

MAITRISE D'OUVRAGE

Département des BOUCHES DU RHONE
Commune de VITROLLES
ZAC CAP HORIZON - Secteur Estroublans

Nature du document

ETUDES GEOTECHNIQUES - G2 PRO

Pièce

G

Mission

ZAC - CAP HORIZON - SECTEUR ESTROUBLANS AMENAGEMENT DES INFRASTRUCTURES PRIMAIRES

MAITRISE D'OEUVRE

REFERENCES ADMINISTRATIVES

Dossier n° 13882/02

Réf. Fichier : 13882-02_G_G2-PRO_A_IND6.DOC

Version : A

REDACTEUR

C. LECA

VERIFICATEUR

P. BOURRAS

APPROBATEUR

P. BOURRAS

6	LIVRAISON PRO DEFINITIF - Ind 3	24/06/2022
5	LIVRAISON PRO DEFINITIF - Ind 2	25/03/2022
4	LIVRAISON PRO DEFINITIF - Ind 1	13/12/2021
3	LIVRAISON PRO DEFINITIF - Ind 0	23/07/2021
2	LIVRAISON PRO COPIL	30/06/2021
1	LIVRAISON PRO COTECH	31/05/2021
0	PREMIERE EMISSION	04/03/2021
INDICE	MODIFICATIONS	DATE

PROJET D'AMENAGEMENT DE LA ZAC CAP HORIZON

ZI DES ESTROUBLANS - CUESTA VITROLLES (13127)

RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION PHASE PROJET G2PRO

N° DOSSIER	16 21	MG CGc	503 210	A A	b a	GE	MTC	MON	PIECE	1/1	AGENCE	MARSEILLE
DOSSIERS ASSOCIES												
N° DOSSIER	16	MG	503	A	a	GE	DJ	VF	PIECE	1/1	AGENCE	MARSEILLE
08/04/2022	4813d	M. COLOMBI					-		63 + AN.		INDICE D	
17/03/2022	4813c	M. COLOMBI					-		62 + AN.		INDICE C	
28/01/2021	48137b	M. COLOMBI					-		-		INDICE B	
10/12/2021	48137	M. COLOMBI					Q. NADAL		57 + AN.		INDICE A – RAPPORT INITIAL	
DATE	CHRONO	REDACTION				VERIFICATION			nb Pages	MODIFICATIONS - OBSERVATIONS		

SOMMAIRE

1	CONTENU DE LA MISSION	6
1.1	Cadre de l'intervention	6
1.2	Objectif de la mission	6
1.3	Limites de validité de la mission	6
1.4	Sondages et investigations réalisés	7
2	DOCUEMENTS / LOGICIELS	9
2.1	Documents fournis	9
2.2	Documents de référence	10
2.3	Logiciels	10
3	DESCRIPTION DU SITE ET DU PROJET	11
3.1	Situation géographique et contexte topographique	11
3.2	Caractéristiques du projet	11
4	INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES	14
4.1	Enquête documentaire	14
4.2	Carte géologique	15
4.3	Résultats des investigations géotechniques	15
4.3.1	Implantation et nivellement	15
4.3.2	Sondages carottés	16
4.3.3	Sondages pressiométriques	17
4.3.4	Sondages destructifs	18
4.3.5	Sondages à la pelle mécanique	19
4.3.6	Équipement piézométrique	19
4.3.7	Essais de déformation (plaque)	19
4.3.8	Essais de déflexion	20
4.3.9	Essais de perméabilité EP1 à EP4	20
4.4	Résultats des essais en laboratoire	21
4.4.1	Essais d'identification sur échantillons remaniés	22
4.4.2	Essais d'identification sur échantillons intacts	23
4.4.3	Essais de compactage et de portance	23
4.4.4	Essais de traction et de compression simple (sur carottés)	24
4.4.5	Conclusions sur les essais de laboratoire	24
5	HYPOTHESES GEOTECHNIQUES	26
5.1	Synthèse géologique	26
5.2	Hydrogéologie – Rappel G2 AVP	27
5.3	Contexte sismique	27

5.3.1	Données parasismiques réglementaires	27
5.3.2	Coefficients sismiques de calcul	28
5.3.3	Liquéfaction des sols	28
5.4	Modèle géotechnique retenu (GEO)	29
6	ETUDE DES TERRASSEMENTS	30
6.1	Préambule	30
6.2	Extraction des matériaux	30
6.3	Pentes et protection des talus	31
6.3.1	Pente de talus provisoires	31
6.3.2	Protection des talus provisoires	31
6.3.3	Pente et protection des talus définitifs	32
6.4	Réutilisation des matériaux	32
6.4.1	Réutilisation en remblais	32
6.4.2	Réutilisation en couche de forme des chaussées	33
6.5	Mise en œuvre des matériaux du site en remblais	33
6.6	Contrôles	34
7	ETUDE DES NOUVELLES VOIRIES	35
7.1	Préparation de l'assises pour les chaussées	35
7.1.1	Définition de zones d'homogénéité vis-à-vis de la portance des chaussées	35
7.1.2	Nature et niveau de portance de la PST	35
7.2	Nature de la couche de forme	35
7.2.1	Cas de matériaux nobles	35
7.2.2	Cas de matériaux du site traités	35
7.3	Epaisseur de la couche de forme	35
7.3.1	Cas de matériaux nobles	35
7.3.2	Cas de matériaux du site traités	35
7.4	Contrôle des couches de forme	35
7.5	Dispositions relatives à la protection contre les eaux	36
7.6	Dimensionnement des structures de chaussée	36
7.6.1	Gare routière (hors zone d'arrêt)	36
7.6.2	Voie C	36
7.6.3	Voie B	37
7.6.4	Bretelle depuis A7	37
7.6.5	Giratoire Athènes/Rome	37
8	ETUDE DES OUVRAGES DE SOUTÈNEMENT	39
8.1	Préambule	39
8.2	Profils et hypothèses de calculs	39
8.2.1	Profils d'étude	39

8.2.2	Modèle géotechnique	40
8.2.3	Surcharges	40
8.3	Etude des murs de soutènement : murs n°1/2/4/5/6/7	40
8.3.1	Fondations mur n°1 : fondations profondes	40
8.3.2	Fondations mur n°2 et murs 4/5/6/7 : fondations superficielles	41
8.3.3	Méthode de justification des murs	41
8.3.4	Caractéristiques dimensionnelles des murs n°2 et n°5	42
8.3.5	Résultats des calculs de dimensionnement des murs n°2 et n°5	42
8.3.6	Dispositions générales vis-à-vis des fondations superficielles	43
8.3.7	Dimensionnement du mur n°1	44
8.4	Etude de la paroi microberlinoise autostable : soutènement n°3	49
8.4.1	Caractéristiques de la paroi n°3	49
8.4.2	Critères de déplacements	50
8.4.3	Méthode de justification selon la norme NF P94-282	50
8.4.4	Hypothèses de dimensionnement	50
8.4.5	Résultats des calculs sous K-REA	52
8.4.6	Dispositions générales vis-à-vis des micropieux	52
8.5	Dispositions constructives relatives aux soutènements	52
8.5.1	Phasage des travaux pour la réalisation des murs	52
8.5.2	Gestion des eaux	53
9	ETUDE DES FONDATIONS	55
9.1	Préambule	55
9.2	Ancrage des fondations – Sol d’ancrage	55
9.3	Méthode de justification	55
9.4	Principe de justification	56
9.4.1	Capacité portante	56
9.4.2	Vérification au glissement	56
9.4.3	Tassements des fondations superficielles	56
9.5	Dispositions générales vis-à-vis des fondations superficielles	56
10	DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES	58
10.1	Étude d’exécution	58
10.2	Suivi d’exécution	58
10.3	Méthode observationnelle	58
10.4	Rappel de la norme NF P94-500	58
CLASSIFICATION ET ENCHAINEMENT DES MISSIONS TYPES D’INGENIERIE GEOTECHNIQUE		59
TABLEAU 2 - CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPES D’INGENIERIE GEOTECHNIQUE		60

CONDITIONS GENERALES

61

ANNEXES

63

1 CONTENU DE LA MISSION

1.1 Cadre de l'intervention

A la demande et pour le compte de la SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES, la société ABO-ERG GÉOTECHNIQUE a effectué une étude géotechnique de conception phase projet dans le cadre de l'aménagement de la ZAC CAP HORIZON située sur la commune de VITROLLES (13).

Pour cette opération, ABO-ERG GÉOTECHNIQUE a précédemment réalisé une étude géotechnique G2 AVP, qui englobe les secteurs Estroublans-Cuesta et Couperigne, dont les résultats sont consignés dans le rapport 16MG503Aa daté du 21/08/2017.

La présente étude concerne uniquement les aménagements du secteur Estroublans-Cuesta.

1.2 Objectif de la mission

Cette mission géotechnique G2 PRO a pour objectifs :

- L'établissement des hypothèses géotechniques en phase projet,
- L'étude des fondations des ouvrages : murs de soutènement, passerelles du bassin, escaliers,
- L'étude d'ouvrages de soutènement selon 4 profils,
- L'étude des terrassements en déblais et en remblais,
- L'étude des structures de chaussée,
- La rédaction d'un rapport G2 PRO avec recommandations générales et les dispositions constructives.

Elle rentre dans le cadre d'une mission de type G2 phase Projet suivant la classification des missions géotechniques de la norme NF P 94-500.

1.3 Limites de validité de la mission

Ne font pas partie de cette mission :

- L'étude des terrassements de masse,
- L'étude hydrogéologique des niveaux d'eau avec dimensionnement des dispositifs drainants en phase provisoire et définitive,
- L'étude de reprise en sous œuvre des existants,
- Le calcul de ferrailage des ouvrages géotechniques,
- La reprise de calcul suite à une modification du projet,
- L'approche des quantités, coût et délais d'exécutions des ouvrages.
- Les études hydrauliques et environnementales,
- L'étude de tout autre ouvrage géotechnique que ceux précités (cf. § 1.2),
- L'estimation des quantités, coûts et délais des travaux,
- L'établissement des pièces pour la consultation des entreprises avec la rédaction des CCTP, BPU, DE (G2 DCE),
- L'analyse technique des offres et le choix des entreprises avec l'élaboration d'un planning (G2 ACT),
- Les études et le suivi géotechniques d'exécution, entrant dans le cadre de missions spécifiques G3 ou G4,
- L'accomplissement de toutes les démarches et demandes d'autorisation nécessaires et suffisantes pour la réalisation du projet.

Compte tenu du contexte géotechnique et des ouvrages à réaliser, il conviendra en cours ou en fin de travaux d'adapter les dispositions prévues dans le cadre de cette étude, en fonction des terrains effectivement mis à jour ou rencontrés lors des travaux.

Ces adaptations se feront en concertation avec un géotechnicien dans le cadre des missions spécifiques de suivi et supervision géotechniques du suivi d'exécution de types G3/G4 selon la norme NF P 94-500.

Ce document n'est en aucun cas une étude de risque géologique au sens d'un PLU ou d'un PER par exemple. Il n'est pas conçu pour servir dans le cadre de l'instruction d'un permis de construire pour lequel une étude spécifique liée aux éventuels risques géologiques du secteur concerné doit être le cas échéant entreprise.

1.4 Sondages et investigations réalisés

Dans le cadre de l'étude G2AVP, nous avons réalisé les investigations suivantes dans le secteur Estroublans-Cuesta :

- Sept sondages pressiométriques SP1_E à SP8_E avec enregistrement des paramètres de forage descendus jusqu'à :
 - 25,0 m/TN en SP7_E, avec 24 essais répartis le long du sondage,
 - 15,0 m/TN en SP3_E, SP4_E, et SP6_E, avec 14 essais répartis sur le long de chaque sondage,
 - 10,0 m/TN en SP1_E, SP2_E, et SP8_E avec 9 essais répartis le long de ce sondage.
- Un sondage destructif de reconnaissance SD1_E descendu à 10,0 m/TN, avec enregistrement des paramètres de forage,
- L'équipement en piézomètre ouvert des sondages SD1_E, et SP8_E, d'un diamètre 36-40 mm, crépinés (usine) en profondeur et munis de bouchons de tête et de pied, avec capot de protection métallique cadénassé,
- Six sondages carottés SC1_E à SC7_E, avec le prélèvement d'échantillons intacts, descendus jusqu'à :
 - 25,0 m/TN en SC7_E,
 - 15,0 m/TN en SC3_E et SC4_E,
 - 10,0 m/TN en SC1_E, SC2_E et SC6_E,
- Quatre sondages à la pelle mécanique, PM1_E à PM4_E, avec le prélèvement d'échantillons remaniés,
- Une série de six essais de plaque P1_E à P6_E réalisés sur supports variés,
- Six sondages carottés courts sur enrobé existant SCA1_E à SC6A_E, complétés par des analyses en laboratoire pour recherche d'amiante et de teneur en HAP.

Par ailleurs, à partir d'échantillons de sols prélevés sur les sondages carottés et les sondages à la pelle mécanique, nous avons réalisé une série d'essais géotechniques en laboratoire (essais d'identification et essais mécaniques).

Les sondages SP5_E et SC5_E n'ont pas été réalisés (feeder SEM non détectable dans la zone).

Dans le cadre de la présente étude G2PRO, les investigations suivantes ont été réalisées :

- Deux sondages destructifs de reconnaissance SD2_E et SD3_E descendus à 6,0 m/TN, avec enregistrement des paramètres de forage,
- Trois sondages pressiométriques SP9_E à SP11_E, avec enregistrement des paramètres de forage, descendus entre 6,0 et 8,0 m/TN,
- Quatre essais de perméabilité type Porchet EP1_E à EP4_E réalisés entre 0,6 et 1,0 m/TN environ, dans la zone des futurs bassins,
- Une série d'essais de déflexions : un essai tous les 5 ml, sur un total d'environ 350 ml de voirie,
- Trois sondages à la pelle mécanique PM1 à PM3.

(*) m/T : profondeur exprimée en mètre par rapport à la surface du Terrain lors de notre intervention.

Les résultats obtenus, ainsi que le schéma d'implantation des sondages, figurent en annexe A1 du présent rapport.

2 DOCUMENTS / LOGICIELS

2.1 Documents fournis

Pour cette mission, les documents suivants nous ont été transmis :

N°	Intitulé	Ind.	Emetteur	Ech.
Pièces Ecrites				
A	Notice descriptive des aménagements	A	CITADIA/OPSIA	-
B	Notice hydraulique	A	OPSIA	-
C	Détails paysagers - Palette matériaux, végétale et mobilier urbain	A	CITADIA	-

Pièces Graphiques :

1	Plan de Situation	A	OPSIA	1/25 000
2	2.0 Plan d'ensemble - Secteur Estroublans	A	OPSIA/CITADIA	1/1000
	2.1 Synoptique réseaux EP - EU	A	OPSIA	1/1500
	2.2 Synoptique réseau AEP - Incendie	A	OPSIA	1/1500
	2.3 Synoptique réseau Electrique	A	OPSIA	1/1500
	2.4 Synoptique réseau Télécommunication - Surveillance	A	OPSIA	1/1500
	2.5 Synoptique réseau Gaz	A	OPSIA	1/1500
	2.6 Synoptique réseau Eclairage public	A	OPSIA	1/1500
3	Plan d'Etat des Lieux Topographique et Réseaux Existants			
	3.1 - Planche 1	A	OPSIA	1/250
	3.2 - Planche 2	A		1/250
	3.3 - Planche 3	A		1/250
	3.4 - Planche 4	A		1/250
4	Plan des démolitions			
	4.1 - Planche 1	A	OPSIA	1/250
	4.2 - Planche 2	A		1/250
5	Plan de Phasage des Travaux			
	5.1 - Plan de Phasage des Travaux - Général	A	OPSIA/CITADIA	1/1000
	5.2 - Plan de Phasage des Travaux - Phase 1	A	OPSIA/CITADIA	1/1000
	5.3 - Plan de Phasage des Travaux - Phase 2	A	OPSIA/CITADIA	1/1000
6	Plan de Voirie et Revêtements			
	6.1 - Planche 1	A	OPSIA	1/250
	6.2 - Planche 2	A		
	6.3 - Planche 3	A		
	6.4 - Planche 4	A		
7	Carnet de girations	A	OPSIA	1/250
8	Profils en long	A	OPSIA	VAR.
9	Carnet de Coupes Types voirie	A	OPSIA	VAR.
10	Plans des Réseaux Humides	A	OPSIA	1/250
	10.1 - Planche 1	A		
	10.2 - Planche 2	A		
	10.3 - Planche 3	A		
	10.4 - Planche 4	A		
11	Plans des Réseaux Secs			
	11.1 - Planche 1	A	OPSIA	1/250
	11.2 - Planche 2	A		
	11.3 - Planche 3	A		
	11.4 - Planche 4	A		
12	Plan de plantations			
	12.1 - Place haute	A	CITADIA	1/250
	12.2 - Plantations accompagnement de voirie	A		
	12.3 - Plantations Cuesta	A		
13	Carnet de détails			
	13.1 - Terrasses, passerelles et cloture de sécurité	A	OPSIA/CITADIA	VAR.
	13.2 - Clôtures (gare routière + fond de place)	A		
	13.3 - Ouvrages hydrauliques	A		
	13.4 - Escalier Cuesta - Pour mémoire	A		

Depuis la réunion avec l'équipe de conception du 25/02, les éléments suivants nous ont été transmis pour établir la version C de notre étude :

-  13882-02_H_DIMENSIONNEMENT CHAUSSEE_A_Ind5.pdf
-  F6.1_13882-02_VOI_A.PDF
-  F6.2_13882-02_VOI_A.PDF
-  F6.3_13882-02_VOI_A.PDF
-  F6.4_13882-02_VOI_A.PDF
-  F13.3_13882-02_DETAILS_A.PDF

2.2 Documents de référence

Les documents consultés dans le cadre de cette étude sont les suivants :

- Norme NF P 94-500 : missions géotechniques,
- Norme NF EN 1997-1/NA : Eurocode 7 : Calcul géotechnique - Partie 1 : Règles générales,
- Norme NF P 94-261/A1 : calculs géotechniques : fondations superficielles,
- Norme NF P 94-281 : justification des ouvrages géotechniques, norme d'application nationale de l'Eurocode 7, Murs,
- GTR 92 : Guide des Terrassements Routiers.

2.3 Logiciels

Les logiciels utilisés pour les calculs sont les suivants :

- Le module FondSup du logiciel FOXTA V4 a été utilisé pour les calculs des fondations superficielles,
- Le module FondProf du logiciel FOXTA V4 pour les calculs de fondations profondes,
- GEOMUR pour les calculs de stabilité des soutènements,
- GEOSTAB pour les calculs de stabilité générale,
- KREA pour le prédimensionnement de la paroi microberlinoise,
- ALIZE pour le dimensionnement des voiries.

3 DESCRIPTION DU SITE ET DU PROJET

3.1 Situation géographique et contexte topographique

Le terrain se situe à l'Ouest du centre-ville de la commune de VITROLLES (13), dans la Zone Industrielle des « Estroublans ».

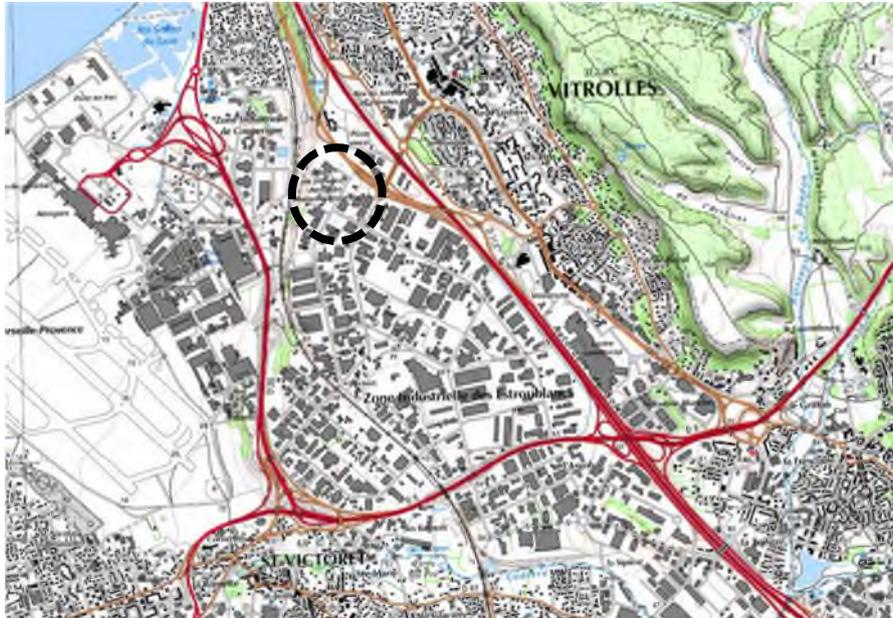


Figure 1 : plan de situation

La zone d'étude s'étend entre la rue d'Athènes et la ligne ferroviaire PLM. La Cuesta constitue le vaste talus situé en contrebas de la ZI, entre la RD113 et la ligne ferroviaire.

Au droit de la Cuesta, les cotes altimétriques varient entre +68 et +35/37 m NGF.
Au droit de la zone industrielle, l'altimétrie est comprise entre +69 et +73 m NGF environ.

Actuellement, le site est occupé par différents lots, voies, talus plus ou moins aménagés à l'aide de remblais, ou de formations autochtones.

3.2 Caractéristiques du projet

Le projet Cap Horizon prévoit, sur la zone Estroublans et Cuesta, d'améliorer le réseau routier et le cadre de vie avec la création d'un parc urbain et de nouvelles voiries.

L'objectif est également d'améliorer la desserte de la gare ferroviaire de Vitrolles par l'Est.

Les principaux ouvrages projetés sont les suivants :

- Création et requalification de voiries,
- Aménagement d'un bassin et d'espaces publics en périphérie,
- Création de murs de soutènement,
- Création d'un escalier ou un escalator (ou un téléphérique) dans le talus de la Cuesta.

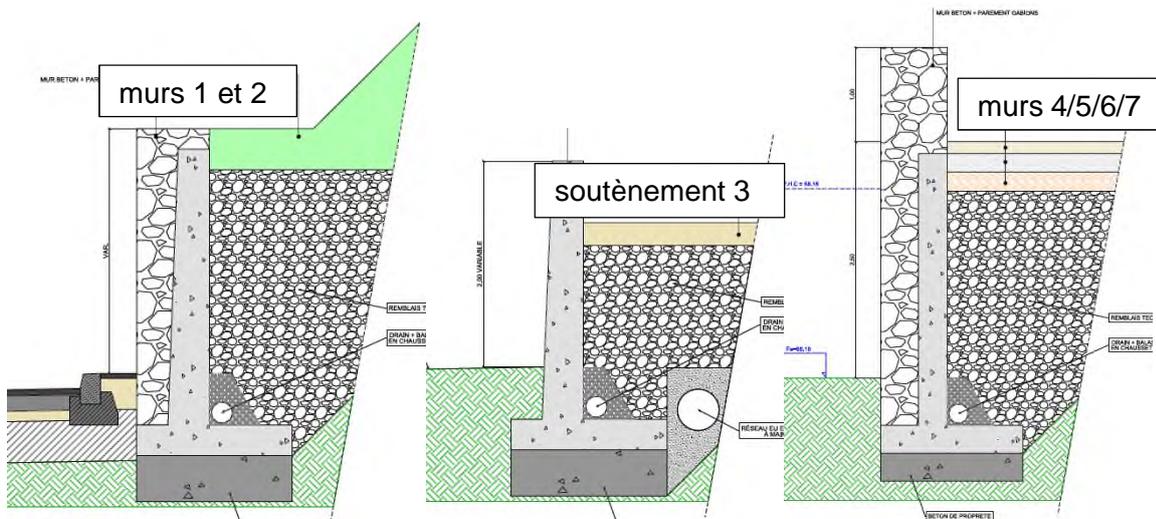
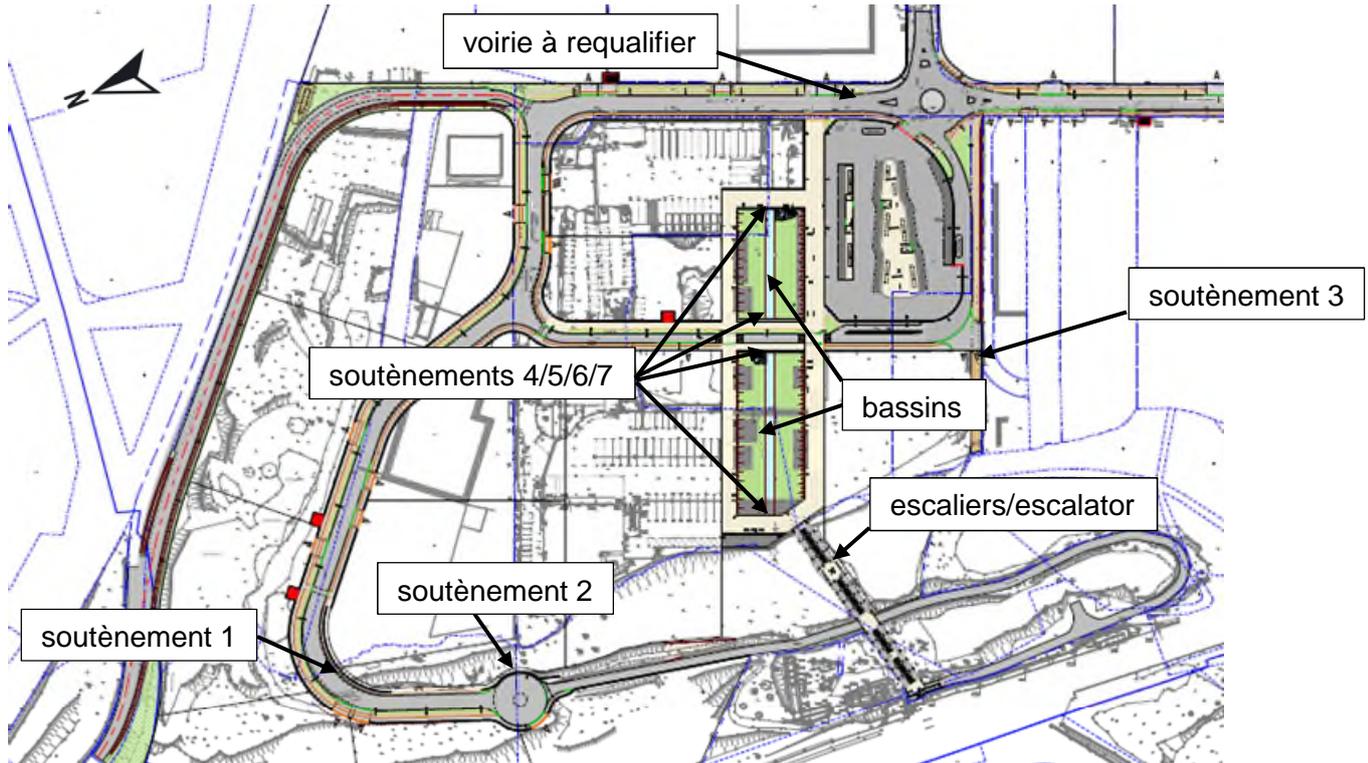


Figure 2 : vue d'ensemble du projet (haut) et coupes des soutènements (bas)

Sur la base des plans communiqués, nous avons estimé les caractéristiques suivantes :

- Soutènement n°1 : hauteur 0,5 à 2,2 m, talus en tête localement,
- Soutènement n°2 : hauteur 0,5 à 4,1 m, talus en tête,
- Soutènement n°3 : hauteur moyenne 1,5 m, cheminement piéton en tête,
- Soutènements n°4/5/6/7 : hauteur max de 2,5 m, voirie lourde en tête.

La réalisation des escaliers ou de l'escalator au droit du talus de la Cuesta nécessitera des terrassements en déblais d'une hauteur maximale de 3 m, et localement en remblais (zones en vert sur la figure 3 ci-après) d'une hauteur maximale de l'ordre de 2,5 m, d'après les plans transmis.

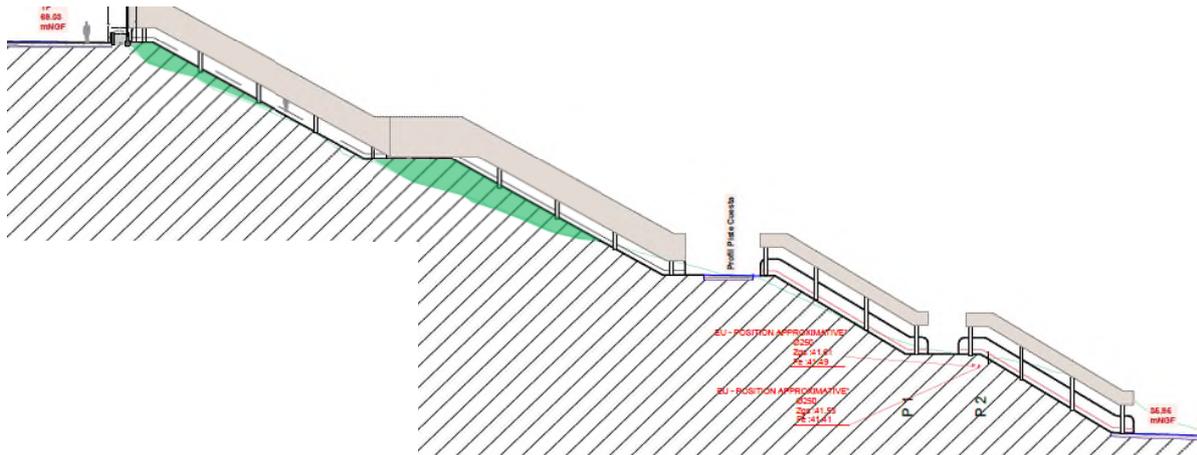


Figure 3 : coupe de principe escalator (ou escaliers)

La réalisation des bassins nécessitera des terrassements en déblais de l'ordre de 2,5 m. Une pente définitive de 6H/1V sera réalisée sur les flancs Nord et Sud du bassin. Des espaces publics seront aménagés de part et d'autre du bassin (passerelle, terrasses).

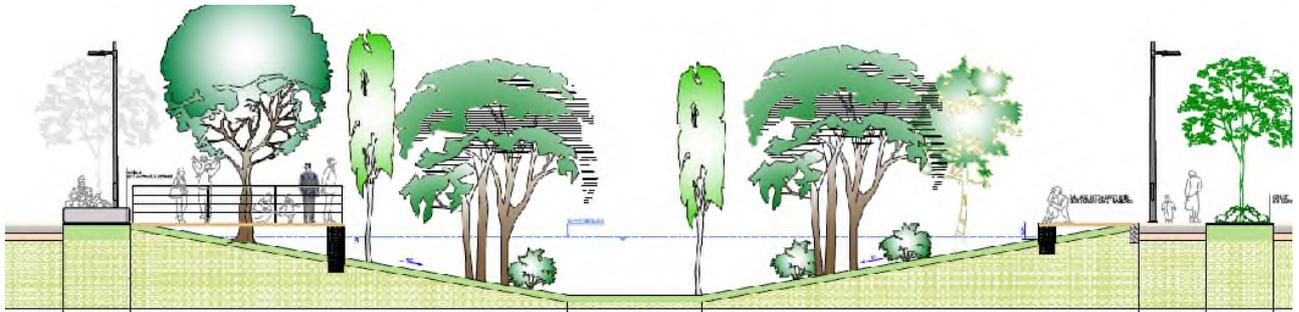


Figure 4 : coupe de principe bassin et aménagements périphériques

Les terrassements seront assez limités pour la réalisation des nouvelles voiries, elles seront réalisées en profil rasant (hors déblais de dépollution). Celles-ci suivront globalement le cheminement de la piste technique existante dans la zone Cuesta, et le niveau actuel dans la ZI. Les hauteurs les plus importantes de déblais sont situées dans les zones des murs de soutènement n°1 et n°2, soit 4 m environ au maximum.

Le niveau de la nouvelle rue d'Athènes après requalification sera sensiblement le même que la rue actuelle.

4 INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

4.1 Enquête documentaire

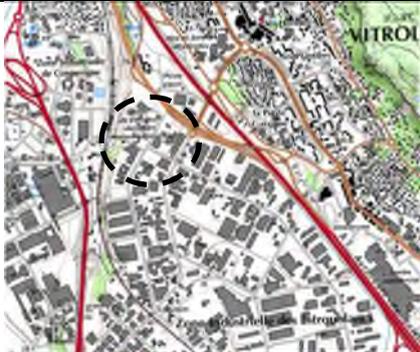
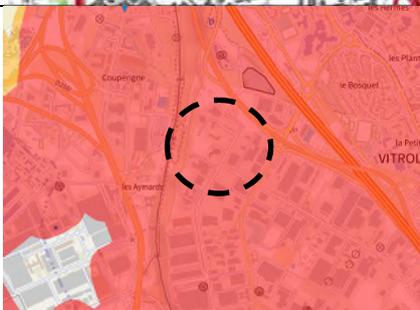
RISQUES	SITE	CARTES	ANALYSE DES RISQUES
Aléa mouvements de terrain	infoterre.brgm.fr		<input type="checkbox"/> terrain situé en zone de risque mouvements de terrain <input checked="" type="checkbox"/> terrain situé en dehors de zone à de risque de mouvement de terrain non localisés – pas de mouvement recensé dans un rayon de 200 m
Aléa cavité souterraines	infoterre.brgm.fr		<input type="checkbox"/> terrain en zone à risque de cavités souterraines abandonnées non minières <input checked="" type="checkbox"/> terrain en dehors de zone à risque de cavités souterraines abandonnées non minières – pas de cavité recensée dans un rayon de 200 m
Aléa gonflement des argiles	infoterre.brgm.fr		<input checked="" type="checkbox"/> Aléa fort <input type="checkbox"/> Aléa moyen <input type="checkbox"/> Aléa faible <input type="checkbox"/> Aléa à priori nul
Remontée de nappes	infoterre.brgm.fr		<input type="checkbox"/> sensibilité très faible à inexistante <input checked="" type="checkbox"/> sensibilité très faible (sur Estroublans) <input type="checkbox"/> sensibilité faible <input type="checkbox"/> sensibilité moyenne <input type="checkbox"/> sensibilité forte <input type="checkbox"/> sensibilité très élevée, nappe affleurante (Sur Couperigne)

Tableau 1: enquête documentaire

4.2 Carte géologique

D'après la carte géologique de la France, à l'échelle 1/50 000 feuille « MARTIGUES – MARSEILLE », le site se compose de colluvions limono-caillouteuses reposant sur des formations du Rognacien comprenant :

- Des argiles et marnes calcaires à lentilles gréseuses pour la Cuesta,
- Bancs calcaires lacustres à rares intercalations marneuses ou ligniteuses pour le plateau des Estroublans.

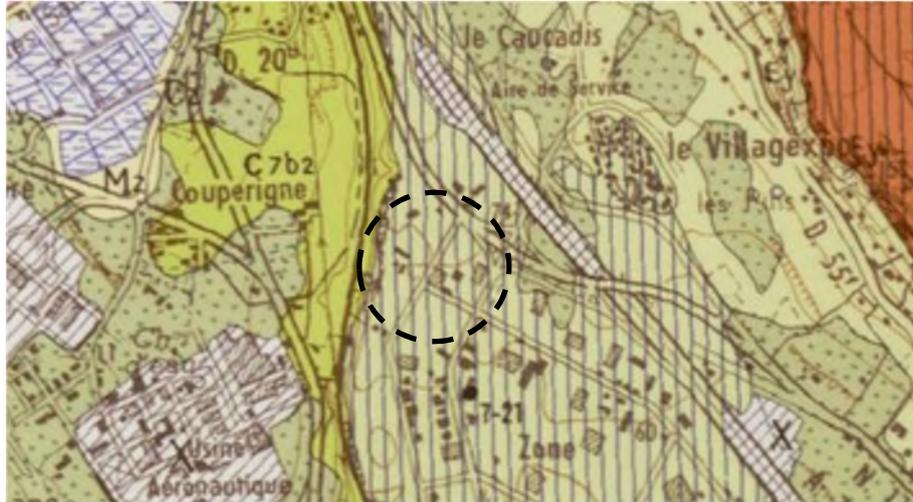


Figure 5 : extrait de la carte géologique

Au sein de ces formations des variations latérales et verticales de faciès brutales sont fréquemment observées.

Des remblais peuvent être mis en place sur des épaisseurs conséquentes, localement sur plusieurs mètres d'épaisseur, et particulièrement dans la zone de la Cuesta (cf. sondages SP4_E, SP6_E, SC6_E, SP7_E, SP10_E).

4.3 Résultats des investigations géotechniques

4.3.1 Implantation et nivellement

Les sondages ont été répartis par nos soins sous l'emprise des futurs aménagements en accord avec la société EGIS, Maître d'œuvre, de la manière suivante :

Zone	Sondages
Bassins	SCA5 _E SD1 _E / SD2 _E / SD3 _E EP1 / EP2 / EP3 / EP4
Escaliers	SP1 _E / SP7 _E / SP10 _E / SP11 _E SC1 _E / SC7 _E
Soutènement 1	SP6 _E SC6 _E PM1 / PM2 / PM3
Soutènement 2	SP4 _E SC4 _E
Soutènement 3	SP9 _E
Voirie rue d'Athènes à requalifier	SCA1 _E / SCA2 _E / SCA3 _E / SCA4 _E Essais de déflexion
Voiries nouvelles Cuesta	SP1 _E / SP3 _E / SP4 _E / SP6 _E / SP10 _E SC1 _E / SC2 _E / SC3 _E / SC4 _E / SC6 _E

	PM1 _E / PM2 _E P2 _E / P5 _E / P6 _E
Voirie nouvelles ZI	SP7 _E / SP8 _E SC7 _E / SCA4 _E / SCA5 _E / SCA6 _E PM4 _E P1 _E / P4 _E / P3 _E

Tableau 2: répartition des sondages

Les cotes altimétriques des sondages ont été déterminées par interpolation à partir des plans de nivellement transmis. Les cotes approximatives (précision de l'ordre de +/-0,3 m) d'entrée en terre des sondages sont fournies sur les coupes de chacun en annexe.

L'ensemble des résultats obtenus, ainsi que le schéma d'implantation des sondages, figurent également en annexe A1.

4.3.2 Sondages carottés

Les sondages carottés profonds SC1_E à SC7_E ont été effectués avec une sondeuse SOCOMAFOR 50/65. Rappelons que le sondage SC5_E n'a pu être réalisé.

Les sondages carottés ont été effectués :

- En surface, au carottier poinçonneur de 100 mm de diamètre, mû par fonçage, ceci uniquement au travers des sols fins peu compacts, quand ils sont rencontrés,
- Au carottier à câble type PQ d'un diamètre extérieur de 123 mm pour des carottes de 86 mm, en utilisant de l'eau comme fluide de forage.

Les sondages mettent en évidence la présence des horizons successifs suivants :

- En surface une faible couverture de limons sableux, blocs, parfois du béton, ponctuellement un poudingue désagrégé (remblai, sur SC2_E),
- Sur SC6_E, des remblais hétérogènes, variés, épais, de 0 à 5,30 m/TN,
- Au-delà et jusqu'à 9,8/15,1 m/TN (base des sondages SC1_E à SC4_E), des marnes bariolées, parfois indurées, parfois finement sableuses à sableuses, et des marnes franches ainsi que des marnes calcaires raides parfois également finement sableuses,
- Localement, la présence de grès aux profondeurs suivantes :
 - En SC1_E, de 6,3 à 7,3 m/TN,
 - En SC2_E, de 3,5 à 4,4 m/TN.
- Au-delà et jusqu'à la base des sondages réalisés sur le plateau (SC6_E et SC7_E), à partir de 5,2 m/TN sur SC6_E et 1,5 m/TN sur SC7_E, des formations franchement calcaires, fréquemment bioclastiques, à rares passées marneuses sur SC6_E mais fréquentes sur SC7_E, notamment en profondeur, mais alors fréquemment raides.

A la faveur de ces sondages, il a été confectionné sur place, des échantillons intacts mis sous gaine PVC avec bouchons paraffinés aux extrémités, prélevés aux profondeurs suivantes :

Sondage	Profondeur échantillons intacts	Nature du prélèvement
SC1 _E	E11 : 4,1 à 5,1 m	E11 : limon sableux et marne sableuse bariolée
SC2 _E	Pas de PEI	Pas de PEI
SC3 _E	Pas de PEI	Pas de PEI
SC4 _E	E11 : 2,3 à 3,3 m	E11 : marne sableuse à finement sableuse, gris-rouille
SC6 _E	Pas de PEI	-
SC7 _E	E11 : 2,3 à 3,3 m E12 : 10,4 à 11,3	E11 : calcaire bioclastique à galets E12 : marne raide gri-pâle à marne calcaire gris sombre, très raide

Tableau 3: natures et profondeurs des prélèvements d'E1

4.3.3 Sondages pressiométriques

Les sondages pressiométriques SP1_E à SP11_E ont été effectués avec une sondeuse SOCOMAFOR 50/65 pour les sondages profonds et avec une sondeuse SOCOMAFOR 35 pour les sondages les plus courts.

Les essais ont été réalisés selon la norme NF EN ISO 22476-4, à l'aide d'une sonde toilée de type AX introduite dans un tube métallique fendu (pieu) de 63 mm de diamètre. Les forages ont été réalisés au tricône de 66 mm de diamètre, avec de l'eau comme fluide de forage sur les sondages les plus profonds et de l'air pour les sondages courts.

Ponctuellement, on a utilisé, dans les sols tendres, la tarière hélicoïdale 63 mm (diamètre).

Les caractéristiques mécaniques des sols testés sont :

- La pression limite nette pressiométrique pl^* ,
- Le module de déformation pressiométrique E_M .

L'enregistrement des paramètres a été effectué avec un matériel Lim. Les paramètres enregistrés sont :

- VIA (vitesse d'avancement),
- PO (pression sur l'outil),
- PI (pression d'injection), sur certains sondages, notamment pour les forages avec eau comme fluide de forage,
- CR (couple de rotation).

Les sondages mettent en évidence la présence des horizons successifs suivants :

- En surface, et jusqu'à 0,6/5,7 m/TN, des terrains variés et indifférenciés, des remblais hétérogènes, des sols limoneux, argileux, de compacité globalement faible à localement moyenne à élevée, avec :

$$0,32 \text{ MPa} \leq pl^* \leq 1,4 \text{ MPa},$$

$$2,2 \text{ MPa} \leq E_M \leq 12,5 \text{ MPa}.$$

Les épaisseurs de remblais les plus importantes, soit 1,8 à 5,7 m, ont été reconnues au droit des sondages SP4_E, SP6_E, SP7_E, SP10_E, réalisés sur le talus de la Cuesta.

- Des marnes sommitales plutôt compactes, localement gréseuses, ont été reconnues jusqu'à 1,5 à 6,0 m/TN, avec :

$$1,77 \text{ MPa} \leq p_l^* \leq 4,37 \text{ MPa},$$
$$25,4 \leq E_M \leq 89,8 \text{ MPa}.$$

Elles étaient absentes des sondages SP6_E, SP7_E et SP9_E.

- Au-delà, le substratum se compose de marnes plus ou moins sableuses bariolées (beiges, ocres, rouges) à passages localisés de grès, et/ou de calcaires, de forte compacité, avec :

$$3,25 \text{ MPa} < p_l^* > 5 \text{ MPa},$$
$$47,7 \leq E_M \leq 547 \text{ MPa}.$$

Avec une très forte population présentant une $p_l^* > 5 \text{ MPa}$ et $E_M > 100 \text{ MPa}$.

Les enregistrements des paramètres, disponibles en annexe, mettent en évidence :

- Dans les terrains variés indifférenciés de surface, une vitesse d'avancement contrastée faible à rapide et caractérisée par : $10 \text{ m/h} < VA < 3500 \text{ m/h}$,
- Au-delà dans les marnes indifférenciées et jusqu'à la base des sondages, une vitesse d'avancement lente à moyenne caractérisée par : $5 \text{ m/h} < VA < 25/30 \text{ m/h}$.
- A noter que SP7_E a été réalisé avec de l'eau comme fluide de forage. Le substratum se distingue alors par des VIA sensiblement plus élevée de l'ordre de 30 à 50 m/h.

4.3.4 Sondages destructifs

Les sondages destructifs SD1_E à SD3_E, ont été effectués avec la sondeuse SOCOMAFOR 35 et 50/65. L'enregistrement des paramètres a été effectué également avec un matériel Lim.

Les forages ont été réalisés au tricône de 66 mm de diamètre, avec de l'air comme fluide de forage, mû par un compresseur.

Les sondages mettent en évidence la présence des horizons successifs suivants :

- Sous une mince couche d'enrobé de 0,1 à 0,4 m, et jusqu'à 0,5/1,2 m/TN, des remblais limoneux à sablo-graveleux,
- Au-delà :
 - Au droit de SD2_E et SD3_E (réalisés sur le plateau de la ZI), le substratum calcaire, à passage sablo-argileux, jusqu'au terme des sondages à 6,0 m/TN,
 - Au droit de SD1_E jusqu'à 4,5 m/TN, une formation sableuse beige-blanc à gravillons (marnes sommitales altérées ?), puis des marnes sableuses, grès et marnes calcaires jusqu'en fin de sondage à 10,5 m/TN.

Les enregistrements des paramètres, disponibles en annexe, mettent en évidence :

- De 0,0 à 3 m/TN sur SD1_E, une VIA comprise généralement entre 30 et 100 m/h, traduisant la présence de sols remaniés jusque vers 3,0 m,
- Puis une vitesse d'avancement faible à moyenne caractérisée par : $10 \text{ m/h} < VA < 30 \text{ m/h}$, environ,
- Une pression sur outil PO maintenue constante pour les opérateurs,
- Au-delà de 4,5 m/TN, pour ces deux destructifs, une vitesse d'avancement lente à moyenne caractérisée par : $20 \text{ m/h} < VA < 35 \text{ m/h}$.

4.3.5 Sondages à la pelle mécanique

Les sondages à la pelles PM1_E à PM4_E et PM1 à PM3 ont été réalisés avec un tractopelle, équipé d'un godet de 0,45 m de largeur.

Les fouilles mettent en évidence la présence des principaux horizons suivants :

- En surface et jusqu'à 0,4 et plus de 4,0 m/TN, des remblais graveleux à blocs emballés dans une matrice limono-sableuse. Les sondages PM2 et PM3 sont arrêtés dans cet horizon (refus, limite bras de pelle),
- Au-delà et jusqu'à 0,8 et 1,7 m/TN, des marnes et/ou des blocs de calcaire avec une matrice sableuse marron brune raides en profondeur. Cet horizon était absent du sondage PM1.
- Enfin, les sondages sont arrêtés par refus ou un avancement lent sur les marnes compactes, les calcaires ou les niveaux à blocs.

Par ailleurs, des échantillons remaniés ont été prélevés sur une partie de ces sondages.

4.3.6 Équipement piézométrique

Le sondage destructif SD1_E, SD2_E, SD3_E, et le sondage pressiométrique SP8_E, ont fait l'objet d'un équipement piézométrique ouvert.

Il s'agit d'un tube PVC crépiné usine d'un diamètre int/ext de 36/40 mm muni d'un bouchon en tête et en pied puis d'un capot de protection métallique cadenassé ou d'une bouche à clé dans les zones circulées ou dangereuses pour les tiers.

Le tube est plein et entouré d'un massif d'étanchéité en sobranite en surface, puis il est crépiné et entouré d'un massif filtrant en graviers au-delà.

Sondage	SD1 _E	SD2 _E	SD3 _E	SP8 _E
Profondeur forage (m/TN)	10,5	6,0	6,0	10,3
Longueur piézomètre (en m)	10,2	6,0	6,0	10,0
Crépiné de (en m/TN)	3,0 à 10,2	3,0 à 6,0	3,0 à 6,0	4 à 10,0

Tableau 4: description des piézomètres

Les piézomètres étaient secs en fin de chantier.

4.3.7 Essais de déformation (plaque)

Aux emplacements demandés, nous avons réalisé six essais de plaque P1_E à P6_E (plaque de 600 mm + vérin + mesure de la déformation à la poutre Benkelmann), selon la norme NFP 94-117-1, avec un massif de réaction constitué d'un camion de 19 t chargé.

On rappelle que le principe de cet essai consiste à mesurer la déformation d'un sol par chargement statique selon 2 paliers afin d'établir les modules dits EV₁ et EV₂.

Les essais ont été réalisés aux emplacements établis (cf. plan en annexe A1), après un aplanissement du sol support. Ils conduisent aux résultats suivants :

Sondage	P1 _E	P2 _E	P3 _E	P4 _E	P5 _E	P6 _E
Module EV1 (MPa)	45	57	15	45	75	28
Module EV2 (MPa)	68	99	42	120	112	52
Nature du support	Remblai graveleux serré	Remblai graveleux serré	Grave limono-sableuse	Enrobé dégradé (sur grave)	Enrobé dégradé (en placage)	Sol limono-graveleux

Tableau 5 : résultats des essais à la plaque

Les résultats sont très contrastés mais témoignent d'une circulation fréquente qui confère des performances à ces sols supports. Les zones non protégées par un enrobé demeurent performantes quand le matériau est sec.

4.3.8 Essais de déflexion

Sur la rue d'Athènes nous avons réalisé 75 mesures de déflexion à la poutre Benkelmann (linéaire total environ 350 ml). Cet essai est réalisé suivant la norme NF P 98-200-1.

Le camion utilisé était un camion de 19 tonnes à deux essieux, avec 13 tonnes sur l'essieu arrière.

Le principe de cet essai consiste à mesurer la déflexion d_m d'une chaussée au passage d'un essieu arrière d'un camion. La déflexion caractéristique d'une chaussée est donnée par la formule suivante :

$$d_c = d_m + k\sigma$$

où :

d_m = moyenne des déflexions mesurées sur une section donnée

k = coefficient de probabilité (en France, $k = 2$)

σ = écart-type des déflexions maximales d_m sur la section considérée.

Les résultats détaillés des essais sont fournis en annexe A1 (NB : les déflexions sont exprimées en 1/100 de mm).

Les déflexions mesurées sont comprises entre de 0,04 à 0,39/100^{ème} de mm sur la chaussée, avec une valeur moyenne de l'ordre de 0,12/100^{ème} de mm. La valeur caractéristique est égale à 0,28/100^{ème} de mm.

Ces valeurs mettent en évidence une déformabilité de la chaussée moindre sur la portion testée.

4.3.9 Essais de perméabilité EP1 à EP4

Quatre essais de perméabilité de type Porchet à niveau variable ont été réalisés au droit du futur bassin. Ils ont été effectués de 0,6 à 0,9 m/T, dans des forages réalisés à l'aide d'une sondeuse SOCOMAFOR 35 équipée d'une tarière hélicoïdale à âme mince d'un diamètre de 63 mm.

Les perméabilités mesurées au droit de chacun des essais sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Essai	Profondeur de l'essai (m/TN)	Nature de la formation testée	Perméabilité
			m/s
EP1	0,9	Graves calcaires et argiles	$1,6 \cdot 10^{-6}$
EP2	0,8		$1,3 \cdot 10^{-6}$
EP3	0,6		$1,2 \cdot 10^{-6}$
EP4	0,6		$6,3 \cdot 10^{-6}$

Ces essais de perméabilité ponctuelle, réalisés mettent en évidence, de très faibles perméabilités de l'ordre de 10^{-6} m/s, qui caractérisent une faible capacité d'infiltration des sols.

4.4 Résultats des essais en laboratoire

Des échantillons de sols ont été prélevés au droit de certains sondages carottés et certaines pelles. La liste des échantillons prélevés figure ci-après.

Sondage	Profondeur échantillons intacts	Nature du prélèvement
SC1 _E (carotté)	E1 : 4,1 à 5,1 m	E1 : limon sableux et marne sableuse bariolée
SC4 _E (carotté)	E1 : 2,3 à 3,3 m	E1 : marne sableuse à finement sableuse, gris-rouille
SC7 _E (carotté)	E1 : 2,3 à 3,3 m E2 : 10,4 à 11,3	E1 : calcaire bioclastique à galets E2 : marne raide gri-pâle à marne calcaire gris sombre, très raide

Tableau 6 : échantillons intacts analysés en laboratoire

Sondage	Profondeur échantillons remaniés	Nature du prélèvement
PM1 _E (pelle)	ER1 : 0,5 à 0,7 m ER2 : 1,2 à 1,4 m	ER1 : limon sableux marron à cailloux + racines ER2 : marne limono-sableuse beige rouille
PM2 _E (pelle)	ER1 : 0,5 à 0,7 m ER2 : 1,0 à 1,2 m	ER1 : limon sableux marron gris à graviers + racines ER2 : marne bariolée de + en + raide
PM3 _E (pelle)	ER1 : 0,2 à 0,3 m ER2 : 0,5 à 0,6 m	ER1 : remblai graveleux dans matrice sablo-limoneuse ER2 : blocs et cailloutis dans matrice sableuse marron brune
PM4 _E (pelle)	ER1 : 0,3 à 0,5 m	ER1 : remblai graveleux à blocs dans matrice sableuse beige-rouille

Tableau 7 : échantillons remaniés analysés en laboratoire

Le détail des résultats récapitulés dans les tableaux qui suivent, figure en annexe A1.

Ceux-ci, dirigés dans notre laboratoire, permettent la détermination des caractéristiques de sol suivantes :

- Teneur en eau naturelle,
- Masse volumique des sols fins, densité ou masse volumique sèche,
- Analyse granulométrique par tamisage, avec ou sans sédimentométrie,
- Valeur au bleu,
- Limites d'Atterberg,
- Limite de retrait,
- Indice portant immédiat, et/ou indice CBR à teneur en eau naturelle et à saturation,
- Essai Proctor normal,
- Essais de compression simple,
- Essai de traction indirecte (brésilien).

4.4.1 Essais d'identification sur échantillons remaniés

Sondage	PM1E	PM1E	PM2E	PM3E	PM4E
Dénomination échantillon	ER	ER2	ER2	ER2	ER1
Profondeur du prélèvement (m/TN)	0,50 à 0,70	1,20 à 1,40	1,00 à 1,20	0,50 à 0,60	0,30 à 0,50
Nature	Limon sableux marron à graves calcaires	Marne limoneuse bariolée à rares graves fines	Marne beige-jaune à gris-rouille	Cailloux et graves calcaires	Graves calcaires et sable limoneux
ESSAIS D'IDENTIFICATION					
Teneur en eau naturelle wn (%)	7,9	10	9,8	0,8	5,3
Passant à 2 mm (%)	65,9	93,4	99,8	17,1	56,8
Passant à 80 µm (%)	42,2	81,9	92,7	8,9	26
Dmax (mm)	18,4	2,92	0,108	80	33,4
Sédimentométrie	non	oui	oui	-	-
Valeur au bleu V.B.S.	1,2	1,5	2	0,3	0,8
Limite de liquidité (%)	28	-	26	-	-
Limite de plasticité (%)	20	-	16	-	-
Indice de plasticité	8	-	10	-	-
Indice de consistance	2,5	-	1,6	-	-
Essai de dessiccation (%)	-	-	-	-	-
Classification norme NF P 94-300	A1_s	A1_s à ts	A1_m	C1B4	B5

D'après les résultats obtenus, les sols superficiels analysés dans notre laboratoire appartiennent majoritairement à la classe A1 pour les sols fins voire B5 et ponctuellement C1B4.

Ils étaient dans un état hydrique très sec à sec, ponctuellement moyennement humide lors de leur prélèvement avec des teneurs en eau généralement faibles.

Globalement, ces sols changent brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau.

Il s'agit de matériaux sensibles à l'eau et aux variations hydriques. Ils réagissent assez rapidement aux variations de l'environnement hydrique et climatique.

4.4.2 Essais d'identification sur échantillons intacts

Sondage	SC1E	SC4E
Dénomination échantillon	E11	E11
Profondeur du prélèvement (m/TN)	0,4 à 0,6	2,8 à 2,9
Nature	Marne bariolée à graves calcaires	Marne calcaire beige indurée
ESSAIS D'IDENTIFICATION		
Passant à 2 mm (%)	68	100
Passant à 80 µm (%)	54,8	97,3
Dmax (mm)	22,7	2
Sédimentométrie	oui	-
Teneur en eau naturelle wn (%)	12,4	8,9
Valeur au bleu de méthylène V.B.S.	2,5	2,2
Classification norme NF P 94-300	A1	A1

Tableau 9 : résultats des essais d'identification sur échantillons intacts

D'après les résultats obtenus, les sols prélevés confirment les analyses des pelles avec des sols fins de classe A1. Ils semblent être dans un état hydrique sec à humide lors de leur prélèvement, avec des teneurs en eau comprises entre 8,9 et 12,4%.

On rappelle que ces sols changent brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau.

S'agissant de matériaux sensibles à l'eau et aux variations hydriques, ils réagissent assez rapidement aux variations de l'environnement hydrique et climatique.

4.4.3 Essais de compactage et de portance

Sondage	PM1E	PM1E	PM2E	PM3E	PM4E
Dénomination échantillon	ER	ER2	ER2	ER2	ER1
Profondeur du prélèvement (m/TN)	0,50 à 0,70	1,20 à 1,40	1,00 à 1,20	0,50 à 0,60	0,30 à 0,50
ESSAIS DE PORTANCE					
Indice IPI	26	29	16	34	33
ESSAIS DE PORTANCE CBR					
Indice CBR à W nat	-	-	-	-	-
Indice CBR après immersion	2	2	1	2	9
Gonflement après immersion (%)	0,77	0,69	0,97	0	0,16
ESSAIS DE COMPACTAGE PROCTOR					
Teneur en eau optimale	10,2	-	11,9	-	-
Masse volumique sèche	1,97	-	1,96	-	-

Tableau 10 : résultats des essais de compactage et de portance

Les résultats des essais de portance mettent en évidence des terrains de bonne portance lorsqu'ils sont dans un état hydrique sec à très sec et de portance nulle lorsqu'ils sont dans un état hydrique humide à très humide confirmant ainsi leur sensibilité à l'eau et aux variations hydriques.

Seules les graves de PM4E conservent une portance non nulle.

Ces essais démontrent que la mise en œuvre des matériaux du site (non rocheux) nécessitera une très grande attention vis-à-vis de leur hygrométrie. Pour conserver une portance satisfaisante, ils devront être impérativement protégés des eaux météoriques et souterraines.

4.4.4 Essais de traction et de compression simple (sur carottés)

Sondage	SC4E	SC4E	SC4E	SC4E	SC7E	SC7E
Dénomination échantillon	EI1	EI1	EI1	EI1	EI1	EI2
Profondeur du prélèvement (m/TN)	2,7 à 2,75	2,45 à 2,70	3,00 à 3,15	2,9 à 3,0	2,30 à 2,65	11,05 à 11,30
Nature	Marne calcaire indurée	Marne calcaire indurée	Marne calcaire indurée	Marne calcaire indurée beige	Calcaire brun gris à joints marneux	Marne grise indurée
Teneur en eau (%)	9,5	-	6,9	-	2,9	8,4
Masse volumique sèche ρ_d (kg/m ³)	2480	-	-	-	2480	2230
Masse volumique des particules solides ρ_s (kg/m ³)	-	-	-	-	2672	2590
Densité	-	2,13	2,29	2,33	2,61	2,43 à 2,5
Résistance à la traction (MPa)	-	0,05	0,18	-	2,1	0,6
Compression uniaxiale (MPa)	-	0,5	0,5	1,3	49,2	17,7

Tableau 11 : résultats des essais de traction et compression simple

Rappelons que les essais ont été réalisés en fonction de la nature des échantillons et lorsqu'ils étaient réalisables.

D'après les essais réalisés, on note que les masses volumiques sont élevées.

Les Rc sont également élevées dans les formations calcaires et les marnes indurées de SC7E.

Les résistances sont très limitées sur les autres essais.

4.4.5 Conclusions sur les essais de laboratoire

Les résultats attendus sont en corrélation avec le contexte géologique local.

D'une manière générale, les sols analysés confirment la présence d'une très importante proportion de sols fins.

Il s'agit d'argiles marneuses, des marnes franches et des marnes indurées.

Ces terrains classés A1 en dominante sont des sols très délicats pour un réemploi en remblai. Enfin l'absence d'éléments graveleux sur la plupart des sols testés ne permet pas d'échapper à un comportement très délicat notamment si la teneur en eau est trop importante.

Ces sols, très riches en fines, changent brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau.

Lorsque leur teneur en eau est élevée, leur portance s'effondre très rapidement.

La mise en œuvre de ces sols et leur traficabilité demeurent délicates, car assujetties à une parfaite maîtrise de leur teneur en eau lors des travaux.

Les marnes calcaires, les marnes gréseuses et les calcaires présentent généralement un comportement proche des formations rocheuses très tendres ou rocheuses (lorsque les calcaires sont peu fracturés ou rencontrés sous forme de masse rocheuse). La fraction marneuse laisse les marnes proches des sols argileux.

Enfin les remblais hétérogènes seront classés en sols F. Il s'agit plus de limons en mélange avec des matériaux divers d'origine anthropique.

5 HYPOTHESES GEOTECHNIQUES

5.1 Synthèse géologique

Les sondages réalisés ont permis de mettre en évidence les formations suivantes :

- ✚ **Sol 1 : remblais ou formations de couverture** : il s'agit de formations de couverture limoneuses à sableuses peu compactes, et de remblais limono-argileux voire sableux pouvant contenir des blocs, de compacité hétérogène. Les épaisseurs de ces remblais sont importantes au droit des sondages SP4_E, SP6_E, SC6_E, SP7_E et SP10_E, réalisés dans la zone de la Cuesta.
- ✚ **Sol 2 : marnes altérées / argiles marneuses** : il s'agit de la frange altérée du substratum sous-jacent, de nature marno-argileuse voire gréseuse ou sableuse. Elle est relativement compacte.
- ✚ **Sol 3 : substratum marno-calcaire** : il s'agit du substratum local de marnes sableuses à gréseuses ou calcaires de forte compacité.

Les cotes et profondeurs du toit des formations telles qu'interprétées au droit des sondages profonds figurent dans les tableaux ci-dessous :

Toit	SP1 _E	SP2 _E	SP3 _E	SP4 _E	SP6 _E	SP7 _E
Cote - m NGF	40,3	47,9	55,0	60,0	73,1	70,3
Sol 1 (m/TN)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cote sol 1 - m NGF	40,3	47,9	55,0	60,0	73,1	70,3
Sol 2 (m/TN)	-	0,6	1,4	1,8	5,5	-
Cote sol 2 - NGF	-	47,3	53,6	58,2	67,6	-
Sol 3 (m/TN)	0,5	2,0	3,0	2,9	8,0	2,5
Cote sol 3 – m NGF	39,8	45,9	52,0	57,1	65,1	67,8
Fin (m/TN)	10,3	10,3	15,0	15,3	15,3	25
Cote – m NGF	30,0	37,6	40,0	44,7	57,8	45,3

Toit	SP8 _E	SP9 _E	SP10 _E	SP11 _E	SD1 _E	SD2 _E
Cote - m NGF	69,8	67,1	49,6	58,0	69,0	68,5
Sol 1 (m/TN)	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cote sol 1 - m NGF	69,8	66,1	49,6	58,0	69,0	68,5
Sol 2 (m/TN)	0,5	-	-	-	1,2	-
Cote sol 2 - NGF	69,3	-	-	-	67,8	-
Sol 3 (m/TN)	6,5	2,5	2,5	2,0	4,5	0,5
Cote sol 3 – m NGF	63,3	64,6	47,1	56,0	64,5	68,0
Fin (m/TN)	10,3	6,0	8,0	8,0	10,5	6,0
Cote – m NGF	59,5	61,1	41,6	50	58,5	62,5

Toit	SD3 _E	SC1 _E	SC2 _E	SC3 _E	SC4 _E	SC6 _E	SC7 _E
Cote - m NGF	69,3	39,8	47,7	51,0	60,0	70,6	70,3
Sol 1 (m/TN)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cote sol 1 - m NGF	69,3	39,8	47,7	51,0	60,0	70,6	70,3
Sol 2 (m/TN)	-	0,4	-	1,0	1,4	-	-
Cote sol 2 - NGF	-	39,4	-	50,0	58,6	-	-
Sol 3 (m/TN)	0,8	3,8	0,5	5,3	2,3	5,3	0,5
Cote sol 3 – m NGF	68,5	36,0	47,2	45,7	57,7	65,3	69,8
Fin (m/TN)	6,0	10,0	9,8	15,0	15,0	9,9	25,0
Cote – m NGF	63,3	29,8	37,9	36,0	45,0	60,7	45,3

Tableau 12 : profondeurs et cotes d'apparition des différents horizons

5.2 Hydrogéologie – Rappel G2 AVP

La présente étude n'aborde pas le problème de l'inondabilité du site, qui n'entre en aucun cas dans le cadre de la mission d'ÉTUDES ET RECHERCHES GÉOTECHNIQUES.

Lors de nos interventions, nous avons relevé les niveaux d'eau suivants dans nos sondages :

Sondage	Niveau d'eau en fin de chantier m/T
SC1 _E	6,0 (le 31/03/2017)
SC2 _E	5,5 (le 03/03/2017)
SC3 _E	1,5 (le 04/04/2017)
SC4 _E	Sec après sondage
SC5 _E	Non réalisé
SC6 _E	Sec après sondage
SC7 _E	9,0 (le 21/03/2017)
SC8 _E	Sec après sondage
SP1 _E	Sec après sondage
SP2 _E + PZ	Sec après sondage
SP3 _E	13,2 (le 23/03/2017)
SP4 _E	Sec après sondage
SP5 _E	Non réalisé
SP6 _E	Eboulé à 3,40 m
SP7 _E	6,0 (le 22/03/2017)
SP8 _E	Sec après sondage
SP9 _E	Sec après sondage
SP10 _E	Sec après sondage
SP11 _E	Sec après sondage
SD1 _E + PZ	Sec après sondage
SD2 _E	Sec après sondage
SD3 _E	Sec après sondage
PM1 _E	Sec après sondage
PM2 _E	Sec après sondage
PM3 _E	Sec après sondage
PM4 _E	Sec après sondage
PM1	Sec après sondage
PM2	Sec après sondage
PM3	Sec après sondage

Tableau 13 : niveaux d'eau relevés dans les piézomètres en fin de chantier

Il ne s'agit pas de niveaux stabilisés, car certains sondages ont été effectués avec de l'eau comme fluide de forage (sondages carottés).

Ces premiers relevés ne doivent pas être considérés encore comme stabilisés.

En effet, ces niveaux observés sont susceptibles de remonter à une cote supérieure, notamment en cas d'épisodes pluvieux par exemple.

La présence d'eau, lors de nos investigations, ne constitue pas un paramètre caractéristique du régime hydrogéologique du secteur.

Seule l'observation des variations aquifères à partir de plusieurs piézomètres équipés de capteurs d'enregistrement automatiques de niveau permettrait de définir les niveaux des eaux souterraines, dont celui des plus hautes eaux HE et exceptionnel EE au sens du DTU 14.1.

5.3 Contexte sismique

5.3.1 Données parasismiques réglementaires

Selon l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal », les principales données parasismiques figurent dans le tableau qui suit.

Zone de sismicité cantonale	3
Accélération maximale de référence au niveau d'un sol de type rocheux a_{gr} (m/s ²)	1,1
Catégorie d'importance de l'ouvrage	IV*
Coefficient d'importance γ_I	1,4
Accélération nominale correspondante $a_g = a_{gr} \cdot \gamma_I$ (m/s ²)	1,54
Classe de sol	B**
Paramètre de sol S	1,35
Coefficient d'amplification topographique S_T	1,0

Tableau 14 : données parasismiques du projet

(*) Paramètre non géotechnique à déterminer par la maîtrise d'ouvrage

(**) Déterminé à partir des sondages réalisés

Les règles de construction définies à l'article 4 de l'arrêté du 22 octobre 2010 s'appliquent pour les ouvrages de catégorie IV et en zone de sismicité modérée.

5.3.2 Coefficients sismiques de calcul

Les coefficients sismiques horizontaux (k_h) et verticaux (k_v) affectant les masses doivent être (Eurocode 8 – Partie 5) :

– Stabilité générale : $k_h = 0.5 * \alpha * S * S_T$ et $k_v = \pm 0,5 * k_h$

– Stabilité interne et mixte : $k_h = \frac{1}{r} * \alpha * S$ avec $r = 2(*)$

(*) à confirmer par l'équipe de conception

$\alpha = a_g/g$	k_h	k_v
0,157	0,106	0,53

Tableau 15: coefficients sismiques de calcul

5.3.3 Liquéfaction des sols

La liquéfaction du sol est un phénomène géologique généralement brutal et temporaire par lequel un sol saturé en eau perd une partie ou la totalité de sa portance. Ce phénomène se produit en présence d'eau souterraine remontant en surface au point de faire perdre la cohésion des particules du sol.

