

Agence PACA

Centre d'Activités Concorde

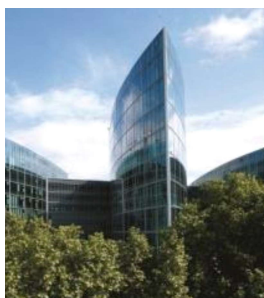
Lot 14 – 11, Avenue de Rome – ZI Les Estroublans

13127 VITROLLES

Tél : 04.42.46.08.09 - Fax : 04.42.46.08.10

agence.paca @geotec.fr

1/49



DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE ET EUDE DE CONCEPTION PHASE PROJET Missions G2PRO et G5

Parc des Franciscaines

20/09476/MARSE

13 006 MARSEILLE

Rue Lacédémone

28 Janvier 2021



ENSEMBLE, CONCEVONS UN AVENIR DURABLE

**DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE ET
ETUDE DE CONCEPTION PHASE PROJET
Missions G2PRO et G5**

Parc des Franciscaines

20/09476/MARSE

Rue Lacédémone

13 006 MARSEILLE

Référence 20/09476/MARSE				Missions G2PRO et G5		
Indice	Date	Modifications Observations	Nbre pages	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par
			Texte + Annexes			
0	28/01/21	Première émission	49	A.PAQUIER- KERN	J-Y.MUGNIER	J-Y.MUGNIER
A						
B						
C						

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

SOMMAIRE

I.	CADRE DE L'INTERVENTION	4
II.	CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE	6
III.	CADRE GEOLOGIQUE - RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE.....	11
IV.	DIAGNOSTIC DES DESORDRES SUR LE MUR.....	14
V.	ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES - MURS DE SOUTÈNEMENT .	18
VI.	RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET	23
	Conditions gènèrales	24
	Conditions gènèrales (SUITE).....	25
	Classification des missions d'ingénierie géotechnique	26
	Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique	27

I. CADRE DE L'INTERVENTION

I.1. INTERVENANTS

A la demande et pour le compte de la ville de MARSEILLE, GEOTEC a réalisé la présente étude, parc des Franciscaine, rue Lacédémone, sur la commune de MARSEILLE (13).

I.2. PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET HYPOTHESES

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

<i>Documents</i>	<i>Emetteur</i>	<i>Référence</i>	<i>Date</i>	<i>Echelle</i>	<i>Cote altimétrique</i>	<i>Remarques</i>
Plan de masse maçonneries	Direction des parcs et jardins	-	10/06/20	1/200	non	-
Descriptif général du site	-	-	-	-	non	-
Diagnostic structurel du mur de soutènement escalier	ID&M	REF.XI.10.258-01	12/10/20	-	non	-
Diagnostic de solidité	APAVE	11137950.001.2	31/10/19	-	non	-

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

- Rd : résistance dynamique apparente (formule des Hollandais)
- TA : terrain actuel ; SS : Sous-sol
- EB : Eaux basses ; EH : Eaux hautes ; EE : Eaux exceptionnelles ; EC : Eaux de chantier

Il est prévu un aménagement du parc des Franciscaines, avec la création de nouveaux cheminements piéton, nécessitant la construction de murs de soutènement, compte tenu de la topographie du site.

Il est également prévu de réaliser un diagnostic géotechnique du mur de soutènement qui borde l'escalier, afin de déterminer la nécessité d'un confortement avant l'ouverture de cet accès au public.

I.3. MISSIONS

Conformément à son offre Réf. 20/09476/MARSE du 23/10/21, GEOTEC a reçu une mission de diagnostic géotechnique (G5) relatif au mur de soutènement bordant l'escalier et une mission de conception géotechnique, phase projet (G2 PRO) pour les nouveaux ouvrages à créer.

Des investigations géotechniques ont été réalisées par GEOTEC dans le cadre de cette mission G2AVP et G5 selon les termes de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013, relative aux missions géotechniques (extraits joints).

Il est rappelé que la phase projet de la mission d'étude géotechnique de conception G2 doit être complétée par les phases DCE/ACT puis par des missions G3 (étude et suivi de

conception réalisée par le géotechnicien de l'entreprise) et G4 (géotechnique d'exécution) afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours ou après réception des ouvrages. GEOTEC reste à la disposition des intervenants, et notamment de l'équipe de maîtrise d'œuvre, pour l'exécution des missions complémentaires de conception G2 et G4, la mission G3 étant réalisée par les entreprises de travaux.

Il a également été réalisé des investigations sur le mur de soutènement qui borde l'escalier, afin d'effectuer un diagnostic géotechnique.

Les objectifs de ce diagnostic sont :

- D'analyser les terrains en place, leurs caractéristiques géométriques et mécaniques,
- D'émettre un avis géotechnique sur l'origine probable des désordres, (fissures)
- De donner un avis sur les remèdes à apporter pour la reprise éventuelle de ce mur.
- De proposer un prédimensionnement de la solution de reprise du mur, si nécessaire.

Cette étude correspond à la mission G5 de diagnostic géotechnique, et aux mission G2AVP – PRO, selon les termes de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013, relative aux missions géotechniques (extraits joints).

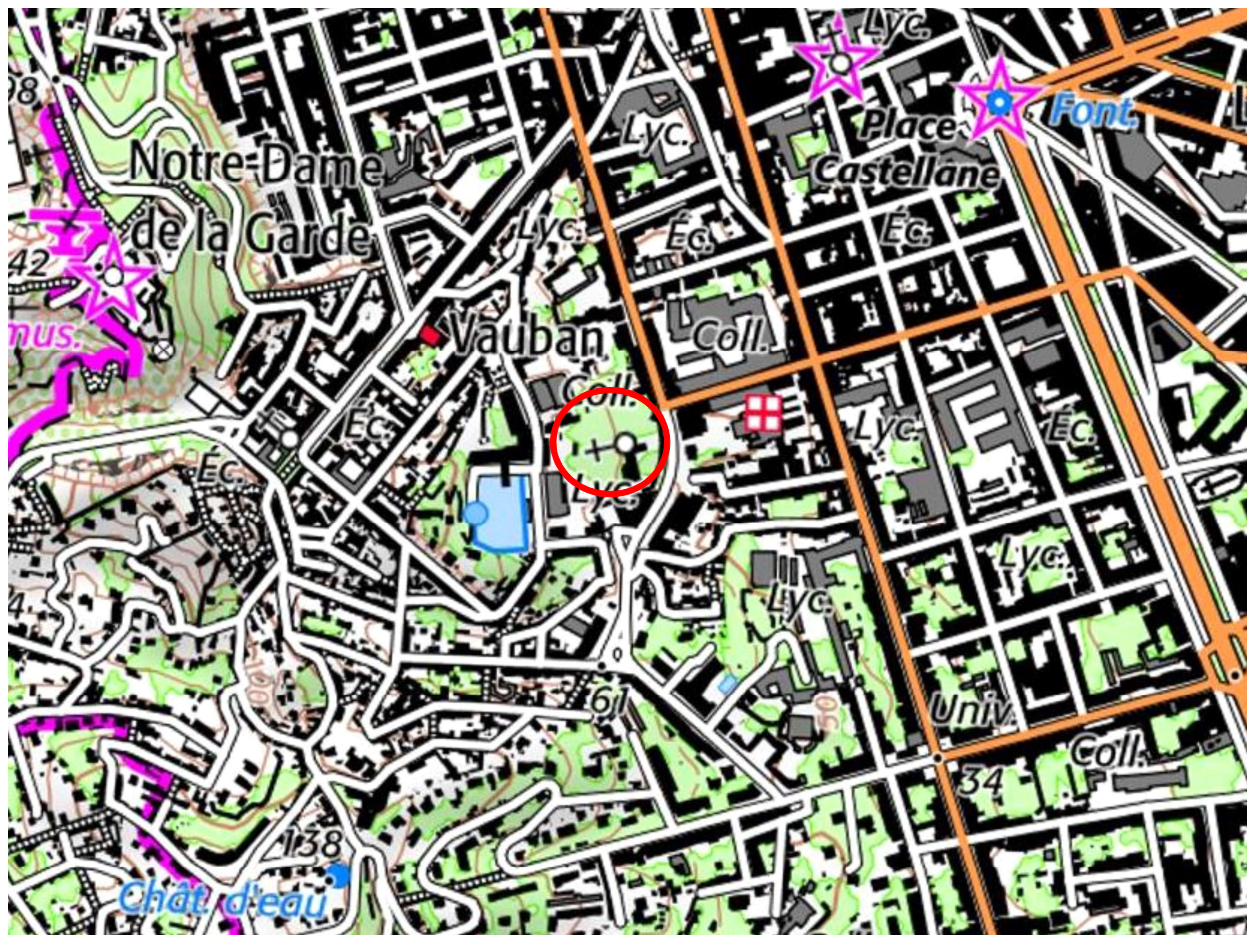
Il est rappelé qu'une mission G5 doit être complétée par une mission G2 d'étude géotechnique de conception ACT, puis par des missions G3 et G4 (études géotechniques de réalisation), afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours d'exécution ou après réception des ouvrages. GEOTEC reste à disposition des intervenants, pour l'exécution des missions complémentaires.

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

II. CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

II.1. LE SITE

Le terrain étudié est localisé en contexte urbain, rue Lacédémone, dans le quartier Vauban, sur la commune de MARSEILLE (13).

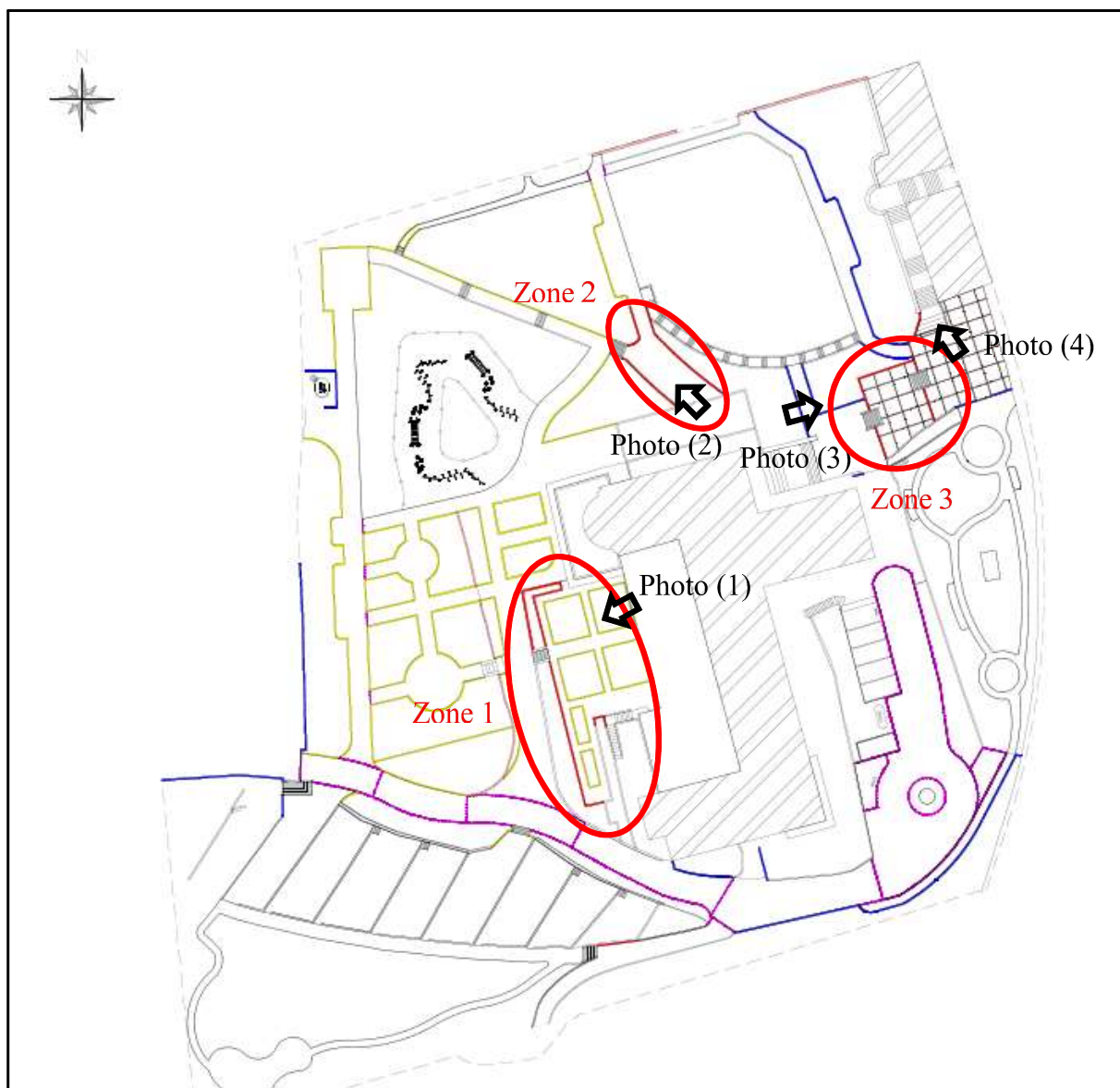


Carte IGN – source : www.geoportail.gouv.fr

La zone étudiée correspond au parc des Franciscaines, établi sur une parcelle en pente selon un axe Ouest vers Est, entre la rue Lacédémone, en amont, et la rue Breteuil en aval.

