

Agence PACA

1/83

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

agence.paca@geotec.fr

Annexe 9



ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION Phase Avant-Projet - G2AVP

Parking dépôt St Pierre

Réf. GEOTEC 2020/02057/MARSE – Indice A

MARSEILLE 5^e (13)

Boulevard Jean Aicard

30 Septembre 2020

ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION

Phase Avant-Projet - G2AVP

Parking Dépôt St Pierre

Réf. GEOTEC 2020/02057/MARSE – Indice A

MARSEILLE 5^e (13)

Référence : 2020/02057/MARSE				Mission G2AVP / NPHE		
Indice	Date	Modifications Observations	Nbre pages	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par
			Texte + Annexes			
0	15/07/2020	Première émission	30 + 35	A. JACQUIN	G. FLORIS	F. KEIFLIN
A	30/09/2020	Deuxième émission – ajout étude hydrogéologique	42 + 41	A JACQUIN B JAROUSSEAU	G. FLORIS C HEUZE	F. KEIFLIN A WELLER
B						
C						

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

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 DES RECONNAISSANCES.....	9
II.3.	IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES.....	9
III.	CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE.....	10
III.1.	NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS.....	10
III.2.	RESULTATS DES SONDAGES CAROTTES POUR RECONNAISSANCE DES FONDATIONS	11
III.3.	RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES	12
III.4.	HYDROGEOLOGIE	13
III.4.1.	Contexte général	13
III.4.2.	Observations in situ.....	14
III.5.	CONTEXTE HYDROLOGIQUE	15
III.6.	POLLUTION.....	15
III.7.	PREMIERE APPROCHE DU MODELE GEOTECHNIQUE.....	16
IV.	NIVEAUX D'EAU CARACTERISTIQUES.....	17
IV.1.	PRINCIPES	17
IV.2.	DONNEES CLIMATIQUES	17
IV.3.	RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES ET DOCUMENTAIRES	19
IV.3.1.	Données de la BSS (BRGM)	19
IV.3.2.	Données ADES	20
IV.4.	ENQUETE DE VOISINAGE	21
IV.5.	SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE	23
V.	TERRASSEMENTS	25
V.1.	CONSTRAINTES DU SITE - PREAMBULE	25
V.2.	PREDIMENSIONNEMENT DU SOUTÈNEMENT : PAROIS DE PIEUX SECANTS	25
V.2.1.	Exemple de pré-dimensionnement – paroi de pieux sécants.....	26
V.2.2.	Etude à mener dans la mission G2PRO	29
V.3.	EXTRACTION	29
V.4.	SUJETIONS D'EXECUTION	29
V.5.	MISE HORS D'EAU	30
V.5.1.	Phase provisoire	30
V.5.2.	Phase définitive.....	30
VI.	ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES.....	32
VI.1.	RADIER DU PARKING	32
VI.1.1.	Principe de Fondation – niveaux d'assise	32

VI.1.2.	Contrainte limites de calcul.....	32
VI.1.3.	Tassements.....	32
VI.1.4.	Conception en phase projet.....	32
VI.1.5.	Dispositions constructives.....	32
VI.1.6.	Sujétions d'exécution.....	33
VI.1.7.	Contrôles	33
VI.1.8.	Précaution vis-à-vis des terrains marneux en fond de fouille	33
VI.2.	SEMELLES FICTIVES SOUS LES POTEAUX.....	34
VI.2.1.	Principe de fondation	34
VI.2.2.	Contrainte limite de calcul	34
VI.2.3.	Tassement	34
VI.2.4.	Sujétions d'exécution.....	35
VI.3.	VARIANTE ENVISAGEABLE	36
VII.	RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET	37
	Conditions générales	39
	Conditions générales (SUITE).....	40
	Classification des missions d'ingénierie géotechnique	41
	Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique	42
	ANNEXES	43

I. CADRE DE L'INTERVENTION

I.1. INTERVENANTS

A la demande et pour le compte **de la RTM**, GEOTEC a réalisé la présente étude au niveau du parking du dépôt Saint Pierre, sis Boulevard Jean Aicard à MARSEILLE 5e.

Cette étude entre dans le cadre de l'accord cadre établi entre GEOTEC et la RTM.

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 alt.</i>
Dossier de faisabilité du parking St Pierre bus	RTM	-	17/02/2020	-	-
Plan SS1, RDC et R+1	RTM	RTM_FAI_P LA_TZ	Mars 2020	DWG	Non
Plan topographique	RTM	8864-1	25/09/2010	1/200	Oui (m NGF)
Plan de positionnement des sondages	RTM	-	Fev 2020	-	-

Le projet prévoit la construction d'un parking de type R+1 sur un niveau de sous-sol d'une emprise d'environ 9500m².

Nous n'avons pas d'information précise quant à la cote des niveaux finis des étages. Selon les plans et coupes transmises, nous supposons :

- Un niveau fini du RDC se situant vers la cote 40.50 NGF, sensiblement au niveau du TA en partie Nord-Ouest (zone d'entrée du parking),
- Un niveau fini du SS1 se situant vers -3,70 m / RDC (selon la coupe), soit vers la cote 36.80 NGF.

Des déblais d'environ 3,50 à 5,50 m/TA sont à prévoir.

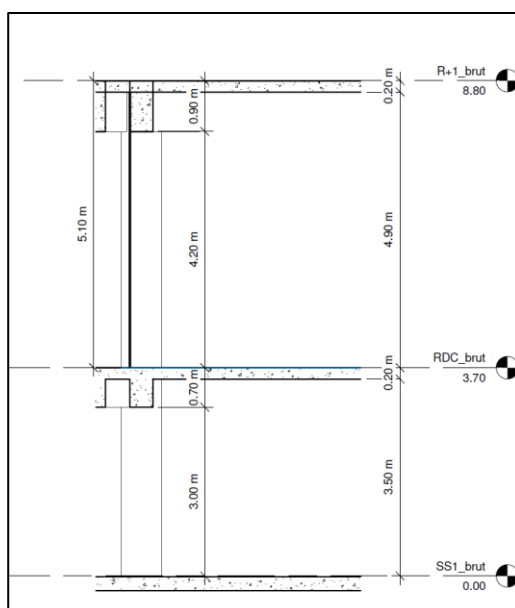


Figure 1 : Coupe A du projet

En l'absence d'informations, nous supposerons que les descentes de charges à l'ELS seront limitées à :

- 300 à 1 200 kN/poteau (≈ 30 à 120 t / poteau),
- 200 à 350 kN/ml pour les murs porteurs (≈ 20 à 35 t/ml),
- 5 à 10 kN / m² pour les dallages ($\approx 0,50$ à 1 t/m²)

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

I.3. MISSIONS

Conformément à son offre 20/02057/MARSE du 2 mars 2020, GEOTEC a reçu pour mission de réaliser l'étude géotechnique G2AVP concernant le projet de construction du parking. Cette mission intègre également une étude hydrogéologique visant à déterminer, si possible, les niveaux d'eau caractéristiques au droit du site pouvant impacter les niveaux enterrés envisagés.

Dans le cadre de ses études, GEOTEC a également été missionné pour :

- La réalisation d'un diagnostic pollution objet du rapport 2020/02057/MARSE/01.

Le présent rapport constitue le compte rendu de la mission géotechnique G2AVP. Cette étude repose sur des investigations géotechniques réalisées par GEOTEC selon les termes de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013, relative aux missions géotechniques.

Il est rappelé que la phase avant-projet de la mission d'étude géotechnique de conception G2 doit être complétée par les phases projet G2PRO et G2DCE/ACT puis par des missions G3 (étude et suivi de conception réalisée par le géotechnicien de l'entreprise) et G4 (géotechnique d'exécution) afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours ou après réception des ouvrages.

GEOTEC reste à la disposition des intervenants, et notamment de l'équipe de maîtrise d'œuvre, pour l'exécution des missions complémentaires de conception G2 PRO et DCE/ACT et G4, la mission G3 étant réalisée par les entreprises de travaux.

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

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

- PHEC : plus hautes eaux connues ;
- RdC : rez de chaussée ;
- TA : terrain actuel ;
- EB : Eaux basses ;
- EH : Eaux hautes ;
- EE : Eaux exceptionnelles ;
- EC : Eaux de chantier ;
- SS : Sous-sol.

*

* *

II. CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

II.1. LE SITE

Le terrain objet de l'étude est situé au Boulevard Jean Aicard (13005) dans le 5ème arrondissement de Marseille (13).

L'emprise au sol du projet est d'environ 9 500 m², et correspond à une partie des parcelles cadastrales n°59 et 60 de la section OD. La zone d'étude est située dans un secteur principalement urbain et qui est actuellement occupé par le parking de bus SAINT PIERRE.

De nombreux mitoyens sont présents aux abords du site d'étude : bâtiments, voiries, ligne de tramway, etc.



Figure 2 : Plans de localisation du site d'étude

Selon le plan topographique transmis lors de la consultation, le terrain d'étude présente une légère pente vers le Sud. Son point haut se situe à la cote 42 NGF au Nord. Son point bas se situe vers la cote 40,10 m NGF au Sud.



Figure 3 : Photos du site – Source : Geotec 20/04/2020

Selon la recherche documentaire réalisée, la première photographie aérienne disponible (1923) semble mettre en évidence une occupation du site par des bâtiments (hangar ?) avec des lignes de tramway. Au vu de leur configuration, il peut s'agir de dépôt de bus, de tramway ou de métro.

La photographie aérienne de 1969 met en évidence un changement de configuration du site. Un rond-point semble être présent au sud du site.



Figure 4 : Photos aériennes de 1923 et 1969

En 1984, un nouveau réaménagement du site a été opéré par l'apparition d'un bâtiment en partie Sud du site. Entre 2003 et 2008, les bâtiments ont été démolis, et le site est occupé par un parking.



Figure 5 : Photos aériennes de 1984 et 2008

Entre 2008 et 2020, la configuration du site entre semble être identique à celle observée lors de la visite de site.

II.2. CONTENU DES RECONNAISSANCES

La campagne de reconnaissance réalisée par GEOTEC en Mars et Mai 2020 dans le cadre de la mission G2AVP a consisté en l'exécution de :

- **4 sondages pressiométriques (SP1 à SP4)** de 10 à 15m de profondeur ont été réalisés en diamètre 66mm en rotation (forage à l'eau). Ces sondages ont permis la réalisation d'essais pressiométriques et de mesurer les caractéristiques mécaniques des terrains.
- **6 sondages carottés (SC1 à SC6)** de 3 à 5 m de profondeur ont été réalisés au carottier battu 114LS jusqu'au refus puis au carottier rotatif 116 (SC4). Ces sondages ont permis de visualiser la nature des terrains et de prélever des échantillons pour analyse en laboratoire.
- **1 piézomètre** de 10ml de diamètre 52/60 mm a été installé dans le sondage SC5 qui a été poursuivi en destructif. Il est équipé d'une bouche à clef ras le sol. Cet ouvrage fait l'objet d'un suivi mensuel sur 1 an (jusqu'en mai 2021), réalisé par GEOTEC.
- **7 essais au pénétromètre dynamique (P1 à P7)** ont été réalisés. Ils ont obtenu le refus entre 1,40 à 6,20 m / TA et ont permis de mesurer en continue les résistances mécaniques des terrains.
- **Des analyses de laboratoire** ont été réalisées sur des échantillons intacts prélevés en SC1 entre 0,30 et 0,80 m / TA et en SC6 entre 2,50 et 4,00 m / TA. Elles ont consisté en :
 - 2 analyses GTR.

II.3. IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES

La position des sondages et essais figure sur les schémas d'implantation en annexe.

L'implantation a été réalisée au mieux des conditions d'accès, en fonction de l'occupation du site le jour des sondages et au mieux de la précision des plans remis pour la campagne de reconnaissance.

L'altimétrie des points de sondage a été estimée par interpolation des indications du plan de topographique transmis. Seul l'ouvrage piézométrique a été nivelé.

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

*

* *

III. CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE

D'après la carte géologique du secteur et notre connaissance du site, nous devons nous attendre à rencontrer des conglomérats, grès, marnes et argiles du Stampien. Compte tenu de l'environnement construit du site, on s'attendra à rencontrer des remblais sur des épaisseurs variables.



Figure 6 : Extrait de la carte géologique de MARSEILLE au 1/50000ème

III.1. NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS

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

- **De l'enrobé puis des remblais argilo-graveleux, sablo-graveleux pouvant contenir des débris anthropiques (brique, béton...).** Ils sont identifiés sur l'ensemble des sondages jusque vers 0,80 à 1,60 m / TA (cote 40.80 à 38.60 NGF).

Les caractéristiques mécaniques des remblais sont hétérogènes avec :

$$2,00 \leq R_d \leq 9,00 \text{ MPa}$$

L'analyse GTR réalisée les remblais prélevés en SC1 entre 0,30 et 0,80 m a permis d'assimiler ces terrains à un sol de classe B5.

- **Une argile plus ou moins sableuse beige jaunâtre** identifiée au droit de tous les sondages, jusqu'à la profondeur d'arrêt des sondages carottés (3 à 5 m / TA), jusque vers 3,40 à 5,30 m / TA (37,45 à 35,55 NGF) au droit des sondages pressiométriques et pénétrométriques.

Leurs caractéristiques mécaniques sont hétérogènes, faibles à moyennes, avec :

$$2,67 \leq E_M \leq 13,10 \text{ MPa}$$

$$0,45 \leq p_l^* \leq 2,56 \text{ MPa}$$

$$2,00 \leq R_d \leq 8,00 \text{ MPa}$$

L'analyse GTR réalisée sur des sols prélevés sur des matériaux prélevés en SC6 entre 2,80 et 3,05 a permis de classer ces terrains en B5 / A1. Ces sols changent brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau.

- **Une marne gris clair** rencontrée au droit des sondages pressiométriques et au droit des sondages P1, P3 et P7 uniquement, à partir de 3,50 à 5,30 m / TA et jusqu'à leur profondeur d'arrêt (10 à 15m/TA) ou de refus 4,80 à 6,20 m / TA.

Ses caractéristiques mécaniques sont excellentes avec :

$$\begin{aligned} 47,60 &\leq E_M \leq 62,90 \text{ MPa} \\ p_l^* &> 4,80 \text{ MPa} \\ 10,00 \text{ à } 20,00 &\leq R_d > 100,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Ces formations, mis à part les remblais (de nature anthropique), peuvent être associées à la formation du Stampien identifiée sur la carte géologique au 1/50000ème.

III.2. RESULTATS DES SONDAGES CAROTTES POUR RECONNAISSANCE DES FONDATIONS

Compte tenu de l'occupation du site, la réalisation de sondages à la pelle mécanique pour reconnaissance des fondations était impossible.

Les sondages carottés courts avaient pour but d'identifier la présence d'anciennes fondations et/ou de soubassement de l'ancien bâtiment existant au droit du site. Les coupes des sondages sont présentées en annexe et une synthèse est exposée ci-dessous.

Rappelons que les sondages ont été implanté au mieux des existants et de l'occupation du site et en fonction des réseaux.

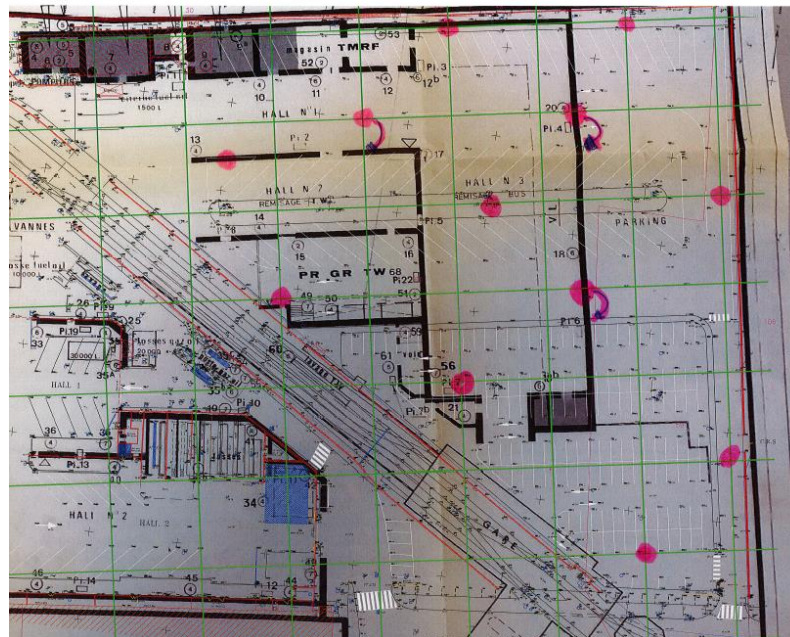


Figure 7 : Extrait du plan de soubassement prévisible de l'ancien bâti

Le sondage SC2 a mis en évidence la présence de cailloux et blocs de béton blanchâtre entre 0,76 et 1,10 m / TA.

Le sondage SC4 a mis en évidence la présence de béton entre 1,50 et 1,60 m / TA.

Les autres sondages n'ont pas mis en évidence de béton.

III.3. RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

Selon le décret n° 2010-1255 du 22/10/2010 portant sur la nouvelle délimitation des zones sismiques, la commune de MARSEILLE est inscrite en zone de sismicité 2 (faible).

Les risques suivants ont été recensés sur la commune de Marseille :

- Feu de forêt,
- Inondation,
- Inondation par submersion marine,
- Mouvement de terrain – Affaissement et effondrements liés aux cavités souterraines (hors mines),
- Mouvement de terrain – Eboulement, chutes de pierres et de blocs,
- Mouvement de terrain – Glissement de terrain,
- Mouvements de terrain – Recul du trait de côte et de falaises,
- Mouvement de terrain – Tassements différentiels,
- Mouvement de terrain miniers,
- Risque industriel,
- Transport de marchandises dangereuses.

La commune de Marseille a fait l'objet de 42 arrêtés de catastrophe naturelle, dont 5 relatifs à des éboulements, glissements et affaissements de terrain, 24 liés à des inondations et coulées de boues, 1 relatif à des mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse, 11 relatifs à des mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols et 1 pour une tempête.

Le site est placé en zone **d'aléa fort** vis-à-vis des phénomènes de retrait gonflement des formations argileuses. Rappelons que cette carte ne reste que purement indicative.

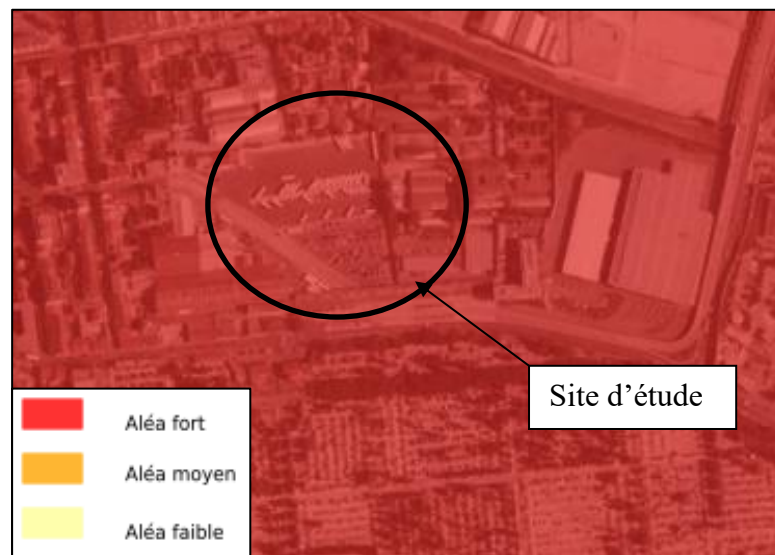


Figure 8 : Extrait de la carte de zonage de l'aléa retrait/gonflement des argiles

La zone d'étude est référencée comme potentiellement sujette aux inondations de caves, selon une fiabilité faible d'après le site infoterre.brgm.fr.

D'autre part, la zone d'étude **est située en dehors des secteurs répertoriés comme inondables pour la rivière de l'Huveaune** (PPRI approuvé par arrêté préfectoral du 24 février 2017).

Au niveau du PLU, le secteur d'étude est inscrit en zone UEb2 et n'est concerné par aucune prescriptions particulières liées aux zones inondables.

En fonction de l'historique précis de la zone d'étude, les épaisseurs, extensions et natures des remblais peuvent être différentes de ceux identifiés en sondages, ce qui ne peut être caractérisé. Les remblais peuvent contenir des vestiges de matériaux de construction (*réseaux, dalles béton, soubassement en béton...*) et/ou des obstacles de grandes dimensions.

Rappelons qu'un bâtiment occupait anciennement la quasi-totalité du site. Nous n'avons pas d'informations précises sur sa démolition. Selon les informations obtenues auprès du client il pourrait subsister des soubassements en béton.

La profondeur du toit des formations marneuses compactes peut varier latéralement. Il sera toujours possible de rencontrer des sur-profondeurs ou des remontées du toit de cette formation.

III.4. HYDROGÉOLOGIE

III.4.1. Contexte général

Au droit du secteur d'étude, selon la carte géologique de MARSEILLE au 1/50 000^{ème} et les données fournies par le SDAGE, l'aire d'étude est concernée par la masse d'eau « Formations oligocènes de la région de Marseille », de code FRDG215.

