



FILIALES ET AGENCES

DAUPHINE SAVOIE

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

SAVOIES

73000 CHAMBERY
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
13782 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

ERILIA

* * * * *

**REALISATION D'UNE GENDARMERIE
ET DE LOGEMENTS**

SECTION AN – PARCELLE N°5688

QUARTIER « SAINT-MARTIN »

GASSIN (83)

* * * * *

RAPPORT

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

Fait à Gémenos, mars 2021 – R83/21/21223G

SOMMAIRE

1- INTRODUCTION	2
2- RENSEIGNEMENTS GENERAUX	2
2-1- Situation et description sommaire du site et du projet.....	2
2-2- Contexte géologique & sismicité.....	3
2-3- Documents remis pour l'étude	3
2-4- Investigations géotechniques	3
3- CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE DES SOLS	4
3-1- Remarques préalables	4
3-2- Sondage destructif avec essais pressiométriques	4
3-2-1- Principe.....	4
3-2-2- Résultats	4
3-3- Sondages au pénétromètre dynamique.....	5
3-3-1- Principe.....	5
3-3-2- Résultats	5
3-4- Niveau d'eau.....	6
4- SYNTHESE - CONCLUSIONS.....	6
4-1- Terrassements.....	6
4-1-1- Conditions générales.....	6
4-1-2- Plates-formes des parkings et voies d'accès.....	6
4-2- Modes de fondations envisageables	7
4-2-1- Fondations profondes	7
4-2-2- Fondations superficielles.....	8
4-3- Niveaux bas et protection contre l'eau	8
4-3-1- Niveaux bas	8
4-3-2- Protection contre l'eau.....	8
5- REMARQUES	9
ANNEXES.....	10

1- INTRODUCTION

Dans le cadre de la construction d'une gendarmerie et de logements, à GASSIN (83), **E. G. SOL SUD** a réalisé, en mars 2021, une étude géotechnique de conception (phase avant-projet), à la demande et pour le compte d'**ERILIA**.

La présente étude a pour objectif :

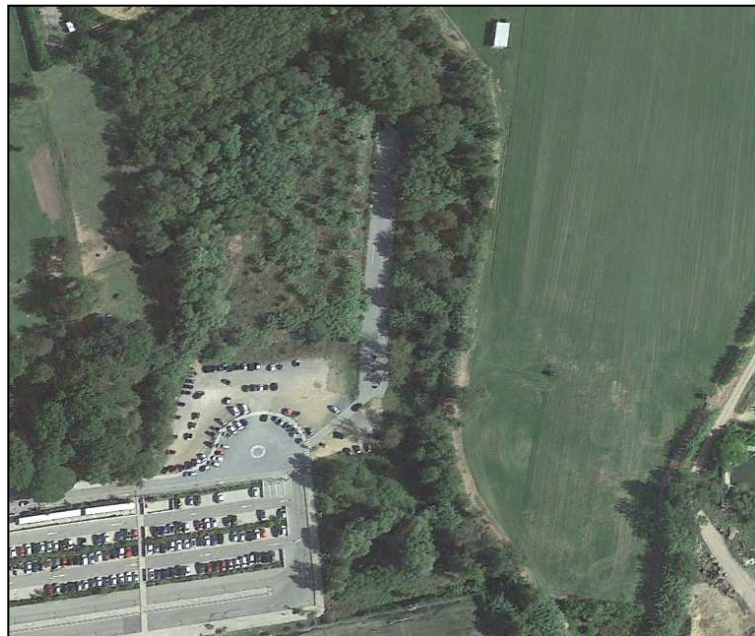
- de préciser les contextes géologique et géotechnique des terrains rencontrés,
- de préconiser les systèmes de fondation les mieux adaptés aux contextes,
- de déterminer les niveaux d'assise prévisibles de ces fondations,
- de préciser les conditions de réalisation des terrassements, des plates-formes support des parkings et voies d'accès, ainsi que des dallages des ouvrages.

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 (section AN - parcelles n°5688) est située dans le quartier « Saint-Martin », à Gassin (83). Elle se présente sous la forme d'une parcelle ayant fait l'objet de dépôts de remblai relativement importants (estimés à près de 40.000 m³), particulièrement sur une large partie nord-ouest du site formant actuellement une butte de l'ordre de 3,0 m à 4,0 m de hauteur. Une zone de parking ainsi qu'une piste moto-école goudronnée ont été réalisées récemment, respectivement en partie sud et est du site.



Le projet envisage, après l'enlèvement de près de 40.000 m³ de remblais, la construction d'une gendarmerie, de 55 logements (dont 40 unités pour la gendarmerie). Il est également envisagé la mise en place d'un local chaufferie d'une hauteur prévisionnelle de 12 m. Au présent stade, les plans de masse ainsi que les calages altimétriques des ouvrages n'ont pas été définis. Les aménagements extérieurs consisteront en des voiries et parkings pour véhicules légers, ainsi que des jardins privés et communs.

2-2- CONTEXTE GÉOLOGIQUE & SISMICITE

Du point de vue de la géologie générale (cf. données du BRGM), les terrains du secteur sont constitués, sous des remblais, par des formations alluvionnaires (arènes charriées essentiellement) relativement développées. Elles reposent en profondeur sur des formations métamorphiques de type micaschiste, amphibolite et leptynite.

Le secteur est par ailleurs classé en zone d'exposition au retrait gonflement des argiles de niveau faible par le BRGM.

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

Zone de sismicité	2	Classe de sol	E
Accélération agr en m/s^2	0,7	Paramètre de sol S	1,8

2-3- DOCUMENTS REMIS POUR L'ÉTUDE

Pour la réalisation de cette étude, il nous a été transmis les documents suivants (liste non exhaustive) :

- un jeu de plans de situation, à différentes échelles ;
- un extrait cadastral, au 1/2000 ;
- un plan topographique du site rattaché au NGF, au 1/500 ;
- un jeu de plans de principe du projet, à différentes échelles ;
- les rapports d'étude relatifs à la pollution des sols établis par FONDASOL (réf. 3 ELY 18.0001 – pièce n°001 – 1^{ère} édition du 21/03/2018) et ENVIREAUSOL (réf. D20.206).

2-4- INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES

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

- **un forage de reconnaissance**, noté SP1, poursuivi jusqu'à 14,0 m de profondeur, avec réalisation d'essais pressiométriques selon la norme NFP 94-110-1, afin d'obtenir les pressions de fluage (p_f) et limite (p_l) et le module de déformation (E_M) ;
- **quatorze sondages au pénétromètre dynamique** semi-lourd de type PAGANI, notés PD1 à PD14, poursuivis jusqu'à 8,0 m à 11,0 m de profondeur, afin d'apprécier la résistance dynamique apparente des terrains traversés ;
- **le nivellement des sondages**, rattaché au NGF.

Nous précisons que le sondage pressiométrique a été approfondi à 14,0 m de profondeur (pour 8,0 m initialement prévu) dans le but d'atteindre, en vain, les sols compacts.

3- CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE DES SOLS

3-1- REMARQUES PRÉALABLES

Les descriptions de faciès que nous donnons au droit du sondage destructif ne sont qu'une interprétation basée sur nos connaissances du secteur (données du BRGM, étude FONDASOL) sur les résultats des essais pressiométriques, pénétrométriques et sur les remontées des cuttings du sondage destructif, mais ne résultent en aucun cas d'une description visuelle du matériau in-situ telle que celle pouvant être effectuée au droit de puits à la pelle mécanique ou à l'aide de sondages carottés (échantillons intacts). De cette interprétation résulte également le fait que les cotes ou profondeurs indiquées ne sont que des estimations et non des références absolues.

Les conditions d'extraction et de réutilisation éventuelles des matériaux devront par ailleurs faire l'objet d'une étude particulière basée sur des analyses en laboratoire spécifiques.

3-2- SONDAGE DESTRUCTIF AVEC ESSAIS PRESSIOMÉTRIQUES

3-2-1- Principe

La méthode pressiométrique de type MENARD consiste à introduire, à l'intérieur d'un forage, une sonde cylindrique dilatable ($\varnothing$ 50 mm ou $\varnothing$ 60 mm) reliée en surface à un système de pression-volume. L'essai permet d'obtenir une relation contrainte-déformation traduisant le comportement mécanique du sol en place. Les résultats sont représentés sur des courbes pression-volume injecté. A partir de ces courbes, on détermine trois caractéristiques fondamentales :

- **pr** : pression de fluage qui correspond au passage du domaine de déformation pseudo-élastique au domaine de déformation plastique.
- **pl** : pression limite qui correspond à la limite de rupture du terrain sur la paroi de la cavité cylindrique soumise à un état de contraintes croissantes et qui intervient dans les calculs de la stabilité à la rupture.
- **EM** : module pressiométrique qui caractérise la phase de déformation pseudo-élastique de l'essai et qui intervient dans les calculs de tassements.

3-2-2- Résultats

Le sondage SP1, réalisé au droit de la butte en remblai, a mis en évidence des remblais limono-sableux à sablo-limoneux marron beige à marron brun plus ou moins chargés en graves, blocs et débris anthropiques (blocs béton, ferraille, débris divers), reconnus sur une épaisseur de 5,2 m environ (cf. photo d'une pelle réalisée par EKOS à proximité du sondage SP1 page suivante).

Ils reposent sur des limons sableux brun gris à brun ocre, à cailloutis, humides à saturés, rencontrés jusqu'à 14,0 m, profondeur d'arrêt du sondage par rapport au niveau du terrain actuel.