Compte tenu l'absence d'une nappe pérenne et de la nature des formations du site (marnes et calcaires) et de leurs bonnes propriétés mécaniques, le risque de liquéfaction des sols peut être écarté.

5.4 Modèle géotechnique retenu (GEO)

Les valeurs issues de l'interprétation des investigations réalisées in-situ dans le cadre de cette étude sont synthétisées dans le tableau qui suit.

Sol	Nature	$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$ kN/m ³	E_M MPa	p_l MPa	α -	c' kPa	φ' °
1	Remblais / formations de couverture	20/21	-	-	2/3	0	25
2	Marnes altérées argileuses à sableuses	20/21	30	2,0	2/3	5	30
3	Substratum marno-calcaire	22/23	150 (voir >400 dans les calcaires)	4,7	1/2	20	35

Tableau 16 : caractéristiques géotechniques retenues

$\gamma / \gamma_{\text{sat}}$: poids volumique / saturé
 E_M : module pressiométrique moyen
 c' : cohésion drainée

p_l : pression limite équivalente
 α : coefficient rhéologique du sol
 φ' : angle de frottement drainé

Commentaires :

Les paramètres de sols (γ , c' , φ') ont été estimés à partir des résultats des essais pressiométriques, de la description des faciès, et non sur la base de résultats d'essais en laboratoire. Ces valeurs sont donc à considérer avec prudence.

Ces paramètres pourront être vérifiés voire optimisés par des essais spécifiques en laboratoire. Il est important de préciser que les résultats des essais pourront fortement influencer le dimensionnement de l'ouvrage qui devra être revu et corrigé si besoin.

Les caractéristiques des sols sont considérées comme homogènes au sein de chaque formation sous l'ensemble du projet.

6 ETUDE DES TERRASSEMENTS

6.1 Préambule

Pour rappel (cf. §3.2) :

- La réalisation des escaliers ou de l'escalator au droit du talus de la Cuesta nécessitera des terrassements en déblais d'une hauteur maximale de 3 m, et localement des remblais d'une hauteur maximale de l'ordre de 2,5 m,
- La réalisation des bassins nécessitera des terrassements en déblais de l'ordre de 2 m,
- Les terrassements seront assez limités pour la réalisation des nouvelles voiries, elles seront réalisées en profil rasant,
- La réalisation des murs de soutènement nécessitera des terrassements en déblais d'une hauteur maximale de 4 m environ.

L'étude approfondie des conditions des terrassements ne fait pas l'objet de la présente mission. Les éléments suivants, d'un caractère général, sont donnés à titre indicatif, et ne pourront en aucun cas servir de base pour la conception de marchés forfaitaires.

Les terrassements généraux seront entrepris de manière contrôlée, afin d'éviter toute déstabilisation des terrains limitrophes et des voiries ou ouvrages actuels.

L'observation de chaque talus, au fur et à mesure des terrassements, sera également effectuée à l'avancement des travaux de terrassement (missions de suivi géotechnique et de supervision géotechnique du suivi d'exécution, G3 et G4).

6.2 Extraction des matériaux

Les terrassements pourront être réalisés à l'aide de moyens traditionnels dans les formations de couverture limono-sableuses et dans les remblais (sol 1), et dans les argiles et les marnes altérées (sol 2).

L'utilisation du BRH en cas de rencontre d'anciennes infrastructures enterrées ou blocs de grandes dimensions n'est pas à exclure, au droit des remblais notamment. L'emploi de matériels spécifiques, de forte puissance, sera également justifié pour détruire les formations marno-calcaires (sol 3).

L'usage du brise-roche ou de tout autre moyen d'extraction puissant, sera validé au préalable avec les précautions suffisantes en regard de l'environnement et du contexte général du projet, afin notamment de limiter la propagation des ébranlements (maîtrise des vibrations selon le décret de juillet 1986).

Une attention particulière sera portée sur les décaissements projetés aux abords des voiries existantes conservées et notamment de la ligne ferroviaire PLM, pour laquelle la SNCF demande généralement un protocole spécifique vis-à-vis des ébranlements (essais préalables pour fixation des seuils admissibles puis suivi continu avec alerte durant les travaux).

Cette démarche devra être intégrée dans les études de projet afin de tenir compte des contraintes demandées par la SNCF.

Enfin pour les réseaux enterrés, l'emploi de trancheuses permettra de limiter les volumes des excavations avec des hors profils fréquents dans les zones indurées (marnes raides, marnes gréseuses, grès et calcaires). L'emploi de ces engins pour franchir les remblais épais ne donne généralement pas la satisfaction attendue (instabilité des parois des sols meubles hétérogènes).

6.3 Pentés et protection des talus

6.3.1 Pente de talus provisoires

Le phasage des travaux de terrassement considéré est le suivant :

1. En tête de talus et préalablement aux travaux de terrassement, il est impératif de réaliser un dispositif de collecte des eaux de ruissellement afin d'éviter les infiltrations et ruissellements d'eau sur le front de taille.
2. Terrassement par passes de hauteur limitée à 2 m, en respectant les pentes suivantes :
 - Sol 1 : remblais et formations de couverture : 3H/1V,
 - Sol 2 : marnes altérées/argiles marneuses : 2H/1V,
 - Sol 3 : substratum marno-calcaire : 1H/3V.

Compte tenu des incertitudes ou aléas liés à l'hétérogénéité des formations du site, l'observation du front de taille sera effectuée à l'avancement des travaux de terrassement après chaque passe par le géotechnicien de l'entreprise en charge de la mission G3.

Selon les observations et afin d'assurer la sécurité du personnel de chantier, les pentes seront révisées ou des confortements de types pose de blindage, grillage, gunitage ou clouage devront être réalisés immédiatement après la réalisation des terrassements notamment pour les talus de hauteur > 3,0 m (missions G3).

Les pentes de talus données ci-dessus sont provisoires et données pour une durée de chantier inférieure à 3 mois (sauf conditions météorologiques très défavorables).

3. Adaptations éventuelles.
4. Poursuite des travaux avec alternance terrassements / observations / adaptations jusqu'au fond de fouille.

Toutes ces dispositions devront être étudiées en détail en phase d'exécution par l'entreprise dans le cadre de sa mission G3.

Aucune charge ne devra être appliquée à moins de 1,5 m à l'arrière de la tête de talus.

6.3.2 Protection des talus provisoires

La protection superficielle des talus sera assurée par la mise en œuvre d'un ouvrage de protection de surface vis-à-vis de la battance (impact des gouttes d'eau dues à la pluie) et du ruissellement sur le tiers supérieur du talus.

La tête de talus et une bande de 1,0 m minimum de large en amont des têtes de talus devront être protégées soit par prolongement de l'ouvrage de protection superficielle, soit par la réalisation d'un dispositif adapté (impermeabilisation, cunette, etc.).

De même, les venues d'eaux en pied de talus devront être collectées et évacuées vers un exutoire afin de limiter la stagnation, l'imbibition ou l'érosion des sols en pied de talus.

Il faudra vérifier qu'aucune venue d'eau ne se produise dans les talus pendant et après les terrassements.

On évitera, dans la mesure du possible, de diriger les eaux de ruissellement superficielles dans les fouilles (par exemple contre pente, mise en place de bourrelet en tête, etc.).

Suivant le délai nécessaire pour l'ouverture de l'emprise de la fouille, il pourra être nécessaire de prévoir la réalisation d'une cunette provisoire en pied de talus pour protéger la plateforme de travail.

6.3.3 Pente et protection des talus définitifs

D'une manière générale, les pentes de talus définitives en déblais et en remblais seront inclinées au maximum de 3H/2V jusqu'à une hauteur maximum de 3 m.

Dans le substratum marno-calcaire sain (non altéré, non fracturé) du sol 3, les talus définitifs en déblais pourront être inclinés avec une pente de 1H/2V.

Dans tous les cas, les pentes de talus en déblais pourront être adaptées en cours de chantier en fonction de la cohésion éventuelle des terrains mis à jour lors des terrassements (à valider par le géotechnicien de l'entreprise en phase exécution G3).

Des dispositifs anti-érosion devront être mis en œuvre (engazonnement, toile de jute par exemple ...) qui seront associés à une gestion des eaux identique à celle des talus provisoires.

Les terrassements en remblais devront être menés avec la réalisation de redans d'accrochage et suivant la méthode du mètre excédentaire.

Les matériaux saturés d'eau et/ou organiques devront être purgés.

6.4 Réutilisation des matériaux

Le *Guide de la réalisation des remblais et des couches de forme* du LCPC/SETRA défini, pour chaque classe de sols, les conditions de leur réutilisation en remblai et en couche de forme.

6.4.1 Réutilisation en remblais

Les remblais contenant des matériaux divers tels que des morceaux de verre, plastique, maçonneries, blocs (...) ne sont pas réutilisables en remblais ou en couche de forme et devront être évacués en décharge adaptée.

La terre végétale ne peut pas être réutilisée en remblais et en couche de forme. Elle pourra être réutilisée pour les aménagements paysagers.

Les sols 1, les sols 2 et les sols 3 (marnes) sont des sols fins généralement de classe A1 et B5. Ils sont à l'état hydrique sec à très sec, voire moyennement humide localement.

Ces sols sont sensibles à l'eau et aux variations hydriques. Lorsqu'ils sont dans un état hydrique moyen (m), leur réutilisation en remblais est possible mais dans des conditions météorologiques particulières (sans pluie ni évaporation).

Pour les états hydriques humide (h) à très humide (th), le réemploi est rendu difficile voire impossible, compte tenu de la faible portance des matériaux ou des difficultés à les compacter. Une amélioration à la chaux permettant la maîtrise de leur teneur en eau est alors envisageable afin de permettre leur réutilisation en remblais.

Selon l'époque des travaux, et notamment en période estivale, ces sols peuvent être dans un état hydrique très sec (ts), ils sont normalement inutilisables en l'état. L'humidification de ces sols pour les ramener à l'état « s ou h » peut être envisagée à l'appui d'une étude spécifique.

Pour les matériaux calcaires, marno-calcaires ou encore marno-gréseux, de classe R2 ou R3 indurés, on pourra prévoir leur réemploi après une éventuelle opération de concassage quand le matériau présentera un faciès franchement rocheux. L'expérience montre toutefois qu'un traitement des marnes indurées est délicat car le mélange reste superficiel (mouture très grossière) et la prise demeure modeste.

6.4.2 Réutilisation en couche de forme des chaussées

Les matériaux du site de classe A1 ou B5 ne sont pas réutilisables en l'état pour une couche de forme. Leur grande sensibilité à l'eau implique la mise en œuvre systématique d'un traitement, avec des liants hydrauliques (éventuellement associé à la chaux), de manière à lui garantir des performances mécaniques à court comme à long terme.

La maîtrise de l'état hydrique de ces sols traités est souvent délicate, en raison de la variation brutale de leur comportement (portance) pour de faibles écarts de teneur en eau. Ces sols se traitent à la stricte condition que la météo soit favorable (pas de pluie même faible).

Des essais de convenance permettront de définir les dosages à mettre en œuvre, en s'assurant de l'absence de gonflement.

La présence de matériaux grossiers (gros galets, blocs) justifiera l'emploi de pulvi-mixers puissants, aptes à traiter ces éléments.

Les sols de classe R2 ou R3 indurés sont peu adaptés au malaxage en vue d'un traitement répondant à une qualité « couche de forme ». Ils seront substitués sauf si les essais préalables donnent des résultats satisfaisants en termes de mouture et de performance.

6.5 Mise en œuvre des matériaux du site en remblais

Sur la base des considérations précédentes, on envisagerait sous l'emprise du projet, une mise en œuvre s'effectuant de la manière suivante :

- Décapage des sols superficiels organiques qui seront réutilisés dans les zones insensibles du projet (espaces verts par exemple),
- Purge des poches de sols mous et des remblais hétérogènes également mis en dépôt définitif,
- Mise en place d'un géotextile anticontaminant,
- Compactage énergétique des sols supports (pour les sols fins),
- Purge des sols demeurant déformables ou traitement de sols en place sur une épaisseur minimale de l'ordre de 0,50 m dans les parties en remblai comme en déblai (en 2 couches),
- Remblais de masse et remblais techniques après traitement à la chaux et/ou au liant.

Les remblais devront être étudiés et mis en œuvre de manière contrôlée et selon les règles de l'art (redans d'accrochage, définition de la nature et caractéristiques mécaniques des matériaux, mode de mise en œuvre, compactage, essais de réception, etc.).

6.6 Contrôles

Lors du démarrage du chantier, des planches d'essai permettront d'optimiser les épaisseurs de couches à mettre en œuvre et d'adapter les ateliers de compactage pour obtenir sur les fonds de formes des zones de déblais comme de remblais, et les remblais, les performances fixées par le Maître d'Œuvre.

Des essais de contrôle seront entrepris en continu et à réception, de manière à vérifier l'obtention des spécifications demandées.

La définition des spécifications minimales à obtenir appartient au Maître d'Œuvre.

Dans les zones sous voiries, les matériaux de remblai et de déblais mis en œuvre, après décapage de l'horizon végétal ou la purge totale ou superficielle des zones molles éventuelles et des remblais hétérogènes (à la suite d'intempéries notamment) devront avoir une épaisseur et des qualités mécaniques suffisantes, afin de permettre d'obtenir (avec une teneur en eau nécessairement maîtrisée), le critère de réception suivant :

$$\mathbf{EV2 \geq 50 \text{ MPa}}$$

Il s'agit d'un critère minimum qui permet d'obtenir une plate-forme de portance PF2 selon les règles GTR.

Pour les couches de forme traitées au liant, on pourra viser un objectif de portance PF3 avec :

$$\mathbf{EV2 > 120 \text{ MPa}}$$

Les remblais devront être réceptionnés au minimum par la réalisation d'essais de pénétration dynamique afin de vérifier l'homogénéité du compactage. Nous proposons la réalisation d'un essai pour 200 m² de surface remblayée.

Le contrôle du compactage devra être effectué pour chaque couche et en partie supérieure de la couche de forme, par des essais à la plaque. En première approche, il conviendra de considérer la réalisation d'un essai de plaque tous les 100 ml de voiries.

7 ETUDE DES NOUVELLES VOIRIES

7.1 Préparation de l'assises pour les chaussées

7.1.1 Définition de zones d'homogénéité vis-à-vis de la portance des chaussées

La partie supérieure des terrassements (PST) va recouper différents terrains que nous pourrions distinguer quand la géométrie des voies sera connue (profil rasant, zone de déblai, zone en remblai, zone en déblai-remblai, etc).

7.1.2 Nature et niveau de portance de la PST

A chaque zone d'homogénéité que nous aurons définie au paragraphe précédent, nous attribuerons un niveau de portance de plate-forme spécifique.

7.2 Nature de la couche de forme

7.2.1 Cas de matériaux nobles

Les couches de forme pourront être constituées de matériaux insensibles à l'eau D21 ou similaires. Les caractéristiques requises par le GTR 92 sont les suivantes :

- $VBS \leq 0,1$
- Tamisat à $80 \mu\text{m} \leq 12 \%$
- $D_{\text{max}} \leq 50 \text{ mm}$
- Tamisat à $2 \text{ mm} \leq 70 \%$
- $LA \leq 45$
- $MDE \leq 45$.

La couche de forme sera mise en place selon les directives du GTR, suivant la technique du remblai excédentaire, et compactée avec l'engin approprié.

7.2.2 Cas de matériaux du site traités

Cf. §6.4.2.

7.3 Epaisseur de la couche de forme

7.3.1 Cas de matériaux nobles

D'après le GTR 92, l'épaisseur de la couche de forme à mettre en œuvre sur une PST1/AR1 pour atteindre un niveau de plate-forme PF2, est déterminée à partir des recommandations du GTR, qui indique :

- 0,75 m sans géotextile tissé,
- 0,60 m avec géotextile tissé.

La mise en place d'un géotextile anti-contaminant est recommandée compte tenu de la présence de sols fins.

7.3.2 Cas de matériaux du site traités

L'épaisseur minimale de la couche de forme traitée sera de 0,35 m sur un sol support non déformable.

7.4 Contrôle des couches de forme

Cf. §6.6.

7.5 Dispositions relatives à la protection contre les eaux

En phase provisoire de travaux, il appartiendra à l'entreprise de terrassement d'assurer une parfaite gestion des eaux : création de fossés de drainage et de collecte des eaux d'infiltration, de ruissellement et de pluie, fermeture et glaçage des plateformes avant toute période pluvieuse, dressage des plateformes avec des pentes suffisantes, etc... Cette liste n'est pas exhaustive.

En phase définitive, on veillera à protéger la plateforme des eaux d'infiltrations notamment en assurant l'évacuation des eaux superficielles. Pour cela, il faut évacuer le plus rapidement possible les eaux de la surface de la chaussée.

7.6 Dimensionnement des structures de chaussée

Les dimensionnements ont été conduits à partir :

- De la norme Dimensionnement structurel des chaussées routières_Application aux chaussées neuves (NF P 98-086, Octobre 2011),
- Du logiciel Alize, développé conjointement par le laboratoire Centrale des Ponts et Chaussées (LCPC) et le Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA).

7.6.1 Gare routière (hors zone d'arrêt)

Nous avons retenu les hypothèses de calcul suivantes :

- Trafic : 96 Bus/j (1 bus / 15 mn sur 24h)_Trafic T3+
- Durée de service : 20 ans
- Accroissement arithmétique : 2%
- Risque de calcul : 25%
- Plateforme support de chaussée : PF2 (EV2 \geq 50 Mpa)

La structure de chaussée proposée est :

Plateforme support de chaussée	PF2 (EV2>50 Mpa)
Couche de base en GB 0/14 cl4	11 cm
Couche de roulement en BBME 0/10 cl3	6 cm

Tableau 17 : structure de chaussée gare routière

Voir détail des calculs en annexe A2-a.

7.6.2 Voie C

Nous avons retenu les hypothèses de calcul suivantes :

- Trafic : 96 Bus/j (1 bus / 15 min sur 24h)_Trafic T3+
- Durée de service : 20 ans
- Accroissement arithmétique : 2%
- Risque de calcul : 25%
- Plateforme support de chaussée : PF2 (EV2 \geq 50 Mpa)

La structure de chaussée proposée est :

Plateforme support de chaussée	PF2 (EV2>50 Mpa)
Couche de base en GB 0/14 cl4	12 cm
Couche de roulement en BBSG 0/10 cl3	6 cm

Tableau 18 : structure de chaussée voie C

Voir détail des calculs en annexe A2-b.

7.6.3 Voie B

Nous avons retenu les hypothèses de calcul suivantes :

- Trafic : 215 PL ou Bus/j _Trafic T2
- Durée de service : 20 ans
- Accroissement arithmétique : 2%
- Risque de calcul : 12%
- Plateforme support de chaussée : PF2 (EV2 \geq 50 Mpa)

La structure de chaussée proposée est :

Plateforme support de chaussée	PF2 (EV2>50 Mpa)
Couche de fondation en GB 0/14 cl4	8 cm
Couche de base en GB 0/14 cl4	8 cm
Couche de roulement en BBSG 0/10 cl3	5 cm

Tableau 19 : structure de chaussée voie B

Voir détail des calculs en annexe A2-c.

7.6.4 Bretelle depuis A7

Nous avons retenu les hypothèses de calcul suivantes :

- Trafic : 135 PL ou Bus/j _Trafic T3+
- Durée de service : 20 ans
- Accroissement arithmétique : 2%
- Risque de calcul : 25%
- Plateforme support de chaussée : PF2 (EV2 \geq 50 Mpa)

La structure de chaussée proposée est :

Plateforme support de chaussée	PF2 (EV2>50 Mpa)
Couche de base en GB 0/14 cl4	12 cm
Couche de roulement en BBSG 0/10 cl3	6 cm

Tableau 20 : structure de chaussée bretelle A7

Voir détail des calculs en annexe A2-d.

7.6.5 Giratoire Athènes/Rome

Nous avons retenu les hypothèses de calcul suivantes :

- Trafic : 350 PL ou Bus/j _Trafic T1
- Durée de service : 20 ans
- Accroissement arithmétique : 2%
- Risque de calcul : 25%
- Plateforme support de chaussée : PF2 (EV2 \geq 50 Mpa)

Conformément à l'article B.2.4 de la norme NF P 98-086, l'épaisseur de l'assise de chaussée est augmentée de 15% dans les giratoires.

La vérification de la structure sera donc faite sur une structure allégée de 15% de couche d'assise.

La structure de chaussée proposée est :

Plateforme support de chaussée	PF2 (EV2>50 Mpa)
Couche de fondation en GB 0/14 cl4	10 cm
Couche de base en GB 0/14 cl4	10 cm
Couche de roulement en BBME 0/10 cl3	6 cm

Tableau 21 : structure de chaussée giratoire Athènes/Rome

Voir détail des calculs en annexe A2-e.

8 ETUDE DES OUVRAGES DE SOUTÈNEMENT

8.1 Préambule

En concertation avec l'équipe conception, nous avons considéré pour notre étude les types d'ouvrages de soutènement suivants :

- Murs n°1 et n°2 : murs traditionnels en béton armé (qui pourront être préfabriqués),
- Mur n°3 : paroi microberloinoise autostable définitive. Ce type d'ouvrage permettra de limiter les terrassements dans la zone compte tenu de la présence de réseaux sensibles en amont, sans empiéter sur la parcelle privée en aval.
- Mur n°4/5/6/7 : murs traditionnels en béton armé (qui pourront être préfabriqués) avec parement gabions,

Des solutions variantes pourront être réalisées sous réserve que toutes les justifications dimensionnelles soient apportées et en accord avec le projet.

L'entreprise retenue pour la réalisation des travaux de fondation, de soutènement et de terrassement devra dimensionner les ouvrages géotechniques dans le cadre de sa mission G3 phase étude (norme NF P 94-500). Le pré-dimensionnement des ouvrages proposés dans le cadre de cette étude pourra être adapté aux différentes techniques proposées par l'entreprise.

8.2 Profils et hypothèses de calculs

8.2.1 Profils d'étude

Les profils étudiés sont localisés ci-après.

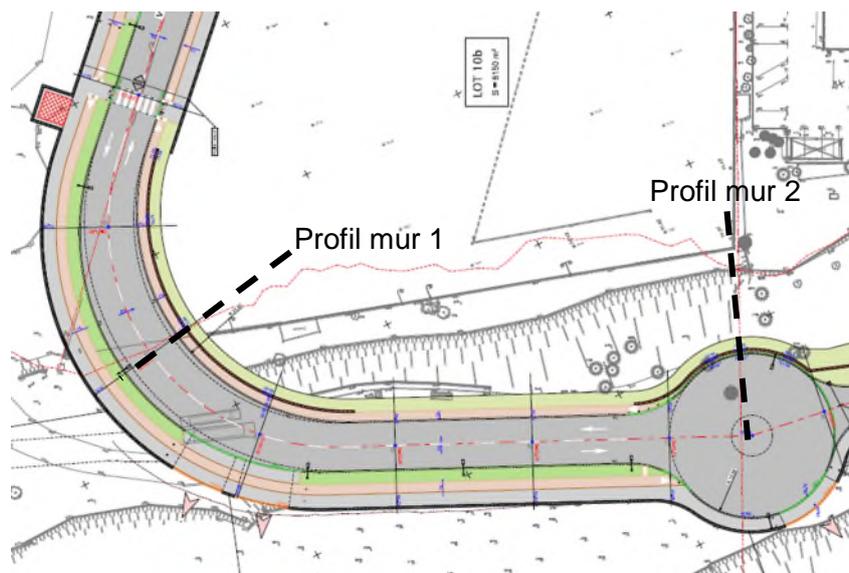


Figure 7 : Localisation profils murs n°1 et n°2

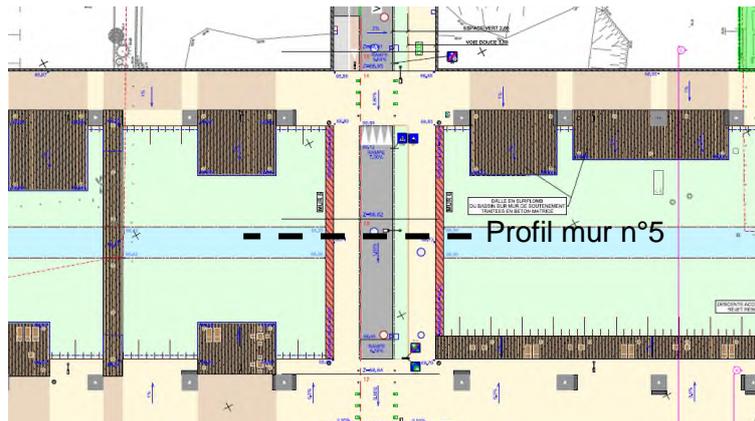


Figure 8 : Localisation profil mur n°5

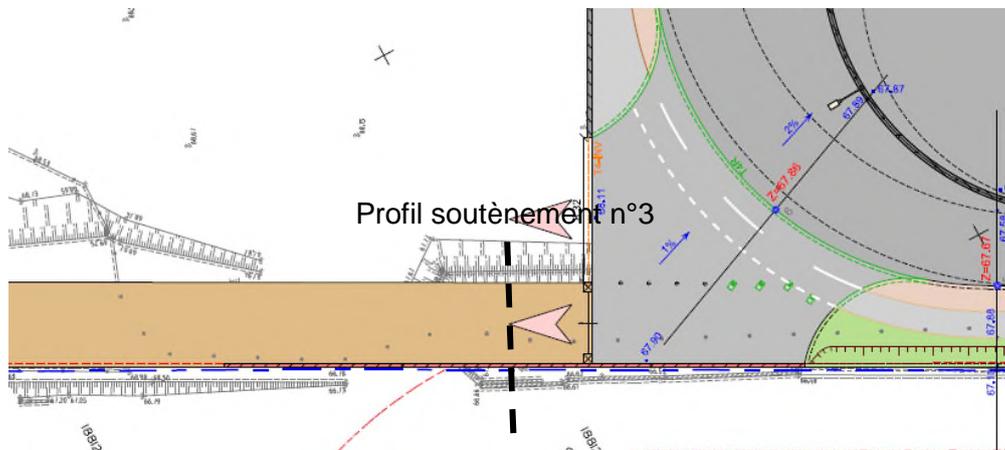


Figure 9 : Localisation profil soutènement n°3

8.2.2 *Modèle géotechnique*

Cf. §5.4.

8.2.3 *Surcharges*

Nous n'avons pas modélisé de surcharges à l'arrière des murs n°1 et n°2.

Une surcharge légère de 5 kPa a été modélisée en amont de la paroi microberlinoise n°3, sur une bande de 1m de largeur.

Une surcharge lourde de 15 kPa a été modélisée en amont du mur n°5 pour modéliser le trafic de bus.

Ces hypothèses devront être vérifiées et/ou précisées lors des études d'exécution.

8.3 *Etude des murs de soutènement : murs n°1/2/4/5/6/7*

8.3.1 *Fondations mur n°1 : fondations profondes*

Le mur n°1 sera situé en partie au droit de la zone de remblais importants. Au droit du sondage réalisé (SP6_E), le toit des formations compactes (sol 3) se situe à 3 m de profondeur par rapport au niveau du pied du mur.

Ces profondeurs pourront varier en plus ou en moins, en fonction d'anomalies géologiques éventuelles non décelées lors de la présente campagne.

Il devra être envisagé de fonder ce mur par l'intermédiaire de fondations profondes, de type micropieux par exemple, ancrés dans les **marnes et/ou calcaires compacts sous-jacents (sol 3)**.

L'ancrage des fondations profondes devra être réalisé de **façon homogène** dans les marnes et/ou calcaires compacts du sol 3, avec un ancrage minimal d'un mètre.

Dans tous les cas, la technique de forage utilisée devra permettre de respecter l'ancrage prévu dans les formations du sol 3 qui devra impérativement être validé par des enregistrements des paramètres de forage.

8.3.2 Fondations mur n°2 et murs 4/5/6/7 : fondations superficielles

Nous proposons de fonder les mur n°2 et n°4/5/6/7 par l'intermédiaire de semelles pour lesquelles des rattrapages gros béton seront admis.

Les fondations seront ancrées d'au moins 0,4 m dans les **marnes altérées argileuses à sableuses (sol 2) ou le substratum marno-calcaire de consistance rocheuse (sol 3)**, au-delà des remblais, tout niveau mou, saturé et/ou fortement déstructuré.

Dans les zones investiguées, le toit de ces formations est attendu aux profondeurs consignées ci-dessous :

	Mur n°2		Murs n°4/5/6/7		
	SC4 _E	SP4 _E	SC7 _E	SP7 _E	SP8 _E
Toit sol 2 en m/TN	1,4	1,8	-	-	0,5
Cote toit sol 2 - NGF	58,6	58,2	-	-	69,3
Toit sol 3 en m/TN	2,3	2,9	0,5	2,5	6,5
Cote toit sol 3 - NGF	57,7	57,1	69,8	67,8	63,3

Tableau 22 : cotes et profondeurs d'apparition de l'horizon d'ancrage

Ces profondeurs pourront varier en plus ou en moins en fonction d'anomalies géologiques éventuelles non décelées lors de la campagne d'essais.

Des sur-profondeurs ne peuvent être exclues et sont à prévoir (surprofondeurs de remblais, lentilles moins compactes, niveaux saturés, vestiges ...).

A noter que les formations d'assise sont très sensibles aux variations hydriques. Il conviendra de prévoir un encastrement de 1,2 m minimum par rapport au niveau des aménagements finis.

Des joints de dilatation verticaux devront être mis en place de manière régulière afin de prévenir des éventuelles déformations.

Dans la mesure où les profondeurs d'assises et les dispositions constructives qui sont énoncées au § 9.5 sont respectées, les semelles des murs pourront être dimensionnées en considérant :

$$q_{net} = 1000 \text{ kPa (*)}$$

(*) contrainte q_{net} volontairement limitée

La compacité et l'homogénéité des fonds de fouilles devront **systematiquement** être vérifiées dans le cadre des missions G3 et G4.

8.3.3 Méthode de justification des murs

Les murs de soutènement devront être dimensionnés, exécutés et contrôlés suivant de la norme NFP 94-281. Les poussées sont calculées par la méthode de Cullman. Les différentes vérifications effectuées sont les suivantes :

- La stabilité externe aux ELU et aux ELS,
 - o Portance du sol d'assise,
 - o Renversment,
 - o Glissement,
- La stabilité générale du site aux ELU,
- La stabilité interne aux ELU (hors cadre géotechnique).

Pour le mur n°1 (mur en béton armé fondé sur micropieux), les charges seront reprises par les micropieux. De ce fait, la stabilité externe (vis-à-vis du glissement local, du renversement et du poinçonnement) et la stabilité générale de ce mur sera assurée par ces fondations profondes.

La vérification de la stabilité interne de l'ensemble des murs du projet sera à réaliser par un bureau d'étude structure en fonction des efforts s'exerçant sur les murs. Le ferrailage du mur en BA devra être suffisant pour justifier la stabilité interne des murs.

8.3.4 Caractéristiques dimensionnelles des murs n°2 et n°5

Les murs modélisés sont représentés ci-après.

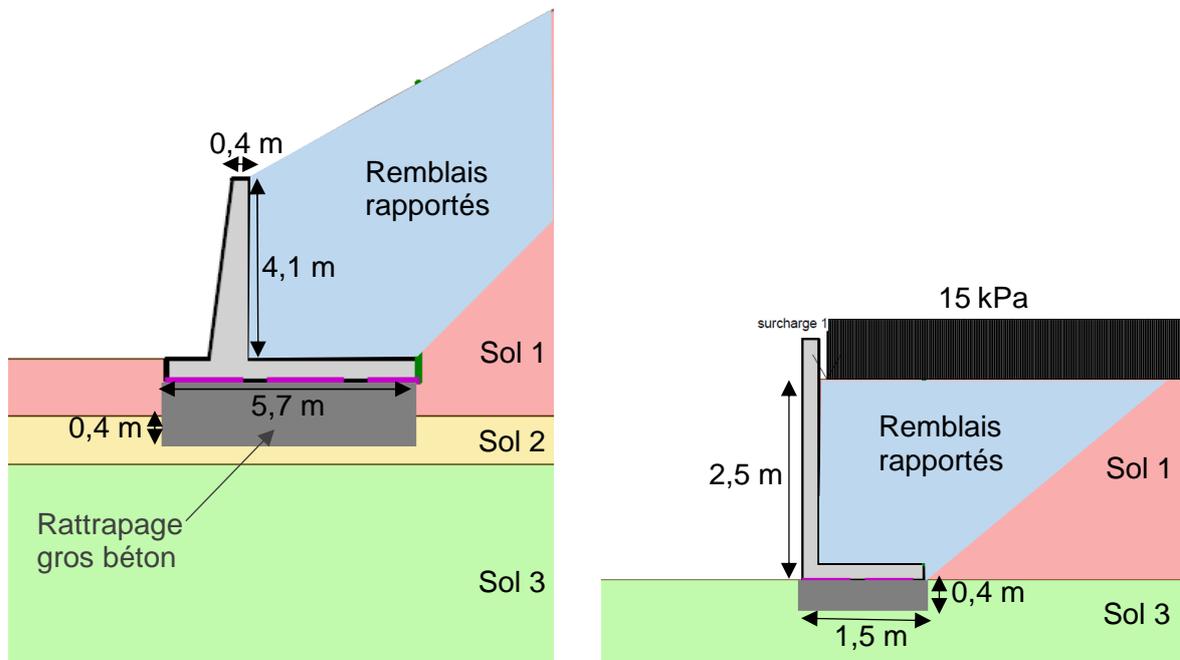


Figure 10 : Mur n°2 (gauche) et mur n°5 (droite)

8.3.5 Résultats des calculs de dimensionnement des murs n°2 et n°5

Les tableaux ci-après récapitulent les résultats obtenus.

Facteurs de sécurité partiels	Critère	Statique	Sismique		
			Pesant	Allégeant	
	Eurocodes 7 : NF P 94-281		NF EN 1998-5	NF EN 1998-5	
Actions - ELU permanentes défavorables $\gamma_g = 1.35$ variables défavorables $\gamma_q = 1.5$ permanentes favorables $\gamma_g = 1$ variables favorables $\gamma_q = 0$ Eau favorable $\gamma_w;inf = 1$ Eau défavorable $\gamma_w;sup = 1.35$ Résistances portance (ELU) $\gamma_R;v = 1.4$ portance (ELS) $\gamma_R;v = 2.3$ glissement $\gamma_R;h = 1.1$ butée $\gamma_R;e = 1.4$ Methode glissement $\gamma_R;d;h = 0.9$ portance $\gamma_R;d;v = 1$	Approche 2 - ELU	Rh;d = 363.19 kN Rp;d = 0 kN Hd = 324.94 kN Hd <= Rh;d + Rp;d	Capacité portante (Annexe F) Ned = 587.1 kN Ved = 433.95 kN Med = 1066 kN.m Nmax = 4750 kN F barre = 0.177 N barre = 0.124 V barre = 0.0914 M barre = 0.0394 Resultat = -0.153 <= 0 vérifié	Capacité portante (Annexe F) Ned = 533.91 kN Ved = 398.47 kN Med = 1014.6 kN.m Nmax = 4750 kN F barre = 0.177 N barre = 0.112 V barre = 0.0839 M barre = 0.0375 Resultat = -0.136 <= 0 vérifié	
	Glissement (ELU Article 9.3.1) Poussée défavorable-Poids favorable	e = 0.773 m e < 7/15 * B = 2.66 m		Glissement (Articles 5.4.1.1) Ved = 433.95 kN Epd = 0 kN Ned = 587.1 kN Frd = 293.64 kN Ved > Frd + Epd	Glissement (Articles 5.4.1.1) Ved = 398.47 kN Epd = 0 kN Ned = 533.91 kN Frd = 267.03 kN Ved > Frd + Epd
	Renversement (ELU Article 9.2.2) Poussée défavorable-Poids favorable	R0=0 kN; i0β=0.204 Rv;d = 603.96 kN Vd = 513.5 kN Vd <= Rv;d + R0			
	Poinçonnement (ELU Article 9.2.1) Poussée défavorable-Poids favorable				
	Approche 2 - ELS				
	Renversement (ELS Article 12.3)	e = 0.413 m e < 1/4 * B = 1.42 m			
	Poinçonnement (ELS Article 12.2)	R0=0 kN; i0β=0.317 Rv;d = 671.61 kN Vd = 513.5 kN Vd <= Rv;d + R0			
RESULTATS DE CALCULS INTERMEDIAIRES (METHODE CLASSIQUE)					
Statique	β=0.00 °,d=0.00 m Vol. mur = 5.316 m³	Sismique Pesant	β=0.00 °,d=0.00 m	Sismique Allégeant	
				β=0.00 °,d=0.00 m	

Figure 11 : Résultats calculs de stabilité externe mur n°2

La stabilité externe du mur n°2 (glissement, poinçonnement, renversement) est vérifiée en statique. Dans le cas sismique, le glissement n'est pas vérifié. Il pourra être envisagé de disposer une bêche sous la semelle, avec une butée suffisante pour justifier le mur au glissement.

Facteurs de sécurité partiels	Critère	Statique	Sismique		
			Pesant	Allégeant	
	Eurocodes 7 : NF P 94-281		NF EN 1998-5	NF EN 1998-5	
Actions - ELU permanentes défavorables $\gamma_g = 1.35$ variables défavorables $\gamma_q = 1.5$ permanentes favorables $\gamma_g = 1$ variables favorables $\gamma_q = 0$ Eau favorable $\gamma_w;inf = 1$ Eau défavorable $\gamma_w;sup = 1.35$ Résistances portance (ELU) $\gamma_R;v = 1.4$ portance (ELS) $\gamma_R;v = 2.3$ glissement $\gamma_R;h = 1.1$ butée $\gamma_R;e = 1.4$ Methode glissement $\gamma_R;d;h = 0.9$ portance $\gamma_R;d;v = 1$	Approche 2 - ELU	Rh;d = 68.118 kN Rp;d = 0 kN Hd = 33.846 kN Hd <= Rh;d + Rp;d	Capacité portante (Annexe F) Ned = 105.89 kN Ved = 40.4 kN Med = 64.036 kN.m Nmax = 1250 kN F barre = 0.35 N barre = 0.0847 V barre = 0.0323 M barre = 0.0342 Resultat = -0.0801 <= 0 vérifié	Capacité portante (Annexe F) Ned = 95.755 kN Ved = 36.505 kN Med = 59.672 kN.m Nmax = 1250 kN F barre = 0.35 N barre = 0.0766 V barre = 0.0292 M barre = 0.0318 Resultat = -0.0338 <= 0 vérifié	
	Glissement (ELU Article 9.3.1) Poussée défavorable-Poids favorable	e = 0.387 m e < 7/15 * B = 0.7 m		Glissement (Articles 5.4.1.1) Ved = 40.4 kN Epd = 0 kN Ned = 105.89 kN Frd = 52.963 kN Ved <= Frd + Epd	Glissement (Articles 5.4.1.1) Ved = 36.505 kN Epd = 0 kN Ned = 95.755 kN Frd = 47.892 kN Ved <= Frd + Epd
	Renversement (ELU Article 9.2.2) Poussée défavorable-Poids favorable	R0=0 kN; i0β=0.443 Rv;d = 229.42 kN Vd = 96.31 kN Vd <= Rv;d + R0			
	Poinçonnement (ELU Article 9.2.1) Poussée défavorable-Poids favorable				
	Approche 2 - ELS				
	Renversement (ELS Article 12.3)	e = 0.289 m e < 1/4 * B = 0.375 m			
	Poinçonnement (ELS Article 12.2)	R0=0 kN; i0β=0.556 Rv;d = 223.03 kN Vd = 96.31 kN Vd <= Rv;d + R0			
RESULTATS DE CALCULS INTERMEDIAIRES (METHODE CLASSIQUE)					
Statique	β=0.00 °,d=0.00 m Vol. mur = 0.860 m³	Sismique Pesant	β=0.00 °,d=0.00 m	Sismique Allégeant	
				β=0.00 °,d=0.00 m	

Figure 12 : Résultats calculs de stabilité externe mur n°5

La stabilité externe du mur n°5 est vérifiée pour toutes les situations de calcul.

La stabilité générale a été vérifiée pour les deux profils à l'aide du logiciel GEOSTAB (F>1).

8.3.6 Dispositions générales vis-à-vis des fondations superficielles

Cf. §9.5.

8.3.7 Dimensionnement du mur n°1

Rappelons que pour le mur n°1, les charges seront reprises par les micropieux.

Le bilan des efforts à la base de ce mur (nécessaires au pré-dimensionnement des fondations profondes du mur), a été défini avec le logiciel GEOMUR qui calcule les efforts de poussées par la méthode de Cullman.

8.3.7.1 Bilan des efforts à la base du mur (ELU)

Nous avons considéré un mur aux dimensions indiquées ci-dessous pour calculer les efforts à la base.

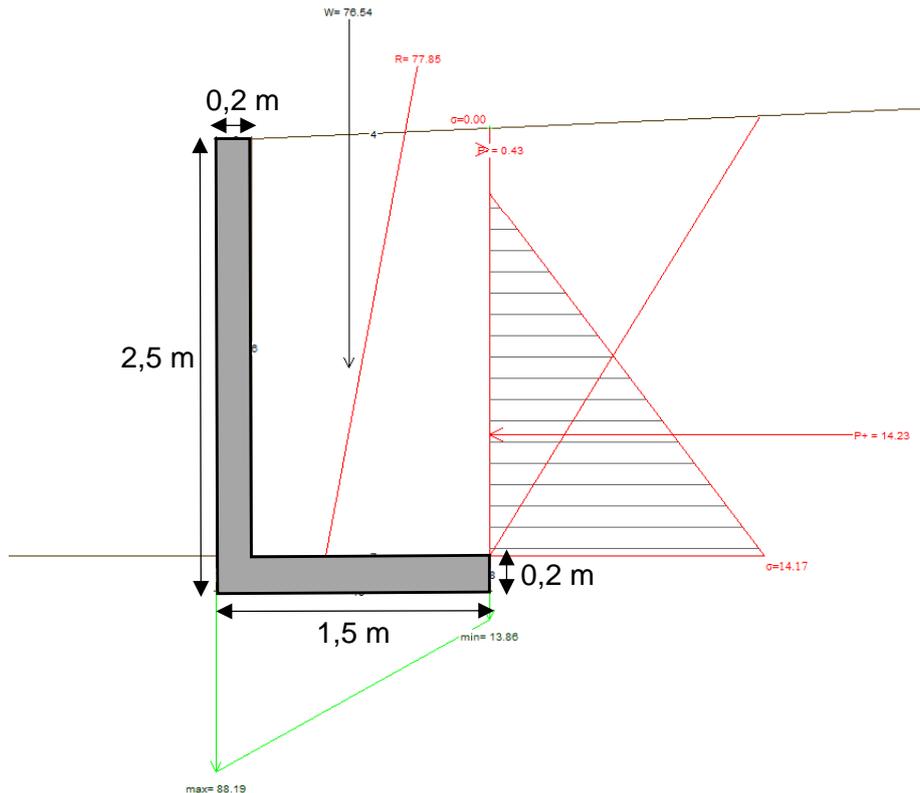


Figure 13 : bilan des efforts à la base du mur n°1

Les caractéristiques géométriques des murs pourront être adaptées lors des études d'exécution G3 en fonction des moyens des entreprises.

Les données issues des calculs sur GEOMUR sont synthétisées dans le tableau ci-après. Le détail des calculs est donné en annexe A3.

Mur	Cas	Résultante des efforts	Composante verticale de la résultante	Composante horizontale de la résultante	Inclinaison de la résultante par rapport à la verticale
		[kN/ml]	[kN/ml]	[kN/ml]	[°]
		R	Rv	Rh	δ
1	Statique	77,8	76,5	14,2	10,5
	Séisme pesant	86,9	81	24,5	16,8
	Séisme allégeant	78,5	72,9	22,6	17,2

A partir des excentrement des efforts, les moments déduits à la base du mur (profil n°1) sont les suivants :

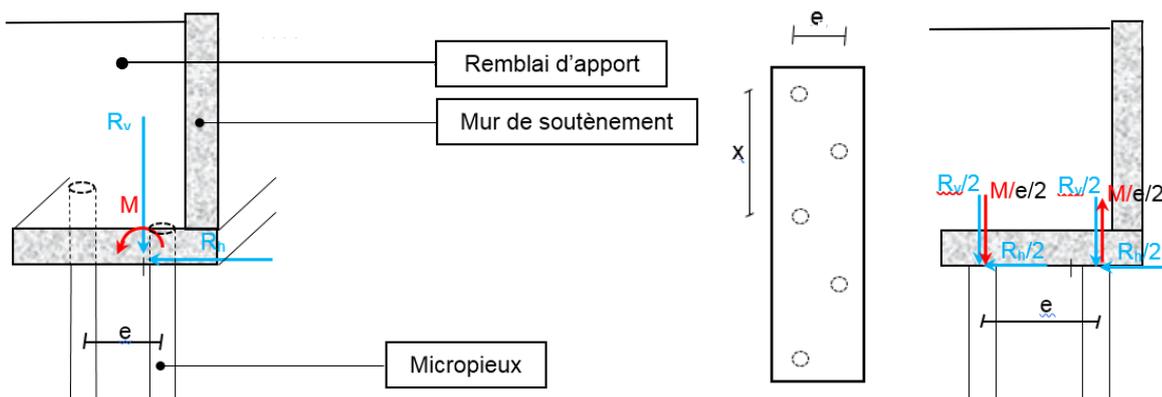
Mur	Cas	Excentricité par rapport au centre de la semelle	Moment déstabilisateur
		[m]	[kN.m/ml]
		e_x	M
1	Statique	0,182	14,1
	Séisme pesant	0,431	37,5
	Séisme allégeant	0,443	34,8

8.3.7.2 Répartition des efforts et des moments

Les semelles du mur reposeront sur deux files de micropieux qui auront pour rôle de reprendre les efforts de compression, de traction ainsi que les moments.

Nous considérons des micropieux en quinconce avec les espacements suivants : $x = 2,5$ m et $e = 0,5$ m.

Dans le cadre de ce pré-dimensionnement la répartition des efforts et des moments est définie de la manière suivante :



Les efforts et moments sont à multiplier par l'espacement x entre micropieux. Nous considérons dans le cadre de ce pré-dimensionnement un espacement latéral $x = 2,50$ m.

A partir des résultats du paragraphe 5.6.1, les efforts et moments que devront être capables de reprendre chaque micropieu (aux ELU) sont les suivants :

Mur	Cas	Entraxe entre micropieux e	$R_v/2 \cdot x$	$R_h/2 \cdot x$	$M/e/2 \cdot x$
		[m]	[kN]	[kN]	[kN.m]
1	Statique	0,5	19,1	3,5	7
	Séisme pesant		20,2	6,1	18,8
	Séisme allégeant		18,2	5,6	17,4

8.3.7.3 Pré-dimensionnement des micropieux de fondation des murs

A ce stade du projet nous avons prévu la réalisation de micropieux **de type II** (Classe n°1 bis – Catégorie n°18 selon la norme NF P 94-262) de **diamètre 100 mm**.

La faisabilité de ces types de micropieux est à confirmer par les entreprises, seules maîtres de leurs techniques à adapter à la nature et aux caractéristiques mécaniques des terrains. Le mode de réalisation des micropieux pourra être adapté par les entreprises en fonction du contexte géotechnique et de leur connaissance du secteur.

Dans tous les cas, la technique de forage utilisée devra permettre de respecter les ancrages prévus dans les formations marno-calcaires (sol 3) qui devront impérativement être validés par des enregistrements des paramètres de forage. Si l'entreprise juge la technique proposée dans le cadre de cette étude inappropriée, elle proposera avant remise de son offre la technique de son choix, adaptée au contexte géotechnique

Pour des micropieux de type II, les valeurs de frottements définis selon la norme N FP 94-262 à partir de la synthèse géotechnique établie au paragraphe 5.4, sont indiquées dans le tableau suivant (assimilé à une méthode de foration simple (FS, Classe 1, Catégorie 1).

Sol	Horizon	pl _e *	pf*	α _{pieu-sol}	courbe f _{sol}	q _{s;k}	γ _{Rd1}	γ _{Rd2}
		[MPa]	[MPa]			[kPa]		
1	Remblais/formations de couverture	-	-	-	-	négligé	1,15	1,1
2	Marnes altérées argileuses à sableuses	2,0	1,5	1,1	Q1	51		
3	Substratum marno-calcaire	4,7	4,7	1,5	Q4	170		

Avec :

pl_e* : pression limite équivalente

pf : pression de fluage

α_{pieu-sol} : paramètre adimensionnel dépendant du type du sol et du pieu

q_{s;k} : frottement latéral unitaire

γ_{Rd1}, γ_{Rd2} : coefficients de modèles compression/traction – méthode pressiométrique

Les calculs des fondations profondes à la portance seront réalisés conformément aux §9 et 10 et 14 ainsi que l'annexe F de la norme NF P 94-262 et son amendement de juillet 2018.

8.3.7.4 Caractéristiques des armatures

Les caractéristiques des tubes pris en compte dans les calculs sont les suivantes :

Armature Tube	Surface corrodée (*)	Module d'inertie I	Module de résistance plastique W _{pl}	EI	N _{c;Rd ELU} (en compression)
mm	cm ²	cm ⁴	cm ³	kN.m ²	kN
73 Ep. 5,1	10,3	58	16,2	122	578

(*) : perte d'épaisseur de 0,6 mm pour une durée de vie de l'ouvrage de 50 ans.

Des armatures différentes pourront être envisagées par l'entreprise, sous réserve que toutes les justifications soient apportées.

La limite élastique des aciers considérés est σ_e = 560 MPa pour les tubes. Le module d'Young des aciers E_a est de 210 GPa.

L'ensemble des vérifications structurales sera à réaliser par un BET structure lors des études d'exécution G3 (vérification au flambement, résistance à la compression, résistance à la flexion composée, résistance au cisaillement).

8.3.7.5 Reprise des efforts verticaux

8.3.7.5.1 Coefficient d'efficacité

Dans le cas de pieux rapprochés, c'est-à-dire espacés de moins de trois diamètres, il convient de prendre en compte un coefficient d'efficacité C_e conformément à l'annexe J de la norme NF P 94-262.

$C_e = 1$ lorsque $d \geq 3\emptyset$ (ici le cas pour des micropieux diam. 150 mm espacés de 0,5 m)

$$\text{Sinon, } C_e = \left(1 - C_d \left(2 - \left(\frac{1}{m} + \frac{1}{n} \right) \right) \right) \text{ avec } C_d = 1 - \frac{1}{4} \left(1 + \frac{d}{\emptyset} \right) \text{ lorsque } 1 \leq \frac{d}{\emptyset} \leq 3$$

Avec

d : l'entraxe des pieux

\emptyset : le diamètre des pieux

m : le nombre de lignes de pieux

n : le nombre de pieux par ligne

8.3.7.5.2 Résultats des calculs de portance

Les calculs ont été réalisés en considérant une plateforme de travail au niveau 70,6 m NGF (selon le profil n°1).

Les résultats de calcul d'un micropieu à la portance, conformément à la norme NF P 94-262, figurent dans le tableau suivant :

Effort à reprendre aux ELU kN	Effort admissible à la compression – kN				Diamètre m	Longueur d'ancrage sols 3 m	Longueur totale m
	R c;cr;d ELS _{QP}	R c;cr;d ELS _{CQ}	R c;d ELU _{FOND}	R c;d ELU _{ACC}			
20,2 + 18,8 = 39	66,1	80,8	105,4	115,9	0,10	1,0*	6,5

+ / - : compression / traction

* ancrage minimal

Ces longueurs pourront toutefois varier en fonction de la cote de la plateforme de travail, et de la cote du toit de chaque formation.

Les résultats des calculs sous Foxta V4 sont consignés en annexe A4.

8.3.7.6 Reprise des efforts horizontaux

8.3.7.6.1 Modules de réaction

Les calculs des fondations profondes soumises à des charges transversales seront réalisés conformément au §11 de la norme NF P 94-262 et son amendement de juillet 2017.

Les modules de réaction surfaciques k_h des pieux sont déterminés à partir de la norme NF P 94-262 relative aux lois de réaction frontale d'un pieu :

$$k_h = K_f / \emptyset$$

avec pour les sollicitations de courte durée :

$$Kf = \frac{12E_M}{\frac{4}{3} \cdot 2.65^\alpha + \alpha} \text{ pour } \emptyset < B_0$$

Avec :

- E_M : module pressiométrique des sols (cf. §4.7)
- α : coefficient rhéologique des sols
- \emptyset : diamètre du pieu
- $B_0 = 0,6$ m

Le coefficient de réaction horizontal à long terme d'un pieu est $k_{hELS} = k_h / 2$.
Le coefficient de réaction horizontal dynamique d'un pieu est $k_{hdyn} = k_h \times 3$.

Le produit d'inertie est $EI = 122$ kN/m (cf. §8.8.4)

8.3.7.6.2 Résultats des calculs

La vérification vis-à-vis des efforts horizontaux consiste à calculer les efforts de flexion induits dans le fut des micropieux suite à l'application d'un effort horizontal en tête. Le moment arrivant en tête, s'ajoute aux efforts verticaux initiaux. C'est pourquoi nous ne considérons ici que l'effort horizontal.

Nous avons considéré des micropieux libres en tête.

Les efforts horizontaux maximaux que peuvent reprendre les micropieux ont été déterminés à partir du module Piecoef du logiciel FOXTA. Le détail des calculs figure en annexe A4.

Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Cas	T_{max} (kN)	Diamètre m	Longueur m	y cm
ELU	6,1	0,10	6,5	<1

T_{max} : effort tranchant maximal (cf. 8.8.2)

M_{max} : moment maximal

y : déplacement maximal en tête de pieu,

Les armatures seront vérifiées vis-à-vis des efforts en tête de micropieux qui seront définis par le bureau d'étude structure associé au projet. Si nécessaire, le diamètre des micropieux (ou le type d'armature) sera adapté.

Les déplacements maximaux admissibles devront être confirmés par le MOE.

8.3.7.7 Dispositions générales vis-à-vis des fondations profondes

Un certain nombre de recommandations doit être pris en compte lors de la conception et de l'exécution des fondations profondes :

- Les techniques de forage prévues devront être adaptées pour assurer la stabilité du forage et éviter un remaniement des terrains.

- La technique d'exécution des micropieux devra être adaptée aux faciès rencontrés :
 - o Lors du forage des micropieux, il conviendra d'être particulièrement vigilant sur les éventuels changements de faciès. Des éboulements durant le forage pourront être observés au sein des remblais présents en tête.
 - o Pour maintenir les parois des forages, un tubage devra être prévu (méthode de forage à l'Odex) sinon il pourra être utilisé un fluide de forage (boue, coulis par exemple).
- Le forage des micropieux constituera une reconnaissance de sol de détail à l'avancement dont les résultats, consignés sur les fiches de forages (enregistrement des paramètres de forage à prévoir), seront analysés au fur et à mesure. Si des différences par rapport aux hypothèses retenues (stratigraphie horizontale, épaisseur des formations) sont mises en évidence, des adaptations devront être prévues.
- La transmission de charge en tête des micropieux est assurée par la mise en place d'une platine noyée dans un massif béton (semelle du mur) en tête de micropieu.
- La tolérance d'implantation des micropieux dans le plan xOy ne devra pas excéder 5 cm (plan horizontal).
- La valeur des frottements q_s au sein de chaque couche de sol sera contrôlée au démarrage des travaux par la réalisation d'un essai sous effort axial.

Dans tous les cas l'exécution des micropieux devra respecter la norme NF EN 14199 de septembre 2015.

8.4 Etude de la paroi microberlinoise autostable : soutènement n°3

8.4.1 Caractéristiques de la paroi n°3

La paroi de type microberlinoise autostable devra servir de soutènement permettant de reprendre les efforts dus aux terrains en phase service.

Elle sera composée :

- De micropieux, \varnothing 0,15 m, espacement 1,0 m,
- D'une poutre de couronnement en tête pour solidariser les micropieux,
- D'une paroi béton armé projeté de 0,15 m d'épaisseur minimum,
- Des dispositifs de drainage.

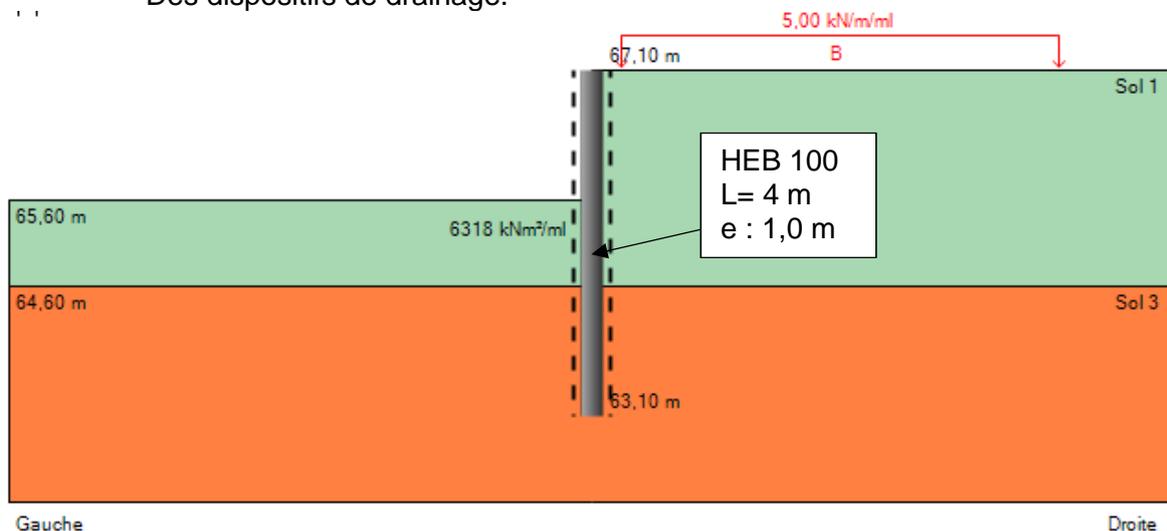


Figure 14 : profil n°3

Remarque importante : en l'absence de données topographiques précises, nous avons considéré un terrain plat en aval de la paroi. Le dimensionnement (G3) devra être réalisé avec les données réelles, sur la base d'un levé géomètre précis de la zone.

8.4.2 Critères de déplacements

Aucun critère particulier ne nous a été indiqué. Nous avons choisi de limiter arbitrairement les déplacements à 10 mm en tête et en ventre.

Ces valeurs devront impérativement être validées par la Maîtrise d'œuvre et/ou les gestionnaires des ouvrages concernés (mitoyens, réseau...).

8.4.3 Méthode de justification selon la norme NF P94-282

La vérification de la stabilité du soutènement a été réalisée selon l'EUROCODE 7 et la norme NF P 94-282 selon une approche de calcul 2 qui consiste à appliquer les facteurs de sécurité partiels aux actions ou à leurs effets et aux propriétés des matériaux et selon le modèle de calcul MISS (Modèle d'Interaction Sol Structure).

Les modèles de calcul MEL (Modèle d'Equilibre Limite, justification du défaut de butée) et MISS (Modèle interaction Sol – Structure) sont nécessaires pour dimensionner la paroi.

Le modèle MEL s'applique aux écrans non ancrés ou aux écrans avec un seul niveau d'appui. Le modèle MISS s'applique dans tous les autres cas et permet également de vérifier la résistance de la structure de l'écran et de déterminer les déplacements de l'écran.

Compte tenu du caractère définitif de l'écran de soutènement, la stabilité de l'ouvrage a été calculée en phases travaux et définitive avec la prise en compte des planchers butonnants.

Le pré-dimensionnement a été réalisé avec le logiciel K-REA qui calcule les équilibres élastoplastiques d'un rideau (méthode aux coefficients de réaction). Les résultats fournis par le logiciel sont non pondérés. Les critères dimensionnants sont :

- Espacement des micropieux
- Moment maximal repris par les armatures des micropieux
- Déplacements maximaux : < 10 mm en tête et en ventre
- Rapport « butée mobilisée » / « butée mobilisable » :
 - o phase travaux > 1.5 (1.35 x 1.1 = 1.48)
 - o en phase service > 2 (1.35 x 1.4 = 1.89)

8.4.4 Hypothèses de dimensionnement

8.4.4.1 Eléments de la paroi

➤ Profilés métalliques :

Les caractéristiques des éléments considérés sont présentées dans le tableau suivant :

Armature	Section cm ²	Module d'Inertie I cm ⁴ /m	Ea x I kN.m ²	Module élastique de section W _e I cm ³ /m	Résistance à la flexion M _{c;Rd} kN.m	Résistance au cisaillement V _{c;Rd} kN	Résistance à la compression N _{ed;Rd} kN
HEB 100	18,6	330	693	66	16	64	418

Nous avons considéré une perte d'épaisseur de 1,2 mm pour une durée de vie de l'ouvrage de 100 ans.

La limite élastique des aciers considérés est $\sigma_e = 560$ MPa pour les tubes.
 Le module d'Young des aciers est de 210 GPa.

➤ Parement béton armé :

Les caractéristiques du parement sont présentées dans le tableau suivant :

Epaisseur	E	Produit d'Inertie EI
cm	MPa	kN.m ²
15	20 000	5625

Le ferrailage du parement devra être vérifié lors des études d'exécution G3.

➤ Paroi :

Type profilé	Espacement profilés	Produit d'Inertie EI _{micropieux}	Produit d'Inertie EI _{paroi}
	m	kN.m ² /m	kN.m ² /m
HEB100 Ø150	1,0	693	6318

Un diamètre de forage, des armatures et un type de parement différents pourront être optimisés suivant les moyens envisagés par l'entreprise, sous réserve que toutes les justifications de stabilité et des efforts dans la paroi soient fournies.

8.4.4.2 Coefficient de poussée / butée

Dans le cadre du dimensionnement d'ouvrages de soutènement, nous prenons en compte les hypothèses suivantes, en fonction des caractéristiques géotechniques données ci-avant :

Sol	(δ/ϕ') _a	(δ/ϕ') _p	K ₀	K _a	K _p
1	0	-0,66	0,577	0,530	2,450
3	0	-0,66	0,426	0,369	3,700

ϕ' angle de frottement drainé

δ inclinaison de la poussée sur la face arrière du mur

a = poussée ; p = butée

K_a, K_p coefficients de poussée et de butée des terres déterminés selon Kerisel et Absi

K₀ coefficient des terres au repos selon la formule de Jacky ($K_0=1-\sin(\phi)$)

8.4.4.3 Module de réaction horizontale

Les coefficients de k_h peuvent être déterminés suivant les recommandations de la norme NF P 94-282 – Annexe F, §3 :

$$k_h = \frac{2 \left(\frac{E_M}{\alpha} \right)^{\frac{4}{3}}}{\left(\frac{EI}{B_0} \right)^{\frac{1}{3}}}$$

Avec : E_I = module d'inertie de la paroi
 α = paramètre rhéologique
 E_M = module pressiométrique
 B_0 = longueur de référence (en général = 1 m)

Les résultats sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Sol	E_M	α	k_h
	MPa	–	kN/m
1	5	0,67	15777
3	250	0,5	4293355

8.4.5 Résultats des calculs sous K-REA

Les résultats du pré-dimensionnement sous le logiciel KRea sont détaillés à l'annexe A5. Les principaux résultats sont résumés dans les tableaux suivants :

N° PHASE	Déplace... en tête [mm]	Déplace... maximal [mm]	Moment maximal [kNm/ml]	Tranchant maximal [kN/ml]	Rapport butées
1	-2,14	-2,14	-4,39	6,77	3,713
Extrema	-2,14	-2,14	-4,39	6,77	3,713

Figure 15 : résultats ELS

N° PHASE	Type	M,d maximal [kNm/ml]	V,d maximal [kN/ml]	Vérif. Def. Butée
1	MEL	-5,87	8,88	OK
Extrema		-5,87	8,88	

Figure 2: résultats ELU

8.4.6 Dispositions générales vis-à-vis des micropieux

Cf. §8.3.7.7.

8.5 Dispositions constructives relatives aux soutènements

8.5.1 Phasage des travaux pour la réalisation des murs

Une attention particulière sera portée sur les décaissements projetés aux abords des limites de propriété et de voirie, des ouvrages existants et des éventuels mitoyens. Les terrassements généraux doivent donc être entrepris de manière contrôlée, afin d'éviter toute déstabilisation des terrains et des ouvrages mitoyens. L'ensemble des dispositions concernant les terrassements sont explicitées au chapitre 6.

Le phasage des travaux à considérer est le suivant :

1. En tête de talus et préalablement aux travaux de terrassement, il est impératif de réaliser un dispositif de collecte et d'évacuation des eaux de ruissellement (phase provisoire) afin d'éviter les infiltrations et ruissellements d'eau sur le front de taille.
2. Pendant la durée des terrassements, aucune charge autre que la surcharge routière modélisée ne sera appliquée directement en tête de talus.
3. Terrassement par passes de hauteur limitée à 2 m, en respectant les pentes suivantes indiquées au §6.3.1.

L'observation du talus sera effectuée à l'avancement des travaux de terrassement pendant et après chaque passe (missions de suivi géotechnique d'exécution et de supervision géotechnique du suivi d'exécution (missions G3 et G4). Selon les observations et afin d'assurer la sécurité du personnel de chantier, les pentes seront adaptées et si nécessaire, des confortements de type clouage, paroi, boulonnage, devront être réalisés.

4. Adaptations éventuelles (reprise des pentes, réalisation de drains subhorizontaux optionnels, ...).
5. Mise en œuvre des micropieux (pour les murs concernés) ou de la fondation superficielle du mur, et construction du mur à l'avancement.
6. Mise en œuvre du système de drainage (cf. §8.9.2).
7. Mise en œuvre des remblais à l'arrière des murs.
8. Poursuite des travaux avec alternance terrassement / observations / adaptations jusqu'au fond de fouille.

Toutes ces dispositions devront être étudiées en détail en phase d'exécution par l'entreprise dans le cadre de sa mission G3.

8.5.2 Gestion des eaux

Les calculs ont été effectués en **conditions drainées**, ce qui rend indispensable la mise en place d'un dispositif de drainage permettant d'atteindre ces conditions au voisinage des murs autant en phase provisoire qu'en phase définitive :

- Des drains de collecte Ø150 mm à la base du soutènement connectés à des exutoires,
- Les exutoires devront permettre le rejet des eaux à distance des fondations des ouvrages de soutènements,
- Un géotextile de séparation sera mis en place entre les remblais d'apport et les remblais drainants afin d'éviter tout risque d'entraînement des fines.
- Un système de drainage des eaux de surface en tête de mur de type fossé / caniveau béton avec imperméabilisation soignée pour éviter l'infiltration des eaux de surface dans le remblai à l'arrière du mur.
- Un dispositif de drainage de la paroi microberlinoise sera mis en place avec des barbacanes (Ø60 mm tous les 4 m²), des bandes drainantes à l'arrière du parement (50% de la surface). Afin de ne pas collecter les eaux de surface, les bandes drainantes seront arrêtées à environ 1 m de la tête du parement.

Ces éléments de drainage seront à adapter, voire renforcer en fonction de la configuration réelle du terrain et des constatations faites pendant les travaux de terrassement.

9 ETUDE DES FONDATIONS

9.1 Préambule

Ce chapitre fait l'étude des fondations des ouvrages périphériques au bassin et des escaliers (ou escalator).

En fonction des descentes de charges, des critères de déformation admissibles et des niveaux adoptés pour ces ouvrages, il pourra être envisagé après les terrassements généraux, la réalisation de fondations superficielles.

Les fondations des murs sont étudiées précédemment dans le chapitre 8.

9.2 Ancrage des fondations – Sol d'ancrage

Les semelles de fondations des ouvrages cités ci-dessus seront ancrées au minimum de 0,4 m au sein des **marnes et/ou calcaires compacts du sol 3** ou dans les formations **marno-gréseuses ou marno-argileuses (altération du substratum) moyennement compactes du sol 2**, au-delà des remblais, tout niveau mou, saturé et/ou fortement déstructuré.