« La masse d'eau souterraine est composée principalement de l'Oligocène supérieur. Ce sont des formations détritiques très variées, accumulées sur de très grandes puissances (environ 1000 m) dans le bassin de Marseille. Les éléments, très variés et hétérométriques, sont constitués de calcaires lacustres, conglomérats, grès, poudingues, marnes et argiles. Cet aquifère renferme plusieurs petites nappes dont la localisation coïncide avec celle des bancs conglomératiques ou des niveaux gréseux sous forme lenticulaire. Les marnes et argiles oligocènes en revanche sont pratiquement imperméables. Cette alternance de niveaux perméables et imperméables fait que la nappe se trouve parfois captive lorsque le toit est un niveau imperméable. Au droit de ces formations oligocènes du bassin de Marseille, l'aquifère renferme plusieurs petites nappes avec des écoulements globalement dirigés du nord-est vers le sud-ouest. En raison de l'hétérogénéité de l'aquifère, la ressource est limitée. »

Selon les informations issues du référentiel des masses d'eaux souterraines de 2016, la nappe s'écoulerait globalement du Nord-Est vers le Sud-Ouest à l'échelle de la masse d'eau. Le sens de circulation local n'est pas connu. Du fait de la présence de nombreux niveaux imperméables, la vulnérabilité des eaux souterraines face aux éventuelles pollutions de surface est faible à localement moyenne (hors des zones de couverture). La vitesse de circulation maximale est estimée à 12.5 m/j dans les passées les plus perméables du bassin de Marseille. La perméabilité de ces formations est très variable du fait de leur hétérogénéité et est comprise entre 10^{-4} à 10^{-8} m/s.

Seule la pose d'un réseau de 3 ouvrages piézométriques, au minimum, permettrait de déterminer la profondeur du niveau piézométrique et le sens d'écoulement des eaux souterraines au droit de la zone d'étude.

D'après l'ARS PACA, la zone d'étude ne se situe à proximité d'aucun périmètre de protection de captage AEP.

En se basant sur la carte hydrogéologique du département des Bouches du Rhône (voir carte ci-dessous), l'hydrogéologie au droit de la zone d'étude est caractérisée par des « *Nappes locales discontinues, niveaux perméables le plus souvent calcaires intercalés au sein des formations essentiellement marneuses. Points d'eau et sources en général de faible débits* ».

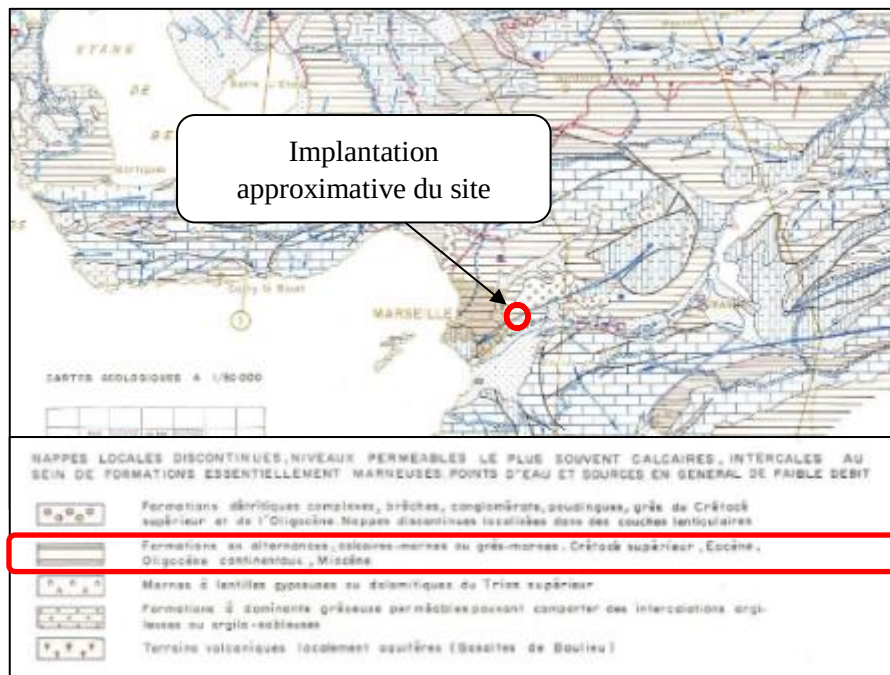


Figure 9 : Extrait de la carte hydrogéologique du département du Bouches Des Rhône au 1/200000ème

Aussi au droit du site d'étude, il est possible de rencontrer des circulations d'eaux souterraines hétérogènes au sein des passées les plus perméables (passages plus sableux) des formations hétérogènes du Stampien, constituées de calcaires, conglomérats, grès, poudingues, marnes et argiles. Ces formations sont par nature peu perméables et ne recèlent pas un véritable aquifère. On suppose que ces circulations d'eau s'écoulent globalement suivant la topographie locale (orientée vers le Sud).

Des circulations d'eau peuvent également apparaître au sein des remblais.

III.4.2. Observations in situ

Lors de notre campagne de reconnaissance géotechnique du mois de Mars à Mai 2020, la méthodologie de foration employée avec injection d'eau n'a pas permis de définir le niveau d'eau stabilisé.

Lors de nos campagnes de reconnaissance environnementale du 20 au 21 Avril 2020, des venues d'eau en sondages ont été observées au droit des sondages ST1, ST5, ST6, ST8, ST9 et ST10 à une profondeur comprise entre 4,40 et 5 m/TA.

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.

Le sondage SC5 a été équipé d'un piézomètre de diamètre 52/60mm de 10m de longueur, et crépiné de 1 à 10 m/TA. Un suivi du niveau d'eau est actuellement en cours afin de connaître ses fluctuations (suivi piézométrique mensuel manuel sur 1 an jusqu'en mai 2021). Les premiers résultats de ce suivi sont présentés dans le tableau ci-dessous, et pourront faire l'objet d'une note complémentaire en fin de suivi.

	SC5+PZ	
Profondeur (m/TA)	9,38	
Crépines	de 1 à 9,38 m/TA	
Formations captées	Formations hétérogènes du Stampien	
Cote NGF du TA	41,42	
Date	NP (m/TA)	NP (m NGF)
22/06/2020	2,19	39,23
22/07/2020	2,54	38,88
19/08/2020	2,80	38,62

Le niveau d'eau au sein de cet ouvrage varie de 2,19 et 2,80 m/TA au cours des 3 premiers relevés mensuels.

Ces relevés correspondent vraisemblablement aux circulations s'établissant au sein de la formation du Stampien.

Précisions que seule la pose d'un réseau de 3 ouvrages piézométriques, au minimum, permettrait de déterminer le sens d'écoulement des eaux souterraines au droit de la zone d'étude.

III.5. CONTEXTE HYDROLOGIQUE

Le réseau hydrographique du secteur est marqué par la présence L'Huveaune, un fleuve côtier situé à environ 1,74 km au Nord du projet. Ce cours d'eau rejoint la mer Méditerranée

Il se situe en milieu très urbanisé et anthropisé avec de nombreux aménagements hydrauliques. Les débits les plus forts sont généralement en automne. Les débits les plus faibles sont à la fin de l'hiver et en été.

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.

III.7. PREMIERE APPROCHE DU MODELE GEOTECHNIQUE

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

Formation	Pression de fluage p_f^*	Pression limite p_l^*	Module pressiométrique E_M	Coefficient rhéologique α	Masse volumique humide γ_h	Cohésion c'	Angle de frottement φ'
	MPa	MPa	MPa		kN/m ³	kPa	°
Remblais	$\approx 0.35^{(1)}$	$\approx 0.60^{(1)}$	$\approx 5^{(1)}$	0.50	18	0	10
Argile sableuse	0.68	1.10	6.70	0.66	18	10 à 15	25 à 30
Marne gris clair	>4.80	>4.80	59.00	0.66	18	25	30 à 35

⁽¹⁾ Aucun essais pressiométriques dans les remblais, les paramètres sont estimés sur la base des pénétromètres dynamiques

*

*

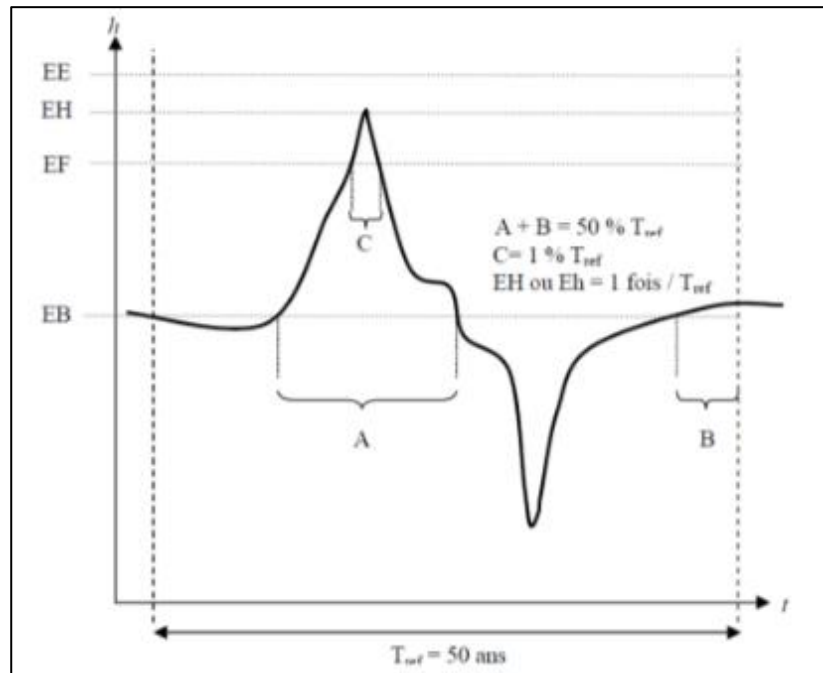
*

IV. NIVEAUX D'EAU CARACTERISTIQUES

IV.1. PRINCIPES

Selon l'Annexe Nationale française de l'Eurocode 0 (NF EN 1990/NA classement P 06-100-1/NA), les différents niveaux d'eau sont définis par les notations et principes suivants :

Figure 10 : Représentation schématique des niveaux EH, EF et EB



IV.2. DONNEES CLIMATIQUES

La station Météo France de référence la plus proche du site d'étude est celle de MARIGNANE (réf. 13054001). Le cumul moyen annuel de précipitations y est de 515,4 mm.

Météo-France fournit par station une fiche climatologique présentant la hauteur des précipitations moyennes mensuelles pour la période de 1981 à 2010. Ci-dessous sont représentées les valeurs des précipitations en mm enregistrées à la station MARIGNANE.

Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Année
48	31.4	30.4	54	41.1	24.5	9.2	31	77.1	67.2	55.7	45.8	515.4

D'après le site *infloclimat.fr*, la pluviométrie enregistrée à la station citée ci-dessus est plus importante durant les mois de Septembre à Novembre. Elle est plus faible en Février/Mars et durant l'été pendant les mois de Juin à Août. Le mois le plus pluvieux étant celui de Septembre avec 77,1 mm.

Au vu de la répartition des épisodes pluvieux, on s'attend à ce que la période de hautes eaux s'établisse entre le mois de Novembre et la fin de l'hiver.

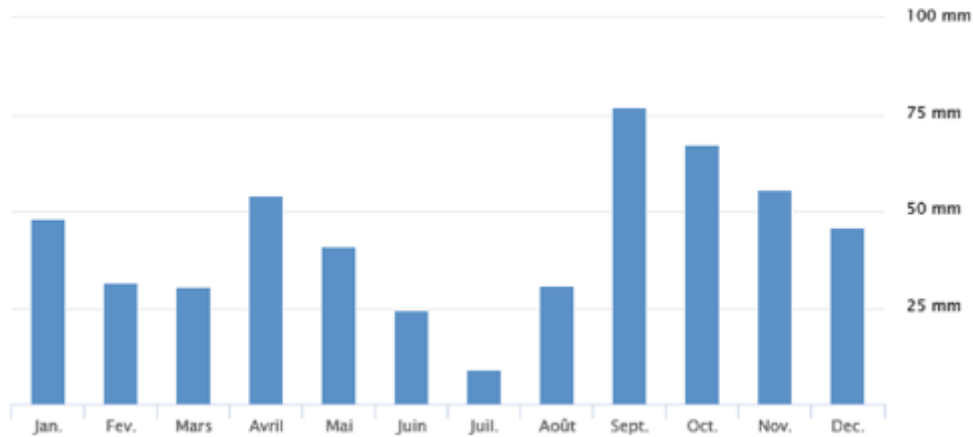


Figure 10 : Graphique des normales mensuelles à la station de MARIGNANE entre 1981 et 2010 – Météo France

Les données climatiques au cours des relevés piézométriques réalisés de Juin à Août 2020 ont également été consultées. Le graphique ci-dessous présente les précipitations relevées à la station météorologique de MARIGNANE sur cette période.

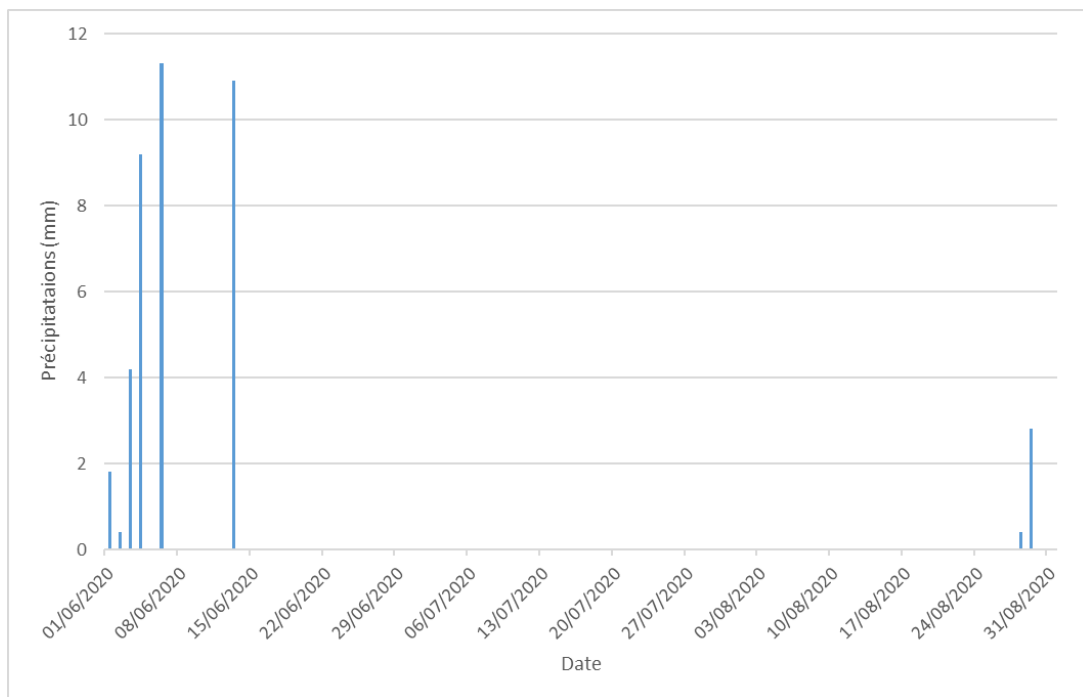


Figure 11 : Graphique des données météorologique des mois de Juin à Août 2020 à la station de Marignane (Source : infoclimat.fr)

On note des précipitations légèrement supérieures aux normales de saison pour le mois de Juin (37,8 mm pour une normale de 24,5 mm), et des précipitations très largement inférieures aux normales pour les mois de Juillet et Août (respectivement 0 mm et 3,2 mm, pour des normales de 9,2 mm et 31 mm).

On estime donc que le suivi piézométrique, à la date d'établissement du présent rapport, a été réalisé dans une période de très faible pluviométrie locale. Le relevé en date du 22/06/2020 a été réalisé suite à un épisode pluvieux.

IV.3. RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES ET DOCUMENTAIRES

IV.3.1. Données de la BSS (BRGM)

La consultation de la Banque de données du Sous-Sol (BSS) a permis de mettre en évidence l'existence d'ouvrages référencés dans le secteur du projet (dans un rayon de 300 à 400 m) et implantés dans le même contexte géologique.

Les résultats de cette recherche sont synthétisés sur le plan et le tableau ci-dessous :

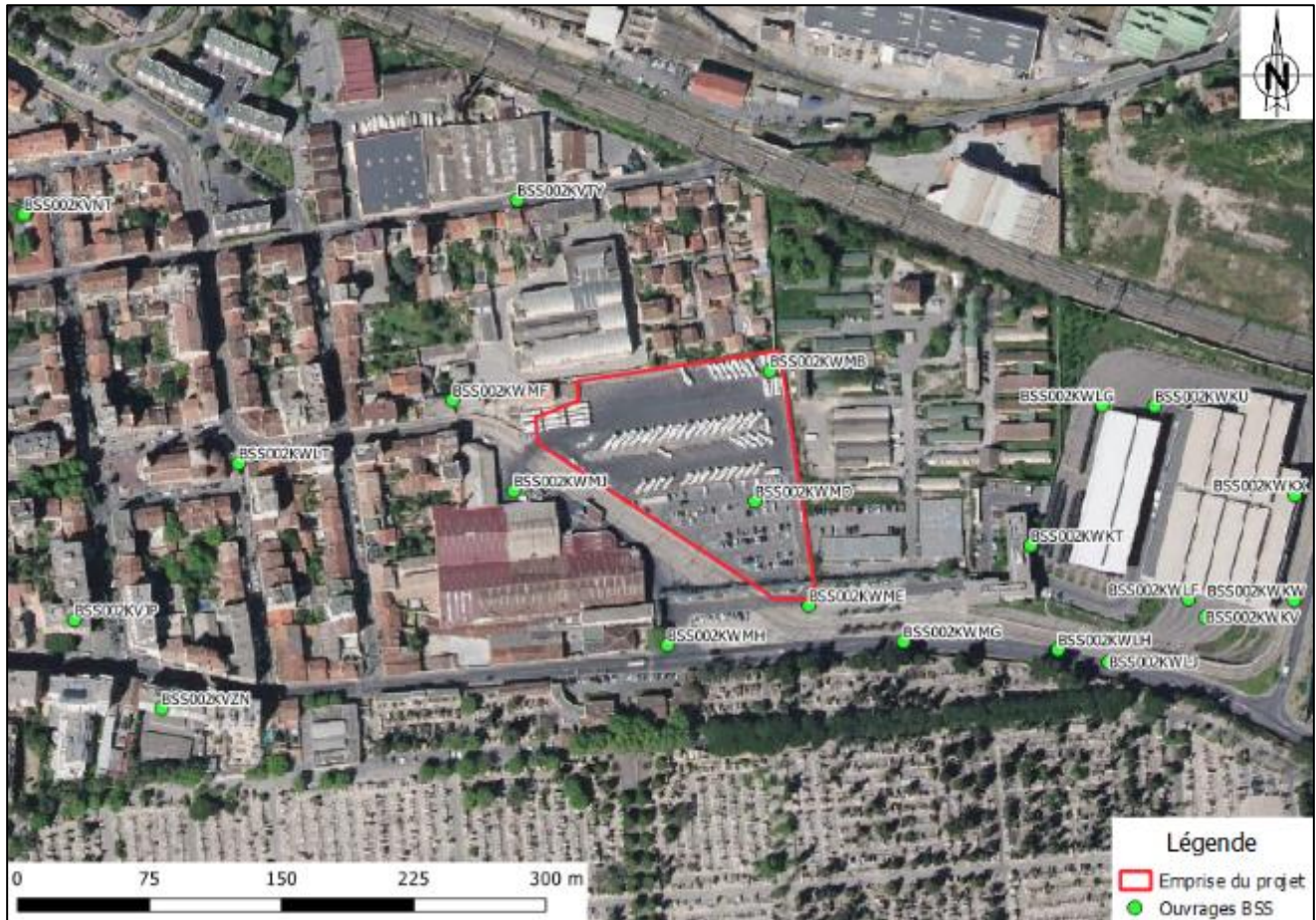


Figure 12 : Les points d'eau recensés dans un rayon maximale de 400 m autour du site (Source : infoterre.brgm.fr)

N° BSS	Profondeur ouvrage (m)	Z SOL (m)	Niveau Piézométrique (m)	Date de mesure	Formations aquifères	Distance par rapport au site (m)
BSS002KWL	6	39,4	2,10	06/11/2003	Stampien	175
BSS002KVJP	10,3	42	3,20	20/11/1973		280
BSS002KWKV	10,5	48,4	inconnu	-		225
BSS002KWLF	12	48,6	inconnu	-		215
BSS002KWMD	14,9	40,63	2,40	22/05/2002		0
BSS002KWLJ	15	44,95	inconnu	-		170
BSS002KWLH	15	43,55	inconnu	-		140
BSS002KWLJ	15	45,9	4,00	18/12/2004		180
BSS002KWKX	15	53,7	8,60	18/12/2004		275
BSS002KWKW	15	53,5	inconnu	-		275
BSS002KWKU	15	46,5	inconnu	-	Stampien	207
BSS002KWKT	15	45,3	inconnu	-		128

BSS002KVZN	15,5	42	inconnu	-		260
BSS002KWMB	15,51	41,49	inconnu	-		0
BSS002KWME	15,73	40,08	inconnu	-		4
BSS002KWMJ	15,8	40,4	1,98	31/05/2002		30
BSS002KWMH	15,88	39,09	inconnu	-		55
BSS002KWMG	15,92	40,44	inconnu	-		60
BSS002KWMF	16	40,08	inconnu	-		50
BSS002KVTY	22	40,14	3,30	24/10/1968		110
BSS002KVNT	60	50	inconnu	-		312

Les coupes lithologiques des ouvrages confirment la géologie du secteur, décrite précédemment.

