

MAÎTRE D'OUVRAGE:
ETAT - MINISTERE DES ARMEES



DCE
FEVRIER 2025

N° DOCUMENT : PE08	ETUDE DE SOL	
-----------------------	--------------	--

- ARCHITECTE :** **nwa run, architectes - Mandataire**
M. Hartmann - architectes
48 Rue Général Lambert - 97436 SAINT LEU
Tel / fax 02 62 49 41 39 - 49 86 19 - secretariat@nwa-run.com
- BET STRUCTURE :** **EMCI SEMIR, ZAC Foucherolle**
14, rue de la Gouadeloupe, 97490 SAINTE CLOTILDE
Tel/Fax 02 62 92 10 42 - 92 10 20 e-mail: emci.ericmichel@hotmail.fr
- BET FLUIDES:** **INSET**
12, ruelle E. Fuma - 97430 LE TAMPON
Tel/Fax 02 62 27 03 28 - 27 12 98 e-mail: Bet-insetsud@insetsud.fr
- BET QE:** **IMAGEEN**
8, rue Henri Cornu- BP 1205 Techopôle - 97801 SAINT DENIS CEDEX 09
Tel/Fax 02 62 21 35 12- 21 20 84 e-mail: bet-imageen@imageen.re
- BET VRD:** **IDR**
29, rue Georges Pompidou RN 3BP 72, 97832 LE TAMPON
Tel/Fax 02 62 59 14 68 - 96 87 59 e-mail: idr974@orange.fr
- ECONOMISTE:** **JOEL LAROCHE JOUBERT**
5, rue Germaine Félix, 97419 LA POSSESSION
Tel/Fax 02 62 22 13 24 e-mail: joellarochejoubert@orange.fr
- INGENIERIE RESTAURATION:** **CARTE LIBRE**
51, chemin de l'école de Bois de Nèfles, 97426 LES TROIS BASSINS
Tel/Fax 06 92 66 82 04 e-mail: cartelibre@yahoo.fr

CONSTRUCTION D'UN PÔLE UNIQUE RESTAURATION - LOISIRS
LA REUNION (974) - SAINT PIERRE - CASERNE CBA DUPUIS

**POLE UNIQUE RESTAURATION ET LOISIRS –
CASERNE DUPUIS
COMMUNE DE SAINT PIERRE
DÉPARTEMENT DE LA RÉUNION**

CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE DE SOL

MAÎTRE D'OUVRAGE : MINISTERE DES ARMEES

RAPPORT N : GE246160

INDICE : 2

MISSION : Investigation géotechnique+G1+G2 (phase PRO)

DATE DE RÉDACTION : 24/10/24

*Sondages • Forages • Carottages • Pressiomètre • Pénétromètre • Laboratoire • Contrôle • Ingénierie
Assainissement • Diagnostic Environnemental • Dossier Loi sur l'Eau • Etude d'impact • Suivi Piézométrique*

SAS au capital de 75 000€ - RCS Saint Denis 2013 B 242 – SIRET : 790 188 569 00012 - APE 7112B
Compte BNP PARIBAS Saint Denis : 41919 09401 01504782291 96 – Compte BFC Saint Denis : 18719 00080 0000695850012
Siège Social : 11, rue des Lataniers 97400 Saint Denis – Tél : 02 62 94 33 64 - Fax : 02 62 94 33 77 - sarlgeiser@geiser.re

SOMMAIRE

I/ INTRODUCTION	1
1/ CONTEXTE DE L'ÉTUDE	1
2/ SITUATION GÉOGRAPHIQUE	1
3/ LE PROJET	1
4/ DOCUMENTS ET RÉFÉRENCES	1
5/ LE CHOIX DE LA TECHNIQUE DE RECONNAISSANCE	4
6/ DESCRIPTION DU SITE ET DES AVOISINANTS	5
II/ DONNÉES EXISTANTES	6
1/ DONNÉES GÉOLOGIQUES	6
2/ DONNÉES HYDROGÉOLOGIQUES	6
3/ RISQUES HYDRAULIQUES ET GÉOLOGIQUES AU SENS DU PPR INONDATIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAIN DE LA COMMUNE DE SAINT PIERRE (APPROUVE EN AVRIL 2016)	7
4/ RISQUE SISMIQUE	7
5/ PÉRIMÈTRES DE PROTECTION	8
6/ DONNÉES EXISTANTES ISSUES DES ÉTUDES EFFECTUÉES PAR GEISER DANS LA ZONE	8
III/ DONNÉES ISSUES DE LA CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE DE SOL	9
1/ NATURE DU SOL	9
2/ CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES	10
3/ CARACTÉRISTIQUES INTRINSÈQUES INDICATIVES	10
4/ PERMÉABILITÉ	11
5/ CLASSIFICATION DES MATÉRIAUX	11
6/ HYDROGÉOLOGIE	11
7/ IDENTIFICATION DES CLASSES DE SOL AU SENS DE L'EUROCODE 8	11
IV/ SYNTHÈSE	12
V/ PRÉCONISATIONS DANS LE CADRE DE L'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (PHASE G2 PRO)	13
1/ RAPPEL DU PROJET	13
2/ INCIDENCE DES DONNÉES HYDROGÉOLOGIQUES ET HYDRAULIQUES SUR LE PROJET	13
3/ TERRASSEMENTS	14
4/ STABILITÉ / SOUTÈNEMENT / MITOYENNETÉ	16
5/ SYSTÈME DE FONDATIONS	17
6/ ÉVALUATION DES RISQUES DE TASSEMENTS	21
7/ RÉUTILISATION DES MATÉRIAUX	22
8/ DALLAGES	23
9/ VOIRIES (PURGE PARTIELLE)	24
10/ POSE DES CANALISATIONS	25
VI/ REMARQUES IMPORTANTES	28

ANNEXES

ANNEXE 1	Missions de Géotechnique de la Norme NF P 94 500 – Version novembre 2013
ANNEXE 2	Conditions d'exploitation et de validité des études de sol
ANNEXE 3	Situation géographique du projet
ANNEXE 4	Plan de masse, coupes de l'Opération
ANNEXE 5	Implantations approximatives des puits à la pelle mécanique et des forages pressiométriques
ANNEXE 6	Coupes sur puits à la pelle mécanique
ANNEXE 7	Coupes sur forages pressiométriques Résultats des essais pressiométriques
ANNEXE 8	Photographies des puits à la pelle mécanique
ANNEXE 9	Capacités portantes et tassements

I/ INTRODUCTION

1/ CONTEXTE DE L'ÉTUDE

La présente étude a été commandée par le **MINISTÈRE DES ARMÉES** dans le cadre de la réalisation de l'opération « **Pôle unique restauration et loisirs – Caserne Dupuis** ».

Elle s'inscrit dans le cadre d'une **mission d'Investigation géotechnique (Ex G0) associée à une mission d'étude géotechnique de type G1+G2 (phase AVP et PRO)**, au sens de la norme NFP 94500 « Missions Géotechniques – Classification et Spécifications » (voir annexe 1). Cette norme NFP 94500 prévoit un enchaînement des missions géotechniques qui sont déclenchées en fonction de l'avancement du projet.

Une mission de type **G4** a également été confiée à GEISER par le Maître d'Ouvrage. Il appartiendra au Maître d'Ouvrage ou au Maître d'œuvre de nous informer de l'avancement de l'Opération afin que nous puissions mener à bien notre mission.

Le présent rapport annule et remplace le rapport N°GE172450IND1 en date du 27/04/17.

L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les conditions d'exploitation et de validité des études de sol décrites en annexe 2.

2/ SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le terrain d'assiette de l'opération est situé à proximité de la Caserne Dupuis, à Pierrefonds, commune de Saint Pierre (voir annexe 3).

3/ LE PROJET

Le projet est constitué d'un ensemble de bâtiments de type R+0 avec un niveau de galerie technique enterré.

Vous trouverez en annexe 4, le plan de masse et des coupes de l'Opération.

4/ DOCUMENTS ET RÉFÉRENCES

a/ Documents fournis

Dans le cadre de la présente Opération, il nous a été remis les documents suivants :

- plan de masse (réf. : M. Hartmann Architectes, phase PRO, 10/2024, échelle : 1/200^{ème}) ;
- plans / vues de façade (réf. : M. Hartmann Architectes, phase PRO, 10/2024, échelle : 1/100^{ème}) ;
- coupes transversales (réf. : M. Hartmann Architectes, phase PRO, 10/2024, échelle : 1/100^{ème}) ;
- plan de fondation (réf. : ECMI, ST_10, échelle : 1/75^{ème}) ;
- plans de niveaux (réf. : M. Hartmann Architectes, phase PRO, 10/2024, échelle : 1/100^{ème}) ;
- niveaux NGR (réf. : M. Hartmann Architectes, phase PRO, 10/2024, échelle : 1/100^{ème}).

b/ Références normatives

La présente étude s'est appuyée sur les documents normatifs suivants :

- **Norme NFP 94-500 (version de novembre 2013) : Missions d'ingénierie géotechnique – Classification et spécifications ;**
- Norme NFP 94-011 : reconnaissance de sols et essais ;
- DTU 11.1 : sondages et reconnaissance des sols ;
- DTU 13-1 P1-1 et P1-2 : fondations superficielles ;
- Norme NFP 94-110 : essais pressiométriques ;
- Norme NFP 94-261 : Justification des ouvrages géotechniques – Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles.

c/ Règles générales selon l'Eurocode 7

En application des clauses de la norme européenne NF EN 1997-1 :2005 (Eurocode 7), vous trouverez ci-après les hypothèses à prendre en compte pour le calcul des ouvrages géotechniques neufs selon la norme d'application française NF EN 1997-1/NA.

Durée indicative d'utilisation de projet

Catégorie de durée d'utilisation de projet	Durée indicative d'utilisation de projet (années)	Exemples
1	10	Structures provisoires ^{a)}
2	25	Éléments structuraux remplaçables, par exemple poutres de roulement, appareils d'appui ^{b)}
3	25	Structures agricoles et similaires
4	50	Structures courantes de génie civil et de bâtiments
5	100	Autres structures de génie civil, ponts et structures monumentales de bâtiments
<i>a) Les structures ou parties de structures qui peuvent être démontées dans un but de réutilisation ne doivent normalement pas être considérées comme provisoires.</i>		
<i>b) Cette catégorie ne concerne normalement pas les ouvrages géotechniques.</i>		

Le projet rentre dans la catégorie n°4 de durée d'utilisation du projet.

Catégories géotechniques en fonction des classes de conséquence et des conditions de site

CATÉGORIE GÉOTECHNIQUE	CLASSES DE CONSÉQUENCE	CONDITIONS DE SITE	BASES DES JUSTIFICATIONS
1	CC1	Simple et connues	Expérience et reconnaissance géotechnique qualitative
2	CC1	Complexes	Reconnaissance géotechnique et calcul
	CC2	Simple ou complexes	
3	CC3	Simple ou complexes	Reconnaissance géotechnique et calcul approfondis

La catégorie géotechnique 1 comprend seulement des ouvrages petits et relativement simples :

- pour lesquels il est possible d'admettre que les exigences fondamentales seront satisfaites en utilisant l'expérience et des reconnaissances géotechniques qualitatives ;
- avec un risque négligeable

La catégorie géotechnique 2 comprend les types classiques d'ouvrages et de fondations qui ne présentent pas de risque exceptionnel ou des conditions de terrain ou de chargement difficiles.

Les ouvrages suivants sont des exemples de structures ou parties de structures qui entrent dans la catégorie géotechnique 2 :

- fondations superficielles ;
- fondations sur radiers ;
- fondations sur pieux ;
- murs et autres ouvrages de soutènement retenant du sol ou de l'eau ;
- excavations ;
- piles et culées de ponts ;
- remblais et terrassements ;
- ancrages et autres systèmes de tirants ;
- tunnels dans les roches dures non fracturées, sans conditions spéciales d'étanchéité ou autres exigences.

Le projet rentre dans la catégorie géotechnique n°2 avec une classe de conséquence CC2.

La catégorie géotechnique 3 inclut les structures ou parties de structures qui sortent des catégories géotechniques 1 et 2.

La catégorie géotechnique 3 comprend par exemple :

- les ouvrages très grands ou inhabituels ;
- les ouvrages impliquant des risques anormaux ou des conditions de terrain ou de chargement inusuelles ou exceptionnellement difficiles ;
- les ouvrages construits dans des zones très sismiques ;
- les ouvrages situés dans des zones sujettes à des instabilités ou des mouvements permanents du terrain qui nécessitent des reconnaissances séparées ou des mesures spéciales.

Approche de calcul pour la vérification de la résistance pour les états limites du terrain dans les situations permanentes et transitoires

Les approches de calcul qui s'appliquent sont les approches 2 et 3. L'approche de calcul 2 est celle qui est recommandée par la norme d'application française NF EN 1997-1/NA.

Dans ce cas la combinaison d'ensembles de facteurs partiels suivante est à appliquer :

$$A1 \llcorner M1 \llcorner R2$$

Dans cette approche, les facteurs partiels sont appliqués aux actions ou aux effets des actions et aux résistances du terrain. Si cette approche est utilisée pour les calculs de stabilité de pente ou de stabilité générale, l'effet résultant des actions sur la surface de rupture est multiplié par γ_E et la résistance globale au cisaillement sur la surface de rupture est divisée par $\gamma_{R,E}$.

L'approche de calcul 3 peut être utilisée pour la vérification de la stabilité générale d'un site, de la stabilité d'ensemble des écrans, des ouvrages en remblais renforcés ou des massifs en sol cloués, et pour les analyses numériques d'interaction sol-structure.

Dans ce cas la combinaison d'ensembles de facteurs partiels suivante est à appliquer :

$$(A1^* \text{ ou } A2^\dagger) \llcorner M2 \llcorner R3$$

* sur les actions provenant de la structure

† sur les actions géotechniques.

d/ Références diverses

- Bureau de Recherche Géologique et Minière (BRGM) ;
- Office de l'Eau (OLE) ;
- Institut Géographique National (IGN) ;
- www.geoportail.gouv.fr;
- www.risquesnaturels.re.

5/ LE CHOIX DE LA TECHNIQUE DE RECONNAISSANCE

Notre intervention s'est déroulée le 20, 21 et 22 avril 2017. Nous avons effectué, en tenant compte des contraintes d'accès, de la présence de réseaux enterrés non repérés de façon précise :

- 4 forages pressiométriques ;
- 24 essais pressiométriques ;
- 7 puits à la pelle mécanique ;
- 2 tests de perméabilité.

Vous trouverez :

- les implantations approximatives des puits à la pelle mécanique et des forages pressiométriques en annexe 5 ;
- les coupes sur puits à la pelle mécanique en annexe 6 ;
- les coupes sur forages pressiométriques, et les résultats des essais pressiométriques en annexe 7 ;
- les photographies des puits à la pelle mécanique en annexe 8.

NB1 : La présentation des coupes des forages pressiométriques figurant en annexe 8 a volontairement été simplifiée. Les procédures imposées par la norme NFP 94-110-1 ayant évidemment été respectées par

GEISER, nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage pour lui fournir tout élément complémentaire au sens de la norme.

NB2 : Nos sondages ont été implantés en tenant compte des zones de friches, des zones de remblais, des éléments fournis au plan de masse et au cahier des charges géotechniques. Les implantations de nos sondages restent approximatives. En phase chantier, les puits à la pelle mécanique devront être repérés et purgés soigneusement surtout s'ils se trouvent à proximité ou sous l'emprise des fondations du projet.

6/ DESCRIPTION DU SITE ET DES AVOISINANTS

L'accès au terrain se fait par l'intermédiaire des voies d'accès à la caserne de Pierrefonds.

L'observation de **l'état de surface du terrain** met en évidence la présence de friches arbustives denses et de blocs en surface.

Nous ne possédons pas de plan avec les points topographique de la zone d'étude, mais cette dernière semble très peu pentée vers le Sud.

Au Nord, on note la présence d'une clôture grillagée puis d'un parking pour véhicules, situés dans la continuité du terrain étudié, sans rupture de pente.

A l'Est, on note la présence de terrains en friches situés dans la continuité du terrain étudié, sans rupture de pente.

Au Sud, on note la présence d'une clôture grillagée puis de bâtiments en recul de 20,00 m de la clôture. Aucune rupture de pente n'est visible.

A l'Ouest, on note la présence d'une clôture grillagée puis de terrains (espaces verts), situés dans la continuité du terrain étudié, sans rupture de pente.