Dans les zones investiguées, le toit de ces formations est attendu aux profondeurs consignées ci-dessous :

	Escaliers/escalators		Aménagements périphériques bassin				
	SP10 _E	SP11 _E	SD1 _E	SD2 _E	SD3 _E	SP7 _E	SP8 _E
Toit sol 2 en m/TN	-	-	1,2	-	-	-	0,5
Cote toit sol 2 - NGF	-	-	67,8	-	-	-	69,3
Toit sol 3 en m/TN	2,5	2,0	4,5	0,5	0,8	2,5	6,5
Cote toit sol 3 - NGF	47,1	56,0	64,5	68,0	68,5	67,8	63,3

Compte tenu de la sensibilité des formations marneuses et argileuses aux variations hydriques, les fondations respecteront un encastrement minimal de 1,2 m par rapport au niveau des aménagements finis (aléa fort retrait/gonflement des argiles).

Ces profondeurs pourront varier en plus ou en moins en fonction d'anomalies géologiques éventuelles non décelées lors de la campagne d'essais.

Des sur-profondeurs ne peuvent être exclues et sont à prévoir (lentilles moins compactes, niveaux très altérés et/ou saturés, vestiges ...).

La compacité et l'homogénéité des fonds de fouilles devront **systematiquement** être vérifiées dans le cadre des missions G3 et G4.

9.3 Méthode de justification

La justification a été réalisée en considérant des semelles superficielles dimensionnées, exécutées et contrôlées suivant la norme NF P 94-261 des fondations superficielles. Les différentes vérifications effectuées sont les suivantes :

- Capacité portante :
 - o ELU Fondamental,
 - o ELS Caractéristique,
 - o ELS Quasi-Permanent,
- Glissement : ELU Fondamental,
- Tassement : ELS Quasi Permanent.

9.4 Principe de justification

9.4.1 Capacité portante

La contrainte de calculs $\sigma_{R,d}$ est déterminée à partir de la contrainte q_{net} elle-même calculée à partir de la pression limite pressiométrique (cf. annexe D de la norme NF P 94-261) et des coefficients de pondération suivant les états considérés (ELU/ELS).

Dans la mesure où les profondeurs d'assises présentées en §9.2 et les dispositions constructives qui sont énoncées au §9.5 sont respectées, les semelles pourront être dimensionnées en considérant les contraintes maximales suivantes :

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d \text{ ELS}} &= 300 \times i_{\delta} \times i_{\beta} \text{ kPa} \\ \sigma_{R,d \text{ ELU/SISM}} &= 492 \times i_{\delta} \times i_{\beta} \text{ kPa} \end{aligned}$$

i_{β} : coefficient de réduction lié à la proximité d'un talus

i_{δ} : coefficient de réduction lié à l'inclinaison de la charge.

La prise en compte des coefficients i_{β} et i_{δ} s'effectuera suivant les règles des § D.2.4 à D.2.6 de l'annexe D de la norme NF P 94-261.

Les fondations devront être dimensionnées pour chaque appui et chaque combinaison d'action dans le cadre des études d'exécution G3.

9.4.2 Vérification au glissement

En l'absence d'efforts horizontaux aux ELU, cette vérification n'a pas été faite à ce stade. Elle devra être réalisée lors du dimensionnement dans le cadre de la mission G3.

9.4.3 Tassements des fondations superficielles

Les tassements doivent être vérifiés pour les combinaisons de charges aux ELS quasi-permanents.

Compte tenu de la compacité des formations d'assise, les tassements absolus seront inférieurs au centimètre.

Le bureau d'études structures devra toutefois confirmer que ces valeurs sont compatibles avec la structure du bâtiment projeté.

Lors des visites de fonds de fouilles, en fonction de la compacité des sols d'assise, la contrainte admissible des sols pourra être révisée. L'absence de niveaux mous devra être vérifiée.

9.5 Dispositions générales vis-à-vis des fondations superficielles

Un certain nombre de recommandations doit être pris en compte lors de la conception et de l'exécution des infrastructures :

- Il conviendra de prévoir une réception attentive des fouilles lors de leur ouverture afin de vérifier la conformité et l'homogénéité des terrains rencontrés lors de la réalisation des sondages.
- Dans le cadre de l'enchaînement des missions géotechniques, il est recommandé de missionner un ingénieur géotechnicien pour réaliser la supervision géotechnique du suivi d'exécution des fouilles de fondations (mission G4 selon la norme NF P 94-500) par la maîtrise d'Ouvrage.

- A l'occasion de cette réception, il sera vérifié que la compacité des sols d'assise des fondations demeure identique sous la totalité de l'emprise de chaque élément de construction indépendant.
- Toute zone douteuse (remblais, terre végétale, zone remaniée, calcaire très altéré...) présente en fond de fouille sera purgée et remplacée par du gros béton.
- Les fondations du projet devront impérativement franchir les éventuels remblais et anciennes infrastructures rencontrés sous l'emprise du projet, de manière à atteindre les terrains en place non remaniés. Si des différences de portance (vacuoles de dissolution, zones fortement fracturées, vestiges, karsts, ...) sont mises en évidence, des adaptations devront être prévues afin de respecter les ancrages et la qualité du sol d'assise (par exemple, approfondissement de la semelle de fondation, traitement du vide par comblement, pontage...).
- Les fondations seront coulées à pleine fouille afin d'assurer un bon contact sol en place/béton et de limiter le risque d'infiltrations d'eau à ce niveau.
- Afin d'éviter tout risque de poinçonnement du sol d'assise, une largeur minimale de 0,50 m pour les semelles filantes et de 0,70 m pour les semelles isolées devra être adoptée.
- Les fouilles devront faire l'objet d'un terrassement soigné. Une finalisation de l'excavation par moyens mécaniques adaptés pour former un fond de fouille horizontal équerri et non remanié doit être mise en œuvre.
- Les différents blocs de construction fondés différemment, inégalement chargés, fondés à des niveaux différents, et/ou fondés dans des terrains mécaniquement hétérogènes, seront entièrement désolidarisés.
- Dans le cas d'un niveau d'assise variable, il conviendra de prévoir la réalisation de redans ; ils seront établis de manière à respecter la règle des trois pour deux : les niveaux de fondations successives doivent être tels qu'une pente maximale de trois (3) de base pour un (1) de hauteur relie les arêtes des semelles les plus voisines.

Cette règle devra être respectée :

- entre fondations projetées,
- entre fondations projetées et fondations mitoyennes éventuelles,
- entre fondations projetées et pieds de talus mitoyens amont et aval.

10 DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

10.1 Étude d'exécution

L'entreprise retenue pour la réalisation des travaux devra dimensionner les ouvrages dans le cadre de sa mission G3 phase étude (norme NFP 94-500). Le pré-dimensionnement de l'ouvrage proposé dans le cadre de cette étude pourra être adapté aux différentes techniques proposées par l'entreprise.

L'entreprise pourra réaliser une campagne d'investigations géotechniques pour préciser les conditions d'exécution (analyses GTR, essais d'aptitude au traitement, essais LA, MDE ...) et adapter leur matériel et éventuellement optimiser le dimensionnement des ouvrages.

10.2 Suivi d'exécution

De nombreuses hypothèses sont faites dans le cadre de cette étude, comme par exemple les caractéristiques mécaniques, le comportement des matériaux qui ne peuvent pas être définis avec certitude ainsi que l'épaisseur des différentes formations et la position du substratum. Il sera indispensable d'adapter le dimensionnement des ouvrages géotechniques aux conditions effectivement rencontrées lors des travaux.

Des contrôles et vérifications devront être réalisés en phase travaux afin de valider certaines hypothèses et, si nécessaire, recalculer les modèles en cours de travaux.

Conjointement aux missions de type G3 réalisées par l'entreprise, une supervision géotechnique d'exécution (mission de type G4) devra être prévue par la maîtrise d'œuvre / d'ouvrage. Elle permettra de vérifier la conformité de l'étude et du suivi géotechniques aux objectifs du projet. Cette mission est normalement à la charge du maître d'ouvrage.

10.3 Méthode observationnelle

Il est indispensable de mettre en place un suivi d'exécution suivant la méthode observationnelle (Eurocode 7 et norme XP-P 94 240). L'objectif de cette méthode est d'aboutir à une optimisation du dimensionnement des ouvrages par une itération entre les résultats d'un calcul du comportement le plus probable et les résultats d'une instrumentation durant la construction. Pour le projet, elle consiste essentiellement en la réalisation d'essais de laboratoire et de leur analyse à l'avancement des travaux.

La méthode observationnelle constitue une approche pertinente qui permet, compte tenu du contexte géotechnique, d'aboutir à des ouvrages qui ne sont pas inutilement surdimensionnés et coûteux.

10.4 Rappel de la norme NF P94-500

En ce qui concerne le présent document, il s'agit d'une mission normalisée de type G2 phase projet selon la norme NF P 94-500 des Missions Géotechniques de Novembre 2013, relative à l'aménagement de la ZAC CAP HORIZON, à VITROLLES (13).

Il conviendra de prévoir la réalisation des missions d'exécution (G3) et de supervision d'exécution (G4) afin d'adapter les dispositions préconisées dans la présente étude compte tenu des hypothèses retenues et des aléas géotechniques éventuellement mis à jour lors des terrassements.

M. COLOMBI

Ingénieure géotechnicienne

P/O : Maël BORFIGA



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

CLASSIFICATION ET ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

L'enchaînement des missions contribue à la maîtrise des risques géotechniques en vue de fiabiliser la qualité, le délai d'exécution et le coût réel des ouvrages géotechniques. Tout ouvrage géotechnique est en interaction avec son environnement géotechnique. 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 de 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 de l'ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3 ; la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.
 Toute mission d'ingénierie géotechnique doit s'appuyer sur des données géotechniques pertinentes issues de la réalisation de prestations d'investigations géotechniques spécifiées à l'Article 6.

Tableau 1 – Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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

TABLEAU 2 - CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

<p>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.</p>
<p>ETAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE 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 :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u> Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. — Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisnants avec visite du site et des alentours. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.</p> <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u> 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).</p> <p>ETAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2) Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u> Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisnants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.</p> <p><u>Phase Projet (PRO)</u> Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.</p> <p><u>Phase DCE / ACT</u> Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques. — Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel). — Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.</p>
<p>ETAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3) Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :</p> <p><u>Phase Étude</u> — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles). — Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.</p> <p><u>Phase Suivi</u> — 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)</p> <p>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4) Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :</p> <p><u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u> — 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.</p> <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u> — 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 avoisnants 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.</p>
<p>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5) Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant. — Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — 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).</p>

CONDITIONS GENERALES

1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, 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). ERG est en mesure d'établir un devis pour ces différents types de déclaration.

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.

Hors domaine sites et sols pollués, la mission (géotechnique par exemple) et les investigations éventuelles n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

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

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

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

4. Plans et documents contractuels

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

5. Limites d'engagement sur les délais

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

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

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

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés, à la pollution des sols et des nappes et à la présence d'amiante ou de matériaux amiantés. 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 grutages 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 inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

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

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

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

.../...

Conditions générales (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 mettait 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 « SYNTEC », 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. Le client prendra en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire 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 surcotisation 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 6 000 000 € pour les ouvrages de génie civil en convention spéciale Responsabilité Professionnelle de l'Ingénierie et 2 000 000 € en génie civil en convention spéciale Responsabilité Professionnelle de l'Economie de la Construction doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en réfèrera 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 surcotisation 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 Tribunal de Commerce de Marseille sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

ANNEXES

A1 - PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES ET COUPES DES SONDAGES

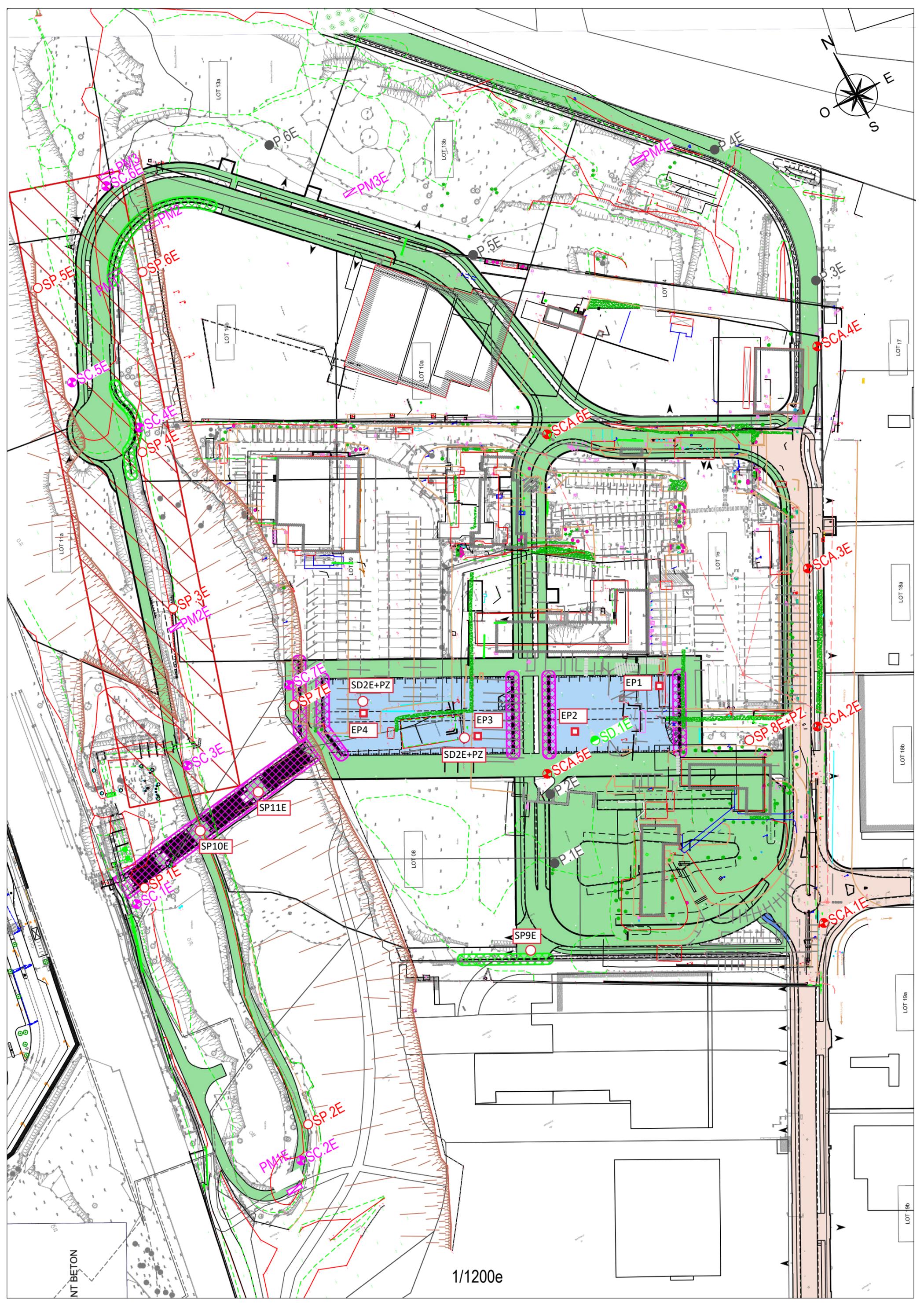
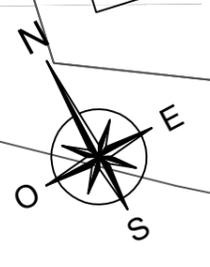
A2 - RESULTATS DES CALCULS DE DIMENSIONNEMENT DE VOIRIES

A3 - RESULTATS DES CALCULS DE STABILITE EXTERNE DES MURS DE SOUTÈNEMENT

A4 - RESULTATS DES CALCULS DES MICROPIEUX

A5 - SORTIES K-REA PAROI MICROBERLINOISE DEFINITIVE

A1 - PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES ET COUPES DES SONDAGES



INT. BETON

1/1200e

Type : **PRESSIOMETRIQUE**

X :

Date du : 21/03/2017

Y :

Au : 21/03/2017

Z : 40,30 m

Fin : 10,30 m

Inc/Vert(°) :

Azimut :

Echelle : 1 / 100

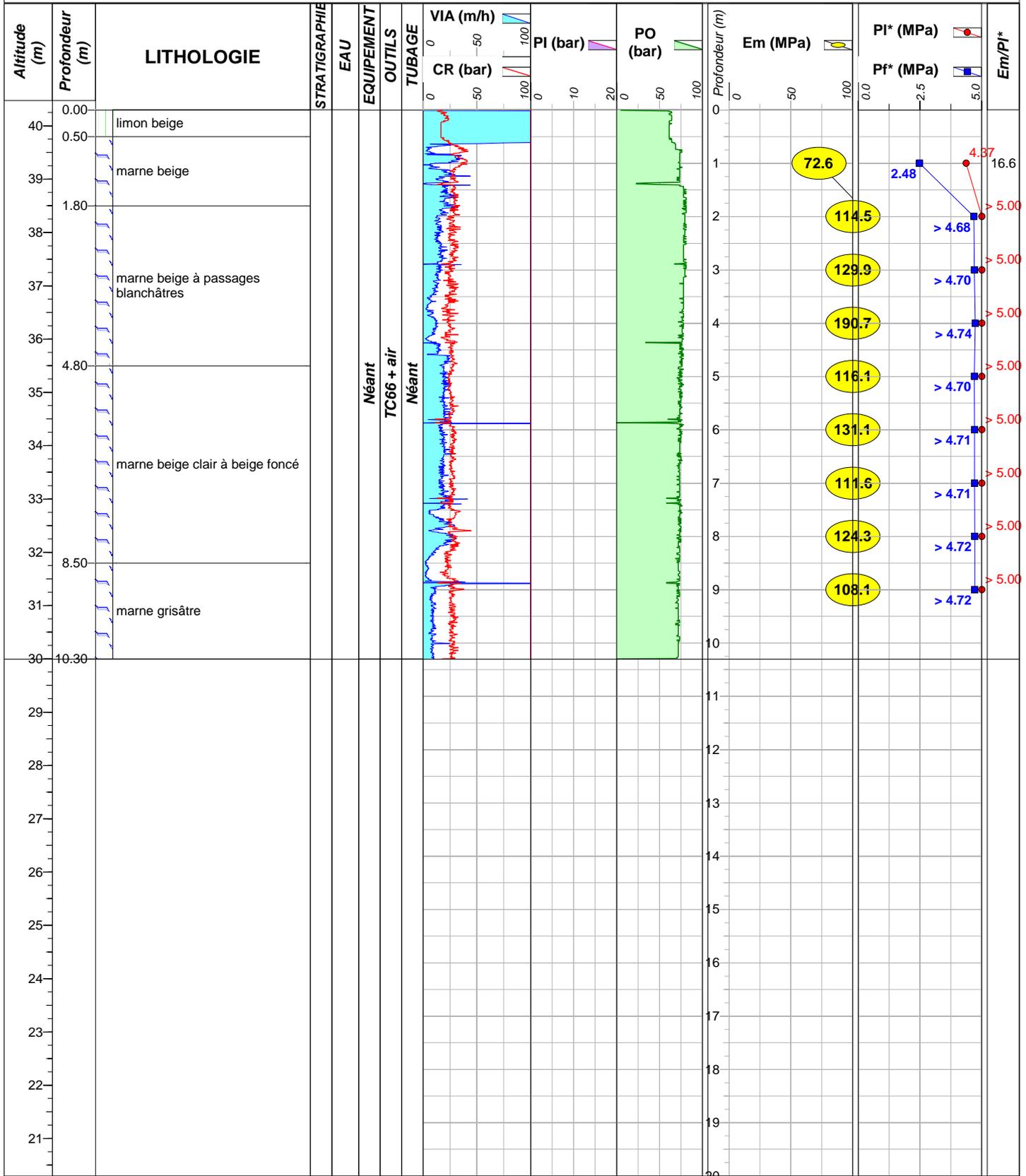
Client : **SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES**

Etude : **CAP HORIZON
13 - VITROLLES**

Machine : SOCOMAFOR 35 n°1

Remarque :

Page: 1 / 1



Type : **PRESSIOMETRIQUE**

X :

Date du : 21/03/2017

Y :

Au : 22/03/2017

Z : 47,90 m

Fin : 10,30 m

Inc/Vert(°) :

Azimut :

Echelle : 1 / 100

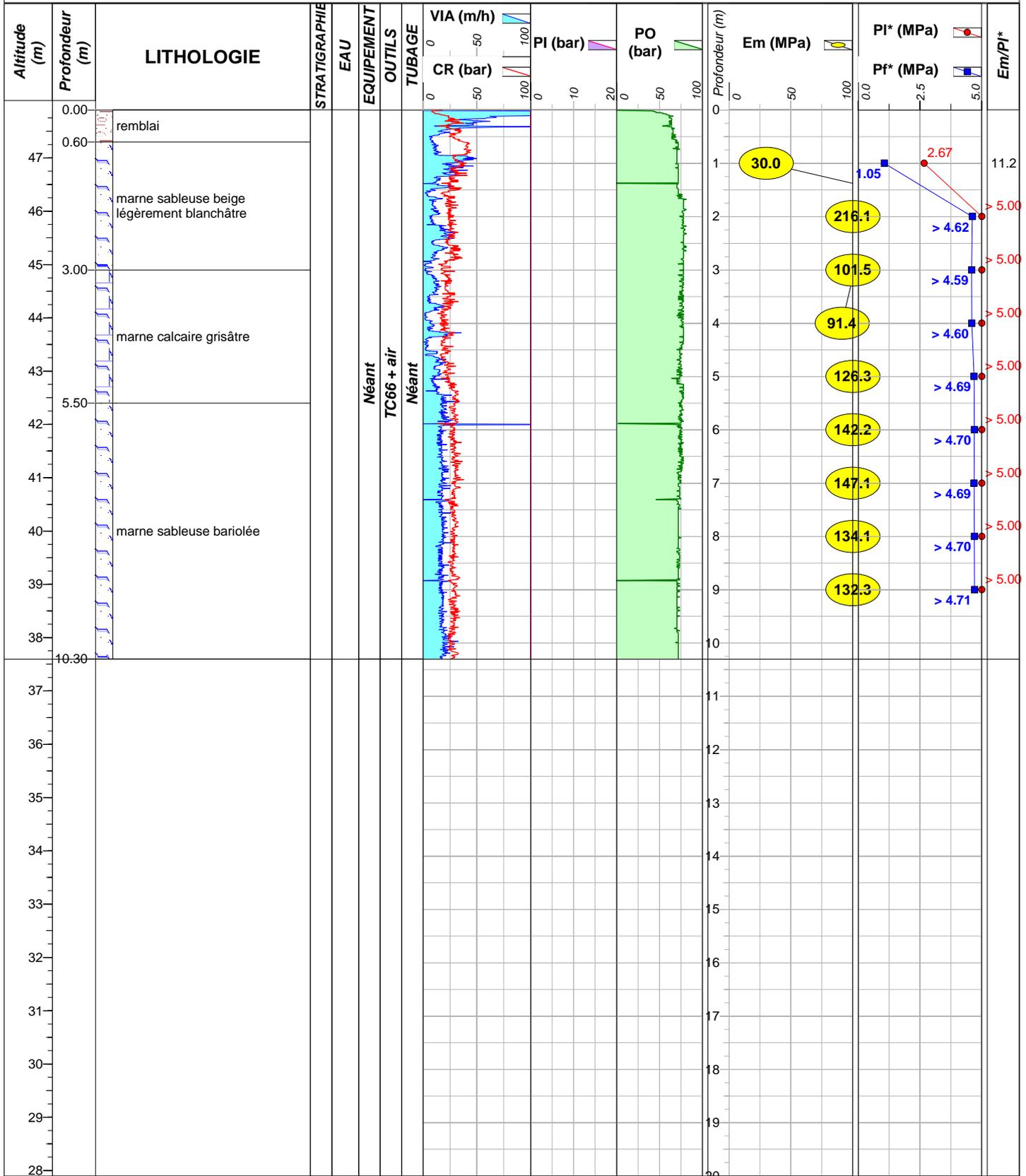
Client : **SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES**

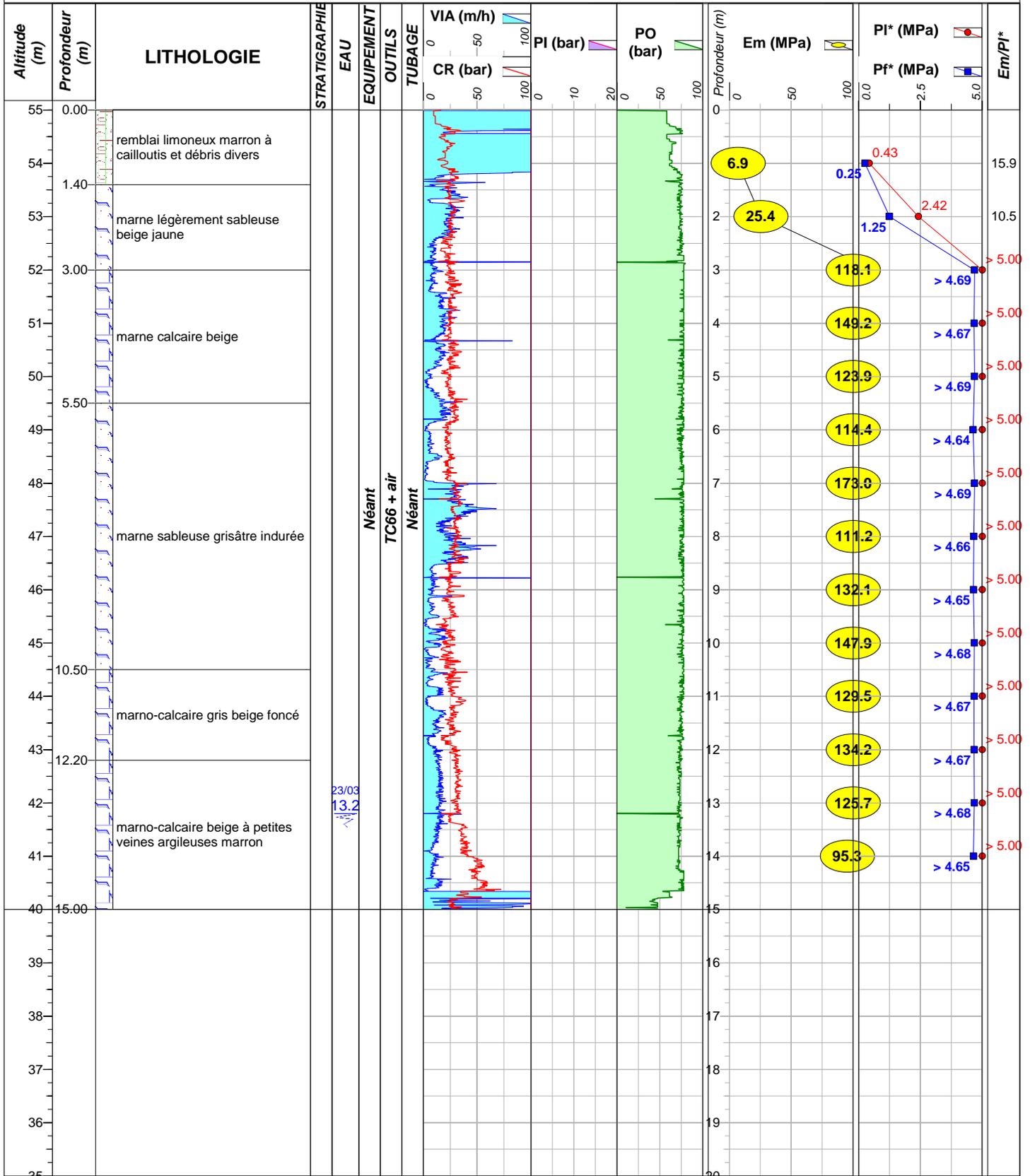
Etude : **CAP HORIZON
13 - VITROLLES**

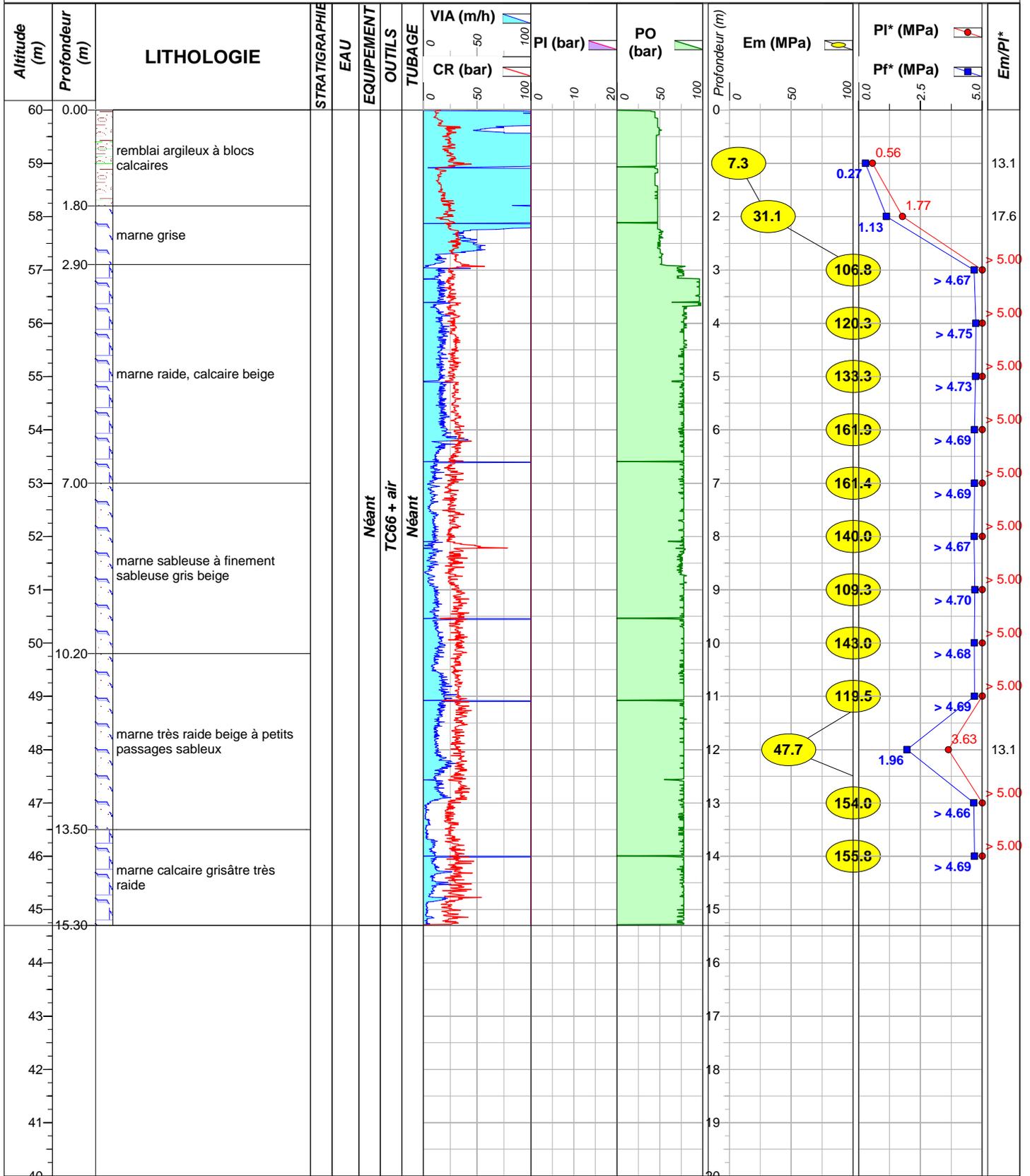
Machine : SOCOMAFOR 35 n°2

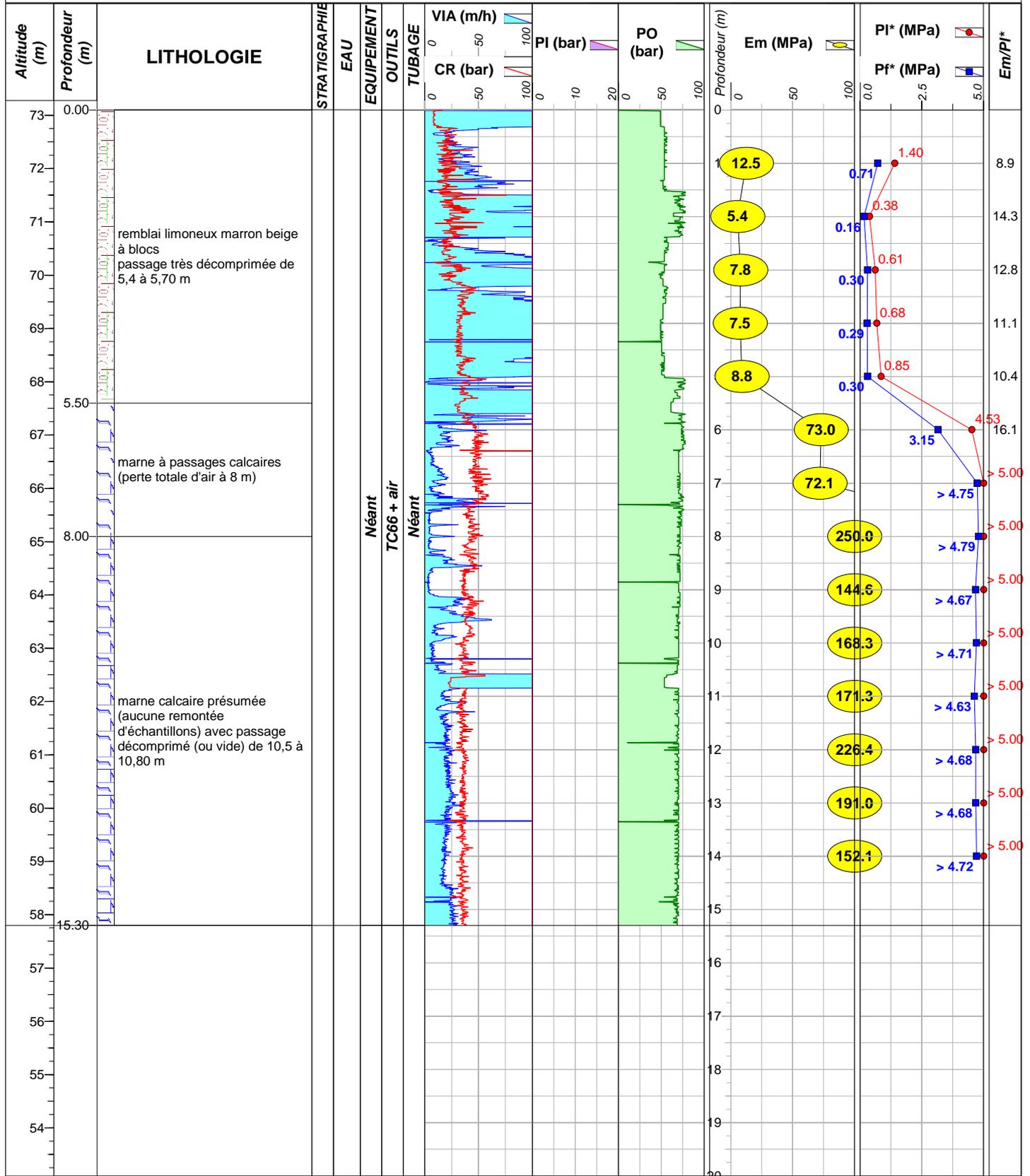
Remarque :

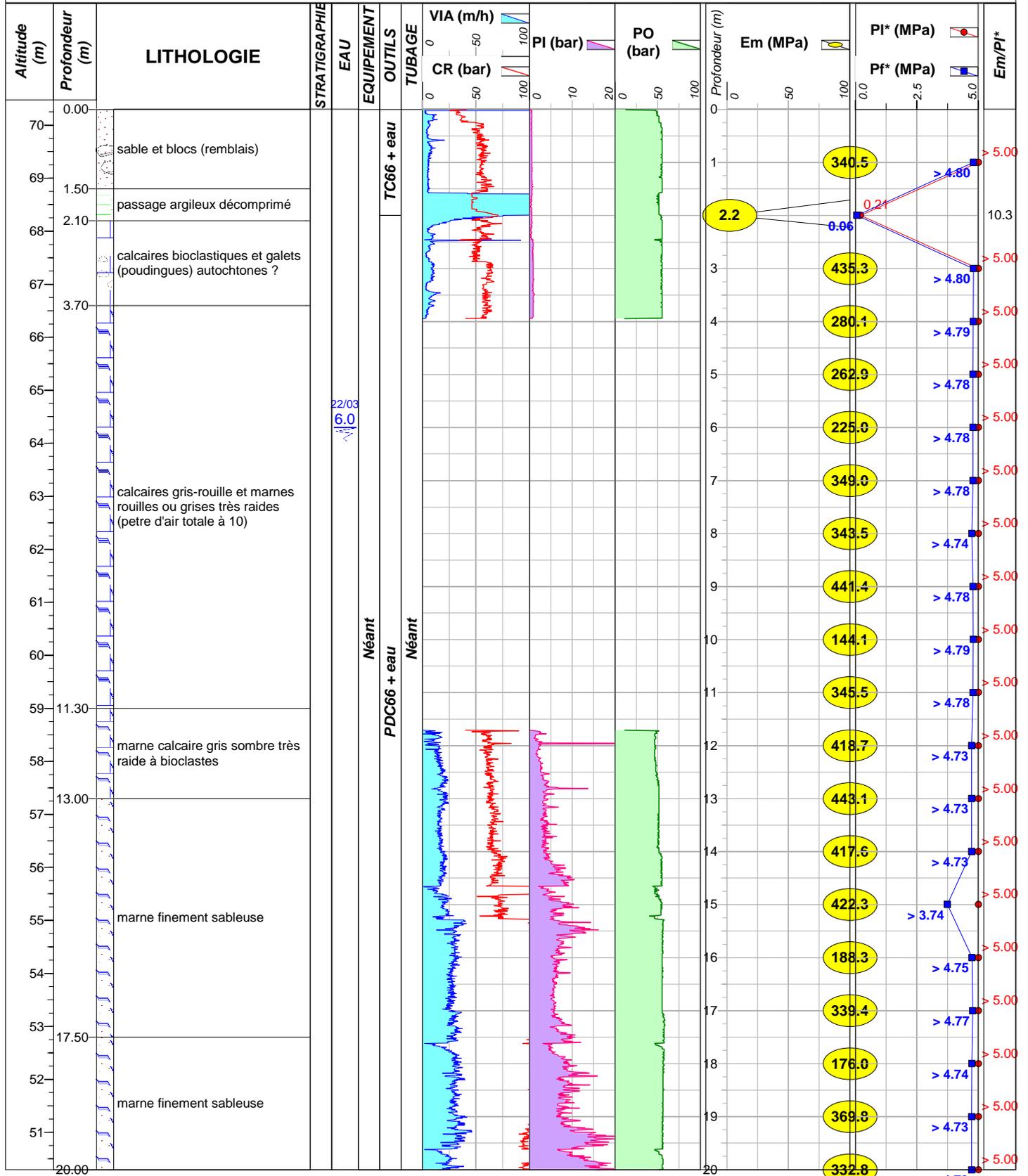
Page: 1 / 1













SONDAGE : SP07E

Affaire N° : 16/MG/503Aa

Type : **PRESSIOMETRIQUE**

X :

Date du : 21/03/2017

Y :

Au : 22/03/2017

Z : 70,30 m

Fin : 25,00 m

Inc/Vert(°) :

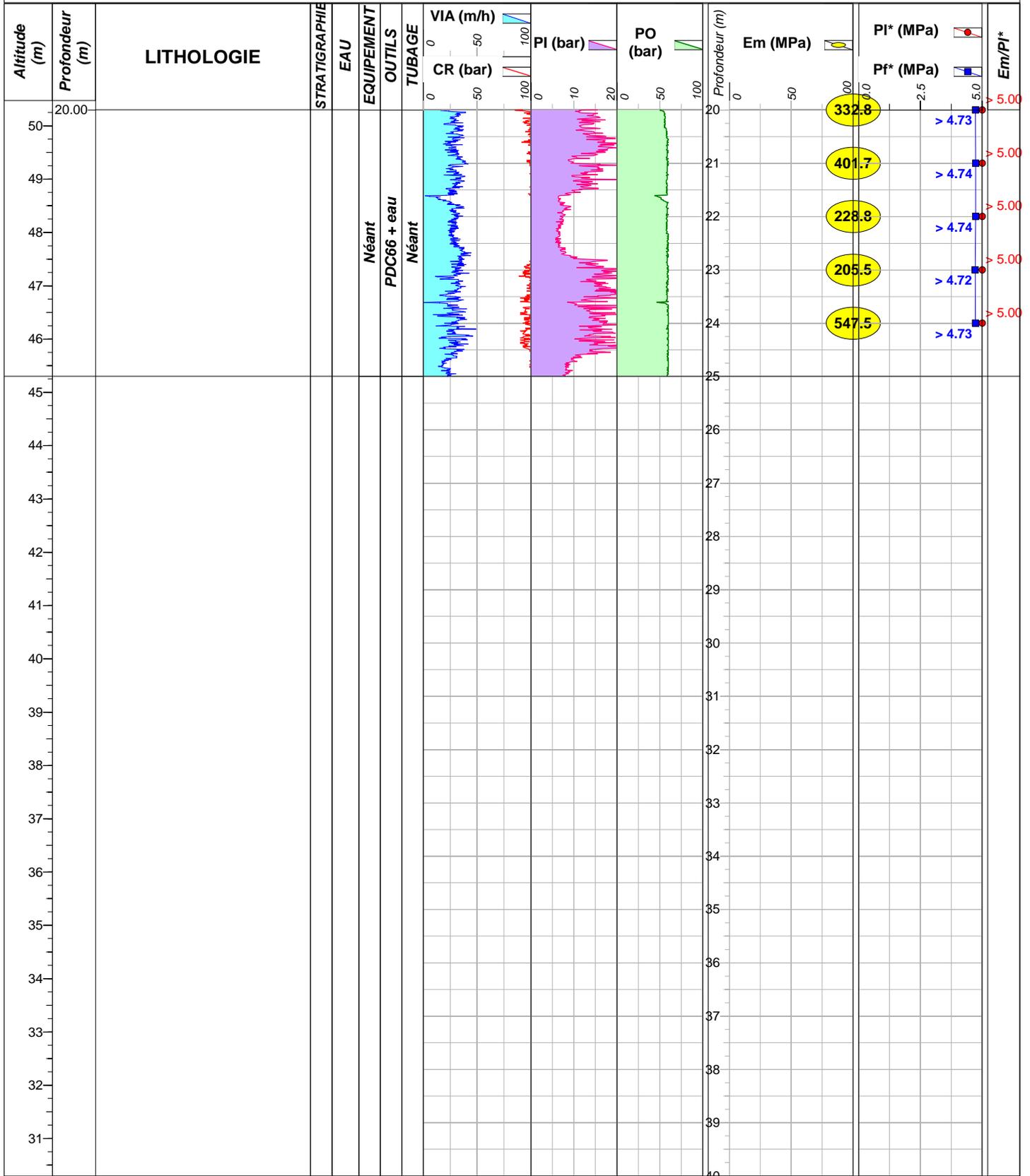
Azimut :

Echelle : 1 / 100

Machine : SOCOMAFOR 65

Remarque : Panne du boîtier LIM de 3.95 à 11.7 m

Page : 2 / 2



Il est à noter que du fait du degré de précision des appareils pressiométriques, les modules pressiométriques conçus pour déterminer la déformabilité des sols, ne constituent pas un critère de forabilité.

Type : **PRESSIOMETRIQUE**

X :

Date du : 29/03/2017

Y :

Au : 29/03/2017

Z : 69,80 m

Fin : 10,30 m

Inc/Vert(°) :

Azimut :

Echelle : 1 / 100

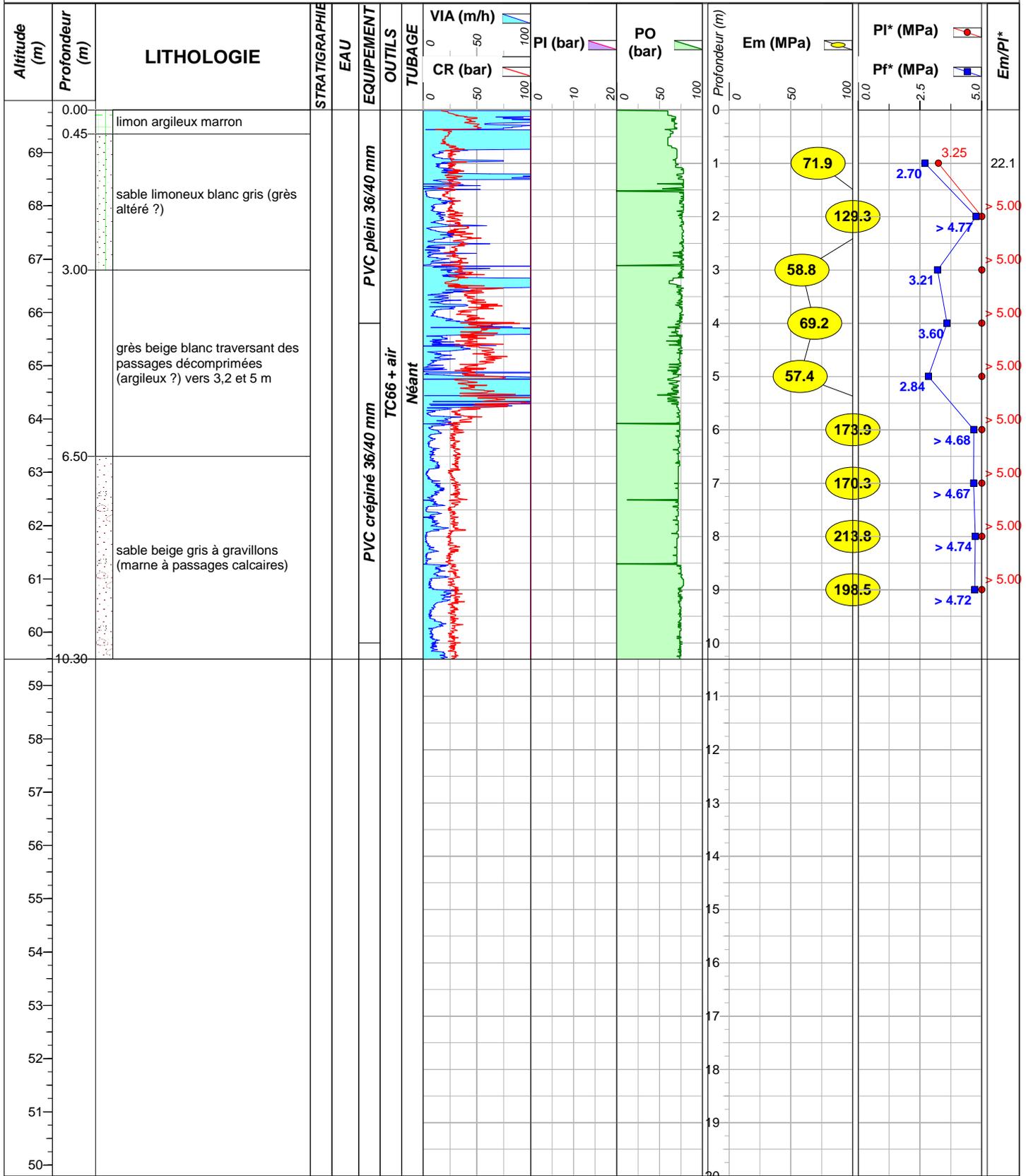
Client : **SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES**

Etude : **CAP HORIZON
13 - VITROLLES**

Machine : SOCOMAFOR 35 n°2

Remarque : Bouche à clé

Page: 1 / 1

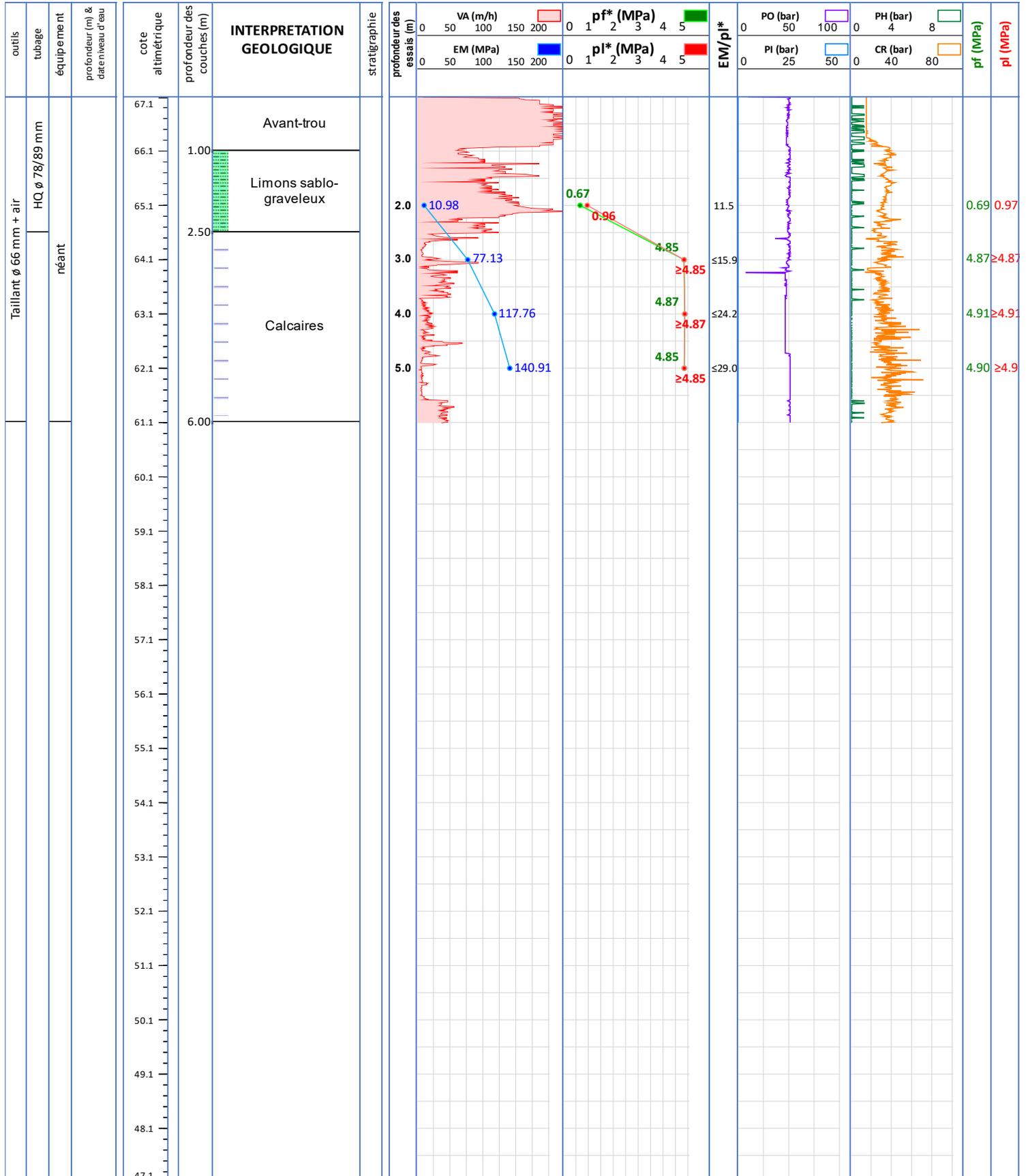


désignation du dossier CAP HORIZON		
ville(s) du dossier VITROLLES	13127	
désignation du client SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES		
n° de dossier ERG 16MG503Ab	date fin de réalisation 22/09/2021	
équipe de sondage SOCO5065 6	LLE	longueur atteinte (m) 6 m
hauteur d'eau au dessus du sol (site aquatique)		n° enregistreur 50221
Observations	établi	MON
	vérifié	MBA
	approuvé	MBA

coordonnées planimétriques	X (m) ou longitude E (°)
	Y (m) ou latitude N (°)
	système planimétrique
altitude	Z (m) 67.10 m
	système altimétrique
orientation	inclinaison/verticale (°) 0°
	azimut/Nord (°)

hypothèses de calcul des pressions nettes (pf*, pl*) : poids volumique=18 kN/m3, coefficient des terres au repos=0.5

pressio+parametres_forage
en_tete_pressio.xls

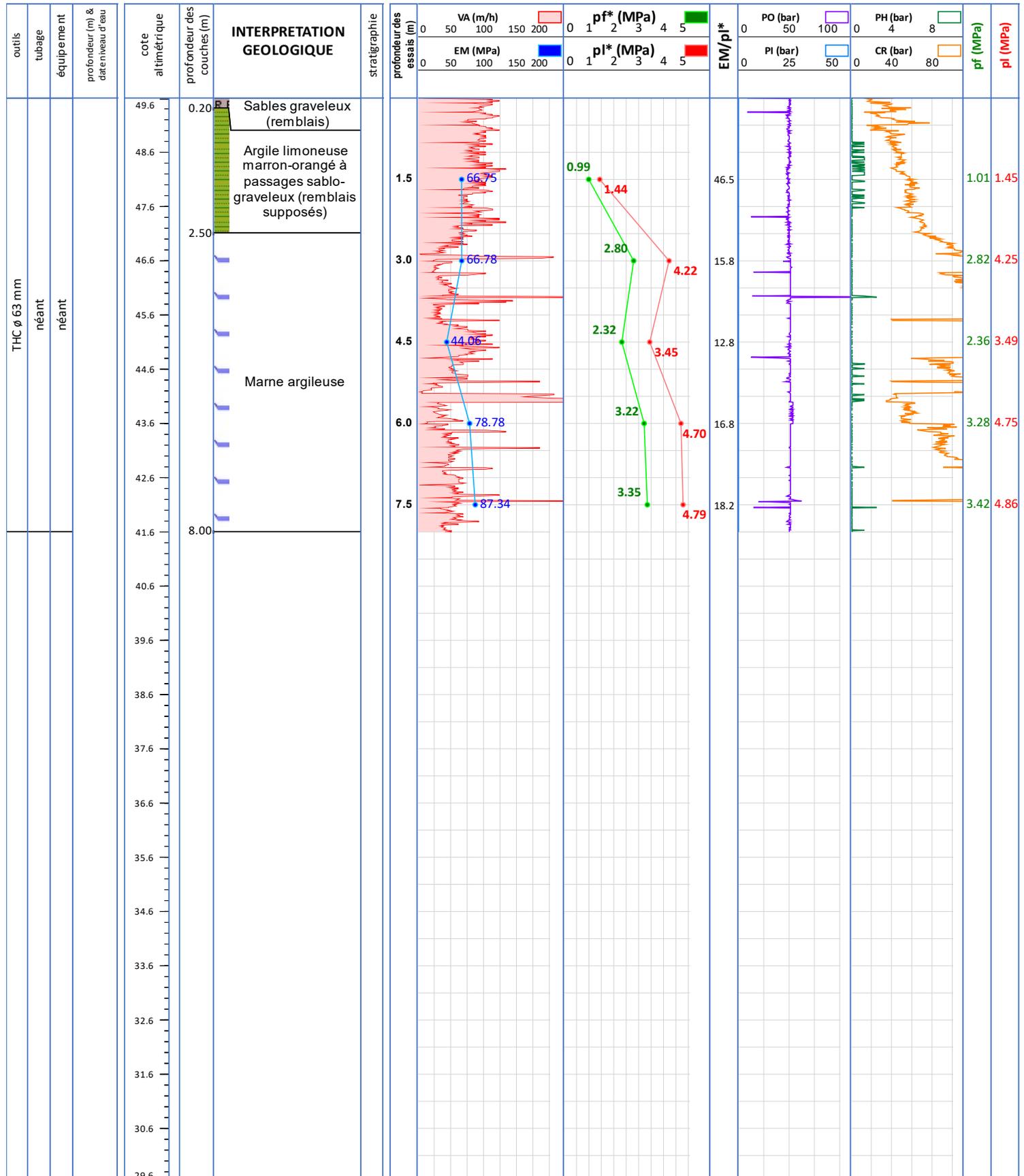


désignation du dossier CAP HORIZON		
ville(s) du dossier VITROLLES	13127	
désignation du client SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES		
n° de dossier ERG 16MG503Ab	date fin de réalisation 23/09/2021	
équipe de sondage SOCO5065 6	LLE	longueur atteinte (m) 8 m
hauteur d'eau au dessus du sol (site aquatique)		n° enregistreur 50221
Observations		établi MON vérifié MBA approuvé MBA

coordonnées planimétriques	X (m) ou longitude E (°)
	Y (m) ou latitude N (°)
	système planimétrique
altitude	Z (m) 49.60 m
	système altimétrique
orientation	inclinaison/verticale (°) 0°
	azimut/Nord (°)

hypothèses de calcul des pressions nettes (pf*, pl*) : poids volumique=18 kN/m3, coefficient des terres au repos=0.5

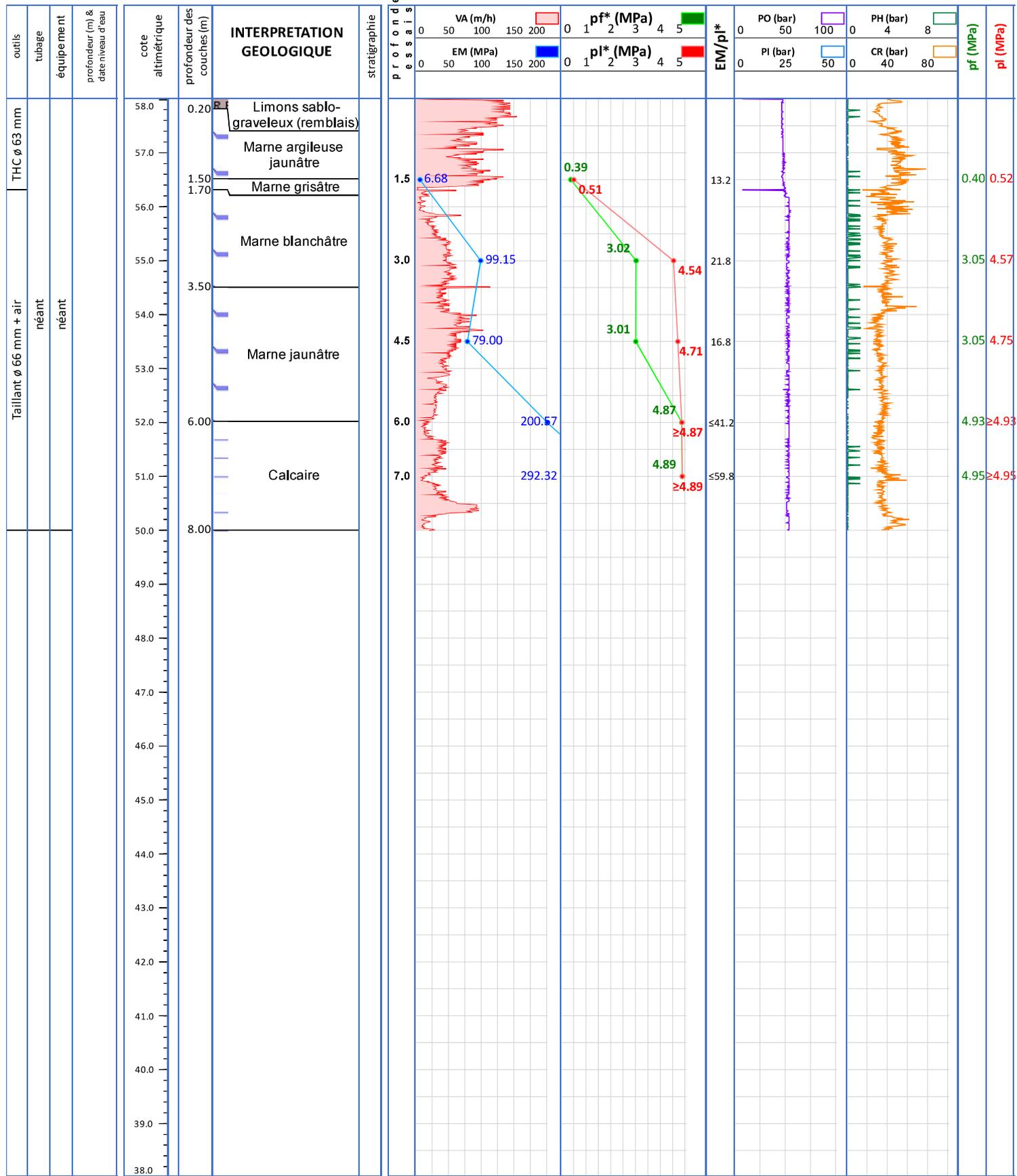
pressio+parametres_forage
en_tete_pressio.xls



désignation du dossier CAP HORIZON		
ville(s) du dossier VITROLLES	13127	
désignation du client SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES		
n° de dossier ERG 16MG503Ab	date fin de réalisation 23/09/2021	
équipe de sondage SOCO5065 6	LLE	longueur atteinte (m) 8 m
hauteur d'eau au dessus du sol (site aquatique)		n° enregistreur 50221
Observations		

coordonnées planimétriques	X (m) ou longitude E (°) Y (m) ou latitude N (°) système planimétrique
altitude	Z (m) 58.00 m système altimétrique
orientation	inclinaison/verticale (°) 0° azimut/Nord (°)

hypothèses de calcul des pressions nettes (pf*, pl*) : poids volumique = 18 kN/m³ ; tectonique passive



ALTITUDE (m)	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	STRATIGRAPHIE	ECHANTILLONS	CAROTTAGE (%)		RQD (%)	ID (cm)	LEFRANC	LUGEON	NIVEAU D'EAU	EQUIPEMENT	OUTILS	TUBAGE
					0	50								
0.00	0.00	limon sableux beige-gris à morceaux de marne gris rouille												
0.40	0.40	E1		E1										
1.40	1.40													
39		marne finement sableuse rouille rouge à gris vert plus ou moins indurée			100									
38														
37														
36	3.80	grès marneux grossier rouille rouge à gris-vert												
35	4.70	grès grossier gris rouille												
34	4.90	marne finement sableuse rouille rouge à gris vert plus ou moins indurée									30/03 6.0			
33	6.30	grès fin gris			100	80								
32	7.30	marne finement sableuse rouille rouge à gris vert plus ou moins indurée												
31	8.00	marne friable lie de vin à rouille												
30	8.70	marne finement sableuse gris rouille très raide												
30	10.00													
29														
28														
27														
26														
25														
24														
23														
22														
21														
20														

Néant

CC 123(PQ) + diamant + eau

103/118 (PQ)

Type : **CAROTTE**

 Client : **SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES**

X :

 Date du : **03/04/2017**

Y :

 Au : **04/04/2017**

 Etude : **CAP HORIZON
13 - VITROLLES**

 Z : **51,00 m**

 Fin : **15,00 m**

Inc/Vert(°) :

Azimut :

 Echelle : **1 / 100**

 Machine : **SOCOMAFOR 65**

Remarque :

 Page: **1 / 1**

ALTITUDE (m)	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	STRATIGRAPHIE	ECHANTILLONS	CAROTTAGE (%)			RQD (%)	ID (cm)	LEFRANC	LUGEON	NIVEAU D'EAU	EQUIPEMENT	OUTILS	TUBAGE
					0	50	100								
51	0.00	limon sableux brun à cailloutis et racines			50										
	0.40	blocs de béton			50										
50	1.00										04/04 1.5				
49															
48		marne finement sableuse gris-rouille à rouge plus ou moins indurée													
47															
46															
	5.30	marne gris sombre à traces rouille													
	5.60	marne calcaire gris sombre très raide à bioclastes													
45	6.30	marne gris sombre à traces rouille très friable			100										
	6.80	marne calcaire gris sombre très raide à bioclastes													
44	7.10	marne gris sombre à traces rouille friable													
43		marne calcaire gris sombre très raide à bioclastes													
	8.20	marne finement sableuse gris-rouille à rouge plus ou moins indurée													
42	8.80	grès grossier gris finement marneux					100								
41		marne finement sableuse gris-rouille à rouge plus ou moins indurée													
40	10.70														
	11.00														
39															
38		marne finement sableuse gris-rouille à rouge plus ou moins indurée													
37															
36	15.00														
35															
34															
33															
32															
31															

Néant

CC 123(PQ) + diamant + eau

103/118 (PQ)

ALTITUDE (m)	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	STRATIGRAPHIE	ECHANTILLONS	RQD (%)			ID (cm)	LEFRANC	LUGEON	NIVEAU D'EAU	EQUIPEMENT	OUTILS	TUBAGE
					0	50	100							
60	0.00	limon finement sableux beige à cailloutis et blocs calcaires			53									
59	1.30	limon sableux induré gris												
58	1.60	marne sableuse gris-rouille friable			26									
57	2.10	marne sableuse gris-rouille friable			100									
56	2.30	E11	E11		100									
55	3.30	marne finement sableuse gris-rouille												
54	4.80	marne très raide presque calcaire gris rouille												
53	6.00	marne raide finement sableuse rouille grise												
52	8.20	marne très raide gris rouille finement sableuse												
51	11.20	marne sableuse très raide gris rouille presque gréseuse			40									
50	12.20	marne très raide gris rouille finement sableuse			100									
49	15.00													
48														
47														
46														
45														
44														
43														
42														
41														
40														

Néant
CC 123(PQ) + diamant + eau
103/118 (PQ)

Type : **CAROTTE**

 Client : **SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES**

X :

 Date du : **06/04/2017**

Y :

 Au : **07/04/2017**

 Etude : **CAP HORIZON
13 - VITROLLES**

 Z : **70,60 m**

 Fin : **9,90 m**

Inc/Vert(°) :

Azimut :

 Echelle : **1 / 100**

 Machine : **SOCOMAFOR 65**

Remarque :

Page: 1 / 1

ALTITUDE (m)	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	STRATIGRAPHIE	ECHANTILLONS	CAROTTAGE (%)		RQD (%)	ID (cm)	LEFRANC	LUGEON	NIVEAU D'EAU	EQUIPEMENT	OUTILS	TUBAGE
					0	50								
70	0.00	limon finement sableux beige à cailloutis et blocs calcaires			44									
69	2.30	cailloutis et blocs de calcaire gris beige			38									
68	3.10	marne sableuse rouge rouille à gris			100									
67	3.30	blocs de béton à ferrillages			100									
67	3.50	béton à éléments anguleux gris (dalle ?)					86							
66	4.00	ferraille cailloutis et morceaux de plastique												
66	5.30	limon sableux compact à cailloutis calcaires												
65		calcaire fin gris à veinules et plans de fracturation et surfaces de glissement rouge rosé à rouille finement argileuses					47							
64		calcaire fin gris à veinules et plans de fracturation et surfaces de glissement rouge rosé à rouille finement argileuses à nombreux bioclastes millimétriques					71							
63	7.80	calcaire fin gris à veinules et plans de fracturation et surfaces de glissement rouge rosé à rouille finement argileuses					60							
62	8.80	marne très raide grise à bioclastes millimétriques					58							
61	9.50						100							
61	9.90													
60														
59														
58														
57														
56														
55														
54														
53														
52														
51														

Néant
CC 123(PQ) + diamant + eau
103/118 (PQ)

Type : **CAROTTE**

 Client : **SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES**

X :

Date du : 16/03/2017

Y :

Au : 20/03/2017

 Etude : **CAP HORIZON
13 - VITROLLES**

Z : 70,30 m

Fin : 25,00 m

Inc/Vert(°) :

Azimut :

Echelle : 1 / 100

Machine : SOCOMAFOR 65

Remarque :

Page: 1 / 2

ALTITUDE (m)	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	STRATIGRAPHIE	ECHANTILLONS	CAROTTAGE (%)			RQD (%)	ID (cm)	LEFRANC	LUGEON	NIVEAU D'EAU	EQUIPEMENT	OUTILS	TUBAGE
					0	50	100								
70	0.00	enrobé													
69	1.50	cailloutis et blocs de calcaire beige gris				93									
68	2.30	calcaire sublitographique beige à traces rouille				100									
68	2.30	marne rouge grise													
68	2.30	calcaire bioclastique gris à traces rosées et nombreux galets ??? (poudingues)	E1	2.30											
67	3.30	calcaire bioclastique gris à traces rosées et nombreux galets ??? (poudingues)	E1	3.30											
66	3.70	calcaire sublitographique beige à traces rouille													
66	4.40	marne rouge grise													
66	4.60	calcaire gris à traces rosées et rares bioclastes...						80							
65	5.00	marne rouge rouille													
65	5.90	calcaire gris rouille à bioclastes													
64	6.40	marne très raide gris pâle à traces rouilles													
64	6.40	calcaire gris rouille à bioclastes													
63	8.30	marne très raide gris pâle à traces rouilles													
61	9.70	calcaire gris rouille à bioclastes marneux													
60	9.90	marne très raide gris pâle à traces rouilles gris sombre													
60	10.20	marne gris sombre à bioclastes friable...													
60	10.40	marne très raide gris pâle à traces rouilles gris sombre													
59	11.30	E12	E12	10.40											
59	11.30	marne calcaire gris sombre très raide à bioclastes													
57	13.00	marne finement sableuse gris rouille raide													
53	16.80	marne finement sableuse gris rouille raide à traces rouge rose													
51	20.00														