La consultation des données BSS montre qu'il existe de nombreux ouvrages implantés à proximité du projet et captant des circulations d'eau à faible profondeur. **Ces ouvrages renseignent des niveaux d'eau souterraine compris entre 1,98 et 8,60 m/TA. L'ensemble de ces observations confirme l'existence de circulations d'eau vraisemblablement continues au sein de la frange superficielle du substratum Stampien.**

NOTA :

- 1- Des circulations d'eau souterraines peuvent potentiellement s'établir au sein des remblais superficiels.
- 2- Il est possible toutefois que certains de ces niveaux aient été relevés directement après la fin du forage et ne soient pas représentatifs de niveaux d'eau stabilisés.

IV.3.2. Données ADES

Il n'existe pas d'ouvrages répertoriés dans la base de données ADES à proximité du projet et dans un contexte similaire.

IV.4. ENQUETE DE VOISINAGE

La visite de site s'est déroulée le 19 Aout 2020. Elle a consisté en une visite de site et une collecte d'informations auprès des riverains concernant le fonctionnement hydraulique et hydrogéologique du secteur d'étude.

Si toutefois des propriétaires étaient absents, des questionnaires ont été déposés dans les boîtes aux lettres. Lors de la visite, 5 courriers ont été déposés, à ce jour aucun retour ne nous a été retourné.

Durant cette visite, nous avons pu identifier les points suivants :



Figure 13 : Localisation des observations réalisées lors de l'enquête de voisinage du 19/08/2020

Indice	Source	Observations
1	Parking RTM – Saint-Pierre	SC5+PZ : eau à 2,80 m/TA, soit 38,62 m NGF
2	Accueil parking RTM – Gérant des bâtiments RTM	Pas de niveaux enterrés. Aucun problème d'humidité, ni de remontée de nappe. Stagnation d'eau en cas de fortes précipitations.
3	Particulier	Pas de niveaux enterrés. Pas de problème d'humidité mentionné.

4	Particulier	Présence d'une cave située à environ 2 m/TA. Absence de problèmes d'humidité et de remontée de nappe.
5	Particulier	Présence d'une cave située à environ 2 m/TA. Absence de problèmes d'humidité et de remontée de nappe.
6	Particulier	Riverains vivant ici depuis 30 ans. Présence d'un puits dans son jardin, avec un niveau d'eau, selon le riverain, situé à environ 5-6 m/TA. Selon les informations recueillies, il y a une vingtaine d'années, toutes les maisons possédaient un puits. Aucun problème d'humidité.
7	Particulier	Riverains vivant ici depuis 45 ans. Présence d'un puits aujourd'hui rebouché. Absence de niveaux enterrés. Présence de traces d'humidité sur le mur extérieur de la maison (raison inconnue).

Aucun problème d'inondation ni de remonté de nappe n'a été observé, ni signalé. Des niveaux enterrés à environ 2 m/TA ont été identifiés au sein desquels aucune problématique de remontée de nappe n'a été constaté.

Enfin, d'après les informations recueillies auprès des riverains, les parcelles riveraines du projet, situées dans le même contexte géologique que le site d'étude, disposent ou disposaient d'un puits.

Ces informations recueillies semblent confirmer la présence, au droit de la zone d'étude, de circulations d'eau continues au sein des formations superficielles du Stampien.

IV.5. SYNTHÈSE HYDROGÉOLOGIQUE

Le projet prévoit la construction d'un parking au droit du parking actuel du dépôt Saint-Pierre situé Boulevard Jean Aicard à Marseille 5^{ème}. L'emprise au sol du projet est d'environ 9 500 m². Le parking sera de type R+1 sur un niveau de sous-sol, dont le niveau bas est fixé à 3,70 m/TA. **D'après les plans et coupes transmises, la cote basse du parking sera donc située vers 36,80 m NGF** (en considérant le niveau RdC vers la cote 40,50 m NGF).

D'après les campagnes de reconnaissances réalisées au droit du site, le site repose sur une épaisseur de remblais hétérogènes, puis sur les formations du Stampien constituées au droit du site d'argiles plus ou moins sableuses, puis de marnes grises, identifiées dans tous les sondages jusqu'à leur profondeur maximale d'arrêt à 15 m/TA.

Un piézomètre, nommé SC5+PZ, d'une profondeur de 9,40 m/TA a été installé au droit du site. Les relevés mensuels réalisés au cours des mois de juin, juillet et août 2020, indiquent des niveaux d'eau qui s'établissent au sein des formations du Stampien (reconnues à partir de 40,57 m NGF) **entre 2,80 et 2,19 m/TA soit 38,62 et 39,23 m NGF**. D'après les données bibliographiques collectées, l'écoulement des eaux souterraines au droit du site s'effectue vraisemblablement globalement vers le Sud ou le Sud-Ouest. Rappelons que GEOTEC a été missionné pour réaliser le suivi du niveau de la nappe au sein du piézomètre SC5+PZ pendant une année à raison d'une mesure par mois.

D'après les données répertoriées dans la Banque de donnée du Sous-Sol (BSS), de nombreux ouvrages sont implantés au sein des formations du Stampien à proximité du site d'étude. Un certain nombre de ces ouvrages renseigne des niveaux d'eau mesurés entre 1,93 et 8 m/TA, soit (d'après les cotes de la BSS) **entre 36,84 et 45,1 m NGF**. D'autre part, il n'existe pas d'ouvrages ADES situé dans un contexte similaire à celui du projet.

D'après l'enquête de voisinage, il existe ou existait au droit des parcelles riveraines de nombreux puits captant les eaux souterraines contenue dans les formations du Stampien. Aussi, plusieurs niveaux enterrés (caves) ont été recensés dans le voisinage sans qu'aucun problème d'inondations ou de remontée de nappe ne soit constaté jusqu'à 2 m/TA environ.

Aussi, au vu de l'ensemble de ces éléments, des circulations d'eau souterraine vraisemblablement continues existent au droit du site. Elles s'établissent au sein du substratum stampien dans les passées les plus perméables. Elles sont alimentées principalement par l'infiltration des eaux de précipitations et soutenues par les apports de l'amont. Peu d'informations précises ont pu être collectées concernant les fluctuations du niveau des eaux souterraines, mais on estime que la variabilité saisonnière et interannuelle peut être potentiellement importante.

Les données locales disponibles et collectées ne permettent pas de définir précisément les niveaux d'eau caractéristiques au droit du site, tels que décrits à l'Eurocode 7 (donnés disponibles insuffisantes). Rappelons que dans ces conditions, le niveau de protection souhaité pour les ouvrages est de la responsabilité du Maître d'ouvrage et du Maître d'œuvre.

Néanmoins, au vu des éléments mis en évidence dans le cadre de la présente étude (notamment cote basse des niveaux enterrés dans le voisinage, qui n'ont, à priori, jamais été inondés, et située à 2 m/TA environ), de manière à proposer un niveau de protection pour les futurs installations et compte tenu du fait que le site n'est pas répertorié en zone inondable, nous proposons de retenir le niveau de hautes eaux (sans occurrence de pluie associée) suivant :

Niveau de hautes eaux = Niveau du terrain actuel – 1m
--

En considérant la cote du RdC à 40,50 m NGF (cote moyenne du TA), le niveau de hautes eaux proposé correspond à la cote 39,50 m NGF.

Pour rappel, il devra impérativement être validé par les responsables du projet en fonction du niveau de protection choisi.

NOTA : En phase définitive et en phase travaux, l'ouvrage projeté interférera avec les circulations d'eau souterraines. Des dispositions constructives devront être mises en place. Pour cela, des investigations complémentaires devront être menées (essais ou tests de pompage...).

Remarques importantes :

Cette cote de référence ainsi que la gestion des eaux souterraines en phase chantier et définitive doit être intégrée dans la conception du projet et notamment dans la mission géotechnique G2PRO.

Ces valeurs ne sont que des estimations basées sur l'appréciation du contexte hydrogéologique du secteur. Elles ne peuvent tenir compte des influences induites ponctuellement par la présence d'ouvrages souterrains non étanches (réseaux, par exemple) qui se situeraient à proximité. Ces ouvrages peuvent en effet modifier localement les écoulements souterrains en période de fortes pluies. Le niveau de l'eau dans les sols est donc susceptible de remonter autour de ces potentiels points d'injection.

Un suivi d'un an est prévu au droit du site d'étude. Ce suivi a débuté au mois de juin 2020. De ce fait, les conclusions de ce rapport pourront être modifiées à la fin du suivi piézométrique.

De plus, ces valeurs ne sauraient préjuger de l'évolution des conditions climatiques sur les années à venir. Elles se basent sur les données connues, disponibles et admises au jour de rédaction du présent document.

*

* *

V. TERRASSEMENTS

V.1. CONTRAINTES DU SITE - PREAMBULE

Le niveau fini du projet est prévu à la cote 36,80 NGF (cote à confirmer par le MOA), ce qui nécessite des terrassements en déblai d'environ 3,50 à 5,50 m / TA maximum. Les excavations se situent à proximité de voiries, ligne de tram et bâtiments à conserver.

Compte tenu des caractéristiques du projet et du contexte géotechnique/hydrogéologique du site, les terrassements seront réalisés à l'abri d'un mur de soutènement à minima provisoire et étanche.

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

- du niveau d'assise et de la sensibilité des mitoyens pouvant nécessiter la réalisation de fouilles blindées ;
- de la présence de voirie circulée ou non à plus ou moins grande distance de la fouille et des possibilités de neutralisations partielles ou totales de celle-ci ;
- de l'espace libre disponible pour envisager éventuellement une solution talutage.

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

Dans le cas de mitoyens, il est recommandé :

- avant tout démarrage des travaux, de faire réaliser **un diagnostic des structures des avoisinants** par un bureau d'études structures ; il définira le cas échéant les confortements ou précautions à prendre, nécessaires à la réalisation des travaux (reprise en sous-œuvre, chaînage, contreventement etc.) ainsi que les déformations à ne pas dépasser ;
- un **référé préventif** sera établi avant le début des travaux. Il permettra de relever tous les désordres éventuels des constructions existantes ;

V.2. PREDIMENSIONNEMENT DU SOUTÈNEMENT : PAROIS DE PIEUX SECANTS

Concernant le contexte hydrogéologique, les reconnaissances ont mis en évidence la présence d'une nappe à faible profondeur au sein des argiles sableuses vers la cote 2,19 m / TA le 22 juin 2020 (cote 39,16 NGF).

Rappelons qu'une étude hydrogéologique et qu'un suivi du piézomètre en place sont en cours à la date de rédaction du présent indice 0 du rapport.

L'étanchéité des sous-sols sera assurée partiellement par une enceinte étanche de type paroi **pieux sécants qui permettra également de constituer un écran de soutènement lors des terrassements.**

Les principales venues d'eau seront dues à la nappe qui baigne les argiles sableuses.

Les différents niveaux de nappes retenues tels qu'ils résultent des éléments de l'étude hydrogéologique réalisée par GEOTEC sont les suivants :

- EB :
 - EH :
 - EE :
 - EC : 39,16 NGF (eau chantier) – niveau à préciser à l'issue du suivi piézométrique.
- }

Etude hydrogéologique et suivi piézométrique en cours

Au-delà du niveau EC, le chantier devra être arrêté et la fouille noyée. Aussi, le Maître d'Ouvrage et le Maître d'œuvre peuvent choisir de modifier ce niveau, notamment afin de limiter les aléas et risques d'immobilisation de chantier.

La charge hydraulique sera, en période normale, de l'ordre de 2,50 m. Le débit de fuite dans les sous-sols proviendra :

- d'une part des infiltrations au travers de la paroi et de ses joints,
- d'autre part par les arrivées d'eau en fond de fouille.

Seul une campagne par essais de pompage dans des mini-puits isolés permettra d'estimer les débits d'exhaure et le dispositif de rabattement (nombre de puits, débit de pompage etc.). L'estimation des débits d'exhaure devra faire l'objet d'une étude spécifique par un hydrogéologue. La réalisation d'un essai de pompage au sens stricte du terme n'est pas envisageable en raison des faibles perméabilités attendues.

Nous conseillons aux responsables du projet de réaliser si possible les terrassements en période climatique sèche ou de basses eaux

V.2.1. Exemple de pré-dimensionnement – paroi de pieux sécants

- Hypothèses de calcul

Compte tenu de la présence d'avoisinant, les déformées maximales envisagées seront à priori de l'ordre de 1 à 2 cm en tête de paroi et 2 cm en ventre. **Ces valeurs devront être confirmées par le maître d'œuvre.**

Les coefficients de poussée et de butée sont basés sur les tables de CAQUOT et KERISEL.

Le coefficient de réaction horizontal des sols est calculé sur la base des formulations de l'annexe F de la NFP94-282.

Nous prenons pour hypothèse :

- La réalisation de pieux sécants de diamètre 600mm ancrés dans les Marnes gris clair,
- Une paroi auto stable.

Au stade actuel des calculs et de la mission G2AVP, nous ne prenons pas en compte de surcharge à l'arrière du mur de soutènement. **Celles-ci devront être définies et éventuellement intégrées dans le dimensionnement dans le cadre de la mission G2PRO.**

- Phasage d'exécution

Les calculs ont été menés avec les caractéristiques géotechniques des terrains à long terme et selon le phasage suivant :

- Mise en œuvre de paroi de pieux sécants jusqu'à 31.50 m de profondeur/TA, soit à la cote 31.50 NGF,
- Excavation jusqu'à la cote 36.50 NGF,
- rabattement de la nappe 50 cm sous le niveau du fond de fouille.

- Données d'entrée

Le modèle géotechnique est celui présenté au paragraphe III.5.

Les calculs ont été menés en prenant en compte une paroi de pieux sécants de 600 mm de diamètre, se recoupant de 100mm de part et d'autre soit un espacement pour le calcul de 1m entre les pieux. Les paramètres sont les suivants :

Diamètre d'un pieu (m)	e (m)	I (m ⁴)	Ey (MPa)	EI (kN.m ²)
0,60	1	0,0064	20 000	127 235

Les coefficients de réaction horizontale, de poussée et de butée et le rapport d'inclinaison de poussée des terres sont présentés dans les tableaux ci-dessous :

Formations	K0	Ka	Kp	δ/Φ poussée	δ/Φ butée	Kh (kN/m ² /m)
Remblais	0,826	0,704	1,507	0	-1/3	3 400
Argile sableuse	0,577	0,406	3,062	0	-1/3	8 915
Marnes	0,500	0,312	4,959	1/3	-2/3	158 942

Avec :

- Kh : Coefficient de réaction horizontale déterminé par la méthode de Schmitt pour une paroi moulée de 0.52 m d'épaisseur,
- Ko : Coefficient de poussée des terres au repos déterminé par la formule de Jacky : $Ko = 1 - \sin(\Phi)$,
- Ka : Coefficient de poussée des terres,
- Kp : Coefficient de butée des terres,
- δ/Φ poussée : Rapport de l'inclinaison de poussée des terres contre l'écran sur le frottement interne du sol (parement rugueux),
- δ/Φ butée : Rapport de l'inclinaison de butée des terres contre l'écran sur le frottement interne du sol (parement rugueux).

- **Vérification hydraulique (HYD) – stabilité du fond de fouille (UPL)**

Les vérifications HYD et UPL seront réalisées en phase G2PRO sur la base des niveau d’eaux définies dans l’étude hydrogéologique.

En cas de niveau d’eau supérieur à EC pendant la phase chantier, il sera nécessaire d’arrêter le chantier et d’inonder la fouille.

- **Stabilité interne (GEO/STR)**

Les résultats sont donnés en annexe sous forme de courbes enveloppes (moment, effort tranchant et déformé).

Pour une paroi telle que définie plus haut de 9 ml, les sollicitations sont les suivantes :

Déformation maximale ELS (mm)	Moment maximum ELU (kN.m/ml)	Effort tranchant maximum ELU (kN/ml)
11	140	75

Rappelons que le calcul ne prend pas en compte de surcharge en tête de paroi. Le dimensionnement de la paroi de pieux sécants devra impérativement être affiné en phase G2PRO. On vérifiera notamment les déformations en tête de paroi. Dans le cas où celles-ci s’avèrent trop importante, en fonction des avoisinants et mitoyens, on pourra envisager le recours à la mise en œuvre de tirants ou de butons.

- **Sujétions particulières : Paroi de pieux sécants**

Les pieux seront réalisés selon les Règles de l’Art par une entreprise spécialisée et qualifiée en fondations profondes.

Du fait de la possible présence de remblais anthropiques et pour atteindre l’ancrage nécessaire, l’entreprise devra mettre en œuvre le matériel adapté, ce qui pourra conduire à réaliser des préfouilles ou à modifier le choix du type de pieu et / ou sa mise en œuvre. Ces moyens seront tels qu’ils ne provoquent pas de désordres aux avoisinants (*mitoyen, voirie, réseau, voie de tram ...*).

Du fait de la nature des terrains superficiels (remblais, blocs, argile sableuse...) des surconsommations sont probables lors de la réalisation des pieux. Si ces surconsommations sont excessives, des dispositions de type pré-injections ou substitution des terrains de surface pourront être nécessaires.

Une attention particulière sera portée vis-à-vis des critères de verticalité. La tolérance de verticalité ne devra pas dépasser 1%.

Le phasage de forage devra être mené de manière à assurer le ferrailage correct de la paroi de pieux.

V.2.2. Etude à mener dans la mission G2PRO

Dans le cadre du projet, il est impératif de réaliser une étude géotechnique de mission G2PRO.

La présente étude G2AVP fournit un exemple de pré-dimensionnement d'une paroi de pieux sécants sans surcharge en tête. Le dimensionnement du soutènement sera réalisé dans le cadre de cette mission G2PRO, conformément à la norme NFP94-282 d'application de l'Eurocode 7, à l'aide du logiciel KREA.

Ce dimensionnement visera à :

- Calculer les déformées maximales – le seuil sera à transmettre par le MOA, notamment vis-à-vis des mitoyens,
- Vérifier la stabilité du fond de fouille - vérification UPL,
- Réaliser la vérification hydrauliques – vérification HYD,
- Estimer les débits d'exhaure – des essais de perméabilité et la mise en place de piézomètre sélectifs, courts dans les argiles sableuses et profonds dans les marnes avec réalisation d'essai de pompage ponctuels devront être réalisés dans le cadre de la mission G2PRO
- Calculer la stabilité interne de l'ouvrage – dimensionnement, justification STR
- ...

V.3. EXTRACTION

Dans les sols meubles (remblais, argile sableuse ...) les travaux de terrassement ne poseront pas de problèmes particuliers d'exécution. Les déblais pourront être extraits par des engins à lame ou à godet.

Dans les formations compactes (Marnes), les travaux de terrassement nécessiteront l'emploi d'engins de forte puissance (BRH, ripper, par exemple). **Compte tenu de la présence possible d'anciens ouvrages (soubassement, blocs dans les remblais...), des difficultés de terrassements sont à prévoir (incidence à tenir compte dans les délais de terrassement notamment).**

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

V.4. SUJETIONS D'EXECUTION

Les règles de l'art seront respectées et notamment :

- drainage permanent de la plate-forme (gravitaire, tranchées, pompage ...) ;
- si malgré ces précautions, le drainage n'est pas suffisant, on devra prendre les dispositions suivantes : cloutage, géotextile,... ;
- protection des talus en phase provisoire (fossés de tête et de pied, polyane ...) ; dans certains cas, tranchées drainantes, masques drainants, éperons drainants, drains subhorizontaux à prévoir ;
- protection de talus en phase définitive (engazonnement, plantations, système pérenne de récupération des eaux,...).

Les travaux de terrassement devront impérativement être effectués avec toutes les précautions nécessaires pour ne pas déstabiliser le fond de forme qui est extrêmement sensible à l'eau. De plus, les travaux devront être effectués en rétro avec remblaiement à l'avancement en s'assurant qu'aucun engin ne circule sur le fond de forme.

Compte tenu du contexte géologique (sensibilité à l'eau des argiles), il sera impératif de réaliser les travaux de terrassements dans de bonnes conditions météorologiques.

Dans tous les cas, compte tenu de la nature des sols, nous conseillons de réaliser les terrassements en période climatique favorable.

V.5. MISE HORS D'EAU

V.5.1. Phase provisoire

Lors de notre campagne de reconnaissance du mois de mars et de mai 2020, la méthodologie de foration employée avec injection d'eau n'a pas permis de définir le niveau d'eau stabilisé.

Néanmoins, le sondage SC5 a été équipé d'un piézomètre de diamètre 52/60mm de 10m de longueur. Il est crépiné de -1 à -10 m / TA. Un suivi du niveau d'eau est actuellement mené par GEOTEC afin de connaître ses fluctuations (suivi piézométrique mensuel sur 1 an jusqu'en mai 2021). Les résultats de ce suivi seront adressés ultérieurement sous forme d'une note complémentaire.

Le premier relevé réalisé le 22 mai 2020 a mis en évidence un niveau d'eau vers 2,19 m / TA soit vers la cote 39,16 NGF.

Compte tenu de la cote du projet et du niveau d'eau mesuré des arrivées d'eau sont attendues dans la fouille. Un pompage provisoire sera nécessaire afin d'épuiser les venues d'eau et d'assécher la fouille des terrassements généraux.

Les débits d'exhaure seront à définir dans le cadre de la mission G2PRO.

Des circulations d'eau superficielles peuvent également se produire en période pluvieuse notamment au sein des remblais.

V.5.2. Phase définitive

Le niveau d'eau dans le sol est toujours susceptible de remonter en période pluvieuse.

L'enquête en cours permettra d'évaluer le niveau des plus hautes eaux dans le secteur.

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

Au stade actuel des études, des dispositifs de protection des parties enterrées sont à prévoir.

