



LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE

Agence de Marseille

Centre d'Activités Concorde

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

13127 VITROLLES

Tél : 04 42 46 08 09 – Fax : 04 42 46 08 10



LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE

Siège Social

9 Boulevard de l'Europe

21800 QUETIGNY LES DIJON

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

**ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION
(G2PRO)**

16/00373/MARSE/01

13000 MARSEILLE

Corniche Kennedy

Esplanade du monument aux Héros

31 mai 2017

Etude géotechnique de conception

Phase Projet

(G2 PRO)

Esplanade du Monument aux Héros

13000 MARSEILLE

Corniche Kennedy

N° AFFAIRE		16/00373/MARSE/01		TP	MISSION : G2 PRO		
INDICE	DATE	Nb de Pages		ETABLI PAR	VERIFIE PAR	MODIFICATIONS OBSERVATIONS	APPROUVE PAR
		Texte	Annexes				
0	31/05/2017	30	25	G. FLORIS	F. KEIFLIN	Première émission	F. KEIFLIN
A							
B							
C							

SOMMAIRE

I - CADRE DE L'INTERVENTION	5
I.1. INTERVENANTS.....	5
I.2. PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET HYPOTHESES.....	5
I.3. MISSIONS	6
II - CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE	7
II.1. LE SITE	7
II.2. CONTENU DE LA RECONNAISSANCE	9
II.3. IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES.....	9
III - CADRE GEOLOGIQUE - RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE	10
III.1. NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS	11
III.2. RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES	11
III.3. HYDROGEOLOGIE	12
III.4. RECONNAISSANCE DU MUR.....	12
III.5. DEFLEXIONS	15
III.6. POLLUTION	15
IV - CONFORTEMENTS	16
IV.1. OUVRAGES CONCERNES PAR LE CONFORTEMENT	16
IV.2. DIMENSIONS :	17
IV.3. PRINCIPAUX DESORDRES OBSERVES:	17
IV.4. STRUCTURES ENTERREES	18
IV.5. MODELE GEOTECHNIQUE	19
IV.6. CONFORTEMENT	19
Procédé retenu	19
Nature des travaux d'injection.....	19
Zone traitée	20
- Maillage d'injection	20
- Conditions de réalisation.....	21
- Sujétions diverses.....	21
- Contrôles – mission G3.....	21
- Finitions	22
IV.7. INCERTITUDES	22
V - PLATEFORME	23
V.1. ETAT ACTUEL DE LA PLATEFORME – CHARGE MAXIMALE ADMISSIBLE POUR LES TRAVAUX DE REFECTION DU MONUMENT	23
- Phase travaux (confortement du mur + réfection du monument)	23
- Phase définitive	23
- Préparation de la plate-forme	24
- Remblaiement	25
- Couche de forme	25
- Planche d'essais	25
- Essais de contrôle	26
- Drainage en phase définitive	26

VI - RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET.....	27
VII - Conditions d'utilisation du present document.....	28

I - CADRE DE L'INTERVENTION

I.1. INTERVENANTS

A la demande et pour le compte de la Ville de Marseille – 1, Boulevard de Louvain – 13008 MARSEILLE, GEOTEC a réalisé la présente étude sur le site suivant :

- Restauration du Monument aux Héros et mise en valeur du monument par la requalification de l'espace public – Corniche Kennedy à MARSEILLE.

I.2. PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET HYPOTHESES

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

<i>Documents</i>	<i>Emetteur</i>	<i>Référence</i>	<i>Date</i>	<i>Echelle</i>	<i>Cote altimétrique</i>	<i>Remarque</i>
<i>CCTP</i>	<i>Unanime Architecte</i>	-	<i>12/12/15</i>	-	-	-
<i>Plans divers de l'existant</i>	-	-	<i>1942</i>	-		
<i>Etude G1 PGC & G2AVP</i>	<i>GEOTEC</i>	<i>16/00373/MARSE</i>	<i>02/03/2016</i>			

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

- PHEC : plus hautes eaux connues
- Rd : résistance dynamique apparente (formule des Hollandais)
- RdC : rez de chaussée
- TA : terrain actuel
- VS : vide sanitaire

Le projet consiste en l'aménagement de la plateforme située devant le Monument aux Héros.

La mission porte sur (extrait CCTP) :

La mission d'étude géotechnique demandée concernera uniquement des prescriptions techniques pour :

- Le confortement du mur de soutènement Nord
- La réfection du dallage de l'esplanade

Pour la réfection du dallage de l'esplanade, les charges sont les suivantes (extrait CCTP) :

- les charges d'exploitation à prendre en compte dans le cadre du projet sont strictement
 - piétonnes (soit $q_k = 500 \text{ kg/m}^2$ en cas d'accumulation de personnes et $Q_k = 4.5 \text{ kN}$ sur un carrée de 50mm de côté selon Eurocode 1-AN) à l'exception du véhicule de nettoyage (balayeuse mécanique MPM) ou véhicule d'entretien courant pour intervention nécessaire sur l'ouvrage (soit pour véhicules légers $q_k = 2.3 \text{ kN/m}^2$ et $Q_k = 15 \text{ kN}$ pour un essieu de 1.80m de largeur, dimension des roues de 100x100mm selon Eurocode 1-AN)

I.3. MISSIONS

Conformément à son offre Réf. 16/00373/MARSE du 25 janvier 2016, GEOTEC a reçu pour mission de préciser le contexte géotechnique du site, et les conditions d'adaptation au sol des projets.

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

- G2PRO d'étude géotechnique de conception – phase projet selon les termes de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013, relative aux missions géotechniques (extraits joints).

Il est rappelé que la mission G2PRO doit être complétée par la mission d'étude géotechnique de conception phase DCE/ACT ainsi que par les missions G3 et G4 (étude géotechniques de réalisation) afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours d'exécution ou après réception des ouvrages.

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

*

* *

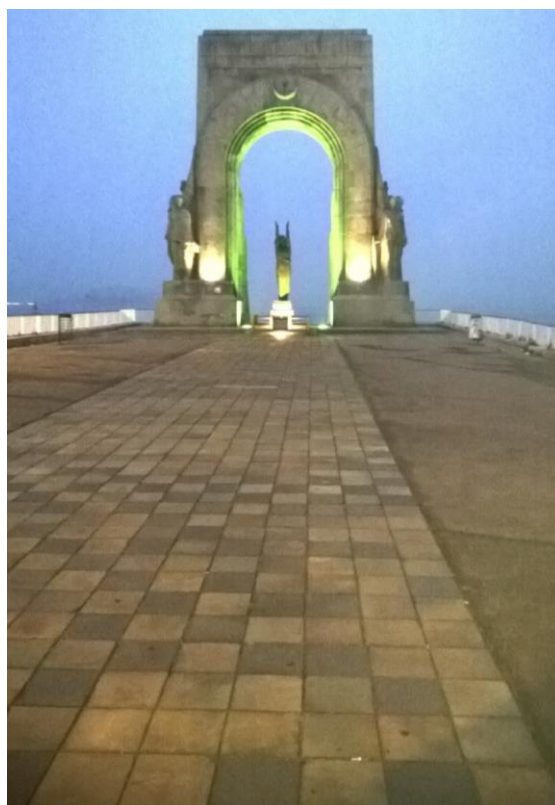
II - CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

II.1. LE SITE

Le terrain étudié se situe en bordure Ouest de l'Avenue du Président JF KENNEDY, à MARSEILLE. La plateforme s'étage en 2 esplanades, reliées par un escalier au niveau du Monument.



Vue aérienne et vue de l'esplanade





Mur Nord vu de l'esplanade principale et de la plateforme basse



II.2. CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

La campagne de reconnaissance initiale a consisté en l'exécution de :

- **2 sondages pressiométriques** (PR1 et PR2). La sondeuse utilisée est de marque GEOTEC type TB 175. Ces sondages ont atteint une profondeur de 10,80 m/TA. Ils ont permis de déterminer la nature et l'épaisseur des terrains traversés. Les essais pressiométriques ont été répartis selon un intervalle de 1.50 m.
- **4 sondages géologiques** (S1 à S4), réalisés à la tarière 100 mm, pour visualisation de la nature des terrains et prélèvement d'échantillons. Ils ont été poussés jusqu'au refus obtenu entre 4,20 et 8,50 m / TA de profondeur,
- **5 essais au pénétromètre dynamique** (PD1, PD2, PD3, PD3bis, PD4), poussés jusqu'au refus obtenu entre 0,90 et 4,10 m / TA de profondeur, ou arrêtés entre 5,00 et 5,40 m / TA de profondeur.
- **2 reconnaissances** du mur de soutènement nord réalisées manuellement (terrassements à la pelle et à la pioche, sondages au perforateur).

Cette campagne a été complétée par une campagne de sondage complémentaire (réalisée dans le cadre de la présente mission G2PRO) :

- **15 essais de déflexion** (D1 à D15),
- **7 essais au pénétromètre dynamique** (P10 à P16), poussés à 1 m de profondeur environ (pour diagnostic de l'état de couche de forme actuelle),
- **1 reconnaissance** complémentaire du mur de soutènement nord réalisée manuellement (terrassements à la pelle et à la pioche, sondages au perforateur).

II.3. IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES

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

L'implantation a été réalisée au mieux des conditions d'accès, des existants, des réseaux enterrés, et au mieux de la précision des plans remis pour la campagne de reconnaissance.

Les sondages ont été nivelés à partir des repères topographiques cotés figurant sur les plans remis par la Mairie de Marseille.

Les profondeurs sont comptées par rapport au niveau du Terrain Actuel le jour de notre intervention (TA).

*

*

*

III.1. NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS

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

- **un couvert de remblai** (sable argileux, graviers, débris de tuiles,...), reconnu sur une épaisseur d'environ 4,30 à 8,50 m.

Leurs caractéristiques mécaniques sont globalement faibles et hétérogènes avec :

$$0,10 \leq p_l^* \leq 0,77 \text{ MPa}$$

$$1,23 \leq E_M \leq 8,91 \text{ MPa}$$

$$0,25 \leq R_d \leq 10 \text{ MPa}$$

Certains essais révèlent des passages très décomprimés (cf essai PD3bis à 2,50 m de profondeur.

- **le substratum calcaire** rencontré sous l'horizon précédent dans les sondages PR1 et PR2 et SP3 et jusqu'à la base de ces sondages située à 10,80 m / TA de profondeur.

Leurs caractéristiques mécaniques sont faibles à bonnes avec :

$$p_l^* \geq 7,5 \text{ MPa}$$

$$E_M \geq 88 \text{ MPa}$$

III.2. RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

Selon les décrets n°2010-1254 et 1255 du 22 octobre 2010 portant sur la prévention du risque sismique, la commune de MARSEILLE est inscrite en zone de sismicité 2 (faible).

La commune de MARSEILLE a fait l'objet de plusieurs arrêtés de catastrophe naturelle relatifs à des inondations et coulées de boue, de mouvements de terrains différentiels, d'éboulements, et un arrêté de tempête.

Le substratum calcaire sous-jacent est sujet à la karstification. Il est toujours possible, dans un tel environnement, de rencontrer des cavités vides ou remplies de sédiments divers qui n'auraient pas été mises en évidence par les sondages. Notons que le secteur n'est pas à notre connaissance réputé à risque vis à vis de ce phénomène.

Sites consultés : prim.net, bdcavite.net, bdmvt.net, argiles.fr, carol.brgm.fr

III.3. HYDROGEOLOGIE

Lors de notre campagne de reconnaissance (février 2016), nous n'avons pas observé d'arrivée d'eau dans les formations superficielles. Le forage dans le substratum calcaire a nécessité l'utilisation d'eau.

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, ni l'ensemble des circulations d'eau qui peuvent se produire en période pluvieuse.

Il appartient aux Responsables du Projet de se faire communiquer par les Services Compétents le niveau des plus hautes eaux au droit du site afin de vérifier si le terrain étudié est ou non inondable.

III.4. RECONNAISSANCE DU MUR

- **La reconnaissance F1** a été réalisée depuis la plateforme amont, contre le mur nord et au niveau d'un local enterré ERDF. La coupe de la reconnaissance est fournie en Annexe.



On remarquera notamment :

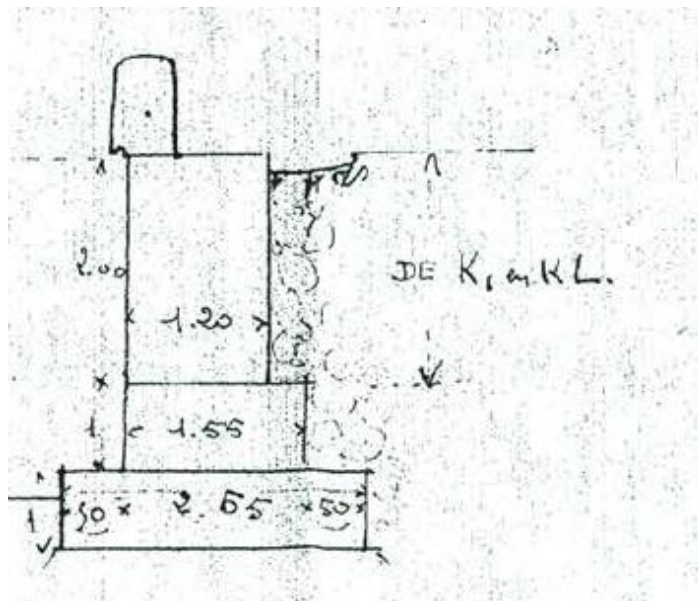
- La présence de remblai hétérogène (limon sableux noir à débris de verre, plastiques,...),
- La présence d'humidité (infiltration depuis la surface probablement),
- L'absence de complexe d'étanchéité au niveau du local enterré ERDF,

- Un décollement sous les dalles de surface (cf photo ci-dessous), dû probablement à un tassement du remblai.



- **La reconnaissance F2** a été réalisée depuis la plateforme aval, contre le mur Nord.

D'après les plans transmis, l'ouvrage présenterait les dimensions suivantes (hauteur totale théorique de 3,50 m – largeur de 1,20m) :



On remarquera notamment :

- Une assise du mur sur des formations de remblai,
- Un débord extérieur très faible (0,15 m),
- Une épaisseur de mur de 0,5 m (cf perforateur pf4 sur la coupe) vers 0,2 m / TA de profondeur.



