;
- l'exécution d'investigations géotechniques engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et sur l'exactitude des résultats qu'elle fournit ;
- toute mission d'ingénierie géotechnique n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport ;
- toute mission d'étude géotechnique préalable, d'étude géotechnique de conception – phase Avant-projet ou de diagnostic géotechnique exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques. De convention expresse, la responsabilité de notre société ne peut être engagée que dans l'hypothèse où la mission d'étude géotechnique de conception - phase Projet lui est confiée ;
- une mission d'étude géotechnique de conception G_2 – phase Projet engage notre société en tant qu'assistant technique à la Maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission d'ingénierie géotechnique objet du rapport. En particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

2. Recommandations

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés à l'ingénierie géotechnique chargée de l'étude et suivi géotechniques d'exécution (mission G_3) afin qu'elle en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution voire la conception de l'ouvrage géotechnique. 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 validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

3. Rapport de la mission

Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission d'ingénierie géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission. Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre Maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.