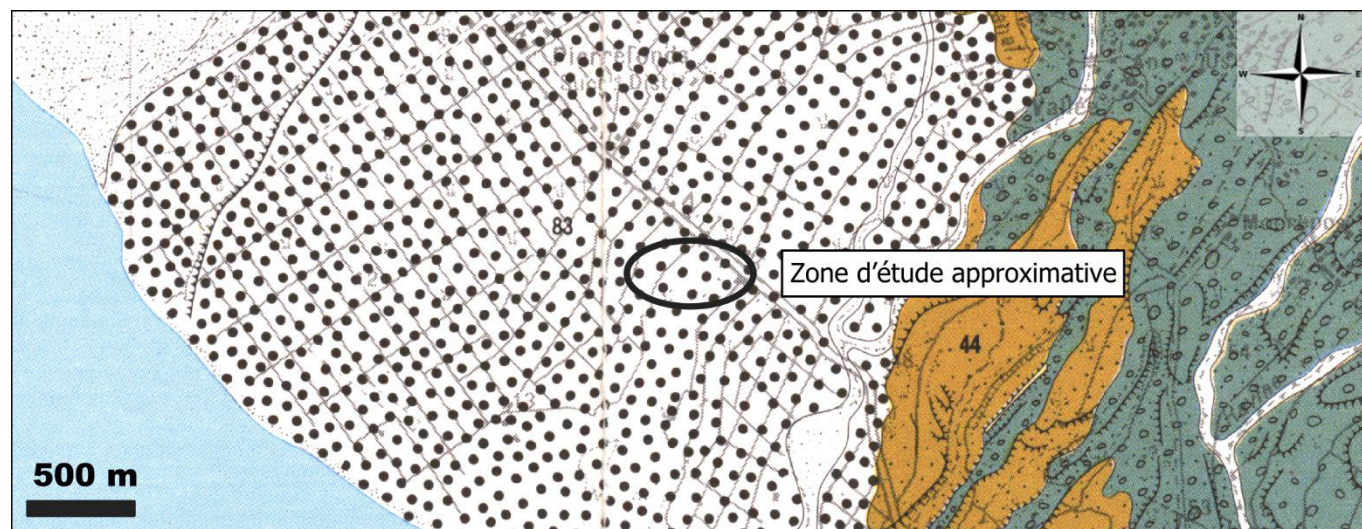
La zone d'étude est bordée par un chemin périphérique.

On ne pourra pas non plus exclure la présence de zones d'extraction remblayées sur le site, ce qui peut laisser supposer la présence d'épaisseurs importantes de remblais sur le site.

II/ DONNÉES EXISTANTES

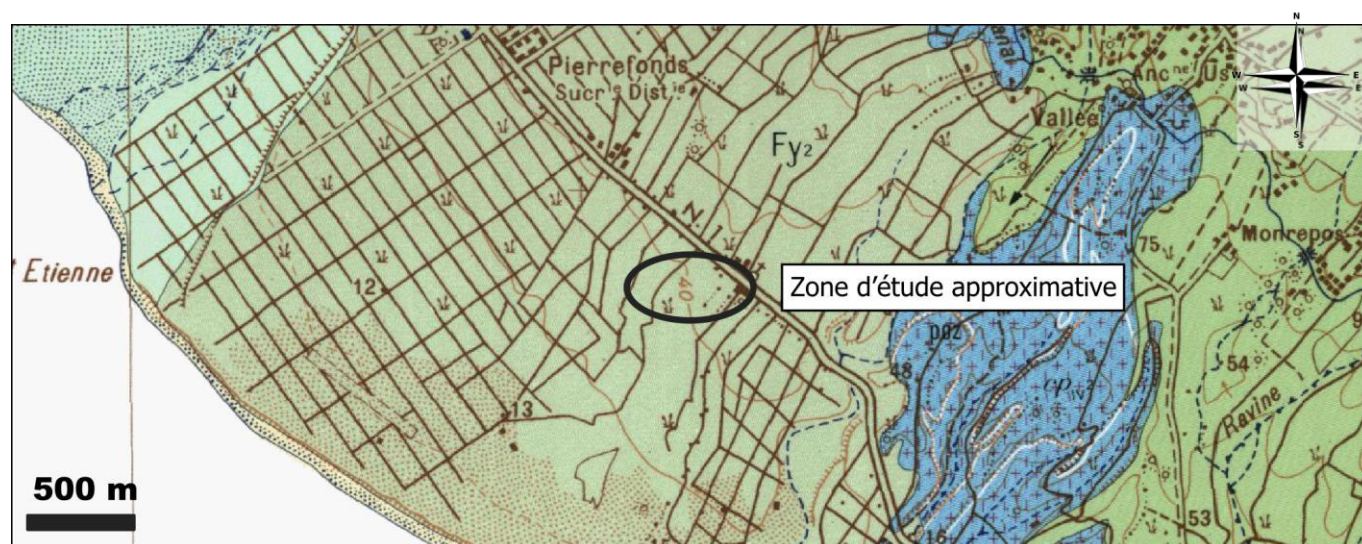
1/ DONNÉES GÉOLOGIQUES

D'après les cartes géologiques et morphopédologiques de la Réunion au 1/50.000^e, le terrain en cause se trouve dans une zone se caractérisant, en surface, par des sols peu évolués d'apport sur galets non altérés à matrice sablo-basaltique.



Extrait de la cartographie des formations morphopédologiques

En profondeur, on retrouve les alluvions fluviales anciennes indifférenciées sable, galets, graviers et blocs basaltiques.



Extrait de la cartographie des formations géologiques

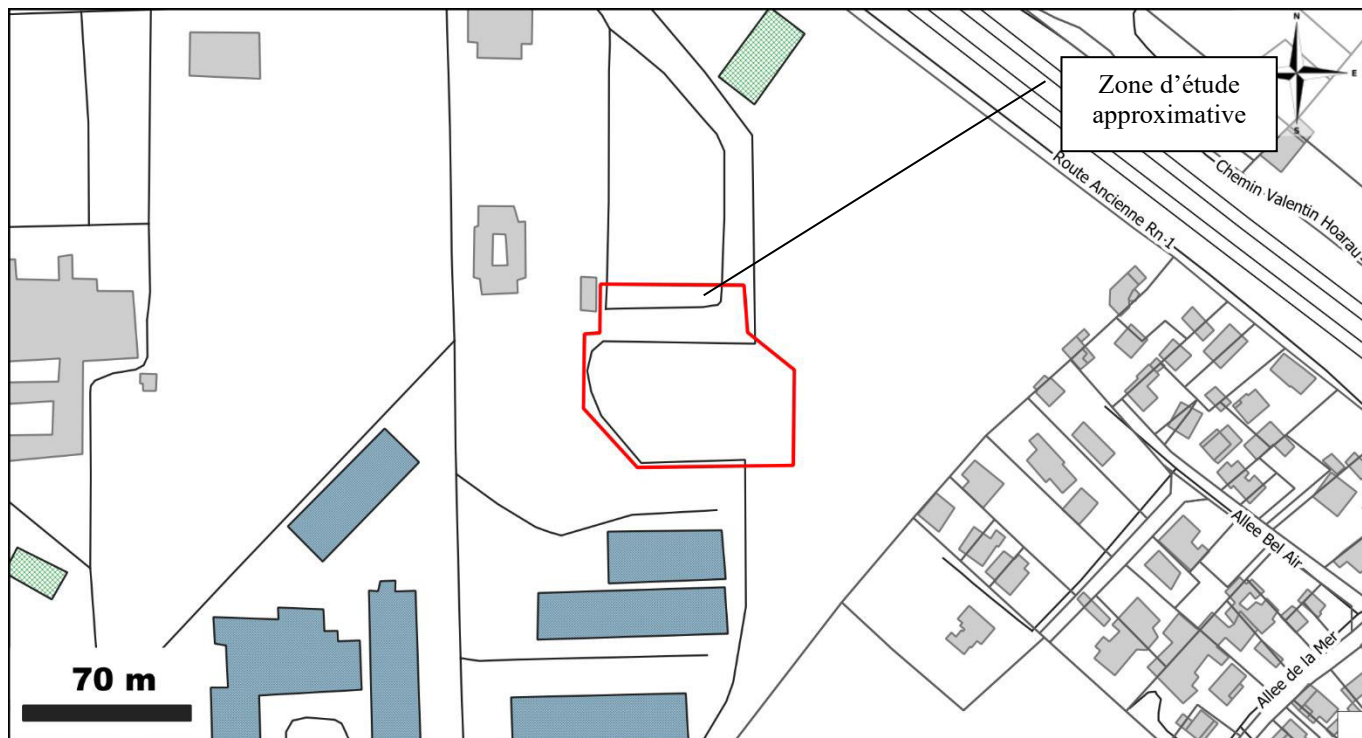
2/ DONNÉES HYDROGÉOLOGIQUES

Aucune donnée concernant la présence d'une nappe d'eau souterraine à faible profondeur n'est disponible.

Néanmoins, on ne pourra exclure la présence de résurgences à des profondeurs variables (interface ou au sein des matériaux), et dont les débits peuvent augmenter en fonction de la pluviométrie.

3/ RISQUES HYDRAULIQUES ET GÉOLOGIQUES AU SENS DU PPR INONDATIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAIN DE LA COMMUNE DE SAINT PIERRE (APPROUVE EN AVRIL 2016)

D'après les données en notre possession, le terrain concerné par la présente étude se trouve au sein d'une zone à aléa faible à modéré mouvement de terrain combiné à un aléa nul inondation au sens du zonage réglementaire du risque de la commune de Saint Pierre.



Sources : Peigeo.re (DEAL 974), cadastre.data.gouv.fr, BD TOPO (IGN), MNT (IGN)
Extrait de carte du zonage réglementaire du risque

4/ RISQUE SISMIQUE

Depuis le 22 octobre 2010, dans le cadre du zonage sismique de la France, la Réunion se situe actuellement dans la zone de sismicité 2 (risque faible). Les règles de construction parasismiques ainsi que le zonage sismique (qui modifient les articles 5653-1 à 8 du Code de l'Environnement) sont entrées en vigueur à compter du 1^{er} mai 2011.

Le Maître d'œuvre devra faire vérifier l'application de normes parasismiques à ses ouvrages (ces normes ne s'appliquent pas à tous les ouvrages).

Dans tous les cas, il appartiendra au Maître d'œuvre de se renseigner auprès des services concernés.

5/ PÉRIMÈTRES DE PROTECTION

D'après les données en notre possession, le terrain concerné par la présente étude se trouverait en dehors de tout périmètre de protection de forage, source et captage destiné à l'alimentation en eau potable. La mise à jour n'étant pas systématiquement portée à la connaissance des BET par l'administration, le Client / Maître d'œuvre prendra l'attache des services concernés (ARS, Mairie) afin de confirmer ce point et de connaître les éventuelles prescriptions relatives à une ressource AEP qui se situerait à proximité.

6/ DONNÉES EXISTANTES ISSUES DES ÉTUDES EFFECTUÉES PAR GEISER DANS LA ZONE

La zone a déjà fait l'objet d'une reconnaissance de sol, effectuée pour le compte du Ministère de la Défense, dans le cadre de l'opération « Pole unique de restauration » (Rapport N° GE152000 indice 1 mission G1 ES+PGC).

Les éléments fondamentaux mis en évidence par cette campagne de reconnaissance de sol ont été les suivants :

a/ **Présence dès la surface de terrains remaniés et de remblais. Possibilités de présence de remblais sur des épaisseurs et étendues pouvant être importantes ou d'ouvrages enterrés en d'autres parties du terrain ; On ne pourra pas non plus exclure la présence de zones d'extraction remblayées sur le site, ce qui peut laisser supposer la présence d'épaisseurs beaucoup plus importantes de remblais sur le site ;**

b/ Sous les terrains remaniés et les remblais, présence d'alluvions sableuses avec graviers, galets et blocs en pourcentages variables jusqu'à arrêt des sondages ;

c/ Refus systématique sur blocs cyclopéens au droit de nos puits à la pelle mécanique ;

d/ Caractéristiques mécaniques médiocres au sein des remblais, excellentes au sein des d'alluvions sableuses avec graviers, galets et blocs en pourcentages variables jusqu'à arrêt des sondages ;

e/ Absence de bâtiments ou d'ouvrages en mitoyenneté ;

f/ Absence d'eau à faible profondeur selon les données en notre possession mais risque de présence de résurgences à des profondeurs variables, et dont les débits peuvent augmenter en fonction de la pluviométrie ;

g/ Zone en dehors de zone classée au PPR ;

h/ Le Maître d'œuvre devra faire vérifier l'application de normes parasismiques à son bâtiment à la date de commencement des travaux de construction, compte tenu de l'entrée en vigueur des nouvelles règles de constructions parasismiques ainsi que le nouveau zonage sismique, depuis le 1^{er} mai 2011 ;

i/ Classe de Sol « B ».

III/ DONNÉES ISSUES DE LA CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE DE SOL

1/ NATURE DU SOL

a/ Puits à la pelle mécanique

Les puits à la pelle mécanique ont mis en évidence la présence, dès la surface **de terrains remaniés ou de remblais**. Ces matériaux sont constitués de sables limoneux avec pourcentage variable de graviers, galets et blocs. On citera, à titre d'exemples, au droit de nos puits à la pelle mécanique :

- *SM1 : remblais de 0,00 à 0,70 m de profondeur ;
- *SM2 : terrains remaniés de 0,00 à 0,30 m de profondeur ;
- *SM3 : terrains remaniés de 0,00 à 0,30 m de profondeur ;
- *SM4 : terrains remaniés de 0,00 à 0,30 m de profondeur ;
- *SM5 : terrains remaniés de 0,00 à 0,30 m de profondeur ;
- *SM6 : terrains remaniés de 0,00 à 0,30 m de profondeur ;
- *SM7 : terrains remaniés de 0,00 à 0,30 m de profondeur.

Sous les terrains remaniés ou les remblais nos puits à la pelle mécanique ont mis en évidence la présence **d'alluvions sablo-limoneuses avec graviers, galets et blocs en pourcentages élevés**.

Sous les **alluvions sablo-limoneuses avec graviers, galets et blocs en pourcentages élevés**, on attirera l'attention sur les refus constatés sur blocs cyclopéens, zone indurée ou nappe de basalte à des profondeurs variables. On citera, à titre d'exemples, au droit de nos puits à la pelle mécanique :

- *SM1 : refus à 1,20 m de profondeur ;
- *SM2 : refus à 1,40 m de profondeur ;
- *SM3 : refus à 0,50 m de profondeur ;
- *SM4 : refus à 0,80 m de profondeur ;
- *SM5 : refus à 1,70 m de profondeur ;
- *SM6 : refus à 1,00 m de profondeur ;
- *SM7 : refus à 1,40 m de profondeur.

On ne pourra néanmoins exclure la présence de remblais sur des épaisseurs et étendues importantes ou d'ouvrages enterrés en d'autres points du terrain.

On ne pourra pas non plus exclure la présence de zones d'extraction remblayées sur le site, ce qui peut laisser supposer la présence d'épaisseurs beaucoup plus importantes de remblais sur le site.

NB : Les puits effectués sous ou à proximité de l'emprise des futurs bâtiments seront repérés et purgés en phase chantier.

b/ Forages pressiométriques

Les forages effectués ont mis en évidence la présence, dès la surface de **remblais ou de terrains remaniés**. Ces remblais ont été rencontrés sur des épaisseurs variables, **importantes par endroits**. On citera, à titre d'exemples, **en attirant l'attention sur la difficulté à déterminer l'épaisseur et la nature précise des remblais en forage**, au droit de nos forages :

- *SP1 : terrains remaniés et/ou remblais de 0,00 à 0,40 m de profondeur ;
- *SP2 : remblais de 0,00 à 0,80 m de profondeur ;

*SP3 : terrains remaniés et/ou remblais de 0,00 à 0,40 m de profondeur ;

*SP4 : terrains remaniés et/ou remblais de 0,00 à 0,40 m de profondeur.

On ne pourra néanmoins exclure la présence de remblais sur des épaisseurs et étendues importantes ou d'ouvrages enterrés en d'autres points du terrain.

On ne pourra pas non plus exclure la présence de zones d'extraction remblayées sur le site, ce qui peut laisser supposer la présence d'épaisseurs beaucoup plus importantes de remblais sur le site.

Sous les remblais ou les terrains remaniés de surface, nos forages ont mis en évidence la présence d'**alluvions sableuses avec graviers, galets et blocs en pourcentages élevés**. Ces terrains ont été reconnus jusqu'à arrêt des forages à 5,00 m de profondeur.

NB : la présence de remblais probables sur des épaisseurs non négligeables au droit de nos forages pourra entraîner des adaptations importantes, une assise des fondations du projet au sein de ces matériaux étant totalement exclue.

2/ CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

Les caractéristiques mesurées dans les **remblais** (hors proximité de bloc) sont généralement **médiocres** avec E (Module Pressiométrique) inférieur à 3 MPa, et PI (Pression limite) inférieure à 0,3 MPa.

Les caractéristiques mesurées dans les **alluvions sableuses avec graviers, galets et blocs en pourcentages variables** sont **variables** avec E (Module Pressiométrique) variant de 12,8 MPa à des valeurs supérieures à 30 MPa, et PI (Pression limite) variant de 0,5 MPa à des valeurs supérieures à 3 MPa. La faible valeur est probablement due à la réalisation d'un essai au sein d'une poche sableuse.

Ainsi, on retiendra, pour le modèle géotechnique de site, basé sur les moyennes harmoniques (E) et géométriques (PI) des caractéristiques mécaniques :

Nature de sol	E (MPa)	PI (MPa)	Coefficient rhéologique	Epaisseur (m)
Alluvions sablo graveleuses (partie écrêtée des blocs >200 mm)	53,2	1,8	0,33	5

3/ CARACTÉRISTIQUES INTRINSÈQUES INDICATIVES

Vous trouverez ci-après les plages de valeurs au sein desquelles varient généralement les caractéristiques intrinsèques des matériaux tels que ceux rencontrés dans le cadre de la présente Opération.