Ces terrains sont caractérisés par les valeurs pressiométriques suivantes :

Remblais limono-sableux à graves et blocs épars :

- Pression de fluage : $0,14 \text{ MPa} \leq p_f \leq 0,18 \text{ MPa}$
- Pression limite : $0,23 \text{ MPa} \leq p_l \leq 0,29 \text{ MPa}$
- Module pressiométrique : $3,1 \text{ MPa} \leq E_M \leq 3,4 \text{ MPa}$

Limons sablo-caillouteux humides à saturés :

- Pression de fluage : $0,22 \text{ MPa} \leq p_f \leq 0,42 \text{ MPa}$
- Pression limite : $0,31 \text{ MPa} \leq p_l \leq 0,71 \text{ MPa}$
- Module pressiométrique : $3,5 \text{ MPa} \leq E_M \leq 6,6 \text{ MPa}$



3-3- SONDAGES AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

3-3-1- 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 connue, un train de tiges équipé d'un cône de pénétration de surface connue (10 ou 20 cm²). Le principe de l'essai consiste à noter le nombre de coups nécessaire à un enfoncement unitaire de 10 ou 20 cm. Les sondages de pénétration permettent de déterminer la résistance dynamique apparente (Rda) des terrains traversés.

3-3-2- Résultats

Les compacités sont essentiellement faibles à très faibles ($0,4 \text{ MPa} \leq Rda \leq 7,9 \text{ MPa}$) au sein des remblais et des terrains sous-jacents, avec toutefois quelques passages davantage compacts au sein des remblais blocailleux ($> 8,0$ à $20,0 \text{ MPa}$), et ce jusqu'à 8,0 m (PD1, PD3 et PD6 à PD14) à 11,0 m (PD2, PD4 et PD5), profondeurs d'arrêt des sondages par rapport au niveau du terrain actuel.

3-4- NIVEAU D'EAU

Lors de nos interventions, en février 2021, des niveaux d'eau non stabilisés ont été relevés au droit des sondages sensiblement vers les cotes +6,30 NGF à +6,90 NGF.

Nous précisons que le caractère ponctuel dans le temps et dans l'espace de notre intervention sur site ne permet pas d'affirmer qu'il n'y aura pas de venues d'eau à des profondeurs moins importantes lors des travaux de terrassement ou ultérieurement. En effet, les terrains du secteur sont 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. On notera la proximité du Bourrian à l'est du site.

4- SYNTHESE - CONCLUSIONS

4-1- TERRASSEMENTS

4-1-1- Conditions générales

Nous précisons que dans le cadre des terrassements en déblai projetés (enlèvement prévisionnel de près de 40.000 m³), compte tenu de la présence avérée de polluants dans les remblais du site (cf. rapports de FONDASOL et ENVIREAUSOL précités), il y aura lieu de prévoir des opérations spécifiques de tri et de traitement en filière adaptée des terres présentant des traces de pollution, ainsi qu'un suivi des opérations par un organisme compétent.

Les terrassements généraux pourront être réalisés au moyen d'engins mécaniques courants. L'emploi de moyens puissants (pelle puissante, brise-roche, etc.) pourra localement s'avérer nécessaire localement pour extirper des remblais blocailloux.

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 en période sèche, avec réalisation, si nécessaire, d'un système de drainage de type tranchées 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, de la cote de plates-forme projetée et de l'état des fonds de forme, la mise en œuvre 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.

Nous rappelons que les faciès décrits ne sont qu'une interprétation basée sur les résultats des sondages pressiométriques (Cf. chap. 3.1). Aussi, les conditions d'extraction et de réutilisation des matériaux devront, le cas échéant, faire l'objet d'une étude particulière basée sur des analyses spécifiques en laboratoire.

4-1-2- Plates-formes des parkings et voies d'accès

En ce qui concerne l'établissement des plates-formes support de voies d'accès et parkings, les terrains de recouvrement (remblais) 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, il y aura lieu de prévoir l'enlèvement des remblais impropres.

Les nouvelles plates-formes devront être constituées, après compactage du fond de forme, cloutage éventuel en 100/400 mm, et protection de ce dernier par un géotextile anticontaminant, par une couche de forme d'une épaisseur minimale de 0,50 m, en matériau sablo-graveleux, propre, homogène (de type D₃ selon le GTR par exemple, contenant moins de 12 % de particules fines < 80 µm), pour atteindre un support de classe PF2. Elle sera impérativement mise en œuvre par temps sec et 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.

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 1992. Des planches d'essai (avec essais à la plaque en fond de forme) permettront de déterminer précisément les épaisseurs requises et éventuellement les adapter ou les optimiser. A titre indicatif, les prescriptions à obtenir pour une PF2 devront être les suivantes : $EV_2 \geq 50 \text{ MPa}$ et $k (EV_2/EV_1) \leq 2,2$. Après validation des essais, les couches de chaussée seront ensuite mises en œuvre.

Dans tous les cas, les travaux de substitution (épaisseur de purge, type de matériaux d'apport, mode de compactage ...) seront fonction de la portance rencontrée et des conditions météorologiques, et devront être définis en fonction des caractéristiques des aménagements projetés (cote altimétrique, etc.).

4-2- MODES DE FONDATIONS ENVISAGEABLES

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.

Les investigations ont mis en évidence, sous les remblais, des faciès limono-sableux faiblement compacts, humides à saturés en profondeur, et ce sur des épaisseurs relativement importantes.

4-2-1- Fondations profondes

Dans les conditions géotechniques présentes, nous conseillons ainsi de reporter les charges des bâtiments projetés par l'intermédiaire de fondations profondes de type pieux, ancrés dans les faciès compacts. On pourra envisager la réalisation de pieux à la tarière creuse avec asservissement et enregistrement des paramètres de forage (FTC).

La profondeur d'ancrage des pieux dépendra de leur type, de leur nature, de leur diamètre et des charges à reprendre. Dans tous les cas, leurs dimensionnement et exécution devront être conformes aux normes en vigueur (NF P 94- 642, Eurocode 7 « Géotechnique » et l'Eurocode 8 « Sismique »).

Selon les termes de la norme NF P 94-262, ce type de pieux est classé ainsi :

Type de pieux	Classe	Catégorie	Abréviation NF 94-262
Foré tarière creuse simple ou double rotation (NF EN 1536)	2	6	FTC

La méthode de calculs retenue est celle de la « Méthode pressiométrique - Modèle de terrain », définie selon les termes du chapitre 9.2.4 de la norme NF P 94-262 et détaillée en annexe F.

Une étude complémentaire (forages pressiométriques profonds) devra être réalisée au droit des projets afin de reconnaître la nature et la profondeur du substratum, sa continuité et déterminer les caractéristiques mécaniques à prendre en compte pour le dimensionnement des fondations profondes.

4-2-2- Fondations superficielles

En fonction de l'implantation définitive des projets, de leurs charges et de leur calage altimétrique, nous précisons que d'une solution de fondations de type semelles filantes ou de type radier pourra être examinée pour tout ou partie du projet. Des sondages complémentaires s'avéreront nécessaire afin de préciser les caractéristiques mécaniques des terrains au droit des différents ouvrages. Dans tous les cas, la contrainte admissible sera limitée.

Remarque : dans le cas où le projet envisagerait la conservation des remblais existants, seule une solution de fondations profondes pourra être envisagée (Cf. chap. 4-2-1), avec prise en compte d'un frottement négatif.

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

4-3-1- Niveaux bas

Dans le cas d'ouvrages fondés sur pieux, le niveau bas des bâtiments sera conçu sous la forme de planchers portés par les têtes de fondations.

4-3-2- Protection contre l'eau

On prévoira la mise en place d'un système gestion des eaux pluviales et de ruissellement, 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.

Les éventuelles parties semi-enterrées des ouvrages devront être protégées au stade définitif par un système de drainage périphérique adapté et pérenne, mis en place verticalement le long des murs enterrés, et associé à un tapis drainant (ou nappe drainante) correctement dimensionné sous les dallages des projets, avec collecte des eaux recueillies et évacuation gravitaire ou par un système de relevage (regards étanches et pompes), raccordé au réseau. On prévoira également une imperméabilisation des murs concernés (protection bitumineuse recouverte d'un revêtement d'étanchéité adapté à la destination des locaux).

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 projet 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 :

- plan de masse, coupes et niveaux bas du projet rattachés au plan topographique ;
- conception générale des terrassements (volume, méthodologie, stabilité, réutilisation des matériaux, etc.) ;
- investigations complémentaires afin de vérifier les caractéristiques mécaniques des terrains afin de prédimensionner les fondations profondes et examiner une solution de fondations superficielles ;
- évaluation des descentes de charges et conception générale des fondations.

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

Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage pour réaliser 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 – phase projet (mission G2 - PRO) ;
- supervision géotechnique d'exécution (mission G4).

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 Gémenos,
Le 23 mars 2021**

Rédigé par :

**L'Ingénieur d'Etude,
S. AUBINEAU**



Vérifié par :

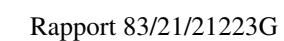
**Le Directeur,
L. TANNIOU**



ANNEXES

- **PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES**
- **RESULTATS DES SONDAGES**
 - Sondage pressiométrique : - 1 unité -
 - Sondages pénétrométriques : - 14 unités -
- **MISSIONS GEOTECHNIQUES TYPES**

- <i>LEGENDE</i> -			
Δ	PD	<i>Pénétromètres Dynamiques</i>	- 14 unités -
$\otimes$	SP	<i>Sondage pressiométrique</i>	- 1 unité -
(+9,60)	<i>Cotes des sondages (rattachées au NGF)</i>		
<i>Echelle graphique</i>			





SONDAGE DESTRUCTIF AVEC ESSAIS PRESSIOMETRIQUES

Date : 11/02/2021

Chantier : ERILIA - GASSIN (83)

No Affaire : 83/21/21223G

SONDAGE SP1 (+12,80)

Prof. (m)	Lithologie interprétée	Outil	pf (MPa)	p _i (MPa)	E _M (MPa)	E _M /p _i
0,0	Remblai limono-sableux à sablo-limoneux marron beige à marron brun à graves et blocs	T A R I E R E	0,18	0,29	3,4	11,7
1,0	Remblai limono-sableux marron brun à graves, blocs de béton, ferraille et débris divers					
2,2	Remblai limono-sableux marron brun à brun beige à graves et blocs épars					
3,0						
5,0						
5,2	Limon sableux brun gris à brun ocre à cailloutis humide à saturé	φ 63 m m	0,14	0,23	3,1	13,5
7,0			0,22	0,31	3,5	11,3
9,5			0,42	0,71	6,6	9,3
11,0			0,32	0,54	6,2	11,5
14,0	Arrêt					

Observations :

Niveau d'eau mesuré à -6,5 m en fin de forage.