 21/03
9.0

Néant

 CC 123(PQ) + diamant + eau
103/118 (PQ)



SONDAGE : SC07E

Affaire N° : 16/MG/503Aa

Type : **CAROTTE**

Client : **SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES**

X :

Date du : **16/03/2017**

Y :

Au : **20/03/2017**

Etude : **CAP HORIZON
13 - VITROLLES**

Z : **70,30 m**

Fin : **25,00 m**

Inc/Vert(°) :

Azimut :

Echelle : **1 / 100**

Machine : **SOCOMAFOR 65**

Remarque :

Page: **2 / 2**

ALTITUDE (m)	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	STRATIGRAPHIE	ECHANTILLONS	CAROTTAGE (%)			RQD (%)		ID (cm)		LEFRANC	LUGEON	NIVEAU D'EAU	EQUIPEMENT	OUTILS	TUBAGE
					0	50	100	0	50	100	0						
50	20.00	marne finement sableuse gris rouille raide à traces rouge rose															
49	21.20	grès très grossier gris															
47		marne finement sableuse gris rouille raide à traces rouge rose															
45	25.00																
44																	
43																	
42																	
41																	
40																	
39																	
38																	
37																	
36																	
35																	
34																	
33																	
32																	
31																	
														Néant	CC 123(PQ) + diamant + eau	103/118 (PQ)	

Type : **DESTRUCTIF**

X :

Date du : 30/03/2017

Y :

Au : 30/03/2017

Z : 69,00 m

Fin : 10,50 m

Inc/Vert(°) :

Azimut :

Echelle : 1 / 100

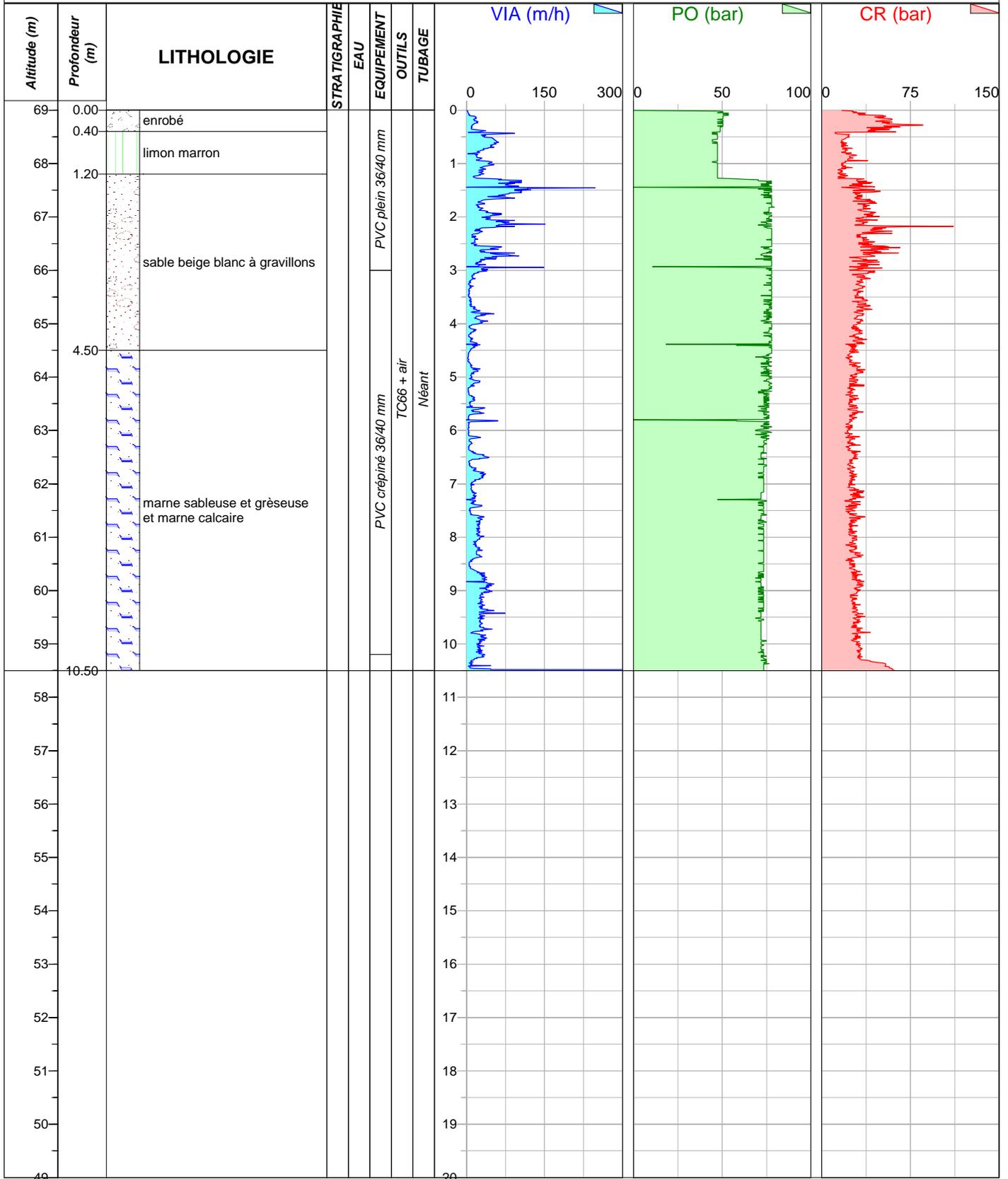
Client : **SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES**

Etude : **CAP HORIZON
13 - VITROLLES**

Machine : SOCOMAFOR 35 n°2

Remarque : Regard trottoir

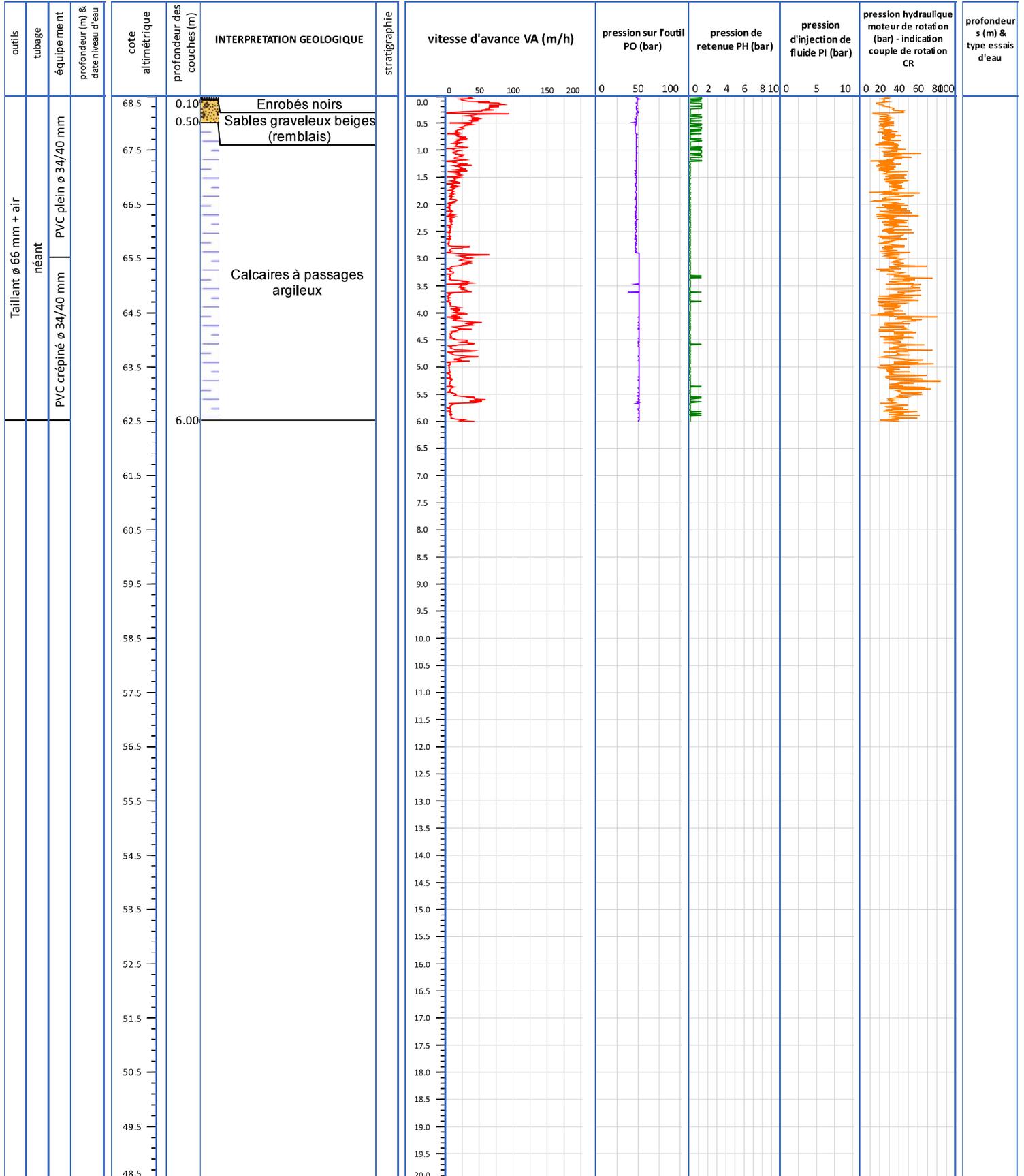
Page: 1 / 1



désignation du dossier CAP HORIZON		
ville(s) du dossier VITROLLES	13127	
désignation du client SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES		
n° de dossier ERG 16MG503Ab	date fin de réalisation 21/09/2021	
équipe de sondage SOCO5065 6	LLE	longueur atteinte (m) 6 m
hauteur d'eau au dessus du sol (site aquatique)		n° enregistreur 50221
Observations		établi MON
		vérifié MBA
		approuvé MBA

coordonnées planimétriques	X (m) ou longitude E (°)
	Y (m) ou latitude N (°)
	système planimétrique
altitude	Z (m) 68.50 m
	système altimétrique
orientation	inclinaison/verticale (°) 0 °
	azimut/Nord (°)

destructif+parametres_forage
en_tete_destructif.xls



désignation du dossier CAP HORIZON		
ville(s) du dossier VITROLLES	13127	
désignation du client SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES		
n° de dossier ERG 16MG503Ab	date fin de réalisation 22/09/2021	
équipe de sondage SOCO5065 6	LLE	longueur atteinte (m) 6 m
hauteur d'eau au dessus du sol (site aquatique)		n° enregistreur 50221
Observations		établi MON
		vérifié MBA
		approuvé MBA

X (m) ou longitude E (°)	
coordonnées planimétriques	Y (m) ou latitude N(°)
système planimétrique	
Z (m) 69.30 m	
altitude	système altimétrique
inclinaison/verticale (°) 0 °	
orientation	azimut/Nord (°)

destructif+parametres_forage
en_tete_destructif.xls

outils tubage	équipe ment	profondeur (m) & date/niveau d'eau	cote altimétrique	profondeur des couches (m)	INTERPRETATION GEOLOGIQUE	stratigraphie	vitesse d'avance VA (m/h)	pression sur l'outil PO (bar)	pression de retenue PH (bar)	pression d'injection de fluide PI (bar)	pression hydraulique moteur de rotation (bar) - indication couple de rotation CR	profondeurs (m) & type essais d'eau
Taillant ø 66 mm + air néant	PVC plein ø 34/40 mm		69.3	0.10	Enrobés noirs		0.0	0	0	0	0	
			68.3	0.80	Sables graveleux beiges à gris (remblais)		0.5	50	2	5	20	
	PVC crépiné ø 34/40 mm		67.3		Calcaires à passages sablo-argileux		1.0	100	4	5	40	
			66.3				1.5	120	4	5	40	
			65.3				2.0	150	4	5	40	
			64.3				2.5	180	4	5	40	
			63.3	6.00			3.0	200	4	5	40	
			62.3				3.5	180	4	5	40	
			61.3				4.0	150	4	5	40	
			60.3				4.5	120	4	5	40	
			59.3				5.0	100	4	5	40	
			58.3				5.5	80	4	5	40	
			57.3			6.0	60	4	5	40		
			56.3			6.5	50	4	5	40		
			55.3			7.0	40	4	5	40		
			54.3			7.5	30	4	5	40		
			53.3			8.0	20	4	5	40		
			52.3			8.5	15	4	5	40		
			51.3			9.0	10	4	5	40		
			50.3			9.5	8	4	5	40		
			49.3			10.0	5	4	5	40		

Test de percolation à niveau variable

Tarière :

Rayon (m) **0,0315**

Hauteur (m) **0,93**

Temps

	h	mn	s	h (cm)
1	0	0	0	0
2			30	0,5
3		1		1
4		1	30	
5		2		2
6		2	30	
7		3		4
8		3	30	
9		4		6
10		4	30	
11		5		7
12		5	30	
13		6		8
14		7		9
15		8		10
16		9		11
17		10		12
18		11		13
19		12		13,5
20		13		14,5
21		14		15
22		15		16
23		16		16
24		17		17
25		18		17,5
26		19		18,5
27		20		19

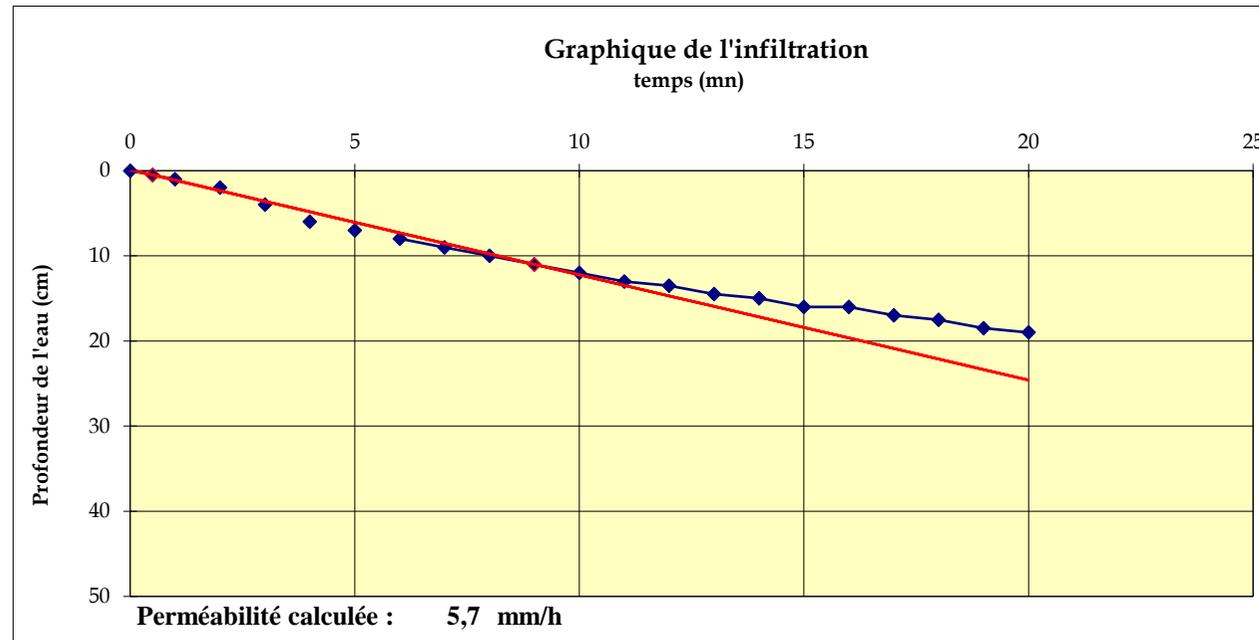
Client : SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES

Site : 13127 - VITROLLES

Sol : Calcaires argileux

Date : 21/09/2021

Test n° : EP1



Nombre de mesures : 27

Calcul entre les points **2** et **16**

K = 1,6 x 10⁻⁶ m/s

E.R.G. 16MG503Ab

Test de percolation à niveau variable

Tarière :

Rayon (m) **0,0315**

Hauteur (m) **0,82**

Temps

	h	mn	s	h (cm)
1	0	0	0	0
2			30	0,5
3		1		0,8
4		1	30	
5		2		1,5
6		2	30	
7		3		2,5
8		3	30	
9		4		3,5
10		4	30	
11		5		4,5
12		5	30	
13		6		5
14		7		6
15		8		7,5
16		9		8
17		10		8,5
18		11		9,5
19		12		10
20		13		11
21		14		11,5
22		15		12,5
23		16		13
24		17		13,5
25		18		14,5
26		19		15
27		20		16

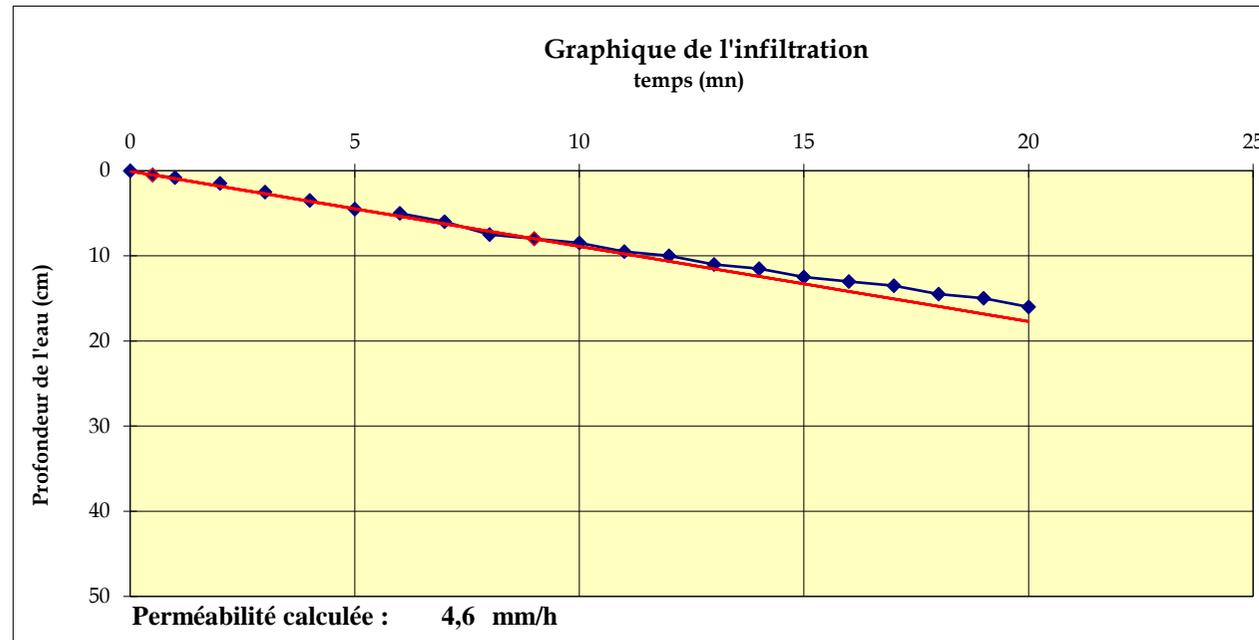
Client : SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES

Site : 13127 - VITROLLES

Sol : Calcaires argileux

Date : 21/09/2021

Test n° : EP2



Nombre de mesures : 27

Calcul entre les points **2** et **16**

$K = 1,3 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

E.R.G. 16MG503Ab

Test de percolation à niveau variable

Tarière :

Rayon (m) **0,0315**

Hauteur (m) **0,63**

Temps

h mn s h (cm)

1	0	0	0	0
2			30	0,7
3		1		2
4		1	30	
5		2		3
6		2	30	
7		3		3,5
8		3	30	
9		4		4
10		4	30	
11		5		4,5
12		5	30	
13		6		5
14		7		5,5
15		8		6,5
16		9		7
17		10		7,5
18		11		8
19		12		8,5
20		13		9
21		14		
22		15		
23		16		
24		17		
25		18		
26		19		
27		20		

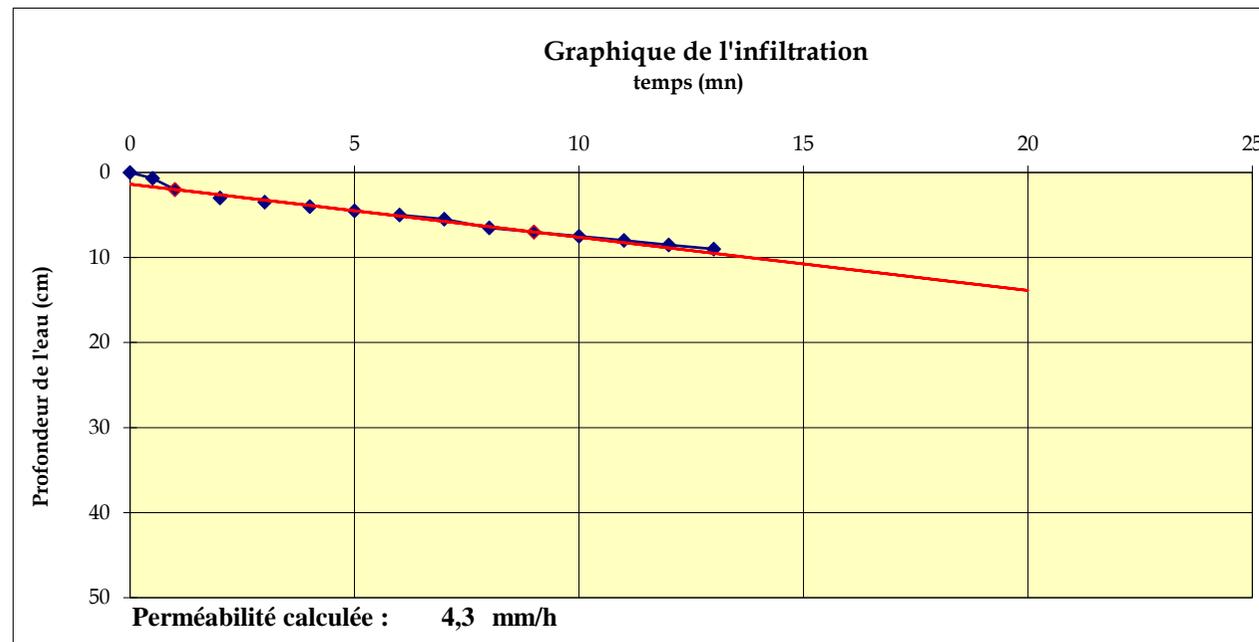
Client : SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES

Site : 13127 - VITROLLES

Sol : Calcaires argileux

Date : 21/09/2021

Test n° : EP3



Nombre de mesures : 27

Calcul entre les points **3** et **16**

$K = 1,2 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

E.R.G. 16MG503Ab

Test de percolation à niveau variable

Tarière :

Rayon (m) **0,0315**

Hauteur (m) **0,64**

Temps

h mn s h (cm)

1	0	0	0	0
2			30	2
3		1		3,5
4		1	30	
5		2		5,5
6		2	30	
7		3		7
8		3	30	
9		4		8,5
10		4	30	
11		5		9,5
12		5	30	
13		6		10
14		7		10,5
15		8		11,5
16		9		12,5
17		10		13,2
18		11		14,5
19		12		15
20		13		16
21		14		16,5
22		15		17,5
23		16		18
24		17		18,5
25		18		19
26		19		19,5
27		20		20

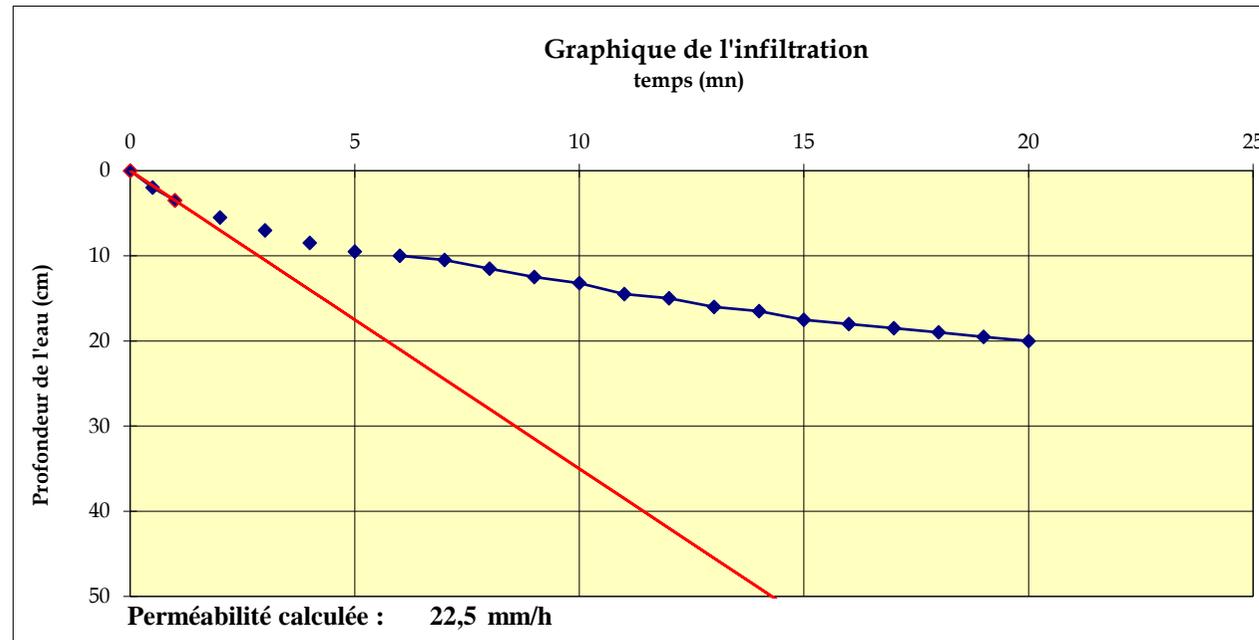
Client : SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES

Site : 13127 - VITROLLES

Sol : Calcaires argileux

Date : 21/09/2021

Test n° : EP4



Nombre de mesures : 27

Calcul entre les points **1** et **3**

$K = 6,3 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

E.R.G. 16MG503Ab



Mesure de la déflexion engendrée par une charge roulante

Partie 1 : Norme NF P 98-200-1

N° Dossier	16MG503Ab
Chantier	CAP HORIZON
Ouvrage	Rue d'Athènes
Client	SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES

Opérateur	FCA / FAT
Date	21/09/2021
Charge Essieu AR	12,7 t

* Déflexions en 1/100 ème de mm (lectures directes multipliées par 2, bras de levier de la poutre CONTROLAB)

N° mesure	d _M	d _r
D1	0,25	0
D2	0,18	0,01
D3	0,12	0
D4	0,04	0
D5	0,04	0,03
D6	0,05	0
D7	0,08	0,01
D8	0,06	0,01
D9	0,05	0,01
D10	0,12	0,02
D11	0,1	0,29
D12	0,12	0,02
D13	0,12	-0,01
D14	0,14	0,03
D15	0,14	0,01
D16	0,13	0,03
D17	0,19	0,03
D18	0,2	-0,01
D19	0,12	0,01
D20	0,22	0,03
D21	0,17	0,02
D22	0,18	0,01
D23	0,07	-0,01
D24	0,11	0,01
D25	0,15	0,02
D26	0,17	0,03
D27	0,17	0,02
D28	0,13	0,02
D29	0,15	0,01
D30	0,19	0,02
D31	0,15	0,03
D32	0,12	0
D33	0,26	0,03
D34	0,39	0
D35	0,25	0
maxi	0,39	0,29
nombre	35	35
dm	0,147	0,021
σ	0,072	0,049
dc = dm+2σ	0,291	0,118

N° mesure	d _M	d _r
D36	0,39	0,02
D37	0,06	0,01
D38	0,14	0,02
D39	0,14	0,01
D40	0,1	0
D41	0,18	0
D42	0,21	0
D43	0,1	0,01
D44	0,1	0,01
D45	0,12	0,01
D46	0,28	0,02
D47	0,21	0,01
D48	0,2	0,03
D49	0,13	0,02
D50	0,1	0,03
D51	0,03	0,01
D52	0,05	0
D53	0,13	0,01
D54	0,16	0
D55	0,15	0,02
D56	0,05	0
D57	0,09	0,01
D58	0,08	0,02
D59	0,1	0
D60	0,07	0,01
D61	0,02	0,02
D62	0,06	0,02
D63	0,05	0,01
D64	0,09	0
D65	0,09	0,01
D66	0,02	0,01
D67	0,1	0
D68	0,08	0
D69	0,12	0,01
D70	0,28	0
maxi	0,39	0,03
nombre	35	35
dm	0,122	0,011
σ	0,079	0,009
dc = dm+2σ	0,281	0,030

N° mesure	d _M	d _r
D71	0,14	0,03
D72	0,15	0,01
D73	0,1	0,02
D74	0,07	0,01
D75	0,05	0,03
D76		
D77		
D78		
D79		
D80		
D81		
D82		
D83		
D84		
D85		
D86		
D87		
D88		
D89		
D90		
D91		
D92		
D93		
D94		
D95		
D96		
D97		
D98		
D99		
D100		
D101		
D102		
D103		
D104		
D105		
maxi	0,15	0,03
nombre	5	5
dm	0,102	0,020
σ	0,04	0,010
dc = dm+2σ	0,188	0,040

<input checked="" type="checkbox"/> Ci-joint plan schématique d'implantation des essais implantation réalisée par <input type="checkbox"/> entreprise <input checked="" type="checkbox"/> ERG <input type="checkbox"/> Autres _____							
<input checked="" type="checkbox"/> Ci-joint bon de pesée de l'essieu AR du camion (type simple essieu)							
Appareillage de mesure: Poutre Benkelmann CONTROLAB							
Résultats à comparer aux exigences du cahier des charges établi pour le chantier (C.C.T.P). Réception de la plate-forme à la charge du maître d'oeuvre (nature, qualité, ép des matériaux, type, nombre d'essais, finalité de l'ouvrage)							
Mission référencée IG suivant le texte de la norme NFP 94-500 des missions géotechniques de l'U.S.G.							
Laboratoire Mesures				Ingénieur géotechnicien			
Nom	FCA	VISA		Nom	MBA	VISA	
Date	21/09/21			Date	21/09/21		

SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE

PM 3N



CHANTIER	CAP HORIZON	OPERATEUR	AM
LIEU	13 - VITROLLES	DATE	20/03/2017
CLIENT	SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES	OUTILS	TRACTO-PELLE
N° DOSSIER	16MG503Aa	LARGEUR GODET	0,45 M

COTE ARRET DU SONDAGE (m/sol)	1,1	EAU	ARRIVEE A PARTIR DE (m/sol)	/
NATURE DE L'ARRET	Refus		STABILISEE A (m/sol)	/

PROFONDEUR (m/sol)		DESCRIPTION LITHOLOGIQUE <small>nature, couleur, taille et forme des gros éléments (roulé, semi-anguleux, anguleux), proportion des différentes phases</small>	ECHANTILLON	
de	à		n°	côtes (m)
0,00	1,10	Limon sableux marron beige à blocs et débris	PM3N	de 0,3 à 0,5

OBSERVATIONS SUR LE SITE

SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE

PM 4N



CHANTIER	CAP HORIZON	OPERATEUR	AM
LIEU	13 - VITROLLES	DATE	20/03/2017
CLIENT	SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES	OUTILS	TRACTO-PELLE
N° DOSSIER	16MG503Aa	LARGEUR GODET	0,45 M

COTE ARRET DU SONDAGE (m/sol)	1,4	EAU	ARRIVEE A PARTIR DE (m/sol)	/
NATURE DE L'ARRET	Avancement lent		STABILISEE A (m/sol)	/

PROFONDEUR (m/sol)		DESCRIPTION LITHOLOGIQUE <small>nature, couleur, taille et forme des gros éléments (roulé, semi-anguleux, anguleux), proportion des différentes phases</small>	ECHANTILLON	
de	à		n°	côtes (m)
0,00	0,30	Limon sableux marron à racines		
0,30	0,90	Marne altérée beige-rouille	PM4N	de 0,4 à 0,6
0,90	1,40	Marne gris-rouille de plus en plus raide	PM4N	de 1 à 1,2

OBSERVATIONS SUR LE SITE

SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE

PM 3E



CHANTIER	CAP HORIZON	OPERATEUR	AM
LIEU	13 - VITROLLES	DATE	20/03/2017
CLIENT	SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES	OUTILS	TRACTO-PELLE
N° DOSSIER	16MG503Aa	LARGEUR GODET	0,45 M

COTE ARRET DU SONDAGE (m/sol)	0,8	EAU	ARRIVEE A PARTIR DE (m/sol)	/
NATURE DE L'ARRET	Refus		STABILISEE A (m/sol)	/

PROFONDEUR (m/sol)		DESCRIPTION LITHOLOGIQUE <small>nature, couleur, taille et forme des gros éléments (roulé, semi-anguleux, anguleux), proportion des différentes phases</small>	ECHANTILLON	
de	à		n°	côtes (m)
0,00	0,40	Débris, cailloutis et blocs dans une matrice sablo-limoneuse marron	PM3E	de 0,2 à 0,3
0,40	0,80	Blocs et cailloutis de calcaire beige dans une matrice sableuse marron-brune	PM3E	de 0,5 à 0,6

OBSERVATIONS SUR LE SITE

SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE

PM 4E



CHANTIER	CAP HORIZON	OPERATEUR	AM
LIEU	13 - VITROLLES	DATE	20/03/2017
CLIENT	SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES	OUTILS	TRACTO-PELLE
N° DOSSIER	16MG503Aa	LARGEUR GODET	0,45 M

COTE ARRET DU SONDAGE (m/sol)	0,8	EAU	ARRIVEE A PARTIR DE (m/sol)	/
NATURE DE L'ARRET	Refus		STABILISEE A (m/sol)	/

PROFONDEUR (m/sol)		DESCRIPTION LITHOLOGIQUE <small>nature, couleur, taille et forme des gros éléments (roulé, semi-anguleux, anguleux), proportion des différentes phases</small>	ECHANTILLON	
de	à		n°	côtes (m)
0,00	0,50	Blocs, cailloutis et débris dans une matrice sableuse beige-rouille	PM4E	de 0,3 à 0,5
0,50	0,80	Blocs et cailloutis de calcaire beige dans une matrice sableuse marron-rouille		

OBSERVATIONS SUR LE SITE

CHANTIER	CAP HORIZON	MACHINE	TRACTO-PELLE
LIEU	13 -VITROLLES	EQUIPE	AM
CLIENT	SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES	ECHELLE	MARTEAU
N° DOSSIER	16MG503Aa	DATE	20/03/2017



CHANTIER	CAP HORIZON	MACHINE	TRACTO-PELLE
LIEU	13 -VITROLLES	EQUIPE	AM
CLIENT	SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES	EHELLE	MARTEAU
N° DOSSIER	16MG503Aa	DATE	20/03/2017



CHANTIER	CAP HORIZON	MACHINE	TRACTO-PELLE
LIEU	13 -VITROLLES	EQUIPE	AM
CLIENT	SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES	ECHELLE	MARTEAU
N° DOSSIER	16MG503Aa	DATE	20/03/2017



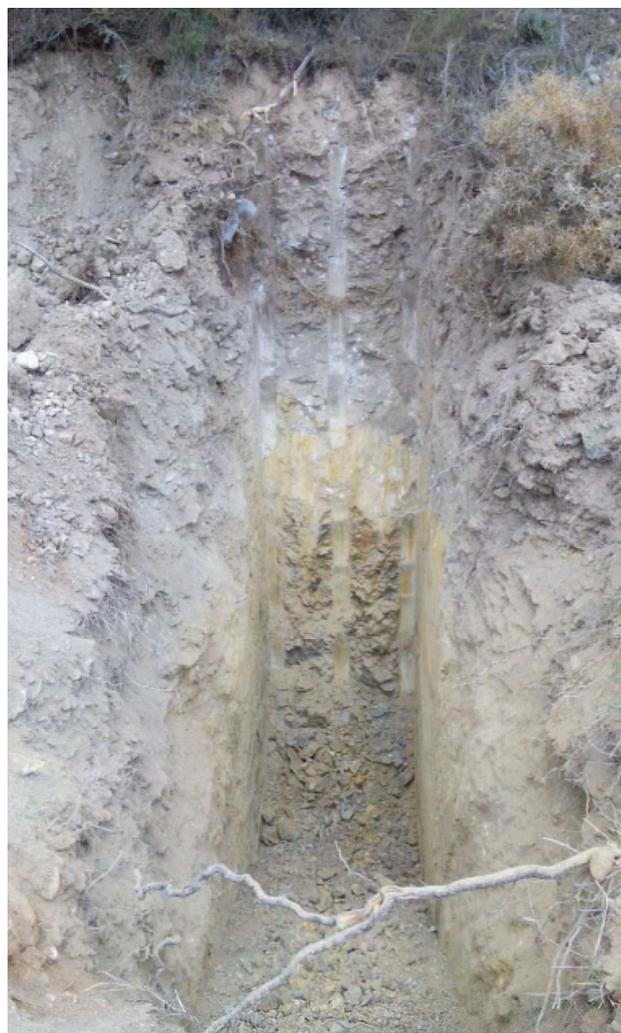
CHANTIER	CAP HORIZON	MACHINE	TRACTO-PELLE
LIEU	13 -VITROLLES	EQUIPE	AM
CLIENT	SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES	ECHELLE	MARTEAU
N° DOSSIER	16MG503Aa	DATE	20/03/2017



CHANTIER	CAP HORIZON	MACHINE	TRACTO-PELLE
LIEU	13 -VITROLLES	EQUIPE	AM
CLIENT	SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES	EHELLE	MARTEAU
N° DOSSIER	16MG503Aa	DATE	20/03/2017



CHANTIER	CAP HORIZON	MACHINE	TRACTO-PELLE
LIEU	13 -VITROLLES	EQUIPE	AM
CLIENT	SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES	ECHELLE	MARTEAU
N° DOSSIER	16MG503Aa	DATE	20/03/2017



CHANTIER	CAP HORIZON	MACHINE	TRACTO-PELLE
LIEU	13 -VITROLLES	EQUIPE	AM
CLIENT	SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES	ECHELLE	MARTEAU
N° DOSSIER	16MG503Aa	DATE	20/03/2017



CHANTIER	CAP HORIZON	MACHINE	TRACTO-PELLE
LIEU	13 -VITROLLES	EQUIPE	AM
CLIENT	SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRES	ECHELLE	MARTEAU
N° DOSSIER	16MG503Aa	DATE	20/03/2017



CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		

PM 1N <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,30	à	1,50
description lithologique sable limoneux gris-rouille gréseux				
<i>Date prélèvement</i>		02/03/2017		

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX
Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C	opérateur	PJ FRANCHE	date essai	03/07/2017
------------------------------	-------	------------------	------------	-------------------	------------

n° tare	essai 1			n° tare	essai 2		
	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁		masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
F5	2594,9	2243,1	365,8		2594,9	2243,1	365,8

teneur en eau (%) w			<u>COMMENTAIRES</u>
moyenne	essai 1	essai 2	
18,7	18,7	18,7	

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		

PM 1N <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,30	à	1,50
description lithologique sable limoneux gris-rouille gréseux				
<i>Date prélèvement</i>		02/03/2017		

DETERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS
Méthode par trousse coupante
Norme NFP-94-053

<i>Température d'étuvage</i>	105°C	opérateur		date essai	
------------------------------	-------	-----------	--	------------	--

Masse volumique humide (kg/m ³)					Masse volumique humide (kg/m ³)				
essai 1	température e (°C)	masse échantillon avec trousse (g) m ₁	masse trousse (g) m ₂	Volume de la trousse (cm ³) V	essai 2	température e (°C)	masse échantillon avec trousse (g) m ₁	masse trousse (g) m ₂	Volume de la trousse (cm ³) V
1882	26	134,2	60,3	39,27	1912	26	135,4	60,3	39,27
masse volumique sèche (kg/m³) ρ_d					<u>COMMENTAIRES</u> La masse volumique sèche est obtenue par calcul à partir de la masse volumique humide et de la teneur en eau du sol.				
ρ_d		ρ_h		W_{nat}					
1600		1900		18,7					

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		
PM 1N <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,30	à 1,50 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique sable limoneux gris-rouille gréseux			
<i>Date prélèvement</i>		<i>02/03/2017</i>	
DETERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS Méthode par pesée hydrostatique <i>Norme NFP-94-053</i>			

<i>Température d'étuvage</i>	105°C	opérateur		date essai	
------------------------------	-------	-----------	--	------------	--

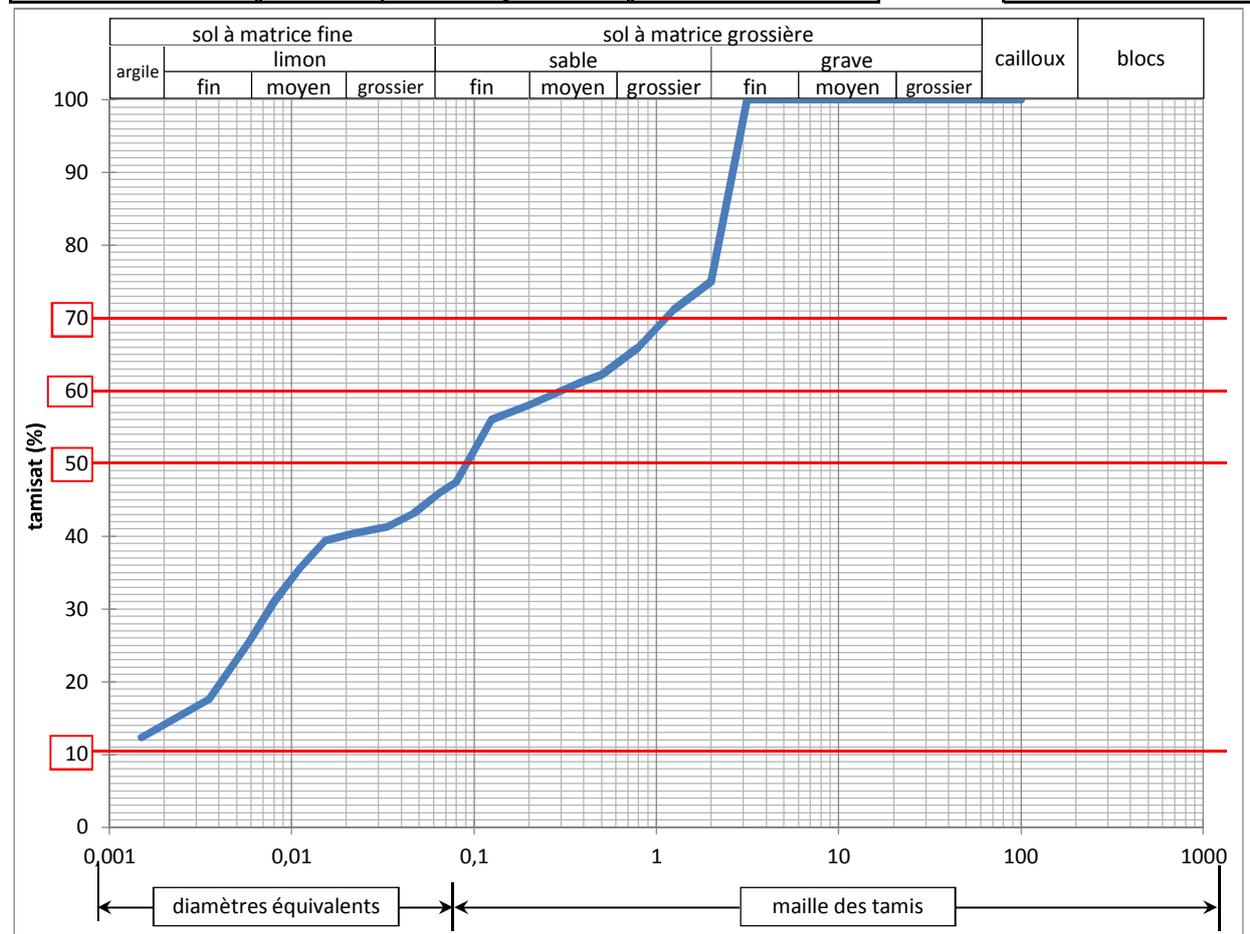
Masse volumique humide (kg/m ³)					Masse volumique humide (kg/m ³)					
essai 1	température e (°C)	masse échantillon (g) m	masse échantillon paraffiné (g) m _p	masse échantillon paraffiné immergé (g) m' _p	essai 2	température e (°C)	masse échantillon (g) m	masse échantillon paraffiné (g) m _p	masse échantillon paraffiné immergé (g) m' _p	
1989	23	159,8	165,4	78,7	1968	23	142,7	147,7	69,5	
masse volumique sèche (kg/m³) ρ_d					<u>COMMENTAIRES</u>					
ρ_d		ρ_h		W_{nat}		La masse volumique sèche est obtenue par calcul à partir de la masse volumique humide et de la teneur en eau du sol.				
1670		1980		18,7						

CHANTIER LIEU CLIENT N° DOSSIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON 13 - VITROLLES PAYS D'AIX TERRITOIRES 16MG0503Aa	
PM 1N <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,30 à 1,50 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique sable limoneux gris-rouille gréseux		
<i>Date prélèvement</i> 02/03/2017		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE
Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur		date essai	
------------------------------	-------	------------------	--	-------------------	--

<i>w_{nat}</i>	18,7%	<i>NF P 94-050</i>	<i>D_{max}</i>	31,831 mm	classification NF P 11-300 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> A3 s </div> <i>classe/sous classe</i> <i>état hydrique</i>
<i>w_L</i>	61%	<i>NF P 94-052 & NF P 94-051</i>	<i>D₇₀</i>	1,151 mm	
<i>I_p</i>	34	<i>NF P 94-051</i>	<i>D₆₀</i>	0,306 mm	
<i>VB_s</i>	3,4	<i>NF P 94-068</i>	<i>D₅₀</i>	0,052 mm	
passant à 2mm	75,0%		<i>D₁₅</i>		
passant à 80 µm	47,5%		<i>D₁₀</i>		<i>d_m (mm)</i> 25



diamètre d (mm)	passant (%)								
100	100,00	20	100,00	0,8	65,92	0,0647	45,95	0,0059	25,60
80	100,00	12,5	100,00	0,5	62,18	0,0468	43,13	0,0035	17,64
63	100,00	8	100,00	0,4	61,29	0,0336	41,26	0,0015	12,29
50	100,00	5	100,00	0,315	60,18	0,0214	40,32		
40	100,00	3,15	100,00	0,2	57,97	0,0153	39,38		
31,5	100,00	2	75,00	0,125	56,08	0,0111	35,62		
25	100,00	1,25	71,16	0,08	47,47	0,0081	31,08		

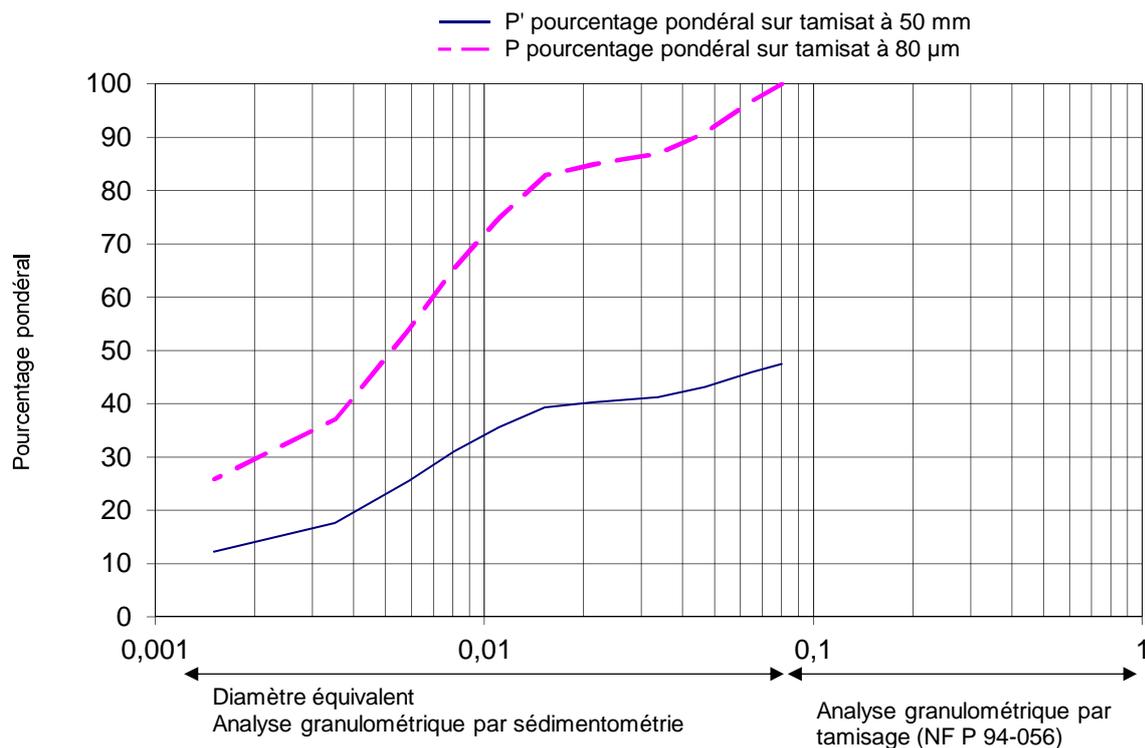
CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		
PM 1N sondage	ER échantillon	1,30	à 1,50 profondeurs (m)
description lithologique sable limoneux gris-rouille gréseux			
Date prélèvement		02/03/2017	
ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR SEDIMENTOMETRIE			
Norme NFP-94-057			

opérateur		date essai	
-----------	--	------------	--

Densimètre	H0	H1	h1	Vd	Masse volumique des particules solides		
en cm	13,7	4	16	80,4	estimée	2700	kg/m ³

Facteurs correcteurs	Cm	Cd	Eprouvette	A	Passant à 2µm sur la fraction 0/50 en %:	14,07
	-0,0005	-0,0004	en cm ²	49,5	Passant à 80µm en %:	47,47

h	Temps de lecture		R lecture densimètre	température (°C)	Ct correction température	P% sur tamis à 80µm	P% sur tamis à 50mm	B (µm)
	min	s						
		30	1,0230	23,0	0,0014	96,81	45,95	64,7
	1		1,0215	23,0	0,0014	90,87	43,13	46,8
	2		1,0205	23,0	0,0014	86,91	41,26	33,6
	5		1,0200	23,0	0,0014	84,94	40,32	21,4
	10		1,0195	23,0	0,0014	82,96	39,38	15,3
	20		1,0175	23,0	0,0014	75,04	35,62	11,1
	40		1,0150	23,5	0,0014	65,48	31,08	8,1
	80		1,0120	24,0	0,0015	53,94	25,60	5,9
4			1,0075	25,5	0,0018	37,17	17,64	3,5
24			1,0050	23,5	0,0014	25,90	12,29	1,5



CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		
PM 1N <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,30	à 1,50 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique sable limoneux gris-rouille gréseux			
<i>Date prélèvement</i>		<i>02/03/2017</i>	
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE <i>Norme NFP-94-068</i>			

opérateur		date essai	
-----------	--	------------	--

w_{nat}	18,7%	<i>NF P 94-050</i>
------------------------	--------------	--------------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S. 3,4
35,67	100,00	120	

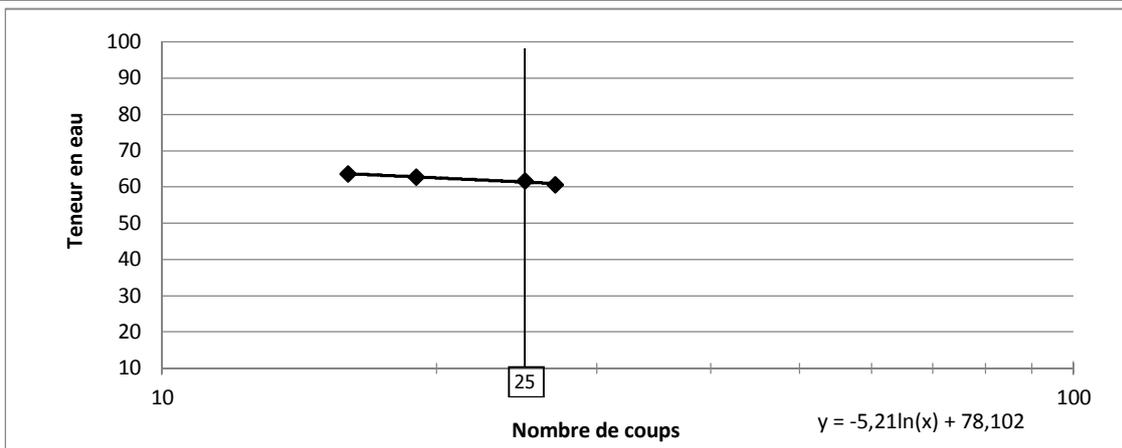
<u>Remarque</u>

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		
PM 1N <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,30	à 1,50 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique sable limoneux gris-rouille gréseux			
Date prélèvement		02/03/2017	
DETERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG <i>Norme NFP-94-051</i>			

opérateur		date essai	
-----------	--	------------	--

LIMITE DE LIQUIDITE (W_L)

	ESSAI n°1		ESSAI n°2		ESSAI n°3		ESSAI n°4	
Nbre de coups	16		19		25		27	
N° de la tare	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
Masse totale humide (g)	87,577	82,795	75,288	76,738	76,685	74,916	75,133	74,702
Masse totale sèche (g)	86,327	81,766	73,920	75,570	75,680	73,718	73,852	73,376
Masse de la tare (g)	84,376	80,138	71,741	73,705	74,052	71,777	71,739	71,188
Teneur en eau (%)	64,1	63,2	62,8	62,6	61,7	61,7	60,6	60,6
Moyenne en %	63,6		62,7		61,7		60,6	



LIMITES DE PLASTICITE (W_p)

	ESSAI n° 1		ESSAI n° 2	
N° de la tare	LP1	LP2	LP3	LP4
Masse totale humide (g)	10,057	10,164	10,200	10,165
Masse totale sèche (g)	9,896	10,007	10,039	10,003
Masse de la tare (g)	9,296	9,416	9,434	9,395
Teneur en eau (%)	26,8	26,6	26,6	26,6
Moyenne en %	26,7		26,6	

RESULTATS

Teneur en eau w _n (%)	18,7
Limite de liquidité W _L (%)	61
Limite de plasticité W _p (%)	27
Indice de plasticité I _p	34
Indice de consistance I _c	1,2

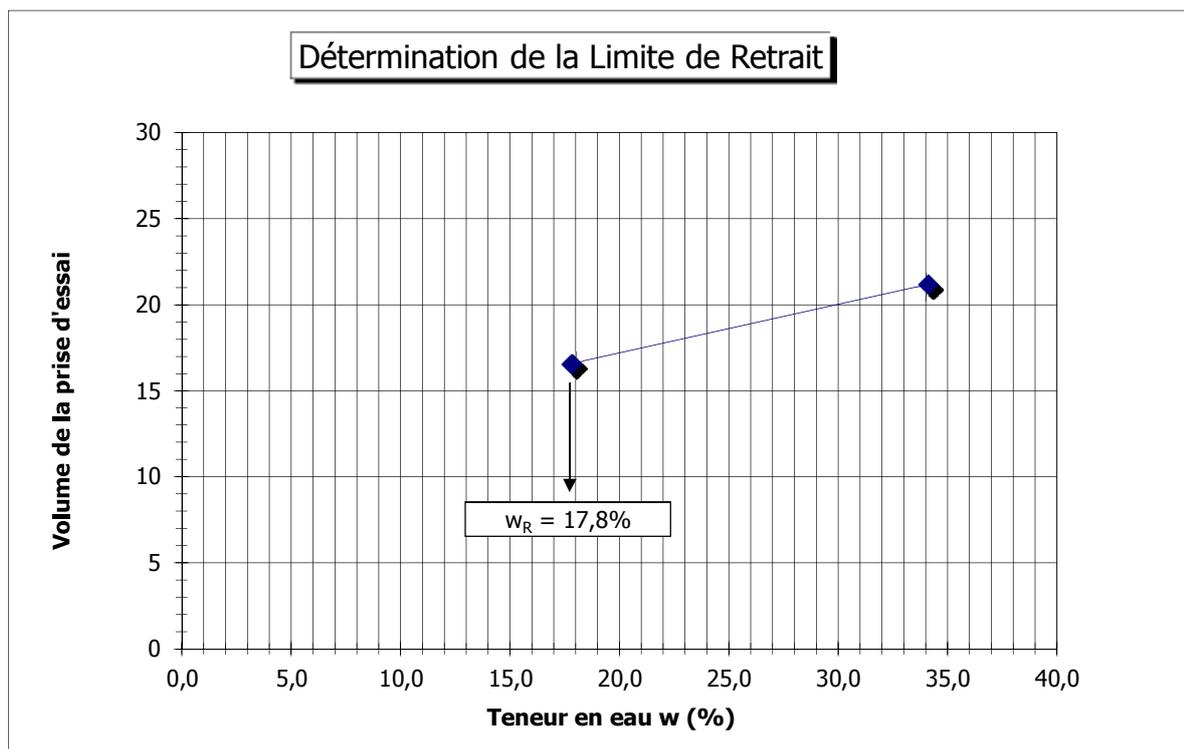
Remarque

CHANTIER		ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU		13 - VITROLLES		
CLIENT		PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER		16MG0503Aa		
PM 1N <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,30	à	1,50
description lithologique sable limoneux gris-rouille gréseux				
Date prélèvement		02/03/2017		

ESSAI DE DESSICCATION
Norme expérimentale XP P 94-060-1

opérateur	0	date essai	00/01/1900
-----------	---	------------	------------

N° de l'éprouvette	1	2	3	4	5
Teneur en eau après imbibition	34,4	34,1	34,0	33,8	
masse initiale m_h	37,8	36,9	38,6	38,7	
volume initial V_h	21,4	20,4	21,3	21,6	
masse après dessiccation m_d	28,2	27,5	28,8	28,9	
volume après dessiccation V_d	16,2	15,9	16,6	17,5	
limite de retrait w_R	16,0	17,7	17,8	19,7	



Observations

CHANTIER ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU 13 - VITROLLES		
CLIENT PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER 16MG0503Aa		
PM 1N <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,30 à 1,50 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique sable limoneux gris-rouille gréseux		
Date prélèvement 02/03/2017		

Indice Portant Immédiat
Norme NFP- 94-078

opérateur	PJ FRANCHE	date essai	04/07/2016
-----------	-------------------	------------	------------

CARACTERISTIQUES DU COMPACTAGE:

X	Proctor normal:
	Proctor modifié

TENEUR en EAU du COMPACTAGE:

	Optimum proctor
X	Naturelle

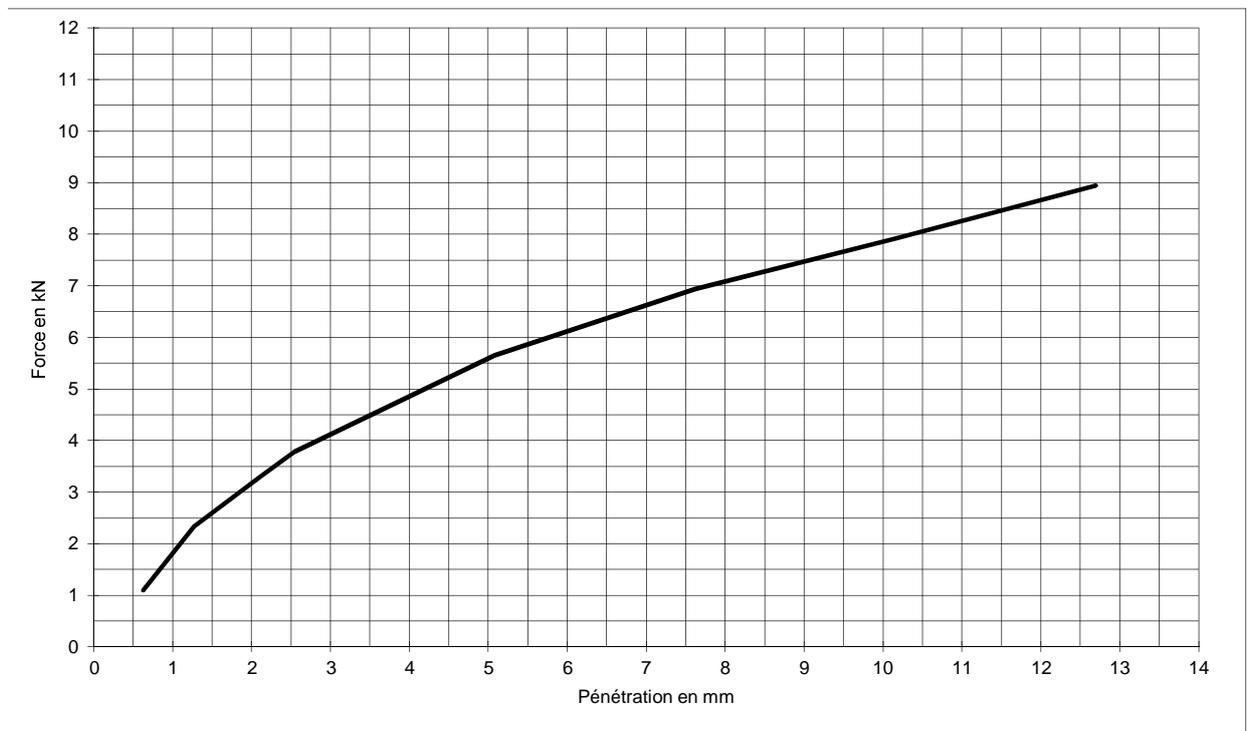
Temps	Pénétration en mm	Divisions	Force en kN
30 sec	0,63	8	1,10
1 min	1,27	17	2,34
1 min 40	2,11	24	3,30
2 min	2,54	27,5	3,78
4 min	5,08	42	5,65
6 min	7,62	52,5	6,94
8 min	10,16	60	7,91
10 min	12,70	68	8,94

PARAMETRES DU SOL:

Teneur en eau:	3,5%
Densité sèche:	1,68

RESULTATS:

Pénétration: en mm	Force en kN	Indice unitaire	Indice IPI
2,5 mm	3,78	28,31	28
5 mm	5,65	28,36	



Remarque:

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		
PM 1N <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,30	à 1,50 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique sable limoneux gris-rouille gréseux			
<i>Date prélèvement</i>		<i>02/03/2017</i>	

Indice CBR immédiat
Norme NFP- 94-078

opérateur	PJ FRANCHE	date essai	04/07/2016
-----------	-------------------	------------	-------------------

CARACTERISTIQUES DU COMPACTAGE:

X	Proctor normal:
	Proctor modifié

TENEUR en EAU du COMPACTAGE:

	Optimum proctor
X	Naturelle

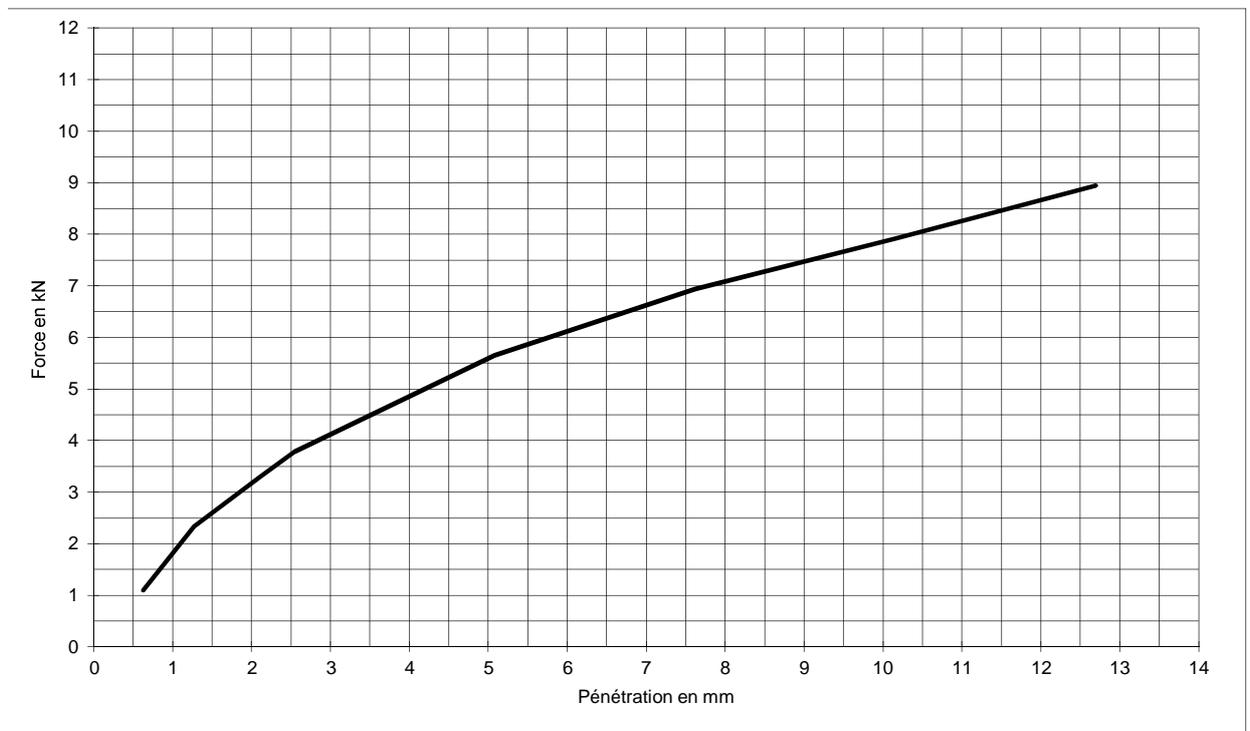
Temps	Pénétration en mm	Divisions	Force en kN
30 sec	0,63	8	1,10
1 min	1,27	17	2,34
1 min 40	2,11	24	3,30
2 min	2,54	27,5	3,78
4 min	5,08	42	5,65
6 min	7,62	52,5	6,94
8 min	10,16	60	7,91
10 min	12,70	68	8,94

PARAMETRES DU SOL:

Teneur en eau:	3,5%
Densité sèche:	1,68

RESULTATS:

Pénétration: en mm	Force en kN	Indice unitaire	Indice CBR
2,5 mm	3,78	28,31	28
5 mm	5,65	28,36	



Remarque:

CHANTIER ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU 13 - VITROLLES		
CLIENT PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER 16MG0503Aa		
PM 1N <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,30 à 1,50 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique sable limoneux gris-rouille gréseux		
Date prélèvement 02/03/2017		

Indice CBR après saturation
Norme NFP- 94-078

opérateur	PJ FRANCHE	date essai	04/07/2016
-----------	-------------------	------------	------------

CARACTERISTIQUES DU COMPACTAGE:

X	Proctor normal:
	Proctor modifié

TENEUR en EAU du COMPACTAGE:

	Optimum proctor
X	Naturelle

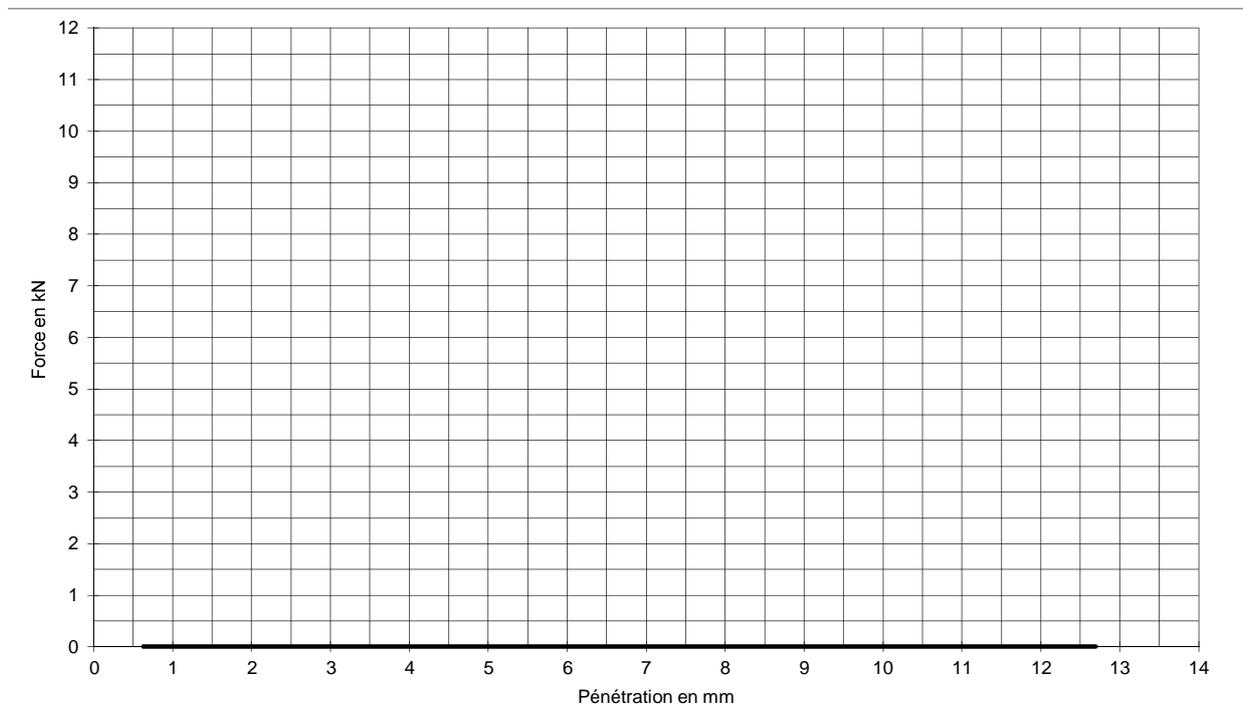
Temps	Pénétration en mm	Divisions	Force en kN
30 sec	0,63		0,00
1 min	1,27		0,00
1 min 40	2,11		0,00
2 min	2,54		0,00
4 min	5,08		0,00
6 min	7,62		0,00
8 min	10,16		0,00
10 min	12,70		0,00

PARAMETRES DU SOL:

Teneur en eau:	3,5%
Densité sèche:	1,68
Gonflement relatif en %:	0,35%

RESULTATS:

Pénétration: en mm	Force en kN	Indice unitaire	Indice CBRi
2.5 mm	0,00	0,00	0
5 mm	0,00	0,00	



Remarque:

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		
PM 1N sondage	ER échantillon	1,30	à 1,50 profondeurs (m)
description lithologique sable limoneux gris-rouille gréseux			
Date prélèvement		02/03/2017	

ESSAI PROCTOR NORMAL
Norme NFP 94-093; 94-078

opérateur	PJ FRANCHE	date essai	21/07/2016
-----------	-------------------	------------	------------

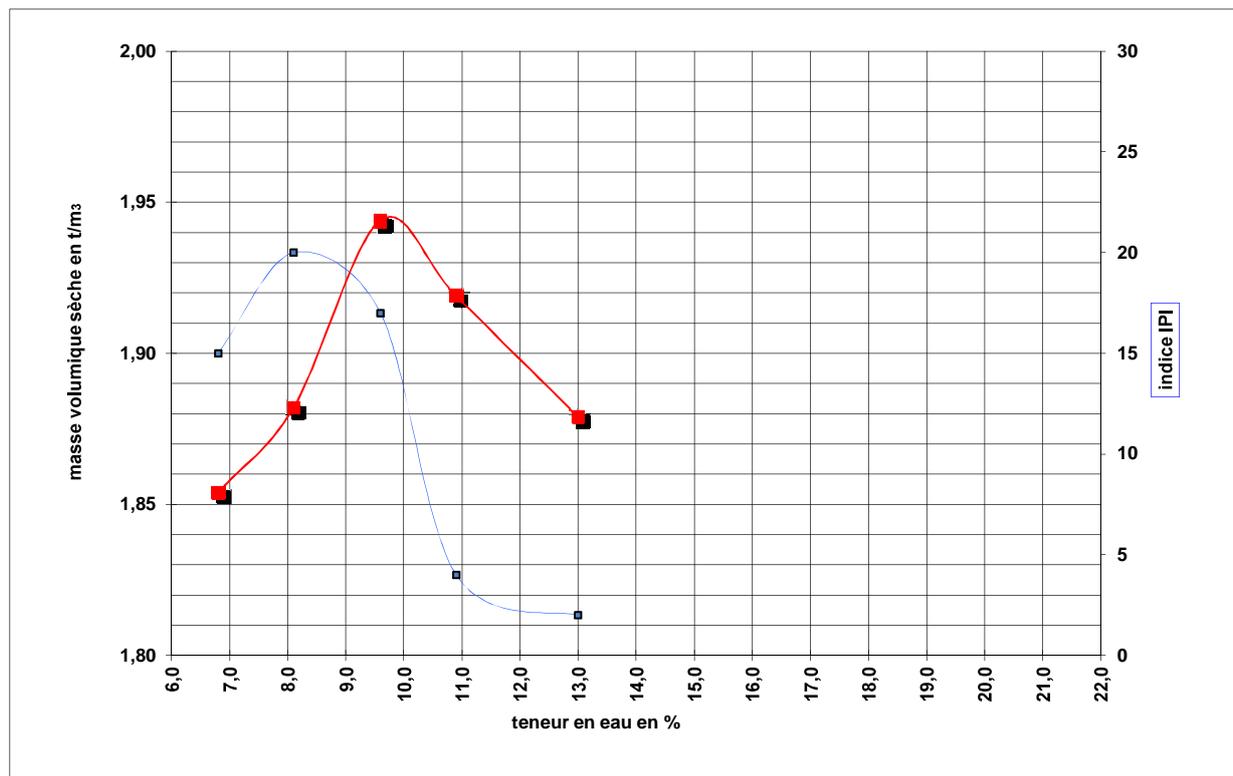
DIMENSION du MOULE:

	Moule Proctor Normal
	Moule Proctor CBR

ENERGIE DE COMPACTAGE:

X	Proctor Normal
	Proctor modifié

teneur en en eau (%)	Densité sèche	Indice IPI
6,8	1,85	15
8,1	1,88	20
9,6	1,94	17
10,9	1,92	4
13,0	1,88	2



Fraction 0/20	Teneur en eau optimum Proctor Normal - Wopn fraction 0/20 en %	9,8
	Masse volumique sèche maximale Proctor Normal - γ_{dopn} 0/20 en t/m ³	1,94

Lorsque le sol comporte une proportion d'éléments de plus de 20mm de diamètre inférieure à 30% (dans le cas présent m=12.9%), on détermine ses caractéristiques Proctor moyennant une correction des valeurs ρ_d et W% déterminées sur la fraction 0/20 du matériau soumis à l'essai.