- **La reconnaissance F3** a été réalisée depuis la plateforme aval, contre ce même mur Nord.

Elle confirme la géométrie de la reconnaissance F2 à savoir :

- Une assise du mur sur des formations de remblai, vers 1,15 m de profondeur,
- L'absence de débord.

III.5. DEFLEXIONS

Des essais de déflexion ont été réalisés sur la plateforme principale.

Le plan d'implantation des essais de déflexion réalisés est joint en annexe.

L'ensemble des résultats des mesures est reporté dans les tableaux en annexe reprenant :

- le numéro de mesure,
- la mesure de déflexion au 1/100^{ème} mm,
- les observations faites sur place (fissures, affaissement, flache, orniérage, faïençage,...).

Les résultats des mesures font ressortir les éléments suivants :

Déflexion minimale (100 ^{ème} mm)	3
Déflexion maximale (100 ^{ème} mm)	68
Déflexion moyenne (100 ^{ème} mm)	97
Ecart type	30
Déflexion caractéristique $D_{moyenne} + 2 e$ (100 ^{ème} mm)	66

L'état de surface de la plateforme est globalement mauvais et hétérogène.

L'intégralité des valeurs est présentée en annexe.

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 - CONFORTEMENTS

IV.1. OUVRAGES CONCERNES PAR LE CONFORTEMENT

Mur nord + plateforme amont



IV.2. DIMENSIONS :

Mur :

Longueur : 29 m

Retour Ouest : 2,20 m

Retour Est : 2,50 m

Hauteur libre : 1,75 à 2,35 m (d'après plan topographique)

Epaisseur : 0,50 m (d'après reconnaissance F2)

Fondation en pierre maçonneries – Assise à 1,15 / 1,30 m par rapport à la plateforme inférieure (d'après reconnaissances F2 et F3) – Peu ou pas de débord.

Plateforme amont nécessitant un confortement :

Longueur : 13,50 m

Largeur : 5,80 m

IV.3. PRINCIPAUX DESORDRES OBSERVES:

Mur :



 fissuration

 zone affaissement

Plateforme amont



 fissuration
  zones affaissement

Nota : Un diagnostic des réseaux humides (réseau SEM à l'aval notamment) devra impérativement être réalisé. Le cas échéant (fuites notamment), des réparations préalables seront impérativement réalisées.

IV.4. STRUCTURES ENTERREES

(Liste non exhaustive) – Source : DICT

- Réseau SOMEDEP
- Réseau SEM – passant a priori en pied du mur
- ERDF : Présence d'un local enterré (cf reconnaissance F1) + arrivées / départ lignes BT/MT

Nota : Nous n'avons pas pu rentrer dans le local ERDF. Dimensions, état,... inconnus.

IV.5. MODELE GEOTECHNIQUE

Compte tenu des reconnaissances et des essais réalisés, on retiendra au stade G2PRO, le modèle géotechnique suivant, extrapolé à partir des essais pressiométriques réalisés :

Formations	Profondeur base des couches (m/TA)	Cote de base de couche (NGF)	Pl* (MPa)	E _M (MPa)	α	Rd	γ (kN/m ³)	Long terme		Court terme	
								c' (kPa)	Φ' (°)	c (kPa)	Φ (°)
Remblais sablo- argileux	7 – 8,50	5,80 – 7,50	0.3 (*)	2 (**)	2/3	3 (***)	19	2	25	10	20
Substratum calcaire	-	-	7.5	100	1/2	>100	22	Données non nécessaires pour l'étude			

(*) = moyenne géométrique des valeurs de PR1 et PR2

(**) = moyenne harmonique des valeurs de PR1 et PR2

(***) = valeur moyenne. Des valeurs nettement inférieures sont néanmoins relevées (cf par exemple PD3bis entre 2 et 3 m) correspondant à des passées décomprimées.

IV.6. CONFORTEMENT

Procédé retenu

Compte tenu :

- des ouvrages et désordres observés,
- des natures et caractéristiques des terrains (remblai sablo-argileux),
- de la destination du projet (plateforme piétonne),

le confortement des structures (mur + plateforme amont affectée par les désordres) consistera en un traitement par résine expansive.

Nature des travaux d'injection

Le traitement du sol par injection de résine expansive sous contrôle laser a pour objectif le blocage du sol et l'amélioration des caractéristiques mécaniques des sols sous les fondations du mur et sous plateforme.

Le traitement devra assurer la stabilité du sol de fondation.

L'entreprise devra réaliser tous les travaux complémentaires nécessaires à l'accomplissement des objectifs fixés si les contrôles s'avèrent révéler des insuffisances. Elle devra être titulaire de certificats de capacité attestant de sa compétence dans des affaires similaires ou posséder un brevet européen pour ce type de travaux.

Zone traitée

Le traitement du sol sous les fondations concerne .

Mur :

Longueur : $29 \text{ m} + 2,20 + 2,50 = 33,70$ arrondi à 34 m

Plateforme amont nécessitant un confortement :

Longueur : $13,50 \text{ m} \times \text{largeur } 5,80 \text{ m} = 78,3 \text{ m}^2$ arrondi à 80 m².

Le traitement s'effectuera :

- sous les fondations du mur, et jusqu'au toit du substratum calcaire (soit, pour une assise du mur à la cote 11,35 NGF, une épaisseur de sol traitée de l'ordre de 4 à 5,50 m d'après les sondages réalisés – épaisseur pouvant être très variable sur le linéaire du mur).
- Sous la zone affectée de la plateforme, et jusqu'à la base des fondations du mur (soit, pour une plateforme à la cote 14,30 NGF, et une base de mur à la cote 11,35, une épaisseur traitée de 3 m)

- Maillage d'injection

Sous réserve des essais des essais au pénétromètre de contrôle à réaliser avant les travaux, le procédé se fera comme suit :

- Injections sous fondations et sous plateforme et mise en place de cannes d'injection selon un espacement horizontal compris dans la plage 0,30 m à 0,80 m / ml de fondation et un maillage compris dans la plage 0,40 x 0,40 m à 0,80 m x 0,80 m sous plateforme.
Le maillage définitif sera arrêté par l'entreprise dans le cadre de sa mission G3. Ce maillage dépend notamment des essais à réaliser avant travaux et des pressions d'injections retenues (qui devront être limitées pour éviter l'aggravation des désordres).
- Compte tenu de la profondeur du substratum, hétérogénéité des remblais,... les injections comprendront alternativement :
 - * des colonnes continues
 - * des injections suivant 3 à 4 niveaux sous fondation
- Injection en partant du haut vers le bas avec une quantité de résine qui sera adaptée point par point en fonction du relevage demandé et des confortements à obtenir (suivi par un niveau laser).

- Conditions de réalisation

L'entreprise devra mettre en œuvre un matériel adapté de sorte à atteindre les profondeurs prévues d'être traitées. Le diamètre et l'inclinaison du percement seront adaptés en conséquence.

Dans tous les cas, un repérage soigneux des ouvrages enterrés (local ERDF, réseaux enterrés) devra être effectuée au préalable afin :

- d'adapter si besoin le plan d'injection,
- de travailler en sécurité (présence de lignes électriques),
- de garantir l'intégrité de ces ouvrages.

Les opérations de recherche (DICT, repérage radar, dégagement manuel,...) et de suivi (contrôle de l'intégrité des réseaux, et notamment le réseau d'eau à l'aval du mur) seront prévus au marché de l'entreprise.

Les essais au pénétromètre préalables serviront à établir les différentes passes de traitement nécessaires à l'obtention des objectifs fixés.

- Sujétions diverses

L'entreprise devra tenir compte de l'aspect structurel des ouvrages et notamment de leur rigidité dans la réalisation de son traitement.

L'entreprise devra prendre toutes les précautions pour ne générer aucun effet polluant des travaux sur l'environnement (émission de poussières, bruit,...).

A la fin du travail d'injection, les équipements seront sectionnés à leur base et les traces de résine sur la surface du sol nettoyées.

Parallèlement à ces travaux, le maître d'ouvrage devra s'assurer, dans la conception du projet :

- De l'état des réseaux humides (réseau SEM notamment), et leur réparation éventuelle,
- de la bonne imperméabilisation des terrains, et notamment au niveau des zones actuellement affectées en périphérie des ouvrages (vérification régulière de l'état des revêtement, contrepentes, etc.),
- Aucun arbre ne devra être planté à proximité du mur.

- Contrôles – mission G3

La mission G3 de l'entreprise comprendra a minima :

- un contrôle des terrains au pénétromètre dynamique avant injection (pour adapter le maillage et les injections) et après injection (les valeurs minimales de résistance de pointe à obtenir après traitement sont $R_d \geq 2$ MPa).
- Le dimensionnement et repérage précis des injections,
- Le contrôle permanent des mouvements sera effectué par monitoring laser au fur et à mesure des injections.
- Le DOE

- **Finitions**

Les travaux de finition (enduits,...) seront réalisés 6 mois après la fin des travaux d'injection, et après les travaux globaux de réfection du monument et de l'esplanade.

IV.7. INCERTITUDES

Nous n'avons pas d'informations sur :

- la nature, l'état,... du local ENEDIS / ERDF situé dans la zone des désordres. Selon l'état, les souhaits de l'exploitant, le projet,... la reprise de cet ouvrage peut être nécessaire.

- l'ouvrage situé en extrémité Est du mur (nature ? utilité : descente de la conduite SEM ?, conservé dans le cadre du réaménagement ?). Cet ouvrage est fissuré. En cas de conservation, il devra être conforté ou repris.



V - PLATEFORME

V.1. ETAT ACTUEL DE LA PLATEFORME – CHARGE MAXIMALE ADMISSIBLE POUR LES TRAVAUX DE REFECTION DU MONUMENT

La déflexion caractéristique est de 66 / 100 mm d'après les essais réalisés (classe C2). Le camion utilisé pour les essais présentait un poids total (camion + chargement de 19 tonnes).

La seule rémanence observée est pour l'essai D13, réalisé dans la zone affectée.

- Phase travaux (confortement du mur + réfection du monument)

Pour les travaux de réfection du monument, il sera retenu :

- Des véhicules de catégorie G au sens de l'EC1 (Annexe nationale) ($30 \text{ kN} < \text{PTAC} < 160 \text{ kN}$),
- L'absence de circulation, de stockage ou de stationnement en amont et aval du mur, et sur la zone de la plateforme présentant des désordres.



- Phase définitive

Pour les charges d'exploitation données par hypothèse :

- les charges d'exploitation à prendre en compte dans le cadre du projet sont strictement piétonnes (soit $q_k = 500 \text{ kg/m}^2$ en cas d'accumulation de personnes et $Q_k = 4.5 \text{ kN}$ sur un carré de 50mm de côté selon Eurocode 1-AN) à l'exception du véhicule de nettoyage (balayeuse mécanique MPM) ou véhicule d'entretien courant pour intervention nécessaire sur l'ouvrage (soit pour véhicules légers $q_k = 2.3 \text{ kN/m}^2$ et $Q_k = 15 \text{ kN}$ pour un essieu de 1.80m de largeur, dimension des roues de 100x100mm selon Eurocode 1-AN)

un dallage sur terre-plein peut être envisagé.

- Préparation de la plate-forme

Après décapage des formations de surface, et de la frange superficielle sur 30 cm, le fond de forme obtenu sera constitué par des remblais. Ces sols, s'ils se trouvent dans un état hydrique moyen (m), correspondent à une partie supérieure de terrassement PST 1, associée à une arase de terrassement de classe 1. Mais la portance peut chuter rapidement sous l'action des eaux météoriques et conduire à une arase de classe inférieure.

Toute poche de remblai hétérogène, évolutif ou de moindre consistance rencontrée en fond de forme sera purgée.

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

Les fonds de forme devront faire l'objet d'un contrôle (point d'arrêt) qui comprendra :

- une inspection visuelle du fond forme et du dispositif de drainage,
- la réalisation d'essais à la plaque en fond de forme. La valeur de portance à obtenir devra être supérieure à la valeur suivante :

$$EV2 \geq 15 \text{ MPa (200 bars)}$$

Ponctuellement des défauts de portance du fond de forme pourront être rencontrés ($EV2 < 20 \text{ MPa}$) qui pourront être dû :

- soit à un changement local de l'état du matériau : zone anormalement humide par exemple,
- soit à un changement local de la nature du fond de forme : poche argileuse, remblais hétérogènes, matériaux putrescibles (bois...), remblaiements de tranchée non conformes,
- soit à la présence de vestiges de construction pouvant constituer des points durs préjudiciables pour les structures de chaussée.

Dans le cas où ce type d'anomalies serait rencontré, il sera nécessaire de prévoir des purges du fond de forme sur une épaisseur complémentaire de 30 cm minimum.

Le remblaiement des purges sera effectué et compacté par couche de 0,30 m d'épaisseur avec des matériaux d'apport grossiers insensibles à l'eau de type 0/150 mm par exemple.

L'assise des remblais devra être horizontale. Sur les parties en pente du terrain, des plates-formes horizontales seront réalisées ou des redents d'accrochage seront aménagés.

Les travaux de décapage et de remblaiement devront être réalisés lors de bonnes conditions météorologiques. Si des pluies se produisent pendant les travaux ou si les précipitations sont abondantes au cours des 2 mois précédant les travaux, des adaptations pourront être nécessaires (Mise en place d'une couche de blocage en 0/150 mm et/ou augmentation de l'épaisseur de la couche de forme, purges, mise en place d'un géotextile, amélioration du système de drainage, pompage...).

- Remblaiement

Les matériaux du site ne pourront servir de matériaux de remblaiement et devront être évacués.

Les remblais d'apport pourront être constitués par les matériaux suivants :

- matériaux d'apport nobles insensibles à l'eau de type D₂ ou D₃.

Dans tous les cas le choix de matériau d'apport devront faire l'objet d'une validation en mission G3 et G4.

Les remblais seront mis en œuvre par couches successives soigneusement compactées conformément aux recommandations GTR.

Dans l'hypothèse d'un fond de forme de faible portance, il sera recommandé lors de la mise en œuvre de la première couche, de compacter avec modération afin d'éviter le matelassage des matériaux.