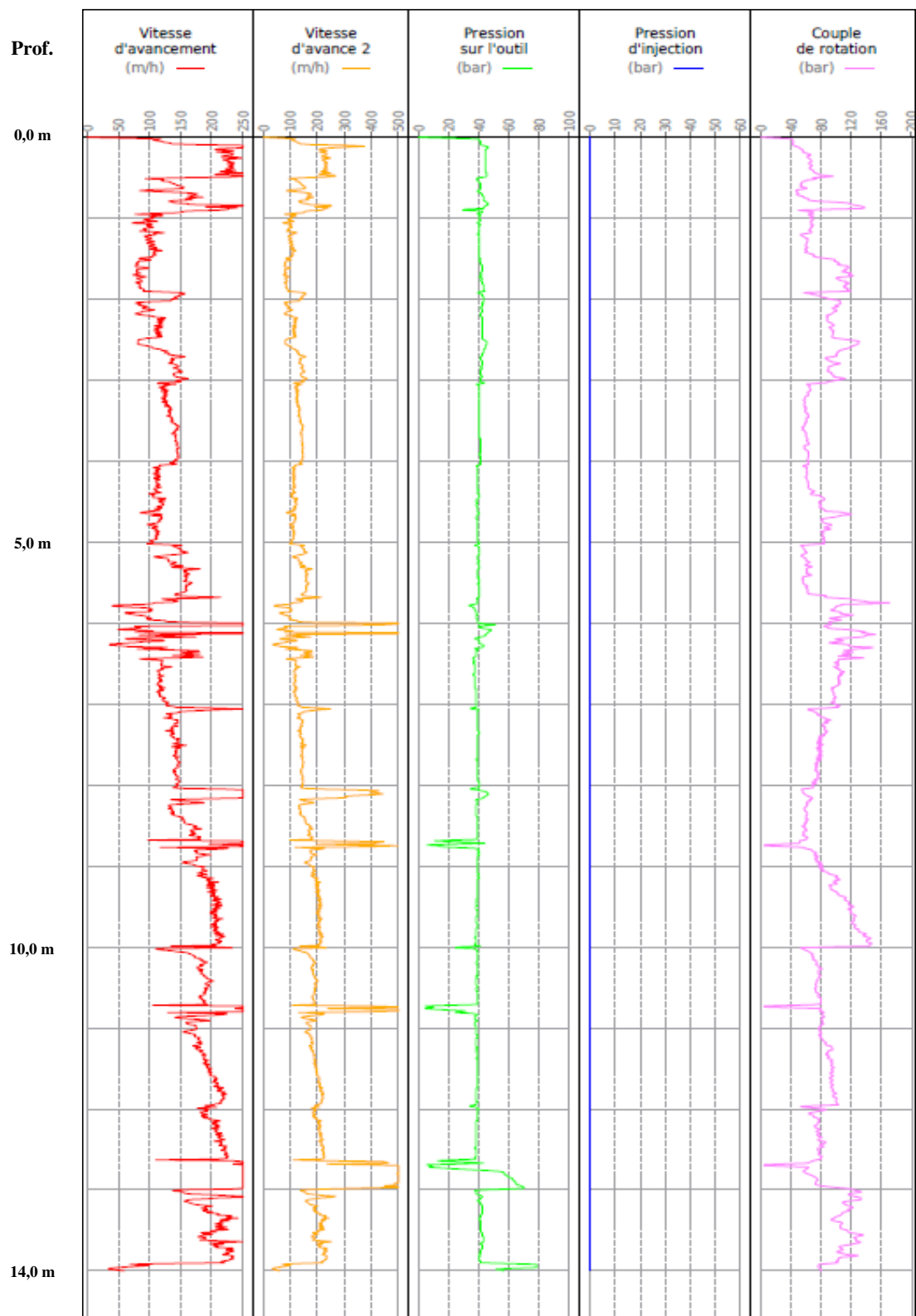


ENREGISTREMENTS DES PARAMETRES DU FORAGE SP1

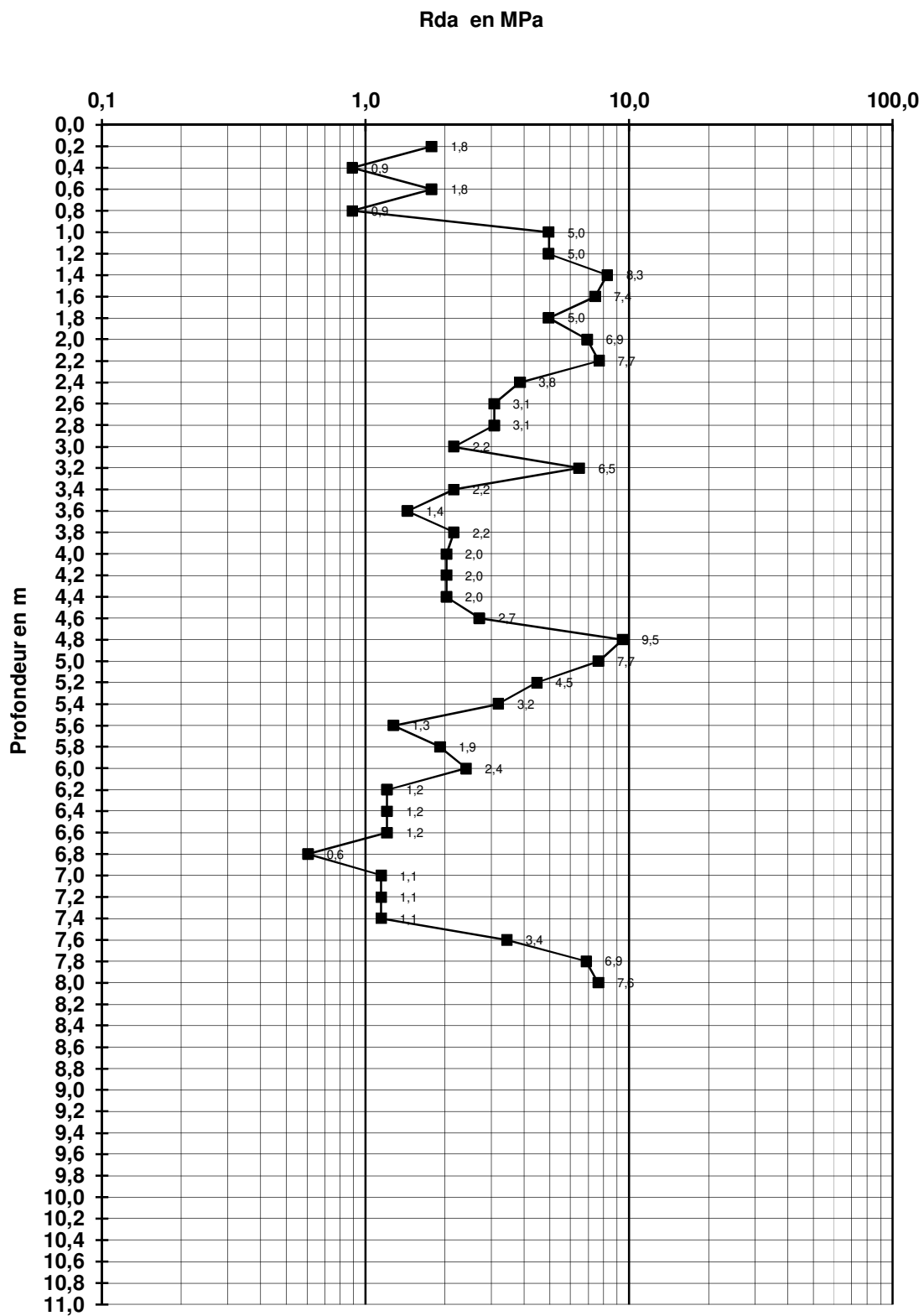
Date : 11/02/2021

Chantier : ERILIA - GASSIN (83)