Un ancien couvent est présent sur la zone. Il n'est pas prévu d'aménagement de ce bâtiment. Le projet concerne uniquement l'aménagement de cheminements au sein du parc, nécessitant la réalisation de terrassements en déblais et remblais, et la construction de murs de soutènement. On considérera trois zones distinctes, notées zones 1, 2 et 3, et localisées sur le plan de masse ci-après.

L'étude portera également sur le diagnostic du mur de soutènement qui borde actuelle l'escalier situé en bas de la parcelle, côté rue Breteuil. Cet ouvrage présente quelques signes d'instabilité (fissuration), et a fait l'objet d'un diagnostic structurel. Il nous a été demandé d'ajouter un diagnostic géotechnique, afin de déterminer les éventuels confortements à prévoir avant la réouverture au public de l'escalier.



Plan de masse des ouvrages, murs dessinés en rouge, murets en bleu



Vue de la première zone concernée par la création de murs, photo (1)



Vue de la seconde zone, photo (2)



Vue de la troisième zone, en partie aval du site, photo (3)



Vue du mur de soutènement de l'escalier, en partie aval, photo (4), sujet du diagnostic géotechnique

II.2. CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

La campagne de reconnaissance de la mission a consisté en l'exécution de :

- **5 essais au pénétromètre dynamique** (P1 à P5) au refus à une profondeur comprise entre 0.8 et 2.4 m, permettant de mesurer en continu la résistance mécanique de chaque faciès. Ils ont été répartis sur les trois zones.

- **5 sondages à la tarière hélicoïdale** (S1 à S5), menés au refus, entre 0.8 et 2.4 m de profondeur, permettant de visualiser les terrains traversés et de prélever des échantillons remaniés. Ils ont été réalisés en doublet avec les essais au pénétromètre dynamique.

- **3 sondages géologiques profonds** (SP1 à SP3) de 10 m de profondeur, réalisés en diamètre 63 mm, pour permettre la réalisation d'un profil pressiométrique suivant un maillage d'essais de 1 ml.

- **3 essais au pénétromètre portatif** (P1 à P3), réalisés en amont du mur de soutènement de l'escalier, dans le cadre de son diagnostic.

- **3 sondages reconnaissances de fondations au perforateur inclinés** (pf1 à pf3), menés en pied de mur, dans le but de déterminer ses conditions d'ancrage.

- **2 sondages au perforateur** (pf3 et pf4) menés horizontalement au droit du mur, afin d'en déterminer l'épaisseur.

- **1 analyse GTR en laboratoire.**

II.3. IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES

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

L'implantation a été réalisée au mieux des conditions d'accès et au mieux de la précision des plans remis pour la campagne de reconnaissance. Certains sondages ont dû être déplacés compte tenu du passage d'une galerie sous-terrainne au droit du site.

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

III. CADRE GEOLOGIQUE - RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE

D'après la carte géologique du secteur éditée au 1/50 000^{ème} par le BRGM et notre connaissance de la zone d'étude, le projet est situé, sous les remblais d'aménagement du site, à la jonction entre deux types de formations

- Substratum Stampien (marnes, grès, conglomérats, g2 en rose),
- Affleurement rocheux sous-marin du Barrémien (n4u en vert).



Extrait de la carte géologique, source inforterre.brgm

III.1. NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS

La campagne de reconnaissance a mis en évidence, sous une épaisseur de béton bitumineux :

- **Des remblais argilo sableux à graviers marron à jaunâtre**, identifiés dans les trois zones sur une épaisseur comprise entre 1.4 et 1.6 m/TA au droit des sondages. Les caractéristiques mécaniques de cette couche sont hétérogènes :

$$3 \leq R_d \leq 50 \text{ MPa}$$

$$0.23 \leq p_l \leq 1.52 \text{ MPa (3 mesures)}$$

$$4.61 \leq E_m \leq 29.3 \text{ MPa (3 mesures)}$$

- **Des argiles à blocs marron clair**, identifiées jusqu'à une profondeur de 4.5 m/TA dans la zone 1 et 3.0 m /TA dans la zone 3, mais pas observées dans la zone 2. Des

refus des essais au pénétromètre dynamique se sont produits dans cette couche. Les caractéristiques mécaniques de cette couche sont les suivantes :

$$1.01 \leq p_l \leq 3.96 \text{ MPa}$$

$$7.7 \leq E_m \leq 34.0 \text{ MPa}$$

- **Des marno-calcaire blanchâtres plus ou moins altérés en tête**, correspondant au substratum, rencontrés jusqu'à la base des sondages à 10.0 m/TA. Les caractéristiques mécaniques de cette couche sont bonnes :

$$3.24 \leq p_l \leq 5.00 \text{ MPa}$$

$$33.5 \leq E_m \leq 850 \text{ MPa}$$

III.2. RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

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

La commune de MARSEILLE a fait l'objet de 43 arrêtés de catastrophe naturelle (5 éboulement, glissement et affaissement de terrain, 24 inondations et coulées de boue, 13 mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse et 1 tempête).

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

Risque étudié	Niveau d'aléa
Retrait-gonflement des argiles	Aléa moyen à fort
Mouvements de terrain	5 éboulements dans un rayon < 500m
Cavités	Non concerné dans un rayon < 500m
Site et sols industriels	Non concerné dans un rayon < 500m
Sites pollués / anciens sites industriels	Plusieurs anciens site industriels (BASIAS) < 500m

III.3. CLASSE SISMIQUE – RISQUE DE LIQUEFACTION

- Accélération de référence au rocher et de calcul

Selon l'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal », l'accélération maximale de référence au niveau d'un sol rocheux, dénommée a_{gr} , vaut **0.7 m/s² en zone de sismicité 2**.

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

En première approche, pour le dimensionnement du mur de soutènement, on considérera qu'il s'agit d'un ouvrage de classe II, hypothèse à confirmer par la maîtrise d'œuvre. Ainsi aucune exigence de calcul sismique ne s'applique dans le cadre de ce projet.

- Classe de sol

Selon l'article 3.1.2 « *Identification des classes de sol* » de l'EC8-1, l'identification des classes de sols nécessite la détermination de la vitesse des ondes de cisaillement sur les 30 mètres supérieurs, ou des mesures de l'indice de pénétration N_{SPT} . En l'absence de telles mesures,

en première approche à partir de corrélation avec les essais réalisés et selon notre connaissance du contexte local, on pourra retenir :

- classe du sol = C ; valeur du paramètre du sol correspondant $S = 1.5$.

- Risque de liquéfaction

Les terrains rencontrés ne sont pas sujet au phénomène de liquéfaction sous séisme. Il est à noter, de plus, qu'en zone de sismicité 2, l'analyse de la liquéfaction n'est quoi qu'il en soit pas requise.

III.4. HYDROGEOLOGIE

Lors de notre campagne de Décembre 2020, aucun niveau d'eau n'a été mesuré dans les sondages.

Ces relevés ayant un caractère ponctuel et instantané, ils ne permettent pas de préciser l'ensemble des circulations d'eau qui peuvent se produire en période pluvieuse, ni les variations de fluctuation d'une éventuelle nappe.

Des venues d'eau et circulation d'eau sont attendues au sein des formations de surface, notamment au retour de séquences pluvieuses.

III.5. 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.

Par ailleurs, les enrobés de surface, selon leur date de mise en œuvre, peuvent toujours présenter des HAP ou fines d'amiante.

III.6. ANALYSES EN LABORATOIRE

Des analyses ont été menées sur les échantillons prélevés au sein des sondages à la tarière. Les résultats de ces essais sont donnés en annexe et résumés dans le tableau suivant :

Sondage	Profondeur (m)	Nature	Wnat (%)	Passant 80 μ m (%)	VBS	Classe GTR
S2	0 – 2.4	Graviers dans sable limoneux	4.1	31.9	1.11	B5

Ces matériaux sont de classe GTR B5, de nature majoritairement sableuse.

IV. DIAGNOSTIC DES DESORDRES SUR LE MUR

IV.1. DESORDRES CONSTATES

Les désordres observés concernent le mur de soutènement qui borde l'escalier présent en partie basse du parc, côté rue Bréteuil. Ce mur, probablement en pierres maçonnées, présente quelques fissures visibles en surface. Il a fait l'objet de deux diagnostics structurels, qui ont conduit à des orientations de reprise et d'entretien du mur et autour du mur.

On constate tout d'abord des fissures de surface, d'ordre esthétique, qui ne semblent concerner que le crépis.

On note, d'autre part, trois principales fissures subverticales ou obliques et situées majoritairement en partie basse de l'escalier, et sur la zone en arrondi sur le demi-pallier. Ces fissures sont plus profondes et semblent affecter le mur dans sa structure.

D'après les informations issues des diagnostics structurels menés, ces fissures n'ont pas évolué depuis le premier diagnostic réalisé par l'APAVE (fin 2018). Leur ouverture est de l'ordre de quelques millimètres, à localement quelques centimètres.



Zones de fissuration sur le mur de l'escalier, en partie basse

En partie centrale du mur, la fissure est assez large et présente de légères traces d'humidité noirâtres.



Fissure centrale du mur (à gauche) et fissure oblique sur le palier (à droite)

Il a été recommandé par les diagnostics structurels de procéder à un brochage de ces fissures afin d'éviter leur ouverture.

Les barbacanes (présentent derrière des grilles circulaires), ne présentent pas de signes d'humidités ou de couleur. Cette information peut indiquer que les circulations d'eau en amont du mur son faible. Il se peut toutefois que ces barbacanes soient obstruées. Il conviendra de procéder à une vérification et à un curage de ces ouvrages pour assurer leur bon fonctionnement.



Pin présent en tête du mur

Nous notons par ailleurs la présence d'un pin est présent à proximité immédiate à l'arrière du mur. Il est possible que la croissance de ses racines ait créé une poussée sur l'ouvrage.

Cet arbre pourra être coupé et dessouché, afin de supprimer ces poussées.