Le système de protection du sous-sol sera défini en fonction du degré de protection souhaité par le Maître d'ouvrage, des débits d'exhaure et des dispositions du PPRI s'il existe : cuvelage étanche, structure relativement étanche, systèmes de drainage avec puits de décharge et pompes de relevage par exemple.

Pour les modalités d'exécution des structures étanches ou relativement étanches, on se reportera au DTU 14.1. L'ouvrage et la dalle inférieure seront conçus de manière à reprendre la sous-pression.

En fonction des résultats de la présente étude, la réalisation d'un tapis drainant est théoriquement envisageable mais est assujettie à plusieurs conditions :

- la détermination précise du débit d'exhaure (par mise en place de piézomètre sélectifs et essais de pompage locaux),
- la possibilité et l'autorisation de pomper et/ou de rejeter en permanence dans le milieu extérieur (réseau EP, puits de réinjection par exemple) un débit non négligeable,
- des systèmes de sécurité (double pompe, cheminée de décompression....) .
- le sous-sol sera déclaré potentiellement inondable.

Dans tous les cas, l'incidence hydraulique du projet devra être prise en compte vis à vis des avoisinants.

Cette conception nécessitera un entretien permanent, durant toute la durée de vie de l'ouvrage. Une variante pourra consister à réaliser un radier ancré par micropieux.

Le choix définitif, ainsi que les protections des niveaux enterrés devront être dimensionnés lors des missions ultérieures (G2PRO, G3, G4).

*

*

*

VI. ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

VI.1. RADIER DU PARKING

Compte tenu des caractéristiques du projet, on s'orientera vers une solution de fondation de type radier si les charges sont suffisamment réparties.

On prévoira la mise en œuvre d'un tapis drainant en sous-face du radier.

VI.1.1. Principe de Fondation – niveaux d'assise

Le niveau bas du parking est prévu vers -3,70 m / RDC (selon la coupe), soit vers la cote 36.80 NGF. La fondation de l'ouvrage sera constituée par un **radier porteur rigide**, sollicitant le substratum marneux par l'intermédiaire d'une couche de réglage.

Une couche de réglage sera mise en œuvre sur le fond de fouille.

Dans les zones de descente de charges sous les voiles et poteaux intérieurs (charges maximales prises par hypothèse de 35 t/ml et 120 t/appui ponctuel), des surépaisseurs seront réalisées de manière à jouer le rôle de semelles fictives en sous face de radier.

VI.1.2. Contrainte limites de calcul

Compte tenu des éléments du projet connus (hypothèses formulées au § I.2.), la contrainte moyenne développée par le radier sera d'environ :

$$q = 0,005 \text{ à } 0,010 \text{ MPa (5 à 10 kPa) à l'ELS qp}$$

Cette contrainte moyenne correspond à un coefficient de sécurité vis-à-vis de la rupture de :

$$F \gg 3$$

VI.1.3. Tassements

Moyennant une exécution soignée du remblai technique, les tassements estimés pour la contrainte moyenne ci-dessus sont inférieurs au centimètre.

VI.1.4. Conception en phase projet

Lors des études de projet, il conviendra de s'assurer que les concentrations de contraintes (refends, appuis isolés ...) conduisent à des déformations admissibles pour la structure, ce qui pourra nécessiter un calcul itératif intégrant les charges, leur répartition, la géométrie du radier et le comportement du sol.

Ces calculs itératifs permettront de définir les modules k_v en fonction des concentrations de charge et du modèle géotechnique retenu.

VI.1.5. Dispositions constructives

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

Dans tous les cas, des joints de désolidarisation seront créés entre les parties différemment chargées de l'ouvrage.

VI.1.6. Sujétions d'exécution

Le radier sera mis en place après curage du fond de fouille des terrassements sur une épaisseur minimale de 0,30 m et après la mise en œuvre d'une couche de forme d'une épaisseur minimale de 0,50 débordant d'autant du radier.

NOTE IMORTANTE :

L'épaisseur définitive de couche de forme à retenir sera définie dans la mission G2PRO. Cette couche de forme devra intégrer le drainage des parties enterrées.

Après mise à niveau du fond de forme, celui-ci sera reconditionné. Son compactage sera adapté à la nature du sol et aux conditions climatiques au moment des travaux. Ceux-ci devront être réalisés dans de bonnes conditions météorologiques. Si des pluies se produisent pendant les travaux ou si les précipitations sont abondantes durant la période précédant les travaux, des adaptations seront nécessaires (cloutage du fond de forme, drainage etc.) pouvant engendrer un surcoût non négligeable.

On veillera également à purger toute poche de moindre consistance ou de remblai impropre détectée lors des terrassements.

Le béton de propreté du radier sera coulé sur la couche de forme propre bien graduée compactée.

VI.1.7. Contrôles

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

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

$$EV_2 / EV_1 < 2,2$$

VI.1.8. Précaution vis-à-vis des terrains marneux en fond de fouille

Les marnes qui occupent le fond de fouille de terrassements généraux sont très sensibles aux changements de teneur en eau et au remaniement. Elles perdent rapidement leur portance lorsque leur teneur en eau augmente.

Les travaux de terrassement devront être réalisés de préférence en période sèche.

On prévoira des sujétions et on prendra des dispositions pour éviter toute humidification ou toute dessiccation des terrains d'assise des ouvrages (*fond de forme profilé, fossés de collecte des eaux de ruissellement et de précipitations, protection par béton de propreté, polyane, ...*) sinon on s'expose à des mouvements du sol lorsque celui-ci retrouvera sa teneur en eau initiale. **En particulier, on limitera au maximum leur exposition aux intempéries.**

Si les terrassements devaient être, malgré tout, réalisés dans ces conditions, on veillera à donner à la surface des argiles une pente suffisante permettant d'éviter la stagnation des eaux, celles-ci étant recueillies à un point bas et évacuées hors de la fouille.

Les fonds de fouille pour fondations seront immédiatement protégés par un béton de propreté après excavation.

VI.2. SEMELLES FICTIVES SOUS LES POTEAUX

VI.2.1. Principe de fondation

Dans les zones de descente de charges importantes sous poteaux intérieurs (charges maximales prises par hypothèse de 120 t/appui ponctuel), des surépaisseurs seront réalisées de manière à jouer le rôle de **semelles fictives en sous face de radier**.

Ces semelles fictives en sous face de radier seront ancrées dans le substratum marneux moyennant un encastrement minimal de 40 cm.

VI.2.2. Contrainte limite de calcul

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

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

Avec :

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

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

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

Avec, pour $R_{v;d}$ dans le cas des méthodes pénétrométriques et pressiométriques, un coefficient de sécurité global Γ de 1,68 (ELU fondamental) et 2,76 (ELS quasi-permanent et ELS caractéristique).

Pour les semelles fictive, sous réserve du respect du principe de fondation précité, et en l'absence des dimensions des semelles, les contraintes verticales centrées de calcul à prendre en compte pour la justification vis-à-vis des Etats limite Ultime et de Service seront limitées à :

$$\text{Aux ELU fondamentaux, } \leq \frac{q_{net}}{1,68} = 0,75 \text{ MPa}$$

$$\text{Aux ELS qp, } \leq \frac{q_{net}}{2,76} = 0,50 \text{ MPa}$$

VI.2.3. Tassement

Les tassements théoriques absolus pour des fondations indépendantes sont calculés à partir de la formule pressiométrique, en faisant l'hypothèse de semelles isolées indépendantes du radier général (cas défavorable) :

$$W = \frac{1.33}{3 \cdot E_B} p \cdot R_o \left(\lambda_2 \frac{R}{R_o} \right) \alpha + \frac{\alpha}{4.5 E_A} p \cdot \lambda_{3R}$$

avec :

p : surpression verticale permanente au niveau de la fondation exprimée en MPa ;

R_0 : largeur de référence ;

R : demi-côté ou demi-largeur de la fondation;

$E_A - E_B$: modules sphériques et déviatoriques moyens calculés à partir des modules pressiométriques ;

$\lambda_2 - \lambda_3$: coefficient de formes fonction de la géométrie de la fondation ;

α : coefficient de structure fonction de la nature du sol ;

Moyennant une exécution soignée des fondations, les tassements théoriques absolus seront de l'ordre du centimètre.

VI.2.4. Sujétions d'exécution

Compte tenu du caractère sensible au remaniement et à l'eau du sol d'assise, les fonds de fouille seront finis manuellement ou au godet de curage. Dans tous les cas, compte tenu de la nature des sols, nous conseillons de réaliser les terrassements en période climatique favorable (période sèche ou période de basses eaux).

On s'assurera que le sol d'assise des fondations est homogène sous l'ensemble du bâtiment.

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

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

Dans les formations compactes (marnes), les travaux de terrassement nécessiteront l'emploi d'engins de forte puissance (BRH, ripper par exemple).

Tout vestige (ancien ouvrage enterré, ...) sera purgé et remplacé par un gros béton coulé pleine fouille.

Des surprofondeurs de l'horizon d'ancrage ne sont pas à exclure, ce qui nécessitera un gros béton de rattrapage.

Compte tenu du niveau fini du projet et du niveau d'eau mesuré lors de nos relevés, des arrivées d'eau sont attendues à l'ouverture des fouilles, il conviendra de les assécher par un dispositif adapté à leur importance et à la nature des terrains (pompage, pointes filtrantes par exemple).

Compte tenu du risque d'éboulement des sols (des remblais, argiles sableuses, ...) le blindage des fouilles peut s'avérer nécessaire. Ce matériel devra être présent sur site en phase travaux.

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

VI.3. VARIANTE ENVISAGEABLE

En variante de la solution de radier drainant avec surépaisseurs pour les semelles, on pourra envisager la réalisation d'une fondation de l'ouvrage par un radier rigide descendu dans les marnes.

En fonction des descentes de charges de l'ouvrage et en fonction du NPHE induisant des sous-pressions, un ancrage du radier par micropieux pourrait s'avérer indispensable

Le type de fondation réalisé dépendra des choix constructifs retenus par le MOA en fonction des contraintes du site (exhaure possible, débits, sous-sol inondable, entretien à long terme des équipements de pompage en cas de tapis drainant...).

*

*

*

VII. RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET

Le présent rapport constitue le compte rendu et fixe la fin de la phase avant-projet de la mission d'étude géotechnique de conception. Cette phase G2AVP confiée à GEOTEC a permis de donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte des résultats des investigations, et présente certains principes d'adaptation au sol des ouvrages géotechniques projetés.

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

- Les caractéristiques des projets : niveaux finis, descentes de charge...
- Le type de soutènement à retenir et la nécessité de le tirer,
- Les adaptations des nouveaux ouvrages par rapport aux existants,
- La sensibilité des mitoyens et leur seuil de déformée acceptable,
- La démolition des existants,
- Les variations d'épaisseurs des remblais et la présence de soubassement de l'ancien bâtiment,
- Les variations du toit des marnes du Stampien,
- Les variations latérales de faciès au sein des marnes du Stampien pouvant se manifester par des variations de caractéristiques mécaniques,
- Le caractère potentiellement gonflant des marnes,
- La présence d'un niveau d'eau et ses fluctuations dans le temps,
- Les niveaux d'eau EC, EH, EB, EE à définir,
- **Les débits d'exhaure,**
- Les vérifications de stabilité hydraulique du fond de fouille,
- Les circulations d'eau superficielle en période pluvieuse, difficilement quantifiables,
- Les problèmes liés aux terrassements,
- La traficabilité du fond de forme.

Ces incertitudes peuvent avoir une incidence importante sur le coût final des ouvrages géotechniques : il conviendra d'en tenir compte lors de la mise au point du projet. A cet effet, la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques (G2PRO à G4) devra suivre la présente étude).

*

* *

Des **études complémentaires associées à des investigations complémentaires** devront être menées dans le cadre de la poursuite du projet et notamment :

- La mise en place de **piézomètres sélectifs associés à des essais de pompage** ponctuels permettant de définir les perméabilités des terrains :
 - o Des piézomètres courts dans les argiles sableuses,
 - o Des piézomètres profonds sélectifs crépinés dans les marnes.
- Des sondages carottés complémentaires profonds permettant le prélèvement d'échantillon intacts dans les argiles sableuses et les Marnes, pour la réalisation d'essais en laboratoire (**essais de cisaillement, essais gonflement, limite de retrait, analyses GTR...**) permettant la détermination des caractéristiques intrinsèques des matériaux,
- Des **essais de perméabilité de type Lefranc,**

- Si cela est possible en fonction de l'activité du site, des **sondages à la pelle** réalisés au niveau de la plateforme de terrassement afin de visualiser les arrivées d'eau,
- Des **sondages pressiométriques** complémentaires (3 unités minimum) afin de respecter le maillage minimal nécessaire pour la mission PRO
- Des reconnaissances de fondation des mitoyens (si cela est possible), dans le cas où ceux-ci ne sont pas connus.

*

* *

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

CONDITIONS GENERALES

1. Avertissement, préambule

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4. Plans et documents contractuels

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

5. Limites d'engagement sur les délais

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

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

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

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

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

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

7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

8. Hydrogéologie

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

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

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

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

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

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

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

CONDITIONS GENERALES (SUITE)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

15. Résiliation anticipée

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

16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

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

Assurance décennale obligatoire

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

Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

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

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

17. Cessibilité de contrat

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

18. Litiges

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

CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

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

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PRELABLE (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).
- Elaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs: plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

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

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des 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).

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.

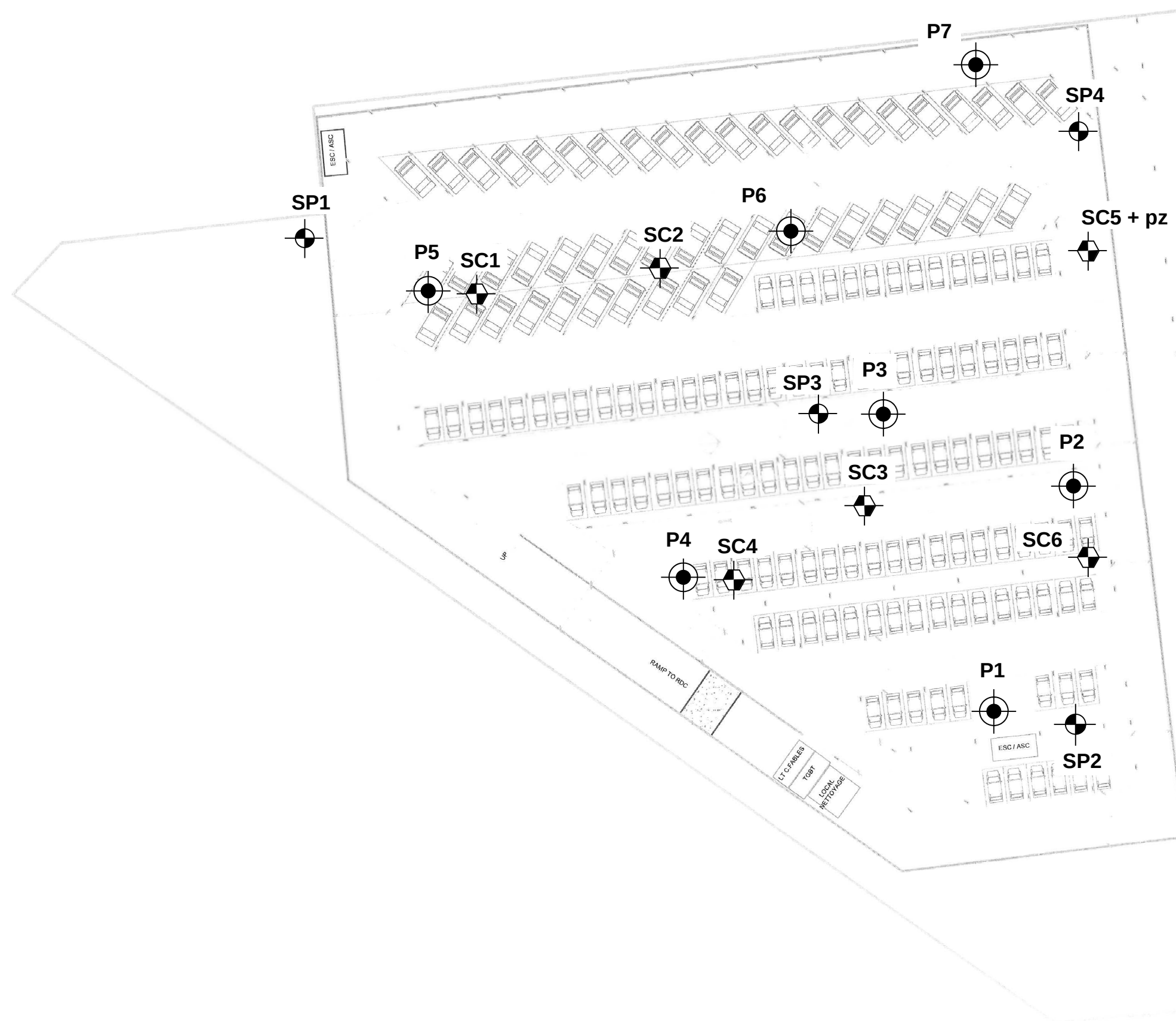
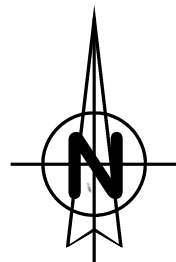
L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte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

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'oeuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser	
Étape 1 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique	
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	Etudes géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique	
Étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)	
	PRO	Etudes géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)	
	DCE/ACT	Etude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux			
Étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage				
		EXE/VISA	Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (<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	

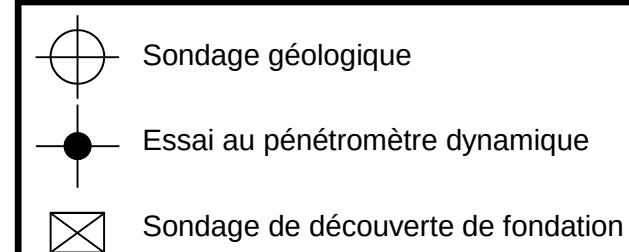
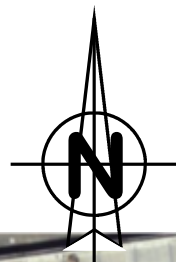
ANNEXES

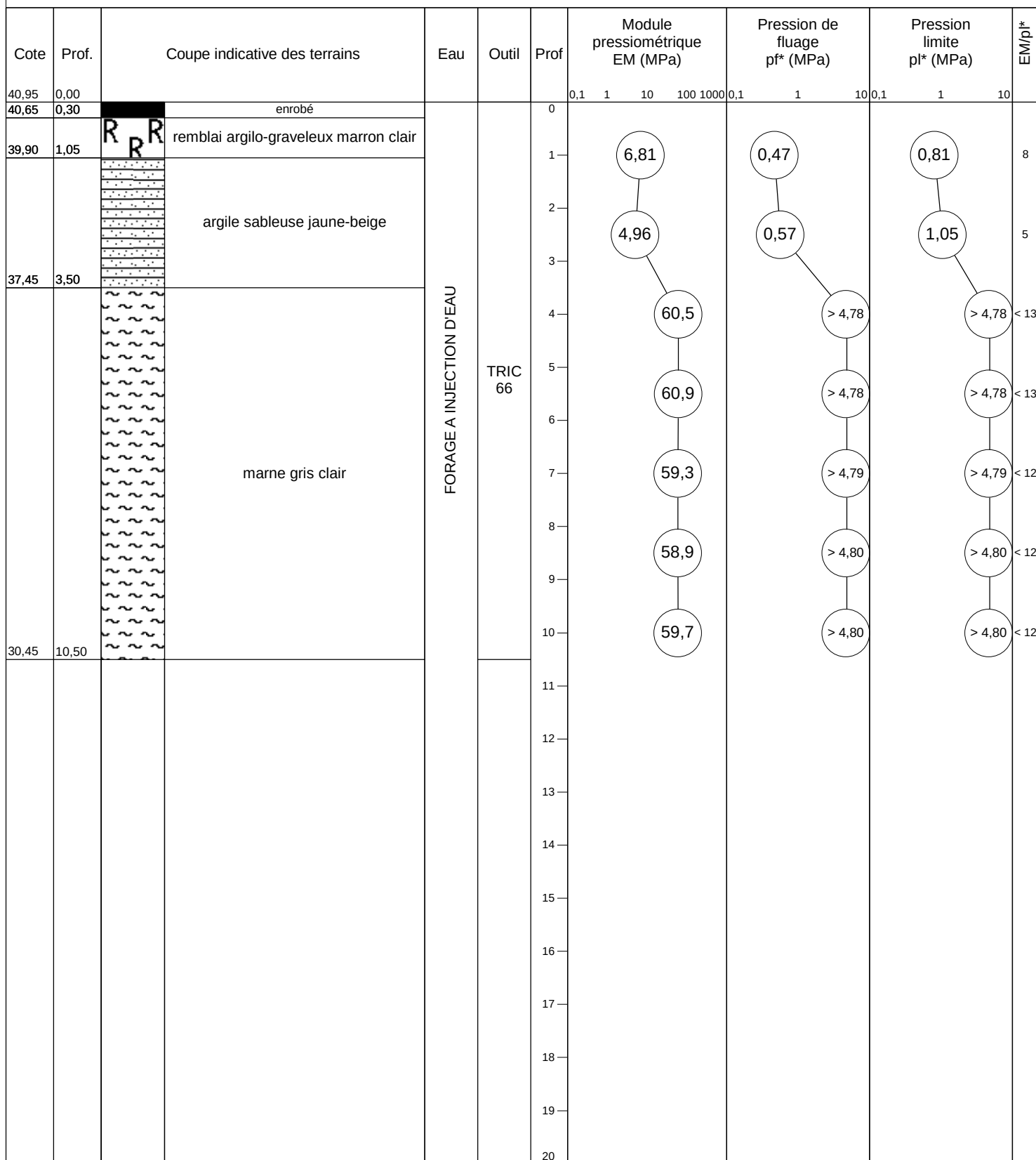
- PLAN DE SITUATION
- PLAN D'IMPLANTATION
- SONDAGES ET ESSAIS GEOTEC
- ESSAIS EN LABORATOIRE GEOTEC
- SONDAGES ET ESSAIS HYDROGEOTECHNIQUE SUD EST
- COUPES TECHNIQUES DU PIEZOMETRE