La bonne mise en œuvre des remblais nécessite un suivi géotechnique d'exécution (mission G4) incluant notamment un contrôle par essais à la plaque tout au long du chantier.

Un suivi continu de la qualité des terrassements en remblais est une condition nécessaire à l'obtention d'un résultat satisfaisant.

- Couche de forme

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

Si des pluies se produisent pendant les travaux ou si les terrains étaient trop humides (infiltration depuis la surface par exemple), des adaptations seront nécessaires (*cloutage du fond de forme, drainage, traitement à la chaux, etc.*) pouvant engendrer un surcoût non négligeable.

Sur une PST n°1 / AR1, il sera nécessaire de mettre en œuvre une couche de forme épaisse d'au moins 0,30 m à 0,40 m, à adapter selon la portance réelle mesurée lors des travaux et des conditions climatiques. La couche de forme sera constituée d'un matériau d'apport de classe D2 selon le GTR, comportant moins de 5 % de fines.

L'épaisseur devra être adaptée à la portance réelle du fond de forme mesurée lors des travaux et en fonction des conditions climatiques. Des planches d'essai devront être au préalable réalisées. Il sera en première approche (à confirmer par planche d'essai), un gain de 10 MPa par tranche de 10 cm de remblai.

Il sera également prévu la pose d'un géotextile de renforcement en sous face de la couche de forme.

- Planche d'essais

Une planche d'essai devra impérativement être réalisée avant le démarrage des travaux afin de valider les épaisseurs de couche de forme et définir les conditions de mise en œuvre. L'objectif de la planche d'essais sera de valider la structure de chaussée mise en place en fonction des objectifs de réception en définissant notamment les éléments suivants :

- préparation et/ou traitement du sol d'assise,
- modalité de compactage du fond de forme,
- type de compacteur à utiliser,

- nombre de passes de compacteur en fonction de sa vitesse, de l'épaisseur unitaire et de l'état hydrique des matériaux.

Cette planche d'essai sera réalisée dans le cadre de la mission G3 de l'entreprise et constitue un point d'arrêt de chantier qui sera levé après validation du compte-rendu d'essai par la Maitrise d'œuvre.

- Essais de contrôle

Les contrôles à mettre en place consisteront en la réalisation de :

- vérification des fonds de forme par un géotechnicien après décapages des matériaux décomprimés superficiels et purges éventuelles.
- vérification de la qualité et l'efficacité des dispositifs de drainage mise en place.
- réalisation d'essais à la plaque en fond de forme. A titre indicatif, la valeur à obtenir devra être la suivante :

$$EV2 \geq 15 \text{ MPa (300 bars)}$$

- réception des couches de forme par des essais à la plaque. A titre indicatif, et pour une classe de plate-forme visée PF2, la valeur à obtenir devra être la suivante :

$$EV2 \geq 50 \text{ MPa (500 bars)}$$

Ces essais seront réalisés à raison au minimum d'un minimum de 6 essais pour l'ensemble de la plateforme.

Compte-tenu des importantes superficies à mettre en œuvre et afin de garantir la qualité du compactage, il sera nécessaire de réaliser un contrôle des terrassements tout au long du chantier qui prévoira notamment :

- une bonne organisation du chantier garantissant l'homogénéité du matériau approvisionné, la répartition de l'effort de compactage (plan de balayage et cadence d'approvisionnement) et le délai de compactage dans le cas de sol traité au ciment par exemple.
- un contrôle en continu de la qualité de compactage par le suivi des Q/S ou Q représente le volume de sol compacté pendant un temps donné (par exemple un jour, ou une heure), et S la surface balayée par le compacteur pendant le même temps.
- la nécessité de donner aux conducteurs d'engins des consignes précises et adaptées aux objectifs de qualité (épaisseur des couches unitaires, nombre de passes...)
- la vérification du bon fonctionnement des compacteurs (étalonnage),
- le suivi continu de l'état hydrique et de la densité des matériaux mis en œuvre (contrôle au gamma-densimètre si $D \leq 20$ à 31.5 mm ou essais au pénétromètre dynamique si épaisseur testée ≥ 70 cm,

Ces contrôles seront réalisés dans le cadre des missions géotechniques G3 et G4

- Drainage en phase définitive

Dans la conception du projet, une importance particulière sera apportée au drainage de l'ensemble des arrivées d'eau. Ces arrivées d'eau (pluies, nettoyage de l'esplanade,...) devront être captées et évacuée, afin d'éviter toute infiltration (et notamment dans la zone actuellement affectée et à l'arrière ou en base du mur).

VI - RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET

Le présent rapport constitue le compte rendu et fixe la fin de la mission d'étude géotechnique. Cette mission G2PRO confiée à GEOTEC a permis de préciser les procédés et dimensionnements à prendre en compte en fonction des données fournies et des résultats des investigations, et présente certains principes d'adaptation au sol des ouvrages géotechniques.

Les autres aléas géotechniques restants à l'issue de cette étude sont les suivants :

- la remontée ou l'approfondissement du toit du substratum le long du mur ;
- l'épaisseur et l'hétérogénéité des remblais sur site,
- la présence d'eau,
- Les éventuelles fuites sur les réseaux (réseau SEM notamment),
- La nécessité de reprise de certains ouvrages (local ERD notamment).

La mise en œuvre de la PHASE DCE/ACT de la mission G2 ainsi que les missions géotechniques suivantes (G3 à G4) devra suivre la présente phase d'étude (mission G2PRO).

*

* *

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

VII - CONDITIONS D'UTILISATION DU PRESENT DOCUMENT

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

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

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

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

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

9. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (*qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF*) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.
10. Hydrogéologie : les relevés des venues d'eau dans les sondages ont un caractère ponctuel et instantané.
11. Le Maître d'Ouvrage devra informer **GEOTEC** de la date de Déclaration Réglementaire d'Ouverture du Chantier (*DROC*) et faire réactualiser le présent document en cas d'ouverture de chantier plus de 2 ans après la date d'établissement du présent document. De même il est tenu d'informer **GEOTEC** du montant global de l'opération et de la date prévisible de réception de l'ouvrage.

Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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

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

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

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) 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 géotechniques 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 (<i>en interaction avec la phase supervision du suivi</i>)	Etude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (<i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience</i>)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (<i>en interaction avec la phase Supervision de l'étude</i>)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Tableau 2 - Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. - Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

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

Phase DCE / ACT

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

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

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

ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques: notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs: plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

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

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

ANNEXES

- Annexe 1 : PLAN DE SITUATION ET D'IMPLANTATION
- Annexe 2 : SONDAGES ET ESSAIS



GEOTEC 16/00373/MARSE/01

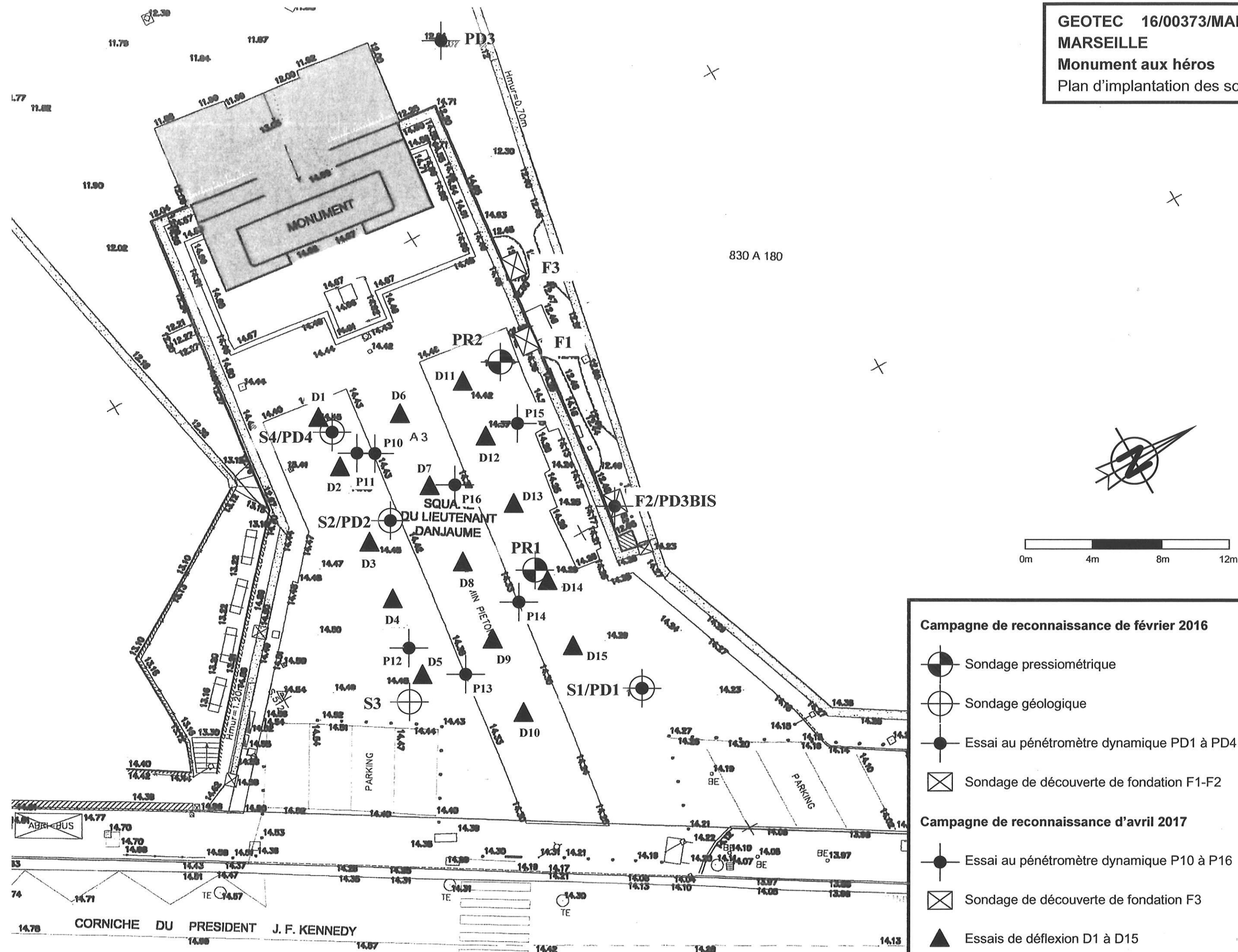
MARSEILLE

MONUMENT AUX HEROS

Plan de situation

Echelle : 1/25000^{ème}





Site : MARSEILLE

Sondage : PR1

Inclinaison/Verticale :

Date : 16/02/2016

Echelle : 1/100

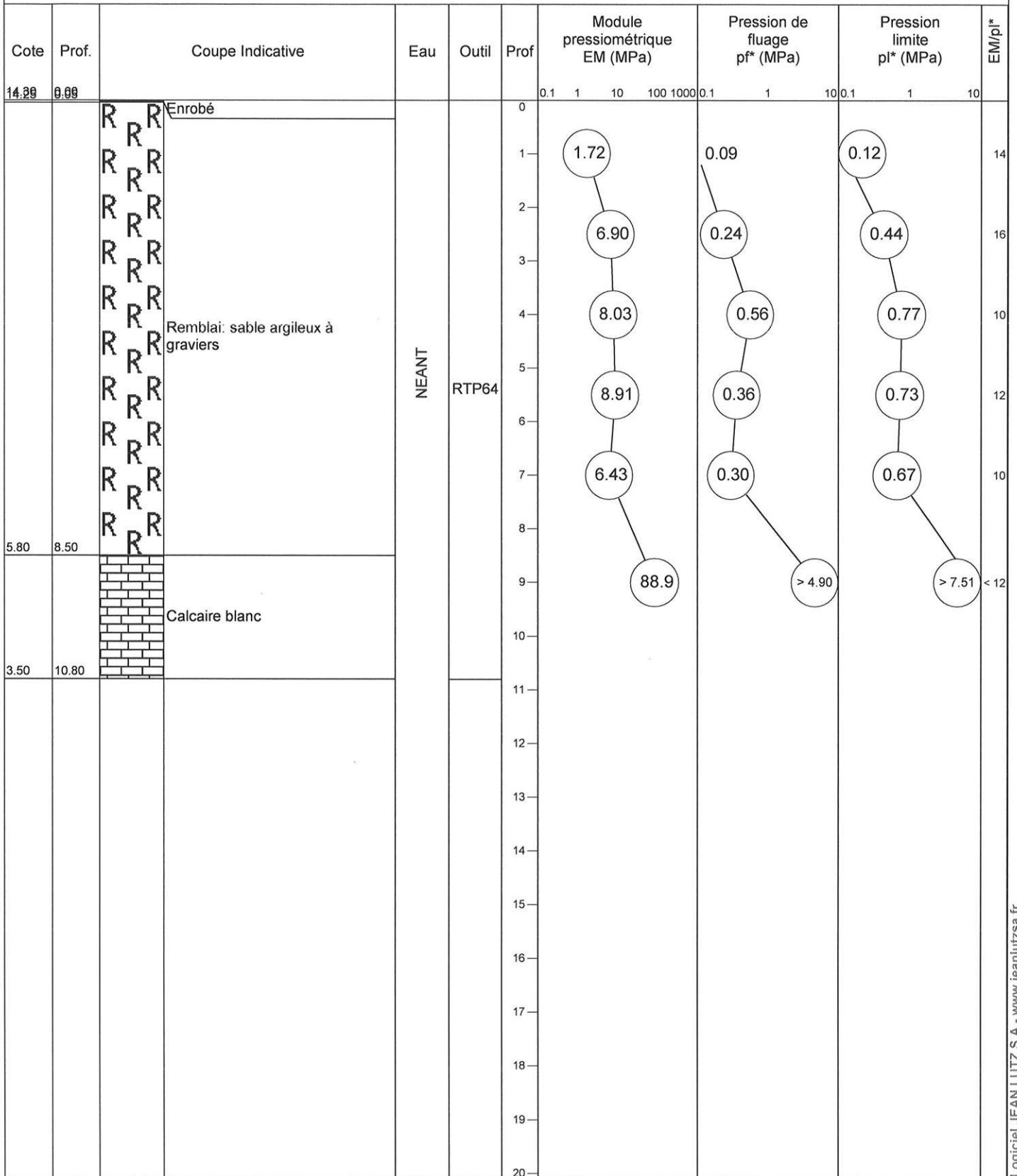
X :