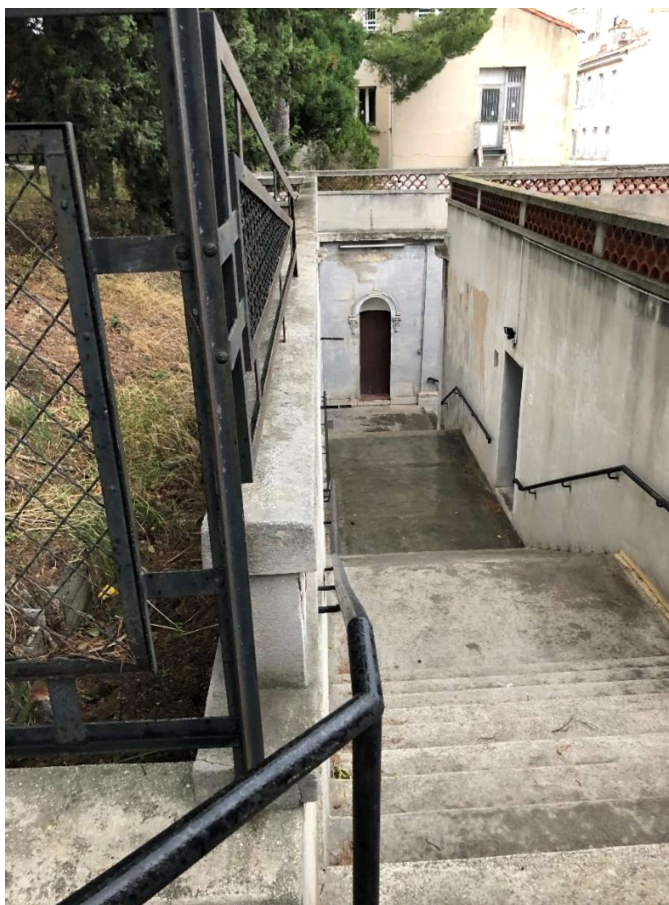
IV.2. RECONNAISSANCES GEOTECHNIQUES

Les investigations complémentaires menées sur le mur lors de notre intervention de décembre 2020 ont permis de déterminer une épaisseur de béton de 20 cm, puis des pierres maçonnées, pour une épaisseur totale de sur de 0.60 m.

Les reconnaissances de fondations, Pf1 et Pf2, menées en pied de mur, ont de plus permis de déterminer l'absence de débord de fondation, en niveau eu palier. Il semble que le mur ne soit pas fondé sur une semelle, mais uniquement fiché dans le sol sur une profondeur de l'ordre de 0.35 m (d'après la reconnaissance Pf1). D'après le sondage P3, les sols sous l'ouvrage sont de plus de faibles caractéristiques mécaniques (Rd de l'ordre de 1 à 4MPa, sur une épaisseur de 1.6m minimum). Le sondage Pf2 semble indiquer l'absence de débord, avec une épaisseur de dalle de 0.20 m sous laquelle on rencontre directement le terrain naturel.

On notera également que le mur opposé, n'ayant pas de rôle de soutènement, présente également des fissures. Ces ouvrages semblent avoir été construits à la même époque que l'escalier. Il est donc possible que les désordres soient liés à la vétusté des ouvrages.

Toutefois, le mur ne présente pas de mouvement d'ensemble (ni basculement, ni déformation en ventre).



Axe du mur de soutènement, pas de bombement ni de basculement visible

IV.3. RECOMMANDATIONS – CONFORTEMENT

Compte tenu des observations menées sur le mur, il est recommandé de procéder dans un premier temps à

- un brochage des fissures, afin de limiter leur ouverture,
- une purge de caniveaux et barbacanes, afin de s'assurer du bon fonctionnement du système de gestion des eaux de ruissellement,
- l'abattage du pin présent en tête de mur.

Selon l'évolution des fissures après la réalisation des premiers aménagements, il pourra être envisagé de conforter l'ouvrage par ancrages passifs associés, soit à des croix type Saint André, soit à une contre mur en béton projeté (plus barbacanes).

Le choix et le dimensionnement de la solution de confortement seront effectués lors d mission G2AVP et G2PRO qui suivront ce diagnostic. Dans cette optique, il conviendra de faire un relevé topographique du mur, afin de connaître précisément les hauteurs de terres soutenues.

Les sondages effectués en tête de mur ont connu un refus prématuré entre 1.6 m et 2.4 m. Ce refus peut être lié à un arrête sur un bloc, dans l'horizon des argiles à blocs, ou sur le substratum marno-calcaire. En première approche, on pourra retenir le modèle suivant en amont du mur :

Couche	Profondeur base (m/TN)	Rd (MPa)	c (kPa)	ϕ (°)
Remblai argilo-graveleux marron	1.5	3	0	27
Argile à blocs marron clair	> 2.4	10	2	30
Marno-calcaire blanc beige	Non identifié		10	30

Les profondeurs sont comptées depuis la tête du mur, côte à laquelle ont été réalisés les sondages. Il est à noter que les sondages P1 et P2 ont été effectués en tête du mur, et que le sondage P3 a été réalisé au niveau du palier de l'escalier.

V. ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES - MURS DE SOUTÈNEMENT

Dans le cadre de l'aménagement du parc, il est prévu la réalisation de murs de soutènement dans trois zones du parc, qui permettront la création de cheminements et d'un escalier dans la zone 3. Les plans qui nous ont été fournis à ce jour ne présentent pas de coupe des ouvrages. On présentera ainsi un dimensionnement de mur type, en considérant une hauteur de terre soutenue de 1.5m au maximum.

V.1. TERRASSEMENT

- Extraction

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

En revanche, en cas de présence de gros éléments au sein des remblais, et de gros blocs dans les argiles, dans le substratum marno- calcaire, et pour enlever les anciennes infrastructures (anciennes fondations,...), les travaux de terrassement pourront devenir rapidement difficiles, et nécessiter l'utilisation d'engins de forte puissance de type BRH par exemple.

Ce matériel devra être disponible sur le chantier.

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

- Stabilité des talus et des avoisinants

Le mode d'exécution des terrassements dépend étroitement du niveau d'assise des avoisinants (**talus**, ouvrages mitoyens, voiries, réseaux, etc.) et de la position et niveau de calage du projet.

Des **talus en déblai provisoires secs et non surchargés en tête**, d'une hauteur maximale de 3 m, pourront être terrassés selon une pente de 3H/2V (3 horizontalement pour 2 verticalement) dans les formations de surface).

Les talus définitifs pourront être dressés selon une pente de 3H/2V (3 horizontalement pour 2 verticalement) et seront limités à 2 m de hauteur. Toutes les dispositions seront prises pour assurer leur stabilité à long terme (engazonnement, plantes fixantes, masque ou tranchée drainante, système pérenne de récupération des eaux,...).

En cas de présence d'eau, ces pentes devront être adaptées.

- Recommandations vis-à-vis des existants

Compte tenu que les bâtiments projetés peuvent être mitoyen à des ouvrages existants, il sera nécessaire de respecter les points suivants :

- un **référé préventif** devra être établi au minimum avant le début des travaux. Il permettra de relever tous les désordres sur les mitoyens,
- **les travaux de terrassement** en bordure des constructions existantes devront être **limités au maximum** et être exécutés avec toutes les précautions nécessaires et

suffisantes afin de ne pas risquer de déstabiliser les bâtiments. On évitera par exemple les vibrations importantes,

- une **pente maximale de 3 horizontal pour 2 vertical entre l'assise des nouvelles fondations et celle des fondations existantes** devra être respectée. Dans le cas où cette pente ne pourrait être respectée on prévoira des ouvrages de soutènement et/ou des reprises en sous-œuvre.

V.2. SOUTÈNEMENTS

- Principe de fondation - niveaux d'assise

Le principe de fondation consistera à fonder les murs de soutènement par des **semelles filantes** descendues dans les formations argileuses à blocs, dans les zones 1 et 3, ou dans les formations marneuses, pour la zone 2. Dans tous les cas, l'ancrage devra se faire au-delà de tout remblais.

Le niveau d'assise respectera le plus restrictif des critères suivants :

- Ancrage de 0,30 m dans la couche de **argiles à blocs marron clair, ou les marnes blanchâtres** ;
- Profondeur minimale de 0.5 m/sol extérieur fini, afin de respecter la garde au gel. Compte tenu de la nature très graveleuse des formations argileuses, .

Le niveau d'assise retenu devra par ailleurs permettre d'assurer la stabilité des ouvrages (stabilité au renversement notamment). En cas d'approfondissement de la base des remblais, la profondeur d'ancrage pourra être assurée par un rattrapage en gros béton.

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

- Modèle géotechnique retenu

Le modèle géotechnique suivant pourra être retenu pour le dimensionnement :

Couche	Profondeur base (m/TN)	Pl (MPa)	Em (MPa)	c (kPa)	ϕ (°)
Remblai argilo-graveleux marron	1.4 à 1.6	0.7	9.5	0	27
Argile à blocs marron clair	3.0 à 4.5	1.5	15	2	30
Marno-calcaire blanc beige	>10.0	4.5	95	10	30

Les profondeurs sont données par rapport au niveau du terrain actuel lors des sondages. Il est à noter que les sondages réalisés pour l'étude de la zone 2 ont du être décalés compte tenu de la présence d'une canalisation enterrée. Il est donc possible que les terrains qui seront rencontrés au droit de ces ouvrages soient différentes de celles reconnues au sein des sondages.

Les argiles à blocs n'ont pas été reconnues au niveau des sondages de la zone 2, mais pourront être rencontrées lors de l'ouverture des fondations.

- Contraintes limites de calcul

Sous réserve du respect du principe de fondation précité, les contraintes verticales centrées de calcul à prendre en compte pour les justifications vis-à-vis des Etats Limites Ultimes et de Services seront limitées à :

$$q_{ELU} \leq 0,50 \text{ MPa}$$

$$q_{ELS} \leq 0,25 \text{ MPa}$$

Ces valeurs sont données pour une charge verticale centrée.

Il conviendra en phase exécution de tenir compte, si besoin, de l'accélération sismique dans le dimensionnement du mur de soutènement (selon la classe de l'ouvrage).

- Vérification vis-à-vis de l'excentrement des descentes de charges

En fonction des combinaisons d'actions, il conviendra de vérifier que :

ELS quasi-permanents : surface du sol 100 % comprimée sous la semelle, soit $e \leq B/6$,

ELS caractéristiques : surface du sol comprimée sous semelle $> 75 \%$ de la surface totale de la semelle, soit $e \leq B/4$,

ELU fondamentales et sismiques : surface du sol comprimée sous semelle $> 10 \%$ de la surface totale de la semelle, soit $e \leq 14/30 B$.

- Vérification au glissement

Vis-à-vis des efforts horizontaux, il est nécessaire de vérifier la fondation vis-à-vis d'une rupture par glissement sur le terrain.

Selon l'approche de calcul 2 de la norme NF EN 1997-1, aux ELU Fondamental, l'inéquation suivante doit être satisfaite pour tous les cas de charges et combinaisons de charge

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

Où :

- H_d est la valeur de calcul de la charge horizontale ;
- R_d est la valeur de calcul de la résistance au glissement de la fondation sur le terrain ; $R_{p;d}$ est la valeur de calcul de la résistance frontale ou latérale de la fondation à l'effet de H_d . La valeur de $R_{p;d}$ n'a pas été prise en compte dans le calcul compte-tenu de l'incertitude liée à la pérennité de cette épaisseur de terrain. En conditions drainées, il convient de déterminer la valeur de calcul de la résistance ultime au glissement du terrain R_d sous la base de la fondation à partir de l'expression suivante :

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

Où :

- V_d est la valeur caractéristique de la charge effective verticale transmise par la fondation superficielle, déduite de la situation donnant la valeur de la charge H_d ;

- $\gamma_{R,h}$ est le facteur partiel pour la résistance au glissement de la fondation superficielle, sa valeur est égale à 1,1 ;
- $\gamma_{R;d,h}$ est le coefficient de modèle lié à l'estimation de la résistance ultime au glissement, sa valeur est égale à 0.9 ;
- $\delta_{a,k}$ est la valeur caractéristique de l'angle de frottement à l'interface entre la base de la fondation et le terrain. Dans le cas d'une fondation coulée in-situ, $\delta_{a,k}$ peut être choisie égale à la valeur de l'angle de frottement interne du sol à long terme, soit dans notre cas $\varphi' = 30^\circ$.