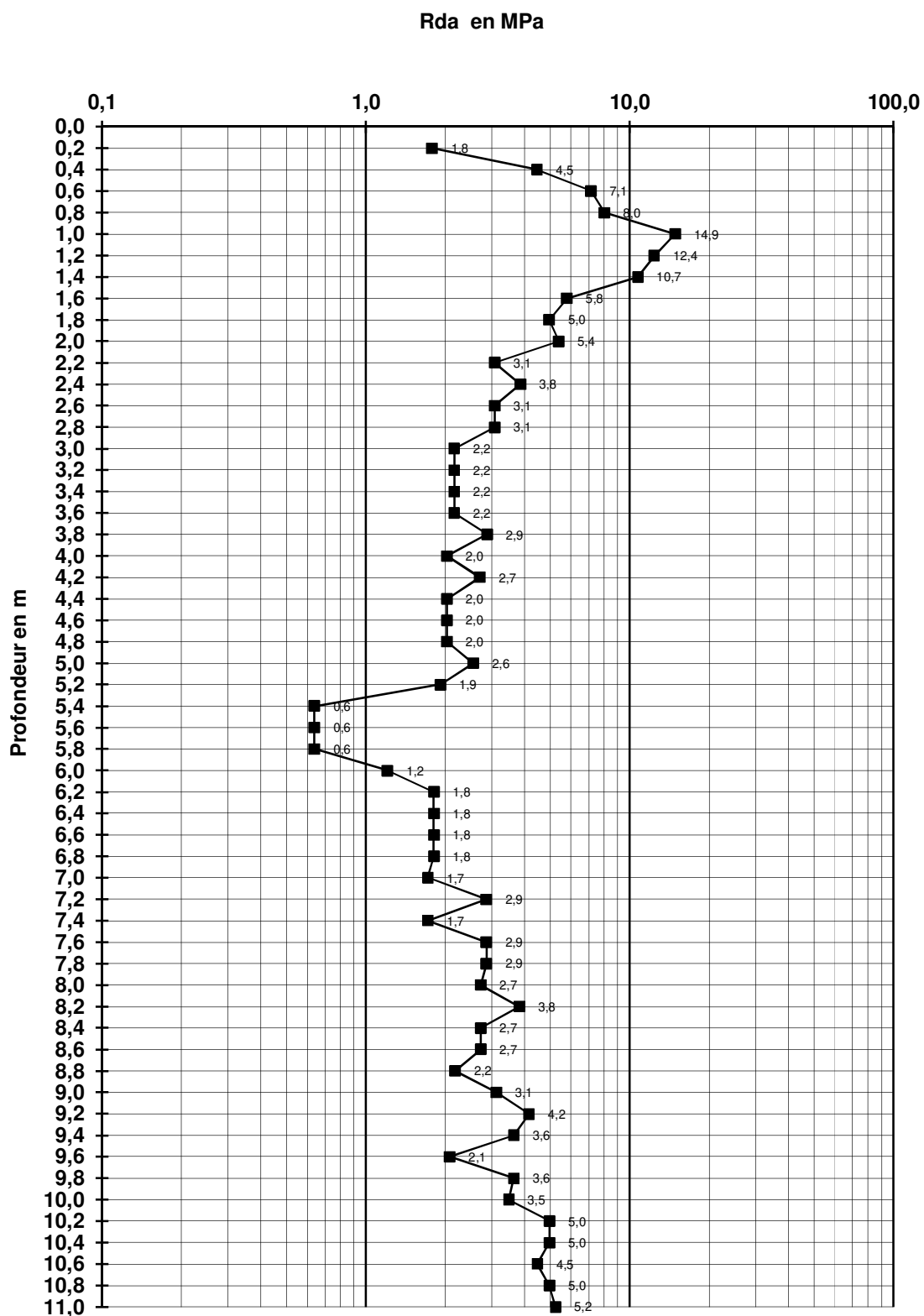
No Affaire : 83/21/21223G



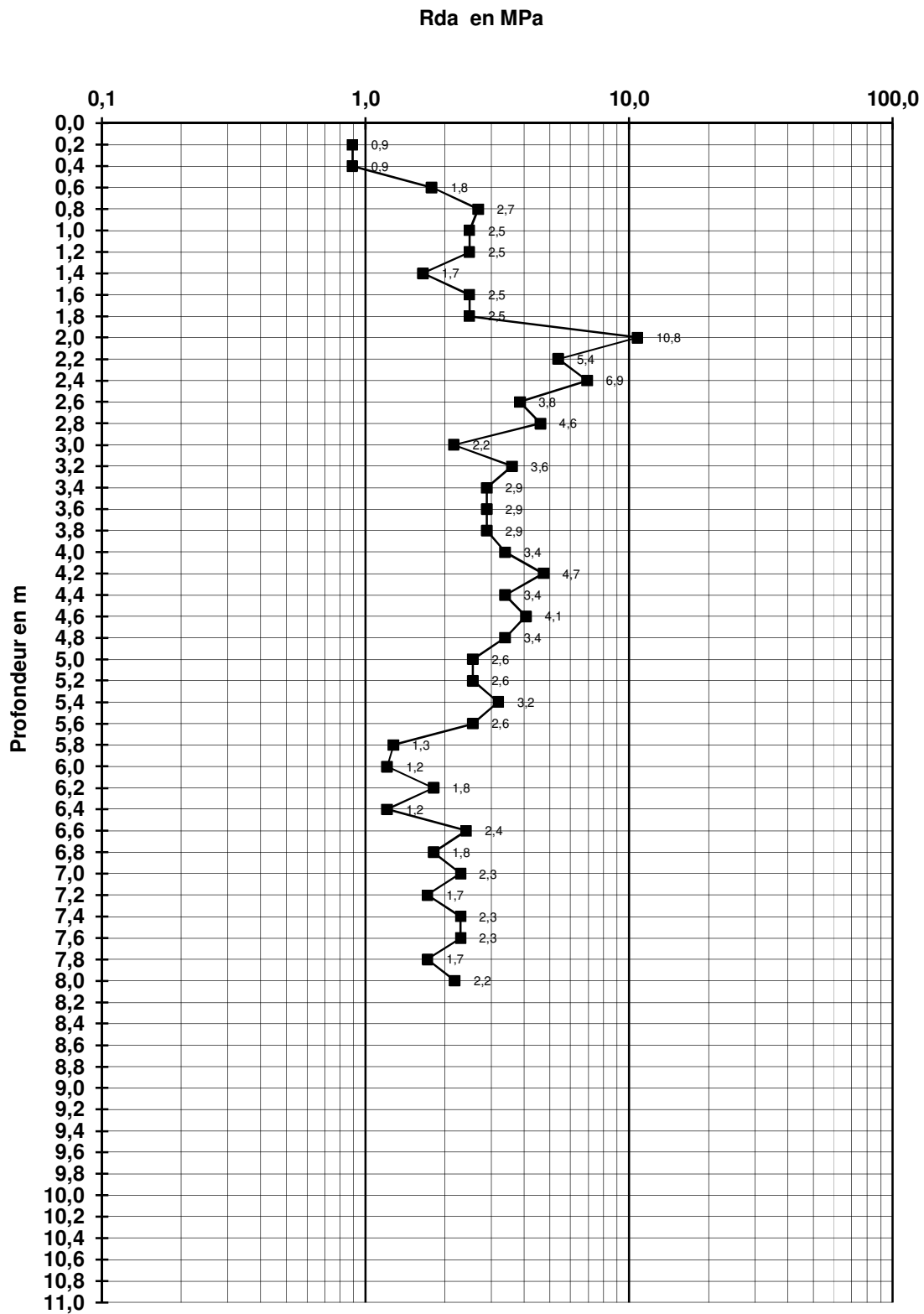
SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE - PD1 (+11,90)



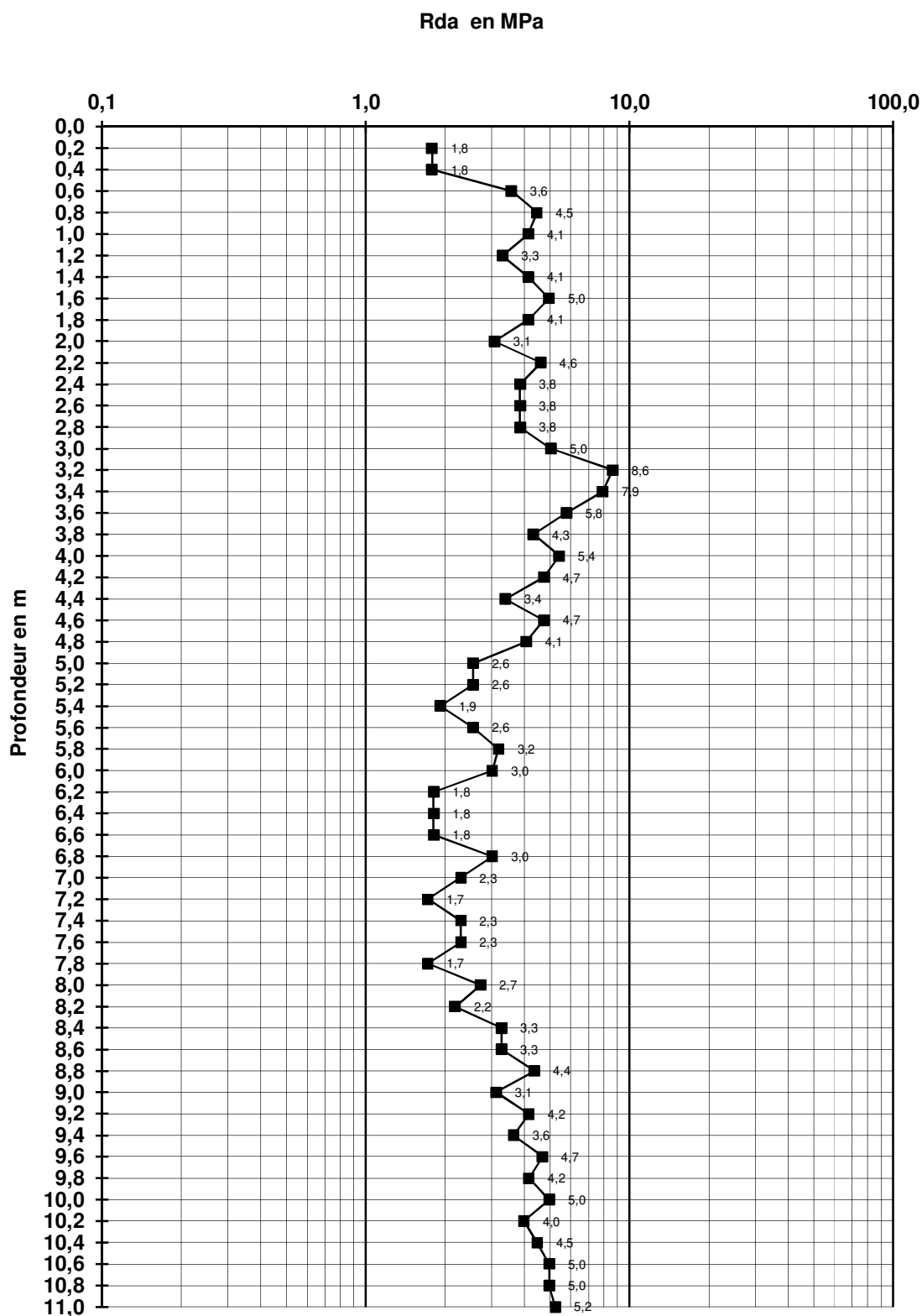
SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE - PD2 (+11,70)