Nature de sol	Angle de frottement (°)	Masse volumique (KN/m3)	Cohésion (KPa)
Alluvions sablo graveleuses (partie écrêtée des blocs >200 mm)	22 - 28	17 - 20	0 - 5

Ces valeurs sont indicatives et en cas de besoin, pourront être précisées par des essais spécifiques.

4/ PERMÉABILITÉ

Nous avons effectué 2 tests de perméabilité.

Ces derniers ont mis en évidence les résultats suivants.

*K1 en SM4 à 0,80 m de profondeur (alluvions sablo-limoneuses avec graviers, galets et blocs en pourcentages élevés) = 78 mm/h ;

*K2 en SM4 à 1,40 m de profondeur (alluvions sablo-limoneuses avec graviers, galets et blocs en pourcentages élevés) = 56 mm/h.

Les tests de perméabilité effectués dans les alluvions sablo-limoneuses avec graviers, galets et blocs en pourcentages élevés nous indiquent que ces matériaux peuvent être considérés comme étant (classification issue du DTU) : perméables ($50 < k < 200$).

5/ CLASSIFICATION DES MATÉRIAUX

Les analyses laboratoire réalisées sur des échantillons prélevés au droit d'autres opérations situées dans le secteur (ZAC Pierrefonds) classent les alluvions sableuses avec graviers, galets et blocs en pourcentages élevés en sol de type D3 (Graves alluvionnaires propres).

Les alluvions sablo-limoneuses avec graviers, galets et blocs en pourcentages élevés en sol de type D3 (Graves alluvionnaires propres) en surface sous les terrains remaniés et les remblais, présentent une fraction limoneuse fine assimilé à une classe de sol A1.

6/ HYDROGÉOLOGIE

Les puits à la pelle mécanique effectués ont mis en évidence l'absence d'eau à faible profondeur.

Nos forages ayant été exécutés à la boue de forage (eau + GSP), nous ne sommes pas en mesure d'indiquer la présence d'eau en instantané au droit de ceux-ci.

Néanmoins, compte tenu de l'ensemble des sondages effectués dans la zone, aucune nappe d'eau souterraine n'a été reconnue à faible profondeur. On ne pourra néanmoins exclure la présence de résurgences à des profondeurs variables, et dont les débits peuvent augmenter en fonction de la pluviométrie.

7/ IDENTIFICATION DES CLASSES DE SOL AU SENS DE L'EUROCODE 8

Compte tenu de la géologie du secteur et des sondages effectués, les terrains en place et non remaniés rencontrés se rapprochent de la classe de sol (au sens de l'Eurocode 8) : B

IV/ SYNTHÈSE

Les éléments fondamentaux mis en évidence par la campagne de reconnaissance de sol sont les suivants :

- a) **Présence dès la surface de terrains remaniés et de remblais. Possibilités de présence de remblais sur des épaisseurs et étendues pouvant être importantes ou d'ouvrages enterrés en d'autres parties du terrain ; On ne pourra pas non plus exclure la présence de zones d'extraction remblayées sur le site, ce qui peut laisser supposer la présence d'épaisseurs beaucoup plus importantes de remblais sur le site ;**
- b) Sous les terrains remaniés et les remblais, présence d'alluvions sablo-limoneuses et sableuses avec graviers, galets et blocs en pourcentages variables jusqu'à arrêt des sondages ;
- c) Refus systématique sur blocs cyclopéens au droit de nos puits à la pelle mécanique ;
- d) Mauvaise rippabilité des alluvions sablo-limoneuses ;
- e) Caractéristiques mécaniques médiocres au sein des remblais, excellentes au sein des d'alluvions sableuses avec graviers, galets et blocs en pourcentages variables jusqu'à arrêt des sondages ;
- f) Alluvions sablo-limoneuses et sableuses avec graviers, galets et blocs en pourcentages élevés perméables ;
- g) Classe de Sol « B » au sens de l'Eurocode 8 ;
- h) Absence de bâtiments ou d'ouvrages en mitoyenneté ; avoisinants situés dans la continuité du terrain étudié sans rupture de pente ;
- i) **Au Nord**, présence d'une clôture grillagée puis d'un parking pour véhicules, situés dans la continuité du terrain étudié, sans rupture de pente ; **à l'Est**, présence de terrains en friches situés dans la continuité du terrain étudié, sans rupture de pente ; **au Sud**, présence d'une clôture grillagée puis de bâtiments en recul de 20,00 m de la clôture. Aucune rupture de pente n'est visible ; **A l'Ouest**, on note la présence d'une clôture grillagée puis de terrains (espaces verts), situés dans la continuité du terrain étudié, sans rupture de pente ;
- j) Absence d'eau à faible profondeur selon les données en notre possession mais risque de présence de résurgences à des profondeurs variables, et dont les débits peuvent augmenter en fonction de la pluviométrie ;
- k) Zone d'étude située hors périmètre de protection de source, captage ou forage AEP. La mise à jour n'étant pas systématiquement portée à la connaissance des BET par l'administration, le Maître d'œuvre prendra l'attache des services concernés (ARS, Mairie) afin de confirmer ce point et de connaître les éventuelles prescriptions relatives à une ressource AEP qui se situerait à proximité ;
- l) D'après les données en notre possession, le terrain concerné par la présente étude se trouve au sein d'une zone à aléa faible à modéré mouvement de terrain combiné à un aléa nul inondation au sens du zonage réglementaire du risque de la commune de Saint Pierre ;
- m) Le Maître d'œuvre devra faire vérifier l'application de normes parasismiques à son bâtiment à la date de commencement des travaux de construction, compte tenu de l'entrée en vigueur des nouvelles règles de constructions parasismiques ainsi que le nouveau zonage sismique, depuis le 1^{er} mai 2011.

V/ PRÉCONISATIONS DANS LE CADRE DE L'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (PHASE G2 PRO)

1/ RAPPEL DU PROJET

Le projet est constitué d'un ensemble de bâtiments de type R+0 avec un niveau de galerie technique enterré.

Nous disposons actuellement des documents suivants :

- plan de masse (réf. : M. Hartmann Architectes, phase PRO, 10/2024, échelle : 1/200^{ème}) ;
- plans / vues de façade (réf. : M. Hartmann Architectes, phase PRO, 10/2024, échelle : 1/100^{ème}) ;
- coupes transversales (réf. : M. Hartmann Architectes, phase PRO, 10/2024, échelle : 1/100^{ème}) ;
- plan de fondation (réf. : ECMI, ST_10, échelle : 1/75^{ème}) ;
- plans de niveaux (réf. : M. Hartmann Architectes, phase PRO, 10/2024, échelle : 1/100^{ème}) ;
- niveaux NGR (réf. : M. Hartmann Architectes, phase PRO, 10/2024, échelle : 1/100^{ème}).

Le niveau 0 NGR du bâtiment est le suivant :

- Niveau RDC à 49,30 m NGR.

Nous ne disposons pas actuellement des éléments suivants :

- un plan topographique ;
- les descentes de charges.

2/ INCIDENCE DES DONNÉES HYDROGÉOLOGIQUES ET HYDRAULIQUES SUR LE PROJET

a/ Eau souterraine/résurgences

Aucune donnée concernant la présence d'une nappe d'eau souterraine à faible profondeur n'est disponible. Néanmoins, en cas de présence de résurgences, on pourra être amené à prévoir des ouvrages spécifiques (caniveaux, cunettes, drainage...) avec évacuation vers le réseau ou vers un exutoire judicieusement positionné.

On procédera dans tous les cas à une étanchéification des parties de murs enterrés et dimensionnement en conséquence.

b/ Eau d'infiltration

Le DTU - Maçonnerie précise que pour éviter toute contestation ultérieure, il appartient au maître d'œuvre de se faire préciser par le maître d'ouvrage les exigences relatives aux conditions d'utilisation des locaux. Concernant la catégorie de local et conformément au DTU maçonnerie, on peut en définir trois :

Catégorie	Commentaires	Exemples
Première catégorie	Le mur de soubassement borde des locaux où aucune trace d'humidité n'est acceptée sur sa face intérieure.	C'est le cas des murs limitant des locaux habitables* en sous-sol : salle de jeux, cuisine aménagée...
Deuxième catégorie	Le mur de soubassement peut tolérer des infiltrations limitées.	C'est le cas des murs bordant des locaux utilisés comme chaufferie, garage ou certaines caves.
Troisième catégorie	Le mur de soubassement n'a à assurer aucune fonction autre que la résistance mécanique.	C'est le cas des murs de vides sanitaires et des murs périphériques de terre-plein qui ne nécessitent pas de traitement particulier.

** la notion d'habitabilité est conditionnée par une surface minimale, une ventilation, ...*

c/ Eaux pluviales

On procédera à un traitement soigné des eaux pluviales (y/c en phase chantier).

Les eaux de toiture seront récupérées en gouttière et évacuées au réseau, et les eaux de ruissellement en surface du terrain devront être traitées notamment pour éviter toute stagnation d'eau en surface (pas d'« effet piscine »...).

On rappellera que d'après les données en notre possession, le terrain concerné par la présente étude se trouve au sein d'une zone à aléa faible à modéré mouvement de terrain combiné à un aléa nul inondation au sens du zonage réglementaire du risque de la commune de Saint Pierre

On s'assurera que, conformément au DTU 20.1, les systèmes d'infiltration des eaux pluviales soient éloignés le plus possible des constructions (partie C.4.2.) et des voiles enterrés (partie C.5.2 Prescriptions relatives à la collecte des eaux de toitures, « les eaux de toitures doivent être recueillies dans un regard ou une boîte d'inspection étanche puis évacuées afin de les empêcher de s'infiltrer le long des murs enterrés »).

On rappellera également que l'article C.5.3 Prescriptions relatives à la collecte des eaux de ruissellement, précise que « lorsque les dimensions de la parcelle le permettent, les tranchées drainantes et avaloirs sont positionnés à une distance minimale de trois mètres de la construction ».

Le cas échéant, un examen particulier de la configuration sera nécessaire et pourra entraîner des dispositions spécifiques (étanchéification de tout ou partie du système de gestion des EP, bétons hydrofuges...).

3/ TERRASSEMENTS

Compte tenu des matériaux rencontrés en forage et puits, les terrassements ne devraient pas nécessiter l'utilisation du BRH, sauf lors de la réalisation de fouilles étroites et profondes sur blocs cyclopéens de basalte.

D'après le guide méthodologique d'aide à la rédaction des CCTP pour les terrassements (SETRA), il est désormais souvent fait mention de deux catégories de matériaux : les déblais de catégorie 1 et les déblais de catégorie 2.

Les déblais dits aujourd'hui de 1^{ère} catégorie, correspondent aux déblais meubles. Tous les engins à lame sont susceptibles d'extraire les matériaux considérés comme meubles. Il s'agit des pelles, des chargeurs, des décapeuses (motorscraper), des boteurs (bulldozer).

Les déblais dits aujourd'hui de 2^{ème} catégorie, correspondent aux déblais rocheux et compacts devant être ameublis au minimum au ripper et les déblais rocheux nécessitant l'emploi d'explosifs ou des engins de très forte puissance. Les techniques mises en œuvre pour extraire des déblais de 2^{ème} catégorie sont :

- des pelles de très fortes puissances (voir les limites ci-après),
- des BRH (Brise-Roche Hydraulique).
- des ciments expansifs,
- du minage (utilisation d'explosifs),
- des rippers (voir les limites ci-après),
- du rabotage,
- du fraisage.

Les déblais de catégorie 1 (ou dits de 1^{ère} catégorie) correspondent à des matériaux qui ne sont pas de 2^{ème} catégorie, sachant que les déblais de 2^{ème} catégorie sont des matériaux qui ne peuvent pas être extraits à l'aide :

- d'une pelle de deux cent vingt kilowatts DIN (220 kW = 300 CV DIN) au moins, équipée d'un godet de deux mètres cubes (2m³) en rétro et trois mètres cubes (3 m³) en butte, avec un débit d'extraction d'au moins cent vingt mètres cubes par heures (120 m³/h),
- Ou bien à l'aide d'une défonceuse à une dent montée sur un tracteur de deux cent soixante kilowatts DIN (260 kW = 355 CV DIN) au moins, avec un débit de défouage d'au moins cent vingt mètres cubes par heure (120 m³/h) et qui nécessite donc l'emploi d'explosifs ou d'engins de forte puissance.

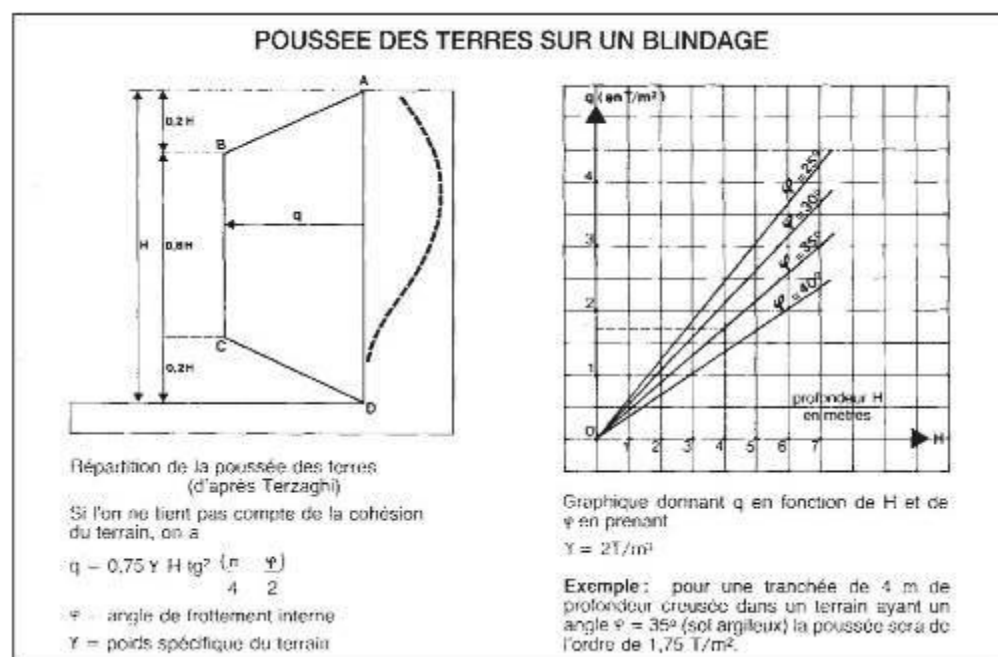
Les alluvions sablo-limoneuses sont des déblais de catégories 1.

Les terrassements en périphérie du projet devront faire l'objet d'une étude spécifique, basée sur des profils précis et pouvant nécessiter des sondages complémentaires au démarrage du chantier (reconnaissance des mitoyens, niveau d'assise des fondations, présence de réseaux enterrés, nature précise des sols dans certaines zones délicates...).

Ils feront appel à une méthodologie adaptée pouvant donner lieu à des travaux de confortement et/ou de protection (soutènements provisoires, blindages, ...).

Lorsqu'une tranchée a plus de 1,30 m de profondeur, et que sa largeur est égale ou inférieure aux 2/3 de sa profondeur, elle doit être obligatoirement blindée quelle que soit la nature du terrain avoisinant.

Vous trouverez ci-après les formules et abaque pour la poussée des terres sur un blindage de fouille.



Compte tenu de l'aspect pulvérulent des matériaux, ces travaux seront délicats à réaliser (alluvions).

Dans tous les cas, ils devront être exécutés par une Entreprise spécialisée, disposant des moyens matériels et humains adaptés.

NB : On prévoira une méthodologie spécifique de terrassement « en sortant » des plateformes et de mise en œuvre des couches de formes « en rentrant ». Afin de limiter les risques de remaniements des terrains, on évitera toute circulation d'engins (pelle, camion, compacteur) sur les fonds de formes notamment en période pluvieuse.

4/ STABILITÉ / SOUTÈNEMENT / MITOYENNETÉ

a/ Stabilité

En phase provisoire de chantier, hors zone de mitoyenneté, les talus non soutenus de moins de 3,00 m de haut en déblais pourront être taillés à 1/1. Cette pente pourra être adoucie par endroits en cas de présence de remblais et/ou de matériaux faibles en surface.

Les talus non soutenus de plus de 3,00 m de haut devront faire l'objet d'une étude spécifique (stabilité).

En phase provisoire de chantier, dans les zones de mitoyenneté, l'entreprise prendra toutes les dispositions qui s'imposent pour éviter toute déstabilisation des existants. Cela imposera une méthodologie spécifique et adaptée de la part de l'entreprise : reconnaissance soignée des mitoyens (niveau d'assise des fondations existantes, présence de réseaux enterrés ...), soutènements provisoires, ...

En phase définitive, les talus non soutenus de moins de 3,00 m de haut en déblais et les talus non soutenus de moins de 3,00 m de haut en remblais, soigneusement mis en œuvre et compactés, seront taillés à 2V/3H. Ils seront soigneusement stabilisés et engazonnés.

b/ Soutènement

Les parties de murs enterrés seront dimensionnées en murs de soutènement, en considérant les caractéristiques des matériaux mis en remblais ou présents derrière le mur, les éventuelles surcharges et la topographie du terrain à l'arrière du mur, et en tenant compte de l'eau d'infiltration : étanchéification du mur avec dimensionnement en conséquence.