-  Sondage pressiométrique
-  Sondage carotté
-  Essai au pénétromètre dynamique





Observations :

EXGTE 3.22

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)	Pression de fluage pf* (MPa)	Pression limite pl* (MPa)	EM/pl*
40,20	0,00					0,1 1 10 100 1000	0,1 1 10	0,1 1 10	
40,00	0,20	enrobé			0				
39,40	0,80	R _p R remblai argilo-graveleux marron clair			1	4,92	0,46	0,79	6
					2	9,75	0,99	1,58	6
		argile sableuse jaune-beige			3				
36,20	4,00				4	57,8	> 4,78	> 4,78	< 12
					5	60,1	> 4,79	> 4,79	< 13
		marne gris clair			6	60,5	> 4,79	> 4,79	< 13
30,20	10,00				7	59,7	> 4,79	> 4,79	< 12
					8				
					9				
					10				
					11				
					12				
					13				
					14				
					15				
					16				
					17				
					18				
					19				
					20				

Observations :

EXGTE 3.22

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)	Pression de fluage pf* (MPa)	Pression limite pl* (MPa)	EM/pl*
40,85	0,00					0,1 1 10 100 1000	0,1 1 10	0,1 1 10	
40,65	0,20	enrobé			0				
40,05	0,80	remblai argilo-graveleux marron clair			1	5,48	0,64	0,89	6
					2	12,0	1,83	2,48	5
		argile sableuse jaune-beige			3				
					4	13,1	1,74	2,56	5
36,35	4,50				5	47,6	2,39	4,05	12
					6				
					7	57,2	> 4,78	> 4,78	< 12
					8	59,3	> 4,80	> 4,80	< 12
					9				
		marne argileuse gris clair			10	59,7	> 4,80	> 4,80	< 12
					11	59,3	> 4,80	> 4,80	< 12
					12				
					13	60,9	> 4,79	> 4,79	< 13
					14	60,5	> 4,80	> 4,80	< 13
25,85	15,00				15				
					16				
					17				
					18				
					19				
					20				

FORAGE A INJECTION D'EAU

TRIC
66

Observations :

EXGTE 3.22

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)	Pression de fluage pf* (MPa)	Pression limite pl* (MPa)	EM/pl*
41,60	0,00				0	0,1 1 10 100 1000	0,1 1 10	0,1 1 10	
41,30	0,30	enrobé			0				
40,60	1,00	remblai argilo-graveleux marron clair			0				
					1	7,80	0,67	1,24	6
					2				
					3	7,10	0,48	0,81	9
					4	2,67	0,27	0,45	6
36,60	5,00				5				
					6	61,5	> 4,77	> 4,77	< 13
					7	62,5	> 4,77	> 4,77	< 13
					8	62,9	> 4,77	> 4,77	< 13
					9				
					10	62,1	> 4,78	> 4,78	< 13
					11				
					12	60,9	> 4,79	> 4,79	< 13
					13				
					14	60,1	> 4,80	> 4,80	< 13
26,60	15,00				15				
					16				
					17				
					18				
					19				
					20				

FORAGE A INJECTION D'EAU

TRIC
66

Observations :

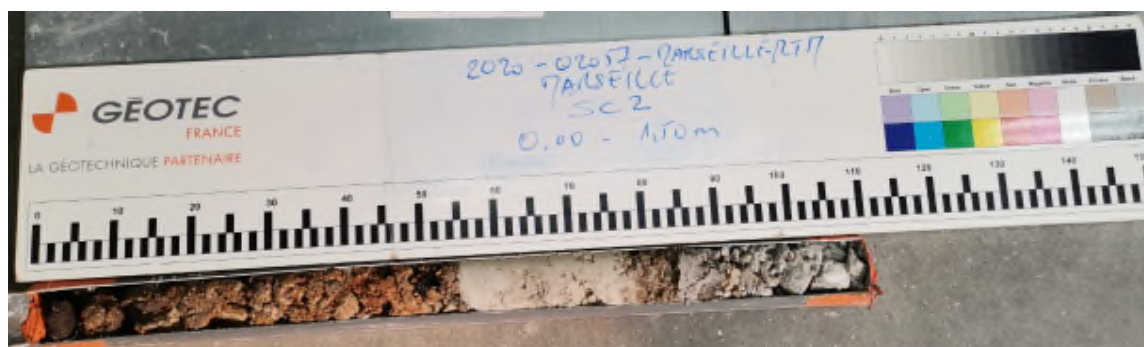
EXGTE 3.22

Cote	Prof.	Nature du terrain	Echantillons	Eau	Outil	Tubage	Equipement	Carottage (%)	RQD (%)	Perméabilité (m/s)	Date
40,90	0,00							0 50 100	0 50 100		
40,60	0,30	Enrobé									
40,08	0,82	Remblais limon sablo-graveleux marron à quelques morceaux de briques	EI N°1						100		
39,40	1,50	Argile légèrement sableuse grisâtre			LS 114	NEANT	NEANT				
38,90	2,00	sable limoneux brun clair à graviers							100		
		argile sableuse brune à graviers									
37,90	3,00										

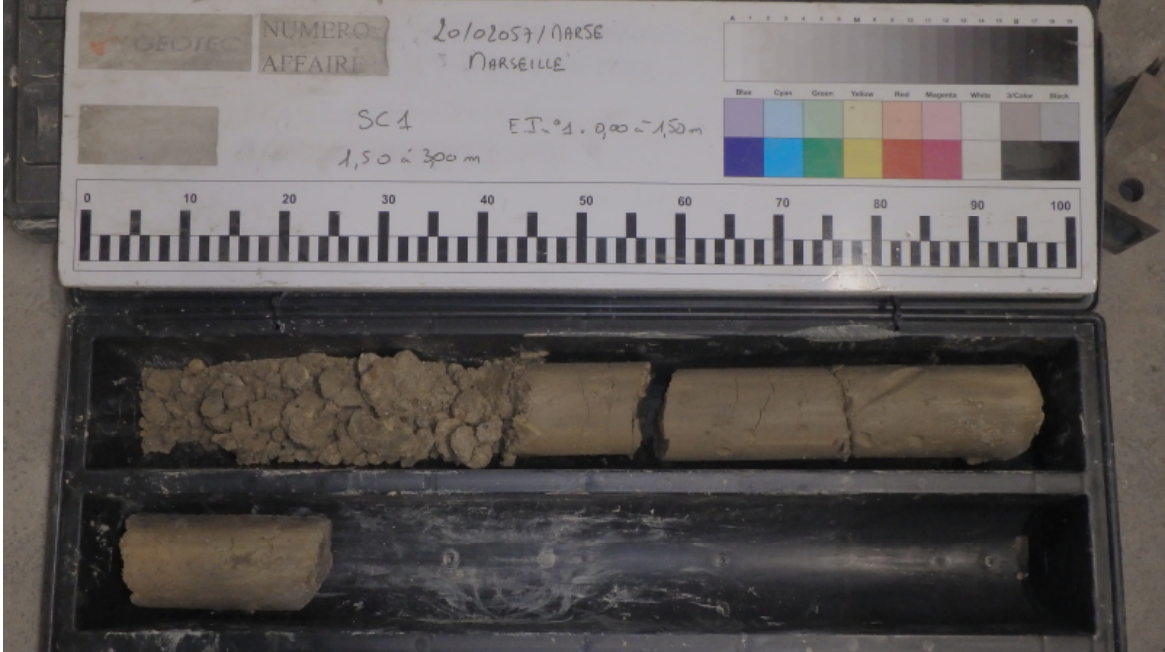
Observations :

EXGTE 3.22

AFFAIRE	2002057MARSE		
SITE	MARSEILLE - Dépôt St Pierre		
Date	26/06/2020		
Opérateur	AJ		
Sondage	SC2		
Profondeur	0,00-1,50m		
Longueur réelle de l'échantillon	1,10m		

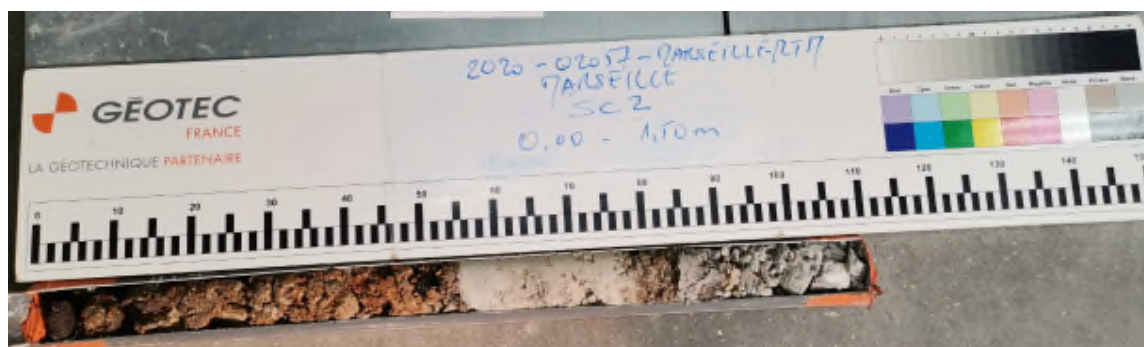


Profondeur	Description
0,00-0,53m	Enrobé puis cailloux et blocs à matrice limono-sableuse marron
0,53-0,76m	Sable beige à cailloux et cailloutis
0,76-1,10m	Cailloux ety blocs de béton blanchâtre
Observations	

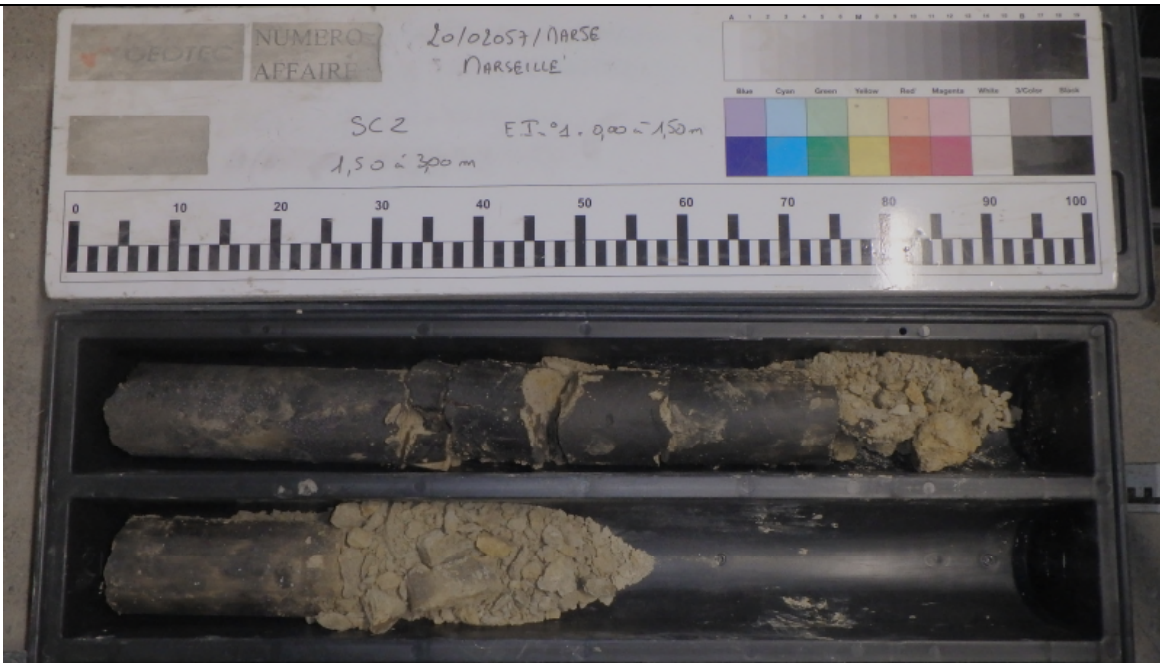
0.0m	Echantillon intact n°1	1.5m
1.5m		2.5m
2.5m		3.0m

EXGTE 3.22

AFFAIRE	2002057MARSE	
SITE	MARSEILLE - Dépôt St Pierre	
Date	26/06/2020	
Opérateur	AJ	
Sondage	SC2	
Profondeur	0,00-1,50m	
Longueur réelle de l'échantillon	1,10m	

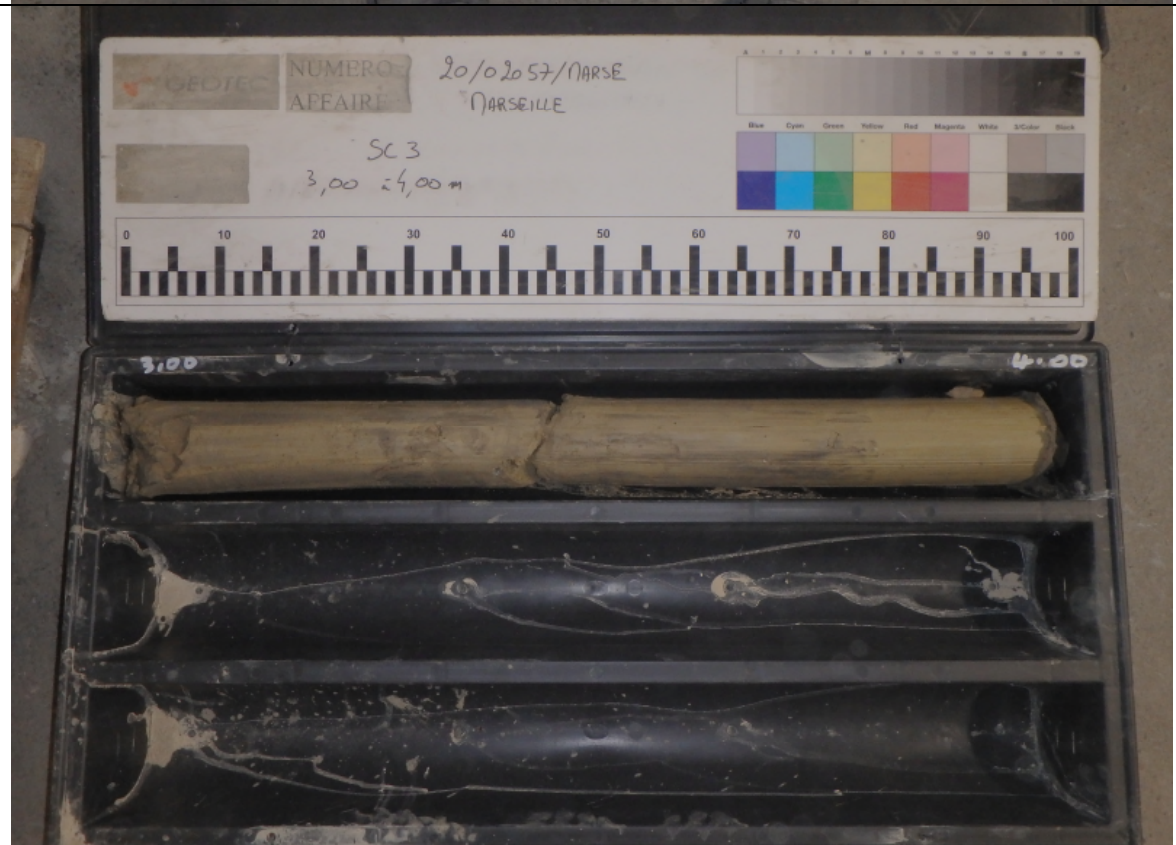


Profondeur	Description
0,00-0,53m	Enrobé puis cailloux et blocs à matrice limono-sableuse marron
0,53-0,76m	Sable beige à cailloux et cailloutis
0,76-1,10m	Cailloux ety blocs de béton blanchâtre
Observations	

0.0m	Echantillon intact n°1	1.5m
1.5m		2.5m
2.5m		3.0m

EXGTE 3.22

Observations :

0.0m 1.0m 2.0m		1.0m 2.0m 3.0m
3.0m		4.0m

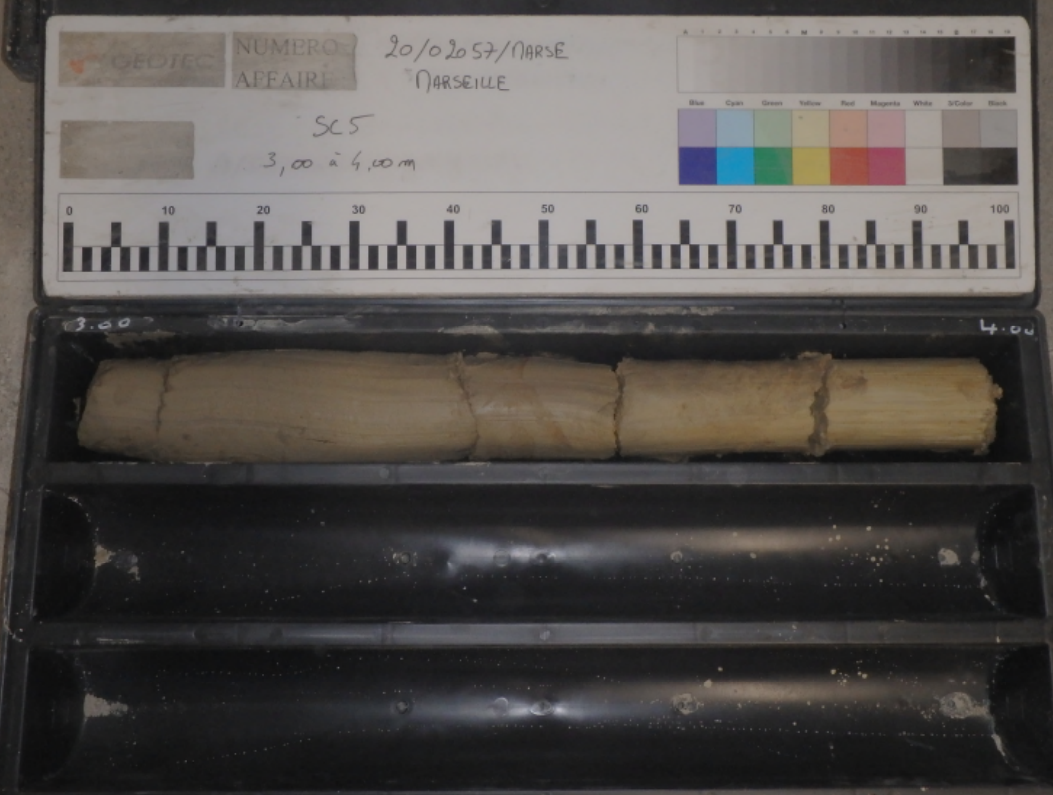
EXGTE 3.22



Cote	Prof.	Nature du terrain	Echantillons	Eau	Outil	Tubage	Equipement	Carottage (%)	RQD (%)	Perméabilité (m/s)	Date
41,35	0,00							0 50 100	0 50 100		
41,05	0,30	béton bitumineux									
40,85	0,50	Remblais : sable limoneux grossiers brun clair			T6 116				100		
40,50	0,85	Remblai : sable argileux brun à graviers et blocs							100		
		argile sableuse beige jaunâtre		2,19 m	LS 114	ODEX 76mm	Piézomètre de 10.0m de longueur, diamètre 52/60mm, crépiné de 1.0 à 10.0m avec bouche-à-clé		100		
36,35	5,00			Mesuré le 22/06/2020		ODEX 76mm					
		Poursuite en sondage destructif				8,40 m					
31,35	10,00										