- Tassements

Moyennant une exécution soignée des fouilles, les tassements théoriques absolus seront inférieurs au centimètre.

Nota : l'attention est attirée sur le fait que ces calculs n'ont de validité qu'au droit des sondages réalisés. Ailleurs, des hétérogénéités naturelles de stratigraphie et de caractéristiques mécaniques des sols peuvent induire des tassements absolus et différentiels supérieurs à ceux ici estimés.

- Pré-dimensionnement des murs

Un prédimensionnement du mur est proposé, en l'absence de plans topographiques et de coupes des ouvrages projetés.

On propose ici, en première approche, un mur en béton armé, de type mur en L inversé, avec un patin arrière de longueur réduite, afin de limiter l'emprise des terrassements du côté amont.

Les caractéristiques prise en considération pour le prédimensionnement sont les suivantes :

- Surcharge amont : 5 kPa en tête, liés à la circulation des piétons.
- Matériau soutenu : remblai technique d'apport $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ et $\varphi' = 33^\circ$

Les calculs réalisés sont joints en annexe. Ils permettent d'aboutir au dimensionnement suivant :

- Epaisseur de voile : 0.20 m
- Epaisseur de semelle : 0.30 m
- Hauteur vue du mur : 1.50 m
- Hauteur de terre sur patin avant : 0.20 m
- Profondeur base de semelle : 0.50 m/Terrain extérieur fini
- Hauteur total du mur : 2.00 m
- Largeur total de semelle : 1.20 m
- Largeur patin arrière : 0.90 m
- Largeur patin avant : 0.10 m

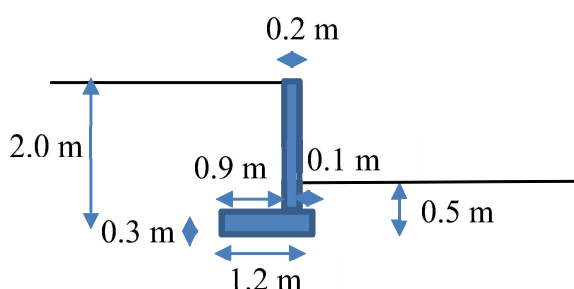


Schéma de la coupe type d'un mur, pour une hauteur vue de 1.5 m

- Dispositions constructives générales

En aucun cas, la largeur des semelles filantes les moins chargées ne sera inférieure à 1m, afin d'assurer un bon contact sol / fondation.

Les murs de soutènement devront être dimensionnés en tenant compte de la poussée des terres et en s'assurant de la stabilité de l'ouvrage au poinçonnement, au glissement et au renversement.

Dans tous les cas, des raidisseurs et joints seront prévus en nombre suffisant conformément aux réglementations.

Des barbacanes seront mises en œuvre à travers le mur afin de gérer les eaux de ruissellement.

En phase définitive, les murs seront calculés en soutènement.

La mise en place d'un drainage soigné en amont du mur et de barbacanes, associés à un système de récolte en pied de mur seront nécessaires pour dissiper la pression hydrostatique en amont de l'ouvrage.

- Sujétions d'exécution et de conception

Le sol d'assise des fondations devra être homogène.

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

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

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.

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

En cas d'arrivées d'eau à l'ouverture des fouilles, il conviendra de les assécher par un dispositif adapté à leur importance et à la nature des terrains (drainage, pompage par exemple).

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

Nota : Dans la conception et l'élaboration du projet (terrassements en phase provisoire en particulier), il conviendra notamment de prendre en compte :

- les aménagements situés à l'amont (cheminement existants)
- les emprises disponibles,
- les pentes de talus et prescriptions mentionnées dans le paragraphe V.1 du présent rapport.

VI. RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET

Le présent rapport constitue le compte rendu et fixe la fin de la mission de diagnostic géotechnique visuel. Ces missions G5 et G2AVP/G2PRO confiées à GEOTEC a permis de fournir d'identifier la situation existante, de définir les mesures à mettre en œuvre pour la reprise des ouvrages et de donner un avis sur les causes probables des désordres, et de proposer un dimensionnement des murs de soutènements prévus pour l'aménagement du parc.

Des incertitudes subsistent. Elles concernent notamment :

- Les nouvelles dégradations pouvant avoir lieu avec le temps,
- Les choix constructifs qui seront faits concernant le type de solution envisagée pour le mur de l'escalier,
- Les dimensions du mur existant (en termes de hauteur notamment),
- Les dimensions des murs de soutènement à créer.

La mise en œuvre de l'ensemble des phases de la mission G2 (G2 DCE/ACT) ainsi que les missions géotechniques suivantes (G3 à G4) devra suivre la présente phase d'étude (mission G5).

Nous restons à l'entière disposition des Responsables du Projet pour tout renseignement complémentaire ainsi que pour la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques complémentaires.

*

* *

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 dégagée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

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

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

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

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

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

7. Implantation, nivellement des sondages

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

8. Hydrogéologie

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

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

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

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inhérentes 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 PREALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

- Étudier 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'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

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

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

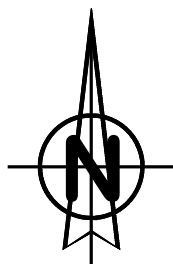
L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte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

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'oeuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	Etudes géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)
	PRO	Etudes géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)
	DCE/ACT	Etude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)	Etude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (<i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience</i>)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

ANNEXES

- Annexe 1 : PLAN DE SITUATION
- Annexe 2 : PLAN D'IMPLANTATION
- Annexe 3 : SONDAGES ET ESSAIS
- Annexe 4 : ESSAIS EN LABORATOIRE
- Annexe 5 : DIMENSIONNEMENT DU MUR DE SOUTÈNEMENT