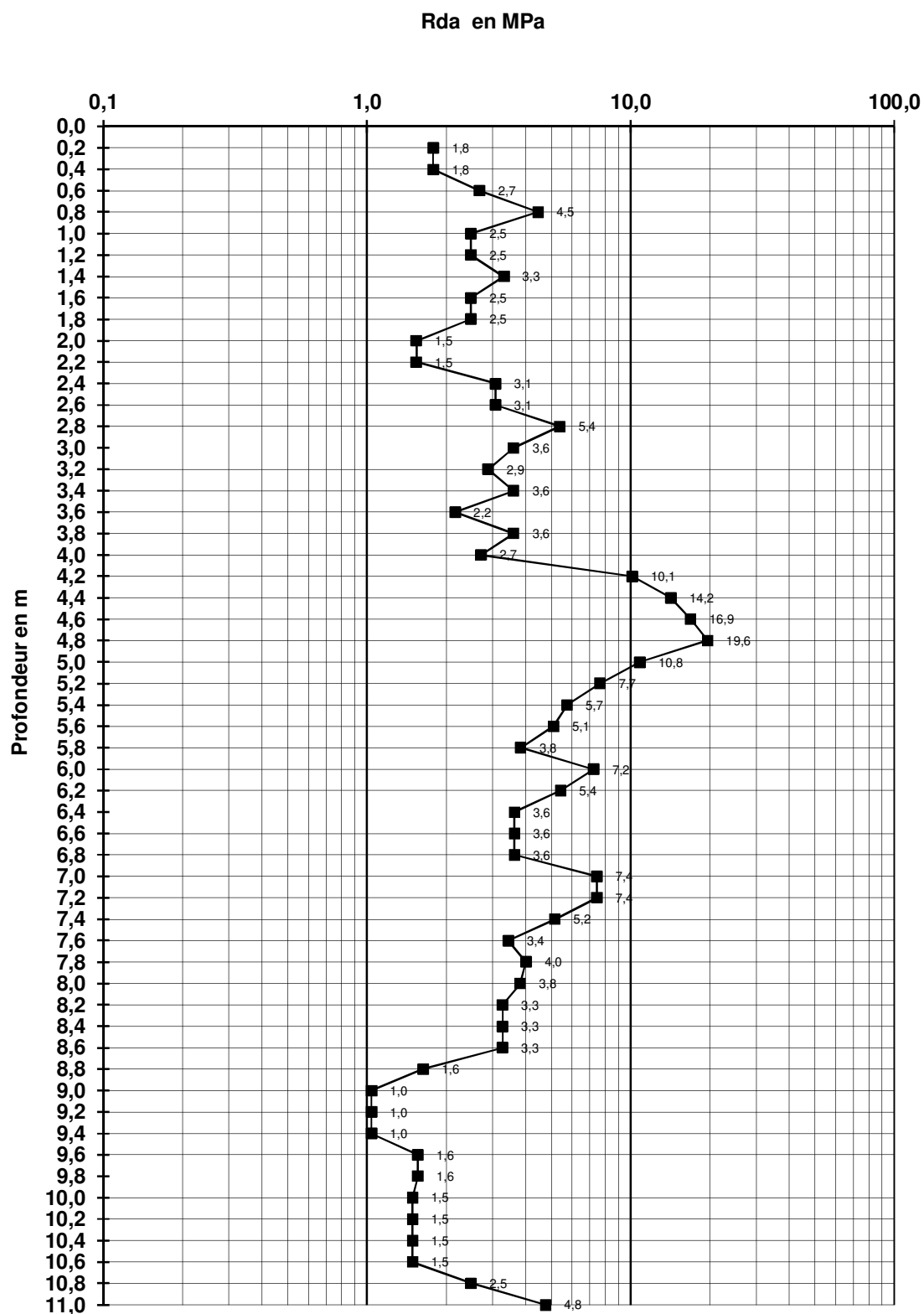
SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE - PD3 (+12,30)



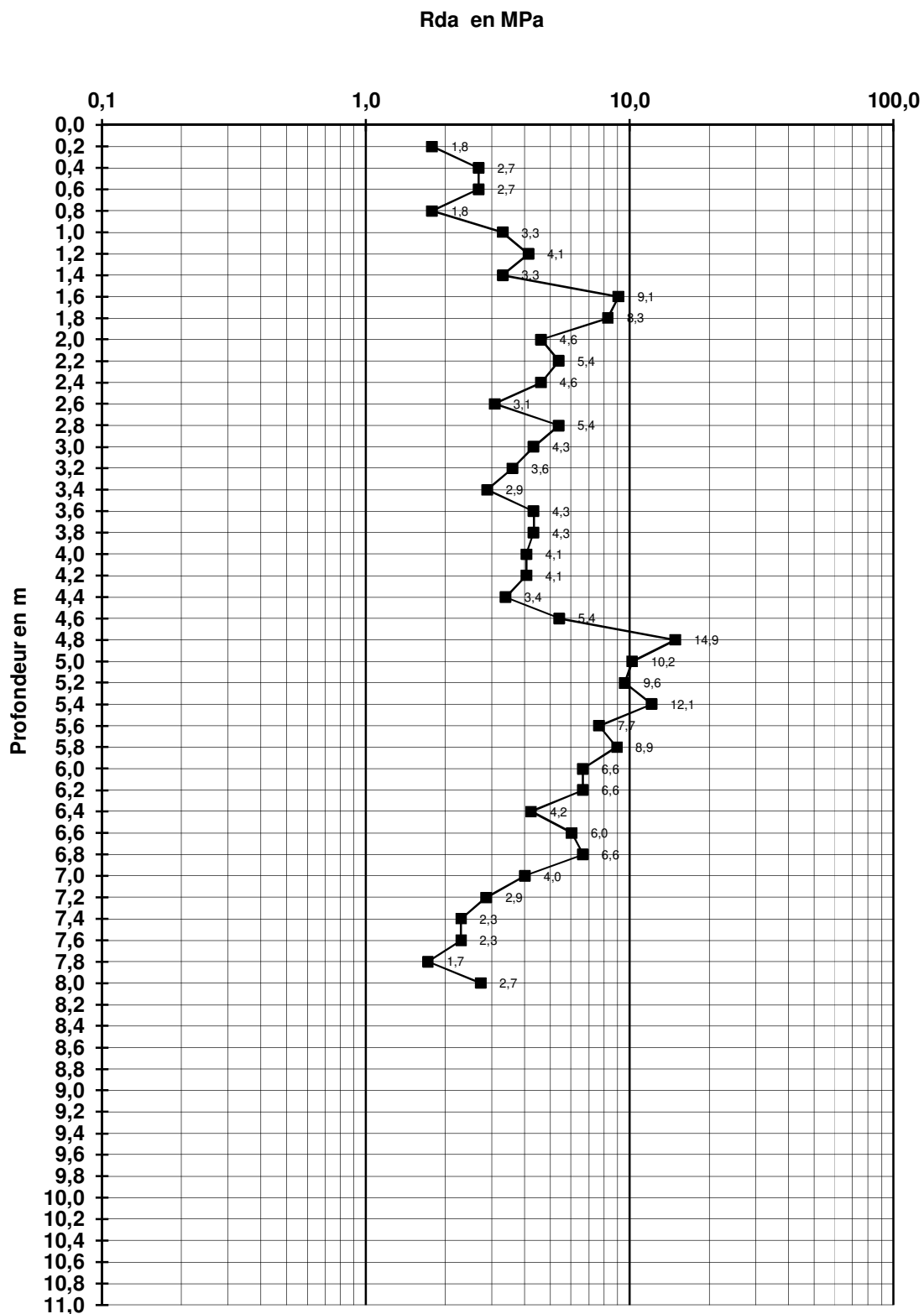
SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE - PD4 (+12,40)