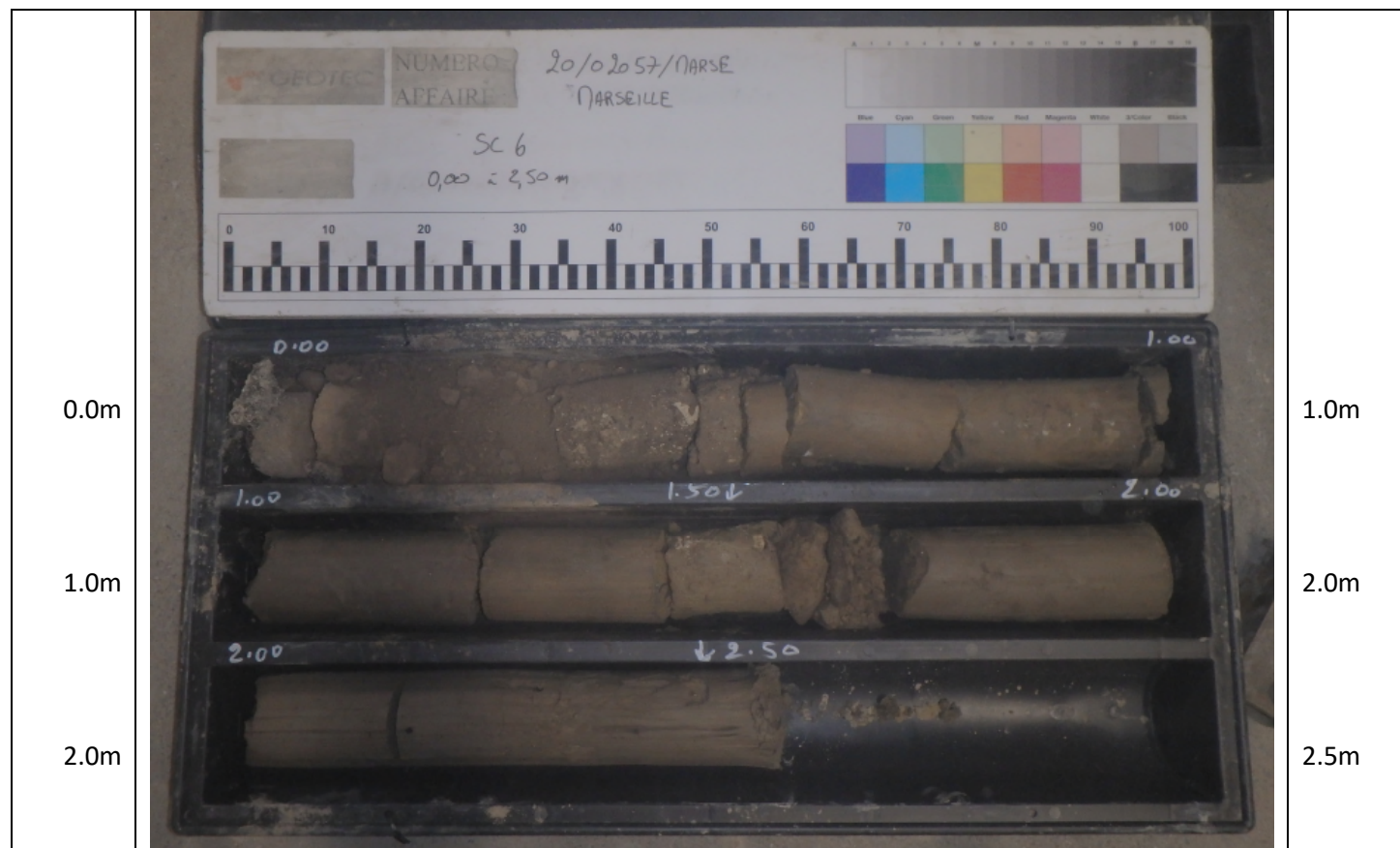
Observations :

EXGTE 3.22

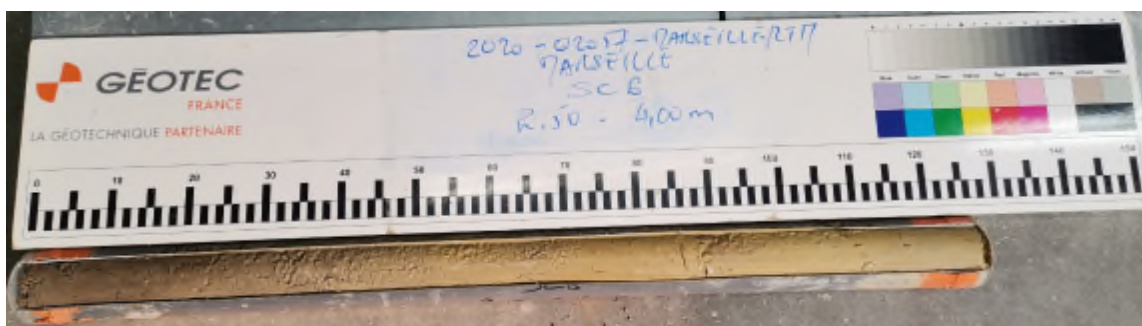
0.0m 1.0m 2.0m		1.0m 2.0m 3.0m
3.0m		4.0m

EXGTE 3.22

Observations :

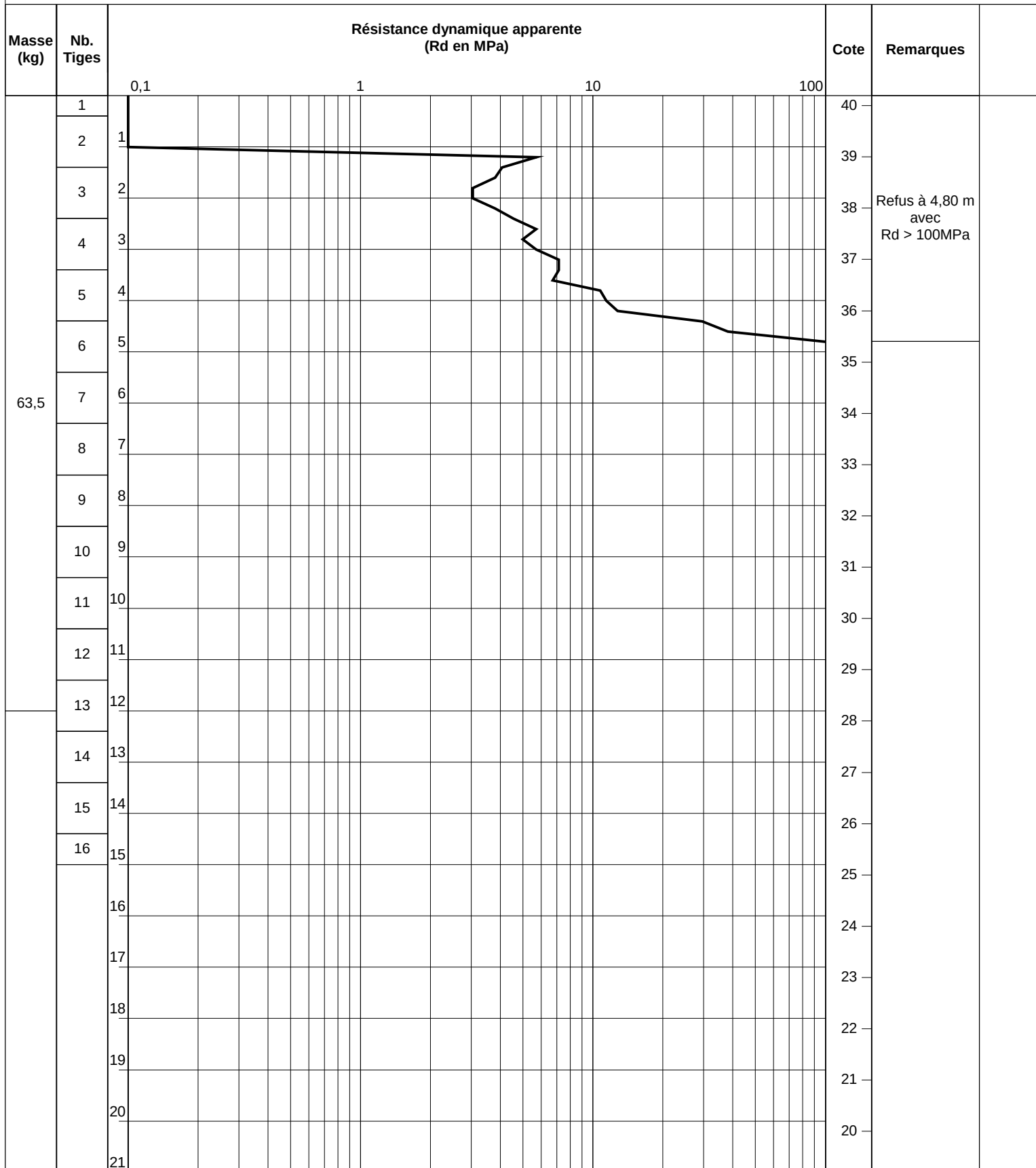


AFFAIRE	2002057MARSE		
SITE	MARSEILLE - Dépôt St Pierre		
Date	26/06/2020		
Opérateur	AJ		
Sondage	SC6		
Profondeur	2,50-4,00m		
Longueur réelle de l'échantillon	1,25m		



Profondeur	Description
2,50-2,54m	Cailloux et cailloutis dans une matrice argileuse marron
2,54-2,77m	Argile limoneuse marron
2,77-3,08m	Argile sableuse marron beige à cailloux et cailloutis
3,08-3,77m	Argile beige à passée sableuse

Observations	
---------------------	--



Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

EXGTE 3.22

Masse mouton : 63.5 kg

Masse enclume : 12.37 kg

Hauteur de chute : 75 cm

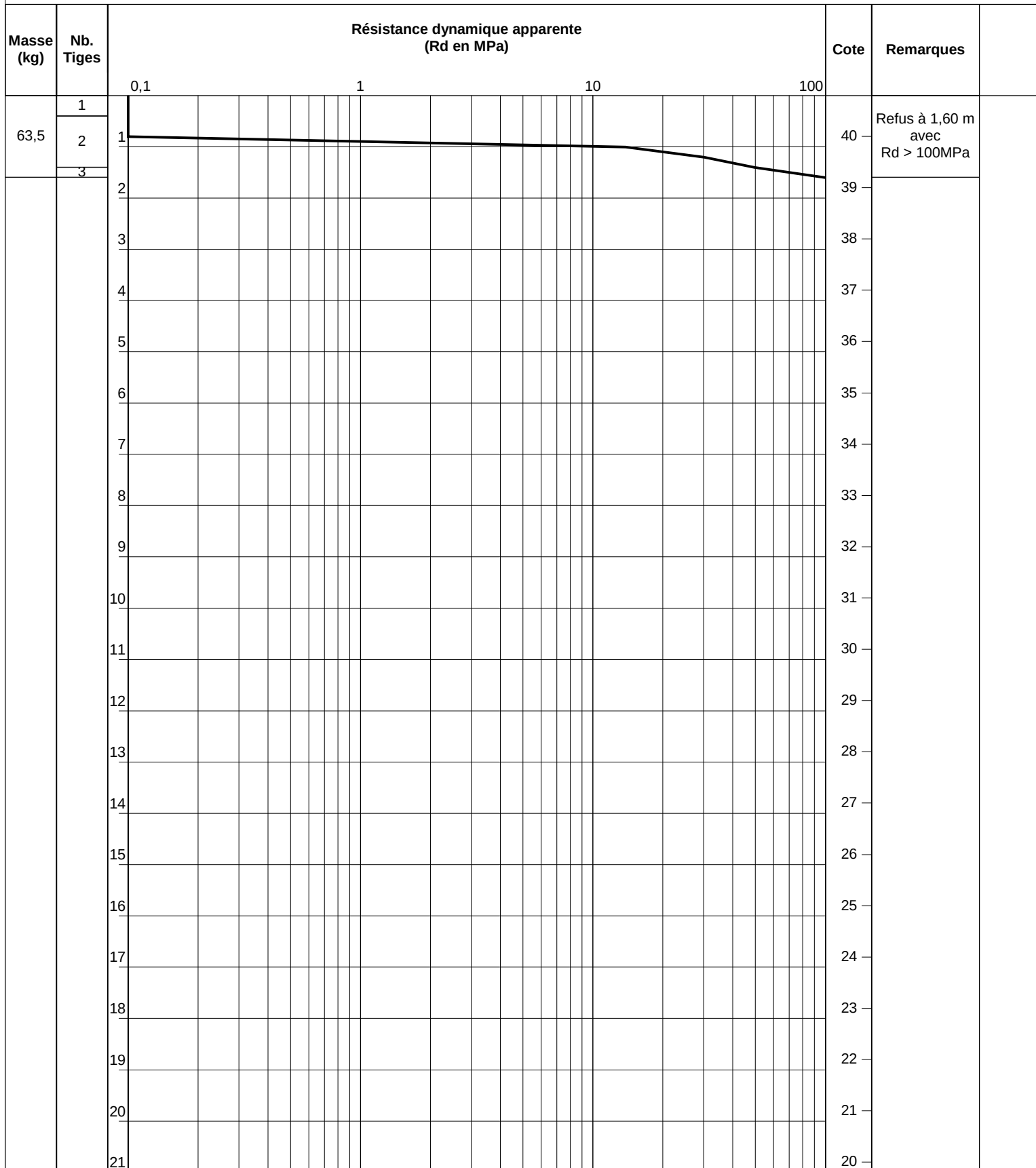
Masse de la pointe : 1.05 kg

Section de la pointe : 20.428 cm²

Masse d'une tige : 6.31 kg

Observations : Refus à __ m avec Rd > 100 MPa.

Modèle _PENDYN1



Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

EXGTE 3.22

Masse mouton : 63.5 kg

Masse enclume : 12.37 kg

Hauteur de chute : 75 cm

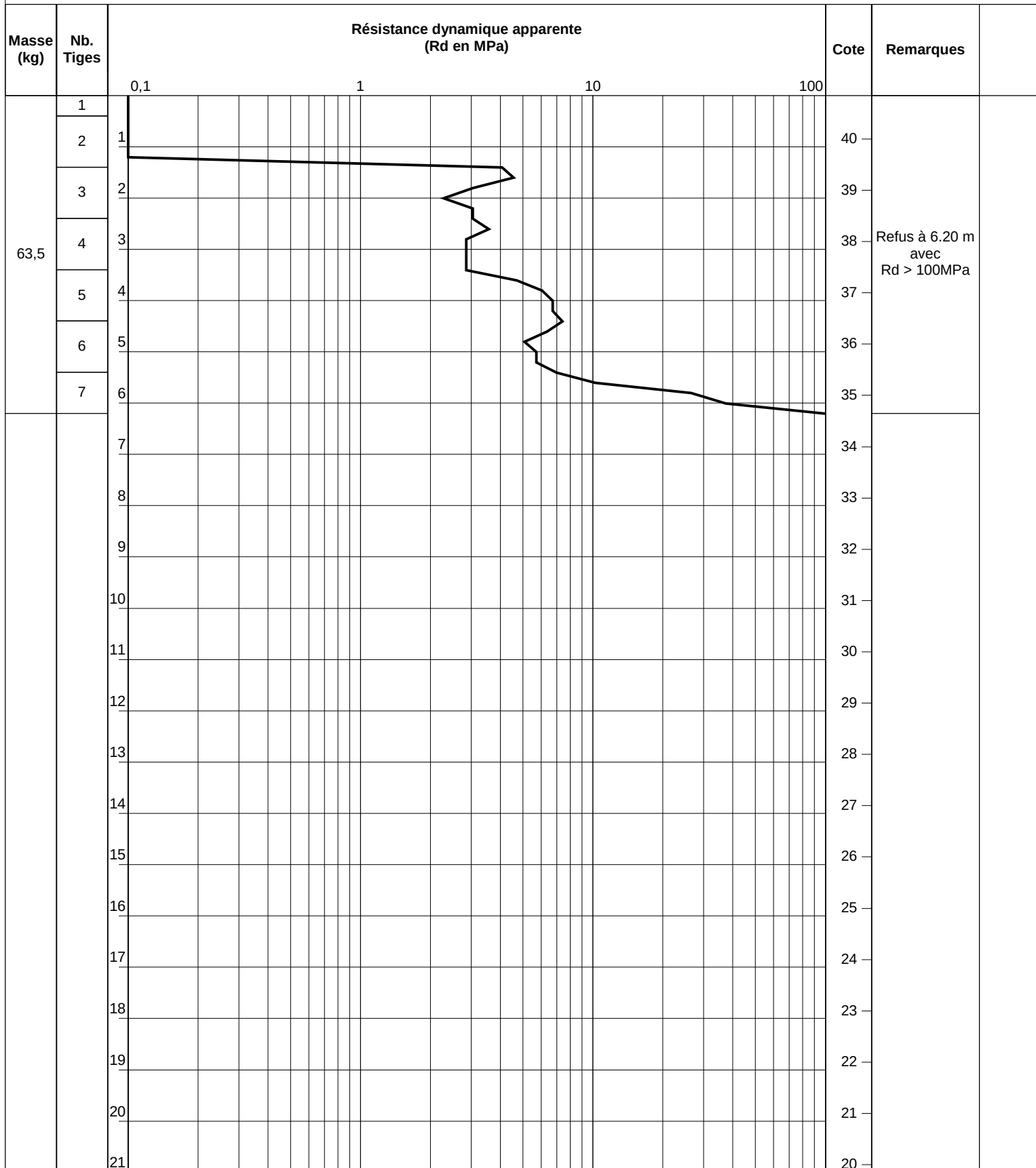
Masse de la pointe : 1.05 kg

Section de la pointe : 20.428 cm²

Masse d'une tige : 6.31 kg

Observations : Refus à __ m avec Rd > 100 MPa.

Modèle _PENDYN1



Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

Masse mouton : 63.5 kg

Masse enclume : 12.37 kg

Hauteur de chute : 75 cm

Masse de la pointe : 1.05 kg

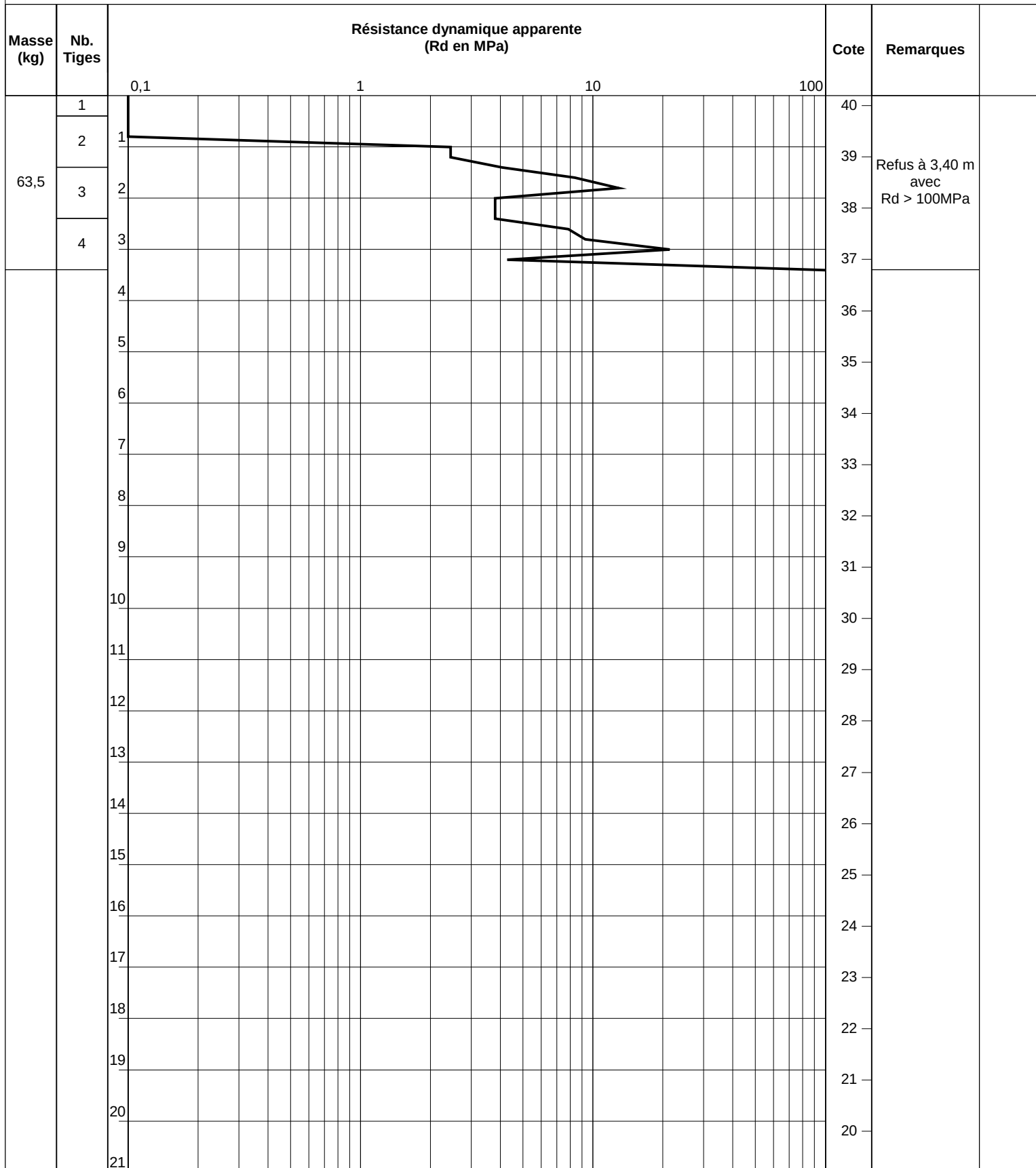
Section de la pointe : 20.428 cm²

Masse d'une tige : 6.31 kg

Observations : Refus à __ m avec Rd > 100 MPa.