Les murs de soutènement seront dimensionnés en considérant les caractéristiques des matériaux mis en remblais ou présents derrière le mur, les éventuelles surcharges et la topographie du terrain à l'arrière du mur et en évitant l'accumulation des eaux pluviales par mise en place de barbacanes.

Les murs de soutènement devront faire l'objet d'une étude spécifique.

Il conviendra évidemment pour le bureau d'études de l'Entreprise de prendre en compte les surcharges apportées par le projet à l'arrière du mur.

On prévoira des barbacanes au niveau du mur et la mise en œuvre d'un géotextile à l'arrière de ce dernier afin de limiter les risques de fuite de fines.

Les fondations des murs de soutènement devront être soigneusement ancrées dans les terrains en place et non remaniés et la stabilité des murs devra être soigneusement assurée.

c/ Mitoyenneté

L'Entreprise prendra toutes les dispositions qui s'imposent afin d'éviter tout risque de déstabilisation en mitoyenneté ainsi qu'en périphérie de l'Opération.

5/ SYSTÈME DE FONDATIONS

Remarque : Les coupes et essais restent entièrement valables au droit de nos forages et puits, mais peuvent subir des modifications en d'autres points du terrain : blocs cyclopéens de basalte, poche de matériaux de caractéristiques faibles, épaisseurs plus ou moins importantes de remblais, présence d'ouvrages enterrés, ...

NB : En cas de présence d'ouvrages d'ANC existants au droit du projet, on prévoira :

- des travaux de purge (suivis par un géotechnicien et faisant appel à une Entreprise spécialisée) qui pourront entraîner des adaptations éventuelles ;
- une évacuation des matériaux conforme à la réglementation en vigueur ;
- des précautions sanitaires particulières à prendre compte tenu de la nature des effluents ;
- le dévoiement des réseaux et la neutralisation effective des zones concernées (y compris vérification de l'absence d'écoulements dans système déconnecté) avant d'entreprendre tous travaux.

La purge sera comblée en béton cyclopéen.

Compte tenu des terrains rencontrés et des caractéristiques mesurées par les essais pressiométriques, on pourra envisager des fondations par semelles filantes et/ou isolées (puits - longrines possibles par endroits), à condition de respecter les points suivants :

- enlever soigneusement** les ouvrages enterrés existants les éventuelles zones polluées par les puisards de fosse septique (voir NB ci-dessus) et purger les zones ainsi remaniées ;

- dévoier** les éventuels réseaux passant sous l'emprise des futurs bâtiments et purger les zones ainsi remaniées ;

- enlever soigneusement** les racines et souches d'arbres et purger les zones ainsi remaniées ;

- traverser en totalité** la terre végétale, les terrains remaniés, les remblais et matériaux faibles. Afin d'éviter tout approfondissement surabondant et compte tenu de la limite difficile à déterminer en forage entre remblais et matériaux faibles, ces purges seront impérativement suivies dans le cadre d'une mission de type G4 ;

- être assises** dans les alluvions sablo-limoneuses avec graviers, galets et blocs de basalte en pourcentage variable en place et non remaniées, **cela entraînera des adaptations par endroits pour traverser les remblais résiduels avec utilisation de gros béton de rattrapage de niveau** (cf schéma ci-après) ;

- être ancrées de 0,30 m minimum** dans les niveaux ci-dessus décrits ;

- être coulées** pleine fouille sur cette hauteur ;

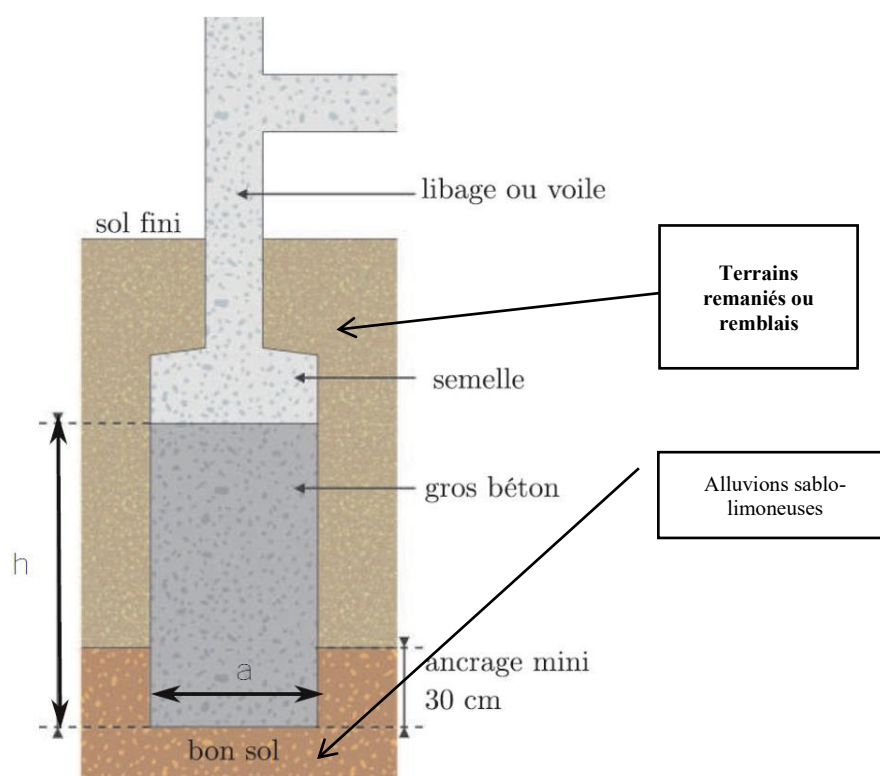


Schéma des approfondissements à réaliser sous l'arase inférieure des semelles de fondations

Conformément à la Norme d'application nationale NF P94-261 (Justification des ouvrages géotechniques — Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 — Fondations superficielles, juin 2013), le critère de limitation de la charge transmise au terrain est à vérifier à l'ELS quasi-permanent et caractéristique et nécessite de satisfaire les relations suivantes :

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

et

$$R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R;v}}$$

et

$$R_{v;k} = \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R;d;v}}$$

avec

- V_d est la valeur de calcul de la charge verticale transmise par la fondation superficielle au terrain ;
- R_0 est la valeur du poids de volume de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux ;
- $R_{v;d}$ est la valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle ;
- $\gamma_{R;v}$ est le facteur partiel à considérer, il est égal à 2,3 à l'ELS quasi-permanent et à l'ELS caractéristique et sa valeur ne dépend pas de la méthode de calcul ;
- $R_{v;k}$ est la valeur caractéristique de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle ;
- A' est la valeur de la surface effective de la semelle ;
- q_{net} est la valeur de la contrainte associée à la résistance nette sous la fondation superficielle ;
- $\gamma_{R;d;v}$ est le coefficient de modèle lié à la méthode de calcul utilisée pour le calcul de la contrainte q_{net} .

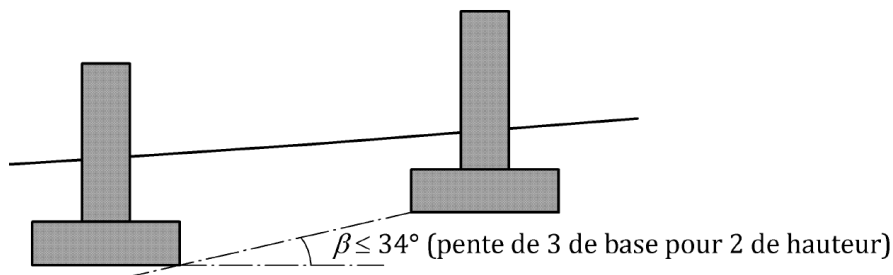
Après vérification de la résistance nette du terrain sous la fondation aux ELS, les fondations par semelles filantes et/ou isolées **pourront être dimensionnées** sur la base d'une contrainte admissible de **0,25 MPa (2,5 bars) à l'ELS** pour des charges verticales centrées et des fonds de fouilles non remaniés (contrainte réduite compte tenu de la faible importance prévisible des descentes de charges et à adapter aux dimensions minimales de semelles).

Remarques importantes

Tout bloc déchaussé lors des fouilles de fondations devra être enlevé et substitué en gros béton.

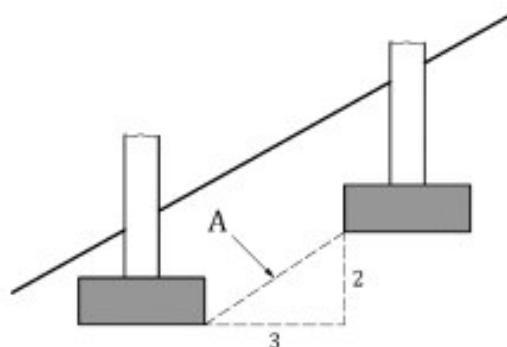
Les fouilles des réseaux s'effectueront avant réalisation des fondations.

Tout approfondissement au niveau d'une semelle devra entraîner un approfondissement au niveau de la semelle voisine, en respectant une pente de 2V/3H entre l'arase de la fondation la plus haute et le fond de fouille d'approfondissement.



Extrait de la norme NFP 94-261, §8.1

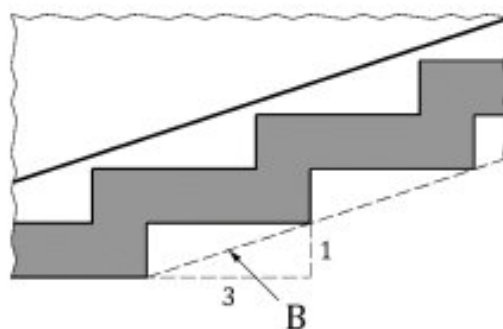
Dans les terrains en pente, lorsque le terrain d'assise ne peut donner lieu à un glissement d'ensemble, les niveaux de fondations successives doivent respecter une pente maximale 2V/3H, conformément à la figure ci-après :



a) Décalage de niveau d'assise

Extrait du DTU 13.1 P1-1, §9.4

Il est admis de fonder superficiellement un voile ou un mur filant sur un terrain en pente, en respectant des marches ou redans à pente maximale de 3 de base pour 1 de hauteur, conformément à la figure ci-après :



b) Redans

Extrait du DTU 13.1 P1-1, §9.4

Cette même pente devra être respectée entre les fondations des différents ouvrages et les pieds de talus et/ou tranchées et/ou purges et/ou fondations de murs de soutènement situés à proximité et/ou fond de fouille de système d'assainissement des eaux usées dont les fouilles devront impérativement être effectuées avant les fondations. L'Entreprise vérifiera également le niveau d'assise des bâtiments voisins, ainsi que la présence éventuelle d'ouvrages enterrés en mitoyenneté. Cette vérification pourra entraîner des approfondissements des fondations du projet suivant une pente de 2V/3H avec le niveau d'assise des ouvrages voisins.

Il conviendra de contacter GEISER avant tout approfondissement surabondant.

Les fonds de fouilles seront réceptionnés par un Géotechnicien.

On prévoira ainsi du gros béton pour purges (remblais et/ou zone de puisard).

Les utilisations de gros béton seront conséquentes.

On prévoira également le coulage d'un gros béton à l'avancement des fouilles de fondations, afin d'éviter tout risque de remaniement des fonds de fouilles.

Les fonds de fouilles seront compactés avant coulage des fondations.

6/ ÉVALUATION DES RISQUES DE TASSEMENTS

L'évaluation des tassements absolus totaux théoriques est calculée de façon statistique sur la base des formules pressiométriques, des caractéristiques mesurées au droit de nos forages et des descentes de charge maximales fournies par la Maîtrise d'œuvre, selon l'annexe H de la norme NF P94-261.

Pour un sol homogène, le tassement final doit être calculé à partir de la formule suivante :

$$s_f = s_c + s_d$$

s_f est le tassement final (tassement estimé pour une échéance de 10 ans),

s_c est le tassement sphérique (dû aux déformations volumétriques),

s_d est le tassement déviatorique (dû aux déformations de cisaillement).

Les tassements sphérique s_c et déviatorique s_d doivent être calculés respectivement à partir des expressions :

$$s_c = \frac{\alpha}{9E_M} (q' - \sigma'_{v0}) \lambda_c B$$

$$s_d = \frac{2}{9E_M} (q' - \sigma'_{v0}) B_0 \left(\lambda_d \frac{B}{B_0} \right)^\alpha$$

E_M est le module pressiométrique Ménard ;

q' est la contrainte moyenne effective appliquée au sol par la fondation ;

σ'_{v0} est la contrainte verticale effective au niveau de fondation, dans la configuration du terrain avant travaux ;

B_0 est une largeur de référence égale à 0,60 m ;

B est la largeur de la fondation ;

α est un coefficient rhéologique dépendant de la nature du terrain ;

λ_c, λ_d sont des coefficients de forme, fonction du rapport L/B .

Pour un sol hétérogène, les tassements sphérique s_c et déviatorique s_d doivent être calculées à partir de la formule suivante :

$$s_c = \frac{\alpha}{9E_c} (q' - \sigma'_{v0}) \lambda_c B$$

$$s_d = \frac{2}{9E_d} (q' - \sigma'_{v0}) B_0 \left(\lambda_d \frac{B}{B_0} \right)^\alpha$$

E_c est le module pressiométrique Ménard équivalent correspondant à la zone où les déformations volumétriques sont prépondérantes (zone dite d'influence sphérique) ;

E_d est le module pressiométrique Ménard équivalent correspondant à la zone où les déformations de cisaillement sont prépondérantes (zone dite d'influence déviatorique) ;

α est un coefficient rhéologique moyen sur l'épaisseur de terrain.

Après application des formules adéquates, les tassements absolus totaux théoriques estimés de façon statistique pour des **semelles isolées et filantes dimensionnées à 0,25 MPa à l'ELS quasi-permanent et assises au sein des alluvions sablo-limoneuses** devraient être inférieurs à :

- * **0,0841 cm** pour une SF40 dimensionnées à 0,25 MPa à l'ELS quasi-permanent ;
- * **0,211 cm** pour une SF280 dimensionnées à 0,25 MPa à l'ELS quasi-permanent ;
- * **0,0799 cm** pour une SI carrée de 70 x 70 dimensionnées à 0,25 MPa à l'ELS quasi-permanent.
- * **0,132 cm** pour une SI carrée de 200 x 200 dimensionnées à 0,25 MPa à l'ELS quasi-permanent.
- * **0,171 cm** pour un radier de 460 x 290 dimensionnées à 0,25 MPa à l'ELS quasi-permanent.
- * **0,277 cm** pour un radier de 890 x 680 dimensionnées à 0,25 MPa à l'ELS quasi-permanent.

Ces tassements absolus totaux peuvent se transformer en totalité ou en partie en tassements différentiels. La Maîtrise d'œuvre vérifiera la compatibilité de ces valeurs avec les limites admissibles pour la structure, conformément aux Eurocodes.

7/ RÉUTILISATION DES MATÉRIAUX

a/ Conditions de réemploi des matériaux en remblai

Les conditions d'utilisation des matériaux D3 (alluvions sableuses avec graviers, galets et blocs en pourcentages élevés uniquement) en remblai sous voiries, fixées par le G.T.R. sont les suivantes :

- * utilisable en toutes situations météorologiques ;
- * compactage moyen au sens du G.T.R.

b/ Mode de réemploi

Lors des terrassements en déblai, on veillera à évacuer la terre végétale de surface, les débris végétaux divers, les scories.

Les matériaux pourront être réutilisés **par temps sec** en remblais sous voiries et plateau vert, « **sous réserves d'une caractérisation en laboratoire au sens du GTR** », **d'un suivi par un géotechnicien, avec mise en œuvre d'une couche de forme en matériaux nobles** et à condition de respecter les points **minimums** suivants :

- enlever et évacuer la terre végétale, les remblais impropres, les racines et débris divers ;
- briser ou évacuer les blocs d'un diamètre supérieur à 200 mm ;
- éviter la ségrégation lors du stockage, tant pour les gros éléments que pour les éléments fins (protection des intempéries par une bâche) afin d'obtenir un matériau homogène de granulométrie étalée proche d'un 0/200 ;
- ne pas mélanger les différents matériaux lors du stockage ;
- procéder à des mesures de teneur en eau des différents matériaux mis en stock, avant mise en remblais, en adéquation avec les résultats des essais Proctor ;
- procéder à des planches d'essais **par temps sec**, afin de déterminer la technique de compactage (nombre de passes élémentaires, vibration), amenant au respect des critères suivants (couche élémentaire d'épaisseur inférieure ou égale à 0,30 m) :

$$EV2 > 50 \text{ MPa}$$

$$K = EV2/EV1 < 1,5$$

On proscrit la réutilisation de ces matériaux sous dallages et en remblai technique sous fondations.

8/ DALLAGES

a/ Zones en dallage traditionnel

Dans les zones entièrement en déblais, on pourra prévoir des dallages en niveau -1 et 0 (sauf au voisinage des décrochés, voir ci-après). On procédera à un décapage soigné de la terre végétale, à un enlèvement soigné des éventuels ouvrages enterrés existants, des remblais et terrains remaniés de surface (y compris par la circulation des engins en période pluvieuse), des racines, à un compactage intensif du fond de forme, avec purges des zones faibles et substitution en matériaux nobles insensibles à l'eau, de type GNT 0/100 soigneusement compacté.