Y :

Z : 14.3 NGF

Page : 1/1

Affaire : 16/00373/MARSE



Observations :
Arrêt à 10.80 m

EXGTE 2.30

Sondage : PR2

Inclinaison/Verticale :

Date : 17/02/2016

Site : MARSEILLE

X :

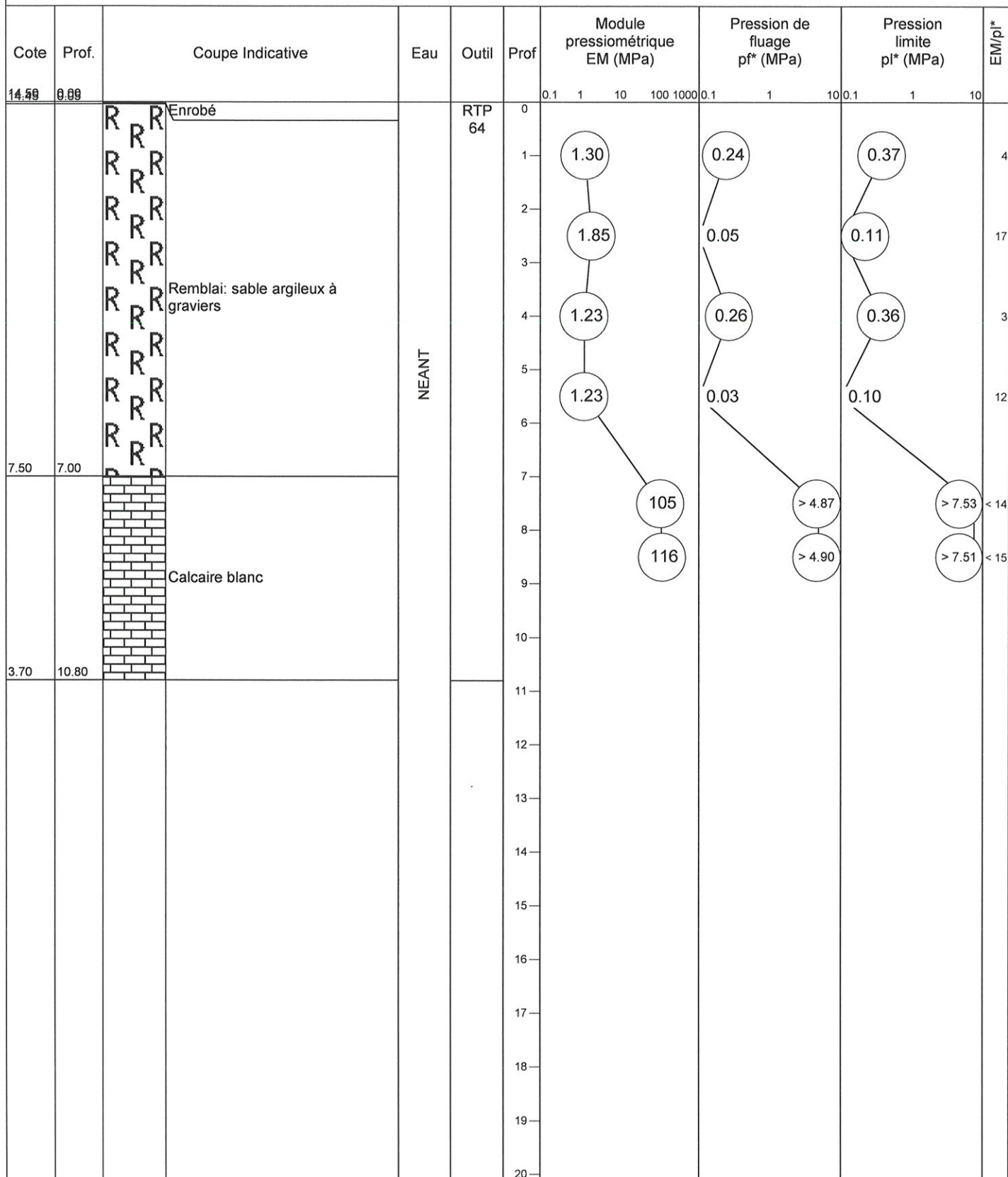
Echelle : 1/100

Y :

Z : 14.5 NGF

Page : 1/1

Affaire : 16/00373/MARSE



Observations :
Arrêt à 10.80 m

EXGTE 2.30

Sondage : S1

Inclinaison/Verticale :

Date : 16/02/2016

Site : MARSEILLE

X :

Echelle : 1/100

Y :

Z : 14.3 NGF

Page : 1/1

Affaire : 16/00373/MARSE

Cote	Prof.	Coupe Indicative	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)					Pression de fluage pf* (MPa)			Pression limite pl* (MPa)			EM/pl*
						0.1	1	10	100	1000	0.1	1	10	0.1	1	10	
14.30	0.00																
		R R		TAR 100	0												
					1												
					2												
					3												
					4												
					5												
					6												
					7												
					8												
5.80	8.50				9												
					10												
					11												
					12												
					13												
					14												
					15												
					16												
					17												
					18												
					19												
					20												

NEANT

5cm d'enrobé sur remblai: sable argileux à graviers et débris de tuiles

EXGTE 2.30

Observations :

Refus tarière à 8.50 m.

Sondage : S2

Inclinaison/Verticale :

Date : 16/02/2016

Site : MARSEILLE

X :

Echelle : 1/100

Y :

Z : 14.5 NGF

Page : 1/1

Affaire : 16/00373/MARSE

Cote	Prof.	Coupe Indicative	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)	Pression de fluage pf* (MPa)	Pression limite pl* (MPa)	EM/pl*
14.50	0.00					0.1 1 10 100 1000	0.1 1 10	0.1 1 10	
		R R R R R R R R R R R R R R R R R R		TAR 100	0				
		5cm d'enrobé sur remblai: sable argileux à graviers et débris de tuiles	NEANT		1				
					2				
					3				
					4				
10.30	4.20				5				
					6				
					7				
					8				
					9				
					10				
					11				
					12				
					13				
					14				
					15				
					16				
					17				
					18				
					19				
					20				

EXGTE 2.30

Observations :

Refus tarière à 4.20 m

Sondage : S3

Inclinaison/Verticale :

Date : 16/02/2016

Site : MARSEILLE

X :

Echelle : 1/100

Y :

Z : 14.5 NGF

Page : 1/1

Affaire : 16/00373/MARSE

Cote	Prof.	Coupe Indicative	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)					Pression de fluage pf* (MPa)			Pression limite pl* (MPa)			EM/pl*	
14.50	0.00					0.1	1	10	100	1000	0.1	1	10	0.1	1	10		
		R R R R R R R R R R 5cm d'enrobé sur remblai: sable argileux à graviers et débris de tuiles	NEANT	TAR 100	0													
					1													
					2													
					3													
10.20	4.30				4													
					5													
					6													
					7													
					8													
					9													
					10													
					11													
					12													
					13													
					14													
					15													
					16													
					17													
					18													
					19													
					20													

EXGTE 2.30

Observations :

Refus de la tarière à 4.30 m

Sondage : S4

Inclinaison/Verticale :

Date : 16/02/2016

Site : MARSEILLE

X :

Echelle : 1/100

Y :

Z : 14.5 NGF

Page : 1/1

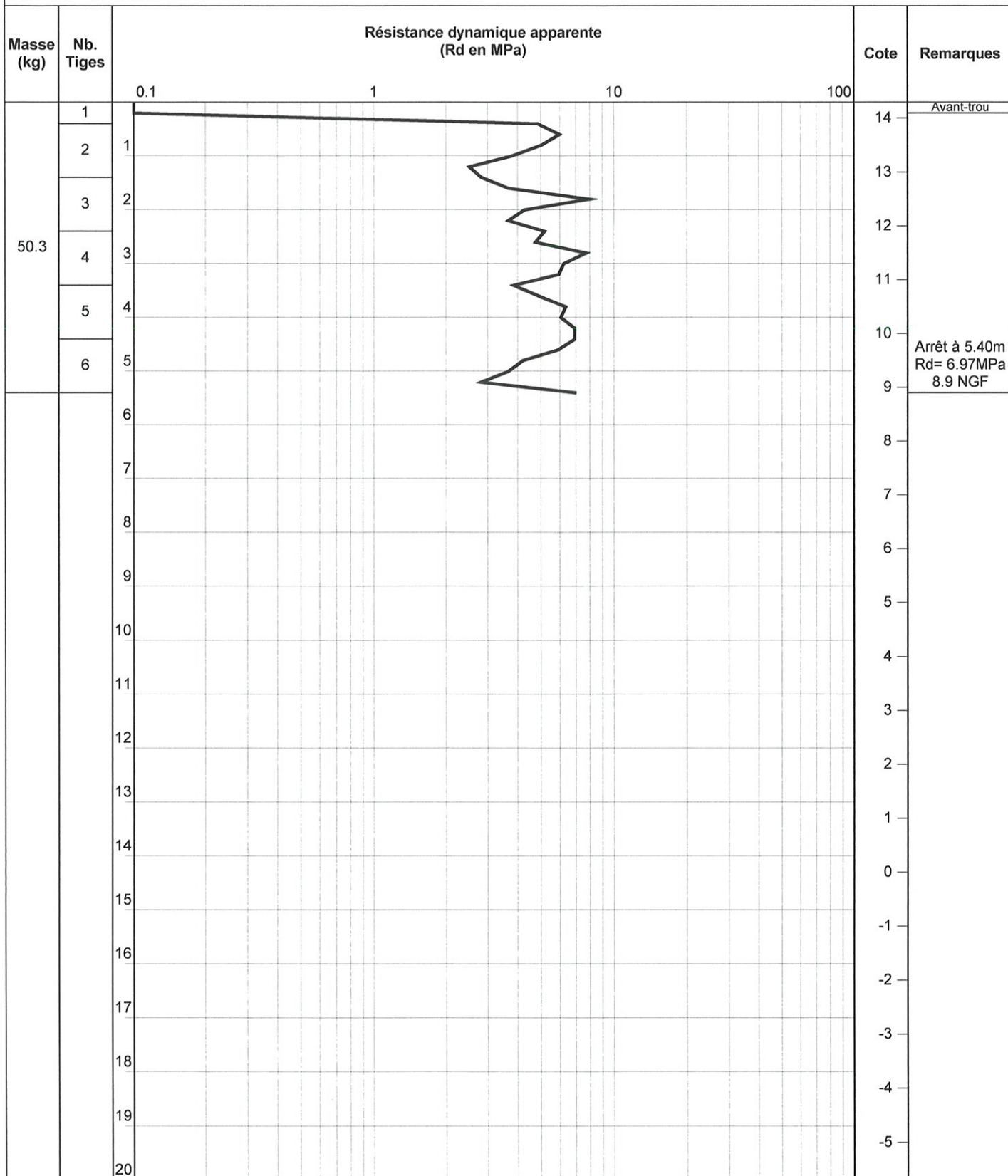
Affaire : 16/00373/MARSE

Cote	Prof.	Coupe Indicative	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)	Pression de fluage pf* (MPa)	Pression limite pl* (MPa)	EM/pl*
14.45	0.05					0.1 1 10 100 1000	0.1 1 10	0.1 1 10	
		R R R R R R R R R R 5cm d'enrobé sur remblai: sable argileux à graviers et débris de tuiles	NEANT	TAR 100	0				
					1				
					2				
					3				
					4				
10.20	4.30				5				
					6				
					7				
					8				
					9				
					10				
					11				
					12				
					13				
					14				
					15				
					16				
					17				
					18				
					19				
					20				

EXGTE 2.30

Observations :

Refus tarière à 4.30 m



EXGTE 2.30

Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

Masse mouton : 30 kg

Hauteur de chute : 20 cm

Section de la pointe : 9.62 cm²

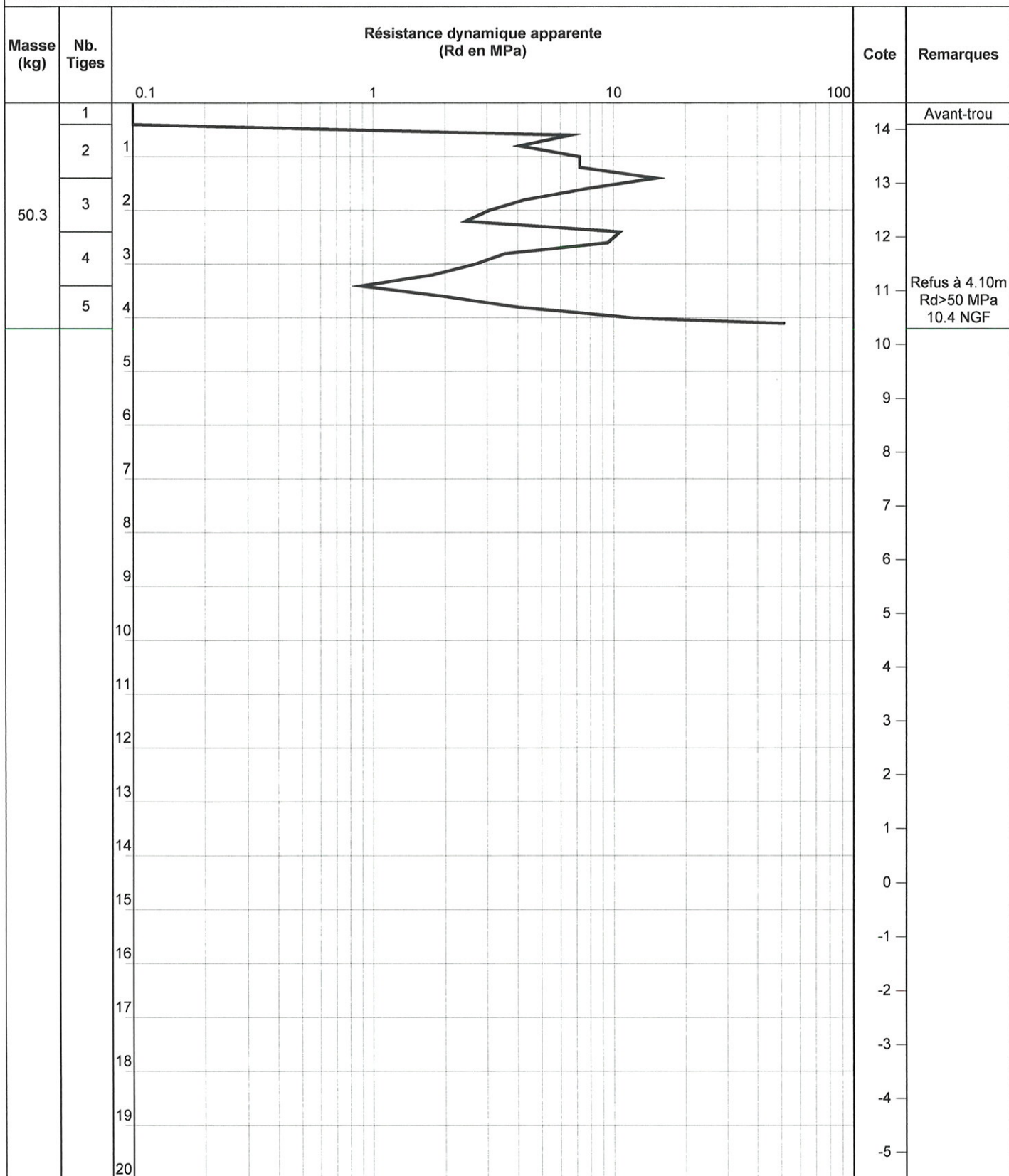
Observations :