*ANNEXE 1 :
Plan de situation*

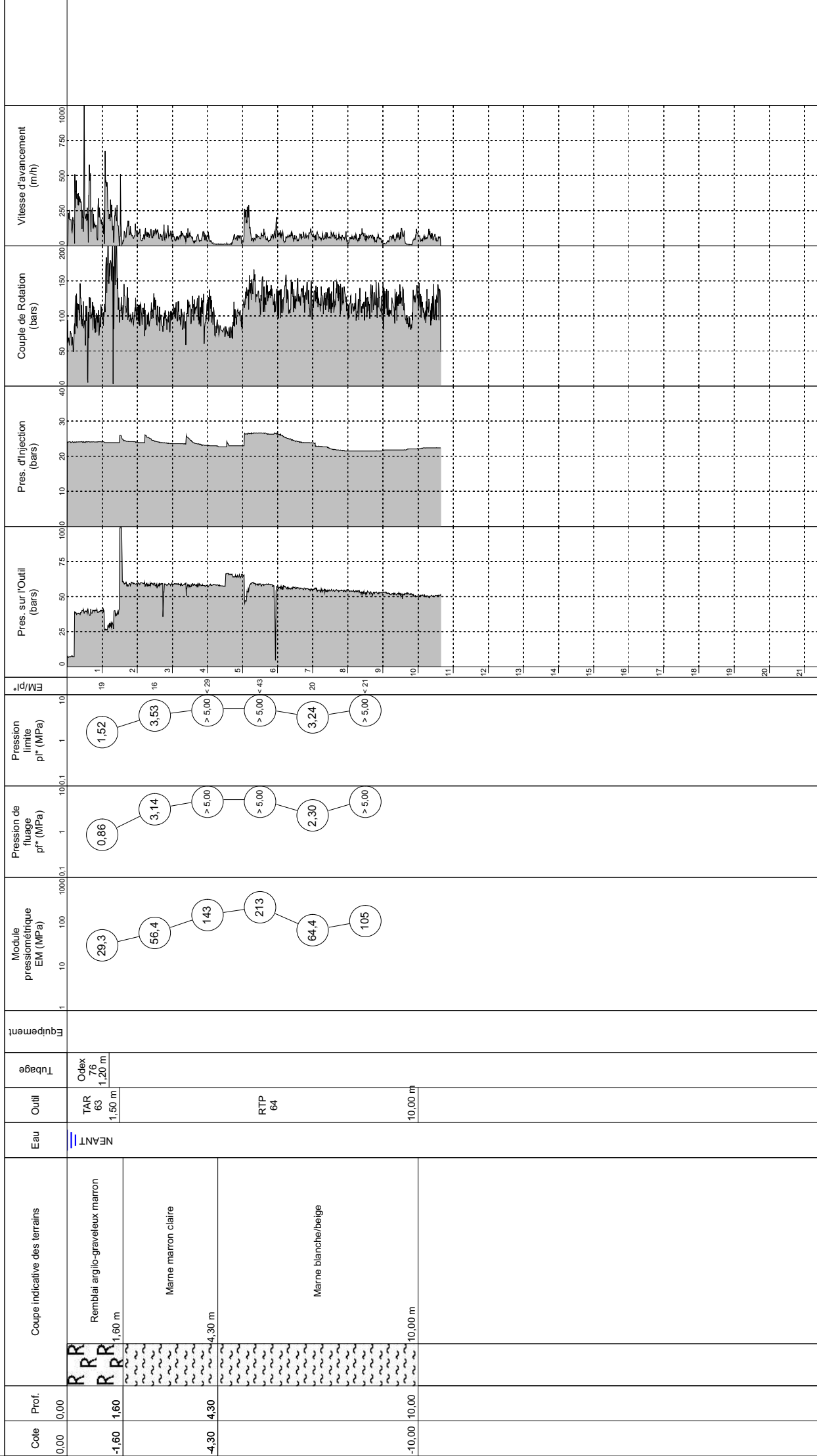


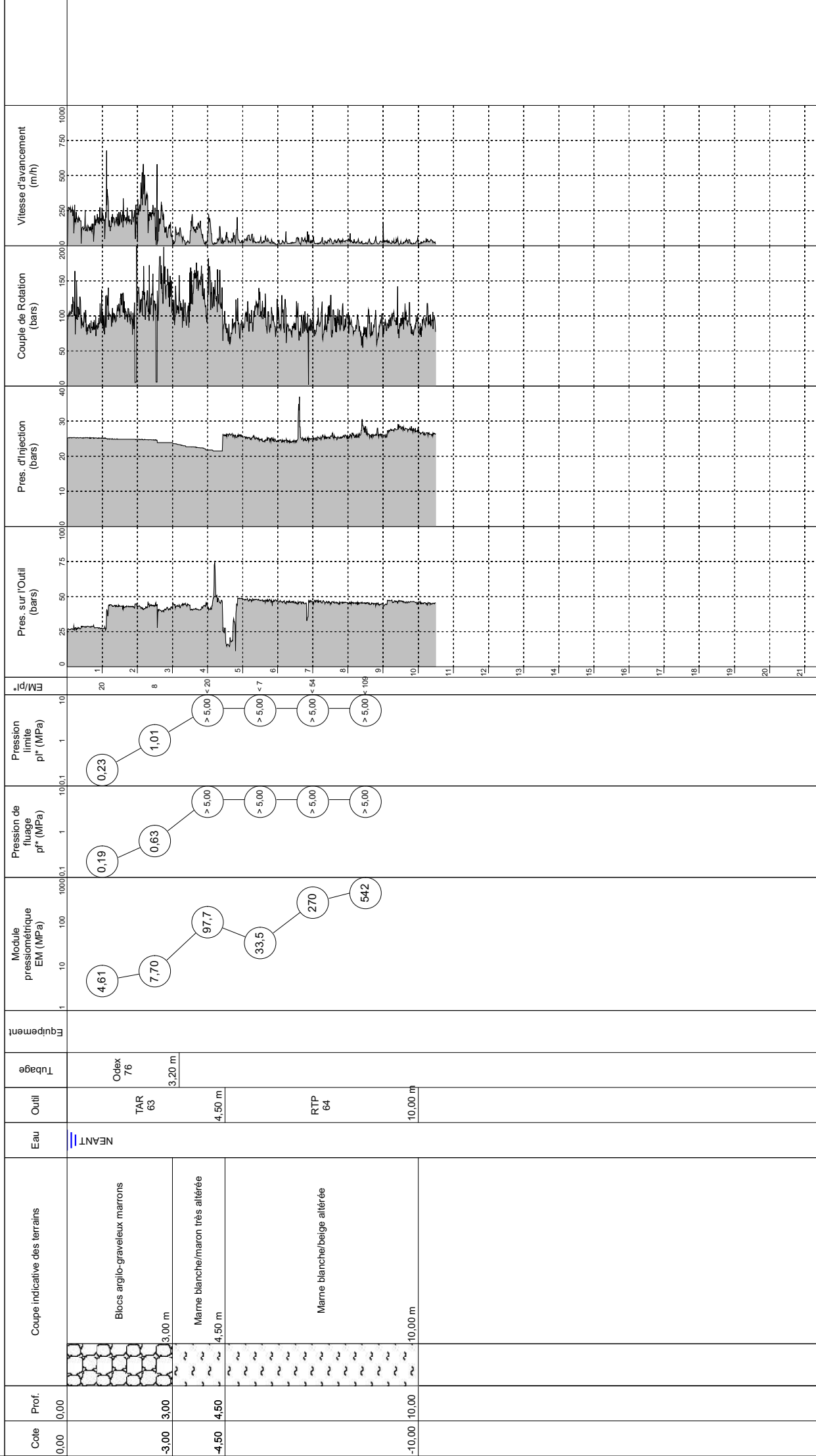
*ANNEXE 2 :
Plan d'implantation*



*ANNEXE 3 :
Sondages et Essais*

Observations : arrêt du sondage à 10m





Refus à 1.80m
Rd>100MPa

EXGTE 3.22

Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDB

Masse mouton : 63.5 kg

Masse enclume : 12.37 kg

Hauteur de chute : 75 cm

Masse de la pointe : 1.05 kg

Section de la pointe : 20.428 cm²

Masse d'une tige : 6.31 kg

Observations :

EXGTE 3.22	
------------	--

Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDB

Masse mouton : 63.5 kg

Masse enclume : 12.37 kg

Hauteur de chute : 75 cm

Masse de la pointe : 1.05 kg

Section de la pointe : 20.428 cm²

Masse d'une tige : 6.31 kg

Observations :

Site : MARSEILLE

X:

Y:

Z:

Affaire : 20/09476/MARSE

Refus à 2.2m
Rd>100MPa

EXGTE 3.22

Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDB

Masse mouton : 63.5 kg

Hauteur de chute : 75 cm

Section de la pointe : 20.428 cm²

Observations :

Masse enclume : 12.37 kg

Masse de la pointe : 1.05 kg

Masse d'une tige : 6.31 kg

mass and age: $\chi^2 = 1.0$, $df = 1$, $p = 0.32$.

Site : MARSEILLE

X:

Y:

Z:

Affaire : 20/09476/MARSE

Refus à 2.4m
Rd>100MPa

Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDB

EXGTE 3.22

Masse mouton : 63.5 kg

Masse enclume : 12.37 kg

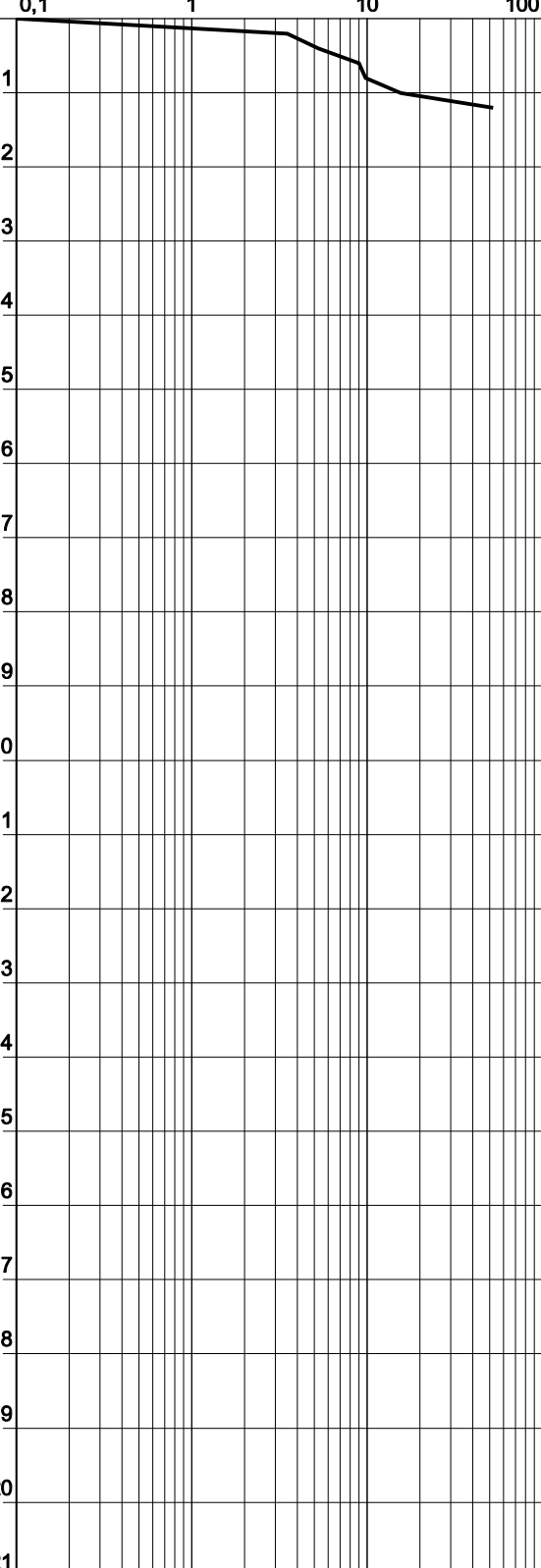
Hauteur de chute : 75 cm

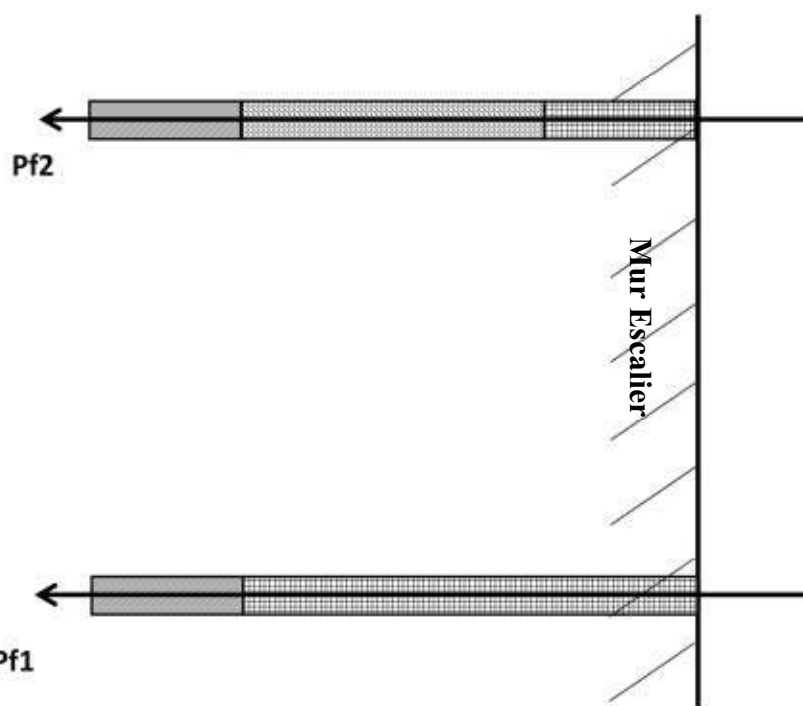
Masse de la pointe : 1.05 kg

Section de la pointe : 20.428 cm²

Masse d'une tige : 6.31 kg

Observations :

Cote	Prof. (m)	Coupe indicative		Eau	Outil	Masse (kg)	Résistance dynamique apparente (Rd en MPa)				Nb. Tiges	Remarques
0,00	0,00						0,1	1	10	100		
-1,00	1,00		Limon à cailloux marron	NEANT	TAR 63	63.5					1	Retus à 1.2m Rd>100 MPa
							1				2	
							2					
							3					
							4					
							5					
							6					
							7					
							8					
							9					
							10					
							11					
							12					
							13					
							14					
							15					
							16					
							17					
							18					
							19					
							20					
						21						

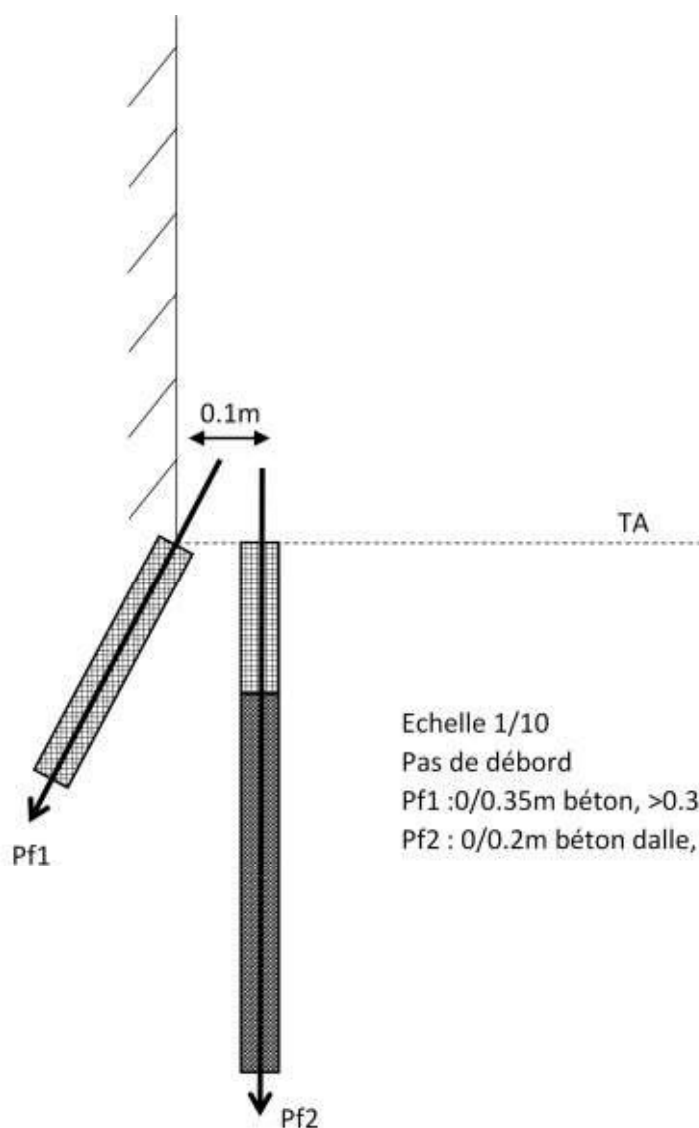


Echelle 1/10

Vue en coupe de l'escalier

Pf1 : 0/0.6m béton/pierres maçonnées, >0.6m TN

Pf2 : 0/0.2m béton, 0.2/0.6m pierres maçonnées, >0.6m TN



Echelle 1/10

Pas de débord

Pf1 : 0/0.35m béton, >0.35m refus perfo calcaire ??