Le fond de forme sera réceptionné par essai à la plaque (effectué selon un maillage convenable et par temps sec en respectant 3 points minimaux de contrôle plus 1 tous les 1000 m²) en adoptant comme critère, selon le DTU 13.3 (hors indice de compactage) :

EV2 ≥ 50 MPa pour les charges d'exploitation avec des charges réparties ≤ 20 kN/m², ou des charges concentrées fixes ≤ 20 kN, ou des charges concentrées mobiles ≤ 20 kN/roue ;
EV2 ≥ 70 MPa pour les charges d'exploitation avec des charges réparties > 20 kN/m², ou des charges concentrées fixes > 20 kN, ou des charges concentrées mobiles > 20 kN/roue ;
indice de compactage : EV2/EV1 ≤ 2,0.

En cas de difficultés à réaliser l'essai à la plaque sur le fond de forme compte tenu du type de matériau, on procédera à une purge de la totalité de la plateforme **en sortant** afin d'enlever les terrains remaniés, sans circuler sur le fond de forme, puis à la mise en œuvre d'une couche de forme en matériaux nobles insensibles à l'eau de type GNT 0-80 ou 0-100, **en rentrant**, sans rouler sur le fond de forme ni le compacter. L'épaisseur et la technique de compactage de cette couche d'amélioration du sol support seront déterminées par l'Entreprise et son géotechnicien en coordination avec la Maîtrise d'œuvre, dans le cadre de l'exécution de planches d'essais destinées à obtenir le critère ci-dessus cité ;

Les zones de faiblesse seront purgées, substituées en matériaux nobles insensibles à l'eau, de type GNT 0/80, compactées et contrôlées de nouveau.

Les remblais sous dallages s'effectueront avec des matériaux nobles insensibles à l'eau de type GNT 0/80 ou 0/100, soigneusement mis en œuvre, compactés et contrôlés. Ces travaux seront suivis par un Géotechnicien.

Compte tenu de l'accord établi entre les dallagistes et les géotechniciens, il est d'usage d'utiliser le module de « Module de Déformation Es [MPa] » (dont la formule correspond à celle du module oedométrique), dont vous trouverez ci-après les plages de valeurs au sein des différentes formations rencontrées.

Nature de sol	Module de déformation Es (MPa)	Épaisseur (m)
Couche de forme en GNT 0/31,5	20	0,20
Alluvions sablo-limoneuses	> 100	5

NB : On prévoira des possibilités de purges supplémentaires des matériaux remaniés par la circulation des engins en période pluvieuse, avant mise en œuvre de la forme du dallage. En période de forte pluviométrie, des arrêts de chantier pourront s'avérer nécessaires (voir chapitre « Terrassements »).

b/ Zones en dalle portée ou plancher

On prévoira un principe de dalle portée ou de plancher en niveau 0, coulé sur remblais coffrant. Ce dernier sera toutefois soigneusement compacté avant mise en œuvre de la dalle, pour éviter tout affaissement lors du coulage du béton.

9/ VOIRIES (PURGE PARTIELLE)

Compte tenu des terrains rencontrés et du niveau prévisible de la voirie, on procédera de la façon suivante.

On prévoira une purge globale des remblais impropres sur 0,60 m de hauteur minimum.

On portera alors une attention particulière au fond de forme, en purgeant systématiquement les éventuelles poches de déchets visibles. Ce fond de forme sera intensivement compacté et contrôlé par essais de Westergaard, suivant un maillage convenable (à définir en phase chantier), par temps sec, et en adoptant comme critère de réception :

K (coefficient de Westergaard) > 30 MPa/m (3 bars/cm)

Les zones ne respectant pas ce critère seront purgées, substituées en matériaux d'apport de granulométrie et de caractéristiques convenables, soigneusement mis en œuvre et compactés.

NB : On prévoira des possibilités de purges supplémentaires des matériaux remaniés par la circulation des engins en période pluvieuse, avant mise en œuvre du corps de chaussée. En période de forte pluviométrie, des arrêts de chantier pourront s'avérer nécessaires (voir chapitre « Terrassements »).

On procédera alors au remblaiement pour atteindre le niveau fini de la plate-forme sous voirie.

Ce remblaiement se fera en 0/100 ou avec un matériau de granulométrie et de caractéristiques convenables, mis en œuvre par couches de 0,30 m d'épaisseur soigneusement compactées et contrôlées par essais de plaque EV1 – EV2 tous les 0,60 m d'épaisseur, suivant un maillage convenable, par temps sec, et en adoptant comme critère de réception :

EV2 > 50 MPa

EV2/EV1 < 1,5

On adoptera le même critère en finition et on prévoira le corps de chaussée qui s'impose en matériau noble.

En cas d'épaisseur de remblais impropres inférieure à 0,60 m ou en l'absence de remblais impropres, on procédera à un terrassement minimum (y compris décapage de la terre végétale) pour mise en œuvre du corps de chaussée.

Au voisinage des murs enterrés et/ou des murs de soutènement, on prévoira un compactage soigné, basé sur une méthodologie spécifique, et un contrôle renforcé, afin d'éviter tout risque d'affaissement de la voirie par la suite. On prévoira un géotextile à l'arrière des murs afin d'éviter toute fuite de fines par les barbacanes.

NB 1 : les regards et réseaux seront soigneusement stabilisés afin d'éviter tout affaissement pouvant entraîner des contre pentes et des dysfonctionnements à terme.

NB 2 : Dans tous les cas ces travaux seront suivis par un géotechnicien.

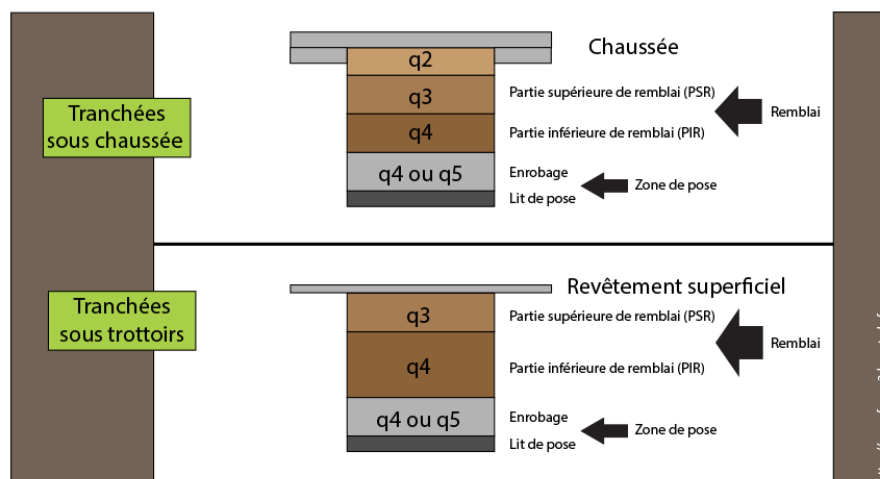
10/ POSE DES CANALISATIONS

Les terrassements spécifiques pour la réalisation des tranchées pour la pose des canalisations de 0 à 1,00 m de profondeur à partir des côtes du terrain actuel ne devraient pas faire appel au BRH. Néanmoins, on ne pourra pas exclure d'utiliser le BRH en fouilles étroites et profondes en cas de rencontre sporadique de blocs cyclopéens et/ou zones indurées de basalte.

Les fonds de fouille devront être débarrassés de tout point dur (blocs, affleurement rocheux, anciens ouvrages enterrés...). Le fond de fouille pourra être approfondi localement en cas de rencontre de nappe, un lit de pose épaissi sera alors mis en œuvre dans ces zones.

Les fouilles en tranchée **de plus de 1,30 mètre de profondeur** et d'une **largeur égale ou inférieure aux deux tiers de la profondeur** sont, lorsque leurs parois sont verticales ou sensiblement verticales, blindées, étrépillonnées ou étayées. Une attention soutenue sera portée au droit des futurs appuis des collerettes des réseaux d'assainissement et d'adduction (réseaux humides).

Les remblaiements des tranchées se feront en contrôlant la compacité des matériaux mis en œuvre.



Avec :

q2	pdm= 97 % pdOPM à pdfc= 95 % pdOPM	Assises de chaussées
q3	pdm= 98,5 % pdOPN à pdfc= 96 % pdOPN	Partie supérieure de remblai
q4	pdm= 95 % pdOPN à pdfc= 92 % pdOPN	Partie inférieure de remblai Zone d'enrobage si H < 1,30m
q5	pdm= 90 % pdOPN à pdfc= 87 % pdOPN	Zone d'enrobage si H > 1,30m

pdOPM : densité Optimum Proctor Normal.

pdOPN : densité Optimum Proctor Modifié.

Les objectifs de densification sont les suivants :

q4	q3	q2
Éviter les tassements ultérieurs. Réaliser un bon épaulement des sols environnants	Effet d'enclume. Faciliter le compactage de la chaussée	Avoir des performances mécaniques correctes

Les matériaux de remblais seront conformes au guide technique du SETRA « remblayage des tranchées et réfection des chaussées ».

Tableau 3.2 - Matériaux utilisables en remblayage de la partie inférieure de remblai

Objectif de densification q4

Appellation selon NF P 11-300 Sols	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
Sols fins	A1h ; A1m ; A1s ; A2h ; A2m ;	
Sols sableux et graveleux avec fines	B1 ; B2h ; B2m ; B2s ; B3 ; B4h ; B4m ; B4s ; B5h ; B5m ; B5s B6h ; B6m ;	
Sols comportant des fines et des gros éléments	C1A1h ; C1A1m ; C1A2h ; C1A2m C2A1h ; C2A1m ; C2A2h ; C2A2m C1B2h ; C1B2m ; C1B4h ; C1B4m C1B5h ; C1B5m ; C1B6h ; C1B6m C2B2h ; C2B2m ; C2B4h ; C2B4m C2B5h ; C2B5m ; C2B6h ; C2B6m	
Sols comportant des fines (non argileuses) et des gros éléments	C1B1 ; C1B3 ; C2B1 ; C2B3	
Sols insensibles à l'eau	D1 ; D2 ; D3	
Appellation selon NF P 11-300 Matériaux rocheux	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
Craies	R11 ; R12h ; R12m ; R13h ; R13m	
Calcaires rocheux divers	R21 ; R22 ; R23	R22 et R23 assimilés à C2B4
Roches siliceuses*	R41 ; R42 ; R43	R42 assimilé à C2B4 R43 assimilé à C1B1
Roches magmatiques et métamorphiques	R61 ; R62 ; R63 ;	R62 et R63 assimilés à C2B4

Extrait du Guide Technique « remblayage des tranchées » du SETRA

Tableau 3.3 - Matériaux utilisables en remblayage de la partie supérieure de remblai

Objectif de densification q_3

Appellation selon NF P 11-300 Sols	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
Sols sableux et graveleux avec fines (non argileuses)	B1 ; B3	
Sols comportant des fines (non argileuses) et des gros éléments	C1B1 ; C1B3 ; C2B1 ; C2B3 C1B4 ; C2B4 après élimination de la fraction fine 0/d	
Sols insensibles à l'eau	D1 ; D2 ; D3	
Appellation selon NF P 11-300 Matériaux rocheux	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
Crates	R11	
Calcaires rocheux divers	R21 ; R22	R22 assimilé à C2B4
Roches siliceuses*	R41 ; R42 ;	R42 assimilé à C2B4
Roches magmatiques et métamorphiques	R61 ; R62 ;	R62 assimilé à C2B4

Extrait du Guide Technique « remblayage des tranchées » du SETRA

(Objectif de densification q_2)

Matériaux de chaussée	DC1	DC2	DC3
Graves non traitées sableuses peu concassées ou graves grenues entièrement roulées	IC < 60 %		
Graves non traitées grenues		IC < 80 %	IC > 80 %
Grave laitier	IC < 60 %	60 < IC < 100	IC = 100 %
Sable laitier et Sable ciment	Autre cas	Si % de sable concassé élevé	
Grave ciment	IC < 80 %	IC > 80 %	
Grave cendres volantes	IC < 80 %	IC > 80 %	
Béton bitumineux	IC < 60 %	60 < IC < 100	IC = 100 %
Graves bitumes	Autres cas	60 < IC < 100	IC = 100 %
Sable bitume	Autres cas	60 < IC < 100	IC = 100 %
Grave émulsion		IC < 80 %	IC > 80 %
Béton maigre	Sauf si w est faible		

Extrait du Guide Technique « remblayage des tranchées » du SETRA

VI/ REMARQUES IMPORTANTES

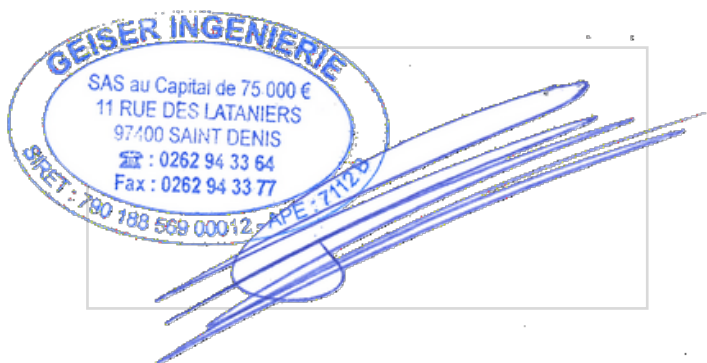
Il appartient au Client de transmettre le présent document, notamment à la Maîtrise d'œuvre et au Contrôleur Technique. Ces derniers devront intégrer nos remarques et prescriptions au projet et vérifier leur prise en compte en phase étude à l'avancement du projet et leur application en phase chantier.

On rappellera que la norme NFP 94500 prévoit un enchaînement des missions géotechniques qui sont déclenchées en fonction de l'avancement du projet. Nous restons à la disposition du Client à sa convenance pour entreprendre ces missions.

Fait à St Denis, le 24/10/24

Le Responsable de l'Etude
Davisen VENETHEETHAN

Pierre RENAUDIN
Directeur



ANNEXES

ANNEXE 1

MISSIONS DE GÉOTECHNIQUE DE LA NORME NF P 94500

4.2.4 Tableaux synthétiques

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 d'ingénierie géotechnique

<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>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</p> <p>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></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs. <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>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></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques. <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités. <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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.

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)**ÉTAPE 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 :

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC 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).

ANNEXE 2

CONDITIONS D'EXPLOITATION ET DE VALIDITÉ DES ÉTUDES DE SOL

UNION SYNDICALE GÉOTECHNIQUE

CONDITIONS GÉNÉRALES DES MISSIONS D'INGENIERIE GÉOTECHNIQUE

(version de novembre 2013)

1. Cadre de la mission

Par référence à la norme NF P 94-500 sur les missions d'ingénierie géotechnique (en particulier extrait de 2 pages du chapitre 4 joint à toute offre et à tout rapport), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions d'ingénierie géotechnique nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art.

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution.

En particulier :

- Les missions d'études géotechniques préalables (étude de site G1 ES, étude des Principes Généraux de Construction G1 PGC), Les missions d'études géotechniques de conception (étude d'avant-projet G2 AVP, étude de projet G2 PRO et étude G2 DCE/ACT), Les missions étude et suivi géotechniques d'exécution (G3), de supervision géotechnique d'exécution (G4) sont réalisées dans l'ordre successif.

- Exceptionnellement, une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante après accord explicite, le client confiant obligatoirement le complément de la mission à un autre prestataire spécialisé en ingénierie géotechnique.

- L'exécution d'investigations géotechniques engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et sur l'exactitude des résultats qu'elle fournit.

- Toute mission d'ingénierie géotechnique n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport.

- Toute mission d'étude géotechnique préalable G1 phase ES ou PGC, d'étude géotechnique de conception G2 AVP, ou de diagnostic géotechnique exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques. De convention expresse, la responsabilité de notre société ne peut être engagée que dans l'hypothèse où la mission suivante d'étude géotechnique de projet lui est confiée.

- Une mission d'étude géotechnique de conception G2 AVP, de projet G2 PRO et G2 DCE/ACT engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission d'ingénierie géotechnique objet du rapport. En particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

2. Recommandations

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés à l'ingénierie géotechnique chargée de l'étude et suivi géotechniques d'exécution (mission G3) afin qu'elle en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution voire la conception de l'ouvrage géotechnique.

Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

3. Rapport de la mission

Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission d'ingénierie géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission.

Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

ANNEXE 3

SITUATION GÉOGRAPHIQUE DU PROJET

LOCALISATION DE L'ÉTUDE

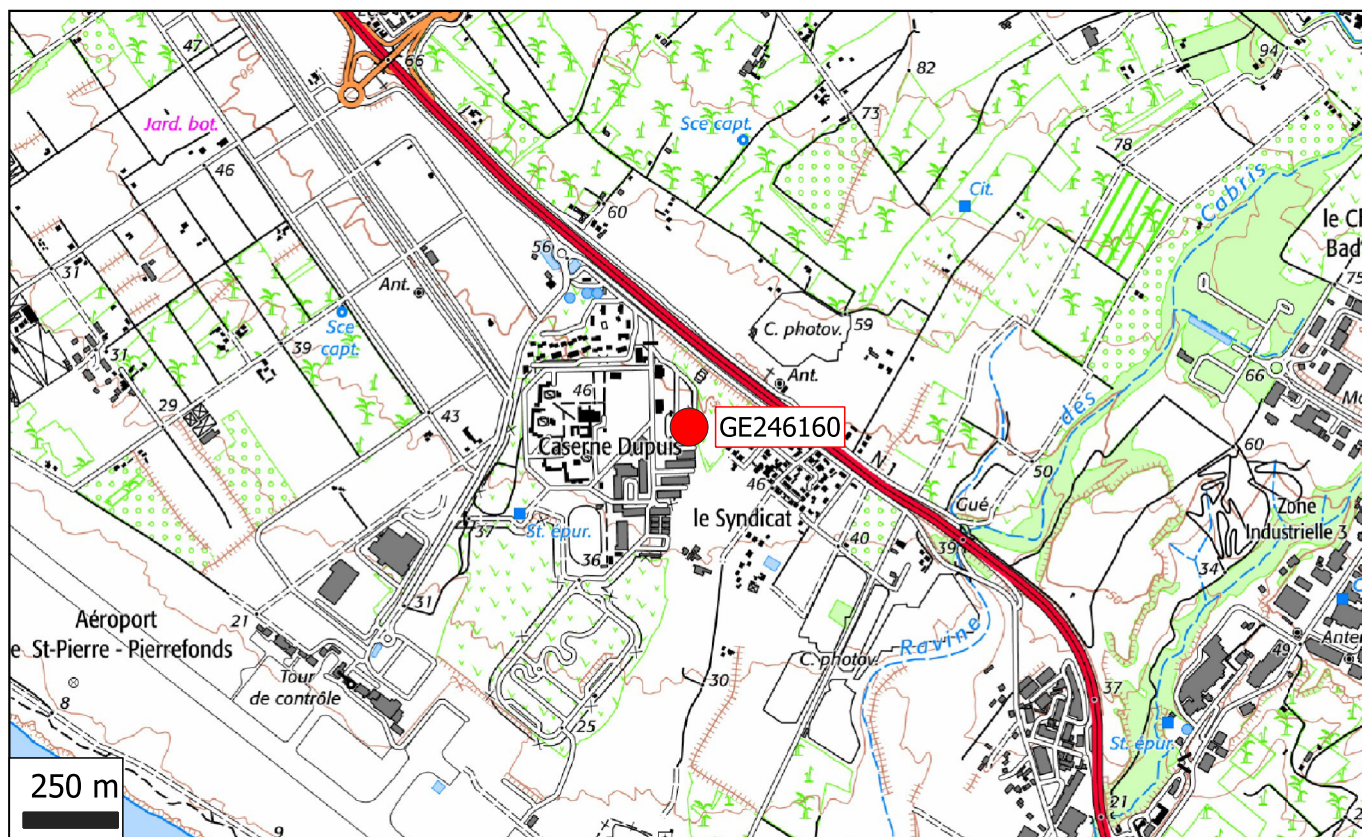
OPERATION : POLE UNIQUE RESTAURATION ET LOISIRS - CASERNE
DUPUIS

CLIENT : MINISTERE DES ARMEES

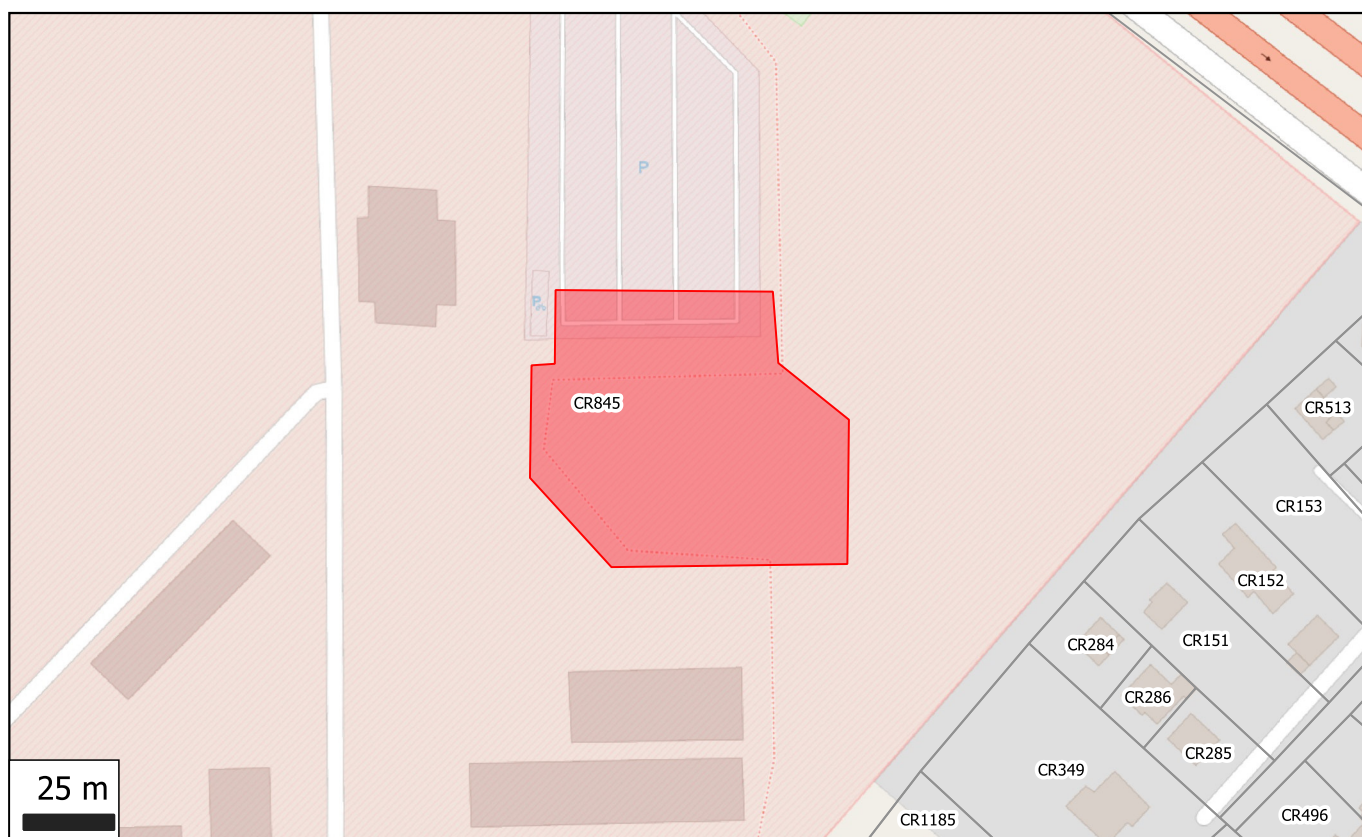
DOSSIER GEISER : GE246160

**GEISER
INGENIERIE**

Sol - Eau - Environnement



Source : Géoportail



Source : Fond cartographique : OpenStreetMap et Cadastre : adastre.data.gouv.fr (2023)

ANNEXE 4

PLAN DE MASSE, COUPES DE L'OPÉRATION

LEGENDE CLOTURES

CLOTURE EXISTANTE A CONSERVER

CLOTURE NEUF TYPE 01 - BOIS

CLOTURE NEUF TYPE 02 - GRILLAGE RIGIDE

CONTROLE D'ACCES EXISTANT

PHASE PRO

OCTOBRE 2024

PLAN DE MASSE

A 02

1/200'

ARCHITECTE :

mae.un.architectes - Mandataire

48 Rue Général Lanbert - 97436 SAINT LEU

Tel / fax 02 02 49 41 33 - 49 86 19 - secretariat@mae-un.com

BET STRUCTURE :

EACI - SARL ZAC Rueduport

8, rue de la République - 97401 SAINT DENIS CEEK 99

Tel / fax 02 02 55 12 10 31 - contact@zacsaintdenis.com

BET FLUIDES :

INSEI

12, rue E. Poin - 97430 LE TAMPON

Tel / fax 02 27 03 28 - 27 12 98 - bet-chaud@inseid.fr

BET OE :

IMAGEN

5, rue de la République - 97401 SAINT DENIS CEEK 99

Tel / fax 02 02 55 12 10 31 - contact@zacsaintdenis.com

BET VRD :

MR

5, rue Georges Pompidou, BP 387 72, 97432 LE TAMPON

Tel / fax 02 62 59 14 88 - 96 87 59 - email: id974@orange.fr

ECONOMISTE :

JOEL LAROCHE JOUBERT

5, rue Gemmeville, 97419 LA POSSESSION

Tel / fax 02 22 13 24 - email: joel.laroch@orange.fr

INGENIERE RESTAURATION :

CARTE LIBRE

14, rue de la République - 97415 LES TROIS BASAINS

Tel / fax 02 92 62 82 04 - email: cardre@restaur.fr

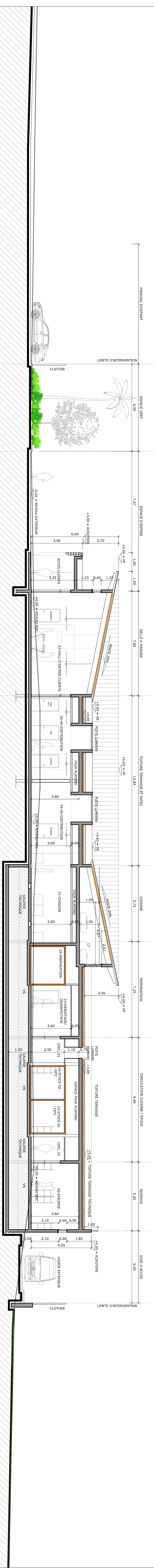
MATRE D'OUVRAGE :

ETAT - MINISTERE DES ARMEEES

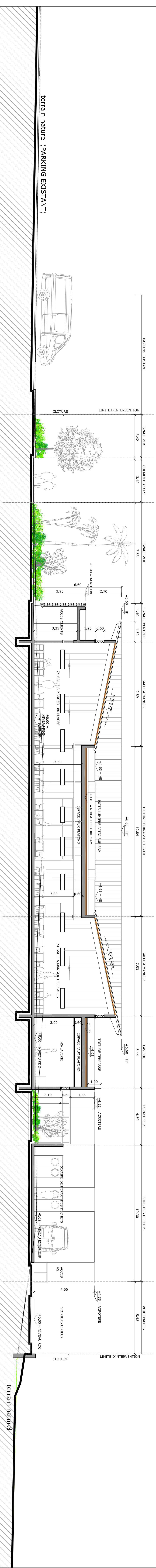
CONSTRUCTION D'UN PÔLE UNIQUE RESTAURATION - LOISIRS

LA REUNION (974) - SAINT PIERRE - CASERNE CBA DUPUIS

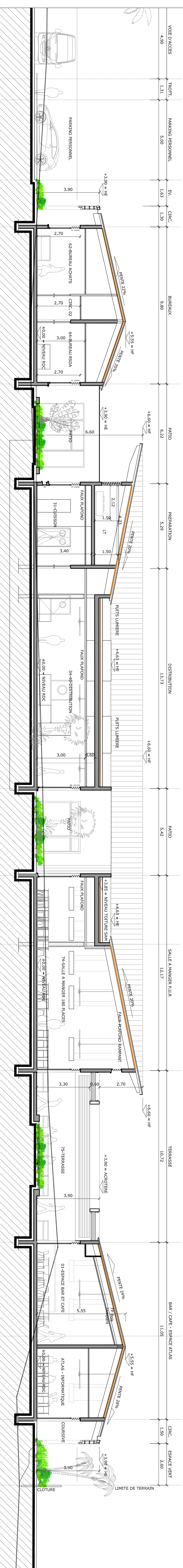




A 14 - COUPE A-A 1/100°



A 15 - COUPE B-B 1/100°



A 16 - COUPE C-C 1/100°

MATRE D'OUVRAGE:
ETAT - MINISTERE DES ARMEES



PHASE PRO
OCTOBRE 2024

PROJETANT: A 12 COUPES A - B - C 1/100°

ARCHITECTE: mma architectes - Mandataire

48 Rue Général Lamberg - 97335 SAINT LEU

Tel / fax 02 62 49 41 33 - 49 86 19 - secretariat@mma-arc.com

BET STRUCTURE: EACI - SFRIS - ZAC Proulxville

Tel / fax 02 62 92 10 42 - 92 10 20 - e-mail: end.architecte@orange.fr

BET FLUIDES: INEST

Tel / fax 02 62 27 03 28 - 27 12 98 - e-mail: bet-chaud@inest.fr

BET OE: IMAGEN

Tel / fax 02 62 39 12 31 - 39 12 31 - e-mail: bet-chaud@imagen.fr

BET VMD: DR - 2 rue Georges Pompidou, BP 389 72, 97352 LE TAMPON

Tel / fax 02 62 21 13 24 - e-mail: joel.laroche@orange.fr

ECONOMISTE: JOEL LAROCHE JOUBERT

5, rue Germaine Rieu, 97413 LA POSSESSION

Tel / fax 02 62 21 13 24 - e-mail: joel.laroche@orange.fr

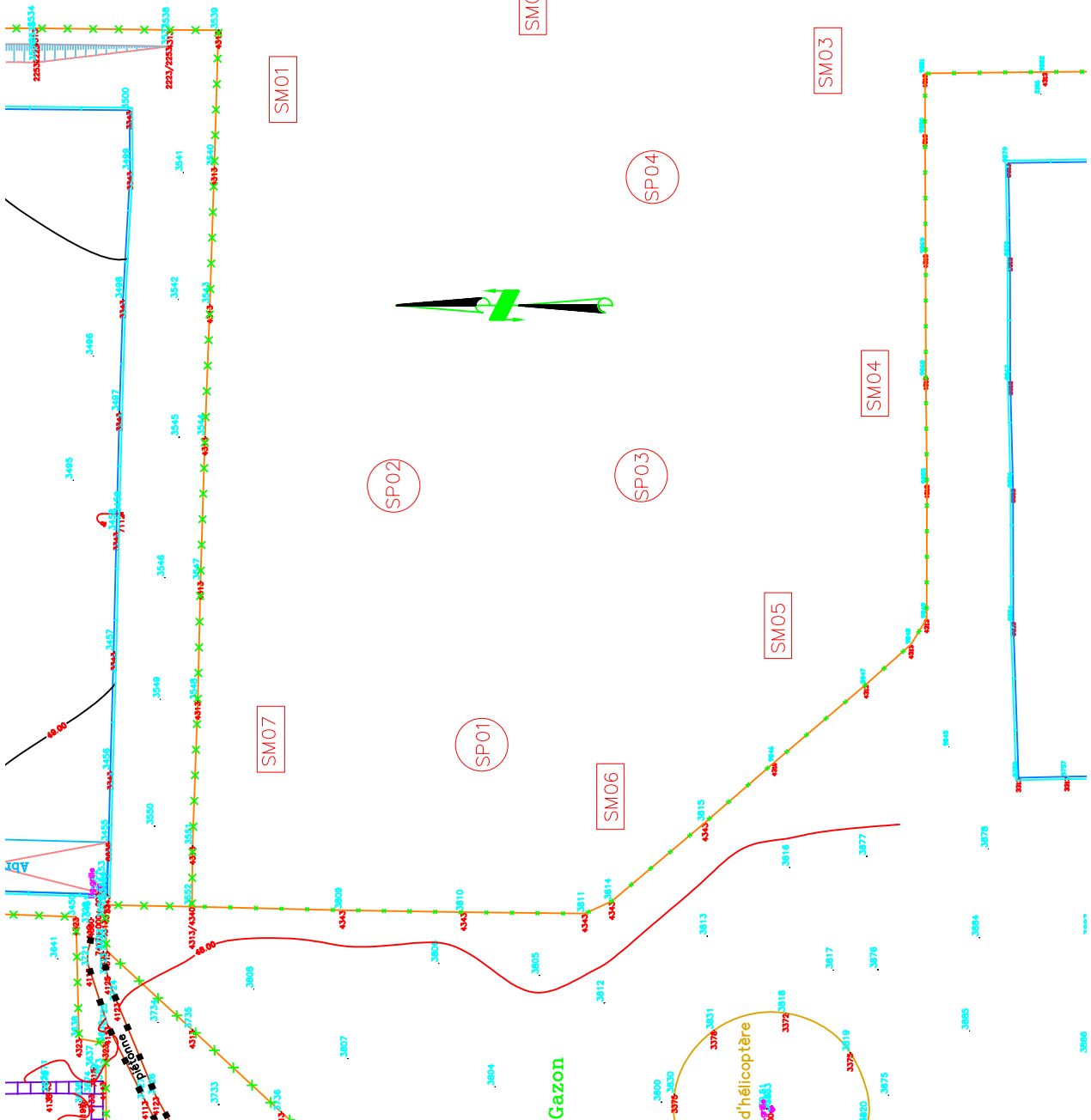
INGENIERE: CATE LIBRE

14 rue de la République, 97315 LES TROIS BASSENS

Tel / fax 02 62 66 82 04 - e-mail: catherine@cate.fr

ANNEXE 5

IMPLANTATIONS APPROXIMATIVES DES PUIITS À LA PELLE MÉCANIQUE ET DES FORAGES PRESSIOMÉTRIQUES



IMPLANTATION APPROXIMATIVE DES SONDAGES
ECHELLE REDUITE
POLE UNIQUE DE RESTAURATION ET DE LOISIRS
CLIENT : SGA DID SDS
DOSSIER GEISER GE172450

ANNEXE 6

COUPES SUR PUIITS À LA PELLE MÉCANIQUE

PUITS A LA PELLE MECANIQUE

OPERATION : POLE UNIQUE RESTAURATION ET LOISIRS - CASERNE DUF

RAPPORT N°GE246160

CLIENT : MINISTERE DES ARMEES



PUITS N° : SM1

Coupe	Profondeur (m)	Nature	Observations
	0,70	Remblais	Matériaux limoneux, sables, graviers et blocs Difficilement rippable - mauvaise tenue de fouille
	1,20	Alluvions sablo-limoneuse	Pourcentages élevés de cailloux et blocs de basalte de 100 à 600 mm de diamètre

Refus sur bloc cyclopéen

.....