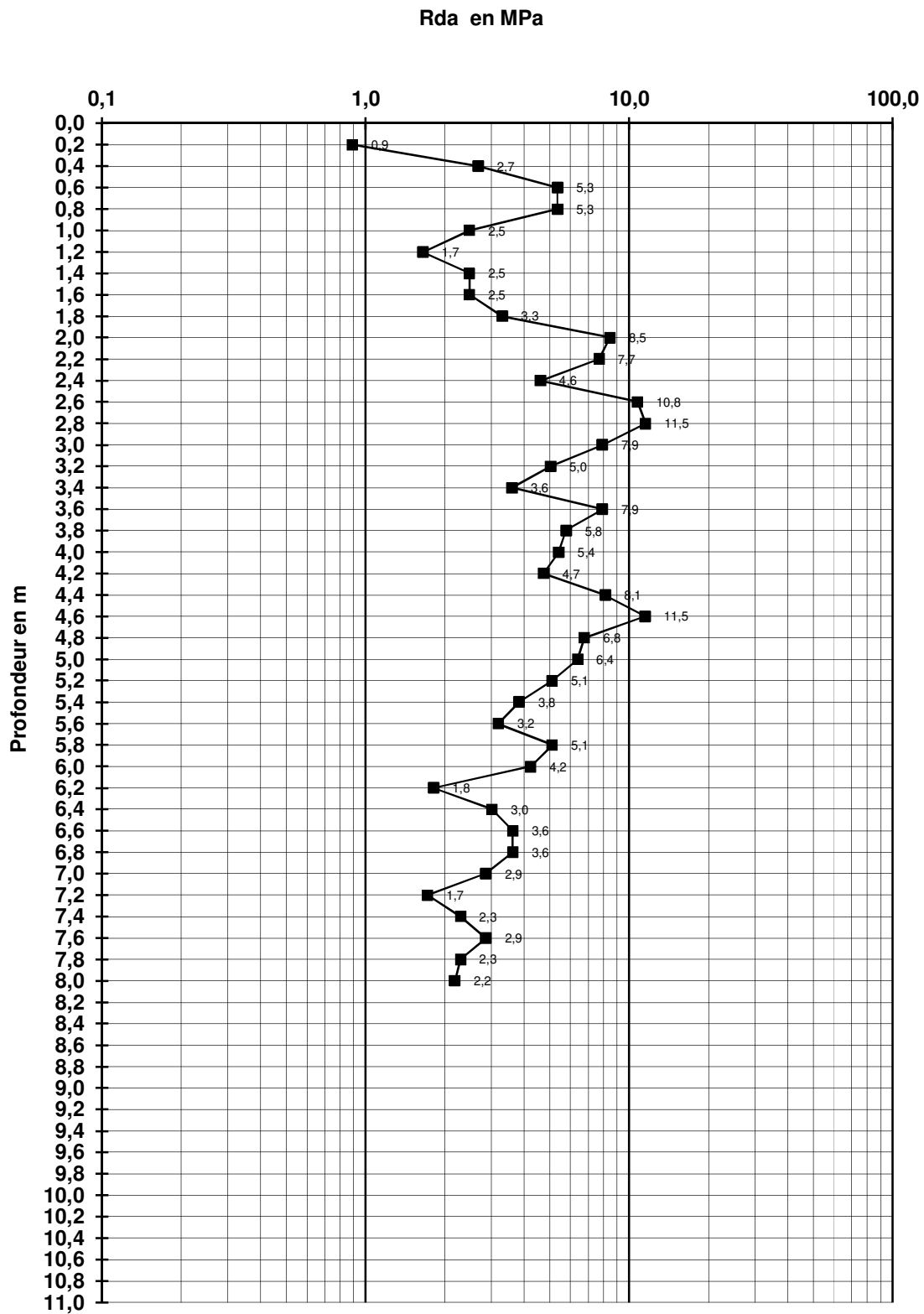
SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE - PD5 (+13,10)



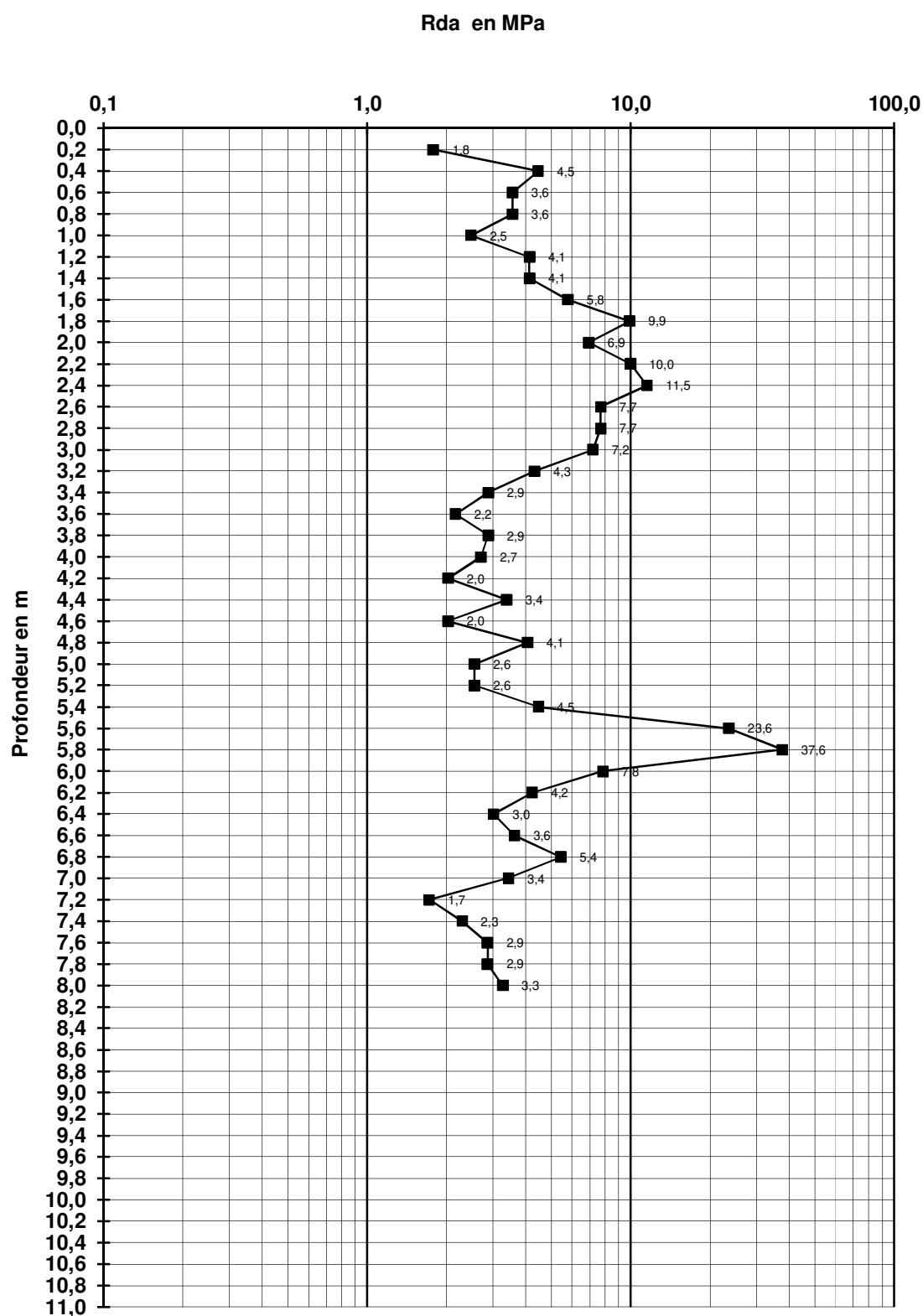
SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE - PD6 (+13,30)



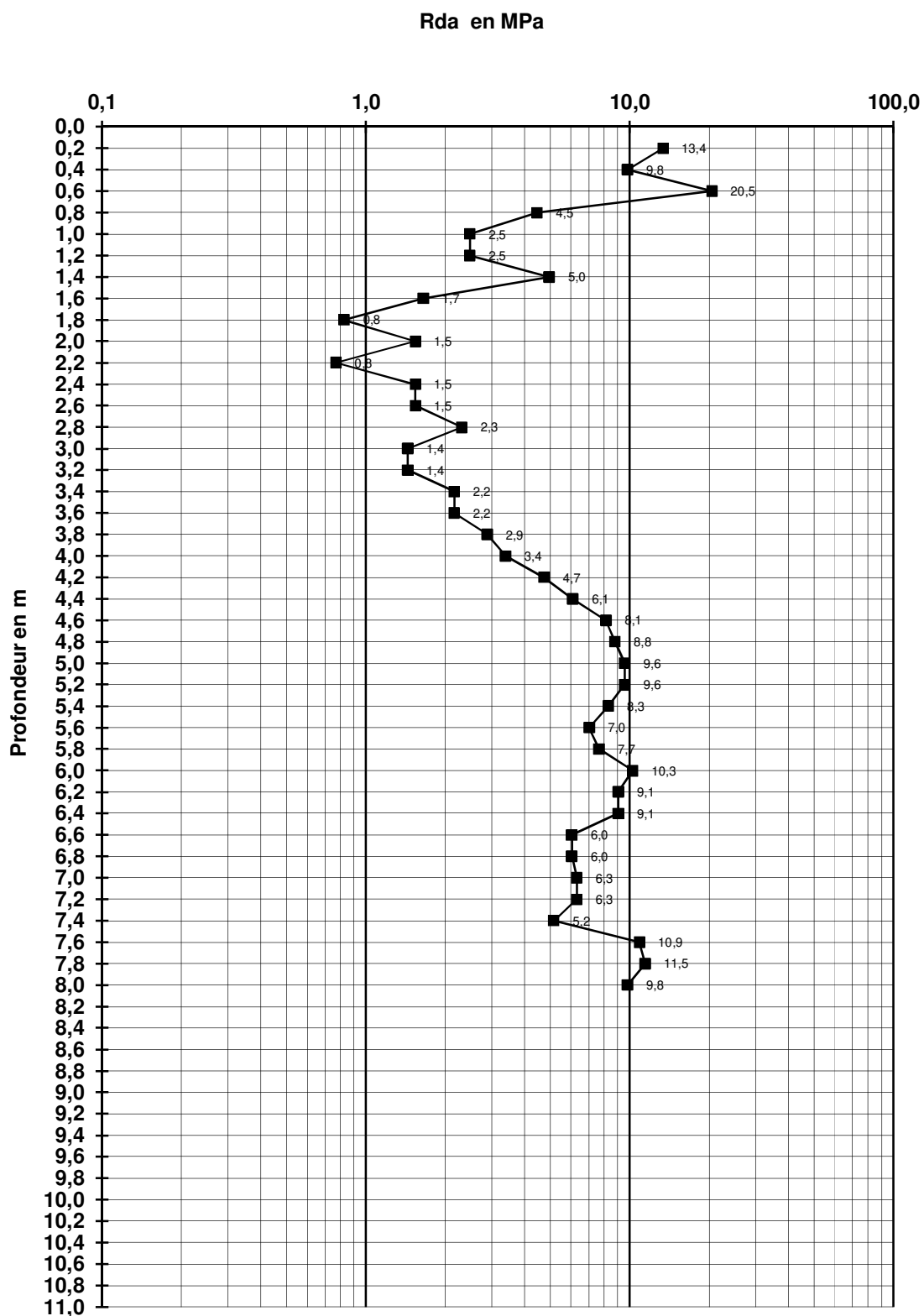
SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE - PD7 (+13,50)