Pf2 : 0/0.2m béton dalle, 0.2/0.7m Remblais

*ANNEXE 4 :
Essais en laboratoire*

AFFAIRE	2009476	Opérateur	SNM	
SITE	MARSEILLE	Vérificateur	A.CALAMAND	
Date	2021-01-25			

Sondage	S2					
Profondeur	0.00-2.40 m					
Description	Graviers dans sable limoneux orangé					

ESSAIS D'IDENTIFICATION ET DE CLASSIFICATION DES SOLS

Teneur en eau naturelle (0/D)	W _{nat}	(%)	4,1				
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	D _{max}	(mm)	20,0				
Passant à 50 mm	< 50 mm	(%)	100,0				
Passant à 2 mm	< 2 mm	(%)	59,0				
Passant à 80 µm	< 80 µm	(%)	31,9				
Passant à 2 µm	< 2 µm	(%)	-				

Valeur au Bleu de Méthylène

Valeur au Bleu de Méthylène	V.B.S	(g/100g)	1,11				
-----------------------------	-------	----------	------	--	--	--	--

Limites d'Atterberg

Limite de liquidité	W _L	(%)					
Limite de plasticité	W _P	(%)					
Indice de plasticité	I _P						
Indice de consistance	I _C						

Equivalent de sable

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

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

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

ESSAIS DE COMPACTAGE ET DE PORTANCE

Teneur en eau à l'OPN	W _{opn}	(%)					
Densité sèche à l'OPN	pd (W _{opn})	(g/cm ³)					
Indice Portant Immédiat à l'OPN	IPI (W _{opn})						
Indice Portant Immédiat à W _{nat}	IPI (W _{nat})						
Indice CBR Immédiat à W _{nat}	ICBR (W _{nat})						

ESSAIS DE PERMEABILITE

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

ESSAIS TRIAXIAUX

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

CISAILLEMENT RECTILIGNE DIRECT A LA BOITE

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

COMPRESSIBILITE A L'OEDOMETRE

Contrainte de préconsolidation	σ _p	(kPa)					
Indice de compression	C _c						
Indice de gonflement	C _s						

GONFLEMENT A L'OEDOMETRE

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

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	2009476
SITE	MARSEILLE
Date	2021-01-21
Opérateur	SD/SNM

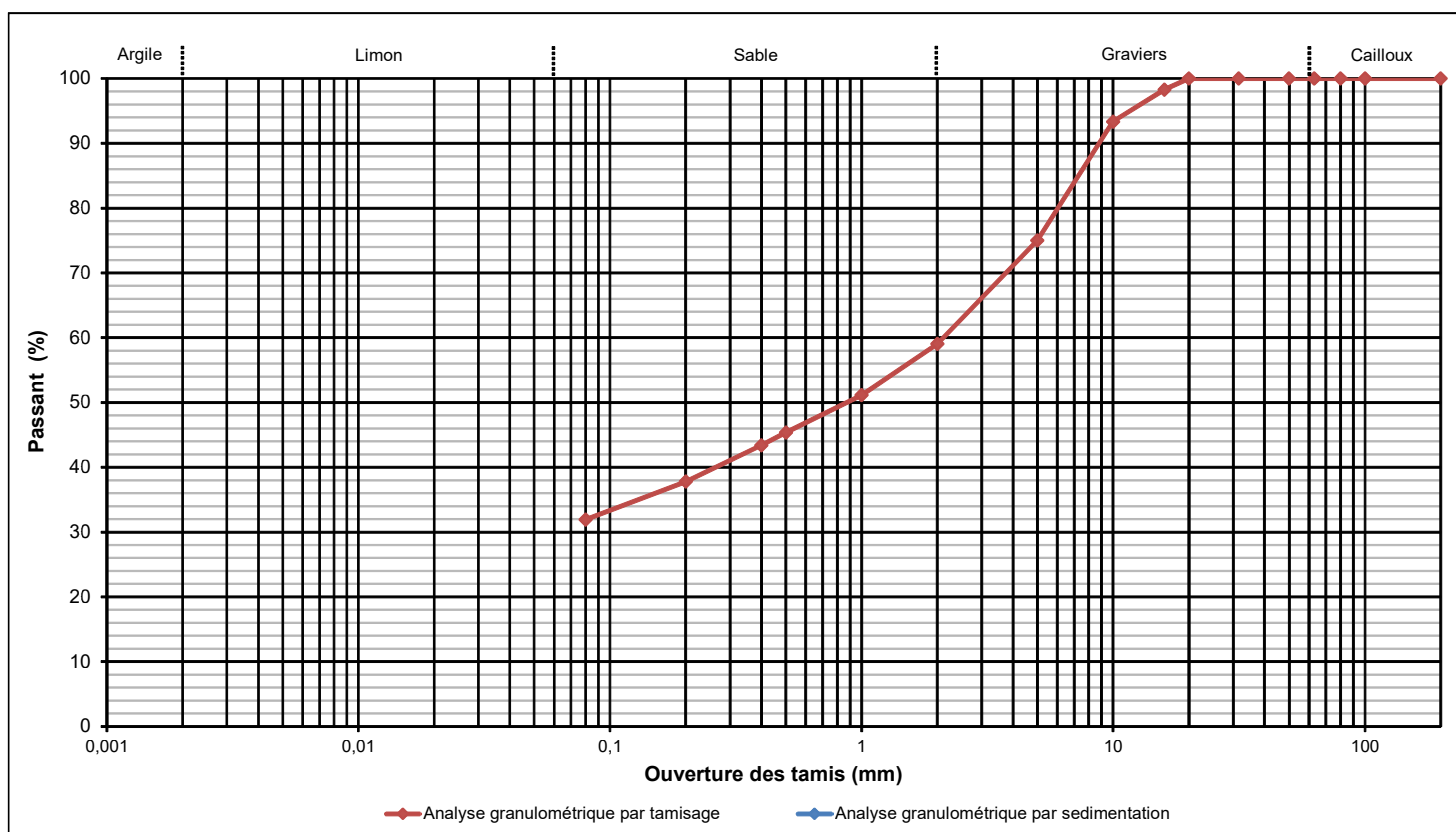
W% sur 0/D (NF P 94-050)		4,1
W% sur 0/20 (NF P 94-050)		-
Dmax (mm)		20,0
Passants (en %)	50 mm	100,0
	2 mm	59,0
	80 µm	31,9
	2 µm	-
VBS (NF P 94-068)		1,11

T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON
Sondage	S2
Profondeur	0,00 - 2,40 m

Description	Graviers dans sable limoneux orangé
-------------	-------------------------------------

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	100,0	100,0	98,3	93,4	75,0	59,0	51,1	45,4	43,4	37,8	31,9

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



Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _d (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	Cm =	-	Cd =	-	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	
--------------	--