Masse enclume : 27.17 kg

Masse de la pointe : 0.34 kg

Masse d'une tige : 2.46 kg

Modèle _PENDYN2



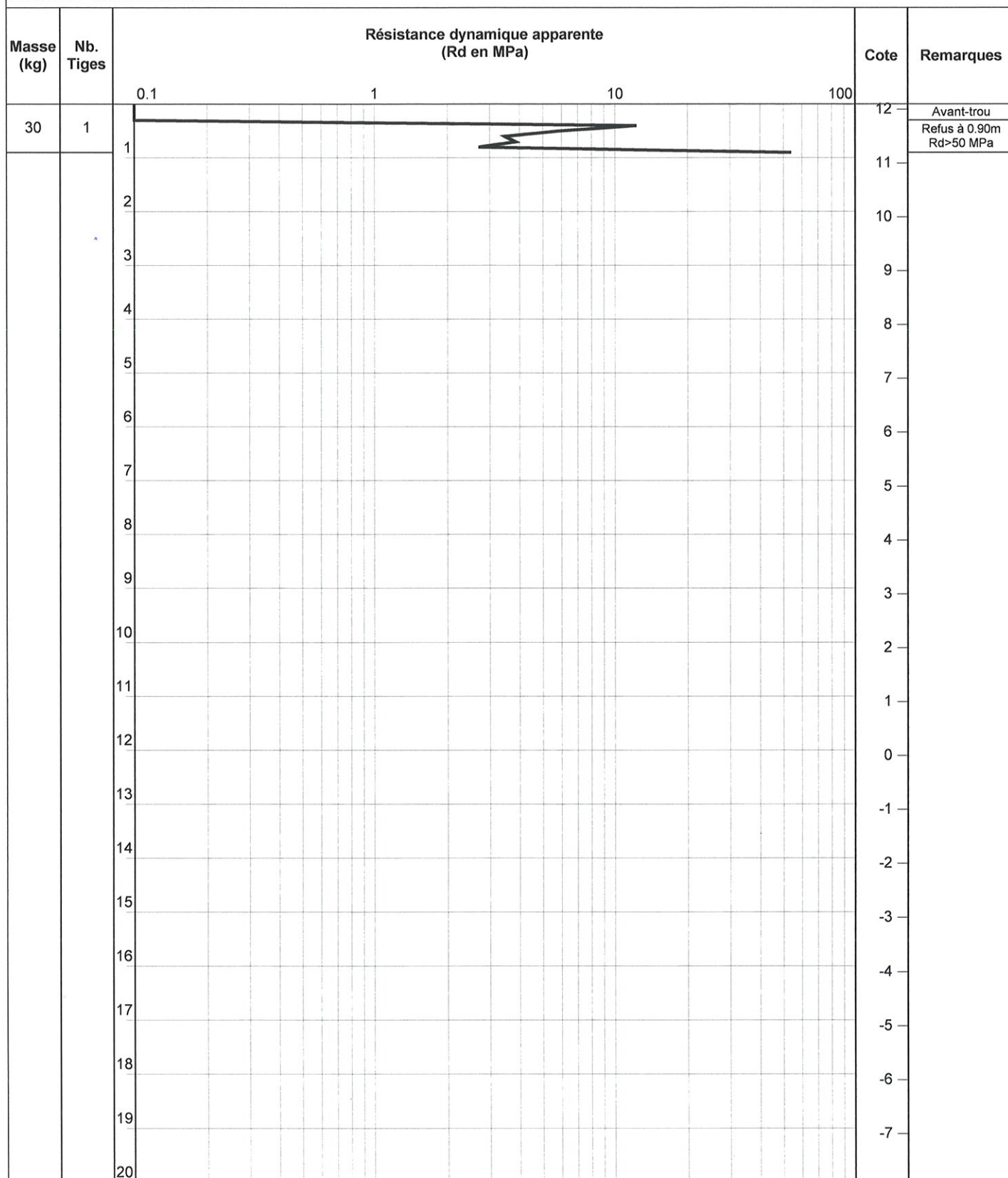
EXGTE 2.30

Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

Masse mouton : 30 kg
Hauteur de chute : 20 cm
Section de la pointe : 9.62 cm²
Observations :

Masse enclume : 27.17 kg
Masse de la pointe : 0.34 kg
Masse d'une tige : 2.46 kg

Modèle _PENDYN2



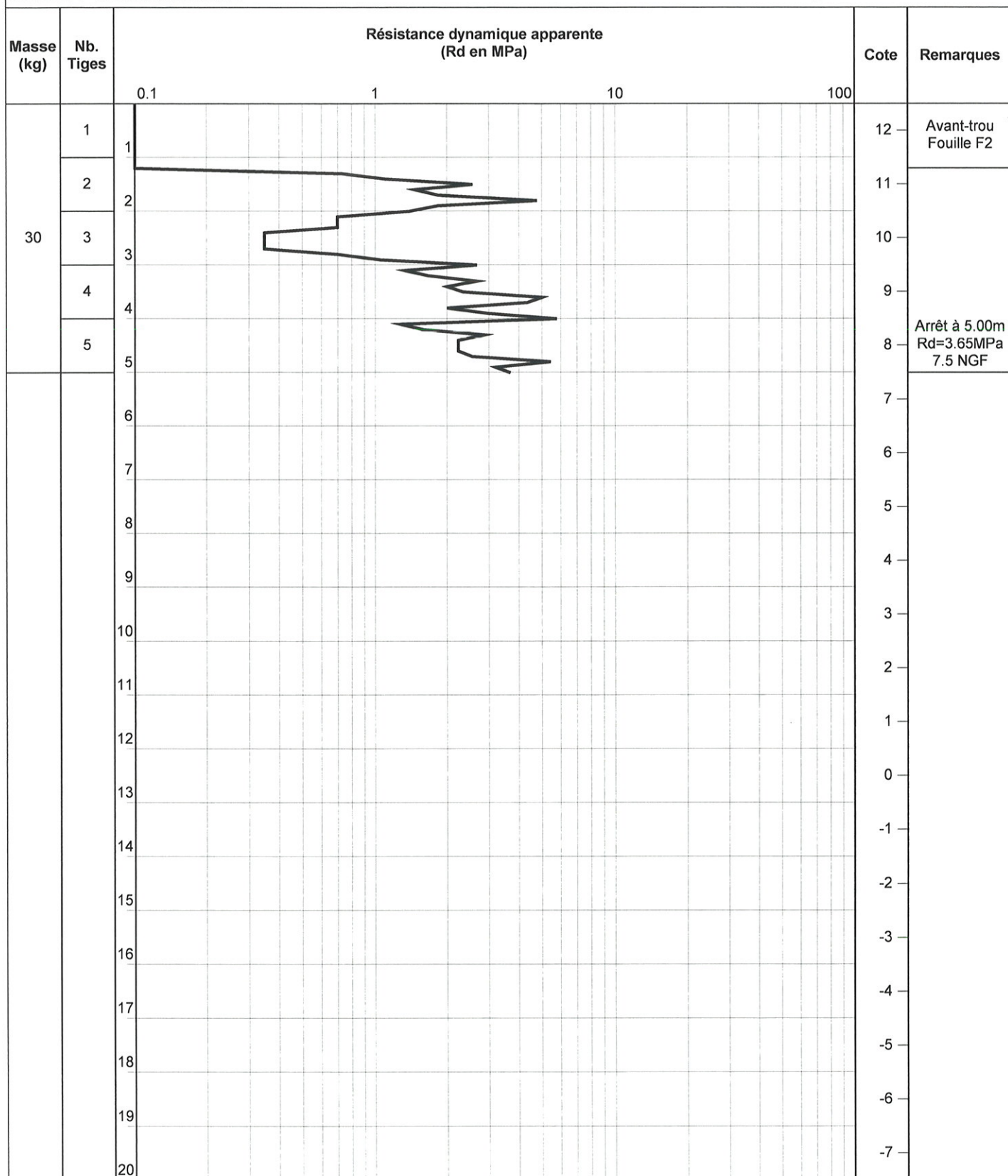
EXGTE 2.30

Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDB

Masse mouton : 30 kg
 Hauteur de chute : 20 cm
 Section de la pointe : 9.62 cm²
 Observations :

Masse enclume : 15.17 kg
 Masse de la pointe : 0.34 kg
 Masse d'une tige : 2.46 kg

Modèle _PENDYN2



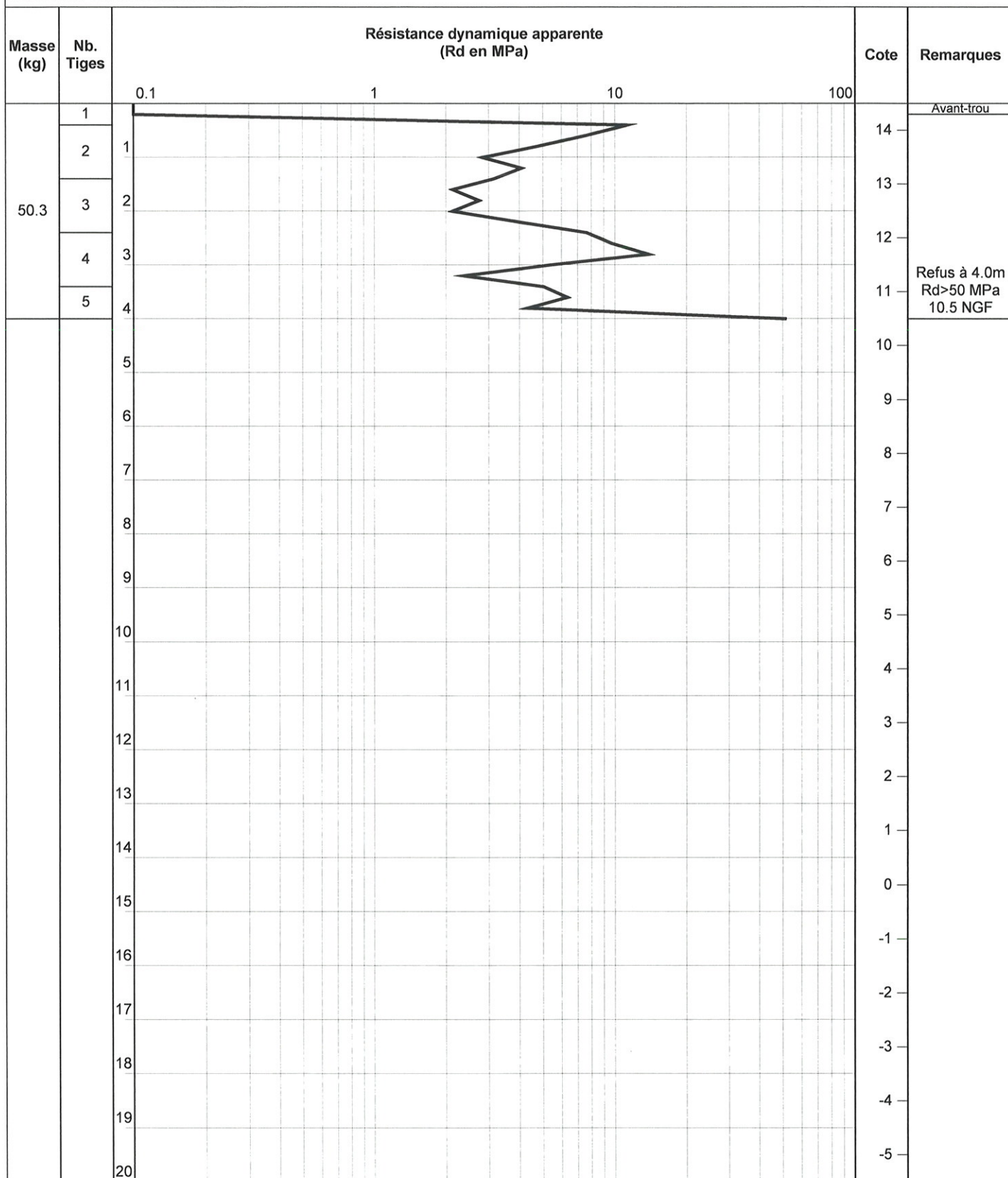
EXGTE 2.30

Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

Masse mouton : 30 kg
Hauteur de chute : 20 cm
Section de la pointe : 9.62 cm²
Observations :

Masse enclume : 15.17 kg
Masse de la pointe : 0.34 kg
Masse d'une tige : 2.46 kg

Modèle _PENDYN2



EXGTE 2.30

Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDB

Masse mouton : 30 kg
Hauteur de chute : 20 cm
Section de la pointe : 9.62 cm²
Observations :