PUITS N° : SM2

Coupe	Profondeur (m)	Nature	Observations
	0,30	Terrains remaniés	Matériaux limoneux, sables, graviers et blocs
	1,40	Alluvions sablo-limoneuse	Pourcentages élevés de cailloux et blocs de basalte de 100 à 600 mm de diamètre Difficilement rippable - mauvaise tenue de fouille

Refus sur bloc cyclopéen

.....

PUITS N° : SM3

Coupe	Profondeur (m)	Nature	Observations
	0,30	Terrains remaniés	Matériaux limoneux, sables, graviers et blocs
	0,50	Alluvions sablo-limoneuse	Pourcentages élevés de cailloux et blocs de basalte de 100 à 600 mm de diamètre

Refus sur bloc cyclopéen

PUITS A LA PELLE MECANIQUE

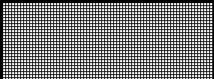

OPERATION : POLE UNIQUE RESTAURATION ET LOISIRS - CASERNE DUPU

RAPPORT N°GE246160

CLIENT : MINISTERE DES ARMEES



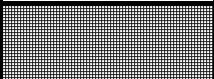
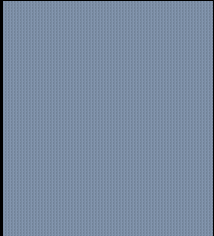
PUITS N° : SM4

Coupe	Profondeur (m)	Nature	Observations
	0,30	Terrains remaniés	Matériaux limoneux, sables, graviers et blocs
	0,80	Alluvions sablo-limoneuses	Pourcentages élevés de cailloux et blocs de basalte de 100 à 600 mm de diamètre Difficilement rippable - mauvaise tenue de fouille

Refus sur bloc cyclopéen

.....

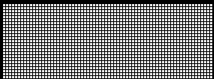

PUITS N° : SM5

Coupe	Profondeur (m)	Nature	Observations
	0,30	Terrains remaniés	Matériaux limoneux, sables, graviers et blocs
	1,70	Alluvions sablo-limoneuses	Pourcentages élevés de cailloux et blocs de basalte de 100 à 600 mm de diamètre Difficilement rippable - mauvaise tenue de fouille

Refus sur bloc cyclopéen

.....

PUITS N° : SM6

Coupe	Profondeur (m)	Nature	Observations
	0,30	Terrains remaniés	Matériaux limoneux, sables, graviers et blocs
	1,00	Alluvions sablo-limoneuses	Pourcentages élevés de cailloux et blocs de basalte de 100 à 600 mm de diamètre Difficilement rippable - mauvaise tenue de fouille

Refus sur bloc cyclopéen

.....

PUITS A LA PELLE MECANIQUE

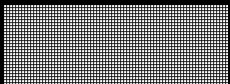
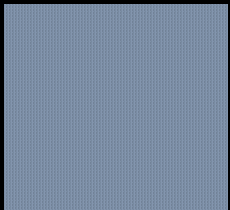
OPERATION : POLE UNIQUE RESTAURATION ET LOISIRS - CASERNE

RAPPORT N°GE246160

CLIENT : MINISTERE DES ARMEES



PUITS N° : SM7

Coupe	Profondeur (m)	Nature	Observations
	0,30	Terrains remaniés	Matériaux limoneux, sables, graviers et blocs
	1,40	Alluvions sablo-limoneuse	Pourcentages élevés de cailloux et blocs de basalte de 100 à 600 mm de diamètre Difficilement rippable - mauvaise tenue de fouille

Refus sur bloc cyclopéen

.....