*ANNEXE 5 :
Prédimensionnement du mur*

	Justification d'un mur de soutènement selon l'EC7 (Approche 2) et l'EC8				Référence ISO :		OUING06																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
					Révision :		v4																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	Auteur du calcul : APK Date du calcul : 18/01/2021				Développé par :		Jonathan ROT																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
					Vérifié par :		DTS																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
N° affaire :	20/09476/MARSE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Ville :	MARSEILLE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Projet :	Parc des Fanciscaines																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Ouvrage :	Muir de soutènement																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
RESUME RESULTATS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
<table><tr><th></th><th>ELS_{OP/CARA/FREQ}</th><th>ELU 1</th><th>ELU 2</th><th>ELU 3</th><th>ELU 4</th><th>ELU 5</th><th>ELU 6</th><th>ELA</th><th>ELA</th></tr><tr><td></td><td></td><td>(max + surch. déf.)</td><td>(max + surch. déf.)</td><td>(poids fav. + poussée et surch. déf.)</td><td>(poids et surch. fav. + poussée déf.)</td><td>(min + poussée déf.)</td><td>(min + poussée fav.)</td><td>(descendant / pesant)</td><td>(ascendant / allégeant)</td></tr><tr><td>Renversement</td><td>65%</td><td>9%</td><td>8%</td><td>10%</td><td>9%</td><td>9%</td><td>8%</td><td>ok</td><td>ok</td></tr><tr><td>Capacité portante</td><td>13%</td><td>12%</td><td>10%</td><td>12%</td><td>9%</td><td>9%</td><td>7%</td><td>ok</td><td>ok</td></tr><tr><td>Glissement</td><td>57%</td><td>58%</td><td>48%</td><td>78%</td><td>64%</td><td>61%</td><td>48%</td><td>72%</td><td>75%</td></tr></table> Inclinaison de la poussée statique des sols sur l'écran fictif vertical : 0° Inclinaison de la poussée statique des surcharges sur l'écran fictif vertical : 0°											ELS _{OP/CARA/FREQ}	ELU 1	ELU 2	ELU 3	ELU 4	ELU 5	ELU 6	ELA	ELA			(max + surch. déf.)	(max + surch. déf.)	(poids fav. + poussée et surch. déf.)	(poids et surch. fav. + poussée déf.)	(min + poussée déf.)	(min + poussée fav.)	(descendant / pesant)	(ascendant / allégeant)	Renversement	65%	9%	8%	10%	9%	9%	8%	ok	ok	Capacité portante	13%	12%	10%	12%	9%	9%	7%	ok	ok	Glissement	57%	58%	48%	78%	64%	61%	48%	72%	75%																																																																																																																																																																																																																																																							
	ELS _{OP/CARA/FREQ}	ELU 1	ELU 2	ELU 3	ELU 4	ELU 5	ELU 6	ELA	ELA																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
		(max + surch. déf.)	(max + surch. déf.)	(poids fav. + poussée et surch. déf.)	(poids et surch. fav. + poussée déf.)	(min + poussée déf.)	(min + poussée fav.)	(descendant / pesant)	(ascendant / allégeant)																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Renversement	65%	9%	8%	10%	9%	9%	8%	ok	ok																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Capacité portante	13%	12%	10%	12%	9%	9%	7%	ok	ok																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Glissement	57%	58%	48%	78%	64%	61%	48%	72%	75%																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
DONNEES D'ENTREE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Semelle :			Sol assise :			Remblai arrière :																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Largeur semelle	B	1,20 m	Angle de frottement du sol d'assise			25°	Poids volumique du remblai arrière		18 kN/m3																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Patin arrière (talon)	P _{ar}	0,90 m	Type de sol (NF P 94 281)			Argiles et limons	Angle de frottement du remblai arrière		33,0°																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Patin avant (patin)	P _{av}	0,10 m	Type de sol (NF EN 1998-5)			Argile non sensible	Pente du remblai sur l'horizontale β		0,0°																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Hauteur semelle	h _s	0,30 m	Comportement			Intermédiaire	Surcharge :																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Hauteur terre sur patin avant	h _{sol avant}	0,20 m	Pression limite nette P _l			1,50 MPa	Intensité de la charge répartie à l'arrière		5 kPa/ml																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Hauteur terre sur patin arrière	h _{sol arrière}	1,70 m	Cohésion à long terme, c'			0 kPa	Caractéristique de la charge répartie		Variable																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Coulée en place		oui	Cohésion à court terme, c _u			0 kPa	Distance de la charge à la tête du mur		0,50 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Voile :			Poids volumique du sol d'assise			19 kN/m3	Largeur de la bande chargée		3,00 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Hauteur totale	h _t	2,00 m	Profondeur assise /TN			0,50 m	Terrain aval en pente :																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Epaisseur voile	e _v	0,20 m	Profondeur assise /Terrain fini			0,50 m	Présence d'un talus ?		non																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Hauteur voile	h _v	1,70 m	Hauteur encastrement équivalente			0,50 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Poids volumique du mur		25 kN/m3	Facteur de portance K _p			0,89																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
DESCENTE DE CHARGES (au centre et en base de la semelle)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
<table><tr><th></th><th>b</th><th>h</th><th>ep</th><th>γ</th><th>e</th><th>V</th><th>H</th><th>M</th></tr><tr><th></th><th>(m)</th><th>(m)</th><th>(m)</th><th>(kN/m3)</th><th>(m)</th><th>(kN/ml)</th><th>(kN/ml)</th><th>(kN.m/ml)</th></tr><tr><td>W_{voile}</td><td>Voile :</td><td>1,00</td><td>1,70</td><td>0,20</td><td>25,0</td><td>0,40</td><td>8,5</td><td>0,0</td></tr><tr><td>W_{semelle}</td><td>Semelle :</td><td>1,00</td><td>0,30</td><td>1,20</td><td>25,0</td><td>0,00</td><td>9,0</td><td>0,0</td></tr><tr><td>W_{sol talon}</td><td>Poids des terres sur patin arrière (talon) :</td><td>1,00</td><td>1,70</td><td>0,90</td><td>18,0</td><td>-0,15</td><td>27,5</td><td>0,0</td></tr><tr><td>W_{sol patin}</td><td>Poids des terres sur patin avant :</td><td>1,00</td><td>0,20</td><td>0,10</td><td>18,0</td><td>0,55</td><td>0,4</td><td>0,0</td></tr><tr><td>P_{sy}</td><td>Poussée des terres :</td><td>1,00</td><td>2,00</td><td>Kay : 0,295</td><td>18,0</td><td></td><td>0,0</td><td>10,6</td></tr><tr><td>P_{syh sol}</td><td>Poussée des terres (horizontale) :</td><td>1,00</td><td>2,00</td><td>Kay : 0,295</td><td>18,0</td><td>0,57</td><td>0,0</td><td>10,6</td></tr><tr><td>P_{syv sol}</td><td>Poussée des terres (verticale) :</td><td>1,00</td><td>2,00</td><td></td><td>18,0</td><td>-0,60</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr><tr><td>P_{ss}</td><td>Poussée des surcharges :</td><td>1,00</td><td>2,00</td><td>Kaq : 0,295</td><td>5 kPa</td><td></td><td>0,0</td><td>2,1</td></tr><tr><td>P_{ssgh}</td><td>Poussée des surcharges (horizontale) :</td><td>1,00</td><td>2,00</td><td>Kaq : 0,295</td><td>5 kPa</td><td>0,85</td><td>0,0</td><td>2,1</td></tr><tr><td>P_{ssv surcharge}</td><td>Poussée des surcharges (verticale) :</td><td>1,00</td><td>2,00</td><td></td><td>5 kPa</td><td>-0,15</td><td>0,0</td><td>0,0</td></tr><tr><td>Q_{surcharge}</td><td>Poids des surcharges sur patin arrière (talon) :</td><td>1,00</td><td>0,40</td><td></td><td>5 kPa</td><td>-0,15</td><td>2,0</td><td>0,0</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>V_d</td><td>H_d</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>(kN/ml)</td><td>(kN/ml)</td></tr><tr><td colspan="6">Total ELS : (Cars, Freq et QP)</td><td></td><td>47,4</td><td>12,7</td></tr><tr><td colspan="6">Total ELU 1 : (max. + surcharge défavorable)</td><td></td><td>64,0</td><td>17,4</td></tr><tr><td colspan="6">Total ELU 2 : (max + surcharge fav.)</td><td></td><td>64,0</td><td>14,3</td></tr><tr><td colspan="6">Total ELU 3 : (poids fav. + poussée et surch. déf.)</td><td></td><td>47,4</td><td>17,4</td></tr><tr><td colspan="6">Total ELU 4 : (poids fav. + poussée et surch. fav.)</td><td></td><td>47,4</td><td>14,3</td></tr><tr><td colspan="6">Total ELU 5 : (min. + surch. défavorable)</td><td></td><td>47,4</td><td>13,7</td></tr><tr><td colspan="6">Total ELU 6 : (min. + surch. favorable)</td><td></td><td>47,4</td><td>10,6</td></tr></table>											b	h	ep	γ	e	V	H	M		(m)	(m)	(m)	(kN/m3)	(m)	(kN/ml)	(kN/ml)	(kN.m/ml)	W _{voile}	Voile :	1,00	1,70	0,20	25,0	0,40	8,5	0,0	W _{semelle}	Semelle :	1,00	0,30	1,20	25,0	0,00	9,0	0,0	W _{sol talon}	Poids des terres sur patin arrière (talon) :	1,00	1,70	0,90	18,0	-0,15	27,5	0,0	W _{sol patin}	Poids des terres sur patin avant :	1,00	0,20	0,10	18,0	0,55	0,4	0,0	P _{sy}	Poussée des terres :	1,00	2,00	Kay : 0,295	18,0		0,0	10,6	P _{syh sol}	Poussée des terres (horizontale) :	1,00	2,00	Kay : 0,295	18,0	0,57	0,0	10,6	P _{syv sol}	Poussée des terres (verticale) :	1,00	2,00		18,0	-0,60	0,0	0,0	P _{ss}	Poussée des surcharges :	1,00	2,00	Kaq : 0,295	5 kPa		0,0	2,1	P _{ssgh}	Poussée des surcharges (horizontale) :	1,00	2,00	Kaq : 0,295	5 kPa	0,85	0,0	2,1	P _{ssv surcharge}	Poussée des surcharges (verticale) :	1,00	2,00		5 kPa	-0,15	0,0	0,0	Q _{surcharge}	Poids des surcharges sur patin arrière (talon) :	1,00	0,40		5 kPa	-0,15	2,0	0,0								V _d	H _d								(kN/ml)	(kN/ml)	Total ELS : (Cars, Freq et QP)							47,4	12,7	Total ELU 1 : (max. + surcharge défavorable)							64,0	17,4	Total ELU 2 : (max + surcharge fav.)							64,0	14,3	Total ELU 3 : (poids fav. + poussée et surch. déf.)							47,4	17,4	Total ELU 4 : (poids fav. + poussée et surch. fav.)							47,4	14,3	Total ELU 5 : (min. + surch. défavorable)							47,4	13,7	Total ELU 6 : (min. + surch. favorable)							47,4	10,6																																																																																																			
	b	h	ep	γ	e	V	H	M																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	(m)	(m)	(m)	(kN/m3)	(m)	(kN/ml)	(kN/ml)	(kN.m/ml)																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
W _{voile}	Voile :	1,00	1,70	0,20	25,0	0,40	8,5	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
W _{semelle}	Semelle :	1,00	0,30	1,20	25,0	0,00	9,0	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
W _{sol talon}	Poids des terres sur patin arrière (talon) :	1,00	1,70	0,90	18,0	-0,15	27,5	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
W _{sol patin}	Poids des terres sur patin avant :	1,00	0,20	0,10	18,0	0,55	0,4	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
P _{sy}	Poussée des terres :	1,00	2,00	Kay : 0,295	18,0		0,0	10,6																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
P _{syh sol}	Poussée des terres (horizontale) :	1,00	2,00	Kay : 0,295	18,0	0,57	0,0	10,6																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
P _{syv sol}	Poussée des terres (verticale) :	1,00	2,00		18,0	-0,60	0,0	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
P _{ss}	Poussée des surcharges :	1,00	2,00	Kaq : 0,295	5 kPa		0,0	2,1																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
P _{ssgh}	Poussée des surcharges (horizontale) :	1,00	2,00	Kaq : 0,295	5 kPa	0,85	0,0	2,1																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
P _{ssv surcharge}	Poussée des surcharges (verticale) :	1,00	2,00		5 kPa	-0,15	0,0	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Q _{surcharge}	Poids des surcharges sur patin arrière (talon) :	1,00	0,40		5 kPa	-0,15	2,0	0,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
							V _d	H _d																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
							(kN/ml)	(kN/ml)																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Total ELS : (Cars, Freq et QP)							47,4	12,7																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Total ELU 1 : (max. + surcharge défavorable)							64,0	17,4																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Total ELU 2 : (max + surcharge fav.)							64,0	14,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Total ELU 3 : (poids fav. + poussée et surch. déf.)							47,4	17,4																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Total ELU 4 : (poids fav. + poussée et surch. fav.)							47,4	14,3																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Total ELU 5 : (min. + surch. défavorable)							47,4	13,7																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Total ELU 6 : (min. + surch. favorable)							47,4	10,6																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
VERIFICATION GEO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
<table><tr><th>Sollicitations</th><th>ELS_{OP/CARA/FREQ}</th><th>ELU 1</th><th>ELU 2</th><th>ELU 3</th><th>ELU 4</th><th>ELU 5</th><th>ELU 6</th><th>Sollicitations</th><th>ELA (pesant)</th><th>ELA (all.)</th></tr><tr><td>V_d (kN/ml)</td><td>47,4</td><td>64,0</td><td>64,0</td><td>47,4</td><td>47,4</td><td>47,4</td><td>47,4</td><td>V_d</td><td>49,7</td><td>46,6</td></tr><tr><td>H_d (kN/ml)</td><td>12,7</td><td>17,4</td><td>14,3</td><td>17,4</td><td>14,3</td><td>13,7</td><td>10,6</td><td>H_d</td><td>15,1</td><td>14,7</td></tr><tr><td>M_d (kN.m/ml)</td><td>6,6</td><td>9,2</td><td>7,0</td><td>9,5</td><td>7,3</td><td>7,4</td><td>5,2</td><td>M_d</td><td>8,7</td><td>8,4</td></tr><tr><td colspan="8">Renversement</td><td colspan="2">Renversement</td><td></td></tr><tr><td>e = M / V (m)</td><td>0,14</td><td>0,14</td><td>0,11</td><td>0,20</td><td>0,15</td><td>0,16</td><td>0,11</td><td>N</td><td>0,0414</td><td>0,0388</td></tr><tr><td>Critère : (1 - 2e/8)</td><td>0,77</td><td>0,76</td><td>0,82</td><td>0,67</td><td>0,74</td><td>0,74</td><td>0,82</td><td>(1-mF)^k</td><td>1,000</td><td>0,934</td></tr><tr><td>Limite (-)</td><td>1/2</td><td>1/15</td><td>1/15</td><td>1/15</td><td>1/15</td><td>1/15</td><td>1/15</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Vérif?</td><td>65%</td><td>9%</td><td>8%</td><td>10%</td><td>9%</td><td>9%</td><td>8%</td><td>Vérif ?</td><td>ok</td><td>ok</td></tr><tr><td colspan="8">Capacité portante</td><td colspan="2">Capacité portante</td><td></td></tr><tr><td>A' (m²/ml)</td><td>0,9</td><td>0,9</td><td>1,0</td><td>0,8</td><td>0,9</td><td>0,9</td><td>1,0</td><td>A' (m²/ml)</td><td>1,2</td><td>1,2</td></tr><tr><td>δ</td><td>15,0 °</td><td>15,2 °</td><td>12,6 °</td><td>20,2 °</td><td>16,8 °</td><td>16,1 °</td><td>12,6 °</td><td>V_{red}</td><td>1,00</td><td>1,00</td></tr><tr><td>iδ</td><td>0,53</td><td>0,52</td><td>0,59</td><td>0,41</td><td>0,48</td><td>0,50</td><td>0,59</td><td>V_{redv}</td><td>1,0</td><td>1,0</td></tr><tr><td>iβ</td><td>1,00</td><td>1,00</td><td>1,00</td><td>1,00</td><td>1,00</td><td>1,00</td><td>1,00</td><td>V_{redv}</td><td>1,2</td><td>1,2</td></tr><tr><td>V_{redv}</td><td>1,0</td><td>1,0</td><td>1,0</td><td>1,0</td><td>1,0</td><td>1,0</td><td>1,0</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>V_{redv}</td><td>2,3</td><td>1,4</td><td>1,4</td><td>1,4</td><td>1,4</td><td>1,4</td><td>1,4</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>q_{net} (kPa)</td><td>705</td><td>696</td><td>789</td><td>539</td><td>644</td><td>666</td><td>789</td><td>q_{net} (kPa)</td><td>1 200</td><td>1 200</td></tr><tr><td>q_{min} (kPa)</td><td>12</td><td>15</td><td>24</td><td>0</td><td>9</td><td>9</td><td>18</td><td>N_{max} (kN)</td><td>1 200</td><td>1 200</td></tr><tr><td>q_{max} (kPa)</td><td>67</td><td>92</td><td>82</td><td>79</td><td>70</td><td>70</td><td>61</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>R_{vd} (kN/ml)</td><td>282</td><td>454</td><td>553</td><td>308</td><td>410</td><td>423</td><td>553</td><td>N</td><td>0,0414</td><td>0,0388</td></tr><tr><td>R_o (kN/ml)</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>11</td><td>V</td><td>0,0126</td><td>0,0122</td></tr><tr><td>R_{vd} > V_d - R_o ?</td><td>13%</td><td>12%</td><td>10%</td><td>12%</td><td>9%</td><td>9%</td><td>7%</td><td>M</td><td>0,006060</td><td>0,005863</td></tr><tr><td colspan="8">Glissement</td><td colspan="2">Glissement</td><td></td></tr><tr><td>R_{hd} (kN/ml)</td><td>22</td><td>30</td><td>30</td><td>22</td><td>22</td><td>22</td><td>22</td><td>F_{hd} (kN/ml)</td><td>18,5</td><td>17,4</td></tr><tr><td>V_{redh}</td><td>0,9</td><td>0,9</td><td>0,9</td><td>0,9</td><td>0,9</td><td>0,9</td><td>0,9</td><td>K_{pd}</td><td>2,605</td><td>2,597</td></tr><tr><td>V_{redh}</td><td>1,1</td><td>1,1</td><td>1,1</td><td>1,1</td><td>1,1</td><td>1,1</td><td>1,1</td><td>E_{pd} (kN/ml)</td><td>2,3</td><td>2,25</td></tr><tr><td>R_{hd} > H_d ?</td><td>57%</td><td>58%</td><td>48%</td><td>78%</td><td>64%</td><td>61%</td><td>48%</td><td>F_{hd} + E_{pd} > V_{hd}</td><td>72%</td><td>75%</td></tr></table>										Sollicitations	ELS _{OP/CARA/FREQ}	ELU 1	ELU 2	ELU 3	ELU 4	ELU 5	ELU 6	Sollicitations	ELA (pesant)	ELA (all.)	V _d (kN/ml)	47,4	64,0	64,0	47,4	47,4	47,4	47,4	V _d	49,7	46,6	H _d (kN/ml)	12,7	17,4	14,3	17,4	14,3	13,7	10,6	H _d	15,1	14,7	M _d (kN.m/ml)	6,6	9,2	7,0	9,5	7,3	7,4	5,2	M _d	8,7	8,4	Renversement								Renversement			e = M / V (m)	0,14	0,14	0,11	0,20	0,15	0,16	0,11	N	0,0414	0,0388	Critère : (1 - 2e/8)	0,77	0,76	0,82	0,67	0,74	0,74	0,82	(1-mF) ^k	1,000	0,934	Limite (-)	1/2	1/15	1/15	1/15	1/15	1/15	1/15				Vérif?	65%	9%	8%	10%	9%	9%	8%	Vérif ?	ok	ok	Capacité portante								Capacité portante			A' (m²/ml)	0,9	0,9	1,0	0,8	0,9	0,9	1,0	A' (m²/ml)	1,2	1,2	δ	15,0 °	15,2 °	12,6 °	20,2 °	16,8 °	16,1 °	12,6 °	V _{red}	1,00	1,00	iδ	0,53	0,52	0,59	0,41	0,48	0,50	0,59	V _{redv}	1,0	1,0	iβ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	V _{redv}	1,2	1,2	V _{redv}	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0				V _{redv}	2,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4				q _{net} (kPa)	705	696	789	539	644	666	789	q _{net} (kPa)	1 200	1 200	q _{min} (kPa)	12	15	24	0	9	9	18	N _{max} (kN)	1 200	1 200	q _{max} (kPa)	67	92	82	79	70	70	61				R _{vd} (kN/ml)	282	454	553	308	410	423	553	N	0,0414	0,0388	R _o (kN/ml)	11	11	11	11	11	11	11	V	0,0126	0,0122	R _{vd} > V _d - R _o ?	13%	12%	10%	12%	9%	9%	7%	M	0,006060	0,005863	Glissement								Glissement			R _{hd} (kN/ml)	22	30	30	22	22	22	22	F _{hd} (kN/ml)	18,5	17,4	V _{redh}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	K _{pd}	2,605	2,597	V _{redh}	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	E _{pd} (kN/ml)	2,3	2,25	R _{hd} > H _d ?	57%	58%	48%	78%	64%	61%	48%	F _{hd} + E _{pd} > V _{hd}	72%	75%
Sollicitations	ELS _{OP/CARA/FREQ}	ELU 1	ELU 2	ELU 3	ELU 4	ELU 5	ELU 6	Sollicitations	ELA (pesant)	ELA (all.)																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
V _d (kN/ml)	47,4	64,0	64,0	47,4	47,4	47,4	47,4	V _d	49,7	46,6																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
H _d (kN/ml)	12,7	17,4	14,3	17,4	14,3	13,7	10,6	H _d	15,1	14,7																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
M _d (kN.m/ml)	6,6	9,2	7,0	9,5	7,3	7,4	5,2	M _d	8,7	8,4																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Renversement								Renversement																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
e = M / V (m)	0,14	0,14	0,11	0,20	0,15	0,16	0,11	N	0,0414	0,0388																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Critère : (1 - 2e/8)	0,77	0,76	0,82	0,67	0,74	0,74	0,82	(1-mF) ^k	1,000	0,934																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Limite (-)	1/2	1/15	1/15	1/15	1/15	1/15	1/15																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Vérif?	65%	9%	8%	10%	9%	9%	8%	Vérif ?	ok	ok																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Capacité portante								Capacité portante																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
A' (m²/ml)	0,9	0,9	1,0	0,8	0,9	0,9	1,0	A' (m²/ml)	1,2	1,2																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
δ	15,0 °	15,2 °	12,6 °	20,2 °	16,8 °	16,1 °	12,6 °	V _{red}	1,00	1,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
iδ	0,53	0,52	0,59	0,41	0,48	0,50	0,59	V _{redv}	1,0	1,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
iβ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	V _{redv}	1,2	1,2																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
V _{redv}	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
V _{redv}	2,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
q _{net} (kPa)	705	696	789	539	644	666	789	q _{net} (kPa)	1 200	1 200																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
q _{min} (kPa)	12	15	24	0	9	9	18	N _{max} (kN)	1 200	1 200																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
q _{max} (kPa)	67	92	82	79	70	70	61																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
R _{vd} (kN/ml)	282	454	553	308	410	423	553	N	0,0414	0,0388																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
R _o (kN/ml)	11	11	11	11	11	11	11	V	0,0126	0,0122																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
R _{vd} > V _d - R _o ?	13%	12%	10%	12%	9%	9%	7%	M	0,006060	0,005863																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Glissement								Glissement																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
R _{hd} (kN/ml)	22	30	30	22	22	22	22	F _{hd} (kN/ml)	18,5	17,4																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
V _{redh}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	K _{pd}	2,605	2,597																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
V _{redh}	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	E _{pd} (kN/ml)	2,3	2,25																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
R _{hd} > H _d ?	57%	58%	48%	78%	64%	61%	48%	F _{hd} + E _{pd} > V _{hd}	72%	75%																																																																																																																																																																																																																																																																																																								