Masse enclume : 27.17 kg
Masse de la pointe : 0.34 kg
Masse d'une tige : 2.46 kg

Modèle _PENDYN2

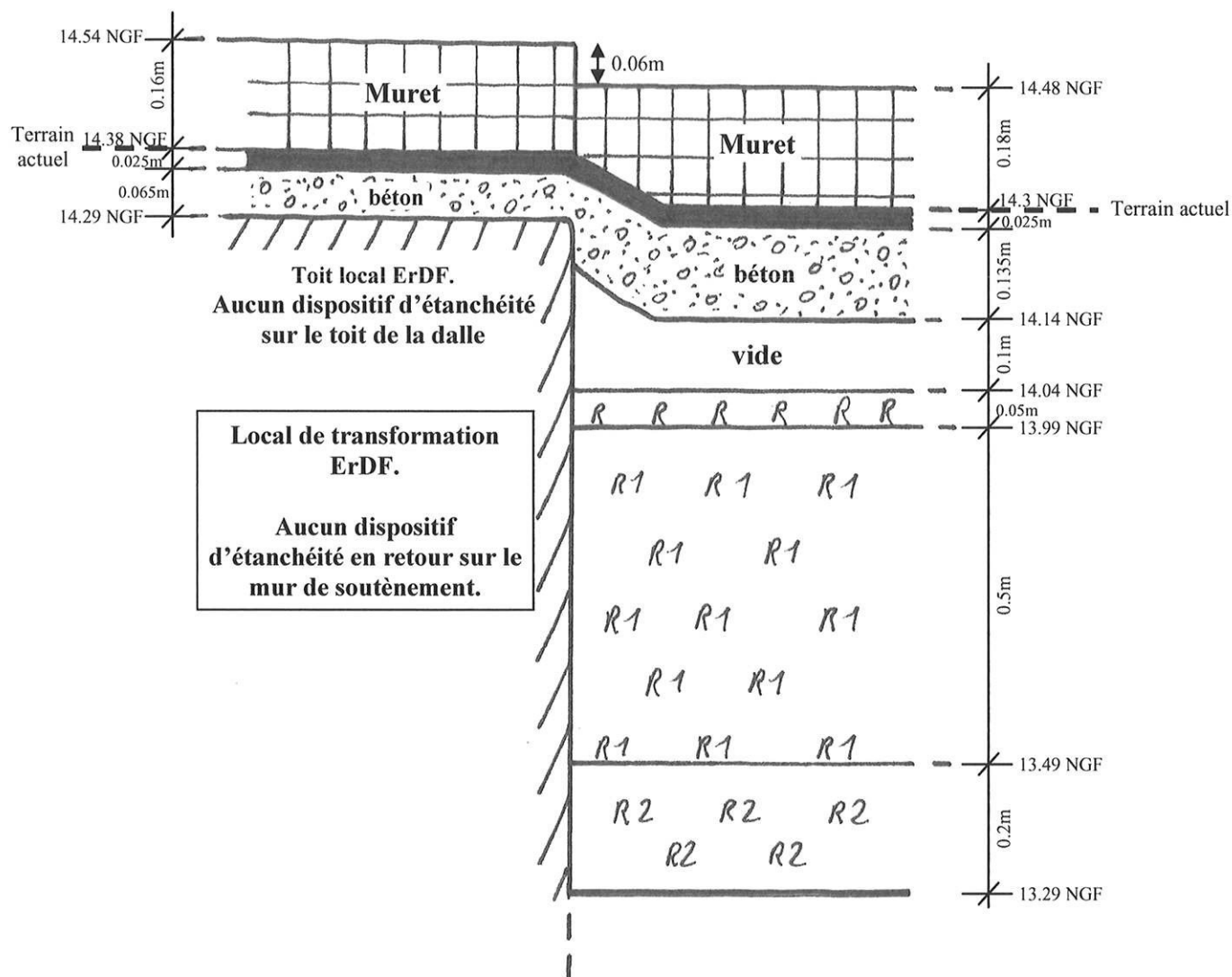
GEOTEC 16/00373/MARSE

MARSEILLE

Monument aux héros

Reconnaissance de fondation F1

Echelle : 1/10^{ème}



Arrêt de la fouille à 1.01m / Terrain actuel, soit à la cote 13.29 NGF.

Pas d'arrivée d'eau.

Remblai très humide à partir de 0.31m / Terrain actuel, soit à la cote 13.99 NGF.



Dalle rouge



Remblai: limon sableux noir à débris divers (verre, plastique, cailloux...)

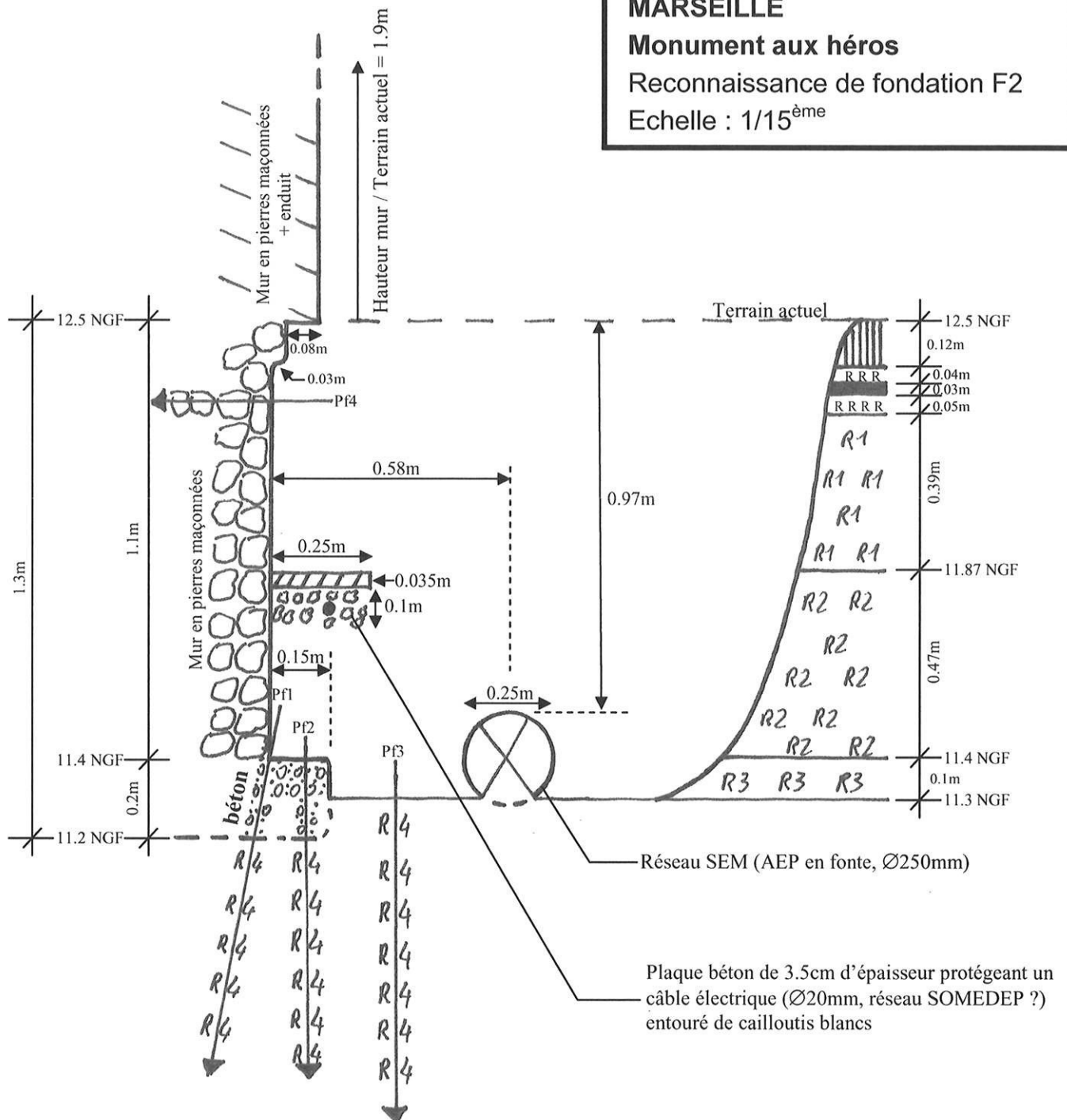


Remblai: sable beige à cailloutis, très humide à mouillé



Remblai: sable argileux beige à cailloutis, très humide à mouillé

Echelle : 1/15^{ème}



Arrêt de la fouille à 1.2m / Terrain actuel, soit à la cote 11.3 NGF.

Pas d'arrivée d'eau.

Remblai très humide à partir de 0.63m / Terrain actuel, soit à la cote 11.87 NGF.

Pf1 à Pf4: forages au perforateur

- Pf1 incliné dans le mur: 0.2m de béton puis 0.6m de remblai
- Pf2 vertical dans la fondation en béton: 0.2m de béton puis 0.6m de remblai
- Pf3 vertical entre la fondation et le réseau SEM: 0.8m de remblai
- Pf4 horizontal dans le mur à 0.2m / Terrain actuel, soit à la cote 12.3 NGF : 0.5m de pierres puis remblai



Enrobé rouge



Remblai: sable argileux gris à graviers
et débris de tuiles



Enrobé noir



Remblai: sable argileux gris à graviers, quelques petits blocs calcaires et débris divers (tuiles, carrelage...)



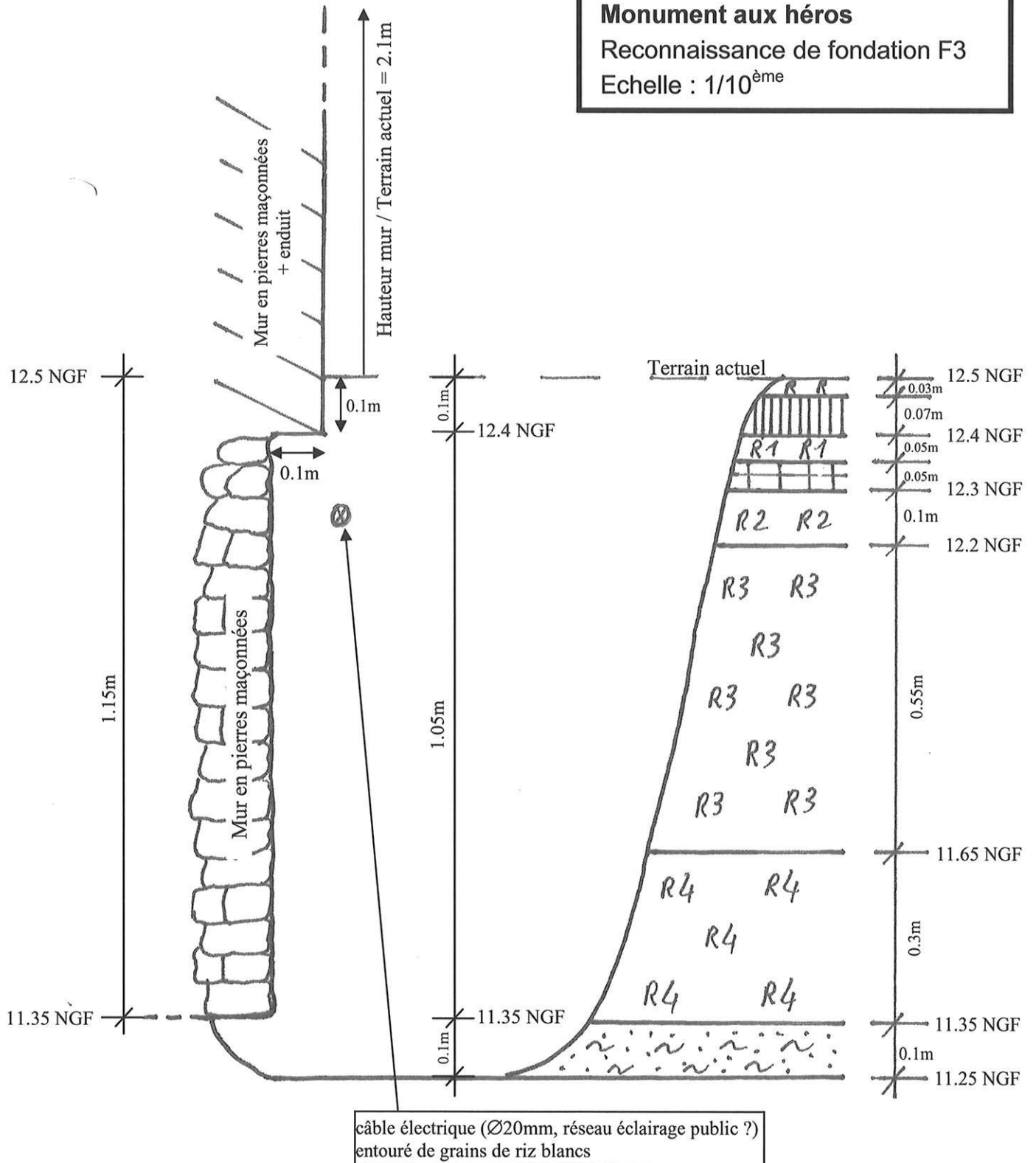
Remblai: sable fin gris argileux très humide à débris divers



Remblai: sable argileux marron-gris
à cailloutis



Remblai: sable marron-gris-noir à débris de tuiles



Arrêt de la fouille à 1,25m / Terrain actuel, soit à la cote 11,25 NGF.

Pas d'arrivée d'eau.