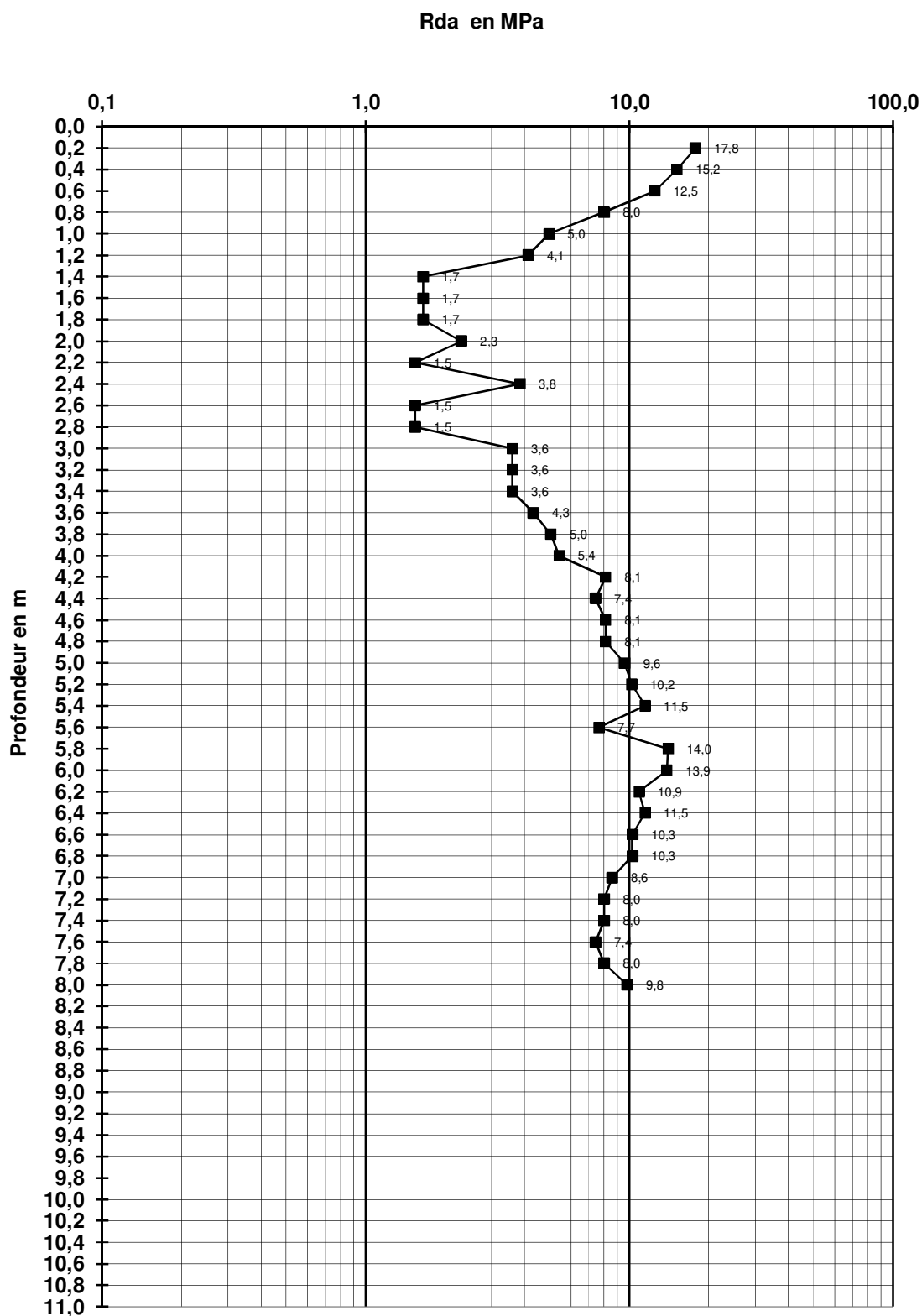
SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE - PD8 (+13,30)



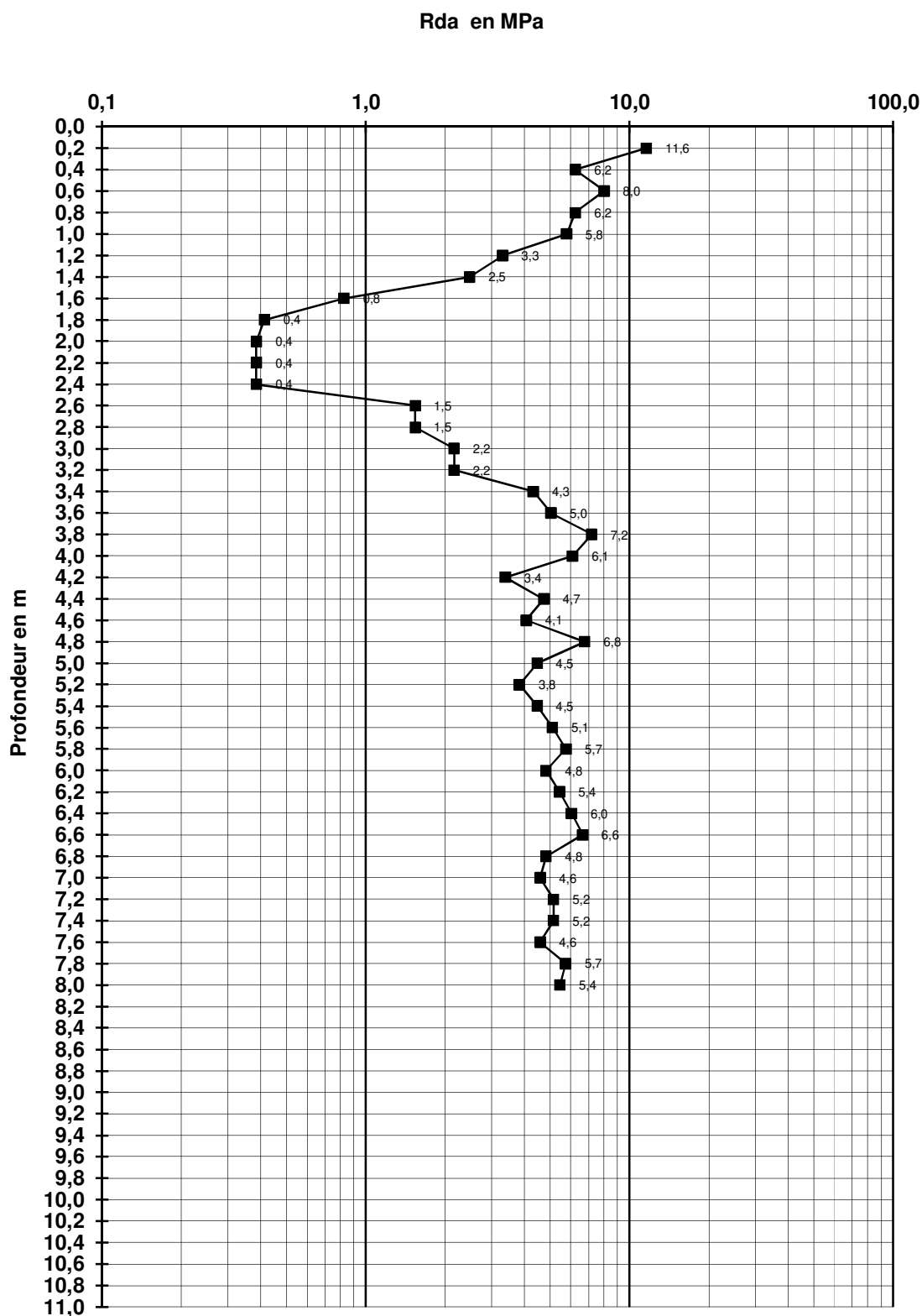
SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE - PD9 (+9,60)