VERIFICATION SISMIQUE

Détermination de la poussée dynamique des terres (1/2.y.(1+/-Kv).K _{ad} .H ³) :				Séisme descendant (pesant)		
E _d ⁺	Poussée dynamique globale	1,00	1,70	Kad+ : 0,37	18,0	3,6°
E _d ⁺ _h	Poussée dynamique globale (horizontale)					9,9
E _d ⁺ _v	Poussée dynamique globale (verticale)					9,9
F _{d,dyn h} ⁺	Incrément dynamique (horizontal)				0,85	-0,7
F _{d,dyn v} ⁺	Incrément dynamique (vertical)				-0,60	-0,4
				Séisme ascendant (allégeant)		
E _d ⁻	Poussée dynamique globale	1,00	1,70	Kad- : 0,38	18,0	3,9°
E _d ⁻ _h	Poussée dynamique globale (horizontale)					9,6
E _d ⁻ _v	Poussée dynamique globale (verticale)					9,5
F _{d,dyn h} ⁻	Incrément dynamique (horizontal)				0,85	-1,1
F _{d,dyn v} ⁻	Incrément dynamique (vertical)				-0,60	-0,4
Détermination des efforts d'inertie sismique du sol et du mur :				Séisme descendant (pesant)		
F _v Wvoile	voile :	θ+ : 3,6°	Kv : + 0,033	0,40	0,3	0,1
F _h Wvoile			Kh : 0,065	1,15	0,5525	0,6
F _v Wsemelle	Semelle :	θ+ : 3,6°	Kv : + 0,033	0,00	0,3	0,0
F _h Wsemelle			Kh : 0,065	0,15	0,6	0,1
F _v Wsol talon	Poids des terres sur patin arrière (talon) :	θ+ : 3,6°	Kv : + 0,033	-0,15	1,0	-0,1
F _h Wsol talon			Kh : 0,065	1,15	1,8	2,1
F _v Wsol patin	Poids des terres sur patin avant :	θ+ : 3,6°	Kv : + 0,033	0,55	0,0	0,0
F _h Wsol patin			Kh : 0,065	0,40	0,0	0,0
F _v Wsurcharge	Poids des surcharges :	θ+ : 3,6°	Kv : + 0,033	-0,15	0,1	0,0
F _h Wsurcharge			Kh : 0,065	2,30	0,1	0,3
Détermination des efforts d'inertie sismique du sol et du mur :				Séisme ascendant (allégeant)		
F _v Wvoile	voile :	θ+ : 3,8°	Kv : - 0,033	0,40	-0,3	-0,1
F _h Wvoile				1,15	0,5525	0,6
F _v Wsemelle	Semelle :	θ+ : 3,8°	Kv : - 0,033	0,00	-0,3	0,0
F _h Wsemelle				0,15	0,6	0,1
F _v Wsol talon	Poids des terres sur patin arrière (talon) :	θ+ : 3,8°	Kv : - 0,033	-0,15	-0,8	0,1
F _h Wsol talon				1,15	1,8	2,1
F _v Wsol patin	Poids des terres sur patin avant :	θ+ : 3,8°	Kv : - 0,033	0,55	0,0	0,0
F _h Wsol patin				0,40	0,0	0,0
F _v Wsurcharge	Poids des surcharges :	θ+ : 3,8°	Kv : - 0,033	-0,15	-0,1	0,0
F _h Wsurcharge				2,30	0,1	0,3
Total ELU Sismique : (séisme pesant)				1,00*(W _{voile} +W _{semelle} +W _{sol talon} +W _{sol patin} +Q)+1,00*(P _{ah} +P _{av})+1,00*(P _{apgh} +P _{apq})+1,00*A _{ED}	49,7	15,1
Total ELU Sismique : (séisme allégeant)				1,00*(W _{voile} +W _{semelle} +W _{sol talon} +W _{sol patin} +Q)+1,00*(P _{ah} +P _{av})+1,00*(P _{apgh} +P _{apq})+1,00*A _{ED}	46,6	14,7
					8,7	8,4