R R Remblai: sable gris à graviers

Enrobé rouge

R1 Remblai: graves

Béton

R2 Remblai: grains de riz blancs

R3 Remblai: sable argileux gris-marron-beige à cailloutis, petits blocs et nombreux débris de tuiles rouges

R4 Remblai: sable argileux gris-noir à débris de tuiles rouges

Marne sableuse marron plus ou moins indurée

N° essai	Déflexion maximale corrigée (1/100 mm)	Déflexion rémanente (1/100 mm)	Déflexion élastique (1/100 mm)	Etat de surface
D1	17	0	17	Fissures multiples
D2	9	6	3	Fissures multiples
D3	29	0	29	Fissures multiples
D4	20	0	20	Fissures multiples
D5	68	0	68	Fissures multiples
D6	17	0	17	Fissures multiples
D7	9	0	9	Fissures multiples
D8	14	6	9	Fissures multiples
D9	23	0	23	Fissures multiples
D10	29	0	29	Fissures multiples
D11	60	0	60	Fissures multiples
D12	49	0	49	Fissures multiples
D13	37	11	26	Fissures multiples
D14	40	0	40	Fissures multiples
D15	34	0	34	Fissures multiples

Moyenne déflexion maximale corrigée (1/100 mm)	Ecart-type déflexion maximale corrigée (1/100 mm)
30	18
Déflexion Caractéristique	
66	

Reconnaissance de sol au pénétromètre dynamique à énergie variable

Document : Y:\AFFAIRES\DOSSIERS\2016\16.00373.MARSE.01 MARSEILLE MONUMENTS AUX HEROS G2 PRO (VDM)

Site : MARSE MONUMENT

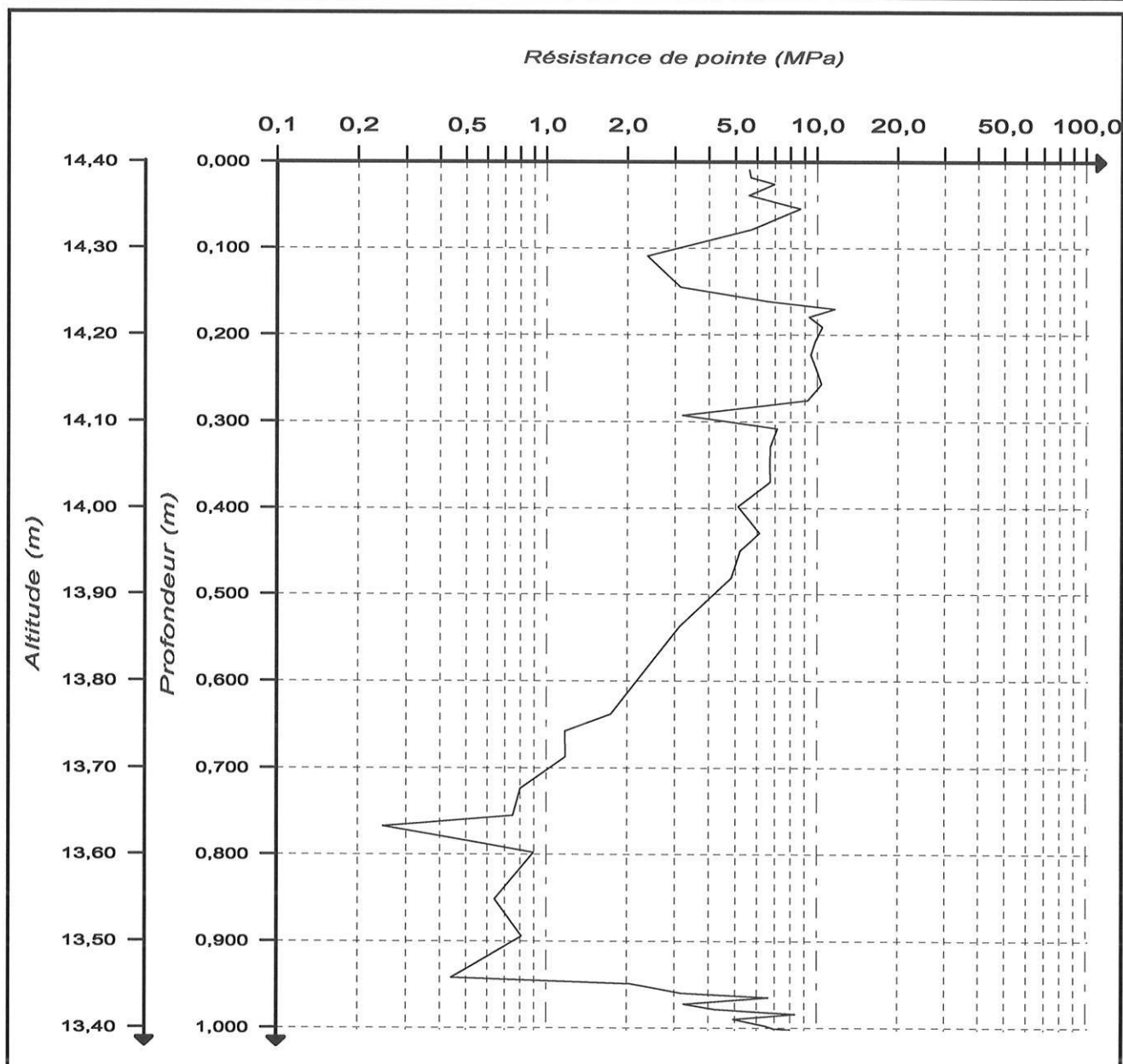
Sondage : P10

Cote : 14,40 m	Prof. pré-forage : 0,000 m	Section : 0,0004 m ²	Prof. nappe : Indéterminée
----------------	----------------------------	---------------------------------	----------------------------

Masse : Marteau Panda 2	Cond. d'arrêt : Temporaire	Date : 26/04/2017	Heure : 09:07:00
-------------------------	----------------------------	-------------------	------------------

Opérateur : REMI PARDON	Organisme : GEOTEC
-------------------------	--------------------

Commentaires :



Reconnaissance de sol au pénétromètre dynamique à énergie variable

Document : Y:\AFFAIRES\DOSSIERS\2016\16.00373.MARSE.01 MARSEILLE MONUMENTS AUX HEROS G2 PRO (VDM)

Site : MARSE MONUMENT

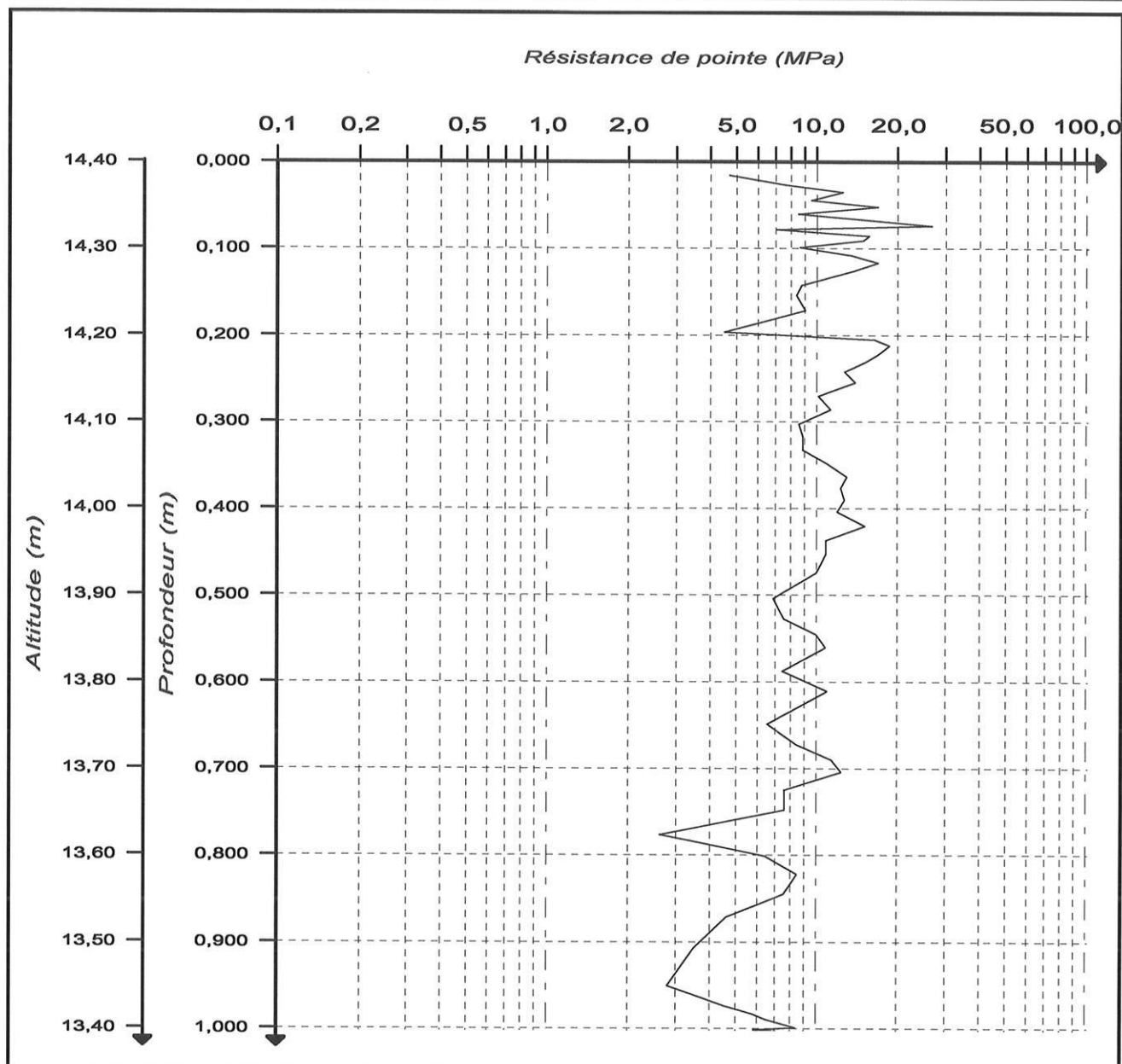
Sondage : P11

Cote : 14,40 m	Prof. pré-forage : 0,000 m	Section : 0,0004 m ²	Prof. nappe : Indéterminée
----------------	----------------------------	---------------------------------	----------------------------

Masse : Marteau Panda 2	Cond. d'arrêt : Temporaire	Date : 26/04/2017	Heure : 09:18:00
-------------------------	----------------------------	-------------------	------------------

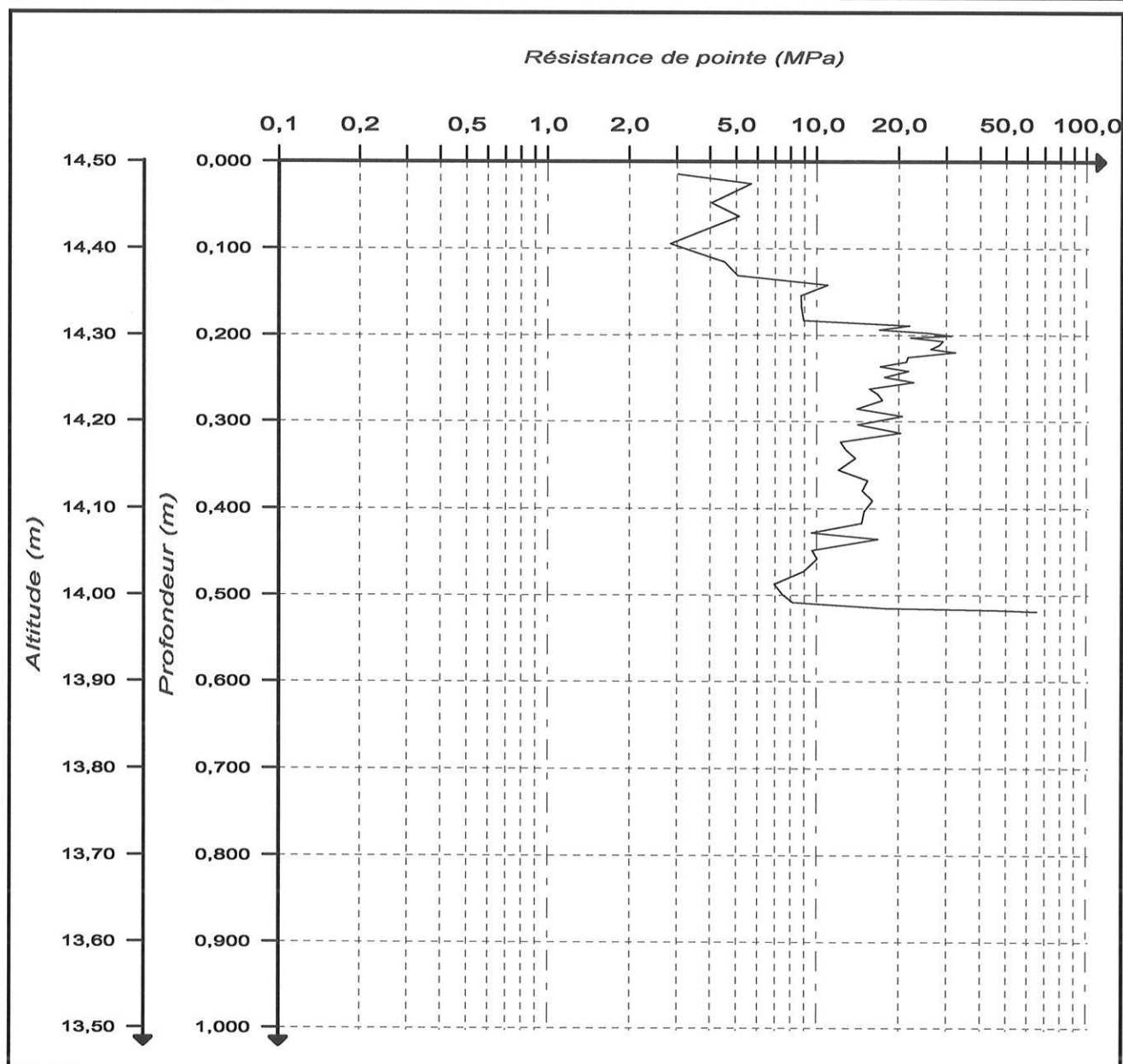
Opérateur : REMI PARDON	Organisme : GEOTEC
-------------------------	--------------------

Commentaires :



Reconnaissance de sol au pénétromètre dynamique à énergie variable

Document : Y:\AFFAIRES\DOSSIERS\2016\16.00373.MARSE.01 MARSEILLE MONUMENTS AUX HEROS G2 PRO (VDM)			
Site : MARSE MONUMENT			
Sondage : P12			
Cote : 14,50 m	Prof. pré-forage : 0,000 m	Section : 0,0004 m ²	Prof. nappe : Indéterminée
Masse : Marteau Panda 2	Cond. d'arrêt : Temporaire	Date : 26/04/2017	Heure : 09:27:00
Opérateur : REMI PARDON		Organisme : GEOTEC	
Commentaires :			