Fraction 0/D	Teneur en eau optimum Proctor Normal - Wopn fraction 0/D en %	
	Masse volumique sèche maximale Proctor Normal - γ_{dopn} 0/D en t/m ³	

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		

PM 1E <i>sondage</i>	ER1 <i>échantillon</i>	0,50	à	0,70
description lithologique Limon sableux marron à graves calcaires				
<i>Date prélèvement</i>		02/03/2017		

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX
Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C	opérateur	S THIEBAUT	date essai	06/07/2017
------------------------------	-------	------------------	------------	-------------------	------------

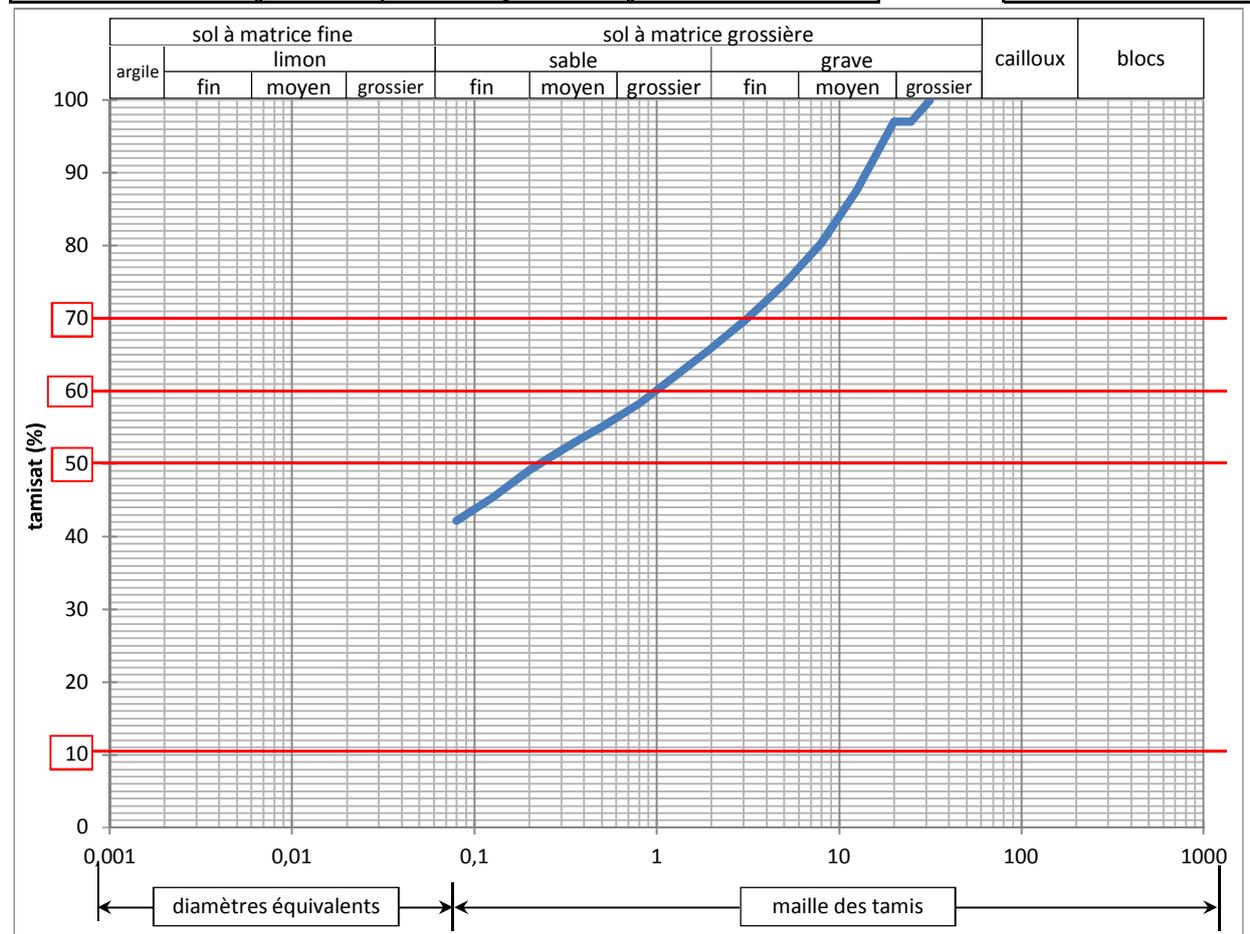
n° tare	essai 1			n° tare	essai 2		
	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁		masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
T10	2259,2	2124,5	425,7				
teneur en eau (%) w				COMMENTAIRES			
moyenne	essai 1	essai 2					
7,9	7,9						

CHANTIER LIEU CLIENT N° DOSSIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON 13 - VITROLLES PAYS D'AIX TERRITOIRES 16MG0503Aa	
PM 1E <i>sondage</i>	ER1 <i>échantillon</i>	0,50 à 0,70 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique Limon sableux marron à graves calcaires		
<i>Date prélèvement</i> 02/03/2017		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE
Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur	S THIEBAUT	date essai	07/07/2017
-----------------------	-------	-----------	------------	------------	------------

<i>w_{nat}</i>	7,9%	<i>NF P 94-050</i>	<i>D_{max}</i>	18,371 mm	classification NF P 11-300 A1 s <i>classe/sous classe</i> <i>état hydrique</i>
<i>w_L</i>	28%	<i>NF P 94-052 & NF P 94-051</i>	<i>D₇₀</i>	3,144 mm	
<i>I_p</i>	8	<i>NF P 94-068</i>	<i>D₆₀</i>	1,012 mm	
<i>VB_s</i>	1,2		<i>D₅₀</i>	0,234 mm	
passant à 2mm	65,9%		<i>D₁₅</i>		
passant à 80 µm	42,2%		<i>D₁₀</i>		<i>d_m (mm)</i> 31,5



diamètre d (mm)	passant (%)								
100		20	97,07	0,8	58,27				
80		12,5	87,54	0,5	55,08				
63		8	80,33	0,4	53,69				
50		5	74,69	0,315	52,21				
40		3,15	70,02	0,2	49,09				
31,5	100,00	2	65,91	0,125	45,28				
25	97,07	1,25	61,95	0,08	42,16				

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		
PM 1E <i>sondage</i>	ER1 <i>échantillon</i>	0,50	à 0,70 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique Limon sableux marron à graves calcaires			
<i>Date prélèvement</i>		<i>02/03/2017</i>	
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE <i>Norme NFP-94-068</i>			

opérateur	MJ PEDRO	date essai	12/07/2017
-----------	-----------------	------------	------------

w_{nat}	7,9%	<i>NF P 94-050</i>
-----------	-------------	--------------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S. 1,2
51,625	74,69	80	

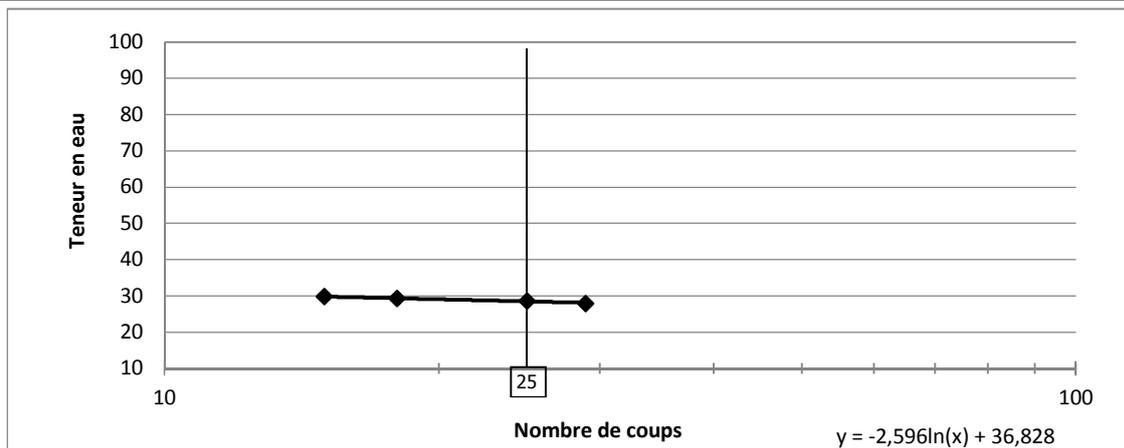
<u>Remarque</u>

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		
PM 1E <i>sondage</i>	ER1 <i>échantillon</i>	0,50	à 0,70 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique Limon sableux marron à graves calcaires			
Date prélèvement		02/03/2017	
DETERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG <i>Norme NFP-94-051</i>			

opérateur	PJ FRANCHE	date essai	10/07/2017
-----------	-------------------	------------	------------

LIMITE DE LIQUIDITE (W_L)

	ESSAI n°1		ESSAI n°2		ESSAI n°3		ESSAI n°4	
Nbre de coups	15		18		25		29	
N° de la tare	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Masse totale humide (g)	81,863	82,053	81,669	79,672	80,610	91,466	83,858	83,568
Masse totale sèche (g)	79,429	79,901	79,385	77,645	78,646	89,687	81,468	81,147
Masse de la tare (g)	71,230	72,699	71,589	70,720	71,783	83,492	72,922	72,478
Teneur en eau (%)	29,7	29,9	29,3	29,3	28,6	28,7	28,0	27,9
Moyenne en %	29,8		29,3		28,7		27,9	



LIMITES DE PLASTICITE (W_p)

	ESSAI n° 1		ESSAI n° 2	
N° de la tare	L1	L2	L3	L4
Masse totale humide (g)	10,295	10,258	10,443	10,507
Masse totale sèche (g)	10,151	10,117	10,262	10,332
Masse de la tare (g)	9,448	9,425	9,373	9,466
Teneur en eau (%)	20,5	20,4	20,4	20,2
Moyenne en %	20,4		20,3	

RESULTATS

Teneur en eau w _n (%)	7,9
Limite de liquidité W _L (%)	28
Limite de plasticité W _p (%)	20
Indice de plasticité I _p	8
Indice de consistance I _c	2,5

Remarque

CHANTIER		ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU		13 - VITROLLES		
CLIENT		PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER		16MG0503Aa		
PM 1E <i>sondage</i>	ER1 <i>échantillon</i>	0,50	à	0,70
description lithologique				
Limon sableux marron à graves calcaires				
<i>Date prélèvement</i>		02/03/2017		

Indice Portant Immédiat
Norme NFP- 94-078

opérateur	PJ FRANCHE	date essai	13/07/2017
-----------	-------------------	------------	------------

CARACTERISTIQUES DU COMPACTAGE:

X	Proctor normal:
	Proctor modifié

TENEUR en EAU du COMPACTAGE:

	Optimum proctor
X	Naturelle

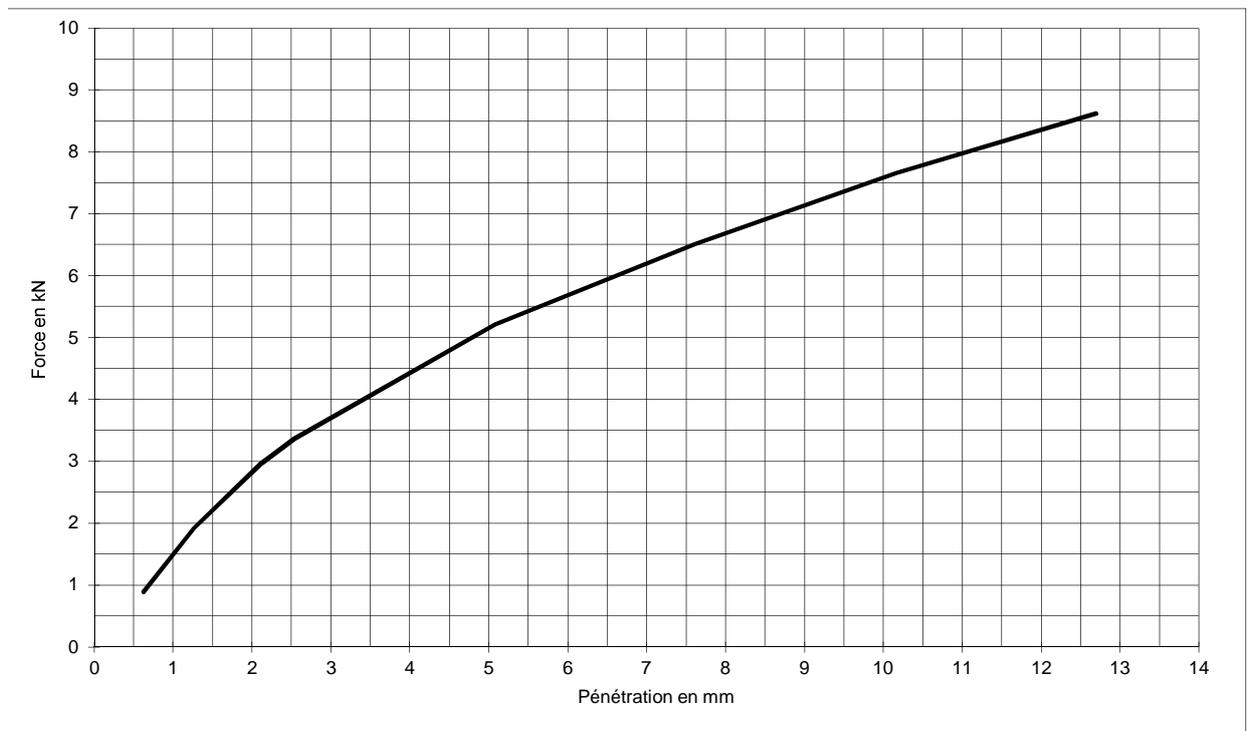
Temps	Pénétration en mm	Divisions	Force en kN
30 sec	0,63	6,5	0,89
1 min	1,27	14	1,92
1 min 40	2,11	21,5	2,95
2 min	2,54	24,5	3,37
4 min	5,08	38,5	5,21
6 min	7,62	49	6,51
8 min	10,16	58	7,66
10 min	12,70	65,5	8,62

PARAMETRES DU SOL:

Teneur en eau:	6,3%
Densité sèche:	1,79

RESULTATS:

Pénétration: en mm	Force en kN	Indice unitaire	Indice IPI
2,5 mm	3,37	25,22	26
5 mm	5,21	26,15	



Remarque:

CHANTIER		ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU		13 - VITROLLES		
CLIENT		PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER		16MG0503Aa		
PM 1E <i>sondage</i>	ER1 <i>échantillon</i>	0,50	à	0,70
		<i>profondeurs (m)</i>		
description lithologique Limon sableux marron à graves calcaires				
<i>Date prélèvement</i>		<i>02/03/2017</i>		

Indice CBR après saturation
Norme NFP- 94-078

opérateur	M BURCKLEN	date essai	17/07/2016
-----------	-------------------	------------	------------

CARACTERISTIQUES DU COMPACTAGE:

X	Proctor normal:
	Proctor modifié

TENEUR en EAU du COMPACTAGE:

	Optimum proctor
X	Naturelle

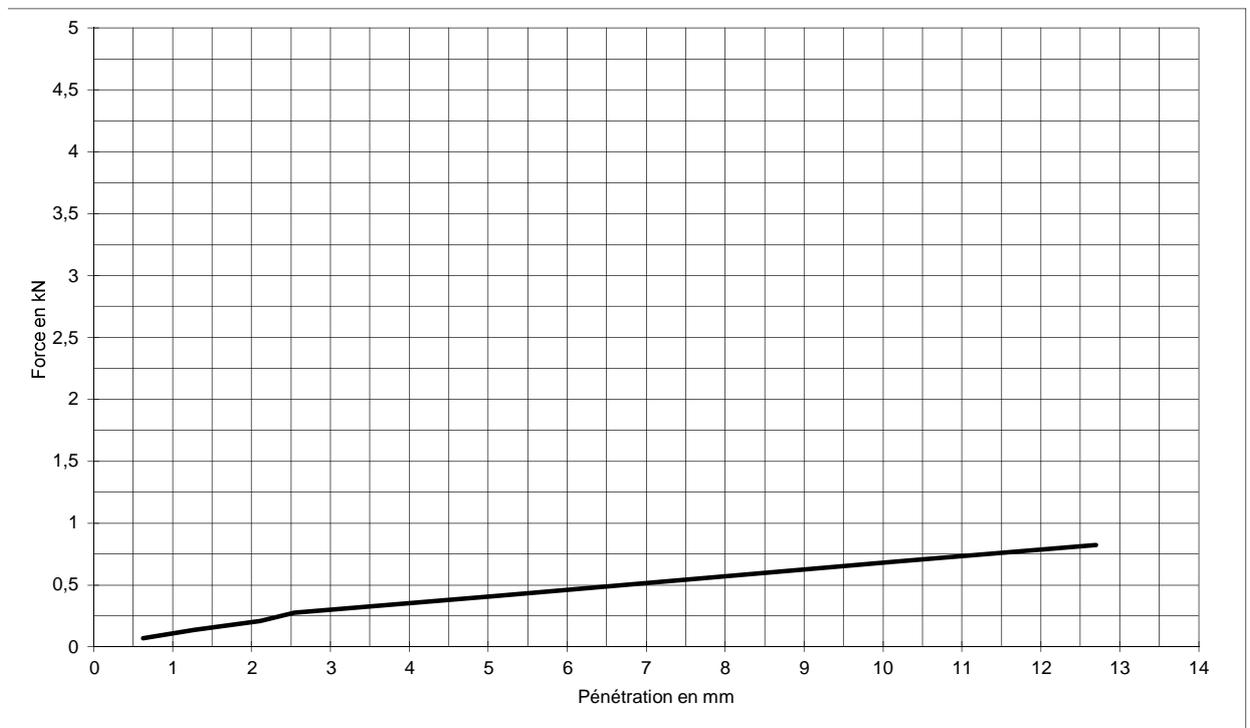
Temps	Pénétration en mm	Divisions	Force en kN
30 sec	0,63	0,5	0,07
1 min	1,27	1	0,14
1 min 40	2,11	1,5	0,21
2 min	2,54	2	0,27
4 min	5,08	3	0,41
6 min	7,62	4	0,55
8 min	10,16	5	0,69
10 min	12,70	6	0,82

PARAMETRES DU SOL:

Teneur en eau:	15,5%
Densité sèche:	1,78
Gonflement relatif en %:	0,77%

RESULTATS:

Pénétration: en mm	Force en kN	Indice unitaire	Indice CBRi
2.5 mm	0,27	2,06	2
5 mm	0,41	2,07	



Remarque:

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		
PM 1E <i>sondage</i>	ER1 <i>échantillon</i>	0,50	à 0,70 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique Limon sableux marron à graves calcaires			
<i>Date prélèvement</i>		<i>02/03/2017</i>	

ESSAI PROCTOR NORMAL
Norme NFP 94-093; 94-078

opérateur	PJ FRANCHE	date essai	21/07/2016
-----------	-------------------	------------	-------------------

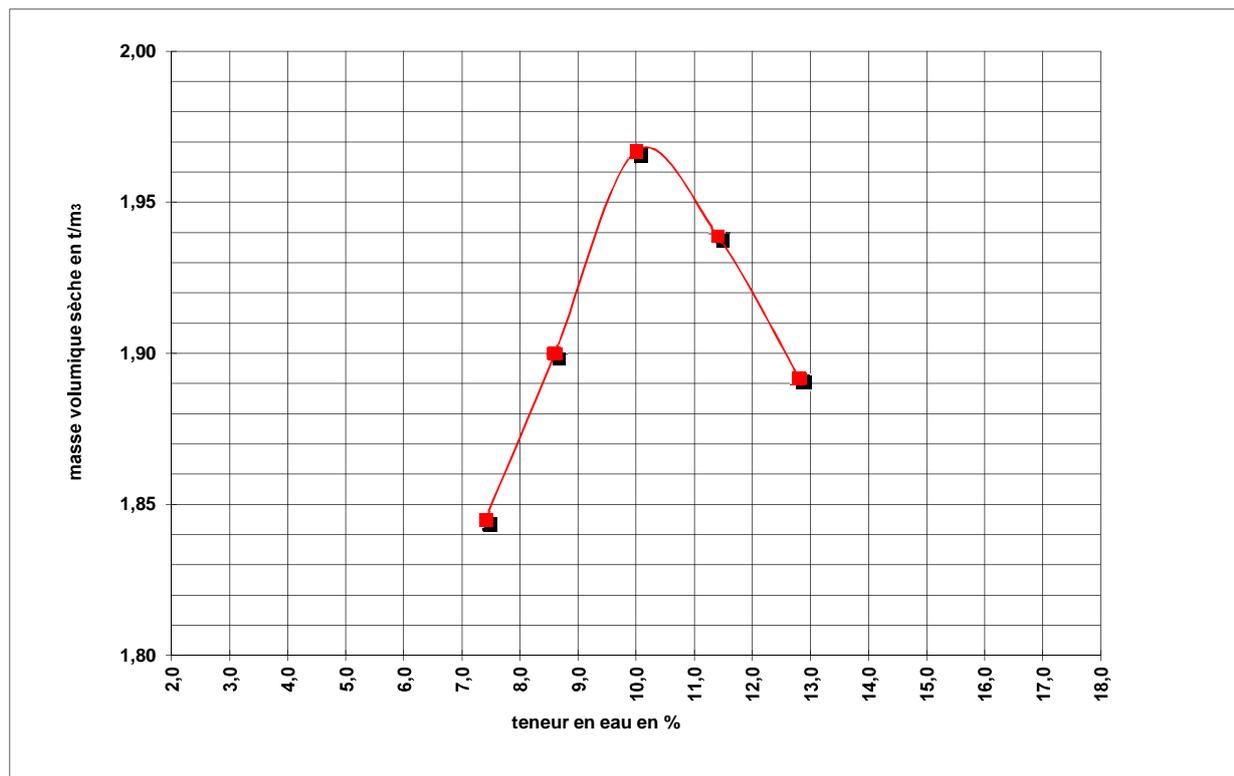
DIMENSION du MOULE:

	Moule Proctor Normal
X	Moule Proctor CBR

ENERGIE DE COMPACTAGE:

X	Proctor Normal
	Proctor modifié

teneur en eau (%)	Densité sèche	Indice IPI
7,4	1,85	
8,6	1,90	
10,0	1,97	
11,4	1,94	
12,8	1,89	



Fraction 0/20	Teneur en eau optimum Proctor Normal - Wopn fraction 0/20 en %	10,2
	Masse volumique sèche maximale Proctor Normal - γ_{dopn} 0/20 en t/m³	1,97

Lorsque le sol comporte une proportion d'éléments de plus de 20mm de diamètre inférieure à 30% (dans le cas présent $m=2.9\%$), on détermine ses caractéristiques Proctor moyennant une correction des valeurs ρ_d et $W\%$ déterminées sur la fraction 0/20 du matériau soumis à l'essai.

Fraction 0/D	Teneur en eau optimum Proctor Normal - Wopn fraction 0/D en %	9,9
	Masse volumique sèche maximale Proctor Normal - γ_{dopn} 0/D en t/m³	1,99

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		

PM 1E <i>sondage</i>	ER2 <i>échantillon</i>	1,20	à	1,40
description lithologique marne limoneuse beige rouille à rares graves fines				
<i>Date prélèvement</i>		02/03/2017		

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX
Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C	opérateur	S THIEBAUT	date essai	06/07/2017
------------------------------	-------	------------------	------------	-------------------	------------

n° tare	essai 1			n° tare	essai 2		
	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁		masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
E7	1902,4	1766,2	407,3				

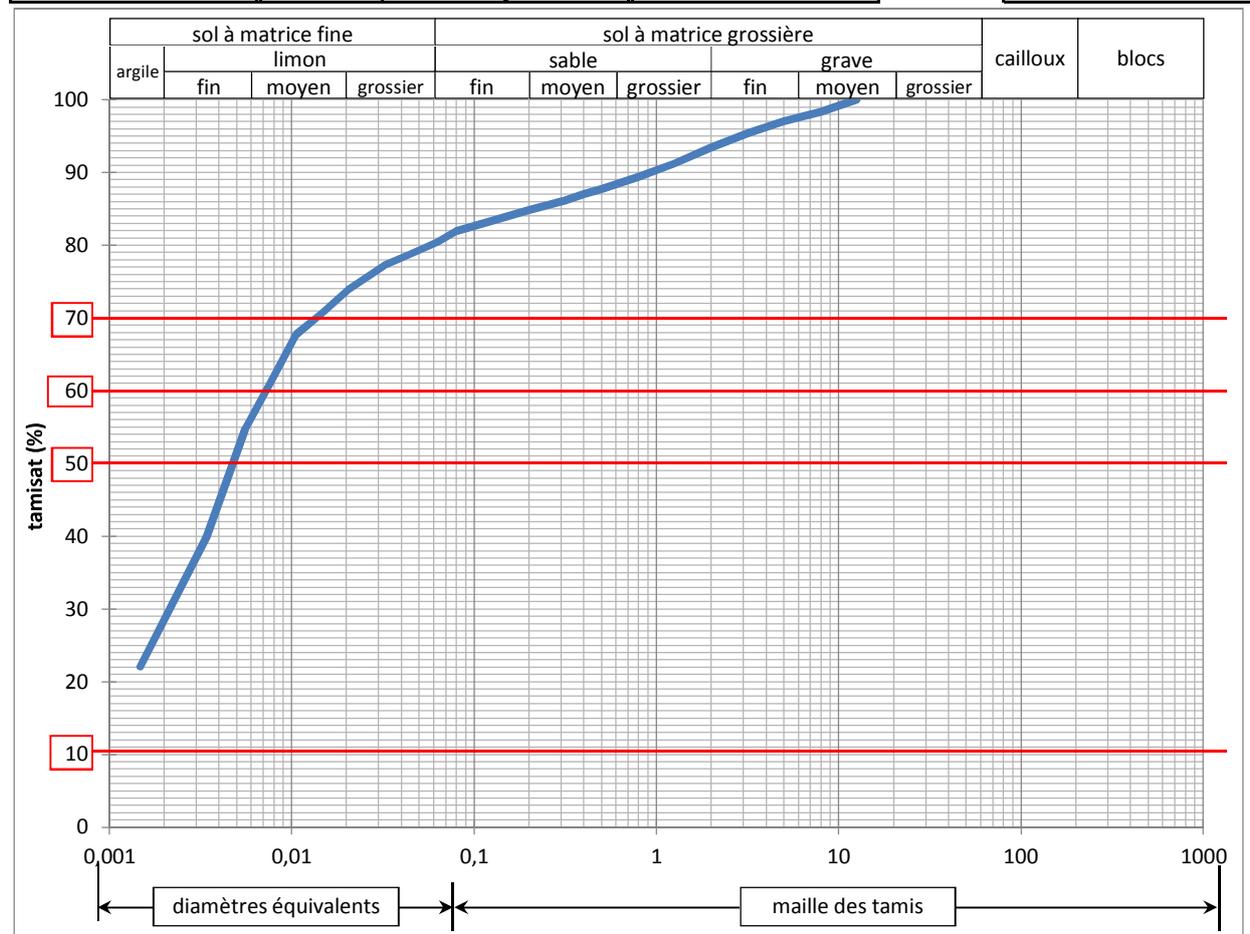
teneur en eau (%) w			<u>COMMENTAIRES</u>
moyenne	essai 1	essai 2	
10,0	10,0		

CHANTIER LIEU CLIENT N° DOSSIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON 13 - VITROLLES PAYS D'AIX TERRITOIRES 16MG0503Aa	
PM 1E <i>sondage</i>	ER2 <i>échantillon</i>	1,20 à 1,40 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique marne limoneuse beige rouille à rares graves fines		
Date prélèvement 02/03/2017		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE
 Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur	S THIEBAUT	date essai	06/07/2017
-----------------------	-------	-----------	------------	------------	------------

w _{nat}	10,0%	NF P 94-050	D _{max}	2,920 mm	classification NF P 11-300 A1 s à ts classe/sous classe état hydrique
w _L		NF P 94-052 & NF P 94-051	D ₇₀	0,014 mm	
I _p		NF P 94-068	D ₆₀	0,0073 mm	
VB _s	1,5		D ₅₀	0,0049 mm	
passant à 2mm	93,4%		D ₁₅		
passant à 80 µm	81,9%		D ₁₀		d _m (mm) 12,5



diamètre d (mm)	passant (%)								
100		20		0,8	89,36	0,0632	80,41	0,0056	54,76
80		12,5	100,00	0,5	87,75	0,0451	78,78	0,0034	39,88
63		8	98,37	0,4	87,01	0,0321	77,16	0,0015	22,05
50		5	97,02	0,315	86,19	0,0206	73,92		
40		3,15	95,39	0,2	84,80	0,0148	70,68		
31,5		2	93,44	0,125	83,32	0,0106	67,73		
25		1,25	91,11	0,08	81,91	0,0077	61,24		

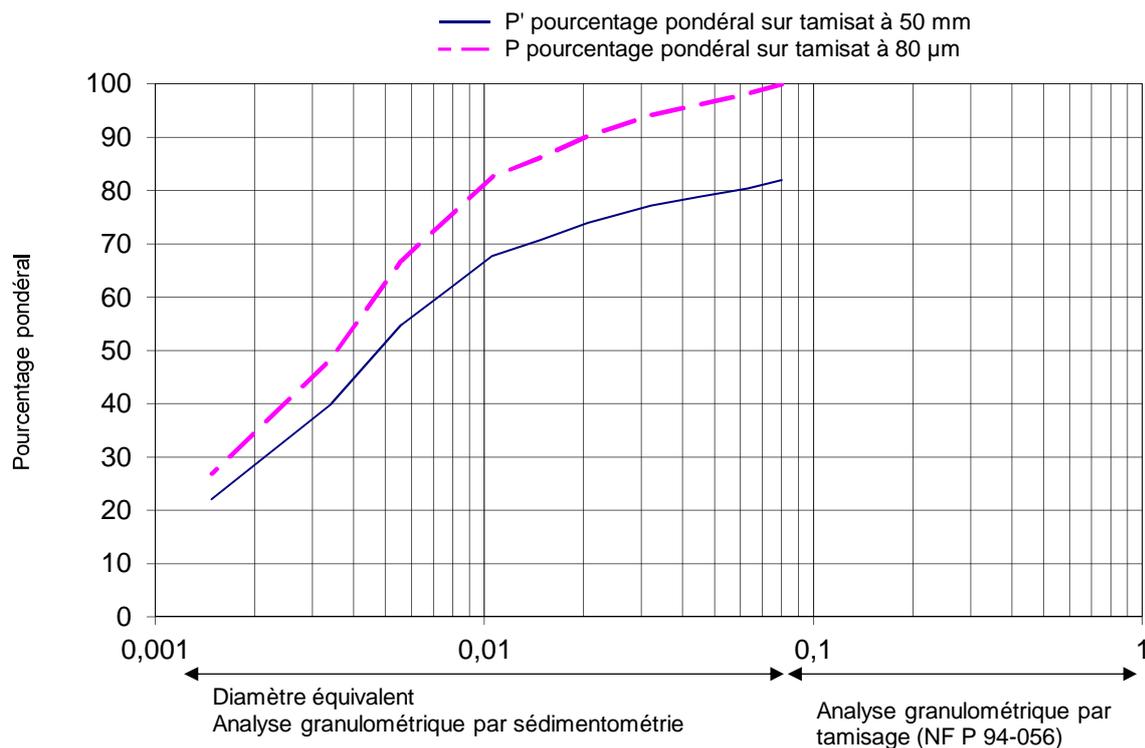
CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		
PM 1E sondage	ER2 échantillon	1,20	à 1,40 profondeurs (m)
description lithologique marne limoneuse beige rouille à rares graves fines			
Date prélèvement		02/03/2017	
ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR SEDIMENTOMETRIE			
Norme NFP-94-057			

opérateur	VALENTIN EYCHENNE	date essai	11/07/2017
-----------	--------------------------	------------	------------

Densimètre	H0	H1	h1	Vd	Masse volumique des particules solides		
en cm	13,7	4	16	80,4	estimée	2700	kg/m ³

Facteurs correcteurs	Cm	Cd	Eprouvette	A	Passant à 2µm sur la fraction 0/50 en %:	28,43
	-0,0005	-0,0004	en cm ²	49,5	Passant à 80µm en %:	81,91

h	Temps de lecture		R lecture densimètre	température (°C)	Ct correction température	P% sur tamis à 80µm	P% sur tamis à 50mm	B (µm)
	min	s						
		30	1,0230	25,0	0,0017	98,17	80,41	63,2
	1		1,0225	25,0	0,0017	96,19	78,78	45,1
	2		1,0220	25,0	0,0017	94,21	77,16	32,1
	5		1,0210	25,0	0,0017	90,25	73,92	20,6
	10		1,0200	25,0	0,0017	86,29	70,68	14,8
	20		1,0190	25,5	0,0018	82,69	67,73	10,6
	40		1,0170	25,5	0,0018	74,77	61,24	7,7
	80		1,0150	25,5	0,0018	66,86	54,76	5,6
4			1,0105	25,0	0,0017	48,69	39,88	3,4
24			1,0050	25,0	0,0017	26,92	22,05	1,5



CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		
PM 1E <i>sondage</i>	ER2 <i>échantillon</i>	1,20	à 1,40 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique marne limoneuse beige rouille à rares graves fines			
<i>Date prélèvement</i>		<i>02/03/2017</i>	
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE <i>Norme NFP-94-068</i>			

opérateur	MJ PEDRO	date essai	12/07/2017
-----------	-----------------	------------	------------

w_{nat}	10,0%	<i>NF P 94-050</i>
-----------	--------------	--------------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S. 1,5
38,108	97,02	60	

<u>Remarque</u>

CHANTIER		ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU		13 - VITROLLES		
CLIENT		PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER		16MG0503Aa		
PM 1E <i>sondage</i>	ER2 <i>échantillon</i>	1,20	à	1,40
		<i>profondeurs (m)</i>		
description lithologique				
marne limoneuse beige rouille à rares graves fines				
<i>Date prélèvement</i>		<i>02/03/2017</i>		

Indice Portant Immédiat
Norme NFP- 94-078

opérateur	PJ FRANCHE	date essai	13/07/2017
-----------	-------------------	------------	-------------------

CARACTERISTIQUES DU COMPACTAGE:

X	Proctor normal:
	Proctor modifié

TENEUR en EAU du COMPACTAGE:

	Optimum proctor
X	Naturelle

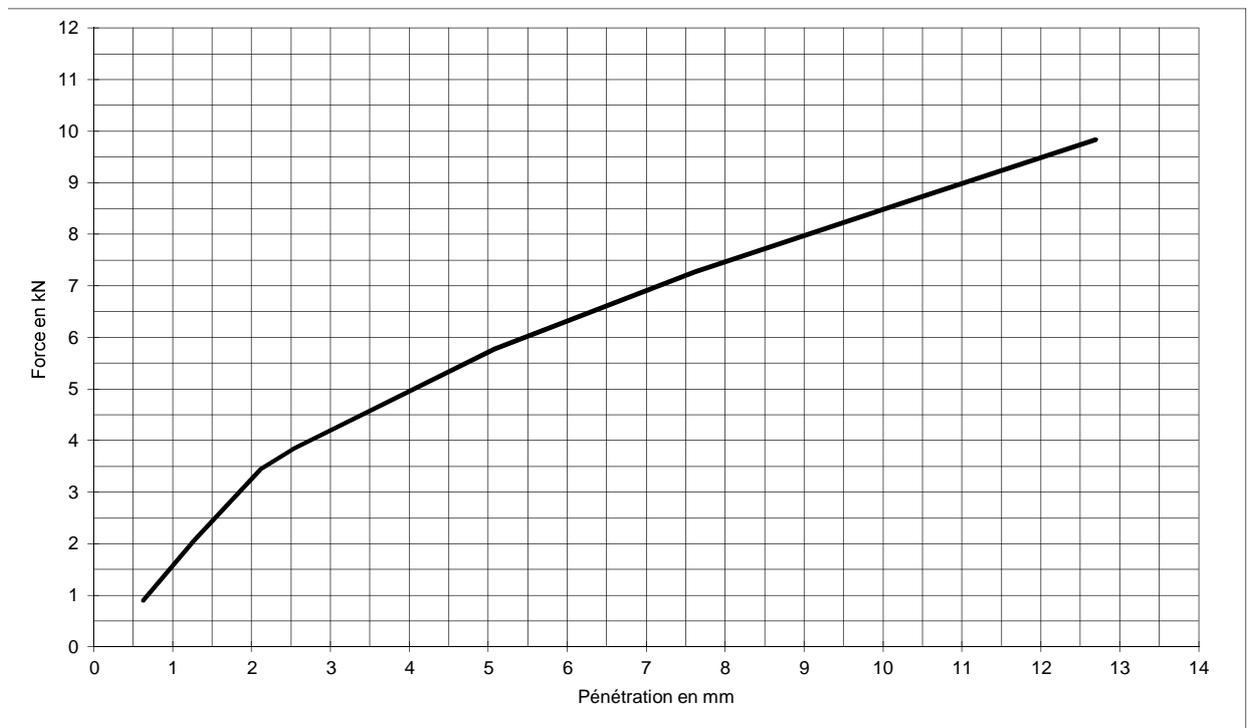
Temps	Pénétration en mm	Divisions	Force en kN
30 sec	0,63	6,5	0,89
1 min	1,27	15	2,06
1 min 40	2,11	25	3,44
2 min	2,54	28	3,85
4 min	5,08	43	5,78
6 min	7,62	55	7,27
8 min	10,16	65	8,56
10 min	12,70	75	9,84

PARAMETRES DU SOL:

Teneur en eau:	5,2%
Densité sèche:	1,74

RESULTATS:

Pénétration: en mm	Force en kN	Indice unitaire	Indice IPI
2,5 mm	3,85	28,82	29
5 mm	5,78	28,98	



Remarque:

CHANTIER ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU 13 - VITROLLES		
CLIENT PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER 16MG0503Aa		
PM 1E <i>sondage</i>	ER2 <i>échantillon</i>	1,20 à 1,40 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique marne limoneuse beige rouille à rares graves fines		
Date prélèvement 02/03/2017		

Indice CBR après saturation
Norme NFP- 94-078

opérateur	M BURCKLEN	date essai	13/07/2017
-----------	-------------------	------------	------------

CARACTERISTIQUES DU COMPACTAGE:

X	Proctor normal:
	Proctor modifié

TENEUR en EAU du COMPACTAGE:

	Optimum proctor
X	Naturelle

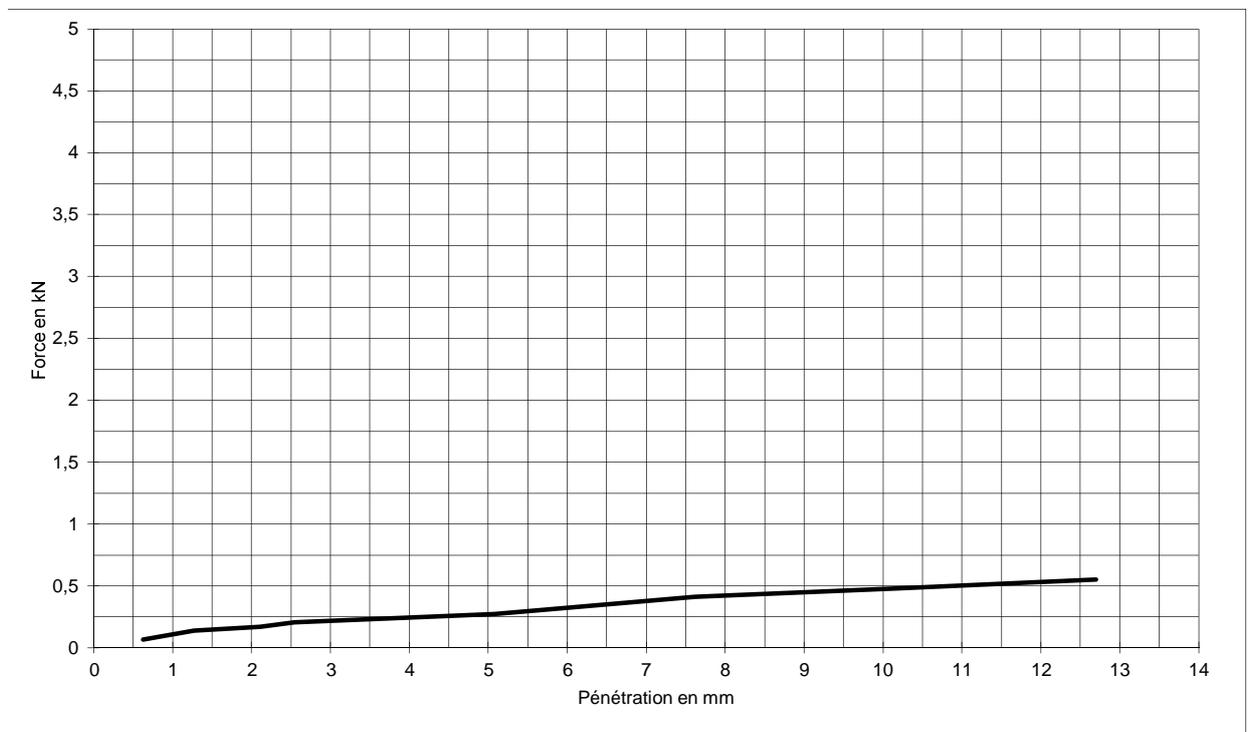
Temps	Pénétration en mm	Divisions	Force en kN
30 sec	0,63	0,5	0,07
1 min	1,27	1	0,14
1 min 40	2,11	1,25	0,17
2 min	2,54	1,5	0,21
4 min	5,08	2	0,27
6 min	7,62	3	0,41
8 min	10,16	3,5	0,48
10 min	12,70	4	0,55

PARAMETRES DU SOL:

Teneur en eau:	19,6%
Densité sèche:	1,72
Gonflement relatif en %:	0,69%

RESULTATS:

Pénétration: en mm	Force en kN	Indice unitaire	Indice CBRi
2.5 mm	0,21	1,54	2
5 mm	0,27	1,38	



Remarque:

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		

PM 2E <i>sondage</i>	ER2 <i>échantillon</i>	1,00	à	1,20
description lithologique marne beige-jaune à gris rouille				
<i>Date prélèvement</i>		02/03/2017		

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX
Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C	opérateur	ST	date essai	06/07/2017
------------------------------	-------	------------------	----	-------------------	------------

n° tare	essai 1			n° tare	essai 2		
	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁		masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
A1	2274	2103,6	367,3				

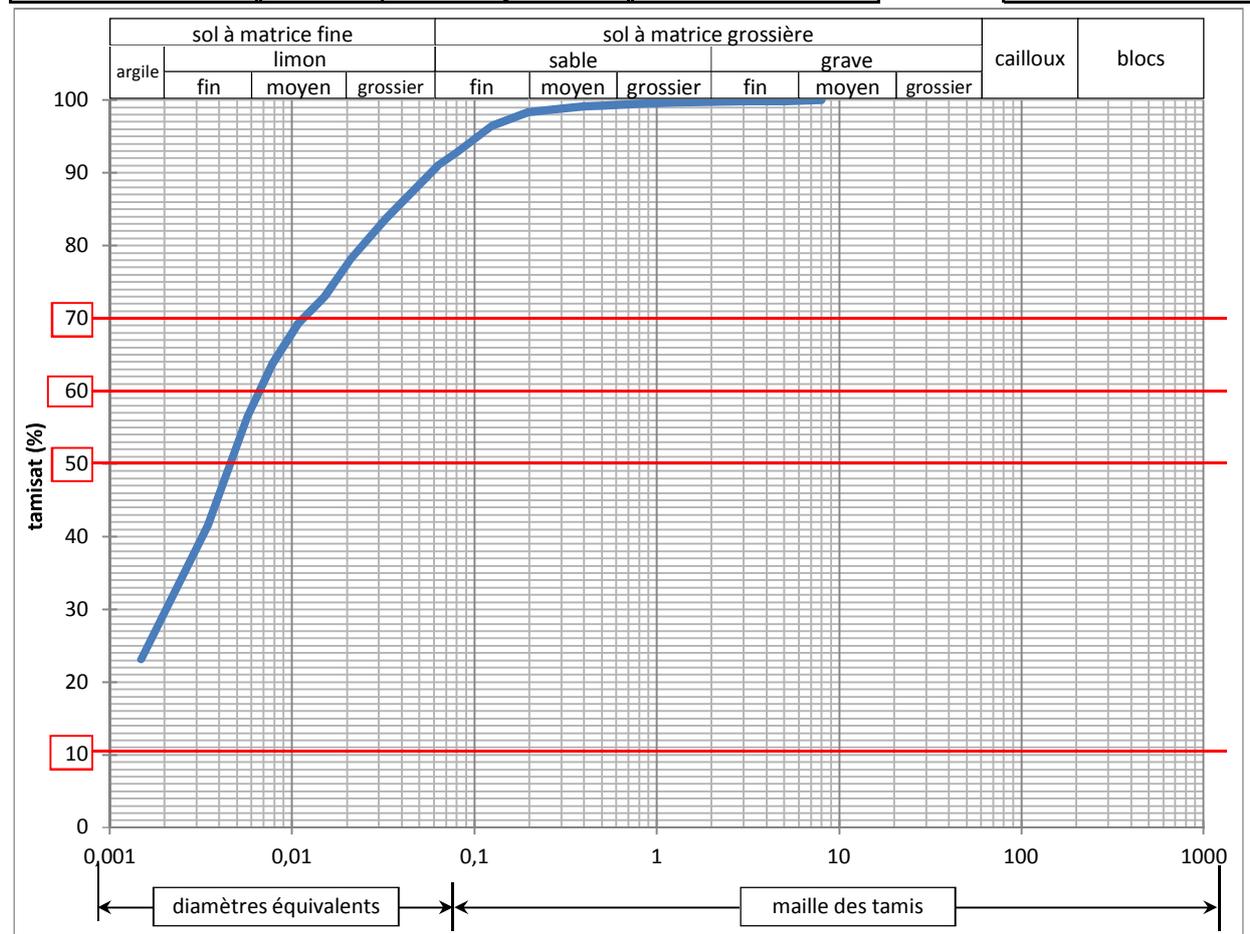
teneur en eau (%) w			<u>COMMENTAIRES</u>
moyenne	essai 1	essai 2	
9,8	9,8		

CHANTIER LIEU CLIENT N° DOSSIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON 13 - VITROLLES PAYS D'AIX TERRITOIRES 16MG0503Aa	
PM 2E <i>sondage</i>	ER2 <i>échantillon</i>	1,00 à 1,20 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique marne beige-jaune à gris rouille		
<i>Date prélèvement</i> 02/03/2017		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE
Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur	ST	date essai	07/07/2017
-----------------------	-------	-----------	----	------------	------------

<i>w_{nat}</i>	9,8%	<i>NF P 94-050</i>	<i>D_{max}</i>	0,108 mm	classification NF P 11-300 A1 m <i>classe/sous classe</i> <i>état hydrique</i>
<i>w_L</i>	26%	<i>NF P 94-052 & NF P 94-051</i>	<i>D₇₀</i>	0,012 mm	
<i>I_p</i>	10	<i>NF P 94-068</i>	<i>D₆₀</i>	0,0067 mm	
<i>VB_s</i>	2,0		<i>D₅₀</i>	0,0047 mm	
passant à 2mm	99,8%		<i>D₁₅</i>		
passant à 80 µm	92,7%		<i>D₁₀</i>		<i>d_m (mm)</i> 25



diamètre d (mm)	passant (%)								
100		20		0,8	99,50	0,0632	91,02	0,0057	56,48
80		12,5		0,5	99,26	0,0454	87,35	0,0035	41,48
63		8	100,00	0,4	99,13	0,0326	83,68	0,0015	23,13
50		5	99,85	0,315	98,92	0,0211	78,17		
40		3,15	99,85	0,2	98,32	0,0152	72,99		
31,5		2	99,77	0,125	96,43	0,0109	69,33		
25		1,25	99,66	0,08	92,72	0,0078	63,82		

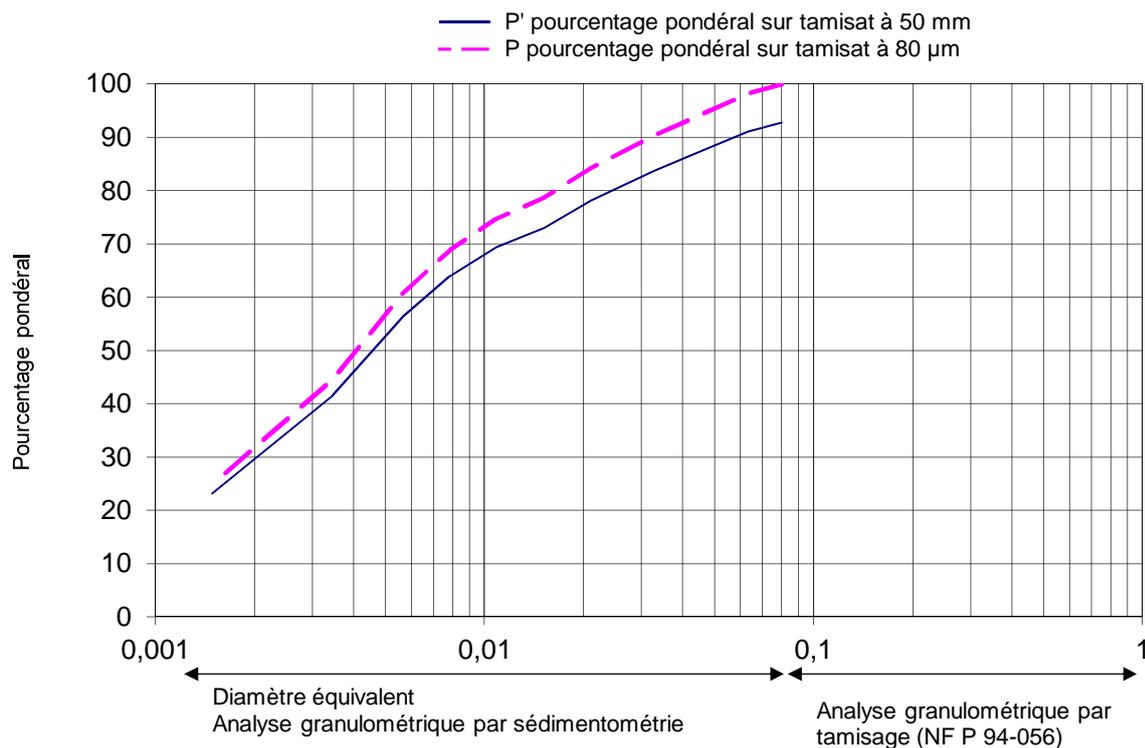
CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		
PM 2E sondage	ER2 échantillon	1,00	à 1,20 profondeurs (m)
description lithologique marne beige-jaune à gris rouille			
Date prélèvement		02/03/2017	
ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR SEDIMENTOMETRIE			
Norme NFP-94-057			

opérateur	VALENTIN EYCHENNE	date essai	11/07/2017
-----------	--------------------------	------------	------------

Densimètre	H0	H1	h1	Vd	Masse volumique des particules solides		
en cm	13,7	4	16	80,4	estimée	2700	kg/m ³

Facteurs correcteurs	Cm	Cd	Eprouvette	A	Passant à 2µm sur la fraction 0/50 en %:	29,53
	-0,0005	-0,0004	en cm ²	49,5	Passant à 80µm en %:	92,72

h	Temps de lecture		R lecture densimètre	température (°C)	Ct correction température	P% sur tamis à 80µm	P% sur tamis à 50mm	B (µm)
	min	s						
		30	1,0230	25,0	0,0017	98,17	91,02	63,2
	1		1,0220	25,0	0,0017	94,21	87,35	45,4
	2		1,0210	25,0	0,0017	90,25	83,68	32,6
	5		1,0195	25,0	0,0017	84,31	78,17	21,1
	10		1,0180	25,5	0,0018	78,73	72,99	15,2
	20		1,0170	25,5	0,0018	74,77	69,33	10,9
	40		1,0155	25,5	0,0018	68,83	63,82	7,8
	80		1,0135	25,5	0,0018	60,92	56,48	5,7
4			1,0095	25,0	0,0017	44,73	41,48	3,5
24			1,0045	25,0	0,0017	24,94	23,13	1,5



CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		
PM 2E <i>sondage</i>	ER2 <i>échantillon</i>	1,00	à 1,20 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique marne beige-jaune à gris rouille			
<i>Date prélèvement</i>		<i>02/03/2017</i>	
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE <i>Norme NFP-94-068</i>			

opérateur	MJ PEDRO	date essai	12/07/2017
-----------	-----------------	------------	------------

w_{nat}	9,8%	<i>NF P 94-050</i>
-----------	-------------	--------------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S. 2,0
35,84	99,85	70	

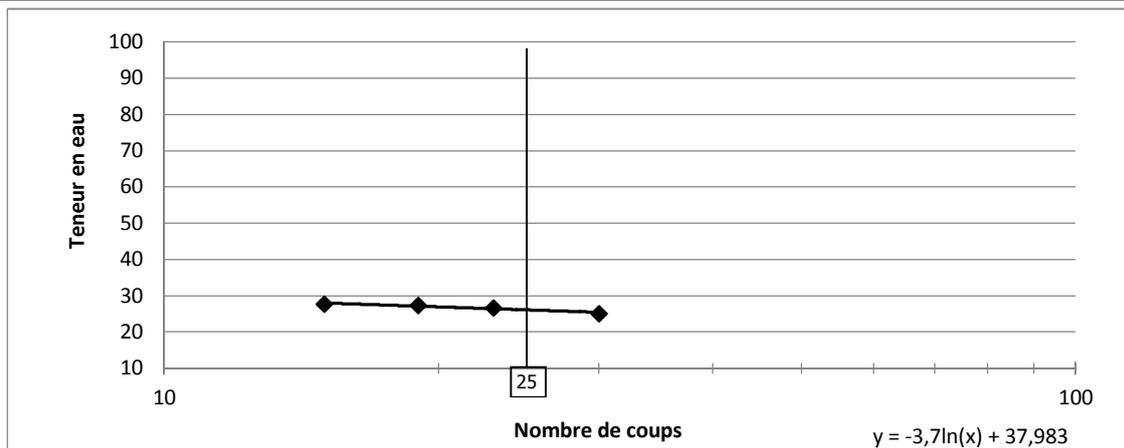
<u>Remarque</u>

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		
PM 2E <i>sondage</i>	ER2 <i>échantillon</i>	1,00	à 1,20 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique marne beige-jaune à gris rouille			
Date prélèvement		02/03/2017	
DETERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG <i>Norme NFP-94-051</i>			

opérateur	MJ PEDRO	date essai	12/07/2017
-----------	----------	------------	------------

LIMITE DE LIQUIDITE (W_L)

	ESSAI n°1		ESSAI n°2		ESSAI n°3		ESSAI n°4	
Nbre de coups	15		19		23		30	
N° de la tare	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Masse totale humide (g)	78,809	77,773	77,202	77,699	81,171	91,411	78,619	77,559
Masse totale sèche (g)	77,164	76,674	75,994	76,201	79,197	89,747	77,478	76,534
Masse de la tare (g)	71,230	72,699	71,589	70,720	71,783	83,492	72,922	72,478
Teneur en eau (%)	27,7	27,6	27,4	27,3	26,6	26,6	25,0	25,3
Moyenne en %	27,7		27,4		26,6		25,2	



LIMITES DE PLASTICITE (W_p)

	ESSAI n° 1		ESSAI n° 2	
N° de la tare	L1	L2	L3	L4
Masse totale humide (g)	10,614	10,400	10,459	10,592
Masse totale sèche (g)	10,457	10,269	10,313	10,439
Masse de la tare (g)	9,448	9,425	9,373	9,466
Teneur en eau (%)	15,6	15,5	15,5	15,7
Moyenne en %	15,5		15,6	

RESULTATS

Teneur en eau w _n (%)	9,8
Limite de liquidité W _L (%)	26
Limite de plasticité W _p (%)	16
Indice de plasticité I _p	10
Indice de consistance I _c	1,6

Remarque

CHANTIER		ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU		13 - VITROLLES		
CLIENT		PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER		16MG0503Aa		
PM 2E <i>sondage</i>	ER2 <i>échantillon</i>	1,00	à	1,20
description lithologique marne beige-jaune à gris rouille				
Date prélèvement		02/03/2017		

Indice Portant Immédiat
Norme NFP- 94-078

opérateur	PJ FRANCHE	date essai	13/07/2017
-----------	-------------------	------------	------------

CARACTERISTIQUES DU COMPACTAGE:

X	Proctor normal:
	Proctor modifié

TENEUR en EAU du COMPACTAGE:

	Optimum proctor
X	Naturelle

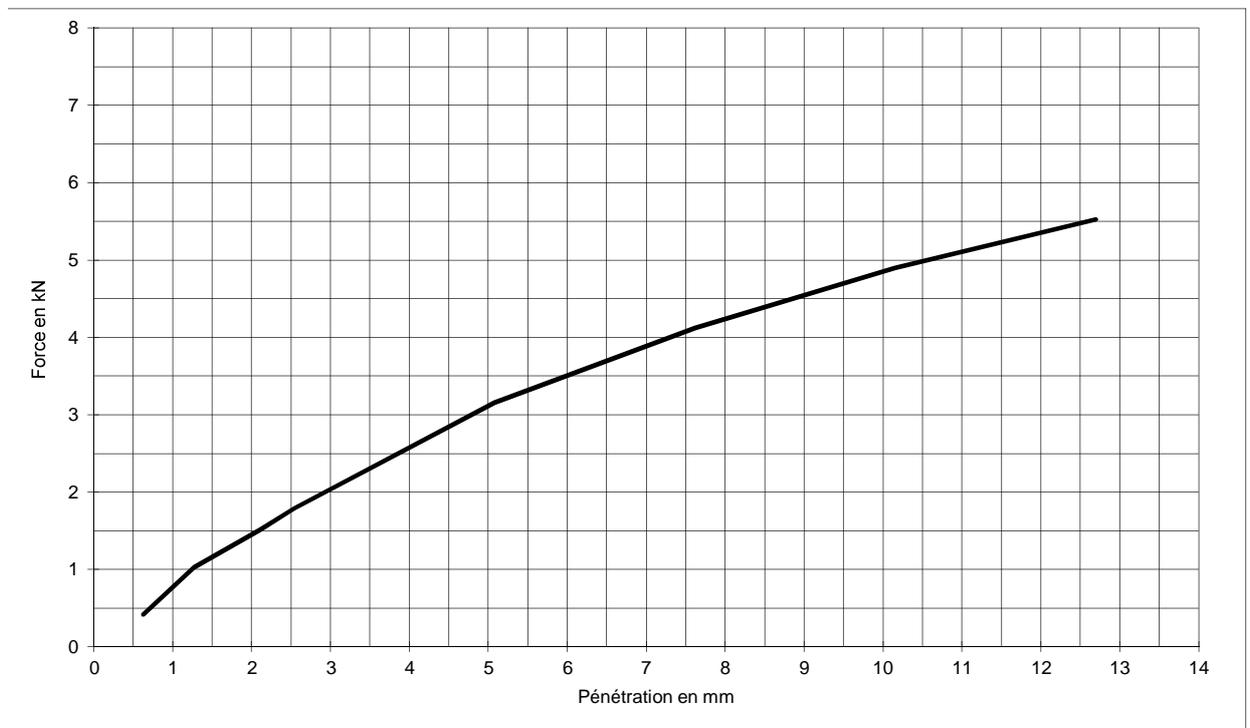
Temps	Pénétration en mm	Divisions	Force en kN
30 sec	0,63	3	0,41
1 min	1,27	7,5	1,03
1 min 40	2,11	11	1,51
2 min	2,54	13	1,79
4 min	5,08	23	3,16
6 min	7,62	30	4,12
8 min	10,16	36	4,90
10 min	12,70	41	5,53

PARAMETRES DU SOL:

Teneur en eau:	8,2%
Densité sèche:	1,87

RESULTATS:

Pénétration: en mm	Force en kN	Indice unitaire	Indice IPI
2,5 mm	1,79	13,38	16
5 mm	3,16	15,86	



Remarque:

CHANTIER		ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU		13 - VITROLLES		
CLIENT		PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER		16MG0503Aa		
PM 2E <i>sondage</i>	ER2 <i>échantillon</i>	1,00	à	1,20
description lithologique marne beige-jaune à gris rouille				
Date prélèvement		02/03/2017		

Indice CBR après saturation
Norme NFP- 94-078

opérateur	M BURCKLEN	date essai	17/07/2017
-----------	-------------------	------------	------------

CARACTERISTIQUES DU COMPACTAGE:

X	Proctor normal:
	Proctor modifié

TENEUR en EAU du COMPACTAGE:

	Optimum proctor
X	Naturelle

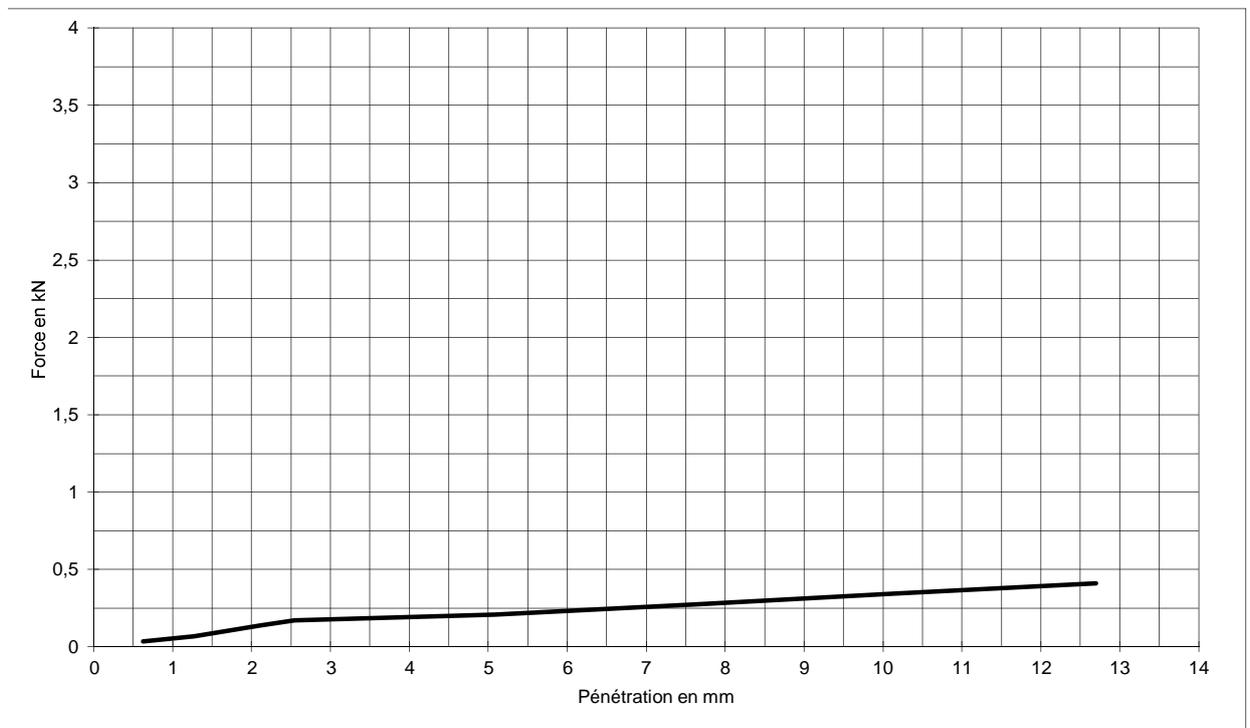
Temps	Pénétration en mm	Divisions	Force en kN
30 sec	0,63	0,25	0,03
1 min	1,27	0,5	0,07
1 min 40	2,11	1	0,14
2 min	2,54	1,25	0,17
4 min	5,08	1,5	0,21
6 min	7,62	2	0,27
8 min	10,16	2,5	0,34
10 min	12,70	3	0,41

PARAMETRES DU SOL:

Teneur en eau:	15,9%
Densité sèche:	1,85
Gonflement relatif en %:	0,97%

RESULTATS:

Pénétration: en mm	Force en kN	Indice unitaire	Indice CBRi
2.5 mm	0,17	1,29	1
5 mm	0,21	1,03	



Remarque:

CHANTIER		ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU		13 - VITROLLES		
CLIENT		PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER		16MG0503Aa		
PM 2E <i>sondage</i>	ER2 <i>échantillon</i>	1,00	à	1,20
		<i>profondeurs (m)</i>		
description lithologique				
marne beige-jaune à gris rouille				
Date prélèvement		02/03/2017		

ESSAI PROCTOR NORMAL
Norme NFP 94-093; 94-078

opérateur	PJ FRANCHE	date essai	13/07/2017
-----------	-------------------	------------	------------

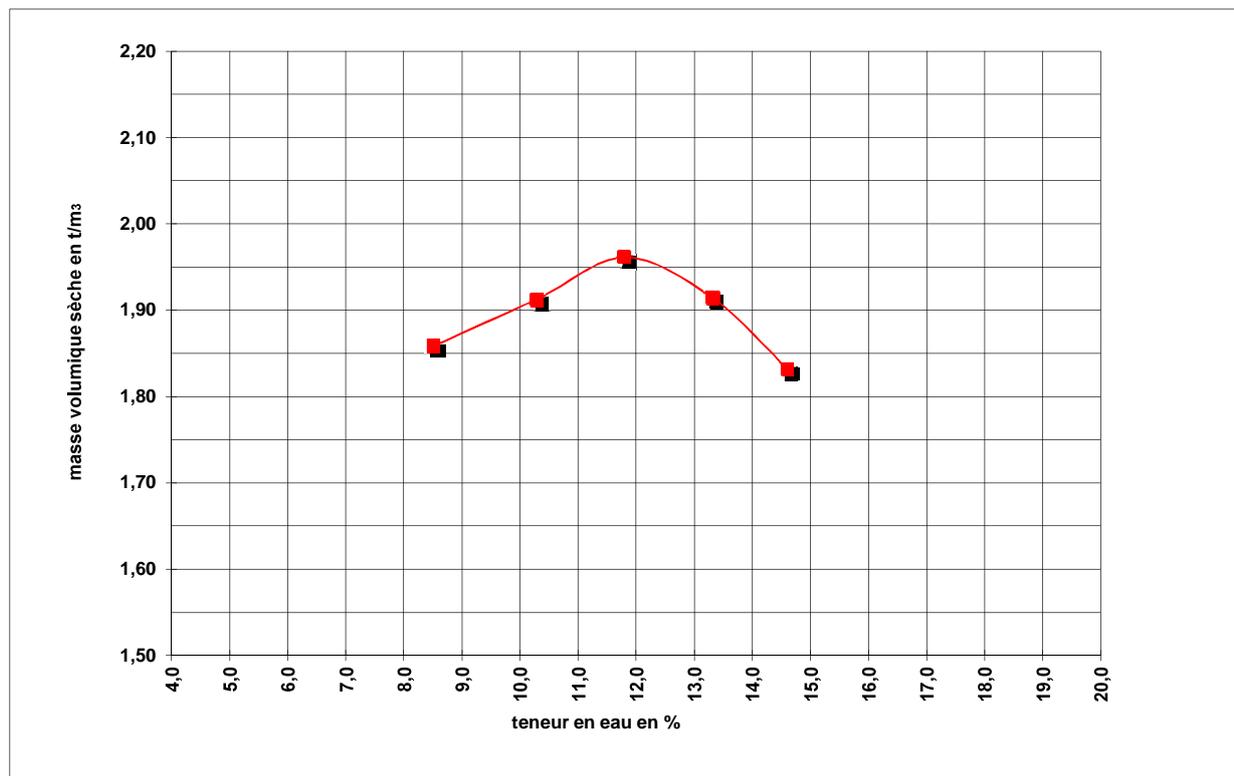
DIMENSION du MOULE:

	Moule Proctor Normal
	Moule Proctor CBR

ENERGIE DE COMPACTAGE:

X	Proctor Normal
	Proctor modifié

teneur en en eau (%)	Densité sèche	Indice IPI
8,5	1,86	
10,3	1,91	
11,8	1,96	
13,3	1,92	
14,6	1,83	



Fraction 0/D	Teneur en eau optimum Proctor Normal - Wopn fraction 0/D en %	11,9
	Masse volumique sèche maximale Proctor Normal - γ_{dopn} 0/D en t/m³	1,96

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		

PM 3E <i>sondage</i>	ER2 <i>échantillon</i>	0,50	à	0,60
description lithologique		<i>profondeurs (m)</i>		
Cailloux et graves calcaires à phase de liaison sablo-limoneuse marron-brune, présence de débris de construction				
<i>Date prélèvement</i>		<i>02/03/2017</i>		

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX
Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C	opérateur	S THIEBAUT	date essai	06/07/2017
------------------------------	-------	------------------	------------	-------------------	------------

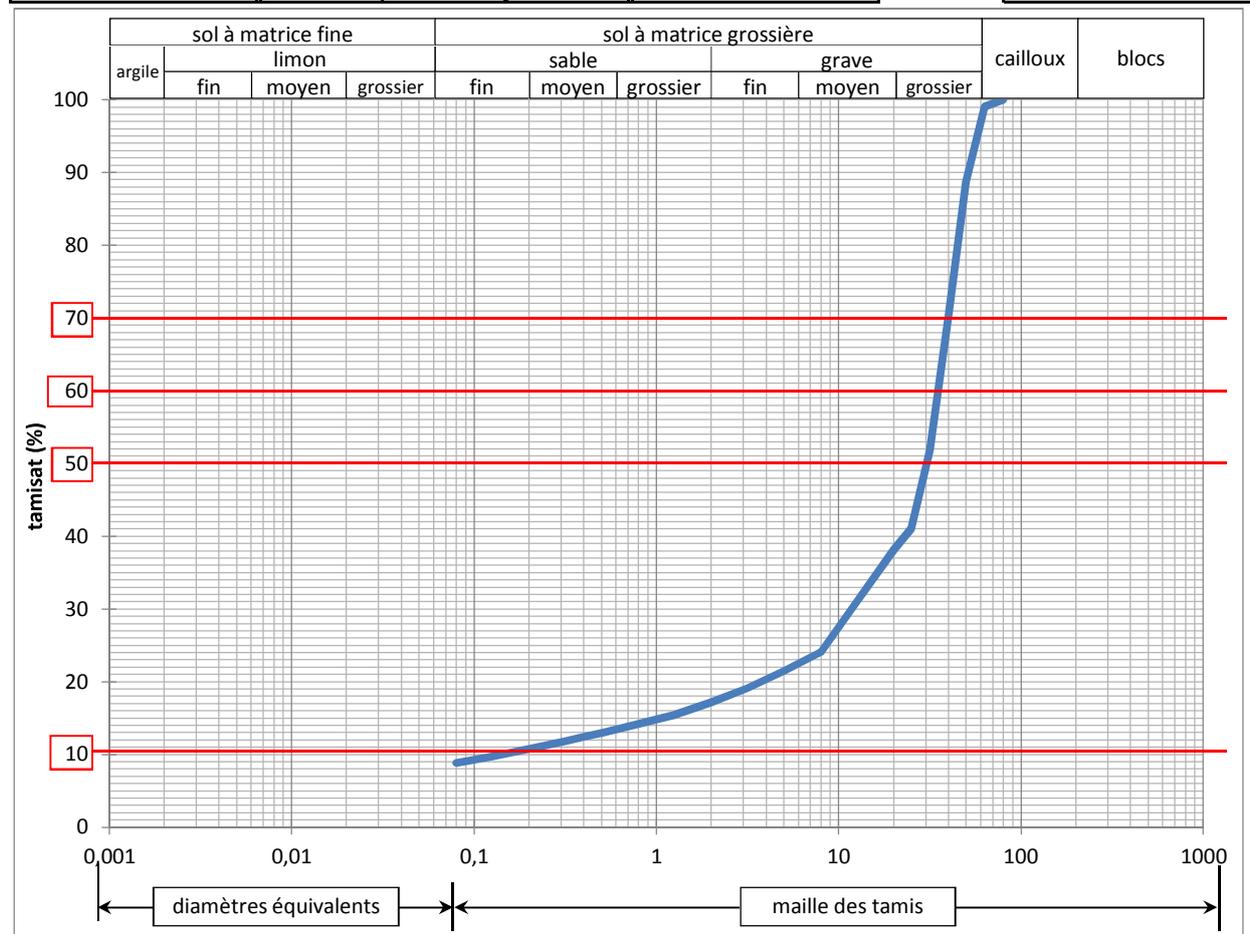
n° tare	essai 1			n° tare	essai 2		
	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁		masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
B2	2535,4	2519,2	366,6				
teneur en eau (%) w				COMMENTAIRES			
moyenne	essai 1	essai 2					
0,8	0,8						

CHANTIER LIEU CLIENT N° DOSSIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON 13 - VITROLLES PAYS D'AIX TERRITOIRES 16MG0503Aa	
PM 3E <i>sondage</i>	ER2 <i>échantillon</i>	0,50 à 0,60 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique Cailloux et graves calcaires à phase de liaison sablo-limoneuse marron-brune, présence de débris de construction		
<i>Date prélèvement</i> 02/03/2017		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE
Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur	S THIEBAUT	date essai	07/07/2017
------------------------------	-------	------------------	------------	-------------------	------------

w_{nat}	0,8%	<i>NF P 94-050</i>	D_{max}	1,706 mm	
w_L	\	<i>NF P 94-052 & NF P 94-051</i>	D₇₀	39,822 mm	classification NF P 11-300 C1B4 <i>classe/sous classe état hydrique</i>
I_p	\		D₆₀	35,239 mm	
VB_s	0,3	<i>NF P 94-068</i>	D₅₀	30,391 mm	
passant à 2mm	17,1%		D₁₅	1,103 mm	
passant à 80 µm	8,9%		D₁₀	0,149 mm	d _m (mm) 80



diamètre d (mm)	passant (%)								
100		20	38,16	0,8	14,16				
80	100,00	12,5	30,90	0,5	12,97				
63	99,05	8	24,07	0,4	12,42				
50	88,65	5	21,50	0,315	11,79				
40	70,39	3,15	19,06	0,2	10,72				
31,5	51,84	2	17,12	0,125	9,66				
25	41,05	1,25	15,41	0,08	8,86				

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		
PM 3E <i>sondage</i>	ER2 <i>échantillon</i>	0,50	à 0,60 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique			
Cailloux et graves calcaires à phase de liaison sablo-limoneuse marron-brune, présence de débris de construction			
<i>Date prélèvement</i>	<i>02/03/2017</i>		
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE			
<i>Norme NFP-94-068</i>			

opérateur	PJ FRANCHE	date essai	12/07/2017
-----------	-------------------	------------	-------------------

w_{nat}	0,8%	<i>NF P 94-050</i>
-----------	-------------	--------------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S. 0,3
118,417	24,25	130	

<u>Remarque</u>

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		
PM 3E <i>sondage</i>	ER2 <i>échantillon</i>	0,50	à 0,60 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique			
Cailloux et graves calcaires à phase de liaison sablo-limoneuse marron-brune, présence de débris de construction			
<i>Date prélèvement</i>		<i>02/03/2017</i>	

Indice Portant Immédiat
Norme NFP- 94-078

opérateur	M BURCKLEN	date essai	17/07/2017
-----------	-------------------	------------	------------

CARACTERISTIQUES DU COMPACTAGE:

X	Proctor normal:
	Proctor modifié

TENEUR en EAU du COMPACTAGE:

	Optimum proctor
X	Naturelle

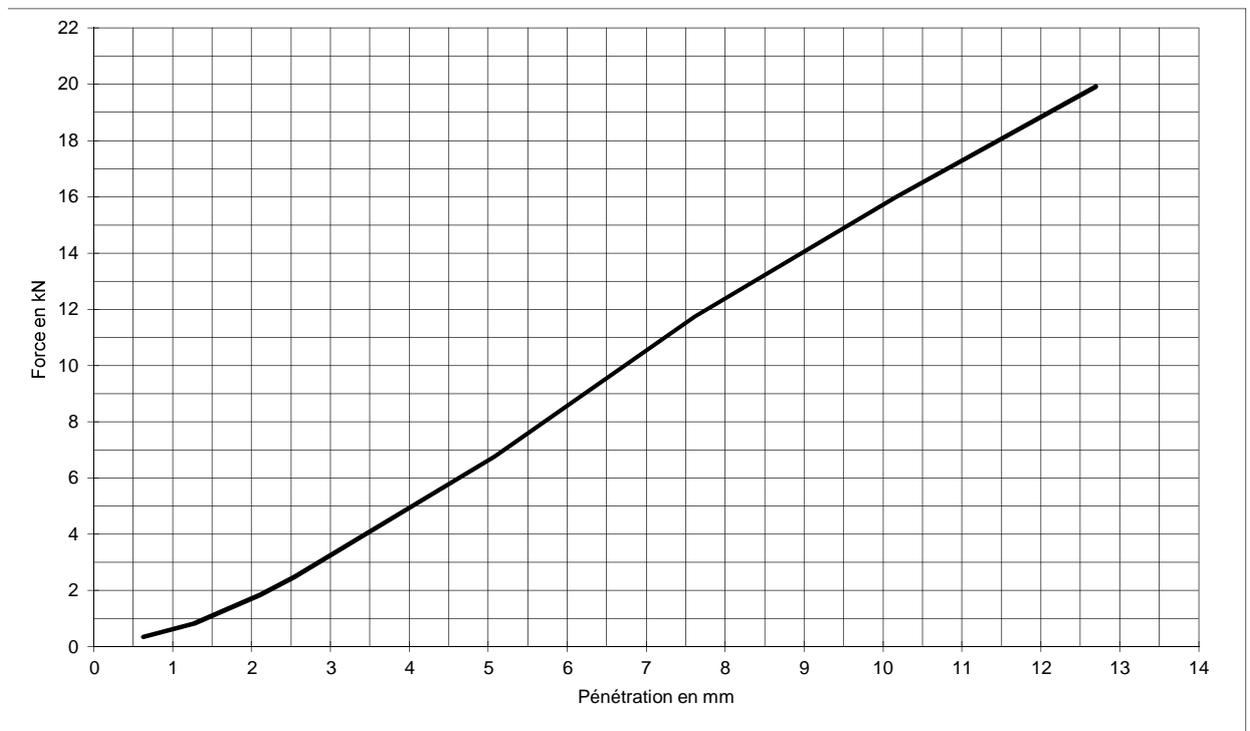
Temps	Pénétration en mm	Divisions	Force en kN
30 sec	0,63	2,5	0,34
1 min	1,27	6	0,82
1 min 40	2,11	13,5	1,86
2 min	2,54	18	2,47
4 min	5,08	51	6,75
6 min	7,62	90	11,74
8 min	10,16	124	15,97
10 min	12,70	156	19,93

PARAMETRES DU SOL:

Teneur en eau:	0,7%
Densité sèche:	1,79

RESULTATS:

Pénétration: en mm	Force en kN	Indice unitaire	Indice IPI
2.5 mm	2,47	18,53	34
5 mm	6,75	33,87	



Remarque:
valeurs fortes

CHANTIER		ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU		13 - VITROLLES		
CLIENT		PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER		16MG0503Aa		
PM 3E <i>sondage</i>	ER2 <i>échantillon</i>	0,50	à	0,60
		<i>profondeurs (m)</i>		
description lithologique				
Cailloux et graves calcaires à phase de liaison sablo-limoneuse marron-brune, présence de débris de construction				
<i>Date prélèvement</i>		<i>02/03/2017</i>		

Indice CBR après saturation
Norme NFP- 94-078

opérateur	M BURCKLEN	date essai	17/07/2017
-----------	-------------------	------------	-------------------

CARACTERISTIQUES DU COMPACTAGE:

X	Proctor normal:
	Proctor modifié

TENEUR en EAU du COMPACTAGE:

	Optimum proctor
X	Naturelle

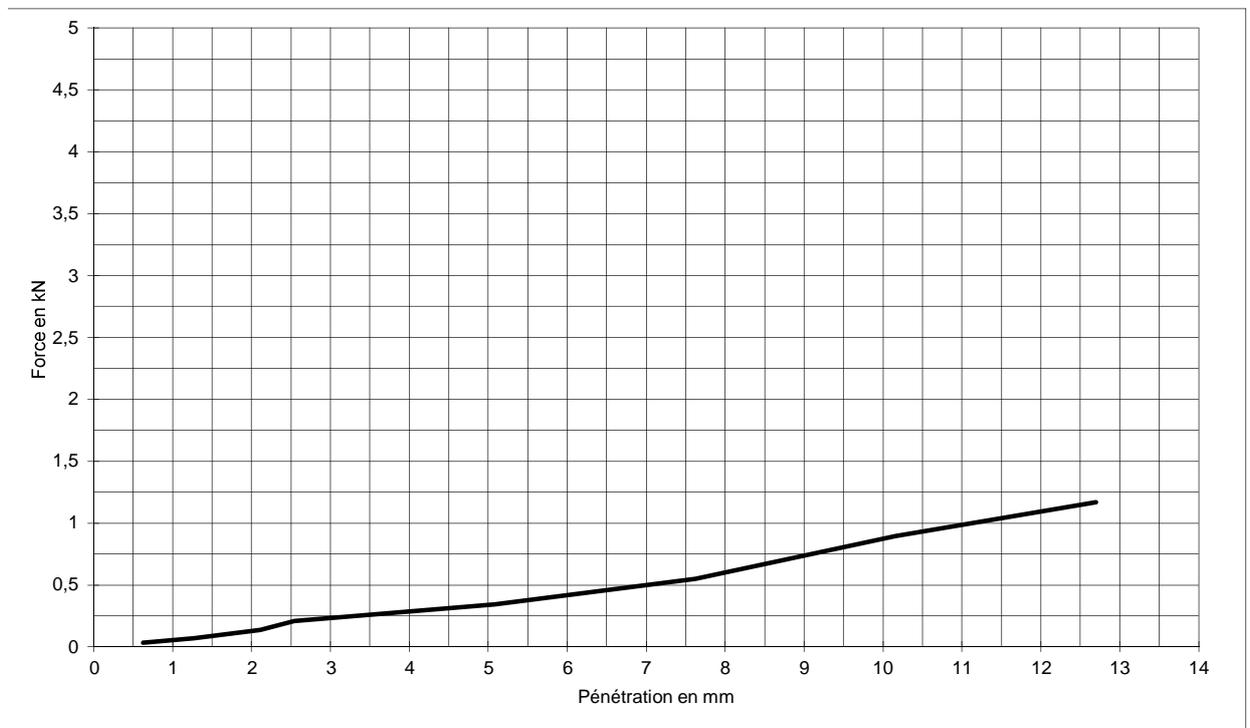
Temps	Pénétration en mm	Divisions	Force en kN
30 sec	0,63	0,25	0,03
1 min	1,27	0,5	0,07
1 min 40	2,11	1	0,14
2 min	2,54	1,5	0,21
4 min	5,08	2,5	0,34
6 min	7,62	4	0,55
8 min	10,16	6,5	0,89
10 min	12,70	8,5	1,17

PARAMETRES DU SOL:

Teneur en eau:	13,6%
Densité sèche:	1,79
Gonflement relatif en %:	0,00%

RESULTATS:

Pénétration: en mm	Force en kN	Indice unitaire	Indice CBRi
2.5 mm	0,21	1,54	2
5 mm	0,34	1,72	



Remarque:

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		

PM4E <i>sondage</i>	ER1 <i>échantillon</i>	0,30	à	0,50
description lithologique graves calcaires à matrice sablo-limoneuse beige-rouille				
<i>Date prélèvement</i>		02/03/2017		

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX
Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C	opérateur	S THIEBAUT	date essai	06/07/2017
------------------------------	-------	------------------	------------	-------------------	------------

n° tare	essai 1			n° tare	essai 2		
	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁		masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
E1	3128,8	2991,9	409,4				

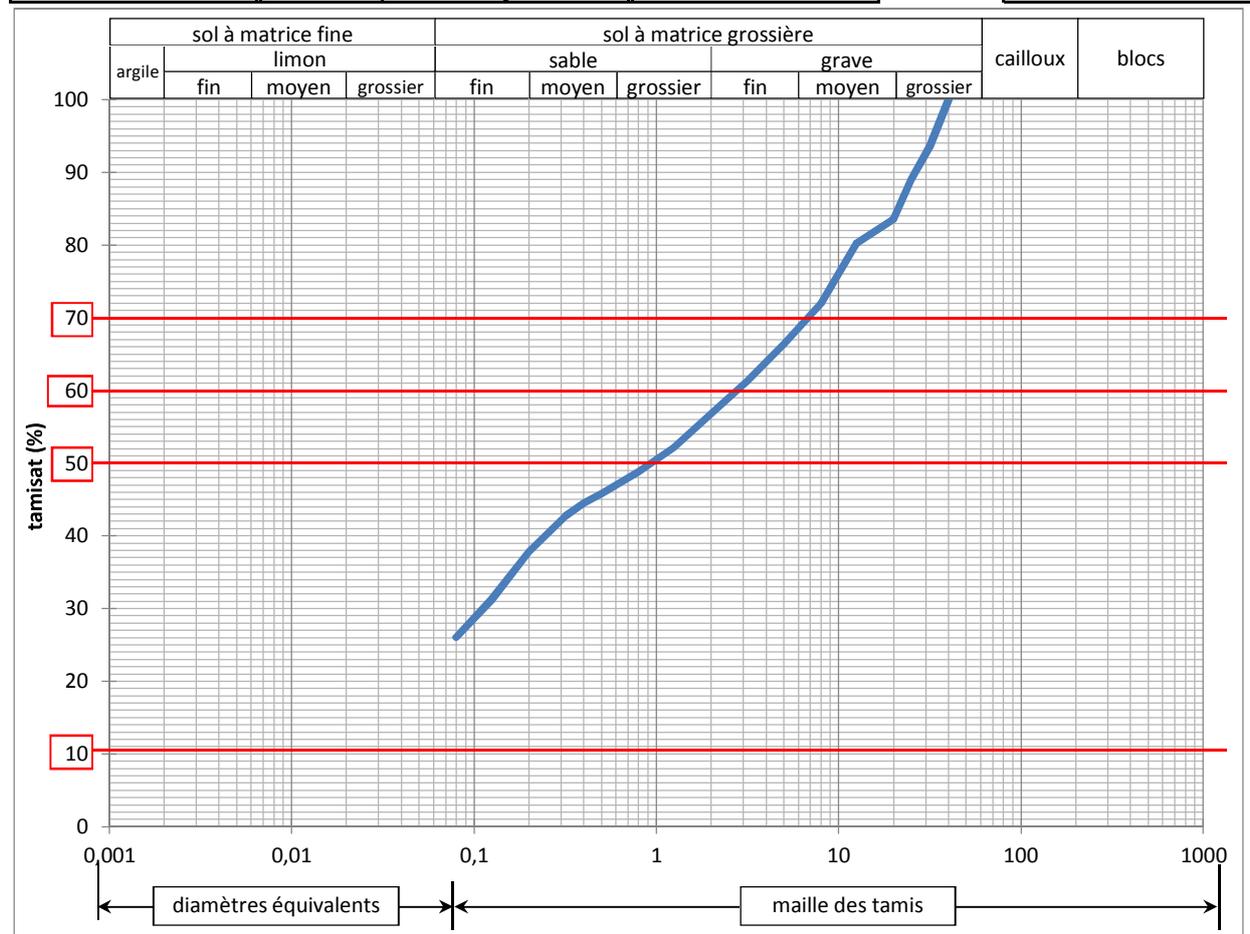
teneur en eau (%) w			<u>COMMENTAIRES</u>
moyenne	essai 1	essai 2	
5,3	5,3		

CHANTIER LIEU CLIENT N° DOSSIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON 13 - VITROLLES PAYS D'AIX TERRITOIRES 16MG0503Aa	
PM4E <i>sondage</i>	ER1 <i>échantillon</i>	0,30 à 0,50 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique graves calcaires à matrice sablo-limoneuse beige-rouille		
<i>Date prélèvement</i> 02/03/2017		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE
Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur	S THIEBAUT	date essai	07/07/2017
-----------------------	-------	-----------	------------	------------	------------

w_{nat}	5,3%	<i>NF P 94-050</i>	D_{max}	33,400 mm	classification NF P 11-300 B5 classe/sous classe état hydrique
w_L	—	<i>NF P 94-052 & NF P 94-051</i>	D_{70}	6,937 mm	
I_p	—	<i>NF P 94-068</i>	D_{60}	2,826 mm	
VB_s	0,8		D_{50}	0,965 mm	
passant à 2mm	56,8%		D_{15}		
passant à 80 µm	26,0%		D_{10}		d _m (mm) 40



diamètre d (mm)	passant (%)								
100		20	83,60	0,8	48,76				
80		12,5	80,25	0,5	45,84				
63		8	71,99	0,4	44,46				
50		5	66,37	0,315	42,66				
40	100,00	3,15	61,27	0,2	37,84				
31,5	93,56	2	56,76	0,125	31,20				
25	89,04	1,25	52,15	0,08	26,01				

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		
PM4E <i>sondage</i>	ER1 <i>échantillon</i>	0,30	à 0,50 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique graves calcaires à matrice sablo-limoneuse beige-rouille			
<i>Date prélèvement</i>		<i>02/03/2017</i>	
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE <i>Norme NFP-94-068</i>			

opérateur	PJ FRANCHE	date essai	12/07/2017
-----------	-------------------	------------	------------

w_{nat}	5,3%	<i>NF P 94-050</i>
------------------------	-------------	--------------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S. 0,8
71,229	66,37	90	

<u>Remarque</u>

CHANTIER		ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU		13 - VITROLLES		
CLIENT		PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER		16MG0503Aa		
PM4E <i>sondage</i>	ER1 <i>échantillon</i>	0,30	à	0,50
description lithologique graves calcaires à matrice sablo-limoneuse beige-rouille				
<i>Date prélèvement</i>		<i>02/03/2017</i>		

Indice Portant Immédiat
Norme NFP- 94-078

opérateur	M BURCKLEN	date essai	17/07/2017
-----------	-------------------	------------	------------

CARACTERISTIQUES DU COMPACTAGE:

X	Proctor normal:
	Proctor modifié

TENEUR en EAU du COMPACTAGE:

	Optimum proctor
X	Naturelle

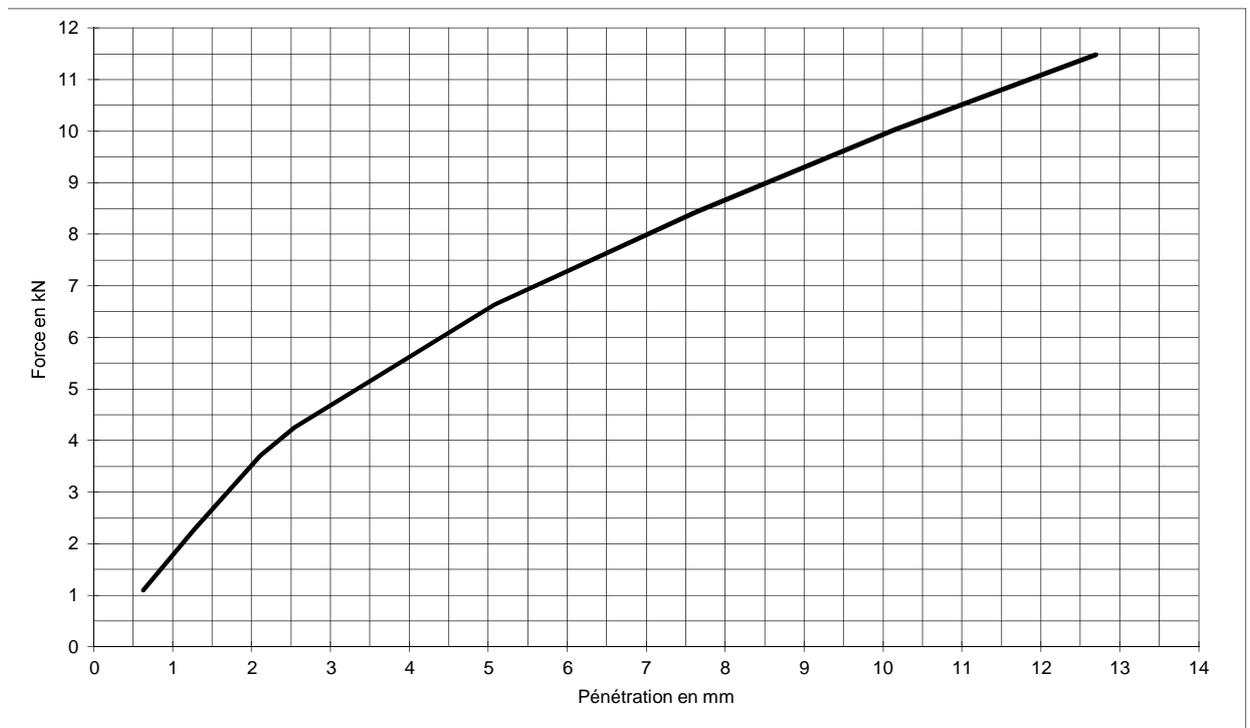
Temps	Pénétration en mm	Divisions	Force en kN
30 sec	0,63	8	1,10
1 min	1,27	16,5	2,27
1 min 40	2,11	27	3,71
2 min	2,54	31	4,25
4 min	5,08	50	6,63
6 min	7,62	64	8,43
8 min	10,16	76,5	10,03
10 min	12,70	88	11,49

PARAMETRES DU SOL:

Teneur en eau:	6,1%
Densité sèche:	2,03

RESULTATS:

Pénétration: en mm	Force en kN	Indice unitaire	Indice IPI
2,5 mm	4,25	31,86	33
5 mm	6,63	33,28	



Remarque:

CHANTIER ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU 13 - VITROLLES		
CLIENT PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER 16MG0503Aa		
PM4E <i>sondage</i>	ER1 <i>échantillon</i>	0,30 à 0,50 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique graves calcaires à matrice sablo-limoneuse beige-rouille		
Date prélèvement <i>02/03/2017</i>		

Indice CBR après saturation
Norme NFP- 94-078

opérateur	M BURCKLEN	date essai	21/07/2017
-----------	-------------------	------------	------------

CARACTERISTIQUES DU COMPACTAGE:

X	Proctor normal:
	Proctor modifié

TENEUR en EAU du COMPACTAGE:

	Optimum proctor
X	Naturelle

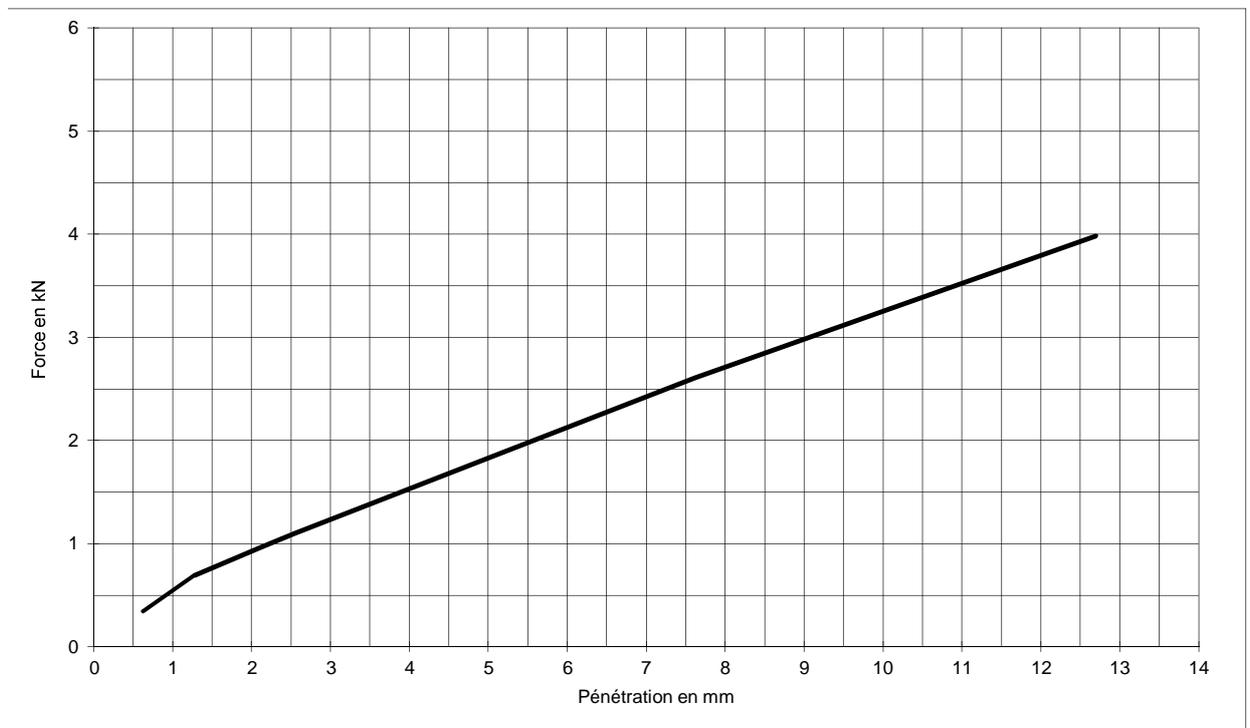
Temps	Pénétration en mm	Divisions	Force en kN
30 sec	0,63	2,5	0,34
1 min	1,27	5	0,69
1 min 40	2,11	7	0,96
2 min	2,54	8	1,10
4 min	5,08	13,5	1,86
6 min	7,62	19	2,61
8 min	10,16	24	3,30
10 min	12,70	29	3,99

PARAMETRES DU SOL:

Teneur en eau:	10,6%
Densité sèche:	2,03
Gonflement relatif en %:	0,16%

RESULTATS:

Pénétration: en mm	Force en kN	Indice unitaire	Indice CBRi
2,5 mm	1,10	8,24	9
5 mm	1,86	9,31	



Remarque:

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		

SC 1E <i>sondage</i>	EI1 <i>échantillon</i>	0,40	à	1,40
description lithologique		0,40	0,60	
Marne barriolée jaune-gris-rouge à graves calcaires				
<i>Date prélèvement</i>		29/03/2017		

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX
Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C	opérateur	ST	date essai	03/07/2017
------------------------------	-------	------------------	----	-------------------	------------

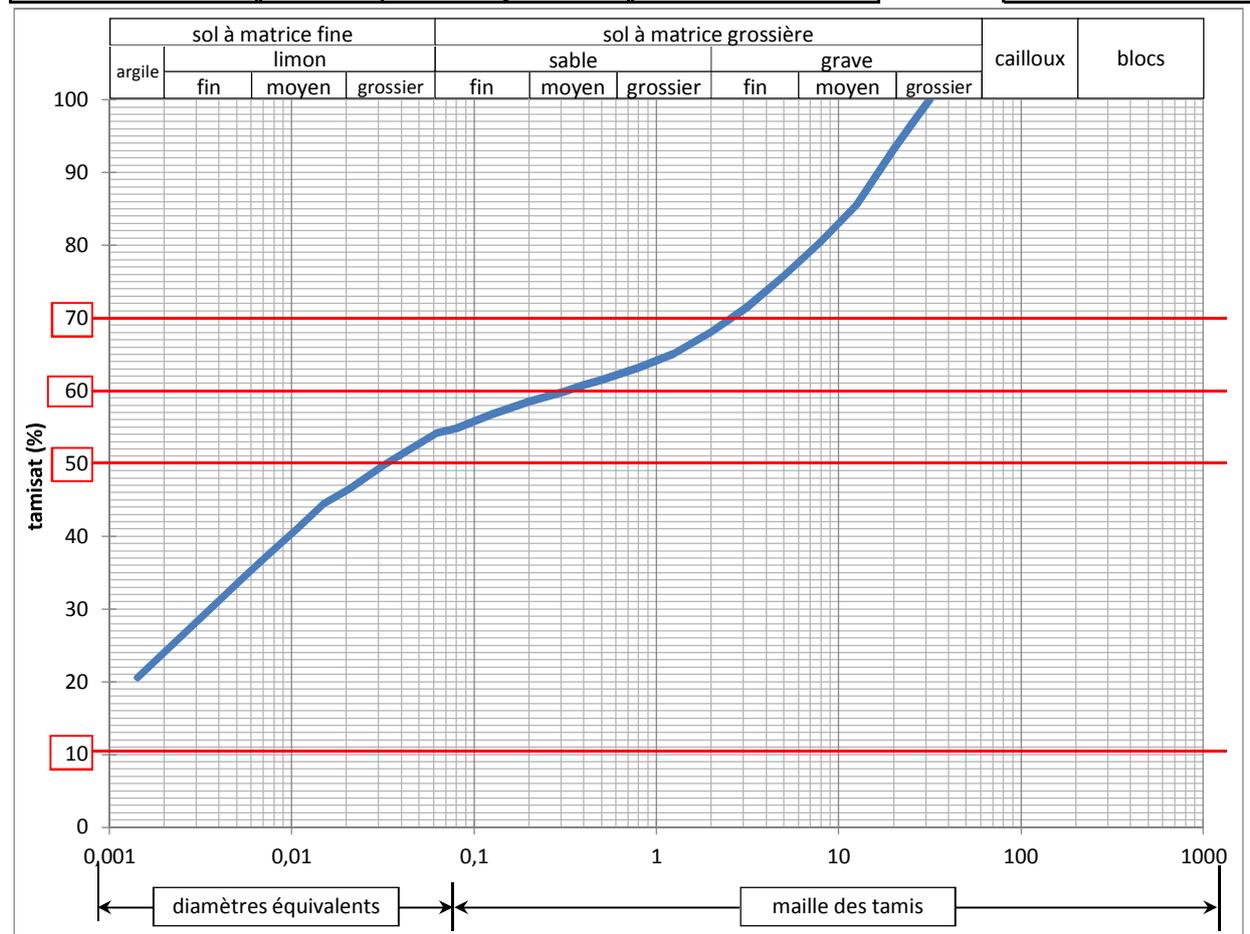
n° tare	essai 1			n° tare	essai 2		
	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁		masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
B8	3568,9	3222,6	427,3				
teneur en eau (%) w				<u>COMMENTAIRES</u>			
moyenne	essai 1	essai 2					
12,4	12,4						

CHANTIER LIEU CLIENT N° DOSSIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON 13 - VITROLLES PAYS D'AIX TERRITOIRES 16MG0503Aa	
SC 1E <i>sondage</i>	EI1 <i>échantillon</i>	0,40 à 1,40 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique		0,40 0,60
Marne barrillée jaune-gris-rouge à graves calcaires		
<i>Date prélèvement</i> 29/03/2017		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE
Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur	V EYCHENNE	date essai	04/07/2017
-----------------------	-------	-----------	------------	------------	------------

w_{nat}	12,4%	<i>NF P 94-050</i>	D_{max}	22,736 mm	classification NF P 11-300 A1 <i>classe/sous classe</i> état hydrique
w_L	—	<i>NF P 94-052 & NF P 94-051</i>	D_{70}	2,659 mm	
I_p	—	<i>NF P 94-068</i>	D_{60}	0,322 mm	
VB_s	2,5		D_{50}	0,033 mm	
passant à 2mm	68,0%		D_{15}		
passant à 80 µm	54,8%		D_{10}		d_m (mm) 31,5



diamètre d (mm)	passant (%)								
100		20	93,18	0,8	63,13	0,0625	54,17	0,0056	34,66
80		12,5	85,49	0,5	61,47	0,0449	52,00	0,0033	29,23
63		8	80,50	0,4	60,74	0,0323	49,84	0,0014	20,56
50		5	75,75	0,315	59,94	0,0209	46,58		
40		3,15	71,46	0,2	58,52	0,0150	44,41		
31,5	100,00	2	68,04	0,125	56,74	0,0108	41,16		
25	96,50	1,25	65,04	0,08	54,79	0,0078	37,91		

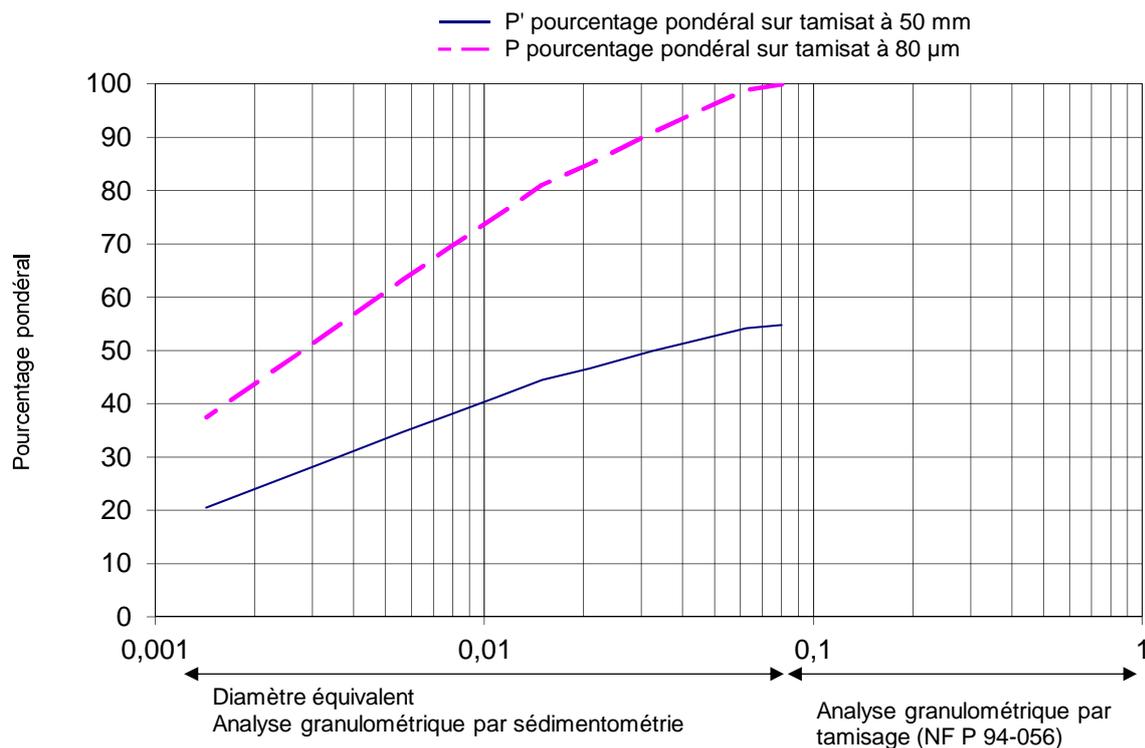
CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		
SC 1E sondage	EI1 échantillon	0,40	à 1,40 profondeurs (m)
description lithologique		0,40 0,60	
Marne barrillée jaune-gris-rouge à graves calcaires			
Date prélèvement		29/03/2017	
ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR SEDIMENTOMETRIE			
Norme NFP-94-057			

opérateur	S THIEBAUT	date essai	06/07/2017
-----------	-------------------	------------	------------

Densimètre	H0	H1	h1	Vd	Masse volumique des particules solides		
en cm	13,7	4	16	80,4	estimée	2700	kg/m ³

Facteurs correcteurs	Em	Cd	Eprouvette	A	Passant à 2µm sur la fraction 0/50 en %:	23,99
	-0,0005	-0,0004	en cm ²	49,5	Passant à 80µm en %:	54,79

h	Temps de lecture		R lecture densimètre	température (°C)	Ct correction température	P% sur tamis à 80µm	P% sur tamis à 50mm	B (µm)
	min	s						
		30	1,0230	26,0	0,0019	98,87	54,17	62,5
	1		1,0220	26,0	0,0019	94,92	52,00	44,9
	2		1,0210	26,0	0,0019	90,96	49,84	32,3
	5		1,0195	26,0	0,0019	85,02	46,58	20,9
	10		1,0185	26,0	0,0019	81,06	44,41	15,0
	20		1,0170	26,0	0,0019	75,13	41,16	10,8
	40		1,0155	26,0	0,0019	69,19	37,91	7,8
	80		1,0140	26,0	0,0019	63,25	34,66	5,6
4			1,0115	26,0	0,0019	53,36	29,23	3,3
24			1,0075	26,0	0,0019	37,52	20,56	1,4



CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		
SC 1E <i>sondage</i>	EI1 <i>échantillon</i>	0,40	à 1,40 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique		0,40 0,60	
Marne barriolée jaune-gris-rouge à graves calcaires			
<i>Date prélèvement</i>		<i>29/03/2017</i>	
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE			
<i>Norme NFP-94-068</i>			

opérateur	MJ PEDRO	date essai	06/07/2017
-----------	-----------------	------------	------------

w_{nat}	12,4%	<i>NF P 94-050</i>
------------------------	--------------	--------------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S. 2,5
41,67	75,75	135	

<u>Remarque</u>

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		

SC 4E <i>sondage</i>	EI1 <i>échantillon</i>	2,30	à	3,30
description lithologique Marne calcaire beige indurée				
<i>Date prélèvement</i>		04/04/2017		

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX
Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C	opérateur	S THIEBAUT	date essai	04/07/2017
------------------------------	-------	------------------	------------	-------------------	------------

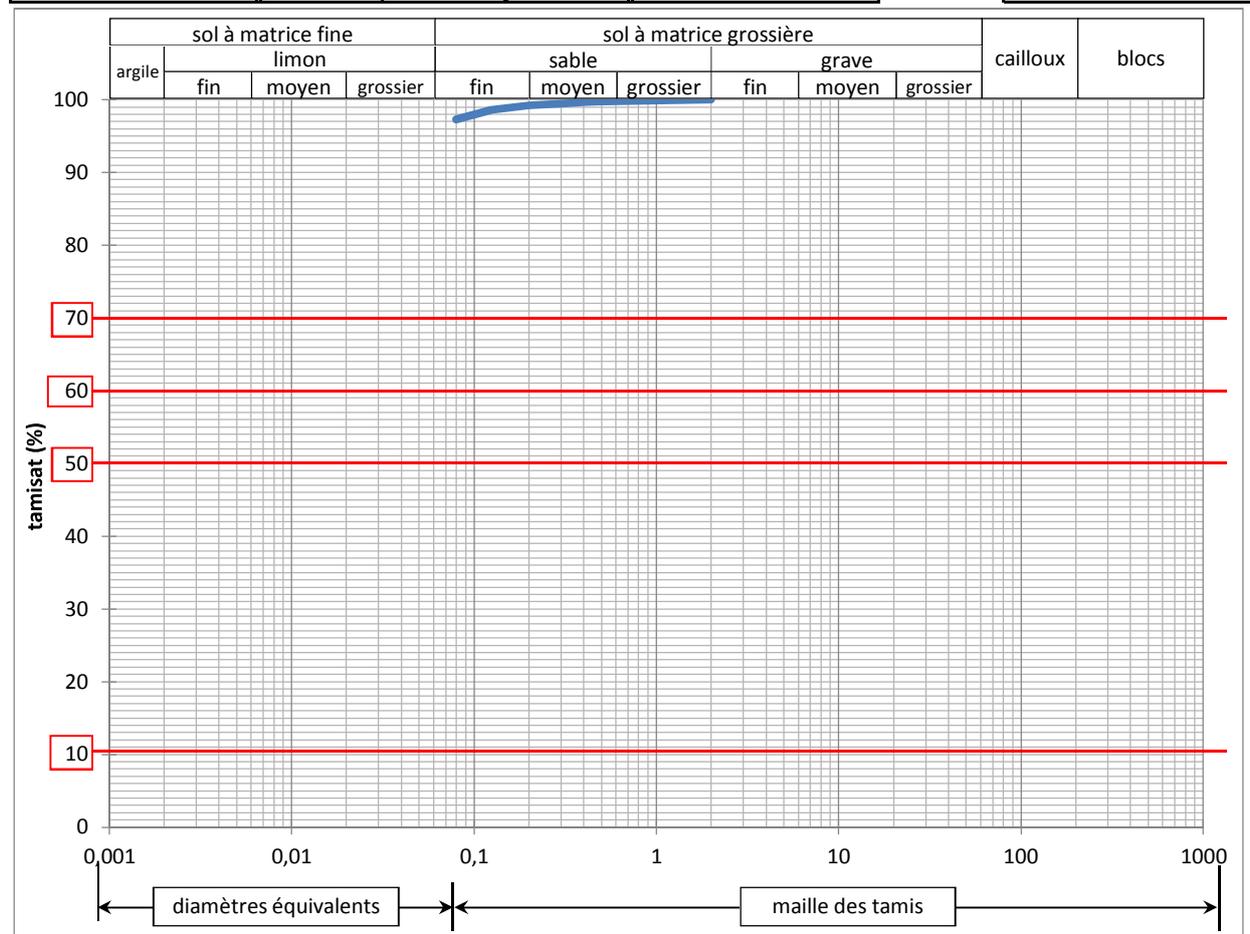
n° tare	essai 1			n° tare	essai 2		
	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁		masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
	2216,5	2089,3	652,5				
teneur en eau (%) w				COMMENTAIRES			
moyenne	essai 1	essai 2					
8,9	8,9						

CHANTIER LIEU CLIENT N° DOSSIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON 13 - VITROLLES PAYS D'AIX TERRITOIRES 16MG0503Aa	
SC 4E <i>sondage</i>	EI1 <i>échantillon</i>	2,30 à 3,30 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique Marne calcaire beige indurée		
Date prélèvement 04/04/2017		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE
 Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur	V EYCHENNE	date essai	04/07/2017
-----------------------	-------	-----------	------------	------------	------------

w_{nat}	8,9%	NF P 94-050	D_{max}		classification NF P 11-300 A1 classe/sous classe état hydrique
w_L	\	NF P 94-052 & NF P 94-051	D_{70}		
I_p	\	NF P 94-068	D_{60}		
VB_s	2,2		D_{50}		
passant à 2mm	100,0%		D_{15}		
passant à 80 µm	97,3%		D_{10}		d _m (mm) 2



diamètre d (mm)	passant (%)								
100		20		0,8	99,85				
80		12,5		0,5	99,71				
63		8		0,4	99,62				
50		5		0,315	99,50				
40		3,15		0,2	99,23				
31,5		2	100,00	0,125	98,62				
25		1,25	99,92	0,08	97,30				

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		
SC 4E <i>sondage</i>	EI1 <i>échantillon</i>	2,30	à 3,30 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique Marne calcaire beige indurée			
<i>Date prélèvement</i>		04/04/2017	
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE <i>Norme NFP-94-068</i>			

opérateur	MJ PEDRO	date essai	06/07/2017
-----------	-----------------	------------	------------

w_{nat}	8,9%	<i>NF P 94-050</i>
-----------	-------------	--------------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S. 2,2
38,478	100,00	85	

<u>Remarque</u>

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		

SC 4E <i>sondage</i>	EI1 <i>échantillon</i>	2,10	à	3,30
description lithologique Marne calcaire beige indurée				
<i>Date prélèvement</i>		04/04/2017		

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX
Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C	opérateur	S THIEBAUT	date essai	04/07/2017
------------------------------	-------	------------------	------------	-------------------	------------

n° tare	essai 1			n° tare	essai 2		
	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁		masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
	576,8	527,7	0		284,7	259,4	0
teneur en eau (%) w				COMMENTAIRES			
moyenne	essai 1	essai 2					
9,5	9,3	9,8					

CHANTIER LIEU CLIENT N° DOSSIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON 13 - VITROLLES PAYS D'AIX TERRITOIRES 16MG0503Aa	
SC 4E <i>sondage</i>	EI1 <i>échantillon</i>	2,10 à 3,30 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique Marne calcaire beige indurée		2,70 2,75 
Date prélèvement 04/04/2017		
DETERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE D'UN ELEMENT DE ROCHE Méthode par pesée hydrostatique Norme NFP-94-064		

Température d'étuvage	105°C
Masse volumique de la paraffine (kg/m ³)	880

opérateur	S THIEBAUT	date essai	04/07/2017
-----------	------------	------------	------------

Masse volumique sèche (kg/m ³)					Masse volumique sèche (kg/m ³)				
essai 1	température (°C)	masse échantillon (g)	masse échantillon paraffiné (g)	masse échantillon paraffiné immergé (g)	essai 2	température (°C)	masse échantillon (g)	masse échantillon paraffiné (g)	masse échantillon paraffiné immergé (g)
		m	m _p	m' _p			m	m _p	m' _p
2500	24	237	246,5	140,9	2455	24	256,2	265,4	150,6
masse volumique sèche (kg/m³) ρ_d					<u>COMMENTAIRES</u>				
2480									

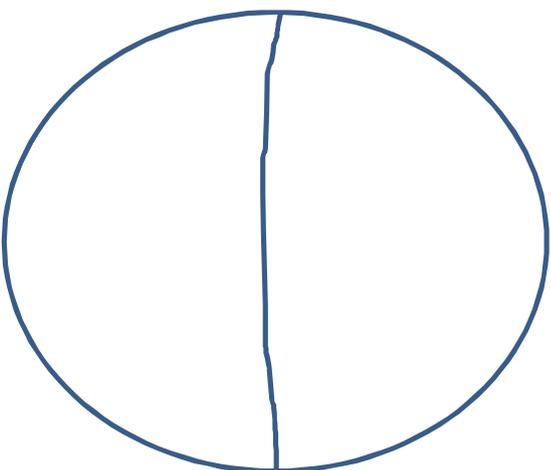
CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		

SC 4E sondage	E11 échantillon	2,10	à	3,30
description lithologique Marne calcaire beige indurée		2,45	2,55	
Date prélèvement	04/04/2017			

RESISTANCE A LA TRACTION
NFP 94-422

opérateur	PJ FRANCHE	date essai	03/07/2017
-----------	-------------------	------------	------------

Caractéristique de l'éprouvette						
Longueur (cm)	Diamètre (cm)	Section (cm ²)	Volume (cm ³)	Masse (g)	Densité	Elancement λ
7,9	8,5	57,1	449,7	955,8	2,13	0,9
résistance à la traction (MPa)		<u>COMMENTAIRES</u>				
charge (kN)	σ_{tb}					
0,49	0,05					

Plan de rupture après essai	Photo de l'échantillon après essai
	

Observations :
L'essai a été réalisé à la teneur en eau naturelle. L'essai a duré 13sec. Nous n'avons pas pu photographier l'éprouvette après l'essai.

CHANTIER

ZAC VITROLLES CAP HORIZON

LIEU

13 - VITROLLES

CLIENT

PAYS D'AIX TERRITOIRES

N° DOSSIER

16MG0503Aa



SC 4E

sondage

E11

échantillon

2,10

à

3,30

profondeurs (m)

description lithologique

Marne calcaire beige indurée

2,55

2,70



Date prélèvement

04/04/2017

COMPRESSION UNIAXIALE

NFP 94-420

Température d'étuvage

\

opérateur

PJ FRANCHE

date essai

03/07/2017

Caractéristique de l'éprouvette

Longueur (cm)	Diamètre (cm)	Section (cm ²)	Volume (cm ³)	Masse (g)	Densité	Élancement λ
13,2	8,5	57,3	756,1	1735,1	2,29	1,5

Résistance à la compression (MPa)

COMMENTAIRES

charge (kN)

R_c

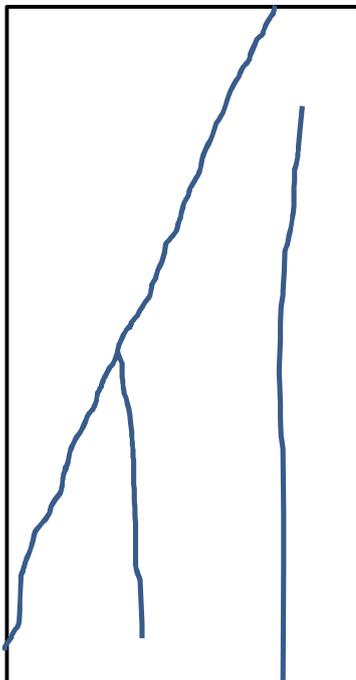
nous dérogeons à la norme sur l'élancement de l'éprouvette

3,2

0,5

Plan de rupture après essai

Photo de l'échantillon après essai



Observations :

L'essai a été réalisé à la teneur en eau naturelle. L'essai a duré 3min 42sec.

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		

SC 4E <i>sondage</i>	EI1 <i>échantillon</i>	2,10	à	3,30
description lithologique Marne calcaire beige indurée				
<i>Date prélèvement</i>		04/04/2017		

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX
Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C	opérateur	S THIEBAUT	date essai	04/07/2017
------------------------------	-------	------------------	------------	-------------------	------------

n° tare	essai 1			n° tare	essai 2		
	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁		masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
	176,5	165,6	0		238,8	222,9	0
teneur en eau (%) w				<u>COMMENTAIRES</u>			
moyenne	essai 1	essai 2					
6,9	6,6	7,1					

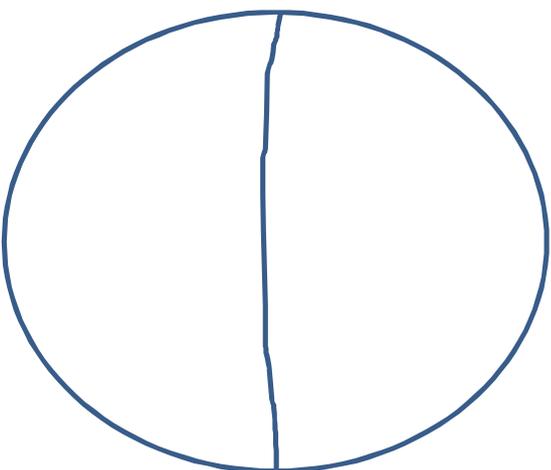
CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		

SC 4E <i>sondage</i>	E11 <i>échantillon</i>	2,10	à	3,30
description lithologique Marne calcaire beige indurée				
<i>Date prélèvement</i>		04/04/2017		

RESISTANCE A LA TRACTION
NFP 94-422

opérateur	PJ FRANCHE	date essai	03/07/2017
-----------	-------------------	------------	------------

Caractéristique de l'éprouvette						
Longueur (cm)	Diamètre (cm)	Section (cm ²)	Volume (cm ³)	Masse (g)	Densité	Elancement λ
8,9	8,5	56,7	502,8	1152,4	2,29	1,0
résistance à la traction (MPa)		<u>COMMENTAIRES</u>				
charge (kN)	σ_{tb}					
2,18	0,18					

Plan de rupture après essai	Photo de l'échantillon après essai
	

Observations :
L'essai a été réalisé à la teneur en eau naturelle. L'essai a duré 13sec. Nous n'avons pas pu photographier l'éprouvette après l'essai.

CHANTIER

ZAC VITROLLES CAP HORIZON

LIEU

13 - VITROLLES

CLIENT

PAYS D'AIX TERRITOIRES

N° DOSSIER

16MG0503Aa



SC 4E

sondage

E11

échantillon

2,10

à

3,30

profondeurs (m)

description lithologique

Marne calcaire beige indurée

2,90 3,00



Date prélèvement

04/04/2017

COMPRESSION UNIAXIALE

NFP 94-420

Température d'étuvage

\

opérateur

PJ FRANCHE

date essai

03/07/2017

Caractéristique de l'éprouvette

Longueur (cm)	Diamètre (cm)	Section (cm ²)	Volume (cm ³)	Masse (g)	Densité	Elancement λ
9,9	8,6	57,4	570,7	1327,3	2,33	1,2

Résistance à la compression (MPa)

COMMENTAIRES

charge (kN)

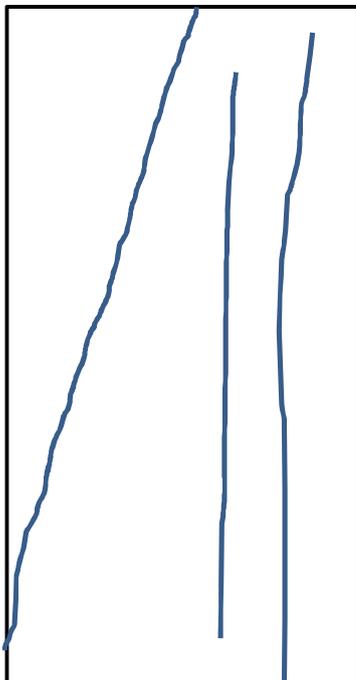
R_c

nous dérogeons à la norme sur l'élancement de l'éprouvette

7,6

1,3

**Plan de rupture
après essai**



**Photo de l'échantillon
après essai**



Observations :

L'essai a été réalisé à la teneur en eau naturelle. L'essai a duré 8min 50sec.

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		

SC 7E <i>sondage</i>	EI1 <i>échantillon</i>	2,30	à	3,30
description lithologique		2,55 2,65		
Calcaire brun-gris en blocs à intercalations de joints marneux bruns				
<i>Date prélèvement</i>		16/03/2017		

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX

Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C	opérateur	S THIEBAUT	date essai	04/07/2017
------------------------------	-------	------------------	------------	-------------------	------------

n° tare	essai 1			n° tare	essai 2		
	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁		masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
	243,1	237	0		264,3	256,2	0
teneur en eau (%) w				COMMENTAIRES			
moyenne	essai 1	essai 2					
2,9	2,6	3,2					

CHANTIER ZAC VITROLLES CAP HORIZON			
LIEU 13 - VITROLLES			
CLIENT PAYS D'AIX TERRITOIRES			
N° DOSSIER 16MG0503Aa			
SC 7E <i>sondage</i>	EI1 <i>échantillon</i>	2,30	à 3,30 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique Calcaire brun-gris en blocs à intercalations de joints marneux bruns			
<i>Date prélèvement</i> 16/03/2017			

DETERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE D'UN ELEMENT DE ROCHE
Méthode par pesée hydrostatique
Norme NFP-94-064

Température d'étuvage	105°C
Masse volumique de la paraffine (kg/m³)	880

opérateur	S THIEBAUT	date essai	04/07/2017
------------------	-------------------	-------------------	------------

Masse volumique sèche (kg/m ³)					Masse volumique sèche (kg/m ³)				
essai 1	température (°C)	masse échantillon (g) m	masse échantillon paraffiné (g) m _p	masse échantillon paraffiné immergé (g) m' _p	essai 2	température (°C)	masse échantillon (g) m	masse échantillon paraffiné (g) m _p	masse échantillon paraffiné immergé (g) m' _p
2500	24	237	246,5	140,9	2455	24	256,2	265,4	150,6
masse volumique sèche (kg/m³) ρ_d					COMMENTAIRES				
2480									

CHANTIER ZAC VITROLLES CAP HORIZON			
LIEU 13 - VITROLLES			
CLIENT PAYS D'AIX TERRITOIRES			
N° DOSSIER 16MG0503Aa			
SC 7E <i>sondage</i>	EI1 <i>échantillon</i>	2,30	à 3,30 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique Calcaire brun-gris en blocs à intercalations de joints marneux bruns			
<i>Date prélèvement</i> 16/03/2017			

MASSE VOLUMIQUE DES PARTICULES SOLIDES DES SOLS
Méthode du pycnomètre à eau
Norme NFP-94-054

Température d'étuvage	105°C	opérateur	S THIEBAUT	date essai	19/07/2017
-----------------------	-------	-----------	------------	------------	------------

Procédé de désaéragé					masse volumique (kg/m ³)					
ébullition		dépression			eau		ρ_w	1000		
Température de la salle				26°C						
essai 1					essai 2					
température (°C)	masse du pycnomètre vide (g)	masse du pycnomètre contenant la prise d'essai (g)	masse du pycnomètre, du sol et de l'eau (g)	masse du pycnomètre plein d'eau (g)	température (°C)	masse du pycnomètre vide (g)	masse du pycnomètre contenant la prise d'essai (g)	masse du pycnomètre, du sol et de l'eau (g)	masse du pycnomètre plein d'eau (g)	
	m_1	m_2	m_3	m_4		m_1	m_2	m_3	m_4	
26	43,502	68,691	159,285	143,528	26	43,644	68,623	159,809	144,178	
masse volumique grains solides (kg/m³)					<u>COMMENTAIRES</u>					
ρ_s										
moyenne	essai 1		essai 2							
2670	2671		2672							

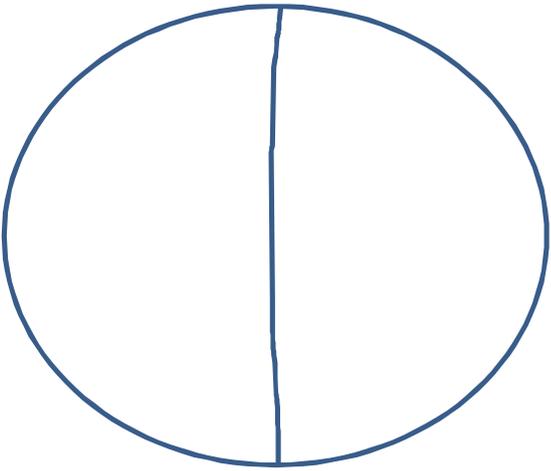
CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		

SC 7E sondage	E11 échantillon	2,30	à	3,30
description lithologique		profondeurs (m)		
Calcaire brun-gris en blocs à intercalations de joints marneux bruns				
Date prélèvement	16/03/2017			

RESISTANCE A LA TRACTION
NFP 94-422

opérateur	PJ FRANCHE	date essai	03/07/2017
-----------	------------	------------	------------

Caractéristique de l'éprouvette						
Longueur (cm)	Diamètre (cm)	Section (cm ²)	Volume (cm ³)	Masse (g)	Densité	Elancement λ
8,7	8,5	56,3	491,9	1162,3	2,36	1,0
résistance à la traction (MPa)		<u>COMMENTAIRES</u>				
charge (kN)	σ_{tb}					
24,4	2,1					

Plan de rupture après essai	Photo de l'échantillon après essai
	

Observations :
L'essai a été réalisé à la teneur en eau naturelle. L'essai a duré 3min 31sec.