Modèle _PENDYN1

EXGTE 3.22



Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

EXGTE 3.22

Masse mouton : 63.5 kg

Masse enclume : 12.37 kg

Hauteur de chute : 75 cm

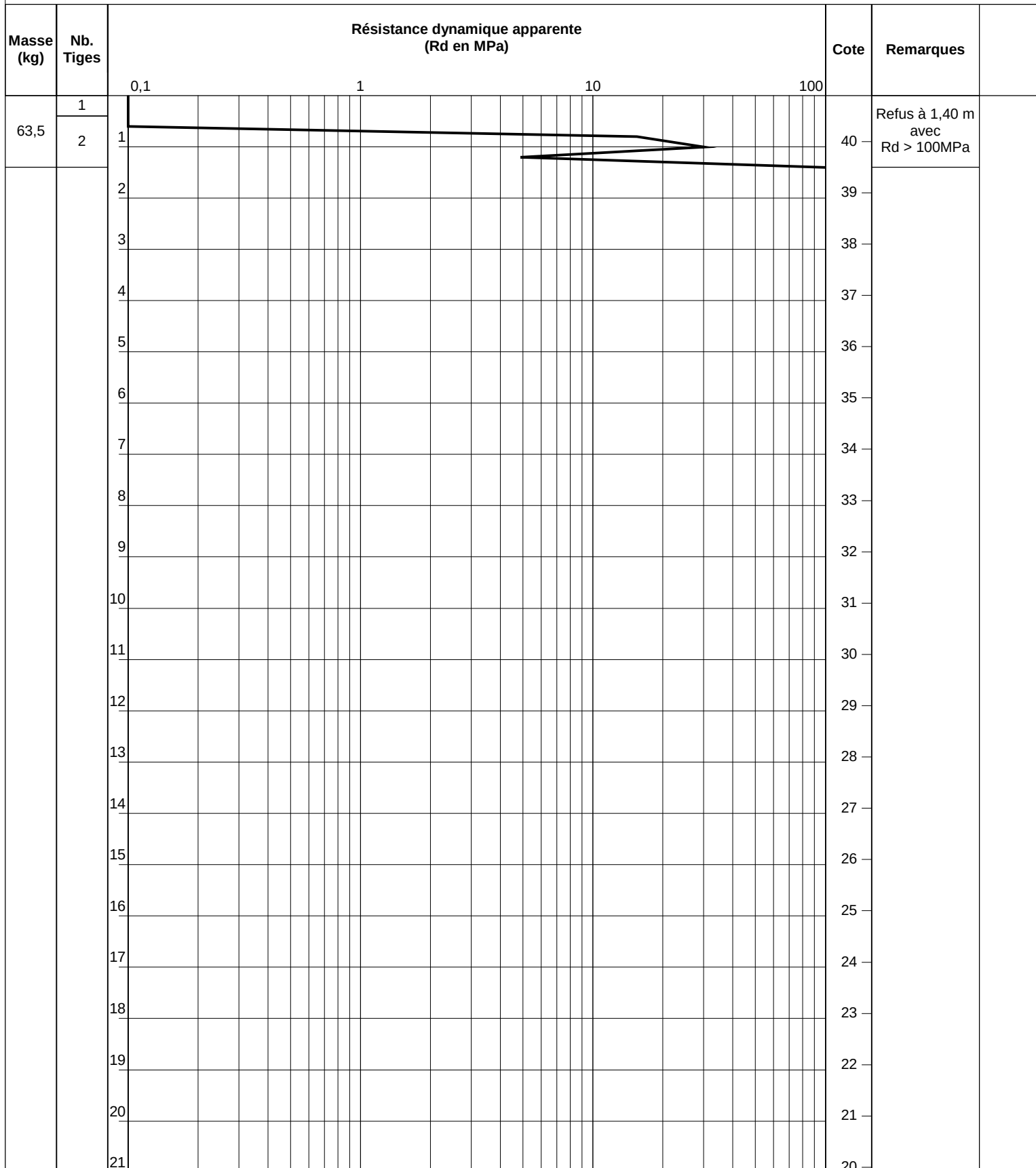
Masse de la pointe : 1.05 kg

Section de la pointe : 20.428 cm²

Masse d'une tige : 6.31 kg

Observations : Refus à __ m avec Rd > 100 MPa.

Modèle _PENDYN1



Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

Masse mouton : 63.5 kg

Masse enclume : 12.37 kg

Hauteur de chute : 75 cm

Masse de la pointe : 1.05 kg

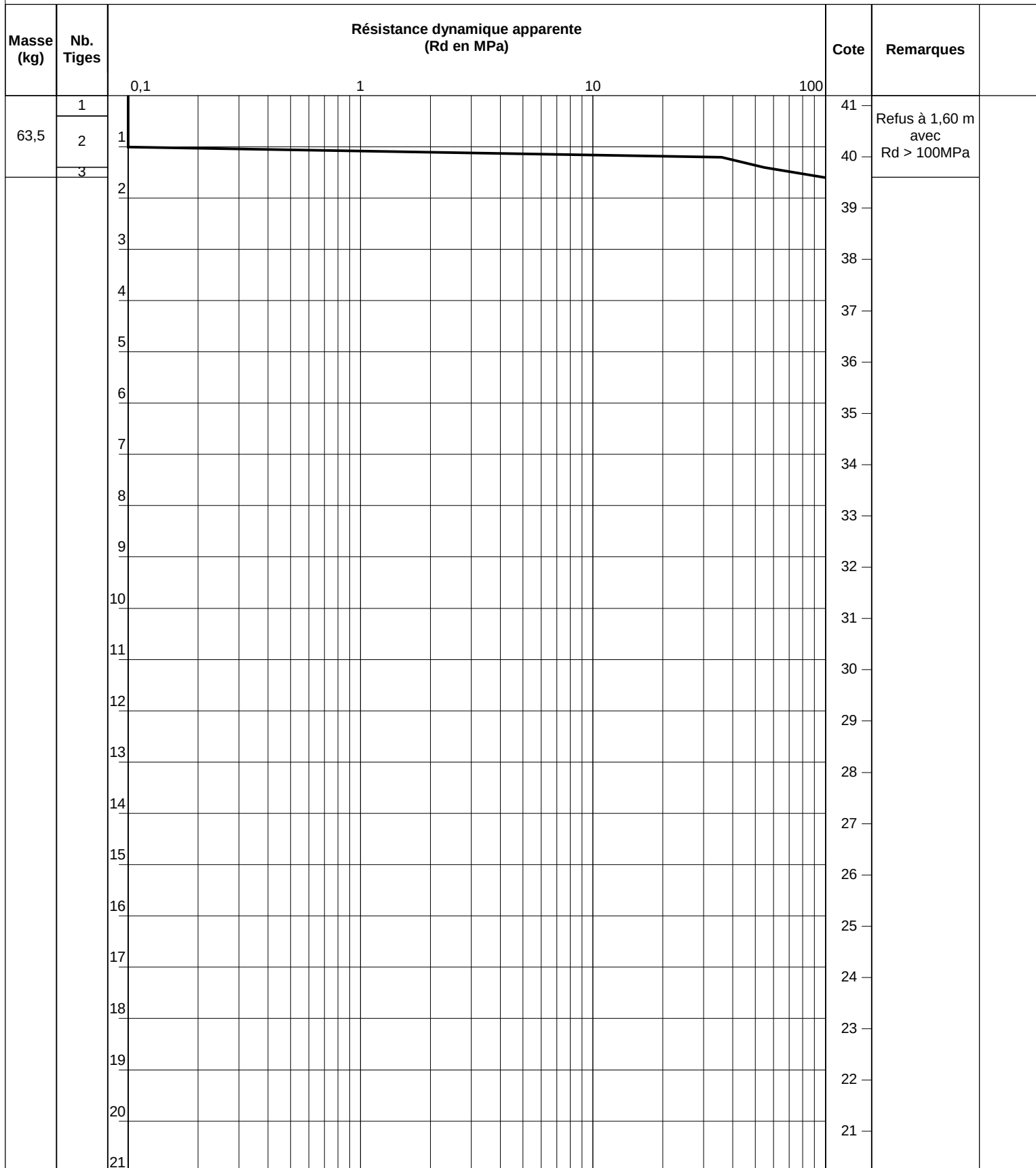
Section de la pointe : 20.428 cm²

Masse d'une tige : 6.31 kg

Observations : Refus à __ m avec Rd > 100 MPa.

Modèle _PENDYN1

EXGTE 3.22



Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

EXGTE 3.22

Masse mouton : 63.5 kg

Masse enclume : 12.37 kg

Hauteur de chute : 75 cm

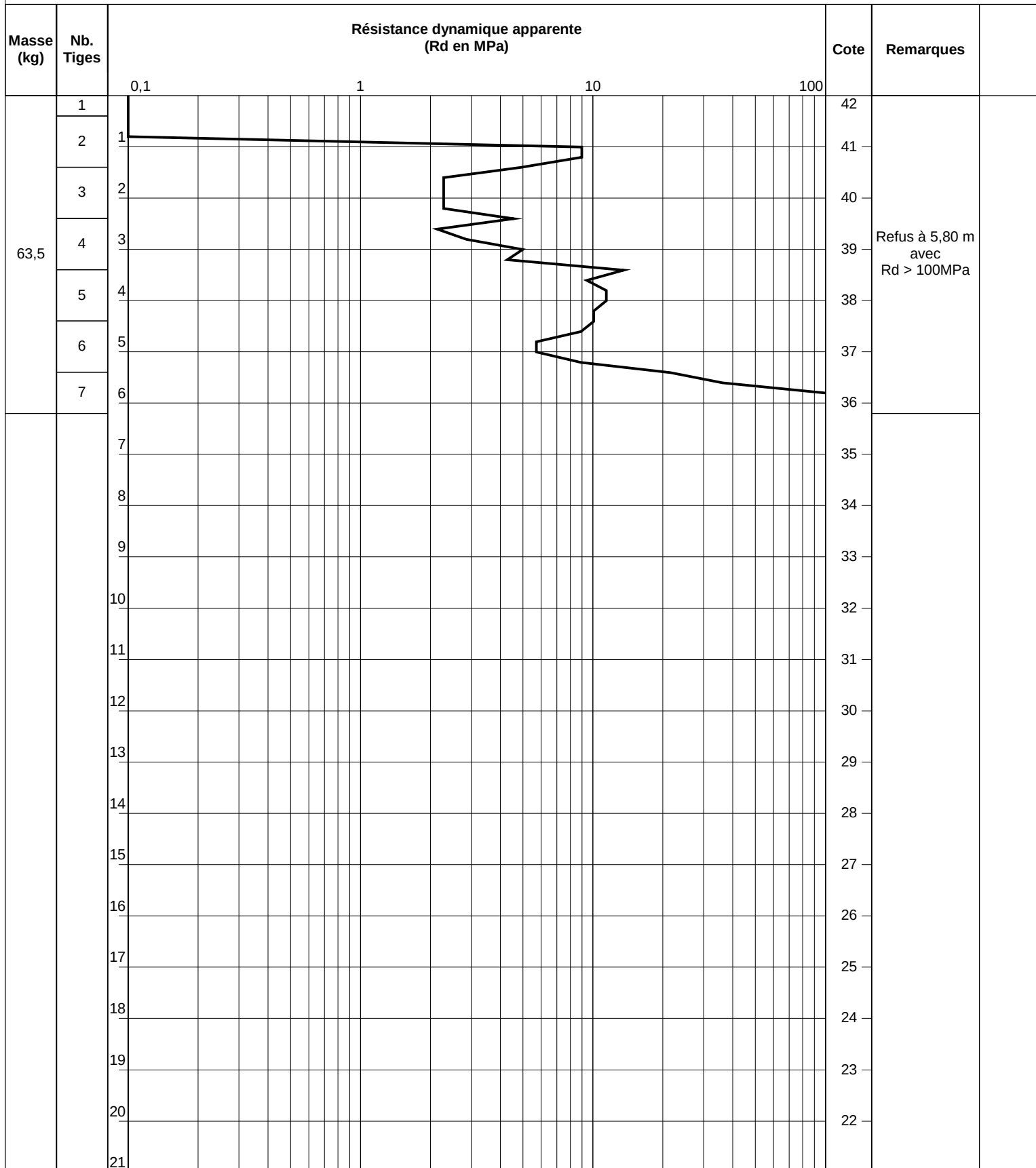
Masse de la pointe : 1.05 kg

Section de la pointe : 20.428 cm²

Masse d'une tige : 6.31 kg

Observations : Refus à __ m avec Rd > 100 MPa.

Modèle _PENDYN1



Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

EXGTE 3.22

Masse mouton : 63.5 kg

Masse enclume : 12.37 kg

Hauteur de chute : 75 cm

Masse de la pointe : 1.05 kg

Section de la pointe : 20.428 cm²

Masse d'une tige : 6.31 kg

Observations : Refus à 5,80 m avec Rd > 100 MPa.

Modèle _PENDYN1

AFFAIRE	2002057	Opérateur	FR	
SITE	MARSEILLE	Vérificateur	Christophe JOUANNO	
Date	29/06/2020			

Sondage	SC1	SC6				
Profondeur	0,30 - 0,80m	2,50 - 4,00m				
Description	Limon sablo-graveleux, marron, à nombreux cailloux et cailloutis	Argile sableuse légèrement limoneuse beige à cailloutis				

ESSAIS D'IDENTIFICATION ET DE CLASSIFICATION DES SOLS

Teneur en eau naturelle (0/D)	Wnat	(%)	6.1	11.7			
Masse volumique humide	ph	(g/cm ³)					
Masse volumique sèche	pd	(g/cm ³)					
Indice des vides	e						
Degré de saturation	Sr	(%)					

Granulométrie par tamisage - Sédimentométrie

Diamètre maximal	Dmax	(mm)	48.0	39.0			
Passant à 50 mm	< 50 mm	(%)	100.0	100.0			
Passant à 2 mm	< 2 mm	(%)	38.8	62.1			
Passant à 80 µm	< 80 µm	(%)	17.1	32.3			
Passant à 2 µm	< 2 µm	(%)	-	-			

Valeur au Bleu de Méthylène

Valeur au Bleu de Méthylène	V.B.S	(g/100g)	0.40				
-----------------------------	-------	----------	------	--	--	--	--

Limites d'Atterberg

Limite de liquidité	W _L	(%)		22.8			
Limite de plasticité	W _P	(%)		14.4			
Indice de plasticité	I _P			8.4			
Indice de consistance	I _C			Non Applicable			

Equivalent de sable

Equivalent de sable	SE(10)	(%)					
---------------------	--------	-----	--	--	--	--	--

CLASSIFICATION (G.T.R 92 et NF P 11-300)
B5
B5 / A1
ANALYSES CHIMIQUES

Teneur en matières organiques	MO	(%)					
Teneur en carbonates	CaCO ₃	(%)					

ESSAIS DE COMPACTAGE ET DE PORTANCE

Teneur en eau à l'OPN	Wopn	(%)					
Densité sèche à l'OPN	pd (Wopn)	(g/cm ³)					
Indice Portant Immédiat à l'OPN	IPI (Wopn)						
Indice Portant Immédiat à Wnat	IPI (Wnat)						
Indice CBR Immédiat à Wnat	ICBR (Wnat)						

ESSAIS DE PERMEABILITE

Coefficient de perméabilité	k	(m/s)					
-----------------------------	---	-------	--	--	--	--	--

ESSAIS TRIAXIAUX

Type UU	Cohésion	C _{uu}	(kPa)				
	Angle de frottement	Φ _{uu}	(°)				
Type CU+	Cohésion	C'	(kPa)				
	Angle de frottement	Φ'	(°)				

CISAILLEMENT RECTILIGNE DIRECT A LA BOITE

Type UU	Cohésion	C _{uu}	(kPa)				
	Angle de frottement	Φ _{uu}	(°)				
Type CD	Cohésion	C'	(kPa)				
	Angle de frottement	Φ'	(°)				

COMPRESSIBILITE A L'OEDOMETRE

Contrainte de préconsolidation	σ _p	(kPa)					
Indice de compression	Cc						
Indice de gonflement	Cs						

GONFLEMENT A L'OEDOMETRE

Pression de gonflement	σ _g	(kPa)					
Rapport de gonflement	Rg						

RETRAIT LINEAIRE

Limite de retrait effectif	W _{Re}	(%)					
Facteur de retrait effectif	R _I						

ESSAIS SUR LES ROCHES ET GRANULATS

Essai Los Angeles	LA						
Essai Micro-Deval	MDE						
Coefficient de dégradabilité	DG						
Coefficient de fragmentabilité	FR						
Résist. à la compression uniaxiale	σ _c	MPa					
Module de Young	E	MPa					
Coefficient de Poisson	ν						
Résistance à la traction indirecte	σ _{tb}	MPa					

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

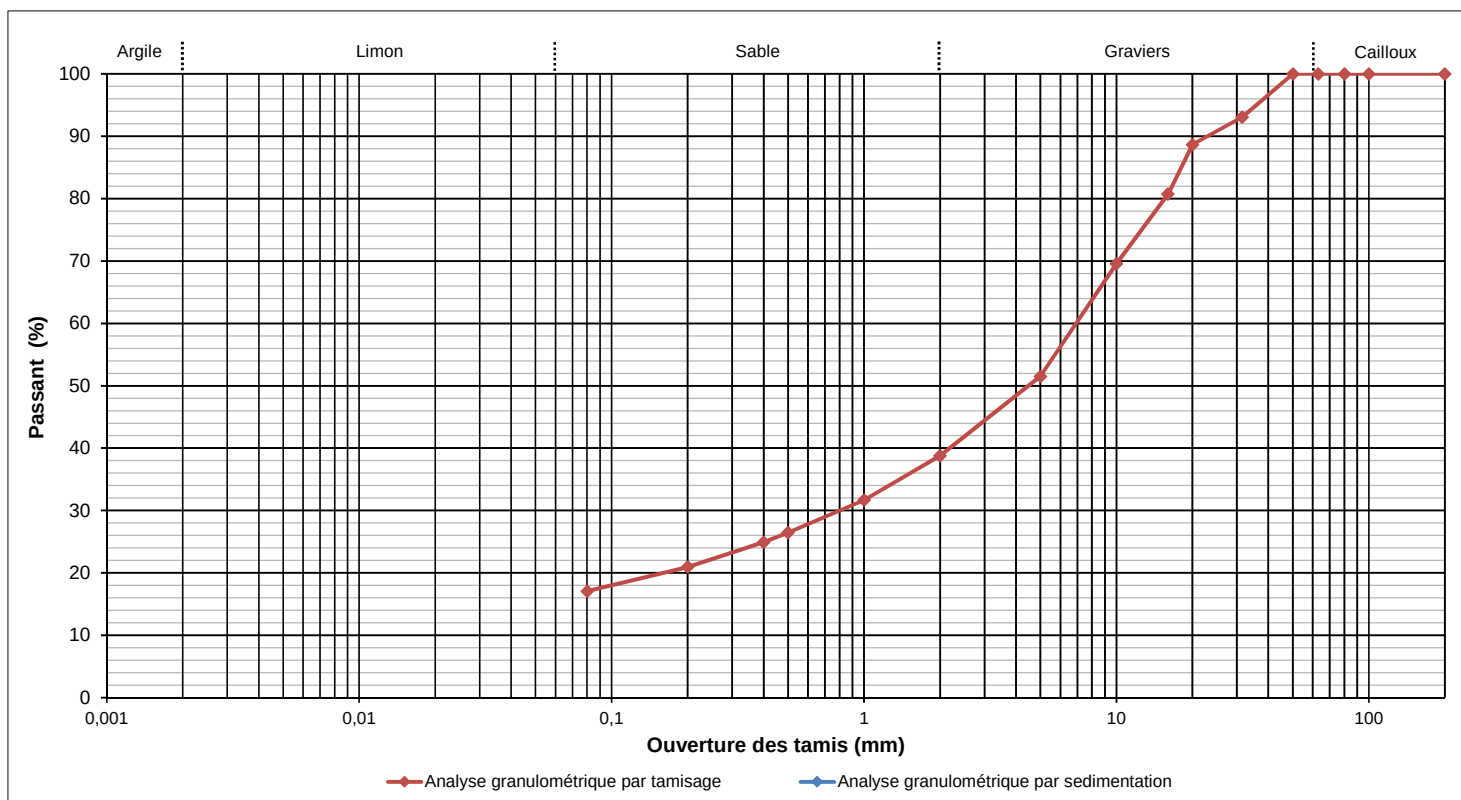
AFFAIRE	2002057
SITE	MARSEILLE
Date	2020-06-26
Opérateur	Fr

W% sur 0/D (NF P 94-050)		6,1
W% sur 0/20 (NF P 94-050)		6,9
Dmax (mm)		48,0
Passants (en %)	50 mm	100,0
	2 mm	38,8
	80 µm	17,1
	2 µm	-
VBS (NF P 94-068)		0,40

T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON
Sondage	SC1
Profondeur	0,30 - 0,80 m
Description	Limon sablo-graveleux, marron, à nombreux cailloux et cailloutis

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	93,1	88,7	80,7	69,6	51,5	38,8	31,7	26,5	24,9	21,0	17,1

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _d (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	C _m =	-	C _d =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains estimée (g/cm ³)		-						