Reconnaissance de sol au pénétromètre dynamique à énergie variable

Document : Y:\AFFAIRES\DOSSIERS\2016\16.00373.MARSE.01 MARSEILLE MONUMENTS AUX HEROS G2 PRO (VDM)

Site : MARSE MONUMENT

Sondage : P13

Cote : 14,40 m

Prof. pré-forage : 0,000 m

Section : 0,0004 m²

Prof. nappe : Indéterminée

Masse : Marteau Panda 2

Cond. d'arrêt : Temporaire

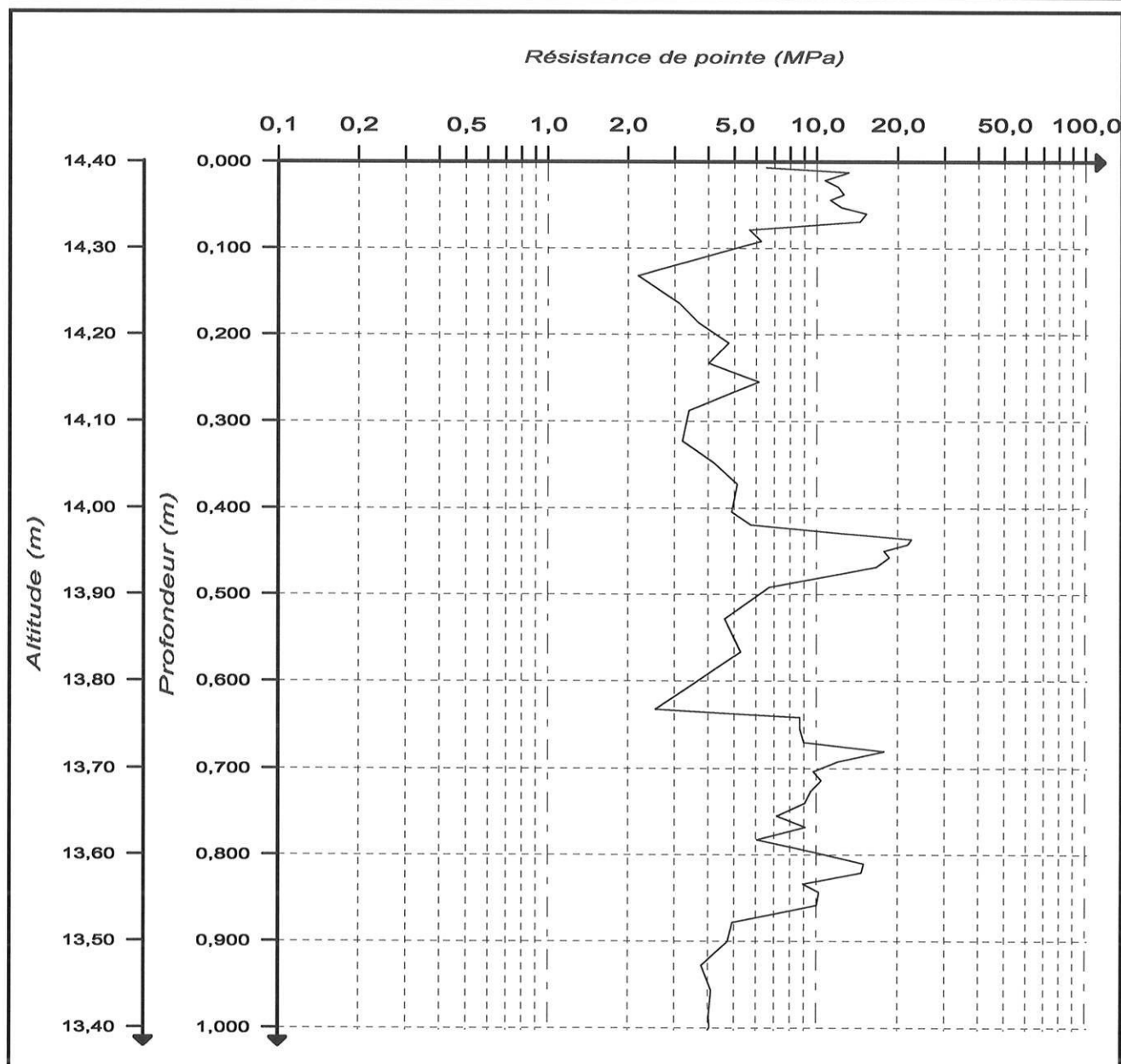
Date : 26/04/2017

Heure : 09:43:00

Opérateur : REMI PARDON

Organisme : GEOTEC

Commentaires :



Reconnaissance de sol au pénétromètre dynamique à énergie variable

Document : Y:\AFFAIRES\DOSSIERS\2016\16.00373.MARSE.01 MARSEILLE MONUMENTS AUX HEROS G2 PRO (VDM)

Site : MARSE MONUMENT

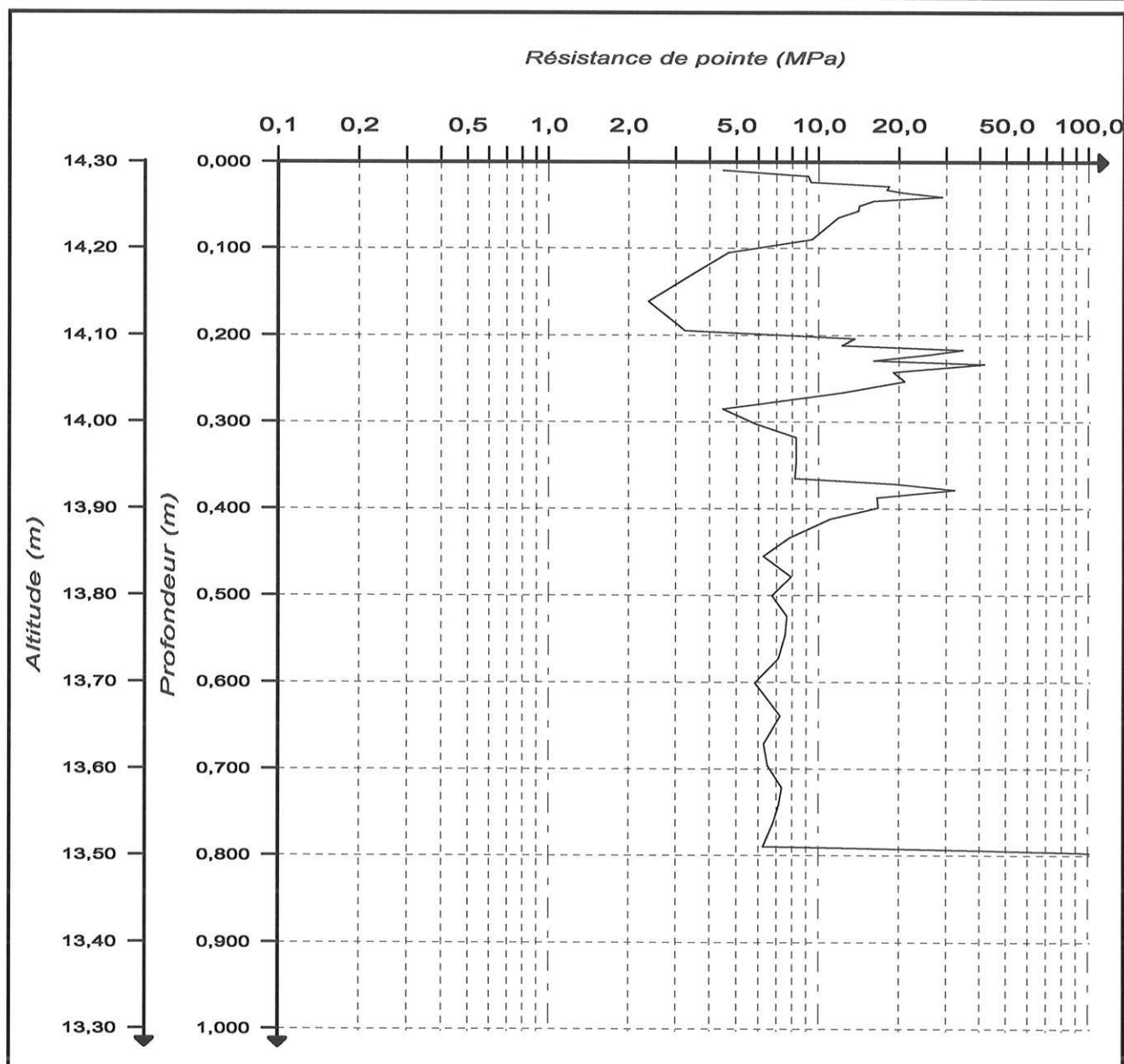
Sondage : P14

Cote : 14,30 m Prof. pré-forage : 0,000 m Section : 0,0004 m² Prof. nappe : Indéterminée

Masse : Marteau Panda 2 Cond. d'arrêt : Temporaire Date : 26/04/2017 Heure : 09:49:00

Opérateur : REMI PARDON Organisme : GEOTEC

Commentaires :



Reconnaissance de sol au pénétromètre dynamique à énergie variable

Document : Y:\AFFAIRES\DOSSIERS\2016\16.00373.MARSE.01 MARSEILLE MONUMENTS AUX HEROS G2 PRO (VDM)

Site : MARSE MONUMENT

Sondage : P15

Cote : 14,40 m

Prof. pré-forage : 0,000 m

Section : 0,0004 m²

Prof. nappe : Indéterminée

Masse : Marteau Panda 2

Cond. d'arrêt : Temporaire

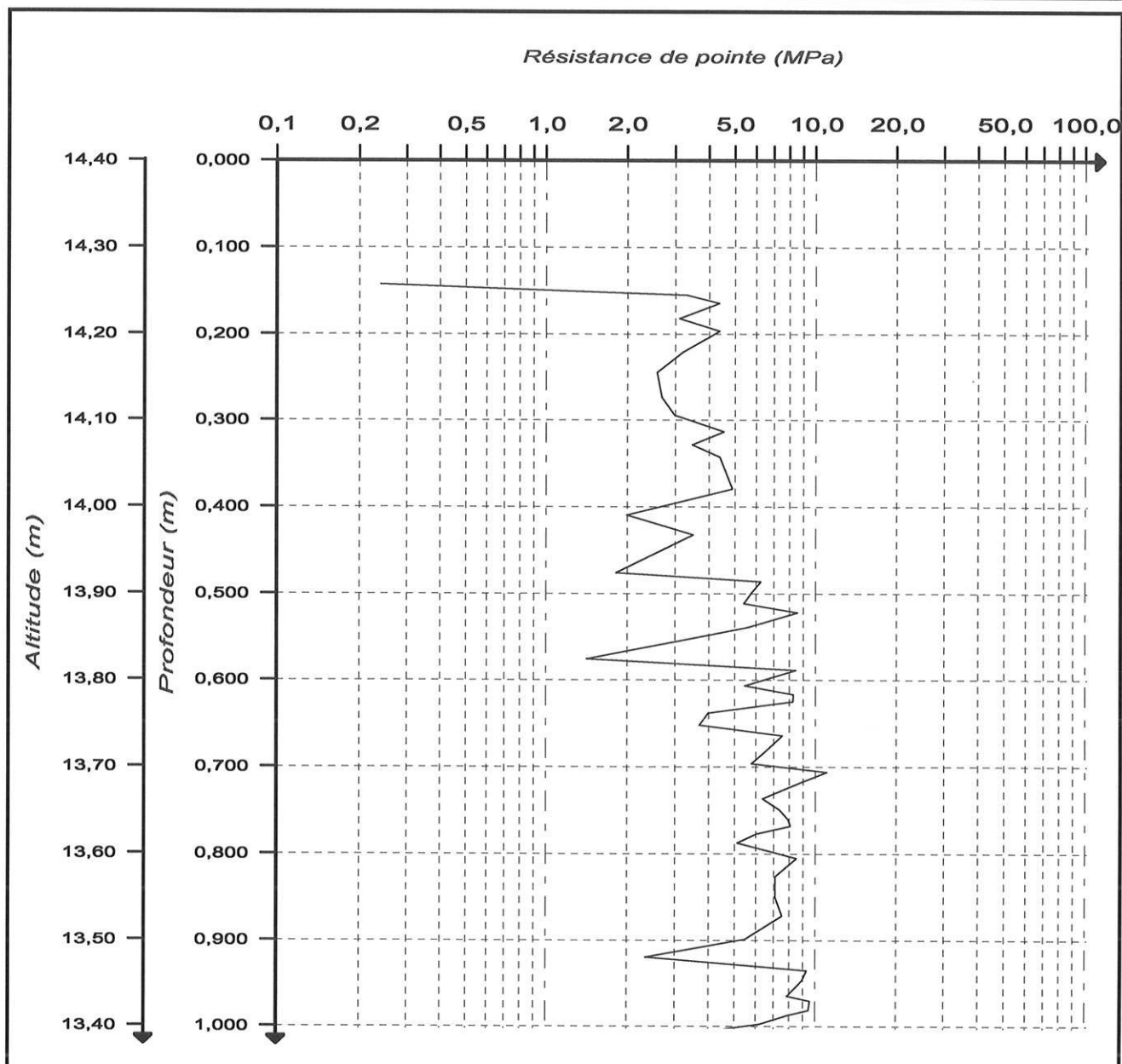
Date : 26/04/2017

Heure : 10:06:00

Opérateur : REMI PARDON

Organisme : GEOTEC

Commentaires :



Reconnaissance de sol au pénétromètre dynamique à énergie variable

Document : Y:\AFFAIRES\DOSSIERS\2016\16.00373.MARSE.01 MARSEILLE MONUMENTS AUX HEROS G2 PRO (VDM)

Site : MARSE MONUMENT

Sondage : P16

Cote : 14,40 m	Prof. pré-forage : 0,000 m	Section : 0,0004 m ²	Prof. nappe : Indéterminée
----------------	----------------------------	---------------------------------	----------------------------

Masse : Marteau Panda 2	Cond. d'arrêt : Temporaire	Date : 26/04/2017	Heure : 10:13:00
-------------------------	----------------------------	-------------------	------------------

Opérateur : REMI PARDON	Organisme : GEOTEC
-------------------------	--------------------

Commentaires :