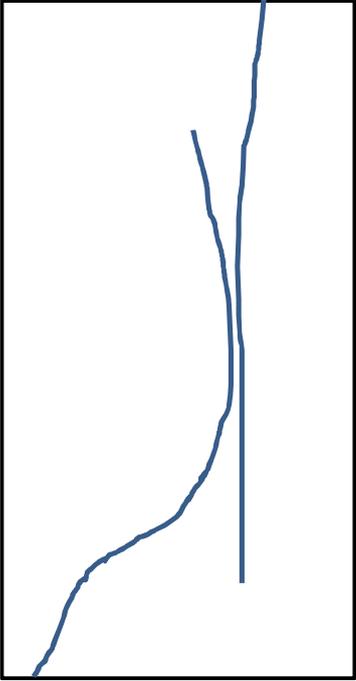
CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		

SC 7E sondage	E11 échantillon	2,30	à	3,30
description lithologique		2,30	2,45	
Calcaire brun-gris en blocs à intercalations de joints marneux bruns				
Date prélèvement	16/03/2017			

COMPRESSION UNIAXIALE
NFP 94-420

Température d'étuvage	\	opérateur	PJ FRANCHE	date essai	03/07/2017
-----------------------	---	-----------	------------	------------	------------

Caractéristique de l'éprouvette						
Longueur (cm)	Diamètre (cm)	Section (cm ²)	Volume (cm ³)	Masse (g)	Densité	Élancement λ
14,3	8,5	56,5	806,5	2102,5	2,61	1,7
Résistance à la compression (MPa)		<u>COMMENTAIRES</u>				
charge (kN)	R_c	nous dérogeons à la norme sur l'élancement de l'éprouvette				
278,0	49,2					

Plan de rupture après essai	Photo de l'échantillon après essai
	

Observations :
L'essai a été réalisé à la teneur en eau naturelle. L'essai a duré 4min 36sec.

CHANTIER ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU 13 - VITROLLES		
CLIENT PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER 16MG0503Aa		
SC 7E <i>sondage</i>	EI2 <i>échantillon</i>	10,40 à 11,30 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique marne grise indurée		11,05 11,10 
Date prélèvement 16/03/2017		

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX
Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C	opérateur	S THIEBAUT	date essai	04/07/2017
-----------------------	-------	-----------	------------	------------	------------

n° tare	essai 1			n° tare	essai 2					
	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁		masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁			
	357,8	329,8	0		349,8	323,2	0			
teneur en eau (%) w				<u>COMMENTAIRES</u>						
moyenne	essai 1							essai 2		
8,4	8,5							8,2		

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		
SC 7E <i>sondage</i>	EI2 <i>échantillon</i>	10,40	à 11,30 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique marne grise indurée		11,05 11,10 	
Date prélèvement		16/03/2017	
DETERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE D'UN ELEMENT DE ROCHE Méthode par pesée hydrostatique Norme NFP-94-064			

Température d'étuvage	105°C
Masse volumique de la paraffine (kg/m ³)	880

opérateur	S THIEBAUT	date essai	04/07/2017
-----------	------------	------------	------------

Masse volumique sèche (kg/m ³)					Masse volumique sèche (kg/m ³)				
essai 1	température (°C)	masse échantillon (g)	masse échantillon paraffiné (g)	masse échantillon paraffiné immergé (g)	essai 2	température (°C)	masse échantillon (g)	masse échantillon paraffiné (g)	masse échantillon paraffiné immergé (g)
		m	m _p	m' _p			m	m _p	m' _p
2230	24	327,2	335,8	179,3	2235	24	323,2	334,2	177,1
masse volumique sèche (kg/m³) ρ_d					COMMENTAIRES				
2230									

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		
SC 7E <i>sondage</i>	EI2 <i>échantillon</i>	10,40	à 11,30 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique marne grise indurée		11,05 11,10 	
Date prélèvement		16/03/2017	

MASSE VOLUMIQUE DES PARTICULES SOLIDES DES SOLS
Méthode du pycnomètre à eau
Norme NFP-94-054

Température d'étuvage	105°C	opérateur	S THIEBAUT	date essai	19/07/2017
-----------------------	-------	-----------	------------	------------	------------

Procédé de désaéragé					masse volumique (kg/m ³)					
ébullition		dépression			eau		ρ_w	1000		
Température de la salle				26°C						
essai 1					essai 2					
température (°C)	masse du pycnomètre vide (g)	masse du pycnomètre contenant la prise d'essai (g)	masse du pycnomètre, du sol et de l'eau (g)	masse du pycnomètre plein d'eau (g)	température (°C)	masse du pycnomètre vide (g)	masse du pycnomètre contenant la prise d'essai (g)	masse du pycnomètre, du sol et de l'eau (g)	masse du pycnomètre plein d'eau (g)	
	m_1	m_2	m_3	m_4		m_1	m_2	m_3	m_4	
26	42,891	67,853	157,594	142,307	26	43,427	68,402	159,326	143,993	
masse volumique grains solides (kg/m³)					<u>COMMENTAIRES</u>					
ρ_s										
moyenne	essai 1		essai 2							
2590	2580		2590							

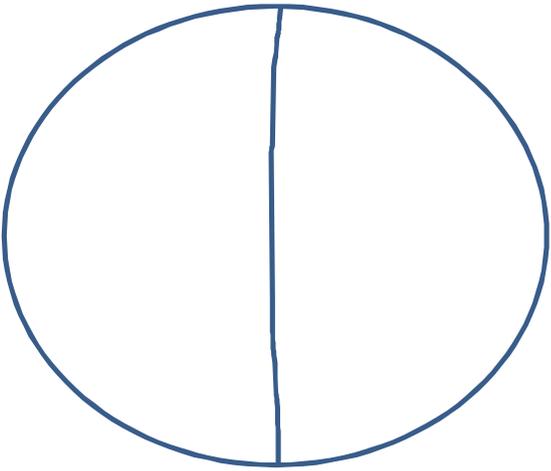
CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		

SC 7E sondage	E12 échantillon	10,40	à	11,30
description lithologique marne grise indurée		10,85	10,95	
Date prélèvement	16/03/2017			

RESISTANCE A LA TRACTION
NFP 94-422

opérateur	PJ FRANCHE	date essai	03/07/2017
-----------	-------------------	------------	------------

Caractéristique de l'éprouvette						
Longueur (cm)	Diamètre (cm)	Section (cm ²)	Volume (cm ³)	Masse (g)	Densité	Elancement λ
8,3	8,5	56,2	467,7	1136,8	2,43	1,0
résistance à la traction (MPa)		<u>COMMENTAIRES</u>				
charge (kN)	σ_{tb}					
6,6	0,6					

Plan de rupture après essai	Photo de l'échantillon après essai
	

Observations :
L'essai a été réalisé à la teneur en eau naturelle. L'essai a duré 5min 03sec.

CHANTIER	ZAC VITROLLES CAP HORIZON		
LIEU	13 - VITROLLES		
CLIENT	PAYS D'AIX TERRITOIRES		
N° DOSSIER	16MG0503Aa		

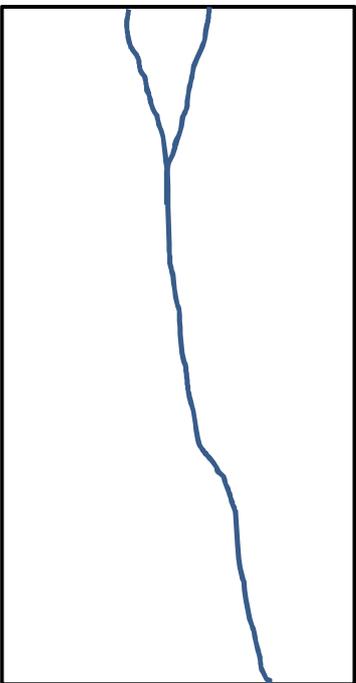
SC 7E <i>sondage</i>	EI2 <i>échantillon</i>	10,40	à	11,30
description lithologique marne grise indurée		10,65		10,85
<i>Date prélèvement</i>		16/03/2017		



COMPRESSION UNIAXIALE
NFP 94-420

Température d'étuvage	\	opérateur	PJ FRANCHE	date essai	03/07/2017
-----------------------	---	-----------	------------	------------	------------

Caractéristique de l'éprouvette						
Longueur (cm)	Diamètre (cm)	Section (cm ²)	Volume (cm ³)	Masse (g)	Densité	Elancement λ
16,3	8,5	56,2	918,5	2298,9	2,50	1,9
Résistance à la compression (MPa)		<u>COMMENTAIRES</u>				
charge (kN)	R_c					
99,3	17,7					

Plan de rupture après essai	Photo de l'échantillon après essai
	

Observations :
L'essai a été réalisé à la teneur en eau naturelle. L'essai a duré 3min 54sec.

SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE

PM 1



CHANTIER	CAP HORIZON	OPERATEUR	SBS
LIEU	13 - VITROLLES	DATE	16/09/2021
CLIENT	SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRE	OUTILS	Tractopelle
N° DOSSIER	16MG503Ab	LARGEUR GODET	0,45 M

COTE ARRET DU SONDAGE (m/sol)	1,3	EAU	ARRIVEE A PARTIR DE (m/sol)	/
NATURE DE L'ARRET	Refus		STABILISEE A (m/sol)	/

PROFONDEUR (m/sol)		DESCRIPTION LITHOLOGIQUE <small>nature, couleur, taille et forme des gros éléments (roulé, semi-anguleux, anguleux), proportion des différentes phases</small>	ECHANTILLON	
de	à		n°	côtes (m)
0,00	0,10	Limons sableux riches en Matière organique		
0,10	1,30	Grave de remblai à matrice limono sableuse marron avec des débris de briques ,plastiques et calcaire.		
1,30	(Refus)	Calcaire compact blanchatre		

OBSERVATIONS SUR LE SITE

SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE

PM 2



CHANTIER	CAP HORIZON	OPERATEUR	SBS
LIEU	13 - VITROLLES	DATE	16/09/2021
CLIENT	SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRE	OUTILS	Tractopelle
N° DOSSIER	16MG503Ab	LARGEUR GODET	0,45 M

COTE ARRET DU SONDAGE (m/sol)	0,7	EAU	ARRIVEE A PARTIR DE (m/sol)	/
NATURE DE L'ARRET	Refus		STABILISEE A (m/sol)	/

PROFONDEUR (m/sol)		DESCRIPTION LITHOLOGIQUE <small>nature, couleur, taille et forme des gros éléments (roulé, semi-anguleux, anguleux), proportion des différentes phases</small>	ECHANTILLON	
de	à		n°	côtes (m)
0,00	0,10	Limos sableux riches en Matière organique		
0,10	0,70	Remblai de graves à matrice limoneuse marron Dmax 200mm		
0,70	(Refus)	Remblai de blocs calcaires		

OBSERVATIONS SUR LE SITE

SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE

PM 3



CHANTIER	CAP HORIZON	OPERATEUR	SBS
LIEU	13 - VITROLLES	DATE	16/09/2021
CLIENT	SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRE	OUTILS	Tractopelle
N° DOSSIER	16MG503Ab	LARGEUR GODET	0,45 M

COTE ARRET DU SONDAGE (m/sol)	4	EAU	ARRIVEE A PARTIR DE (m/sol)	/
NATURE DE L'ARRET	Fin de sondage		STABILISEE A (m/sol)	/

PROFONDEUR (m/sol)		DESCRIPTION LITHOLOGIQUE <small>nature, couleur, taille et forme des gros éléments (roulé, semi-anguleux, anguleux), proportion des différentes phases</small>	ECHANTILLON	
de	à		n°	côtes (m)
0,00	0,10	Limos sableux riches en Matière organique		
0,10	1,70	Grave de remblai à matrice limono sableuse marron avec des débris de briques ,plastiques et calcaire.		
1,70	4,00	Remblais pollués de graves à débris divers présence de nombreux téléphone des ptt, verre céramique à matrice argileuse marron Dmax 800mm		

OBSERVATIONS SUR LE SITE

CHANTIER	CAP HORIZON	MACHINE	TRACTOPELLE
LIEU	13 - VITROLLES	EQUIPE	SBS
CLIENT	SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRE	ECHELLE	REGLE
N° DOSSIER	16MG503Ab	DATE	16/09/2021



CHANTIER	CAP HORIZON	MACHINE	TRACTOPELLE
LIEU	13 - VITROLLES	EQUIPE	SBS
CLIENT	SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRE	ECHELLE	REGLE
N° DOSSIER	16MG503Ab	DATE	16/09/2021



CHANTIER	CAP HORIZON	MACHINE	TRACTOPELLE
LIEU	13 - VITROLLES	EQUIPE	SBS
CLIENT	SPLA PAYS D'AIX TERRITOIRE	ECHELLE	REGLE
N° DOSSIER	16MG503Ab	DATE	16/09/2021



A2 - RESULTATS DES CALCULS DE DIMENSIONNEMENT DE VOIRIES

**Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées
selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra**

Signalement du calcul :

- données Structure : saisie écran, sans nom
- titre de l'étude : sans titre

- données Chargement :
- jumelage standard de 65 kN
- pression verticale : 0,6620 MPa
- rayon de contact : 0,1250 m
- entraxe jumelage : 0,3750 m

unités : m, MN et MPa ; déformations en µdef ; déflexions en mm/100

Tableau 1 (synthèse) :
**tractions principales majeures dans le plan horizontal XoY et
compressions principales majeures selon la verticale ZZ ; déflexion maximale**

	niveau calcul	EpsilonT horizontale	SigmaT horizontale	EpsilonZ verticale	SigmaZ verticale
----- surface (z=0.000) -----					
h= 0,060 m	0,000m	70,3	1,454	-79,9	0,658
E= 11000,0 MPa					
nu= 0,350	0,060m	16,7	0,539	6,6	0,509
----- collé (z=0,060m) -----					
h= 0,110 m	0,060m	16,7	0,539	6,6	0,509
E= 11000,0 MPa					
nu= 0,350	0,170m	-135,7	-2,072	125,3	0,032
----- collé (z=0,170m) -----					
h infini	0,170m	-135,7	0,008	518,4	0,032
E= 50,0 MPa					
nu= 0,350					

Déflexion maximale =69,7 mm/100 (entre-jumelage)
Rayon de courbure =522,3 m (entre-jumelage)

On a bien

$$\varepsilon_t = 135.7 \mu def \leq \varepsilon_{tadm} = 144.9 \mu def$$

et

$$\varepsilon_z = 518.4 \mu def \leq \varepsilon_{zadm} = 620.0 \mu def$$

Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées
selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra

Calcul de Valeur admissible - matériau : bitumineux - eb-gb4
données de trafic :

MJA = 96 pl/j/sens/voie
accroisst arith. = 2,00%
période de calcul = 20,0 années
trafic cumulé NPL = 833 950 PL

données déduites :

accroisst géom. = 1,79%

trafic cumulé équivalent NE :

coefficient CAM = 0,50
trafic cumulé NE = 416 980 essieux standard

données sur le matériau :

Epsilon6 = 100,00 µdéf
pente inverse 1/b = -5,00
TétaEq = 15 °C
module E(10°C) = 14300 MPa
module E(TétaEq) = 11000 MPa
Ep. bitumineuse struct. = 0,110 m
écart type Sh = 0,013 m
écart type SN = 0,300
risque = 25,0%
coefficient Kr = 0,9030
coefficient Ks = 1/1,1
coefficient Kc = 1,3

EpsilonT admissible = 144,9 µdéf

Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées
selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra

Calcul de Valeur admissible - matériau : gnt et sols (sol trafics moyen et fort)

données de trafic :

MJA = 96 pl/j/sens/voie
accroisst arith. = 2,00%
période de calcul = 20,0 années
trafic cumulé NPL = 833 950 PL

données déduites :

accroisst géom. = 1,79%

trafic cumulé équivalent NE :

coefficient CAM = 0,75
trafic cumulé NE = 625 460 essieux standard

données sur le matériau :

- coefficient A = 12000
- exposant = -0,2220

EpsilonZ admissible = 620,0 µdéf

Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées
selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra

- Signalement du calcul :**
- données Structure : saisie écran, sans nom
 - titre de l'étude : sans titre

 - données Chargement :
 - jumelage standard de 65 kN
 - pression verticale : 0,6620 MPa
 - rayon de contact : 0,1250 m
 - entraxe jumelage : 0,3750 m

unités : m, MN et MPa ; déformations en µdef ; déflexions en mm/100

Tableau 1 (synthèse) :
tractions principales majeures dans le plan horizontal XoY et compressions principales majeures selon la verticale ZZ ; déflexion maximale

	niveau calcul	EpsilonT horizontale	SigmaT horizontale	EpsilonZ verticale	SigmaZ verticale
----- <i>surface (z=0.000)</i> -----					
h= 0,060 m	0,000m	87,3	1,118	-74,2	0,658
E= 7000,0 MPa					
nu= 0,350	0,060m	32,0	0,553	6,7	0,545
----- <i>collé (z=0,060m)</i> -----					
h= 0,120 m	0,060m	32,0	0,863	-11,0	0,545
E= 11000,0 MPa					
nu= 0,350	0,180m	-135,0	-2,055	124,3	0,033
----- <i>collé (z=0,180m)</i> -----					
h infini	0,180m	-135,0	0,008	524,9	0,033
E= 50,0 MPa					
nu= 0,350					

Déflexion maximale =70,4 mm/100 (entre-jumelage)
Rayon de courbure =518,4 m (entre-jumelage)

On a bien

$$\epsilon_t = 135.0 \mu def \leq \epsilon_{tadm} = 144.5 \mu def$$

et

$$\epsilon_z = 524.9 \mu def \leq \epsilon_{zadm} = 620.0 \mu def$$

**Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées
selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra**

**Calcul de Valeur admissible - matériau : bitumineux - eb-gb4
données de trafic :**

MJA = 96 pl/j/sens/voie
accroissth arith. = 2,00%
période de calcul = 20,0 années
trafic cumulé NPL = 833 950 PL

données déduites :

accroissth géom. = 1,79%

trafic cumulé équivalent NE :

coefficient CAM = 0,50
trafic cumulé NE = 416 980 essieux standard

données sur le matériau :

Epsilon6 = 100,00 µdéf
pente inverse 1/b = -5,00
TétaEq = 15 °C
module E(10°C) = 14300 MPa
module E(TétaEq) = 11000 MPa
Ep. bitumineuse struct. = 0,120 m
écart type Sh = 0,016 m
écart type SN = 0,300
risque = 25,0%
coefficient Kr = 0,9000
coefficient Ks = 1/1,1
coefficient Kc = 1,3
EpsilonT admissible = 144,5 µdéf

**Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées
selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra**

Calcul de Valeur admissible - matériau : gnt et sols (sol trafics moyen et fort)

données de trafic :

MJA = 96 pl/j/sens/voie
accroissth arith. = 2,00%
période de calcul = 20,0 années
trafic cumulé NPL = 833 950 PL

données déduites :

accroissth géom. = 1,79%

trafic cumulé équivalent NE :

coefficient CAM = 0,75
trafic cumulé NE = 625 460 essieux standard

données sur le matériau :

- coefficient A = 12000
- exposant = -0,2220

EpsilonZ admissible = 620,0 µdéf

Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées
selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra

Signalement du calcul :

- données Structure : saisie écran, sans nom
- titre de l'étude : sans titre

- données Chargement :
- jumelage standard de 65 kN
- pression verticale : 0,6620 MPa
- rayon de contact : 0,1250 m
- entraxe jumelage : 0,3750 m

unités : m, MN et MPa ; déformations en μdef ; déflexions en mm/100

Tableau 1 (synthèse) :
tractions principales majeures dans le plan horizontal XoY et
compressions principales majeures selon la verticale ZZ ; déflexion maximale

	niveau calcul	EpsilonT horizontale	SigmaT horizontale	EpsilonZ verticale	SigmaZ verticale
----- surface (z=0.000) -----					
h= 0,050 m	0,000m	68,5	0,863	-45,6	0,658
E= 7000,0 MPa					
nu= 0,350	0,050m	36,5	0,606	6,8	0,600
----- collé (z=0,050m) -----					
h= 0,080 m	0,050m	36,5	0,946	-12,6	0,600
E= 11000,0 MPa					
nu= 0,350	0,130m	-24,5	-0,281	37,8	0,256
----- collé (z=0,130m) -----					
h= 0,080 m	0,130m	-24,5	-0,281	37,8	0,256
E= 11000,0 MPa					
nu= 0,350	0,210m	-107,3	-1,630	98,9	0,025
----- collé (z=0,210m) -----					
h infini	0,210m	-107,3	0,006	403,2	0,025
E= 50,0 MPa					
nu= 0,350					

Déflexion maximale =60,7 mm/100 (entre-jumelage)
Rayon de courbure =734,2 m (entre-jumelage)

On a bien

$$\varepsilon_t = 107.3 \mu\text{def} \leq \varepsilon_{tadm} = 110.7 \mu\text{def}$$

et

$$\varepsilon_z = 403.2 \mu\text{def} \leq \varepsilon_{zadm} = 567.3 \mu\text{def}$$

Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées
selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra

Calcul de Valeur admissible - matériau : bitumineux - eb-gb4

données de trafic :

MJA = 215 pl/j/sens/voie
accroissth arith. = 2,00%
période de calcul = 20,0 années
trafic cumulé NPL = 1 867 700 PL

données déduites :

accroissth géom. = 1,79%

trafic cumulé équivalent NE :

coefficient CAM = 0,50
trafic cumulé NE = 933 850 essieux standard

données sur le matériau :

Epsilon6 = 100,00 µdéf
pente inverse 1/b = -5,00
TétaEq = 15 °C
module E(10°C) = 14300 MPa
module E(TétaEq) = 11000 MPa
Ep. bitumineuse struct. = 0,160 m
écart type Sh = 0,025 m
écart type SN = 0,300
risque = 12,0%
coefficient Kr = 0,8100
coefficient Ks = 1/1,1
coefficient Kc = 1,3
EpsilonT admissible = 110,7 µdéf

Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées
selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra

Calcul de Valeur admissible - matériau : gnt et sols (sol trafics moyen et fort)

données de trafic :

MJA = 215 pl/j/sens/voie
accroissth arith. = 2,00%
période de calcul = 20,0 années
trafic cumulé NPL = 1 867 700 PL

données déduites :

accroissth géom. = 1,79%

trafic cumulé équivalent NE :

coefficient CAM = 0,50
trafic cumulé NE = 933 850 essieux standard

données sur le matériau :

- coefficient A = 12000
- exposant = -0,2220

EpsilonZ admissible = 567,3 µdéf

Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées
selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra

Signalement du calcul :

- données Structure : saisie écran, sans nom
- titre de l'étude : sans titre

- données Chargement :
- jumelage standard de 65 kN
- pression verticale : 0,6620 MPa
- rayon de contact : 0,1250 m
- entraxe jumelage : 0,3750 m

unités : m, MN et MPa ; déformations en µdef ; déflexions en mm/100

Tableau 1 (synthèse) :
tractions principales majeures dans le plan horizontal XoY et
compressions principales majeures selon la verticale ZZ ; déflexion maximale

	niveau calcul	EpsilonT horizontale	SigmaT horizontale	EpsilonZ verticale	SigmaZ verticale
----- surface (z=0.000) -----					
h= 0,060 m	0,000m	81,3	1,036	-64,1	0,658
E= 7000,0 MPa					
nu= 0,350	0,060m	31,4	0,554	8,6	0,556
----- collé (z=0,060m) -----					
h= 0,130 m	0,060m	31,4	0,863	-9,4	0,556
E= 11000,0 MPa					
nu= 0,350	0,190m	-125,0	-1,902	115,1	0,030
----- collé (z=0,190m) -----					
h infini	0,190m	-125,0	0,007	480,7	0,030
E= 50,0 MPa					
nu= 0,350					

Déflexion maximale =67,0 mm/100 (entre-jumelage)
Rayon de courbure =582,2 m (entre-jumelage)

On a bien

$$\epsilon_t = 125.0 \mu def \leq \epsilon_{tadm} = 134.3 \mu def$$

et

$$\epsilon_z = 480.7 \mu def \leq \epsilon_{zadm} = 629.0 \mu def$$

Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées
selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra

Calcul de Valeur admissible - matériau : bitumineux - eb-gb4

données de trafic :

MJA = 135 pl/j/sens/voie
accroissth arith. = 2,00%
période de calcul = 20,0 années
trafic cumulé NPL = 1 172 700 PL

données déduites :

accroissth géom. = 1,79%

trafic cumulé équivalent NE :

coefficient CAM = 0,50
trafic cumulé NE = 586 350 essieux standard

données sur le matériau :

Epsilon6 = 100,00 µdéf
pente Inverse 1/b = -5,00
TétaEq = 15 °C
module E(10°C) = 14300 MPa
module E(TétaEq) = 11000 MPa
Ep. bitumineuse struct. = 0,130 m
écart type Sh = 0,019 m
écart type SN = 0,300
risque = 25,0%
coefficient Kr = 0,8960
coefficient Ks = 1/1,1
coefficient Kc = 1,3
EpsilonT admissible = 134,3 µdéf

Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées
selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra

Calcul de Valeur admissible - matériau : gnt et sols (sol trafics moyen et fort)

données de trafic :

MJA = 135 pl/j/sens/voie
accroissth arith. = 2,00%
période de calcul = 20,0 années
trafic cumulé NPL = 1 172 700 PL

données déduites :

accroissth géom. = 1,79%

trafic cumulé équivalent NE :

coefficient CAM = 0,50
trafic cumulé NE = 586 350 essieux standard

données sur le matériau :

- coefficient A = 12000
- exposant = -0,2220

EpsilonZ admissible = 629,0 µdéf

**Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées
selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra**

Signalement du calcul :

- données Structure : saisie écran, sans nom
- titre de l'étude : sans titre

- données Chargement :
- jumelage standard de 65 kN
- pression verticale : 0,6620 MPa
- rayon de contact : 0,1250 m
- entraxe jumelage : 0,3750 m

unités : m, MN et MPa ; déformations en μdef ; déflexions en mm/100

**Tableau 1 (synthèse) :
tractions principales majeures dans le plan horizontal XoY et
compressions principales majeures selon la verticale ZZ ; déflexion maximale**

	niveau calcul	EpsilonT horizontale	SigmaT horizontale	EpsilonZ verticale	SigmaZ verticale
----- surface (z=0.000) -----					
h= 0,060 m E= 11000,0 MPa nu= 0,350	0,000m 0,060m	46,2 17,5	0,950 0,561	-41,0 9,8	0,658 0,568
----- collé (z=0,060m) -----					
h= 0,080 m E= 11000,0 MPa nu= 0,350	0,060m 0,140m	17,5 -23,7	0,561 -0,278	9,8 36,1	0,568 0,237
----- collé (z=0,140m) -----					
h= 0,090 m E= 11000,0 MPa nu= 0,350	0,140m 0,230m	-23,7 -87,9	-0,278 -1,336	36,1 81,2	0,237 0,019
----- collé (z=0,230m) -----					
h infini E= 50,0 MPa nu= 0,350	0,230m	-87,9	0,004	318,5	0,019

Déflexion maximale =52,9 mm/100 (entre-jumelage)
Rayon de courbure =947,8 m (entre-jumelage)

On a bien

$$\varepsilon_t = 87.9 \mu\text{def} \leq \varepsilon_{tadm} = 92.2 \mu\text{def}$$

et

$$\varepsilon_z = 318.5 \mu\text{def} \leq \varepsilon_{zadm} = 509.1 \mu\text{def}$$

Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées
selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra

Calcul de Valeur admissible - matériau : bitumineux - eb-gb4
données de trafic :

MJA = 350 pl/j/sens/voie
accroiss arith. = 2,00%
période de calcul = 20,0 années
trafic cumulé NPL = 3 040 500 PL

données déduites :

accroiss géom. = 1,79%

trafic cumulé équivalent NE :

coefficient CAM = 0,50
trafic cumulé NE = 1 520 300 essieux standard

données sur le matériau :

Epsilon₆ = 100,00 µdéf
pente inverse 1/b = -5,00
TétaEq = 15 °C
module E(10°C) = 14300 MPa
module E(TétaEq) = 11000 MPa
Ep. bitumineuse struct. = 0,170 m
écart type Sh = 0,025 m
écart type SN = 0,300
risque = 5,0%
coefficient Kr = 0,7440
coefficient Ks = 1/1,1
coefficient Kc = 1,3
EpsilonT admissible = 92,2 µdéf

Alizé-Lcpc - Dimensionnement des structures de chaussées
selon la méthode rationnelle Lcpc-Sétra

Calcul de Valeur admissible - matériau : gnt et sols (sol trafics moyen et fort)
données de trafic :

MJA = 350 pl/j/sens/voie
accroiss arith. = 2,00%
période de calcul = 20,0 années
trafic cumulé NPL = 3 040 500 PL

données déduites :

accroiss géom. = 1,79%

trafic cumulé équivalent NE :

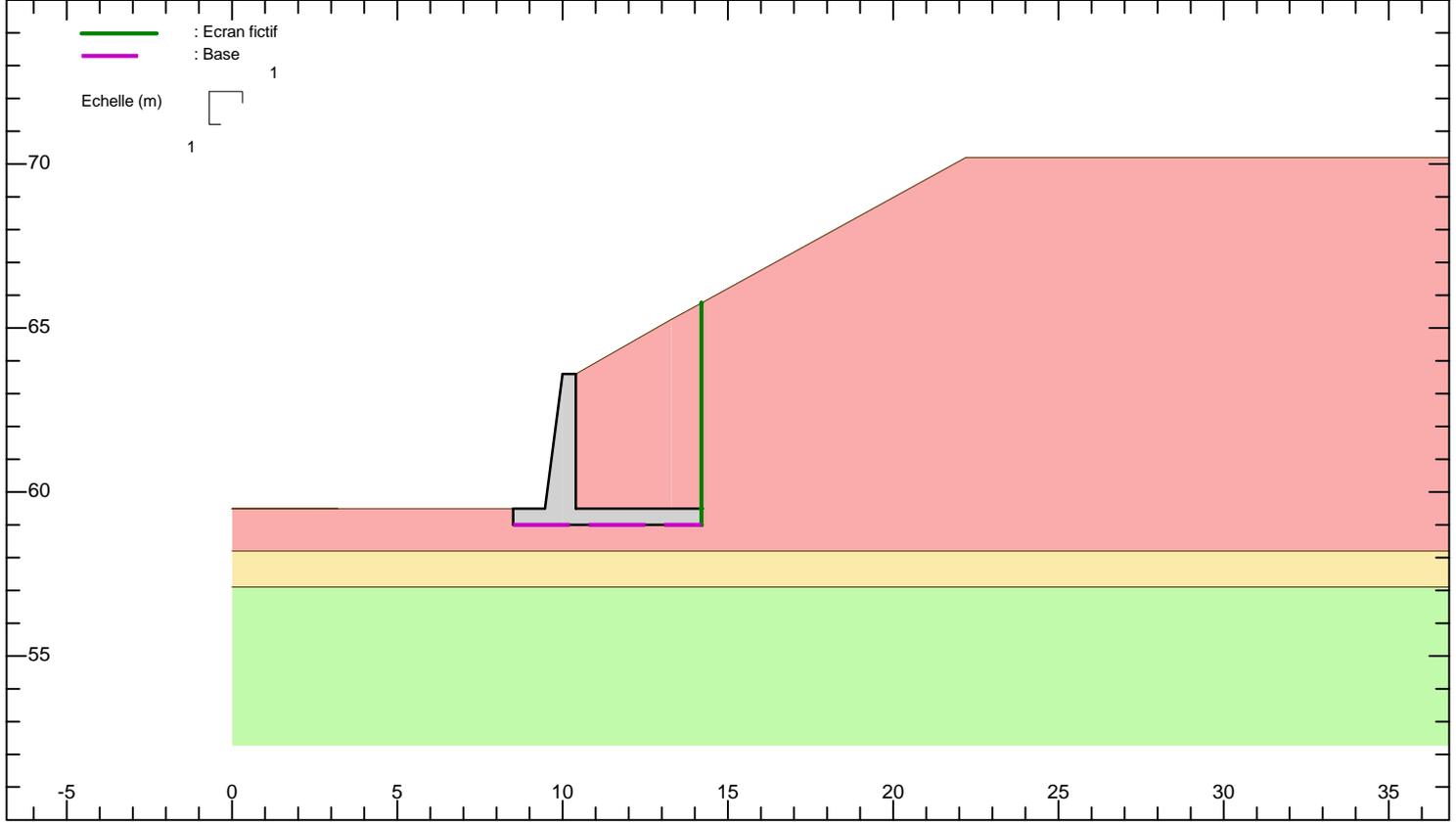
coefficient CAM = 0,50
trafic cumulé NE = 1 520 300 essieux standard

données sur le matériau :

- coefficient A = 12000
- exposant = -0,2220

EpsilonZ admissible = 509,1 µdéf

A3 - RESULTATS DES CALCULS DE STABILITE EXTERNE DES MURS DE SOUTÈNEMENT




GEOMUR® v2.10 du 01/08/2016 développé par GEOS GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Tél : 04 50 95 38 14
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS Fax : 04 50 95 99 36

SOLS	γ	c	Γc sism	ϕ	$\Gamma \phi$ sism	δ	Ca
 1	19.00	2.00	(1.25)	28.00	(1.25)	0.00	0.00
 2	21.00	5.00	(1.25)	27.00	(1.25)	0.00	0.00
 3	22.00	20.00	(1.25)	35.00	(1.25)	0.00	0.00

Fichier : Mur n°2_QN.gmr
 Unités : kN, m
 Méthode de CULMANN
 Surfaces brisées précalculées
 Xi incliné à delta

MUR	γ	BASE	C	ϕ	q0	qu	Type sol
	25.00		20.00	35.00	0.00	1000.00	cohérent

Prise en compte de la cohésion pour le calcul des poussées :
 Intégration de la partie positive du diagramme des contraintes, calculé avec la cohésion.

Séisme - NF EN 1998 - 5
 Sol purement cohérent c : 150.000
 $g = 9.81 \text{ m}^2/\text{s}$ $agr = 1.1 \text{ m}^2/\text{s}$
 $\gamma_i = 1.4$ $r = 2$
 $ST = 1$ $S = 1.35$
 $\alpha h/v = 0.5$
 $\sigma_h = 0.106$ $\sigma_v = 0.053$

16MG503Ab_MTC 10/12/2021 - 18:14	Mur n°2	FIGURE 1 - 1/6

Facteurs de sécurité partiels	Critère	Statique	Sismique	
			Pesant	Allégeant
	Eurocodes 7 : NF P 94-281		NF EN 1998-5	NF EN 1998-5
Actions - ELU permanentes défavorables $\gamma_g = 1.35$ variables défavorables $\gamma_q = 1.5$ permanentes favorables $\gamma_g = 1$ variables favorables $\gamma_q = 0$ Eau favorable $\gamma_w;inf = 1$ Eau défavorable $\gamma_w;sup = 1.35$	Approche 2 - ELU Glissement (ELU Article 9.3.1) Poussée défavorable-Poids favorable Renversement (ELU Article 9.2.2) Poussée défavorable-Poids favorable Poinçonnement (ELU Article 9.2.1) Poussée défavorable-Poids favorable	Rh;d = 363.19 kN Rp;d = 0 kN Hd = 324.94 kN $Hd \leq Rh;d + Rp;d$ $e = 0.773 \text{ m}$ $e < 7/15 * B = 2.66 \text{ m}$ R0=0 kN; $i\delta\beta=0.204$ Rv;d = 603.96 kN Vd = 513.5 kN $Vd \leq Rv;d + R0$ $e = 0.413 \text{ m}$ $e < 1/4 * B = 1.42 \text{ m}$ R0=0 kN; $i\delta\beta=0.317$ Rv;d = 671.61 kN Vd = 513.5 kN $Vd \leq Rv;d + R0$	Capacité portante (Annexe F) Ned = 587.1 kN Ved = 433.95 kN Med = 1066 kN.m Nmax = 4750 kN F barre = 0.177 N barre = 0.124 V barre = 0.0914 M barre = 0.0394 $Resultat = -0.153 \leq 0$ vérifié Glissement (Articles 5.4.1.1) Ved = 433.95 kN Epd = 0 kN Ned = 587.1 kN Frd = 293.64 kN $Ved > Frd + Epd$	Capacité portante (Annexe F) Ned = 533.91 kN Ved = 398.47 kN Med = 1014.6 kN.m Nmax = 4750 kN F barre = 0.177 N barre = 0.112 V barre = 0.0839 M barre = 0.0375 $Resultat = -0.136 \leq 0$ vérifié Glissement (Articles 5.4.1.1) Ved = 398.47 kN Epd = 0 kN Ned = 533.91 kN Frd = 267.03 kN $Ved > Frd + Epd$
Résistances portance (ELU) $\gamma_R;v = 1.4$ portance (ELS) $\gamma_R;v = 2.3$ glissement $\gamma_R;h = 1.1$ butée $\gamma_R;e = 1.4$	Approche 2 - ELS Renversement (ELS Article 12.3) Poinçonnement (ELS Article 12.2)			
Methode glissement $\gamma_R;d;h = 0.9$ portance $\gamma_R;d;v = 1$				

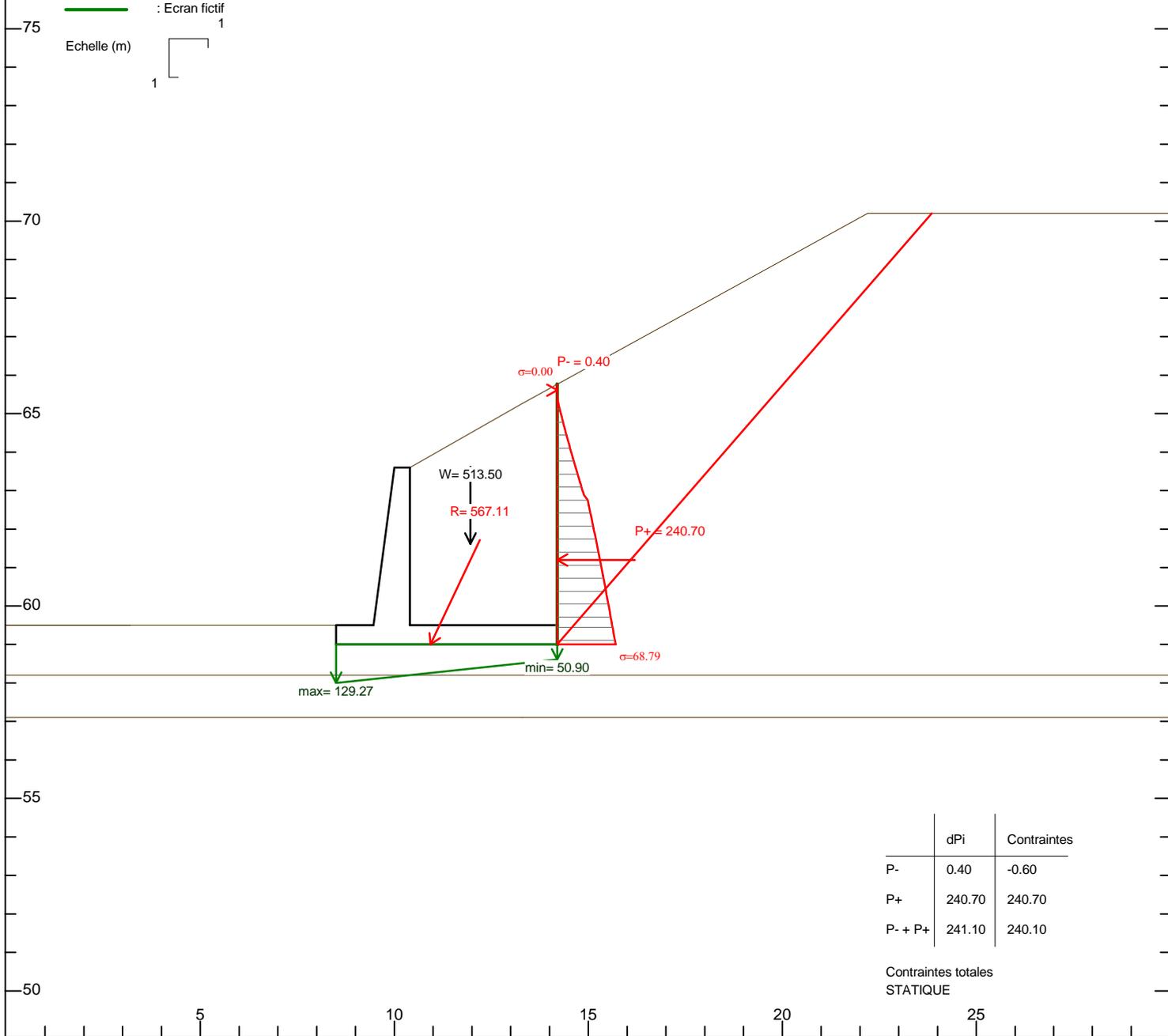
RESULTATS DE CALCULS INTERMEDIAIRES (METHODE CLASSIQUE)

Statique	Sismique Pesant	Sismique Allégeant
$\beta=0.00^\circ, d=0.00 \text{ m}$ Vol. mur = 5.579 m ²	$\beta=0.00^\circ, d=0.00 \text{ m}$	$\beta=0.00^\circ, d=0.00 \text{ m}$

 GEOMUR© v2.10 du 01/08/2016 développé par GEOS site web : http://www.geos.fr e-mail : logiciels@geos.fr	GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS	Tél : 04 50 95 38 14 Fax :04 50 95 99 36
---	---	---

16MG503Ab_MTC 10/12/2021 - 18:14	Mur n°2	FIGURE 1 - 2/6
----------------------------------	---------	----------------

16MG503Ab_MTC 10/12/2021 - 18:14	Mur n°2	FIGURE 1 - 3/6



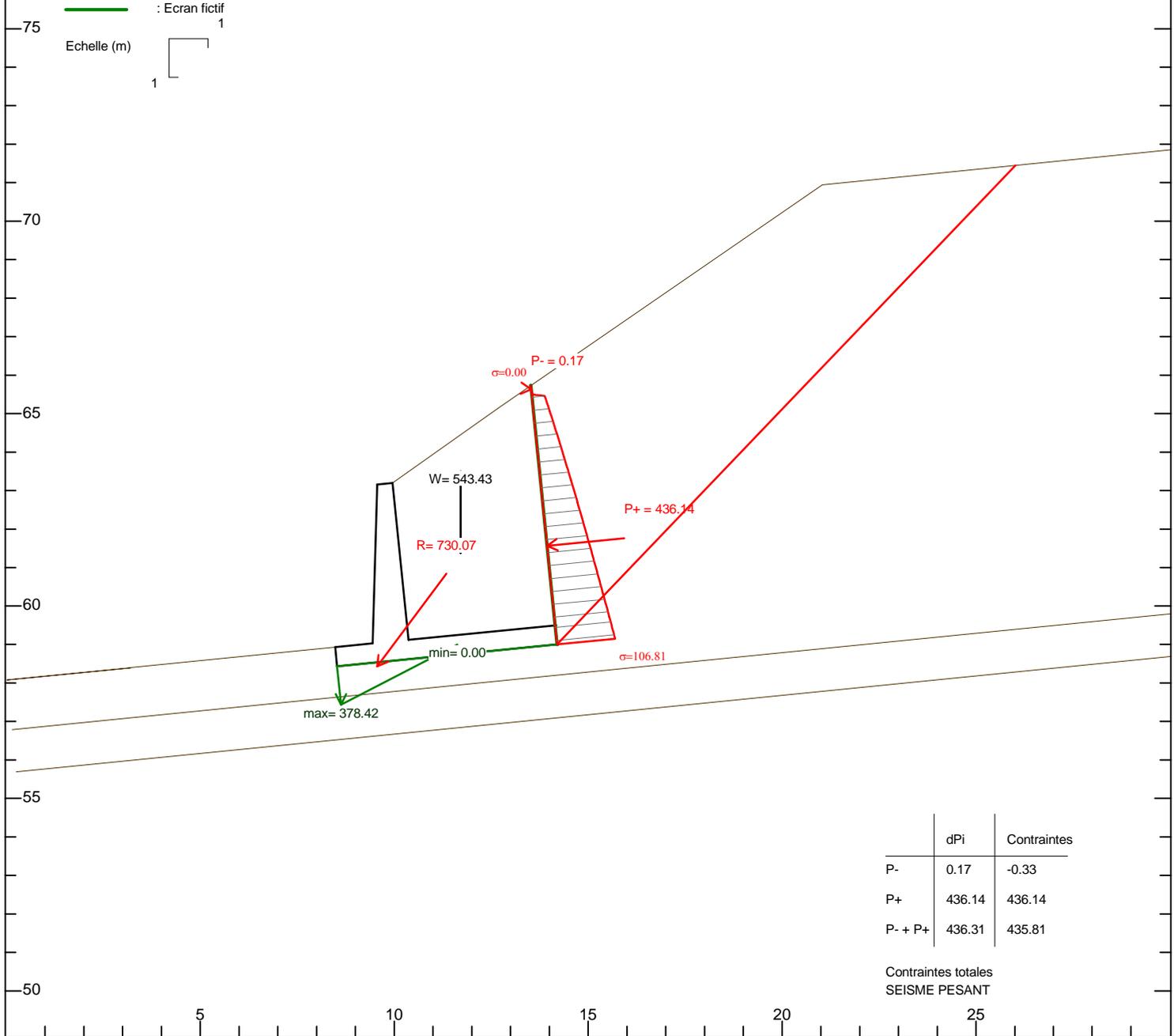
POIDS DU MUR	W = 513.50 kN	Xg = 11.97 m	Yg = 61.62 m
dont : W mur = 139.46 kN	W charges = 0.00 kN	W sol/semelle = 374.03 kN	W sol/patin = 0.00 kN
		W sol sous semelle = 0.00 kN	W eau = 0.00 kN

POUSSEE TOTALE	P = 240.70 kN	$\tau = 0.00^\circ$	Pv = 0.00 kN	Ph = 240.70 kN	X = 14.20 m	Y = 61.19 m
Poussée due au sol	P = 240.70 kN	$\tau = 0.00^\circ$	Pv = 0.00 kN	Ph = 240.70 kN	X = 14.20 m	Y = 61.19 m

RESULTANTE	R = 567.11 kN	$\tau = 64.89^\circ$	Rv = 513.50 kN	Rh = 240.70 kN	X = 10.94 m	Y = 59.00 m
------------	---------------	----------------------	----------------	----------------	-------------	-------------

GEOMUR® v2.10 du 01/08/2016 développé par GEOS GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Tél : 04 50 95 38 14
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS Fax : 04 50 95 99 36

16MG503Ab_MTC 10/12/2021 - 18:14	Mur n°2	FIGURE 1 - 4/6



	dPi	Contraintes
P-	0.17	-0.33
P+	436.14	436.14
P- + P+	436.31	435.81

Contraintes totales
SEISME PESANT

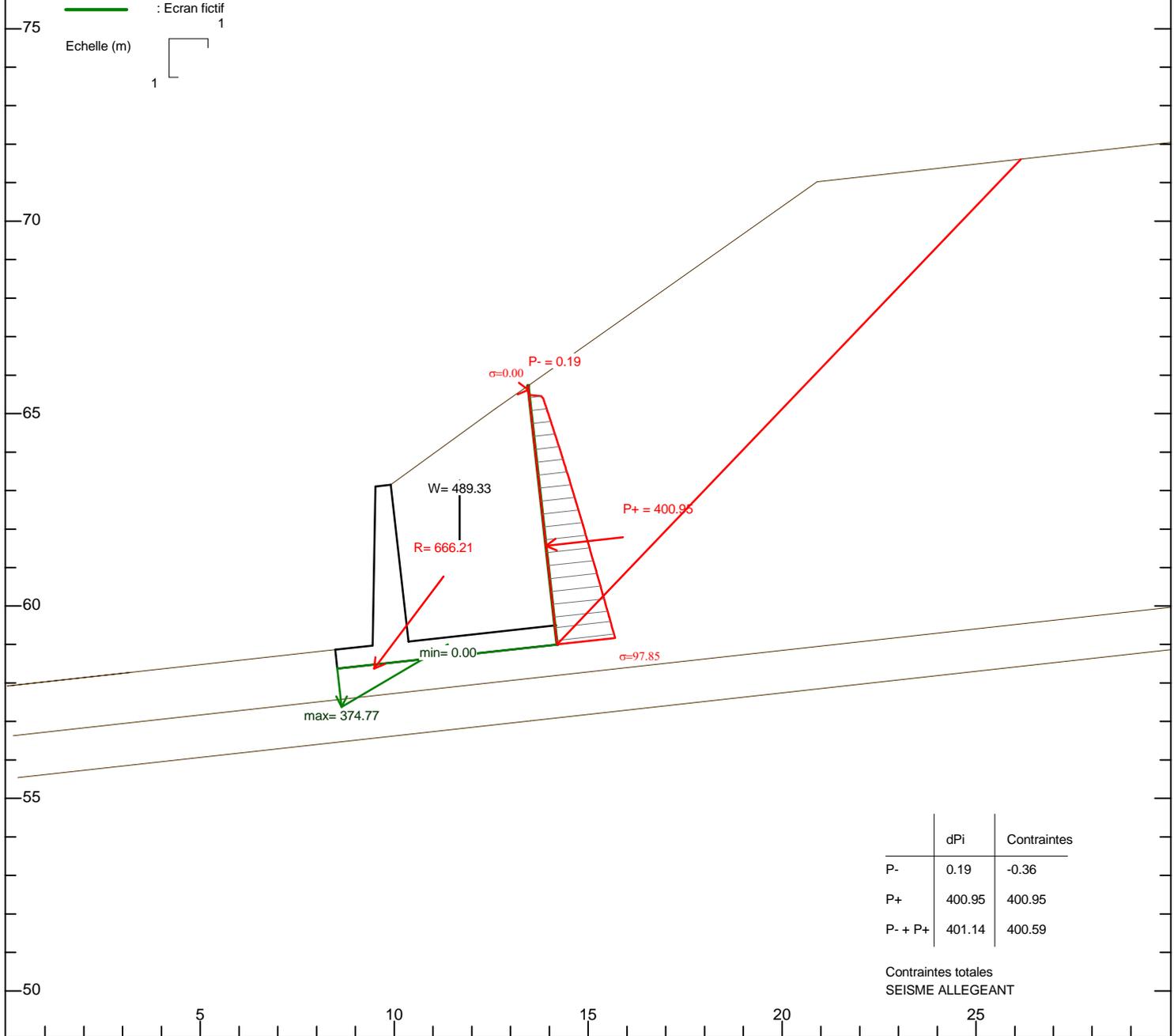
POIDS DU MUR	W = 543.43 kN	Xg = 11.71 m	Yg = 61.38 m
dont : W mur = 147.59 kN	W charges = 0.00 kN	W sol/semelle = 395.84 kN	W sol/patin = 0.00 kN
		W sol sous semelle = 0.00 kN	W eau = 0.00 kN

POUSSEE TOTALE	P = 436.14 kN	$\tau = 5.75^\circ$	Pv = 43.67 kN	Ph = 433.95 kN	X = 13.94 m	Y = 61.56 m
Poussée due au sol	P = 436.14 kN	$\tau = 5.75^\circ$	Pv = 43.67 kN	Ph = 433.95 kN	X = 13.94 m	Y = 61.56 m

RESULTANTE	R = 730.07 kN	$\tau = 53.53^\circ$	Rv = 587.10 kN	Rh = 433.95 kN	X = 9.56 m	Y = 58.43 m
-------------------	---------------	----------------------	----------------	----------------	------------	-------------

GEOMUR® v2.10 du 01/08/2016 développé par GEOS GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Tél : 04 50 95 38 14
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS Fax : 04 50 95 99 36

16MG503Ab_MTC 10/12/2021 - 18:14	Mur n°2	FIGURE 1 - 5/6



	dPi	Contraintes
P-	0.19	-0.36
P+	400.95	400.95
P- + P+	401.14	400.59

Contraintes totales
SEISME ALLEGEANT

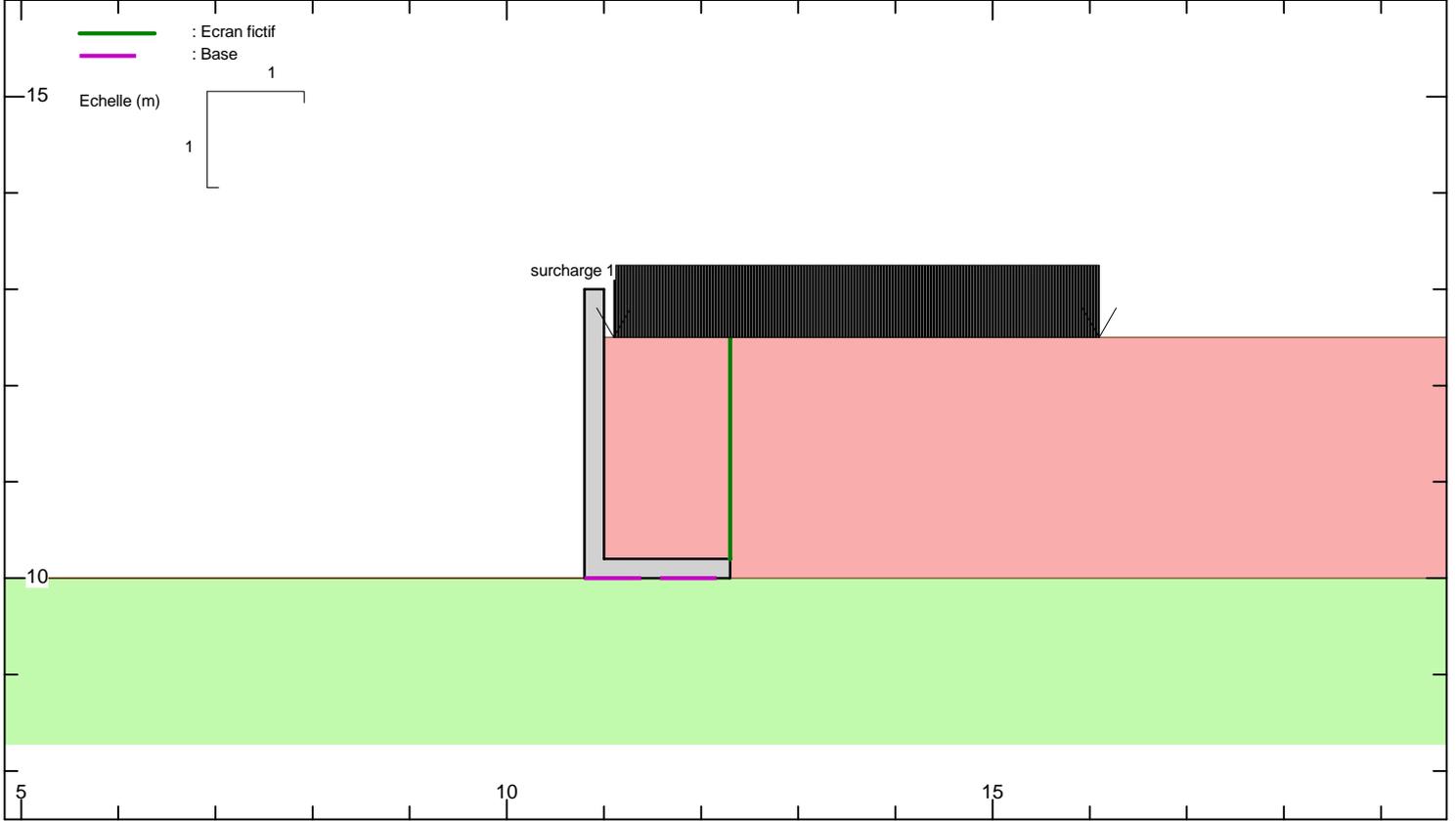
POIDS DU MUR	W= 489.33 kN	Xg= 11.69 m	Yg= 61.35 m
dont : W mur= 132.90 kN	W charges= 0.00 kN	W sol/semelle= 356.43 kN	W sol/patin = 0.00 kN
		W sol sous semelle= 0.00 kN	W eau= 0.00 kN

POUSSEE TOTALE	P= 400.95 kN	$\tau = 6.38^\circ$	Pv = 44.58 kN	Ph = 398.47 kN	X = 13.91 m	Y = 61.57 m
Poussée due au sol	P= 400.95 kN	$\tau = 6.38^\circ$	Pv = 44.58 kN	Ph = 398.47 kN	X = 13.91 m	Y = 61.57 m

RESULTANTE	R= 666.21 kN	$\tau = 53.27^\circ$	Rv = 533.91 kN	Rh = 398.47 kN	X = 9.49 m	Y = 58.37 m
-------------------	--------------	----------------------	----------------	----------------	------------	-------------

GEOMUR® v2.10 du 01/08/2016 développé par GEOS GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Tél : 04 50 95 38 14
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS Fax : 04 50 95 99 36

16MG503Ab_MTC 10/12/2021 - 18:14	Mur n°2	FIGURE 1 - 6/6



GEOMUR© v2.10 du 01/08/2016 développé par GEOS GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Tél : 04 50 95 38 14
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS Fax : 04 50 95 99 36

SOLS	γ	c	Γc sism	ϕ	$\Gamma \phi$ sism	δ	Ca
1	19.00	2.00	(1.25)	28.00	(1.25)	0.00	0.00
2	22.00	20.00	(1.25)	35.00	(1.25)	0.00	0.00

MUR	γ	BASE	C	ϕ	q0	qu	Type sol
	25.00		20.00	35.00	0.00	1000.00	cohérent

SURCHARGES	Xg	Xd	Qg	Qd	α	
1	11.10	16.10	15.00	15.00	0.00	permanente

Fichier : Mur 5.gmr
 Unités : kN, m
 Méthode de CULMANN
 Surfaces brisées précalculées
 Xi incliné à delta

Prise en compte de la cohésion pour le calcul des poussées :
 Intégration de la partie positive du diagramme des contraintes, calculé avec la cohésion.

Séisme - NF EN 1998 - 5
 Sol purement cohérent c : 20.000
 g = 9.81 m/s² agr = 1.1 m/s²
 yi = 1.4 r = 2
 ST = 1 S = 1.35
 α h/v = 0.5
 σ_h = 0.106 σ_v = 0.053

8/4/2022 - 10:30		FIGURE 1/6
------------------	--	------------

Facteurs de sécurité partiels	Critère	Statique	Sismique	
			Pesant	Allégeant
	Eurocodes 7 : NF P 94-281		NF EN 1998-5	NF EN 1998-5
Actions - ELU permanentes défavorables $\gamma_g = 1.35$ variables défavorables $\gamma_q = 1.5$ permanentes favorables $\gamma_g = 1$ variables favorables $\gamma_q = 0$ Eau favorable $\gamma_w; \text{inf} = 1$ Eau défavorable $\gamma_w; \text{sup} = 1.35$	Approche 2 - ELU Glissement (ELU Article 9.3.1) Poussée défavorable-Poids favorable Renversement (ELU Article 9.2.2) Poussée défavorable-Poids favorable Poinçonnement (ELU Article 9.2.1) Poussée défavorable-Poids favorable	Rh;d = 68.118 kN Rp;d = 0 kN Hd = 33.846 kN $Hd \leq Rh;d + Rp;d$ $e = 0.387 \text{ m}$ $e < 7/15 * B = 0.7 \text{ m}$ R0=0 kN; $i\delta\beta=0.443$ Rv;d = 229.42 kN Vd = 96.31 kN $Vd \leq Rv;d + R0$ $e = 0.289 \text{ m}$ $e < 1/4 * B = 0.375 \text{ m}$ R0=0 kN; $i\delta\beta=0.556$ Rv;d = 223.03 kN Vd = 96.31 kN $Vd \leq Rv;d + R0$	Capacité portante (Annexe F) Ned = 105.89 kN Ved = 40.4 kN Med = 64.036 kN.m Nmax = 1250 kN F barre = 0.35 N barre = 0.0847 V barre = 0.0323 M barre = 0.0342 $\text{Resultat} = -0.0801 \leq 0$ vérifié Glissement (Articles 5.4.1.1) Ved = 40.4 kN Epd = 0 kN Ned = 105.89 kN Frd = 52.963 kN $Ved \leq Frd + Epd$	Capacité portante (Annexe F) Ned = 95.755 kN Ved = 36.505 kN Med = 59.672 kN.m Nmax = 1250 kN F barre = 0.35 N barre = 0.0766 V barre = 0.0292 M barre = 0.0318 $\text{Resultat} = -0.0338 \leq 0$ vérifié Glissement (Articles 5.4.1.1) Ved = 36.505 kN Epd = 0 kN Ned = 95.755 kN Frd = 47.892 kN $Ved \leq Frd + Epd$
Résistances portance (ELU) $\gamma_R; v = 1.4$ portance (ELS) $\gamma_R; v = 2.3$ glissement $\gamma_R; h = 1.1$ butée $\gamma_R; e = 1.4$	Approche 2 - ELS Renversement (ELS Article 12.3) Poinçonnement (ELS Article 12.2)			
Methode glissement $\gamma_R; d; h = 0.9$ portance $\gamma_R; d; v = 1$				

RESULTATS DE CALCULS INTERMEDIAIRES (METHODE CLASSIQUE)

Statique	Sismique Pesant	Sismique Allégeant
$\beta=0.00^\circ, d=0.00 \text{ m}$ Vol. mur = 0.860 m ²	$\beta=0.00^\circ, d=0.00 \text{ m}$	$\beta=0.00^\circ, d=0.00 \text{ m}$

 GEOMUR© v2.10 du 01/08/2016 développé par GEOS site web : http://www.geos.fr e-mail : logiciels@geos.fr	GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS	Tél : 04 50 95 38 14 Fax : 04 50 95 99 36
---	---	--

8/4/2022 - 10:30		FIGURE 2/6
------------------	--	------------

8/4/2022 - 10:30		FIGURE 3/6
------------------	--	---------------

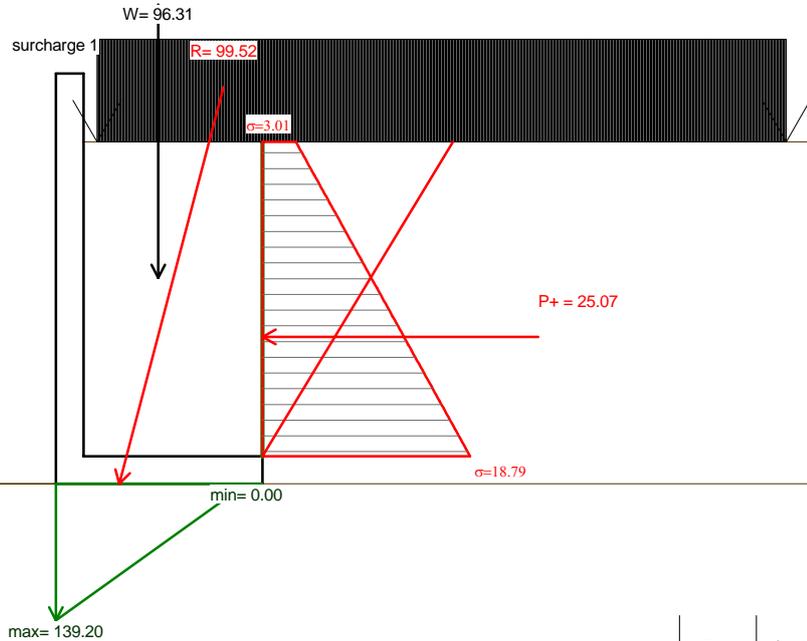
Ecran fictif 1

Echelle (m)

1

15

10



	dPi	Contraintes
P-	0.00	-0.00
P+	25.07	25.07
P- + P+	25.07	25.07

Contraintes totales
STATIQUE

15

POIDS DU MUR

dont : W mur= 21.50 kN

W= 96.31 kN

W charges= 18.00 kN

W sol/semelle= 56.81 kN

W sol/patin = 0.00 kN

Xg= 11.54 m

Yg= 11.50 m

W sol sous semelle= 0.00 kN

W eau= 0.00 kN

POUSSEE TOTALE

P= 25.07 kN

$\tau = 0.00^\circ$

Pv = 0.00 kN

Ph = 25.07 kN

X = 12.30 m

Y = 11.07 m

Poussée due au sol

P= 12.62 kN

$\tau = 0.00^\circ$

Pv = 0.00 kN

Ph = 12.62 kN

X = 12.30 m

Y = 10.81 m

Poussée due aux charges

P= 12.46 kN

$\tau = 0.00^\circ$

Pv = 0.00 kN

Ph = 12.46 kN

X = 12.30 m

Y = 11.35 m

RESULTANTE

R= 99.52 kN

$\tau = 75.41^\circ$

Rv= 96.31 kN

Rh= 25.07 kN

X = 11.26 m

Y = 10.00 m

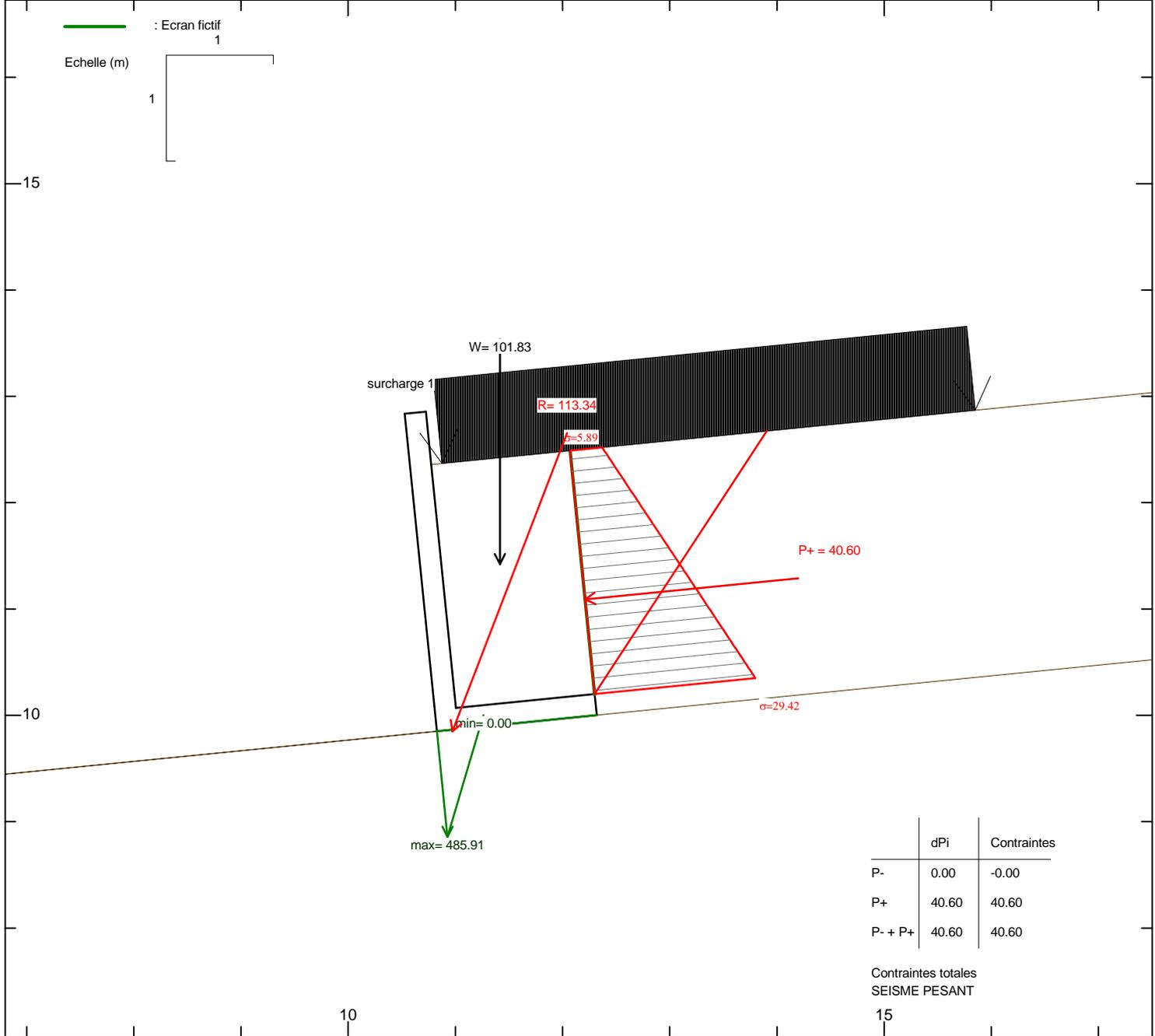
GEOMUR© v2.10 du 01/08/2016 développé par GEOS
site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2
Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS

Tél : 04 50 95 38 14
Fax : 04 50 95 99 36

8/4/2022 - 10:30

FIGURE
4/6



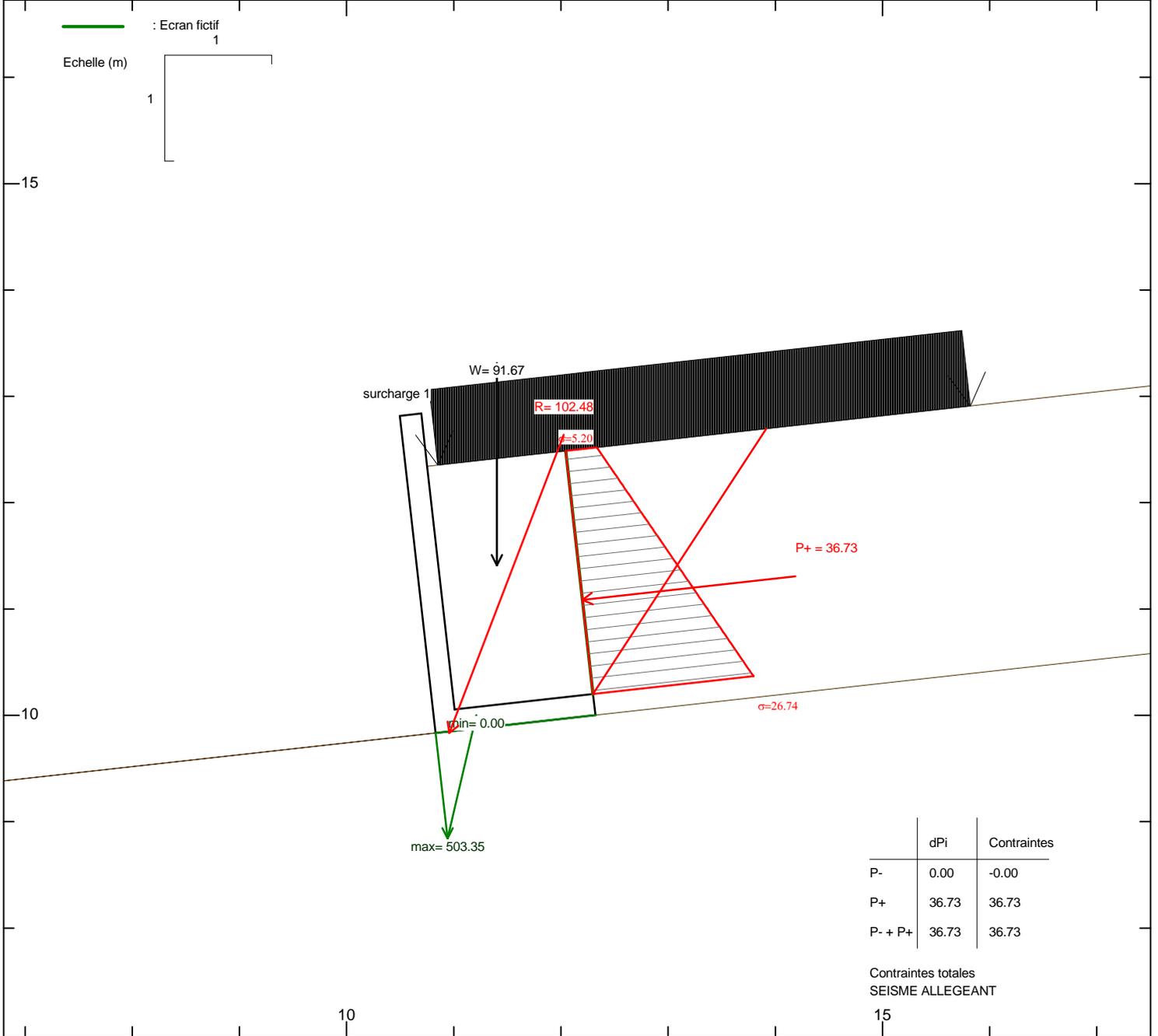
POIDS DU MUR	W= 101.83 kN	Xg= 11.42 m	Yg= 11.42 m
dont : W mur= 22.75 kN	W charges= 18.95 kN	W sol/semelle= 60.12 kN	W sol/patin = 0.00 kN
		W sol sous semelle= 0.00 kN	W eau= 0.00 kN

POUSSEE TOTALE	P= 40.60 kN	$\tau = 5.75^\circ$	Pv = 4.07 kN	Ph = 40.40 kN	X = 12.21 m	Y = 11.09 m
--- Poussee due au sol	P= 22.13 kN	$\tau = 5.75^\circ$	Pv = 2.22 kN	Ph = 22.01 kN	X = 12.23 m	Y = 10.88 m
--- Poussee due aux charges	P= 18.48 kN	$\tau = 5.75^\circ$	Pv = 1.85 kN	Ph = 18.39 kN	X = 12.18 m	Y = 11.34 m

RESULTANTE	R= 113.34 kN	$\tau = 69.12^\circ$	Rv= 105.89 kN	Rh= 40.40 kN	X = 10.97 m	Y = 9.85 m
-------------------	--------------	----------------------	---------------	--------------	-------------	------------

GEOMUR® v2.10 du 01/08/2016 développé par GEOS GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Tél : 04 50 95 38 14
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS Fax : 04 50 95 99 36

8/4/2022 - 10:30		FIGURE 5/6
------------------	--	------------



POIDS DU MUR	W= 91.67 kN	W sol/semelle= 54.14 kN	W sol/patin = 0.00 kN	Xg= 11.40 m	Yg= 11.41 m
dont : W mur= 20.49 kN	W charges= 17.05 kN			W sol sous semelle= 0.00 kN	W eau= 0.00 kN

POUSSEE TOTALE	P= 36.73 kN	τ= 6.38 °	Pv = 4.08 kN	Ph = 36.50 kN	X = 12.20 m	Y = 11.09 m
--- Poussee due au sol	P= 19.83 kN	τ= 6.38 °	Pv = 2.21 kN	Ph = 19.71 kN	X = 12.22 m	Y = 10.87 m
--- Poussee due aux charges	P= 16.90 kN	τ= 6.38 °	Pv = 1.88 kN	Ph = 16.80 kN	X = 12.17 m	Y = 11.34 m

RESULTANTE	R= 102.48 kN	τ= 69.13 °	Rv= 95.75 kN	Rh= 36.50 kN	X = 10.96 m	Y = 9.83 m
------------	--------------	------------	--------------	--------------	-------------	------------

GEOMUR® v2.10 du 01/08/2016 développé par GEOS
site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2
Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS

Tél : 04 50 95 38 14
Fax : 04 50 95 99 36

8/4/2022 - 10:30		FIGURE 6/6
------------------	--	---------------

A4 - RESULTATS DES CALCULS DES MICROPIEUX

Données

Titre du projet : Fondprof mur n°1 (pieu n°1)

Numéro d'affaire : 21CGc210 Cap Horizon

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Micropieux diam 100mm

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,10

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 1 [FS] - Foré simple (pieux et barrettes)

Pieu de grande longueur : Non

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,455	0,556	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 70,60

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase pl*	qsl	kpmax	yR,d1*yR,d2
1	Couche 1	Argile, limons		67,60	0,00	1,15	1,265
2	Couche 2	Sols intermédiaires, tendance argileuse		65,10	2000,00	1,15	1,265
3	Couche 3	Marne et calcaire marneux		50,00	4700,00	1,45	1,265

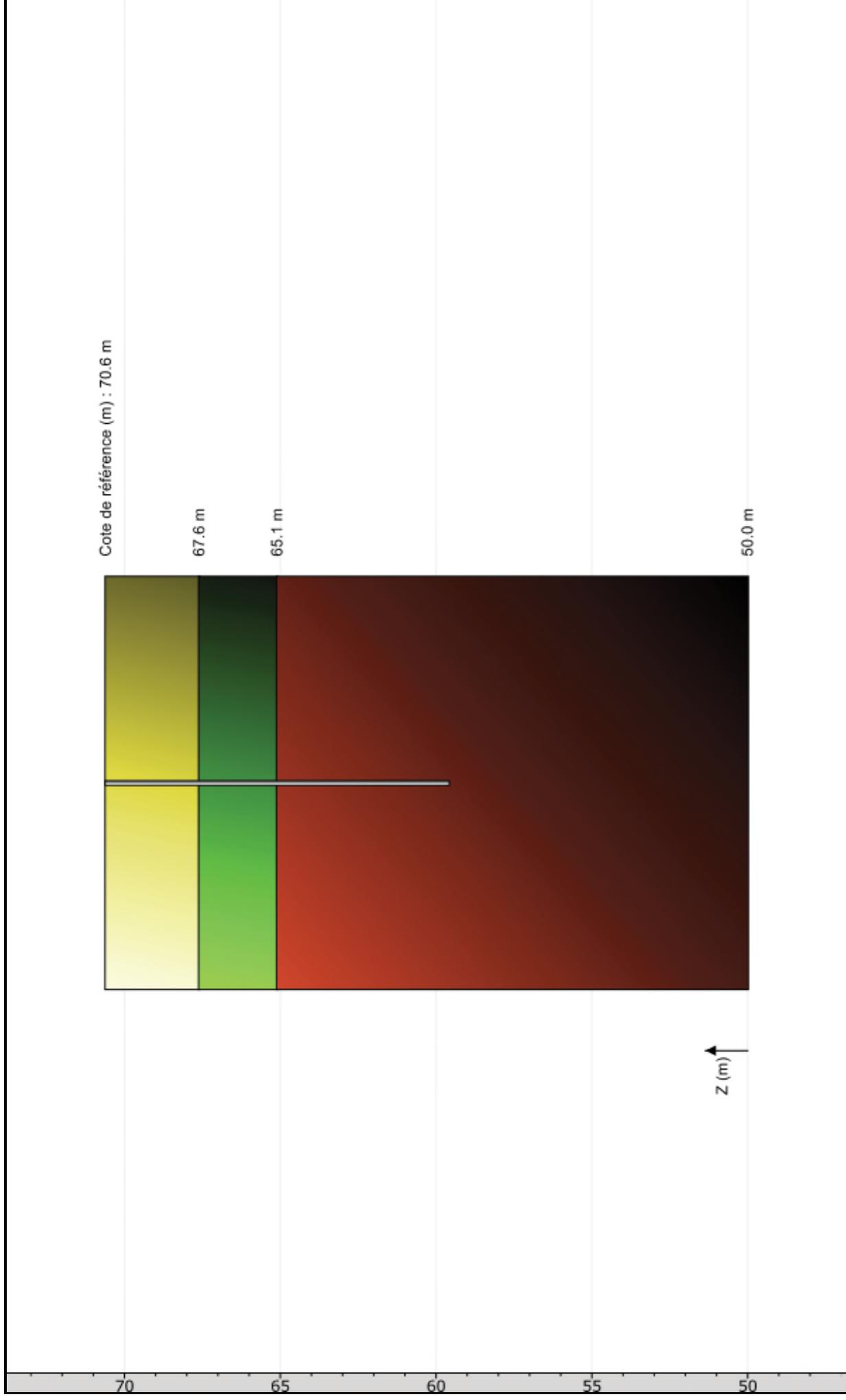
Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 11,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

Onglet "Données des couches"



File : C:\Users\MARINE-1\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\5756\FF.0.resu

Calcul réalisé le : 07/12/2021 à 15h21
par : ERG

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 1
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.455	0.556	0.909	1.000

Cote de référence : 70.600

Section du pieu : 0.008
Périmètre : 0.314

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	67.60	0.0	0.00	1.00	1.15	1.26
02	65.10	2000.0	50.55	1.00	1.15	1.26
03	50.00	4700.0	170.00	1.00	1.45	1.26

Pas du calcul : 0.50

SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 11.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	70.60	0.00	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	70.10	0.00	0.0	1.150	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	69.60	0.00	0.0	1.150	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	69.10	0.00	0.0	1.150	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	68.60	0.00	500.0	1.000	0.0	3.9	1.4	1.7	2.8	3.1
01	68.10	0.00	1000.0	1.000	0.0	7.9	2.8	3.5	5.6	6.2
01	67.60	0.00	1500.0	1.000	0.0	11.8	4.2	5.2	8.5	9.3
01	67.60	0.00	1500.0	1.000	0.0	11.8	4.2	5.2	8.5	9.3
02	67.60	50.55	2000.0	1.000	0.0	15.7	5.6	6.9	11.3	12.4
02	67.10	50.55	2000.0	1.150	7.9	18.1	10.5	12.8	18.7	20.6
02	66.60	50.55	2000.0	1.150	15.9	18.1	14.5	17.7	24.4	26.8
02	66.10	50.55	2675.0	1.150	23.8	24.2	20.7	25.3	34.5	37.9
02	65.60	50.55	3350.0	1.150	31.8	30.3	26.9	32.8	44.6	49.0
02	65.10	50.55	4025.0	1.149	39.7	36.3	33.0	40.4	54.6	60.1
02	65.10	50.55	4025.0	1.149	39.7	36.3	33.0	40.4	54.6	60.1
03	65.10	170.00	4700.0	1.383	39.7	51.1	38.3	46.9	65.2	71.7
03	64.60	170.00	4700.0	1.450	66.4	53.5	52.6	64.4	86.2	94.8
03	64.10	170.00	4700.0	1.450	93.1	53.5	66.1	80.8	105.4	115.9
03	63.60	170.00	4700.0	1.450	119.8	53.5	79.5	97.2	124.6	137.0
03	63.10	170.00	4700.0	1.450	146.5	53.5	92.9	113.6	143.7	158.1
03	62.60	170.00	4700.0	1.450	173.2	53.5	106.3	130.1	162.9	179.2
03	62.10	170.00	4700.0	1.450	199.9	53.5	119.8	146.5	182.1	200.4

03	61.60	170.00	4700.0	1.450	226.6	53.5	133.2	162.9	201.3	221.5
03	61.10	170.00	4700.0	1.450	253.3	53.5	146.6	179.3	220.5	242.6
03	60.60	170.00	4700.0	1.450	280.0	53.5	160.0	195.8	239.7	263.7
03	60.10	170.00	4700.0	1.450	306.7	53.5	173.5	212.2	258.9	284.8
03	59.60	170.00	4700.0	1.450	333.4	53.5	186.9	228.6	278.1	305.9



FoXta v4
v4.1.7

Imprimé le : 07/12/2021 - 15:23:37
Calcul réalisé par : ERG
Projet : Fondprof mur n°1
Module : Fondprof (Pieu 1/1)

Données

Titre du projet : Fondprof mur n°1

Numéro d'affaire : 21CGc210 Cap Horizon

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Micropieux diam 100mm (pieu n°1)

Type de calcul : Calcul de pieu sous sollicitations latérales

Loi p-y avec saisie directe des données pressiométriques

Cas où les sollicitations dues aux poussées latérales du sol dominant

Cote de référence (m) : 70.60

Inclinaison du pieu (°) : 0,0

Nb d'incrémentations : 20

Nb d'itérations par incrément : 100

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	EM	α	B	pf*	pl*
1	Couche 1		67,60	5,00E03	0,67	0,10	150,00	150,00
2	Couche 2		65,10	3,00E04	0,67	0,10	1500,00	2000,00
3	Couche 3		64,10	2,00E05	0,50	0,10	4700,00	4700,00

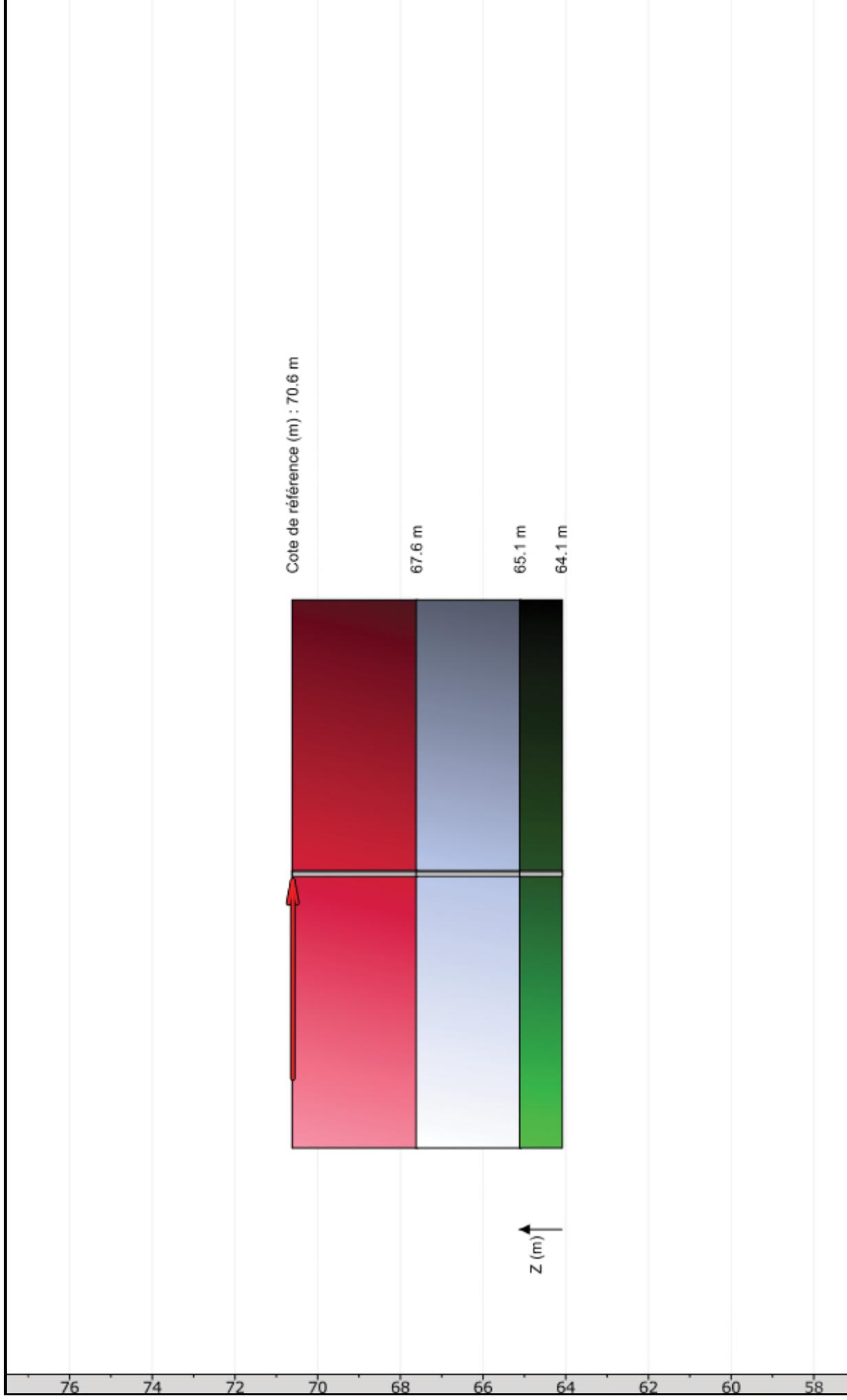
Discretisation

Nom	h	EI	n
Couche 1	3,00	1,22E02	18
Couche 2	2,50	1,22E02	12
Couche 3	1,00	1,22E02	3

Charges ponctuelles

N°	Z	T	M	K	C
0	70,60	6,10	0,00	0,00E00	0,00E00
1	67,60	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
2	65,10	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
3	64,10	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00

Onglet "Chargement extérieur sur le pieu"



File : C:\Users\MARINE-1\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\5756\PC.0.resu

Calcul réalisé le : 07/12/2021 à 15h45
par : ERG

Titre du calcul : Micropieux diam 100mm

nb d'incrémentations : 020
itération : 003Cote de référence : 70.600
Inclinaison(°) : 0.000

Type de calcul : Calcul de Pieu sous sollicitations latérales

Loi élastoplastique de mobilisation de la réaction latérale du sol définie à partir des caractéristiques pressiométriques

Type de sollicitations : 2. Cas où les sollicitations dues aux poussées latérales du sol dominent

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	EI	EM	alpha	B	pf	pl
01	67.60	0.122E+03	5000.00	0.67	0.100	150.00	150.00
02	65.10	0.122E+03	30000.00	0.67	0.100	1500.00	2000.00
03	64.10	0.122E+03	200000.00	0.50	0.100	4700.00	4700.00

Discretisation du pieu (Paramètres du calcul)

Elément	XL	EI	ks1*B	pl*B	ks2*B	p2*B
001	0.167	0.1220E+03	0.9324E+04	0.1500E+02	0.4662E+04	0.1500E+02
002	0.167	0.1220E+03	0.9324E+04	0.1500E+02	0.4662E+04	0.1500E+02
003	0.167	0.1220E+03	0.9324E+04	0.1500E+02	0.4662E+04	0.1500E+02
004	0.167	0.1220E+03	0.9324E+04	0.1500E+02	0.4662E+04	0.1500E+02
005	0.167	0.1220E+03	0.9324E+04	0.1500E+02	0.4662E+04	0.1500E+02
006	0.167	0.1220E+03	0.9324E+04	0.1500E+02	0.4662E+04	0.1500E+02
007	0.167	0.1220E+03	0.9324E+04	0.1500E+02	0.4662E+04	0.1500E+02
008	0.167	0.1220E+03	0.9324E+04	0.1500E+02	0.4662E+04	0.1500E+02
009	0.167	0.1220E+03	0.9324E+04	0.1500E+02	0.4662E+04	0.1500E+02
010	0.167	0.1220E+03	0.9324E+04	0.1500E+02	0.4662E+04	0.1500E+02
011	0.167	0.1220E+03	0.9324E+04	0.1500E+02	0.4662E+04	0.1500E+02
012	0.167	0.1220E+03	0.9324E+04	0.1500E+02	0.4662E+04	0.1500E+02
013	0.167	0.1220E+03	0.9324E+04	0.1500E+02	0.4662E+04	0.1500E+02
014	0.167	0.1220E+03	0.9324E+04	0.1500E+02	0.4662E+04	0.1500E+02
015	0.167	0.1220E+03	0.9324E+04	0.1500E+02	0.4662E+04	0.1500E+02
016	0.167	0.1220E+03	0.9324E+04	0.1500E+02	0.4662E+04	0.1500E+02
017	0.167	0.1220E+03	0.9324E+04	0.1500E+02	0.4662E+04	0.1500E+02
018	0.167	0.1220E+03	0.9324E+04	0.1500E+02	0.4662E+04	0.1500E+02
019	0.208	0.1220E+03	0.5594E+05	0.1500E+03	0.2797E+05	0.2000E+03
020	0.208	0.1220E+03	0.5594E+05	0.1500E+03	0.2797E+05	0.2000E+03
021	0.208	0.1220E+03	0.5594E+05	0.1500E+03	0.2797E+05	0.2000E+03
022	0.208	0.1220E+03	0.5594E+05	0.1500E+03	0.2797E+05	0.2000E+03
023	0.208	0.1220E+03	0.5594E+05	0.1500E+03	0.2797E+05	0.2000E+03
024	0.208	0.1220E+03	0.5594E+05	0.1500E+03	0.2797E+05	0.2000E+03
025	0.208	0.1220E+03	0.5594E+05	0.1500E+03	0.2797E+05	0.2000E+03
026	0.208	0.1220E+03	0.5594E+05	0.1500E+03	0.2797E+05	0.2000E+03
027	0.208	0.1220E+03	0.5594E+05	0.1500E+03	0.2797E+05	0.2000E+03
028	0.208	0.1220E+03	0.5594E+05	0.1500E+03	0.2797E+05	0.2000E+03
029	0.208	0.1220E+03	0.5594E+05	0.1500E+03	0.2797E+05	0.2000E+03
030	0.208	0.1220E+03	0.5594E+05	0.1500E+03	0.2797E+05	0.2000E+03
031	0.333	0.1220E+03	0.4494E+06	0.4700E+03	0.2247E+06	0.4700E+03
032	0.333	0.1220E+03	0.4494E+06	0.4700E+03	0.2247E+06	0.4700E+03
033	0.333	0.1220E+03	0.4494E+06	0.4700E+03	0.2247E+06	0.4700E+03

Nombre total d'éléments : 033

Points de calcul (repère local)

Noeud	Xn	cote
001	0.000	70.600
002	0.167	70.433
003	0.333	70.267
004	0.500	70.100
005	0.667	69.933
006	0.833	69.767
007	1.000	69.600
008	1.167	69.433
009	1.333	69.267
010	1.500	69.100
011	1.667	68.933
012	1.833	68.767
013	2.000	68.600
014	2.167	68.433
015	2.333	68.267
016	2.500	68.100
017	2.667	67.933
018	2.833	67.767
019	3.000	67.600
020	3.208	67.392
021	3.417	67.183
022	3.625	66.975
023	3.833	66.767
024	4.042	66.558
025	4.250	66.350
026	4.458	66.142
027	4.667	65.933
028	4.875	65.725
029	5.083	65.517
030	5.292	65.308
031	5.500	65.100
032	5.833	64.767
033	6.167	64.433
034	6.500	64.100

Nombre total de noeuds : 034

Charges ponctuelles (repère local)

Noeud	T	Mx
001	6.100	0.000

=====
 =====SOLUTION=====

Matrice de raideur en tête du pieu

T	r1	r2	y	T0
=			+	
M	r2	r3	w	M0

r1 = 0.1943E+04 T0 = 0.4524E+01
 r2 = -0.7885E+03 M0 = -0.5263E+00
 r3 = 0.4703E+03

Déplacements et sollicitations en tout point du pieu

Notations

- Z : cote (longueur)
- X : abscisse - repère local du pieu (longueur)
- y : flèche absolue latérale du pieu (longueur)
- w : rotation de la section
- g : déformée libre du sol projetée (longueur)
- M : moment fléchissant (force x longueur)



FoXta v4
v4.1.7

Imprimé le : 07/12/2021 - 15:47:04
 Calcul réalisé par : ERG
 Projet : Fondprof mur n°1
 Module : Piecoef+ (Pieu 1/1)
 Titre du calcul : Micropieux diam 100mm

T : effort tranchant (force)
r : réaction latérale du sol (force / unité de surface)

Elément	Z	X	y	g	w	T	M	r	palier
001	70.600	0.000	0.396E-02	0.000E+00	-0.775E-02	0.610E+01	0.996E-13	0.150E+03	3
001	70.517	0.083	0.332E-02	0.000E+00	-0.759E-02	0.485E+01	0.456E+00	0.150E+03	3
001	70.433	0.167	0.270E-02	0.000E+00	-0.716E-02	0.360E+01	0.808E+00	0.150E+03	3
002	70.433	0.167	0.270E-02	0.000E+00	-0.716E-02	0.360E+01	0.808E+00	0.150E+03	3
002	70.350	0.250	0.213E-02	0.000E+00	-0.651E-02	0.235E+01	0.106E+01	0.150E+03	3
002	70.267	0.333	0.162E-02	0.000E+00	-0.574E-02	0.110E+01	0.120E+01	0.150E+03	3
003	70.267	0.333	0.162E-02	0.000E+00	-0.574E-02	0.110E+01	0.120E+01	0.151E+03	3
003	70.183	0.417	0.118E-02	0.000E+00	-0.490E-02	0.192E-01	0.124E+01	0.110E+03	1
003	70.100	0.500	0.802E-03	0.000E+00	-0.405E-02	-0.745E+00	0.121E+01	0.748E+02	1
004	70.100	0.500	0.802E-03	0.000E+00	-0.405E-02	-0.745E+00	0.121E+01	0.748E+02	1
004	70.017	0.583	0.499E-03	0.000E+00	-0.325E-02	-0.125E+01	0.113E+01	0.465E+02	1
004	69.933	0.667	0.258E-03	0.000E+00	-0.252E-02	-0.154E+01	0.101E+01	0.241E+02	1
005	69.933	0.667	0.258E-03	0.000E+00	-0.252E-02	-0.154E+01	0.101E+01	0.241E+02	1
005	69.850	0.750	0.759E-04	0.000E+00	-0.188E-02	-0.166E+01	0.876E+00	0.708E+01	1
005	69.767	0.833	-0.568E-04	0.000E+00	-0.132E-02	-0.167E+01	0.737E+00	-0.529E+01	1
006	69.767	0.833	-0.568E-04	0.000E+00	-0.132E-02	-0.167E+01	0.737E+00	-0.529E+01	1
006	69.683	0.917	-0.148E-03	0.000E+00	-0.869E-03	-0.158E+01	0.601E+00	-0.138E+02	1
006	69.600	1.000	-0.204E-03	0.000E+00	-0.502E-03	-0.145E+01	0.474E+00	-0.190E+02	1
007	69.600	1.000	-0.204E-03	0.000E+00	-0.502E-03	-0.145E+01	0.474E+00	-0.190E+02	1
007	69.517	1.083	-0.234E-03	0.000E+00	-0.218E-03	-0.127E+01	0.361E+00	-0.218E+02	1
007	69.433	1.167	-0.242E-03	0.000E+00	-0.635E-05	-0.109E+01	0.262E+00	-0.226E+02	1
008	69.433	1.167	-0.242E-03	0.000E+00	-0.635E-05	-0.109E+01	0.262E+00	-0.226E+02	1
008	69.350	1.250	-0.236E-03	0.000E+00	0.143E-03	-0.902E+00	0.179E+00	-0.220E+02	1
008	69.267	1.333	-0.220E-03	0.000E+00	0.242E-03	-0.724E+00	0.111E+00	-0.205E+02	1
009	69.267	1.333	-0.220E-03	0.000E+00	0.242E-03	-0.724E+00	0.111E+00	-0.205E+02	1
009	69.183	1.417	-0.197E-03	0.000E+00	0.299E-03	-0.562E+00	0.580E-01	-0.184E+02	1
009	69.100	1.500	-0.171E-03	0.000E+00	0.324E-03	-0.419E+00	0.173E-01	-0.159E+02	1
010	69.100	1.500	-0.171E-03	0.000E+00	0.324E-03	-0.419E+00	0.173E-01	-0.159E+02	1
010	69.017	1.583	-0.144E-03	0.000E+00	0.325E-03	-0.296E+00	-0.124E-01	-0.134E+02	1
010	68.933	1.667	-0.117E-03	0.000E+00	0.309E-03	-0.195E+00	-0.327E-01	-0.109E+02	1
011	68.933	1.667	-0.117E-03	0.000E+00	0.309E-03	-0.195E+00	-0.327E-01	-0.109E+02	1
011	68.850	1.750	-0.927E-04	0.000E+00	0.282E-03	-0.113E+00	-0.454E-01	-0.864E+01	1
011	68.767	1.833	-0.705E-04	0.000E+00	0.248E-03	-0.502E-01	-0.521E-01	-0.657E+01	1
012	68.767	1.833	-0.705E-04	0.000E+00	0.248E-03	-0.502E-01	-0.521E-01	-0.657E+01	1
012	68.683	1.917	-0.513E-04	0.000E+00	0.212E-03	-0.306E-02	-0.542E-01	-0.478E+01	1
012	68.600	2.000	-0.352E-04	0.000E+00	0.175E-03	0.303E-01	-0.530E-01	-0.328E+01	1
013	68.600	2.000	-0.352E-04	0.000E+00	0.175E-03	0.303E-01	-0.530E-01	-0.328E+01	1
013	68.517	2.083	-0.221E-04	0.000E+00	0.140E-03	0.524E-01	-0.495E-01	-0.206E+01	1
013	68.433	2.167	-0.118E-04	0.000E+00	0.108E-03	0.654E-01	-0.445E-01	-0.110E+01	1
014	68.433	2.167	-0.118E-04	0.000E+00	0.108E-03	0.654E-01	-0.445E-01	-0.110E+01	1
014	68.350	2.250	-0.398E-05	0.000E+00	0.795E-04	0.713E-01	-0.388E-01	-0.371E+00	1
014	68.267	2.333	0.160E-05	0.000E+00	0.550E-04	0.721E-01	-0.328E-01	0.149E+00	1
015	68.267	2.333	0.160E-05	0.000E+00	0.550E-04	0.721E-01	-0.328E-01	0.149E+00	1
015	68.183	2.417	0.531E-05	0.000E+00	0.347E-04	0.693E-01	-0.268E-01	0.495E+00	1
015	68.100	2.500	0.749E-05	0.000E+00	0.183E-04	0.643E-01	-0.213E-01	0.699E+00	1
016	68.100	2.500	0.749E-05	0.000E+00	0.183E-04	0.643E-01	-0.213E-01	0.699E+00	1
016	68.017	2.583	0.846E-05	0.000E+00	0.555E-05	0.580E-01	-0.162E-01	0.789E+00	1
016	67.933	2.667	0.851E-05	0.000E+00	-0.390E-05	0.514E-01	-0.116E-01	0.793E+00	1
017	67.933	2.667	0.851E-05	0.000E+00	-0.390E-05	0.514E-01	-0.116E-01	0.793E+00	1
017	67.850	2.750	0.789E-05	0.000E+00	-0.104E-04	0.450E-01	-0.759E-02	0.736E+00	1
017	67.767	2.833	0.684E-05	0.000E+00	-0.144E-04	0.392E-01	-0.409E-02	0.638E+00	1
018	67.767	2.833	0.684E-05	0.000E+00	-0.144E-04	0.392E-01	-0.409E-02	0.638E+00	1
018	67.683	2.917	0.556E-05	0.000E+00	-0.161E-04	0.344E-01	-0.103E-02	0.518E+00	1
018	67.600	3.000	0.421E-05	0.000E+00	-0.159E-04	0.306E-01	0.167E-02	0.393E+00	1
019	67.600	3.000	0.421E-05	0.000E+00	-0.159E-04	0.306E-01	0.167E-02	0.236E+01	1
019	67.496	3.104	0.268E-05	0.000E+00	-0.134E-04	0.106E-01	0.374E-02	0.150E+01	1
019	67.392	3.208	0.145E-05	0.000E+00	-0.996E-05	-0.122E-02	0.416E-02	0.811E+00	1
020	67.392	3.208	0.145E-05	0.000E+00	-0.996E-05	-0.122E-02	0.416E-02	0.811E+00	1
020	67.287	3.312	0.595E-06	0.000E+00	-0.657E-05	-0.701E-02	0.369E-02	0.333E+00	1
020	67.183	3.417	0.617E-07	0.000E+00	-0.376E-05	-0.878E-02	0.284E-02	0.345E-01	1
021	67.183	3.417	0.617E-07	0.000E+00	-0.376E-05	-0.878E-02	0.284E-02	0.345E-01	1
021	67.079	3.521	-0.218E-06	0.000E+00	-0.172E-05	-0.822E-02	0.194E-02	-0.122E+00	1
021	66.975	3.625	-0.322E-06	0.000E+00	-0.407E-06	-0.658E-02	0.117E-02	-0.180E+00	1
022	66.975	3.625	-0.322E-06	0.000E+00	-0.407E-06	-0.658E-02	0.117E-02	-0.180E+00	1
022	66.871	3.729	-0.323E-06	0.000E+00	0.326E-06	-0.466E-02	0.582E-03	-0.181E+00	1
022	66.767	3.833	-0.269E-06	0.000E+00	0.643E-06	-0.292E-02	0.190E-03	-0.150E+00	1
023	66.767	3.833	-0.269E-06	0.000E+00	0.643E-06	-0.292E-02	0.190E-03	-0.150E+00	1
023	66.662	3.937	-0.198E-06	0.000E+00	0.697E-06	-0.156E-02	-0.400E-04	-0.111E+00	1
023	66.558	4.042	-0.129E-06	0.000E+00	0.608E-06	-0.612E-03	-0.150E-03	-0.720E-01	1
024	66.558	4.042	-0.129E-06	0.000E+00	0.608E-06	-0.612E-03	-0.150E-03	-0.720E-01	1
024	66.454	4.146	-0.728E-07	0.000E+00	0.464E-06	-0.319E-04	-0.180E-03	-0.407E-01	1
024	66.350	4.250	-0.323E-07	0.000E+00	0.313E-06	0.267E-03	-0.166E-03	-0.181E-01	1
025	66.350	4.250	-0.323E-07	0.000E+00	0.313E-06	0.267E-03	-0.166E-03	-0.181E-01	1
025	66.246	4.354	-0.658E-08	0.000E+00	0.186E-06	0.374E-03	-0.131E-03	-0.368E-02	1
025	66.142	4.458	0.754E-08	0.000E+00	0.905E-07	0.366E-03	-0.920E-04	0.422E-02	1
026	66.142	4.458	0.754E-08	0.000E+00	0.905E-07	0.366E-03	-0.920E-04	0.422E-02	1
026	66.037	4.562	0.134E-07	0.000E+00	0.274E-07	0.302E-03	-0.570E-04	0.752E-02	1
026	65.933	4.667	0.142E-07	0.000E+00	-0.906E-08	0.219E-03	-0.298E-04	0.793E-02	1
027	65.933	4.667	0.142E-07	0.000E+00	-0.906E-08	0.219E-03	-0.298E-04	0.793E-02	1



FoXta v4
v4.1.7

Imprimé le : 07/12/2021 - 15:47:04
Calcul réalisé par : ERG
Projet : Fondprof mur n°1
Module : Piecoef+ (Pieu 1/1)
Titre du calcul : Micropieux diam 100mm

027	65.829	4.771	0.122E-07	0.000E+00	-0.259E-07	0.142E-03	-0.111E-04	0.684E-02	1
027	65.725	4.875	0.920E-08	0.000E+00	-0.301E-07	0.790E-04	0.251E-06	0.515E-02	1
028	65.725	4.875	0.920E-08	0.000E+00	-0.301E-07	0.790E-04	0.251E-06	0.515E-02	1
028	65.621	4.979	0.620E-08	0.000E+00	-0.271E-07	0.343E-04	0.600E-05	0.347E-02	1
028	65.517	5.083	0.367E-08	0.000E+00	-0.209E-07	0.582E-05	0.795E-05	0.205E-02	1
029	65.517	5.083	0.367E-08	0.000E+00	-0.209E-07	0.582E-05	0.795E-05	0.205E-02	1
029	65.412	5.187	0.185E-08	0.000E+00	-0.142E-07	-0.991E-05	0.765E-05	0.103E-02	1
029	65.308	5.292	0.691E-09	0.000E+00	-0.819E-08	-0.170E-04	0.619E-05	0.386E-03	1
030	65.308	5.292	0.691E-09	0.000E+00	-0.819E-08	-0.170E-04	0.619E-05	0.386E-03	1
030	65.204	5.396	0.857E-10	0.000E+00	-0.371E-08	-0.190E-04	0.428E-05	0.480E-04	1
030	65.100	5.500	-0.139E-09	0.000E+00	-0.896E-09	-0.187E-04	0.230E-05	-0.780E-04	1
031	65.100	5.500	-0.139E-09	0.000E+00	-0.896E-09	-0.187E-04	0.230E-05	-0.627E-03	1
031	64.933	5.667	-0.142E-09	0.000E+00	0.583E-09	-0.665E-05	0.189E-06	-0.640E-03	1
031	64.767	5.833	-0.374E-10	0.000E+00	0.400E-09	-0.102E-06	-0.259E-06	-0.168E-03	1
032	64.767	5.833	-0.374E-10	0.000E+00	0.400E-09	-0.102E-06	-0.259E-06	-0.168E-03	1
032	64.600	6.000	0.215E-11	0.000E+00	0.104E-09	0.911E-06	-0.151E-06	0.967E-05	1
032	64.433	6.167	0.713E-11	0.000E+00	-0.152E-10	0.439E-06	-0.339E-07	0.320E-04	1
033	64.433	6.167	0.713E-11	0.000E+00	-0.152E-10	0.439E-06	-0.339E-07	0.320E-04	1
033	64.267	6.333	0.310E-11	0.000E+00	-0.301E-10	0.407E-07	0.190E-08	0.139E-04	1
033	64.100	6.500	-0.194E-11	0.000E+00	-0.274E-10	-0.129E-14	-0.373E-16	-0.871E-05	1

max+			0.396E-02	0.000E+00	0.325E-03	0.610E+01	0.124E+01	0.151E+03	
max-			-0.242E-03	0.000E+00	-0.775E-02	-0.167E+01	-0.542E-01	-0.226E+02	

 RESULTATS COMPLEMENTAIRES

Charges de flambement pour chaque mode

Mode	Charge
001	0.437E+03
002	0.229E+04
003	0.266E+04
004	0.331E+04
005	0.395E+04
006	0.470E+04
007	0.560E+04
008	0.586E+04
009	0.635E+04
010	0.719E+04
011	0.763E+04
012	0.779E+04
013	0.838E+04
014	0.948E+04
015	0.105E+05
016	0.116E+05
017	0.127E+05
018	0.139E+05
019	0.148E+05
020	0.160E+05
021	0.173E+05
022	0.186E+05
023	0.199E+05
024	0.212E+05
025	0.226E+05
026	0.244E+05
027	0.261E+05
028	0.285E+05
029	0.288E+05
030	0.318E+05
031	0.326E+05
032	0.361E+05
033	0.382E+05
034	0.409E+05

Mode de flambement critique

Xn	Yn
0.000	-0.100E+01
0.167	-0.690E+00
0.333	-0.410E+00
0.500	-0.188E+00
0.667	-0.350E-01
0.833	0.532E-01
1.000	0.912E-01
1.167	0.954E-01
1.333	0.807E-01



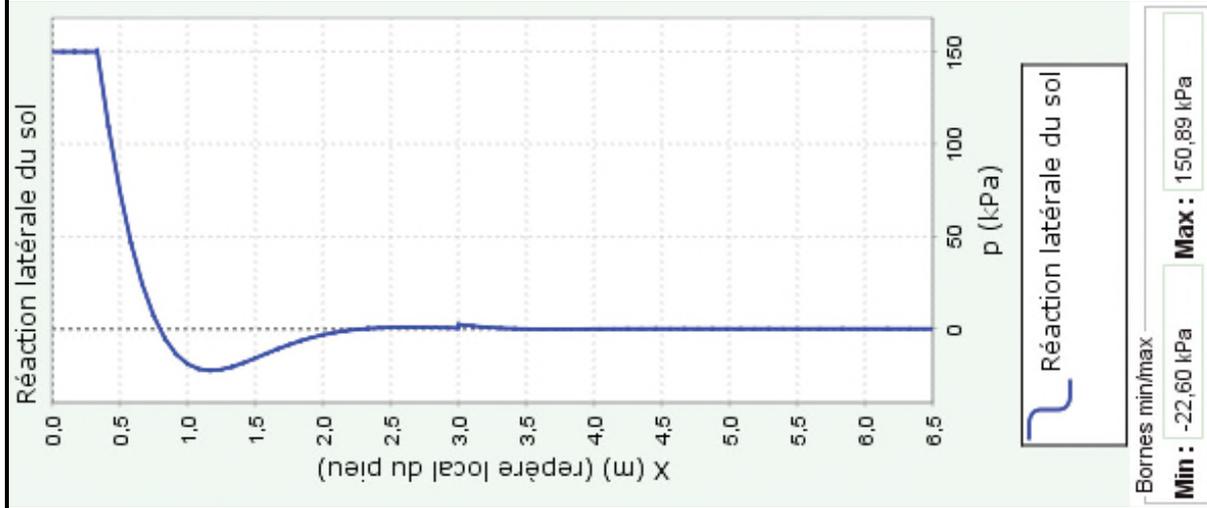
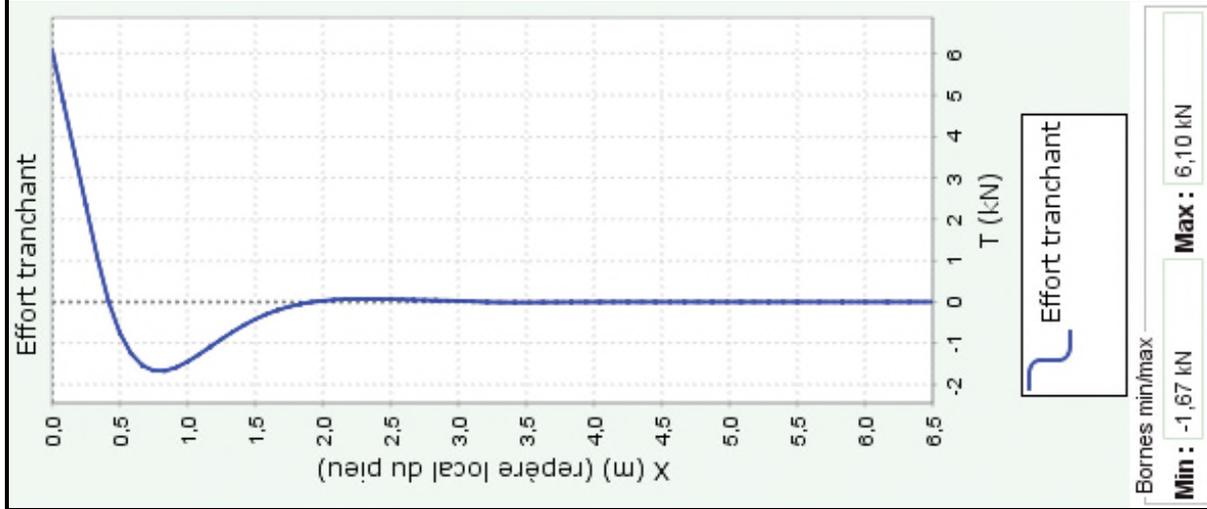
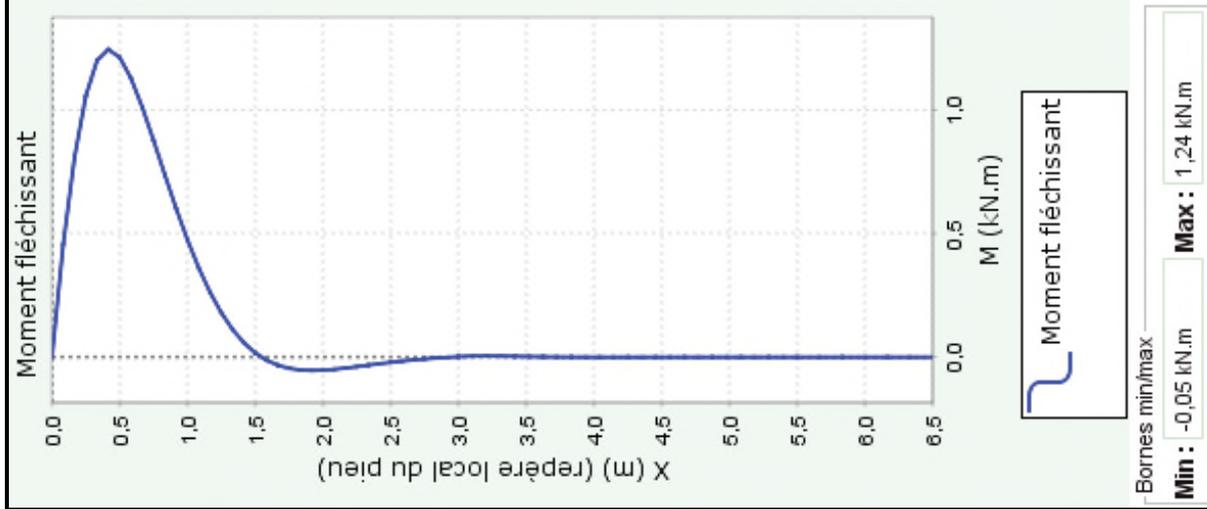
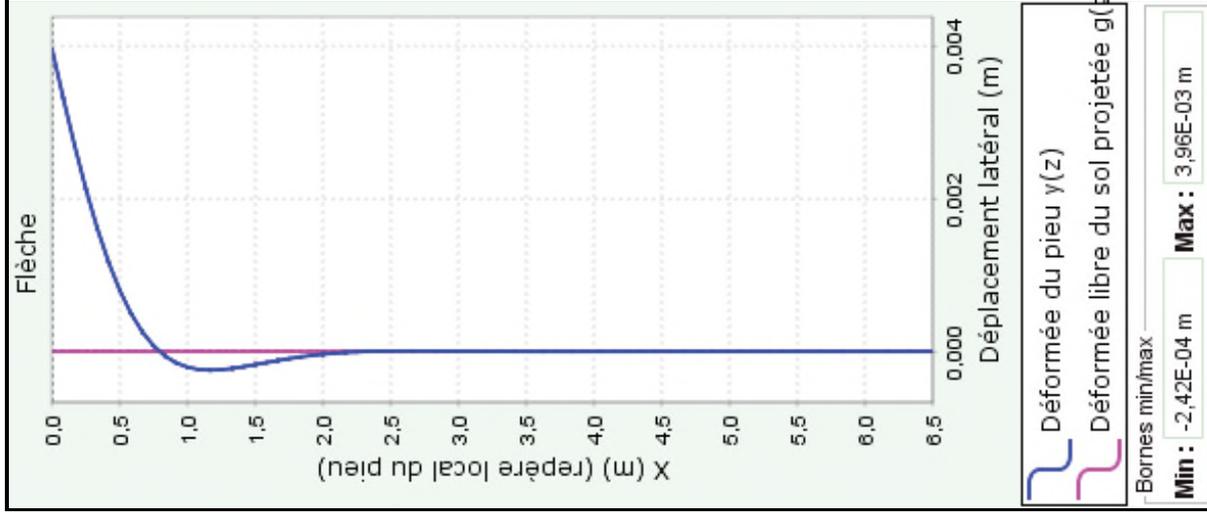
FoXta v4
v4.1.7

Imprimé le : 07/12/2021 - 15:47:05
 Calcul réalisé par : ERG
 Projet : Fondprof mur n°1
 Module : Piecoef+ (Pieu 1/1)
 Titre du calcul : Micropieux diam 100mm

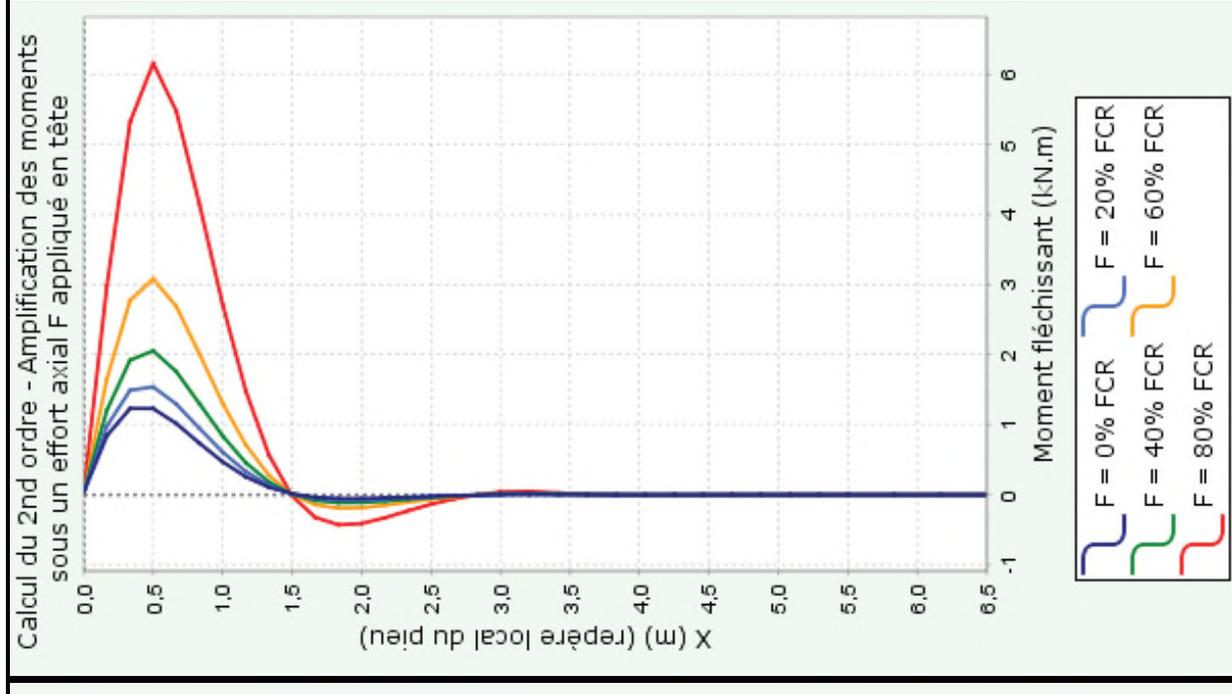
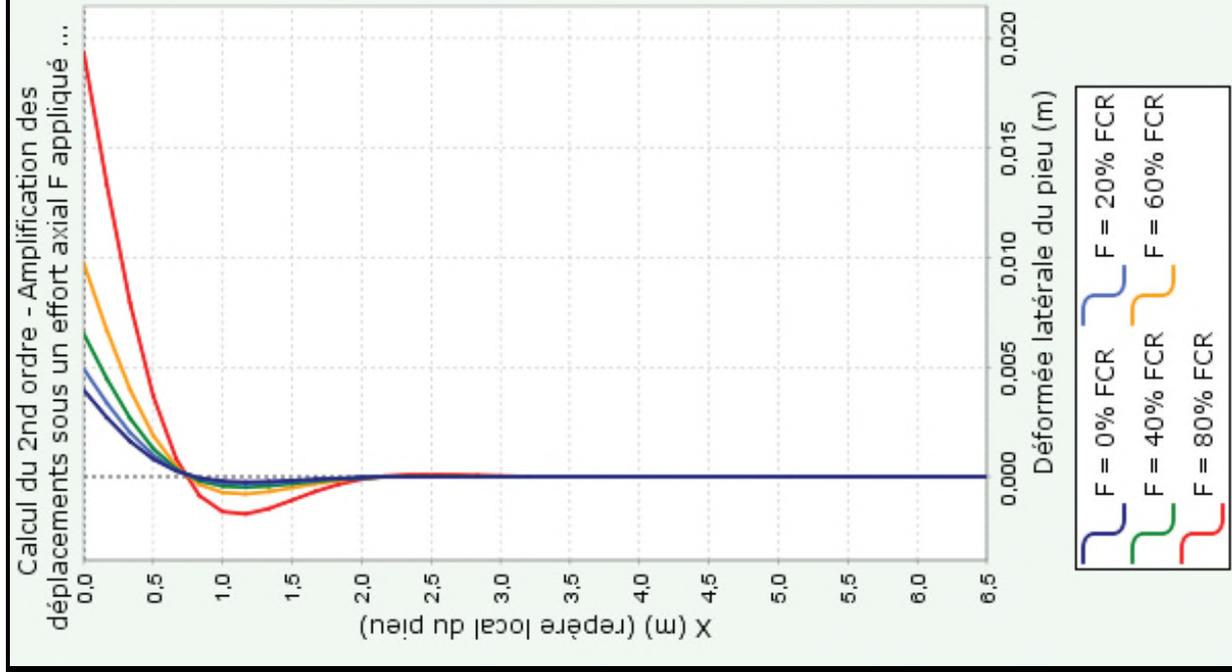
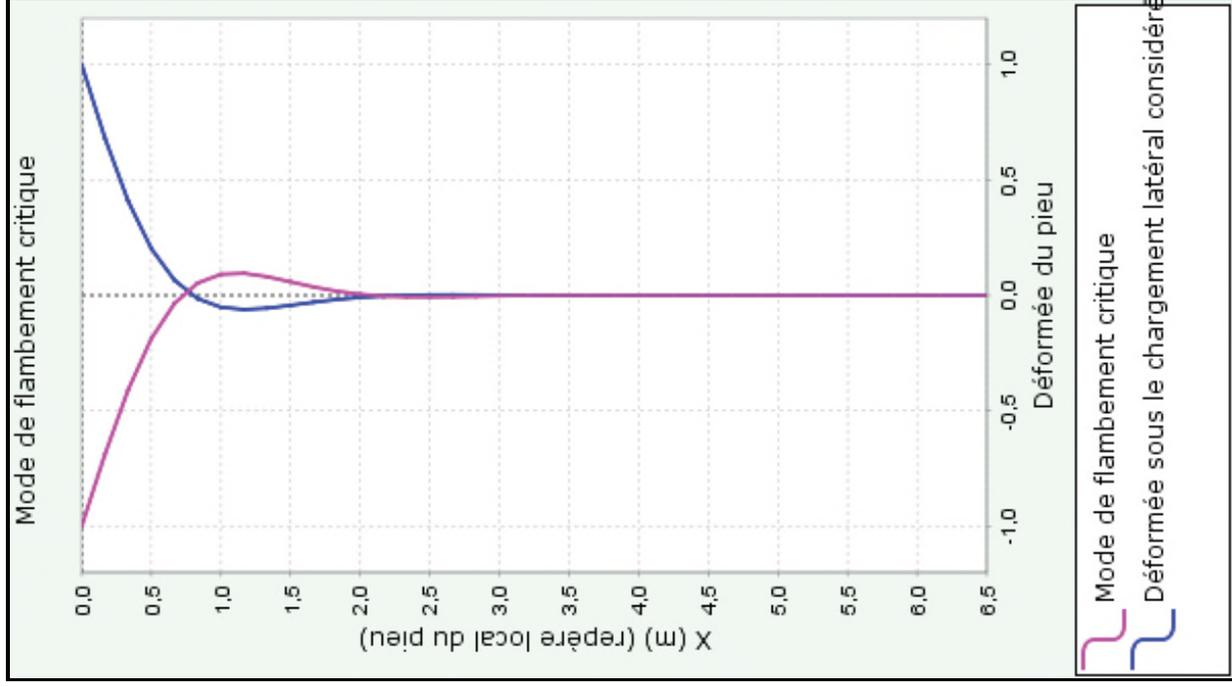
1.500	0.585E-01
1.667	0.362E-01
1.833	0.178E-01
2.000	0.480E-02
2.167	-0.295E-02
2.333	-0.645E-02
2.500	-0.699E-02
2.667	-0.580E-02
2.833	-0.389E-02
3.000	-0.201E-02
3.208	-0.416E-03
3.417	0.216E-03
3.625	0.284E-03
3.833	0.165E-03
4.042	0.537E-04
4.250	-0.240E-05
4.458	-0.164E-04
4.667	-0.123E-04
4.875	-0.529E-05
5.083	-0.924E-06
5.292	0.498E-06
5.500	0.372E-06
5.833	-0.169E-07
6.167	-0.819E-08
6.500	0.462E-08

>HTG

Résultats principaux



Résultats de flambement (Charge critique de flambement FCR = 437 kN)



A5 – SORTIES K-REA PROFIL N°3



v.4.0.1.12

AFFAIRE 16MG503AB

PAROI BERLINOISE AUTOSTABLE N°3 - ZAC CAP HORIZON

DONNEES**GENERALITES :**

Système d'unités : Métrique, kN, kN/m² Niveau phréatique : 55,00 m
 Poids volumique de l'eau : 10,00 kN/m³ Nombre d'itérations par phase de calcul : 100
 Pas de calcul : 0,20 m Prise en compte moments 2 ordre : non
 Définition du projet : Cotes

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	dc [kN/m ² /m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m ² /ml]	dkh [kN/m ² /m/ml]	$\delta a/\varphi$	$\delta p/\varphi$	kay,min	P,max [kN/m/ml]
Sol 1	67,10	20,00	10,00	25,00	0,00	0,000	0,577	0,530	2,450	0,577	0,577	0,000	0,000	15777	0	-0,660	0,000	0,100	10000,00
Sol 3	64,60	22,00	12,00	35,00	20,00	0,000	0,426	0,369	3,700	0,426	0,426	0,893	3,842	4293355	0	-0,660	0,000	0,100	10000,00

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm ² /ml]	W [kN/m/ml]
1	63,10	6318	0,00

Cote de la tête de l'écran : z0 = 67,10 m

OPTIONS :

Calcul réalisé par : ABO ERG GEOTECHNIQUE



v.4.0.1.12

AFFAIRE 16MG503AB

PAROI BERLINOISE AUTOSTABLE N°3 - ZAC CAP HORIZON

DONNEES

SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	z [m]	x [m]	L [m]	q [kN/m/ml]
1	0	67,10	0,20	3,00	5,00



Calcul réalisé par : ABO ERG GEOTECHNIQUE



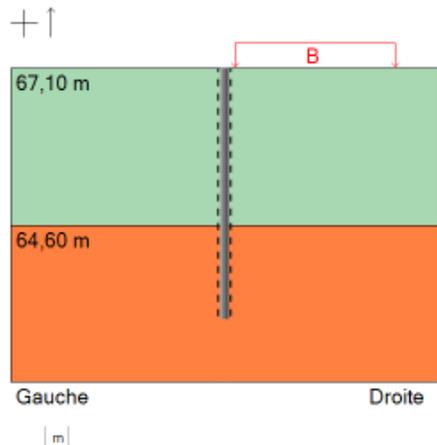
v.4.0.1.12

AFFAIRE 16MG503AB

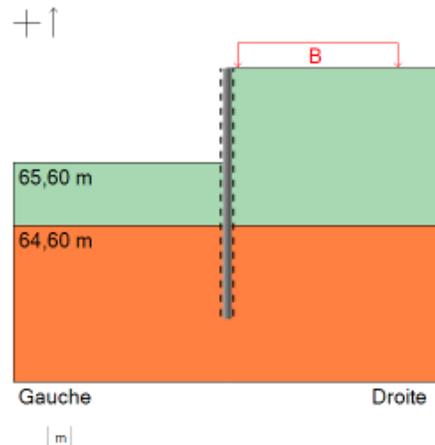
PAROI BERLINOISE AUTOSTABLE N°3 - ZAC CAP HORIZON

SYNTHESE PHASAGE

Phase initiale



Phase 1 : Provisoire



- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°1
 z [m] = 67,10
 x [m] = 0,20
 ce = 1,000
 L [m] = 3,00
 q [kN/m/ml] = 5,00

- Poussée réduite :
 zt [m] = 67,10
 zb [m] = 63,10
 R = 0,150
 C = 1,000

- Excavation (côté gauche) :
 zh [m] = 65,60



Calcul réalisé par : ABO ERG GEOTECHNIQUE



v.4.0.1.12

AFFAIRE 16MG503AB

PAROI BERLINOISE AUTOSTABLE N°3 - ZAC CAP HORIZON

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Déplac. en tête [mm]	Déplac. max [mm]	Moment max [kNm/ml]	Tranch. max [kN/ml]	Rapport butées
1	-2,14	-2,14	-4,39	6,77	3,713
Extrema	-2,14	-2,14	-4,39	6,77	3,713



Calcul réalisé par : ABO ERG GEOTECHNIQUE



v.4.0.1.12

AFFAIRE 16MG503AB

PAROI BERLINOISE AUTOSTABLE N°3 - ZAC CAP HORIZON

DONNEES**GENERALITES :**

Système d'unités : Métrique, kN, kN/m² Niveau phréatique : 55,00 m
 Poids volumique de l'eau : 10,00 kN/m³ Nombre d'itérations par phase de calcul : 100
 Pas de calcul : 0,20 m Prise en compte moments 2 ordre : non
 Définition du projet : Cotes

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	dc [kN/m ² /m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m ² /ml]	dkh [kN/m ² /m/ml]	$\delta a/\varphi$	$\delta p/\varphi$	kay,min	P,max [kN/m/ml]
Sol 1	67,10	20,00	10,00	25,00	0,00	0,000	0,577	0,530	2,450	0,577	0,577	0,000	0,000	15777	0	-0,660	0,000	0,100	10000,00
Sol 3	64,60	22,00	12,00	35,00	20,00	0,000	0,426	0,369	3,700	0,426	0,426	0,893	3,842	4293355	0	-0,660	0,000	0,100	10000,00

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm ² /ml]	W [kN/m/ml]
1	63,10	6318	0,00

Cote de la tête de l'écran : z0 = 67,10 m

OPTIONS :

Calcul réalisé par : ABO ERG GEOTECHNIQUE



v.4.0.1.12

AFFAIRE 16MG503AB

PAROI BERLINOISE AUTOSTABLE N°3 - ZAC CAP HORIZON

DONNEES

SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	z [m]	x [m]	L [m]	q [kN/m/ml]
1	0	67,10	0,20	3,00	5,00



Calcul réalisé par : ABO ERG GEOTECHNIQUE



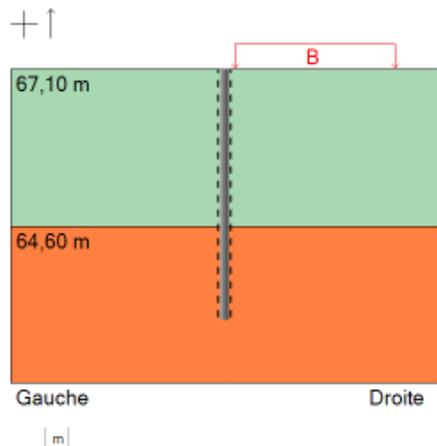
v.4.0.1.12

AFFAIRE 16MG503AB

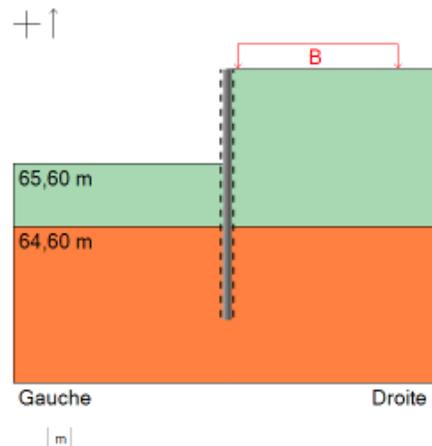
PAROI BERLINOISE AUTOSTABLE N°3 - ZAC CAP HORIZON

SYNTHESE PHASAGE

Phase initiale



Phase 1 : Provisoire



- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°1
 z [m] = 67,10
 x [m] = 0,20
 ce = 1,000
 L [m] = 3,00
 q [kN/m/ml] = 5,00

- Poussée réduite :
 zt [m] = 67,10
 zb [m] = 63,10
 R = 0,150
 C = 1,000

- Options MEL :
 Surexcavation :
 Δa_{gauche} [m] = 0,00 Δa_{droite} [m] = 0,00
 Méthode de calcul automatique.
 Sélection automatique du côté de la butée
 Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.

- Excavation (côté gauche) :
 zh [m] = 65,60



Calcul réalisé par : ABO ERG GEOTECHNIQUE



v.4.0.1.12

AFFAIRE 16MG503AB

PAROI BERLINOISE AUTOSTABLE N°3 - ZAC CAP HORIZON

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Type Vérif.	Déplac. en tête [mm]	Déplac. max [mm]	M,d max [kNm/ml]	V,d max [kN/ml]	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. [kN/ml]	Vérif. Kranz
1	MEL	0,00	-	-5,87	8,88	OK	-2,82	-
Extrema	-	0,00	-	-5,87	8,88	-	-	-



Calcul réalisé par : ABO ERG GEOTECHNIQUE



v.4.0.1.12

AFFAIRE 16MG503AB

PAROI BERLINOISE AUTOSTABLE N°3 - ZAC CAP HORIZON

Vérifications

COEFFICIENTS PARTIELS

Actions		
Sol - Eau - Ecran	MISS	MEL
poussée limite du sol (Ypa)	1,00	1,35
pression d'eau (Ypw)	1,00	1,35
poids propre de l'écran (YW)	1,00	1,35

Actions		
Sucharges appliquée sur le sol et l'écran	MISS	MEL
sol - permanente (YG)	1,00	1,00
sol - variable (YQ)	1,11	1,11
écran - permanente favorable (YG,inf)	1,00	1,00
écran - permanente défavorable (YG,sup)	1,00	1,35
écran - variable défavorable (YQ,sup)	1,11	1,50

Paramètre de résistance		
Paramètres du sol	MISS	MEL
cohésion (Yc')	1,00	1,00
angle de frottement (Yφ')	1,00	1,00

-		
	MISS	MEL
Butée limite - phase durable (Ypb,D)	1,40	1,40
Butée limite - phase transitoire (Ypb,T)	1,10	1,10
Résistance des appuis (Yanc)	1,00	-
Effort déstabilisant (Ykrz)	1,10	-

Efforts, sollicitations et butée mobilisée : YE = 1,35

Méthode de référence pour le recalcul de ka/kp : Kérisel

RESULTATS DES VERIFICATIONS

PHASE 1 - Transitoire

L'écran est considéré en console (autostable).

La méthode D a été utilisée pour cette phase.

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

Vérification du défaut de butée :

Vérification de la hauteur de fiche :

Point de pression nulle : z0 = 64,85 m

Point de moment nul : zc = 63,70 m

Côte du pied de l'écran : zp = 63,10 m

f0 = z0 - zc = 1,15 m

fb = z0 - zp = 1,75 m

fb / f0 = 1,526 (≥ 1,2)

Vérification de la contre-butée :

Point de transition :

zn = 64,03 m

Contre-butée nécessaire à l'équilibre des efforts horizontaux :

Ct,d = 17,67 kN/ml

Contre-butée mobilisable sous zn :

Cm,d = 52,10 kN/ml

Facteur de mobilisation :

α = 0,220

Cm,d ≥ Ct,d**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.**

Calcul réalisé par : ABO ERG GEOTECHNIQUE