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
--------------	--

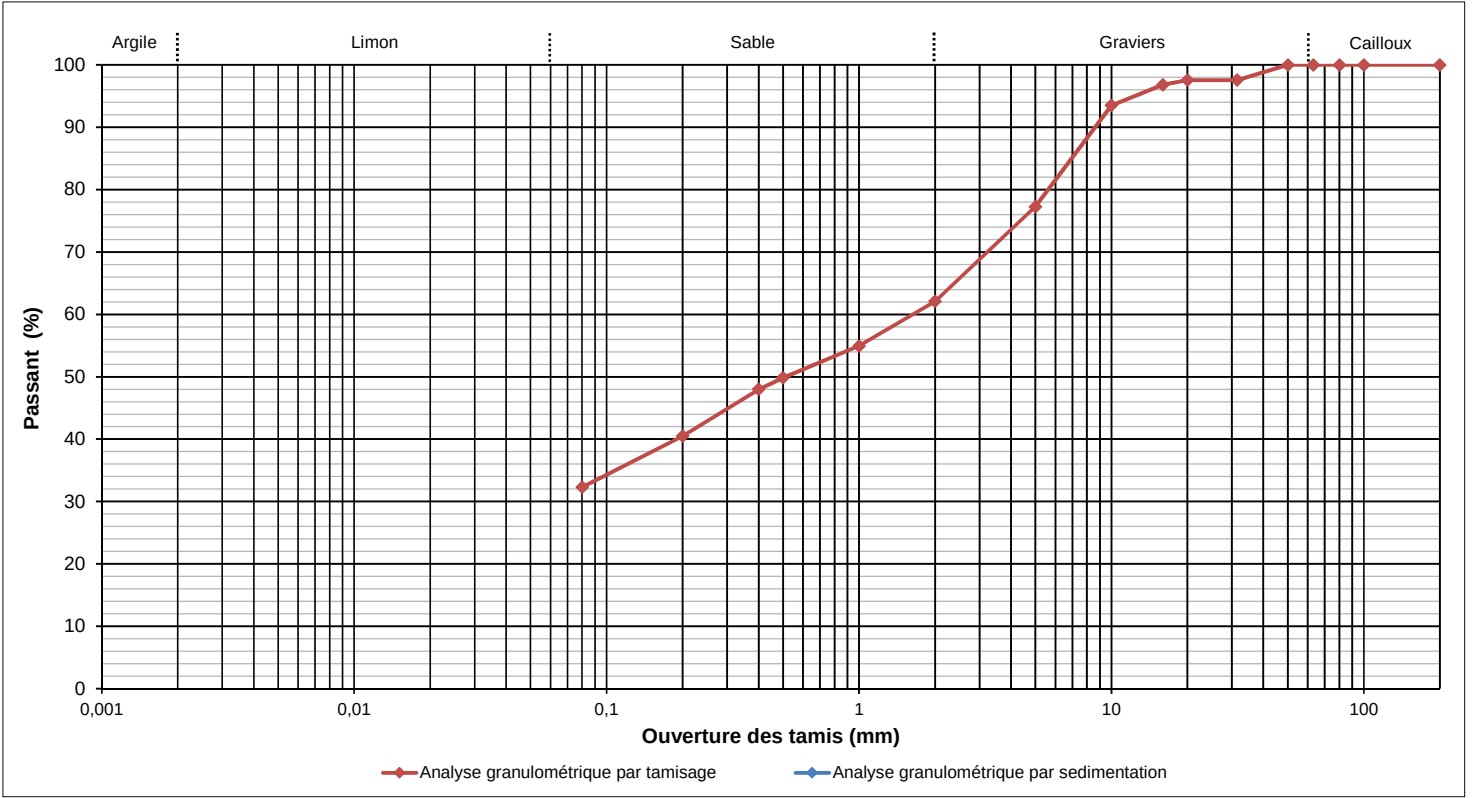
AFFAIRE	2002057
SITE	MARSEILLE
Date	2020-06-26
Opérateur	Fr

W% sur 0/D (NF P 94-050)		11,7
W% sur 0/20 (NF P 94-050)		12,0
Dmax (mm)		39,0
Passants (en %)	50 mm	100,0
	2 mm	62,1
	80 µm	32,3
	2 µm	-
VBS (NF P 94-068)		-

T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON
Sondage	SC6
Profondeur	2,50 - 4,00 m
Description	Argile sableuse légèrement limoneuse beige à cailloutis

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,6	97,6	96,8	93,5	77,3	62,1	54,9	49,8	48,0	40,5	32,3

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _d (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	C _m =	-	C _d =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains estimée (g/cm ³)		-						

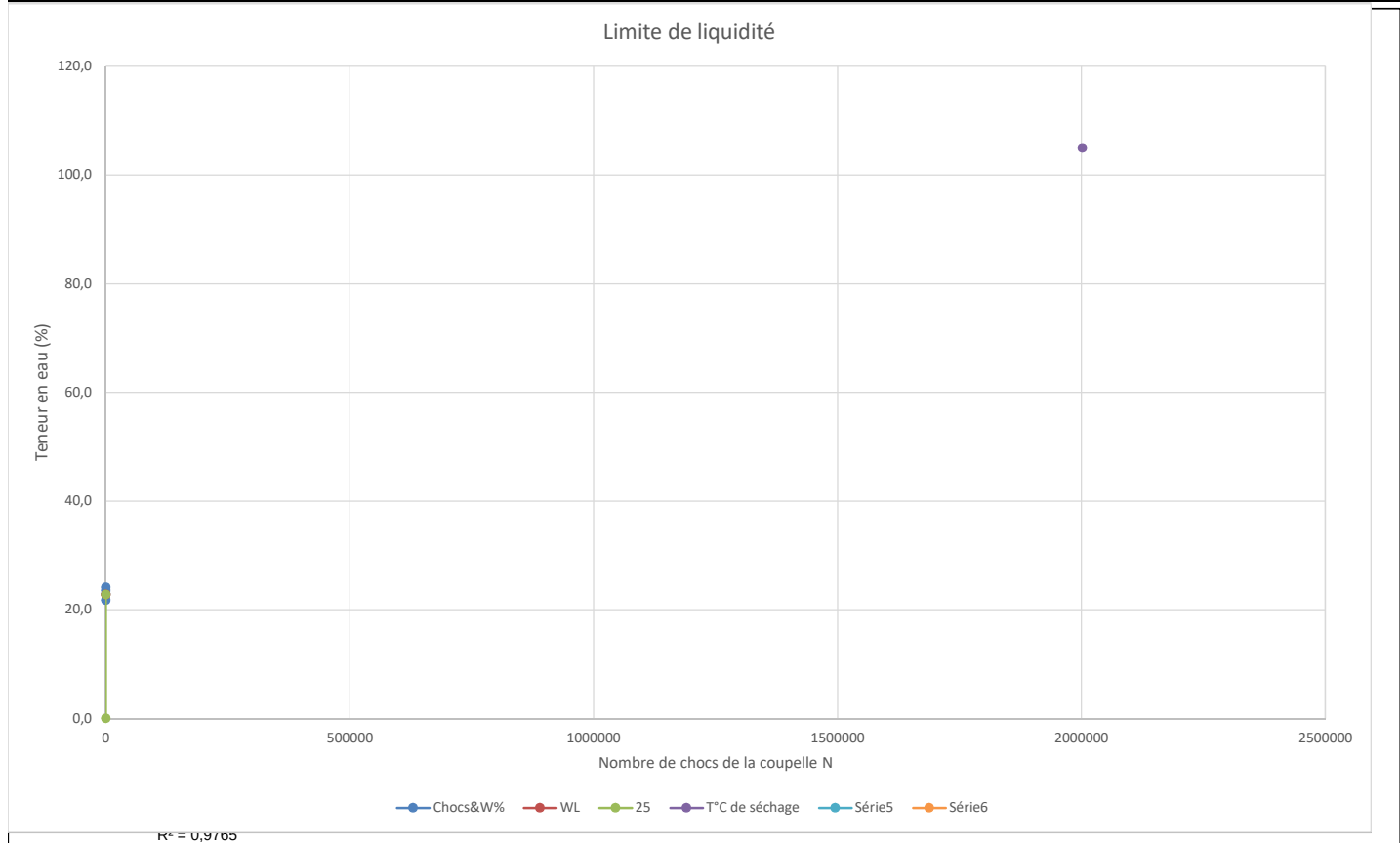
Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
--------------	--

LIMITES D'ATTERBERG (NF P 94-051)

AFFAIRE	2002057
SITE	MARSEILLE
Date	2020-06-29
Opérateur	Fr
T°C de séchage	105°C
Sondage	SC6
Profondeur	2,50 - 4,00 m
Description	Argile sableuse légèrement limoneuse beige à cailloutis

Mesures N°	1	2	3	4
Nombre de coups N	15	19	27	35
Teneur en eau (%)	24,2	23,6	22,8	21,8



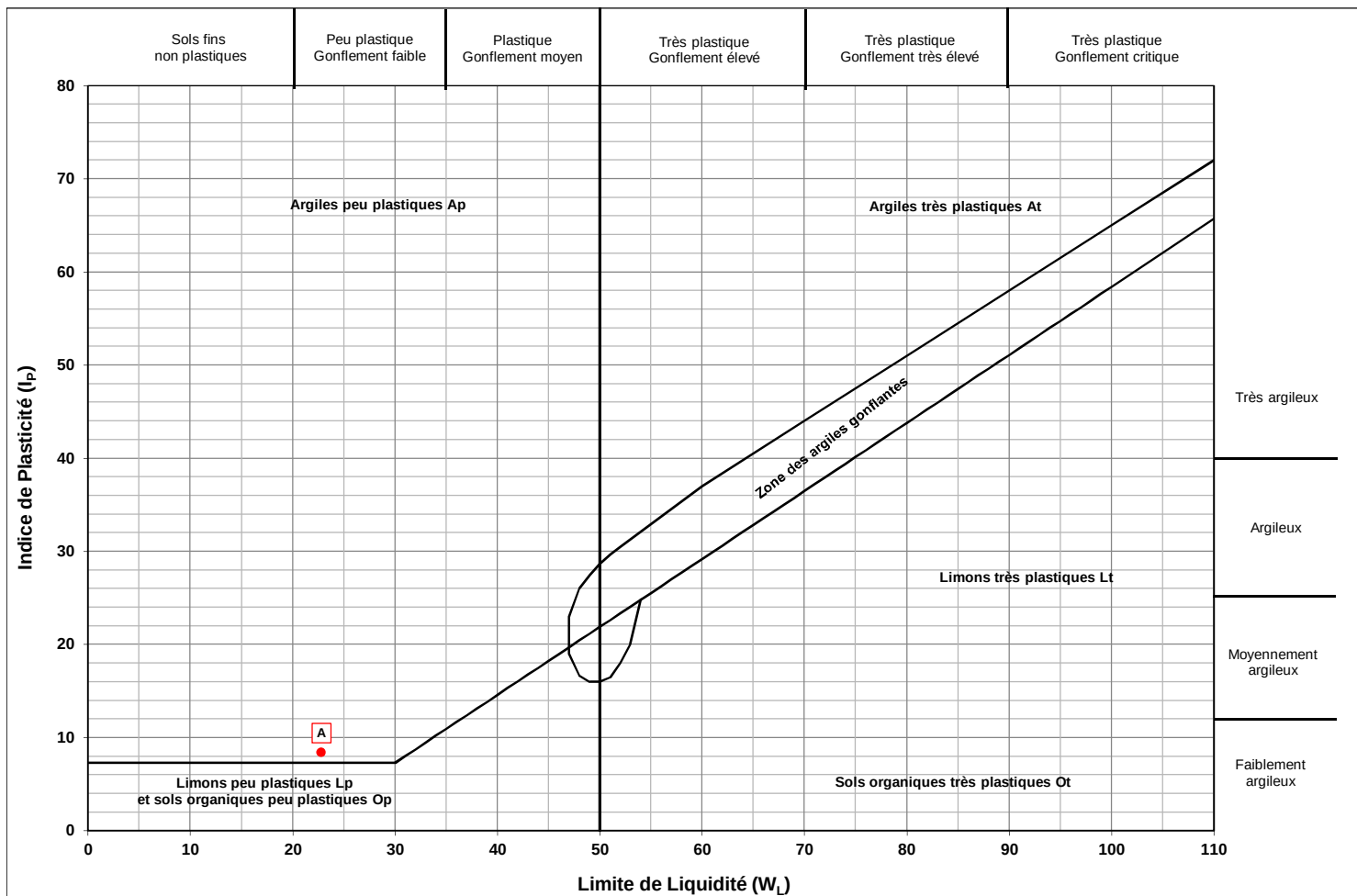
Limite de plasticité	W1 (%)	14,5	Moyenne (%)	14,4
	W2 (%)	14,4		

Teneur en eau sur 0/D (NF P 94-050)	W (%)	11,7
Teneur en eau sur 0/400µm (NF P 94-050)	W (%)	non applicable
Limite de liquidité	W_L (%)	22,8
Limite de plasticité	W_P (%)	14,4
Indice de plasticité	I_P	8,4
Indice de consistance	I_C	non applicable

Observations	Le calcul de la valeur I _C est applicable si une granulométrie a été réalisée et révèle plus de 80% de passant à 400µm, sinon elle n'est pas valable et l'état hydrique ne peut pas être estimé.
---------------------	---

DIAGRAMME DE PLASTICITE

AFFAIRE	20/02057/MARSEILLE		
SITE	MARSEILLE		
Date	29/06/2020		
Opérateur	FR		



LEGENDE									
Point	Sondage/Profondeur	W_L	I_p		Point	Sondage/Profondeur	W_L	I_p	
A	SC6 2.50-4.00	22,8	8,4		E				
B					F				
C					G				
D					H				

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités :	Métrique, kN, kN/m²	Niveau phréatique :	39,16 m
Poids volumique de l'eau :	10,00 kN/m³	Nombre d'itérations par phase de calcul :	100
Pas de calcul :	0,20 m	Prise en compte moments 2 ordre :	non
Définition du projet :	Cotes		

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	dc [kN/m²/m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m²/m]	dkh [kN/m²/m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
Remblais	40,50	18,00	8,00	10,00	0,00	0,000	0,826	0,704	1,507	0,826	0,826	0,000	0,000	3400	0	0,000	-0,330	0,100	10000,00
Argile sableuse	39,50	18,00	8,00	25,00	10,00	0,000	0,577	0,406	3,062	0,577	0,577	1,274	4,264	8915	0	0,000	-0,330	0,100	10000,00
Marne	36,00	18,00	8,00	30,00	25,00	0,000	0,500	0,312	4,959	0,500	0,500	1,203	6,271	158942	0	0,330	-0,660	0,100	10000,00

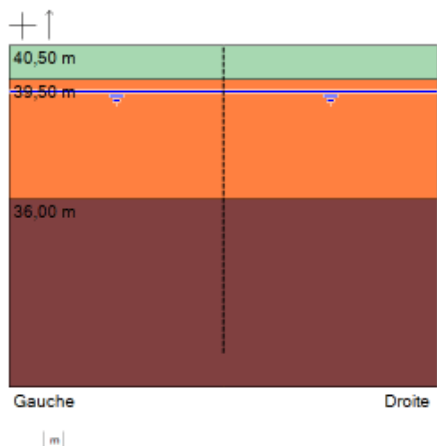
CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm²/m]	W [kN/m/m]
1	31,50	127235	0,00

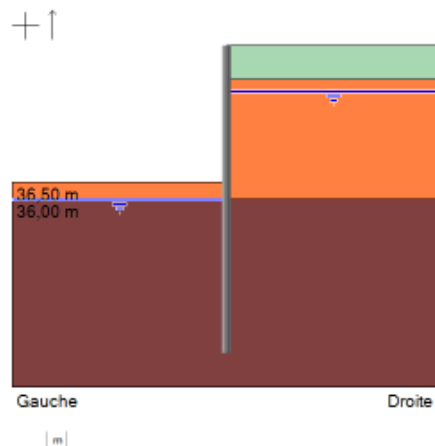
Cote de la tête de l'écran : z0 = 40,50 m

SYNTHESE PHASAGE

Phase initiale



Phase 1 : Phase transitoire

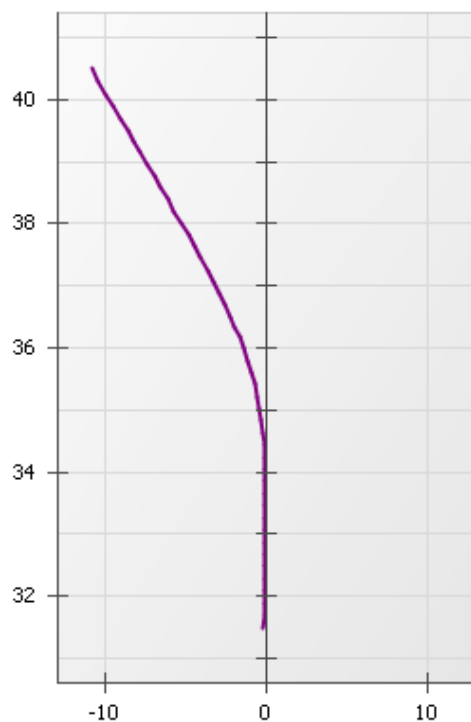


Excavation -5

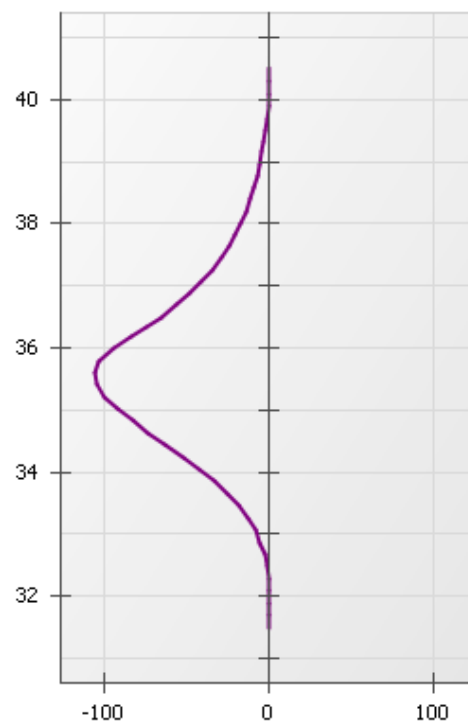
- Excavation (côté gauche) :
zh [m] = 36,50
- Action hydraulique : (gauche)
zw [m] = 36,00

RESULTATS (Phase 1)

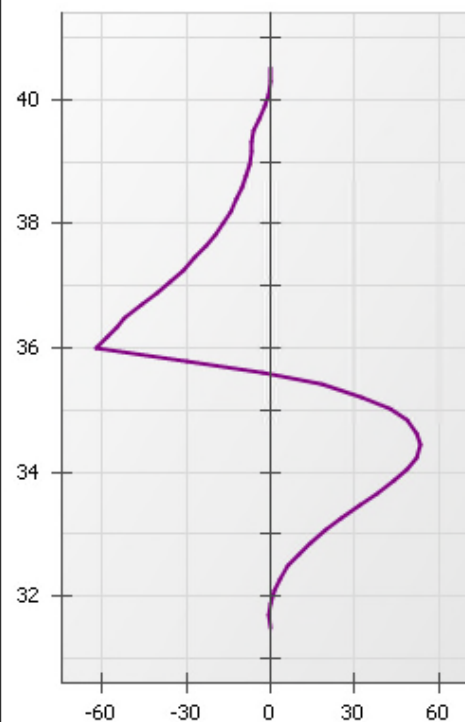
Déplacements [mm]



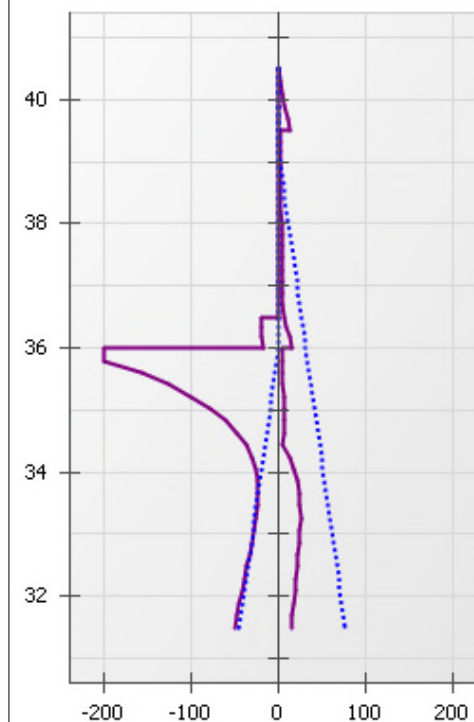
Moment [kNm/m]



Effort Tranchant [kN/m]



Pressions terre/eau [kN/m/m]



Légende des graphiques :

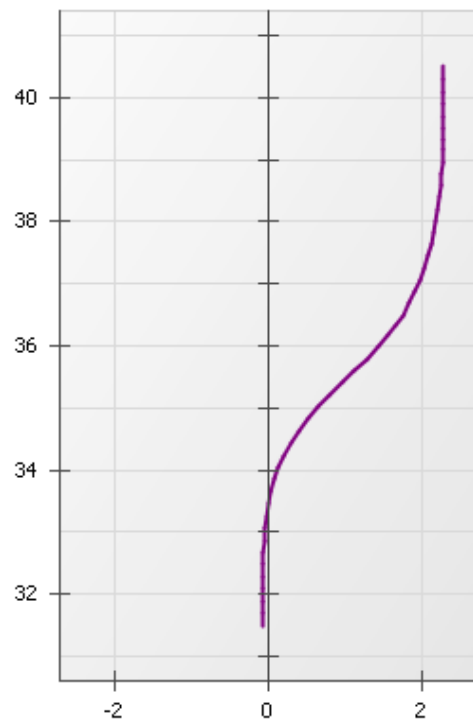
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

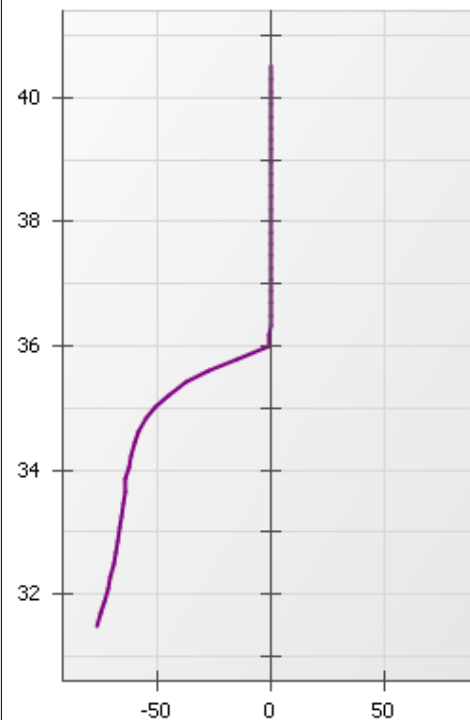
--- Eau

RESULTATS (Phase 1)

Rotation [x0.001 rad]



Effort Normal [kN/m]



Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	Moment max kNm/m	Tranch. max kN/m	Rapport butées
1	-10,88	-10,88	-105,92	-62,53	4,745
Extrema	-10,88	-10,88	-105,92	-62,53	4,745

SC5+PZ