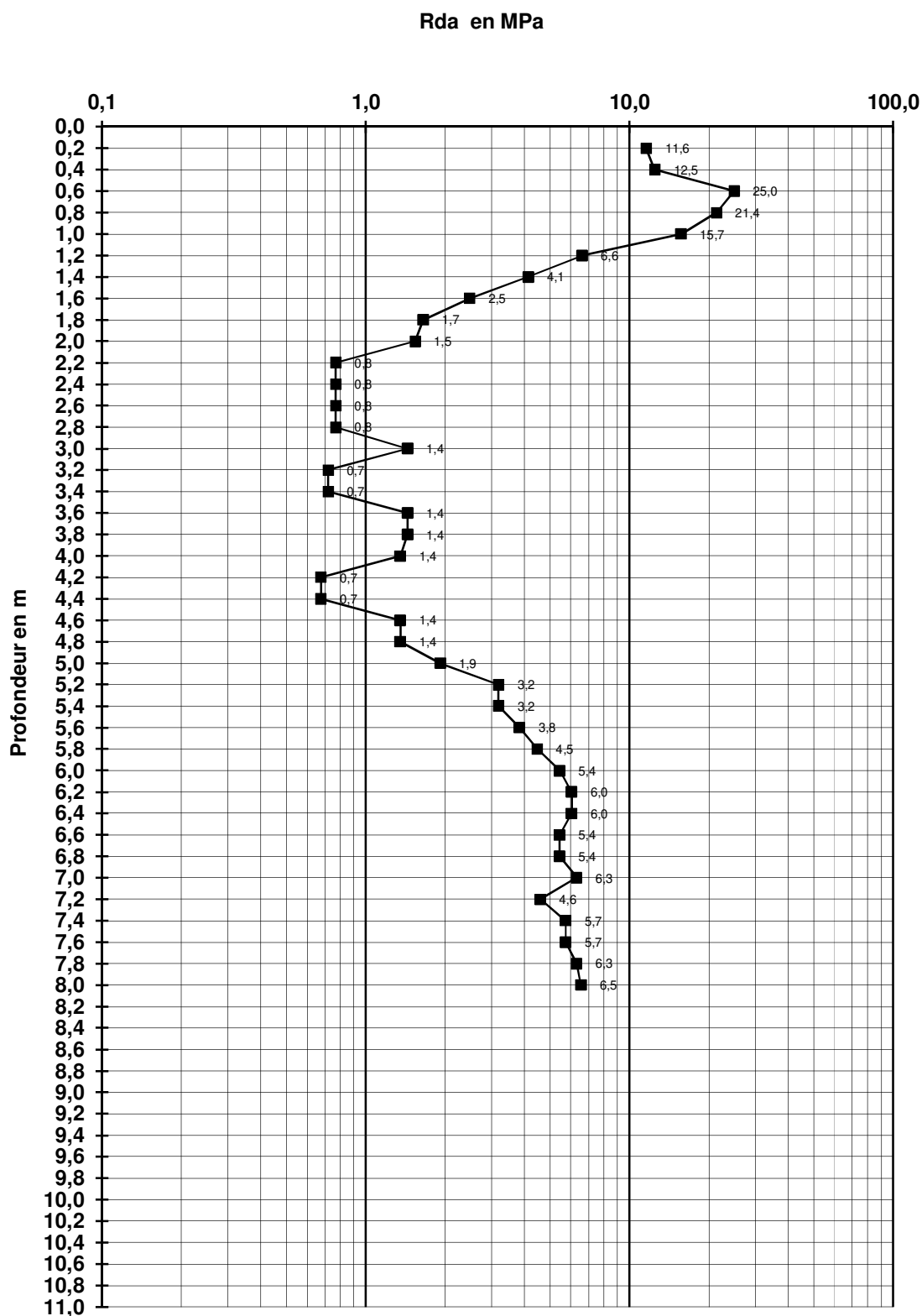
SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE - PD10 (+9,60)



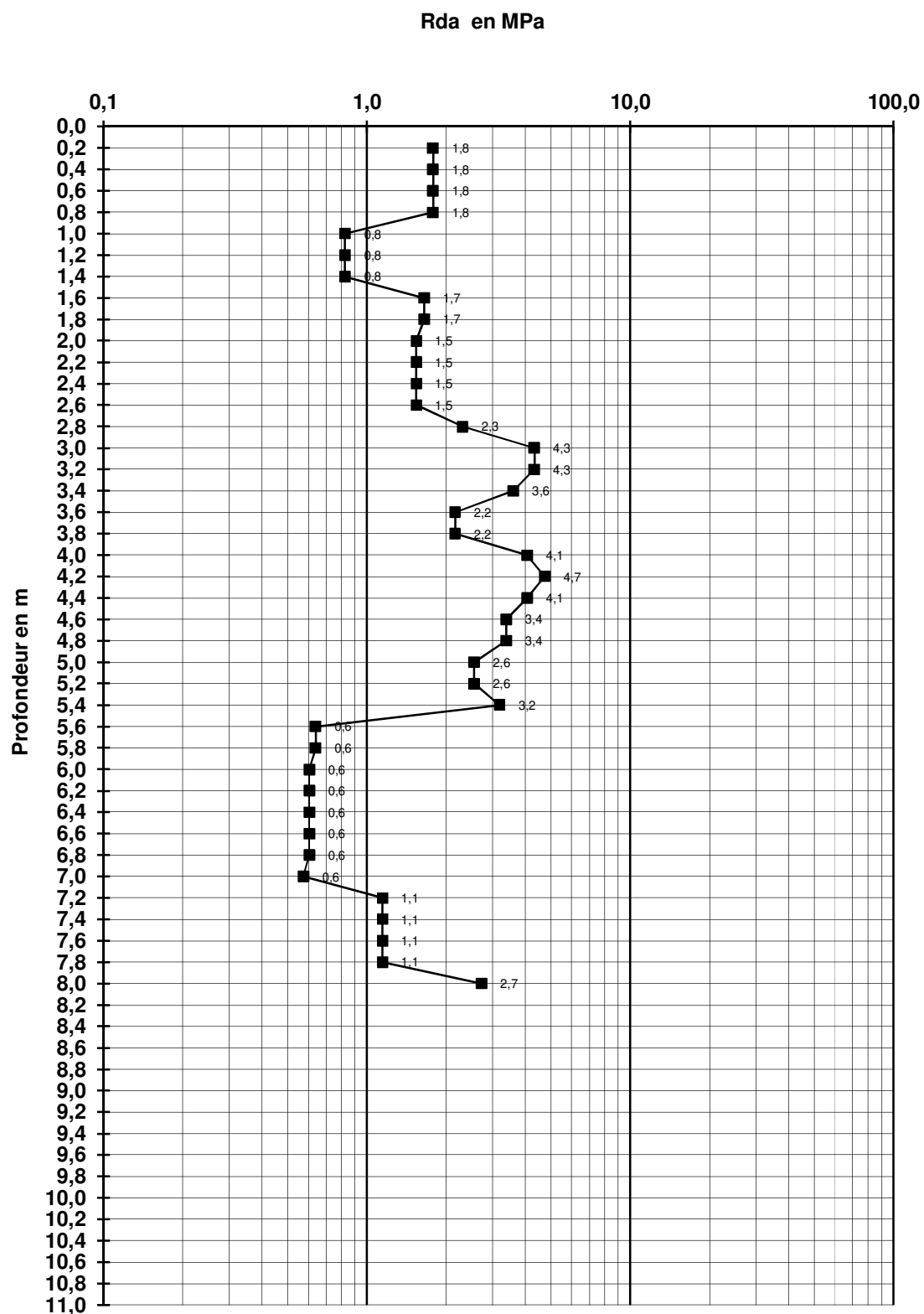
SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE - PD11 (+9,40)



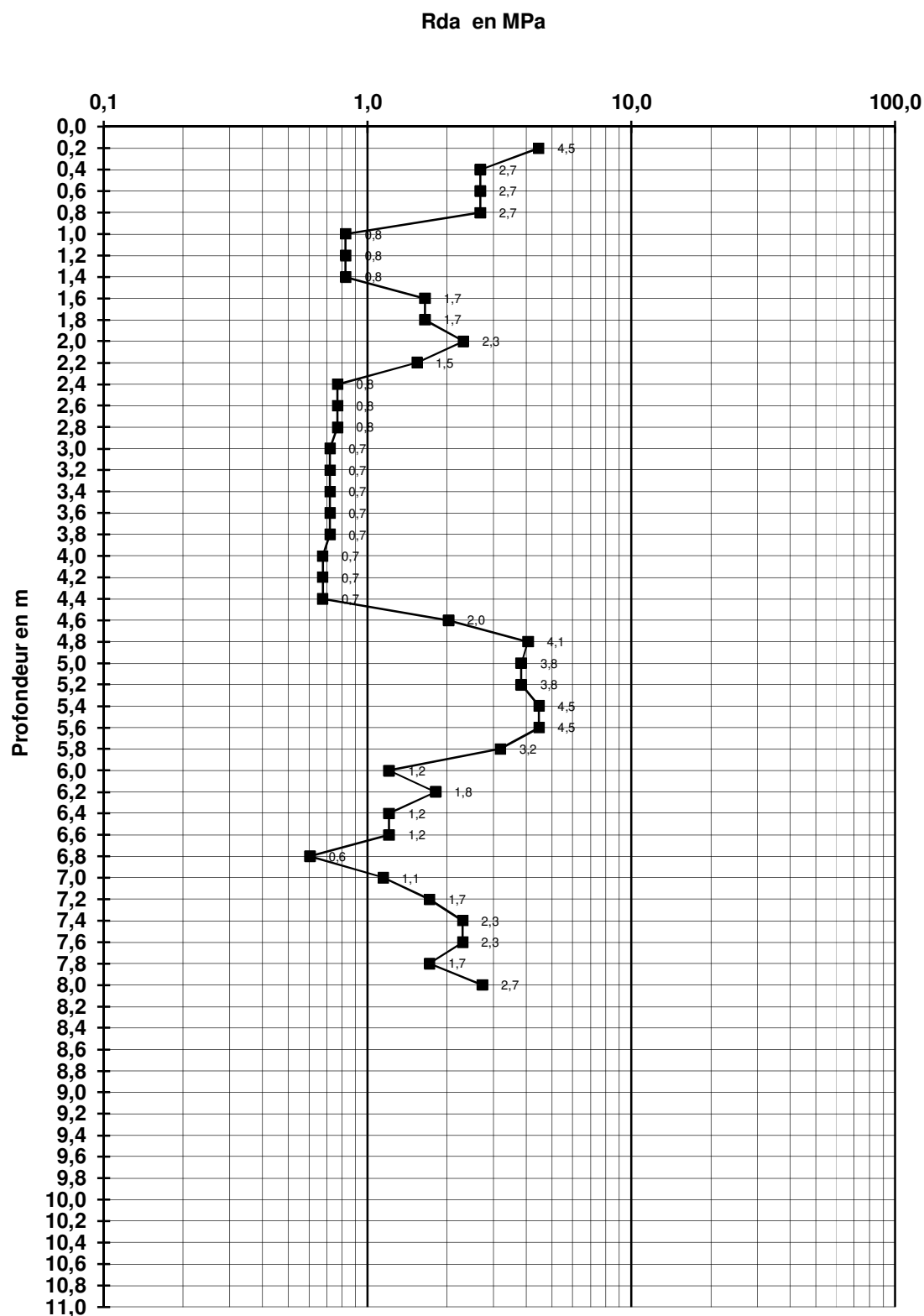
SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE - PD12 (+9,30)



SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE - PD13 (+9,20)



SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE - PD14 (+9,00)



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)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase 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'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

- 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.