ANNEXE 7

COUPES SUR FORAGES PRESSIOMÉTRIQUES



RÉSULTATS DES ESSAIS PRESSIOMÉTRIQUES

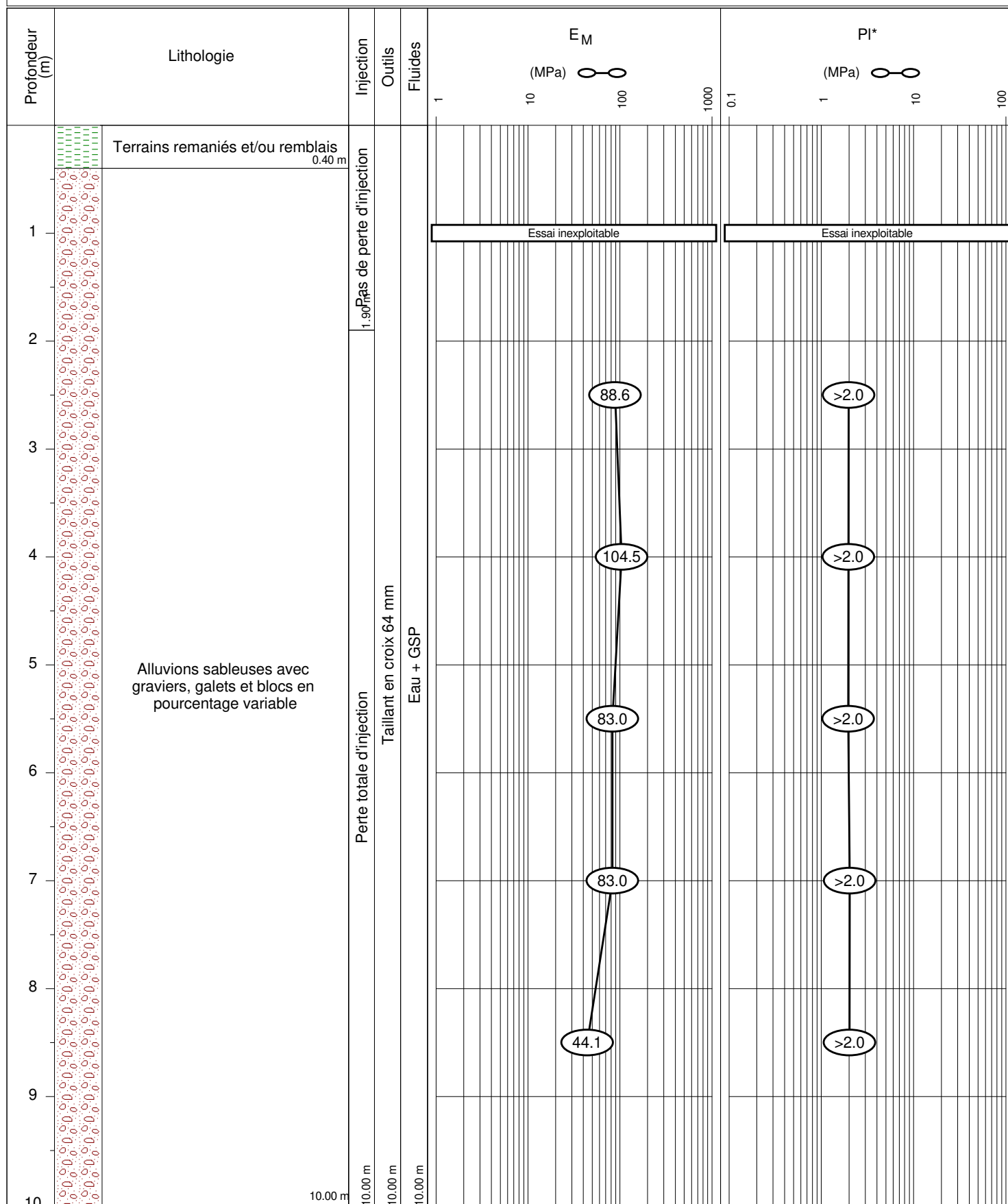
Date: 20/04/2017

Machine: AR45

Foreur: B BOYER

Opérateur: JY BOYER

SONDAGE SP1



Obs: Panne d'alimentation électrique de l'enregistreur de paramètres

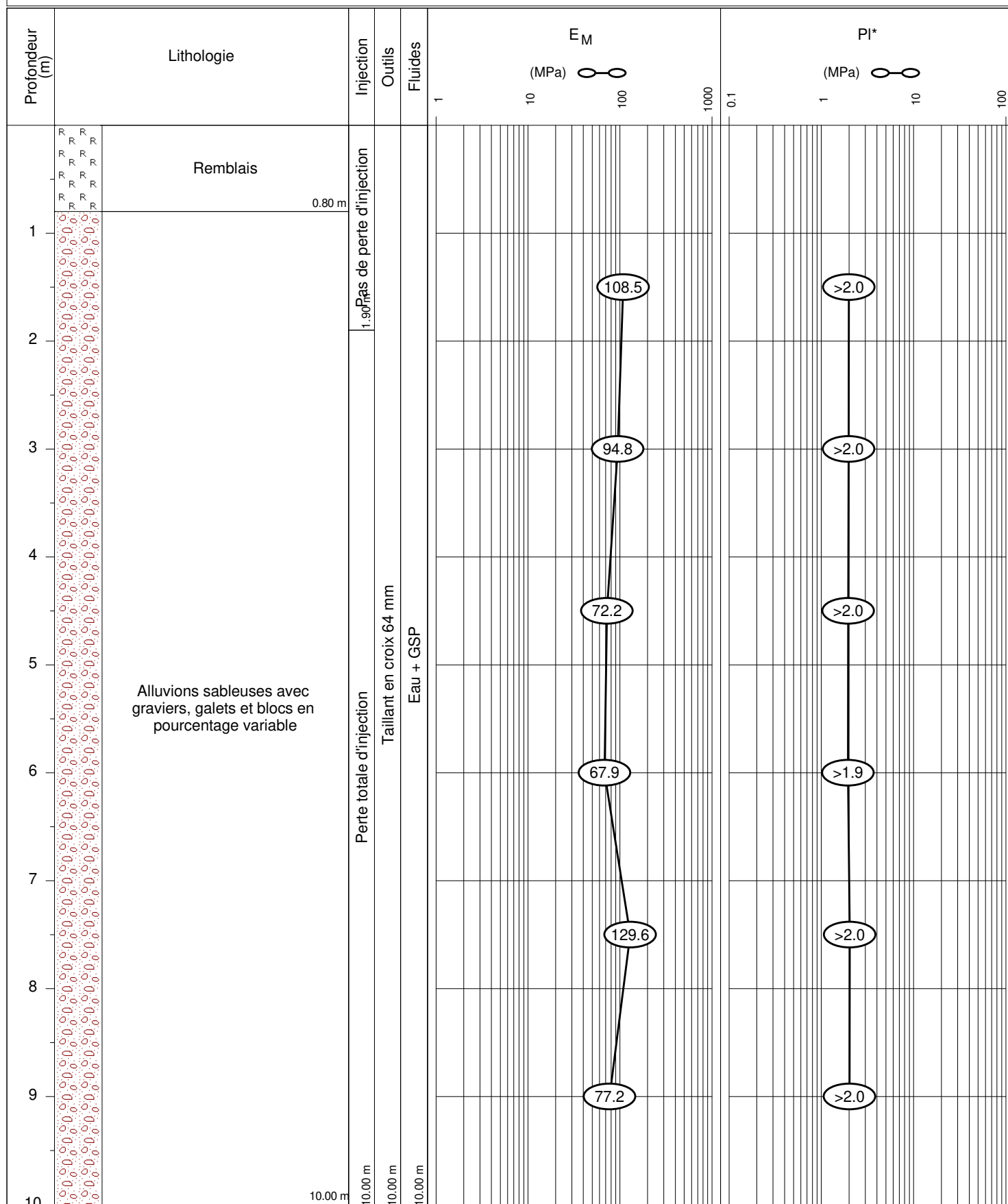
Date: 20/04/2017

Machine: AR45

Foreur: B BOYER

Opérateur: JY BOYER

SONDAGE SP2



Obs: Panne d'alimentation électrique de l'enregistreur de paramètres

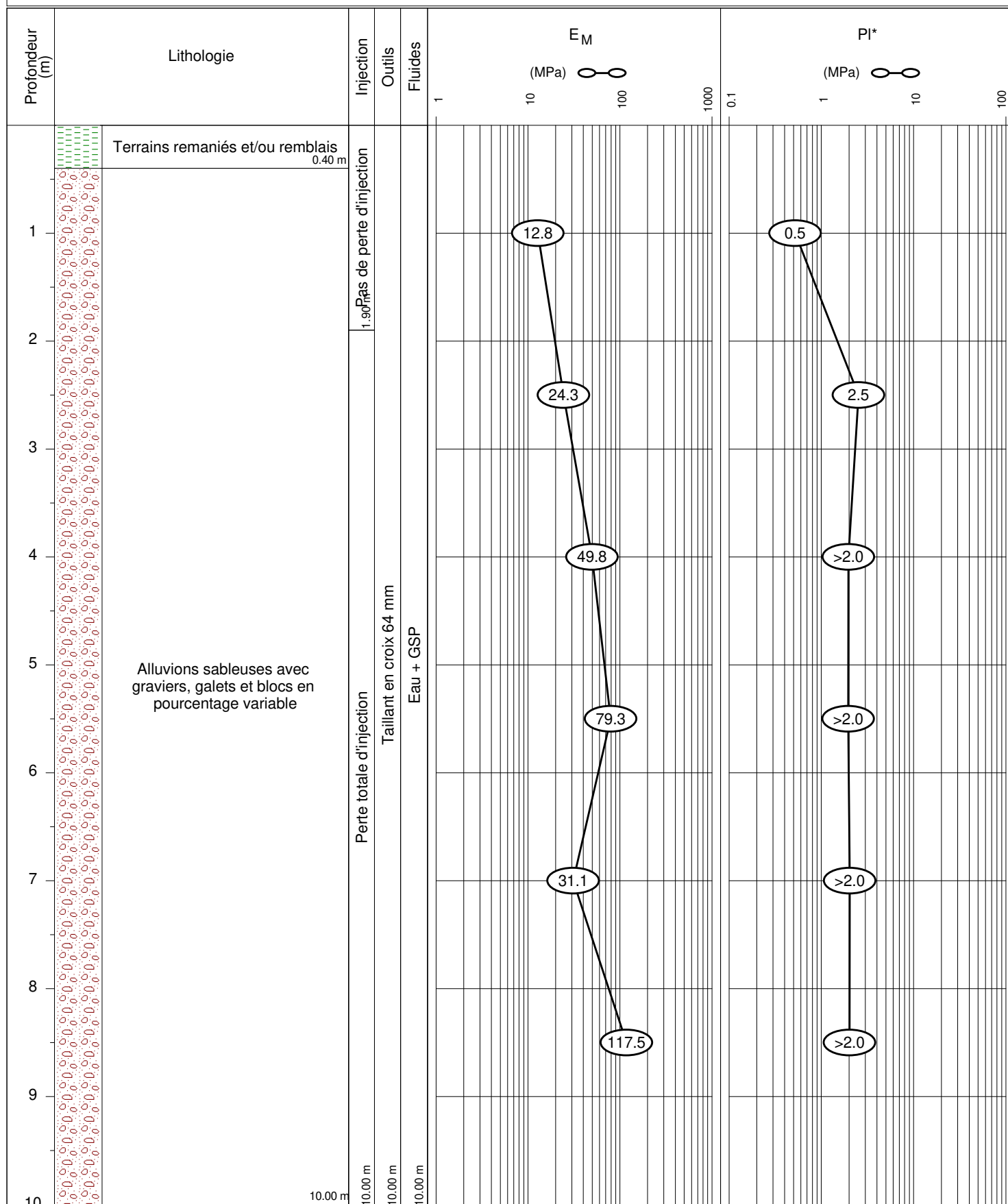
Date: 20/04/2017

Machine: AR45

Foreur: B BOYER

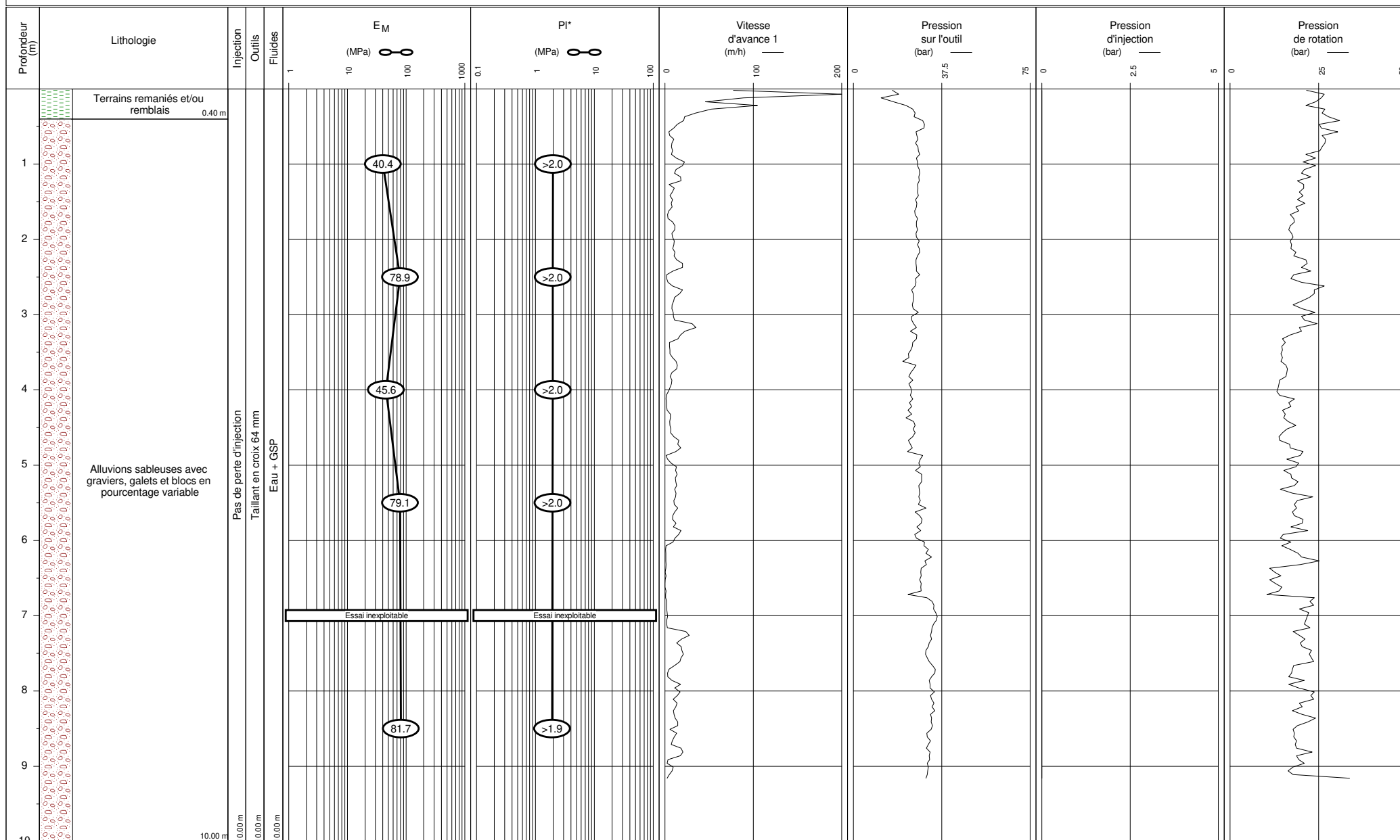
Opérateur: JY BOYER

SONDAGE SP3



Obs: Panne d'alimentation électrique de l'enregistreur de paramètres

SONDAGE SP4



Obs: Panne d'alimentation électrique de l'enregistreur de paramètres à 9.20 m de profondeur

ANNEXE 8

PHOTOGRAPHIES DES PUIITS À LA PELLE MÉCANIQUE

Puits à la pelle mécanique SM1 :



Puits à la pelle mécanique SM2 :



Puits à la pelle mécanique SM3 :



Puits à la pelle mécanique SM4 :



Puits à la pelle mécanique SM5 :



Puits à la pelle mécanique SM6 :

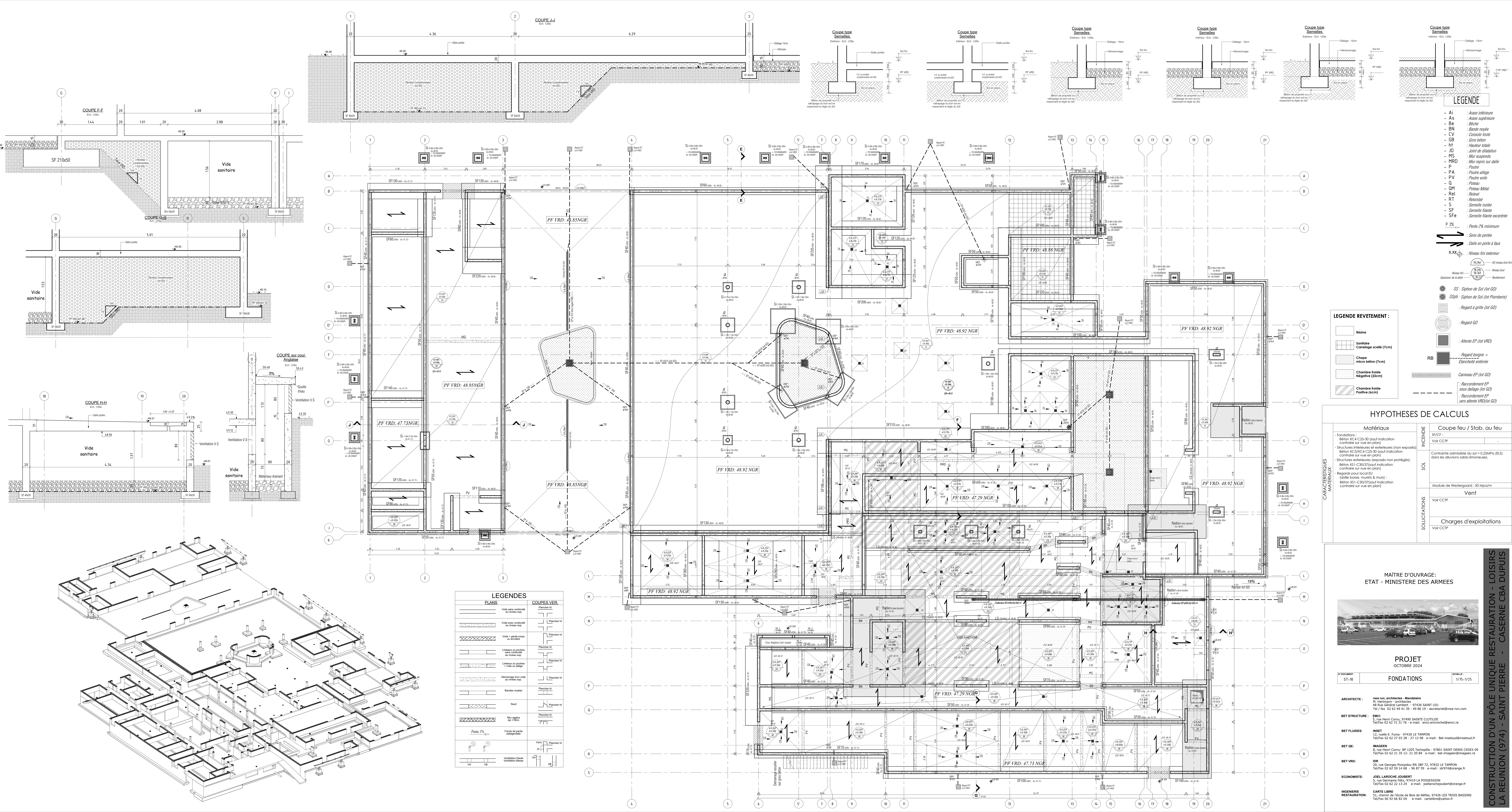


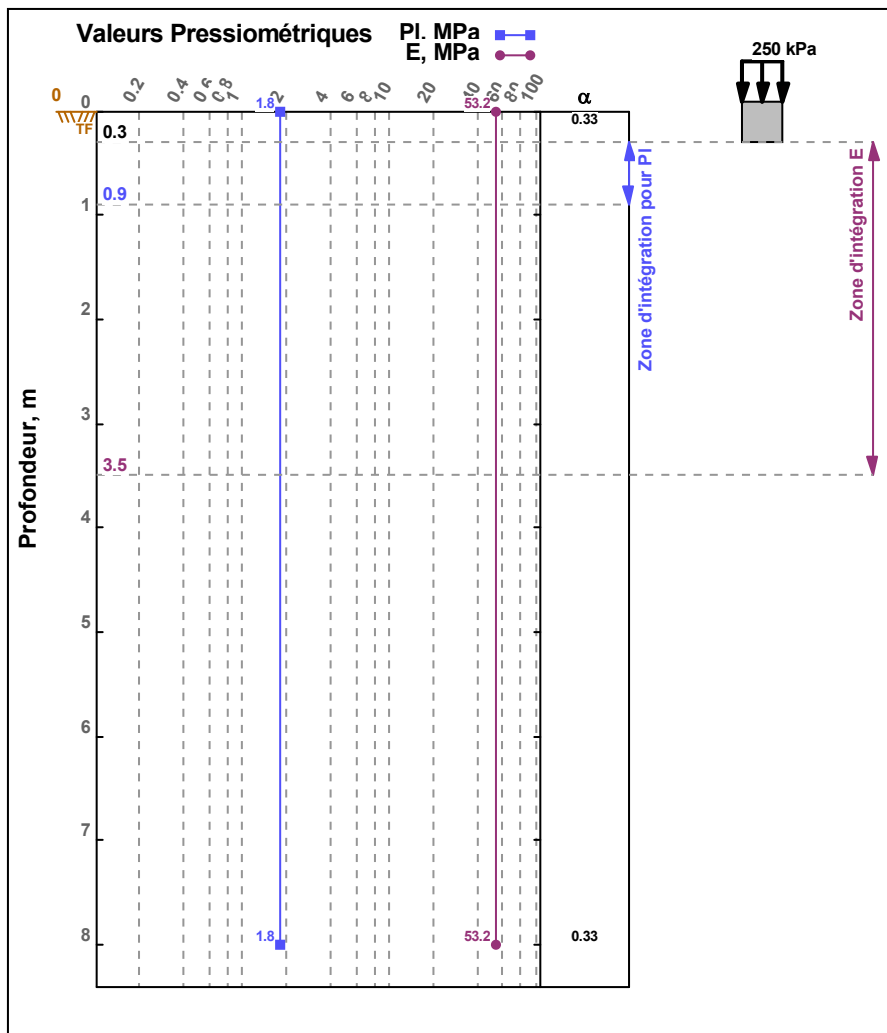
Puits à la pelle mécanique SM7 :



ANNEXE 9

CAPACITES PORTANTES ET TASSEMENTS





Fondation : Semelle filante

Largeur : 0.4 m

Aire : 0.4 m²

Encastrement : 0.3 m

Base de la fondation : 0.3 m

Paramètres des sols

Type de sol sous la fondation :

Sables et graves

Poids des terres au-dessus de la fondation :

après travaux = 18 kN/m³

avant travaux = 18 kN/m³

Contrainte verticale finale q'_0 : 5.4 kPa (calculée)

Contrainte verticale initiale σ'_{v0} : 5.4 kPa (calculée)

α = 0.33 (fixé)

Cohésion sous la fondation : 0 kPa

Angle de frottement sous la fondation : 25 °

Module de Young sous la fondation : 100 MPa

Coefficient de poisson sous la fondation : 0.33

Fichier : SF40



GEOFOND© V1.26.0 du 22/11/2023 développé par GEOS

site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, 18 Rue des 2 gares

#Error ID = 125, 92500 Rueil-Malmaison

Tél : 04 50 95 38 14

Fax : 04 50 95 99 36

Données :

N°	Etat-limite	q' (kPa)	δ (°)	V_d (kN)	H_d (kN)	$\sigma_{V;d}$ (kPa)
1	ELS Q.P.	250	0	100	0	250

Capacité portante suivant la NF P 94-261 :

N°	h_f (m)	D_e (m)	k_p	p_{le} (MPa)	i_δ	$i_{\delta\beta}$	q_{net} (kPa)	A' (m ²)	$\gamma'_{r,v}$	$R_{v;d}$ (kN)	Excentricité	$R_{h;d}$ (kN)
1	0.6	0.3	1.26	1.8	1	1	2272	0.4	2.3	331 vérifié	vérifié	Non calc. (ELS)

Tassements suivant la NF P 94-261 :

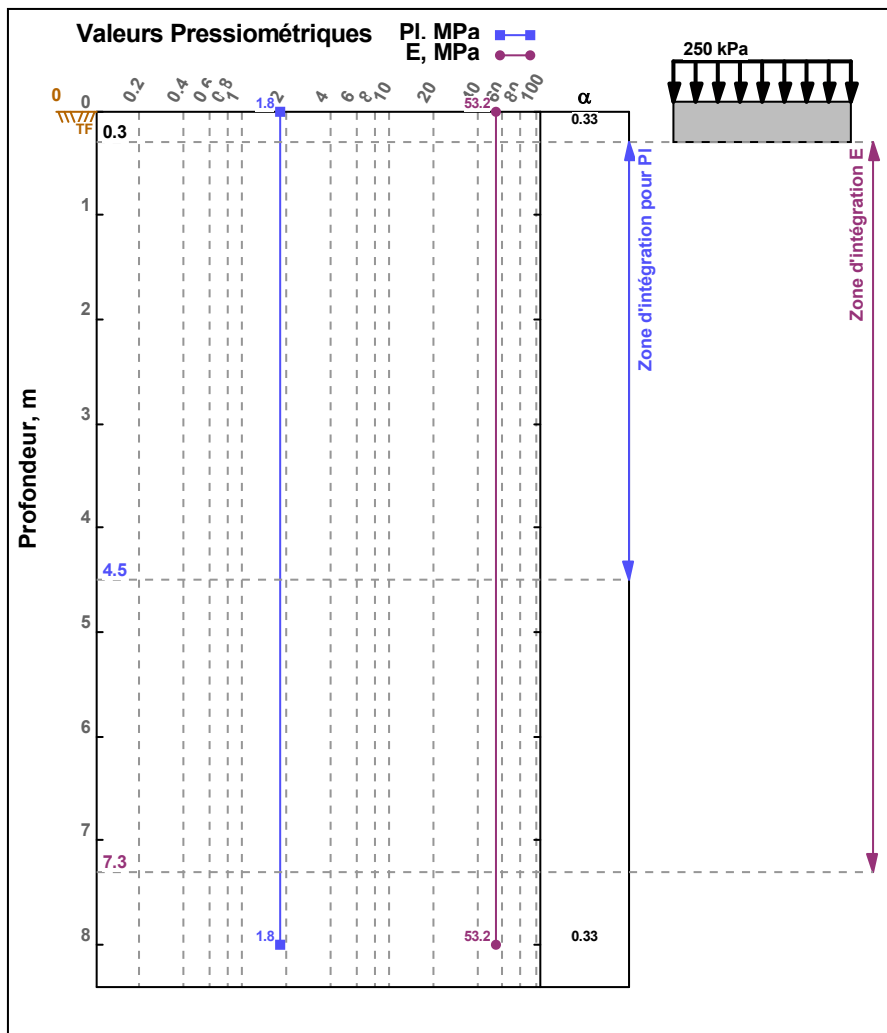
N°	q_{ref} (kPa)	E_c (MPa)	E_d (MPa)	λ_c	λ_d	S_c (cm)	S_d (cm)	S_f (cm)	S_{def} (cm)
1	250	53.2	53.2	1.5	2.65	0.0101	0.074	0.0841	0.129

Raideurs et tassements suivant NF P 94-261 :

N°	K_v (MN/m)	δ_v (cm)	K_h (MN/m)	K_θ (MN.m/rd)
1	41	0.244	22.5	14.1

24/10/2024 10:44

FIGURE



Fondation : Semelle filante

Largeur : 2.8 m

Aire : 2.8 m²

Encastrement : 0.3 m

Base de la fondation : 0.3 m

Paramètres des sols

Type de sol sous la fondation :

Sables et graves

Poids des terres au-dessus de la fondation :

après travaux = 18 kN/m³

avant travaux = 18 kN/m³

Contrainte verticale finale q'_0 : 5.4 kPa (calculée)

Contrainte verticale initiale σ'_{v0} : 5.4 kPa (calculée)

$\alpha = 0.33$ (fixé)

Cohésion sous la fondation : 0 kPa

Angle de frottement sous la fondation : 25 °

Module de Young sous la fondation : 100 MPa

Coefficient de poisson sous la fondation : 0.33

Fichier : SF280



GEOFOND© V1.26.0 du 22/11/2023 développé par GEOS

site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, 18 Rue des 2 gares

#Error ID = 125, 92500 Rueil-Malmaison

Tél : 04 50 95 38 14

Fax : 04 50 95 99 36

Données :

N°	Etat-limite	q' (kPa)	δ (°)	V_d (kN)	H_d (kN)	$\sigma_{V;d}$ (kPa)
1	ELS Q.P.	250	0	700	0	250

Capacité portante suivant la NF P 94-261 :

N°	h_f (m)	D_e (m)	k_p	p_{le} (MPa)	i_δ	$i_{\delta\beta}$	q_{net} (kPa)	A' (m ²)	$\gamma'_{r,v}$	$R_{v;d}$ (kN)	Excentricité	$R_{h;d}$ (kN)
1	4.2	0.3	1.06	1.8	1	1	1906	2.8	2.3	1949 vérifié	vérifié	Non calc. (ELS)

Tassements suivant la NF P 94-261 :

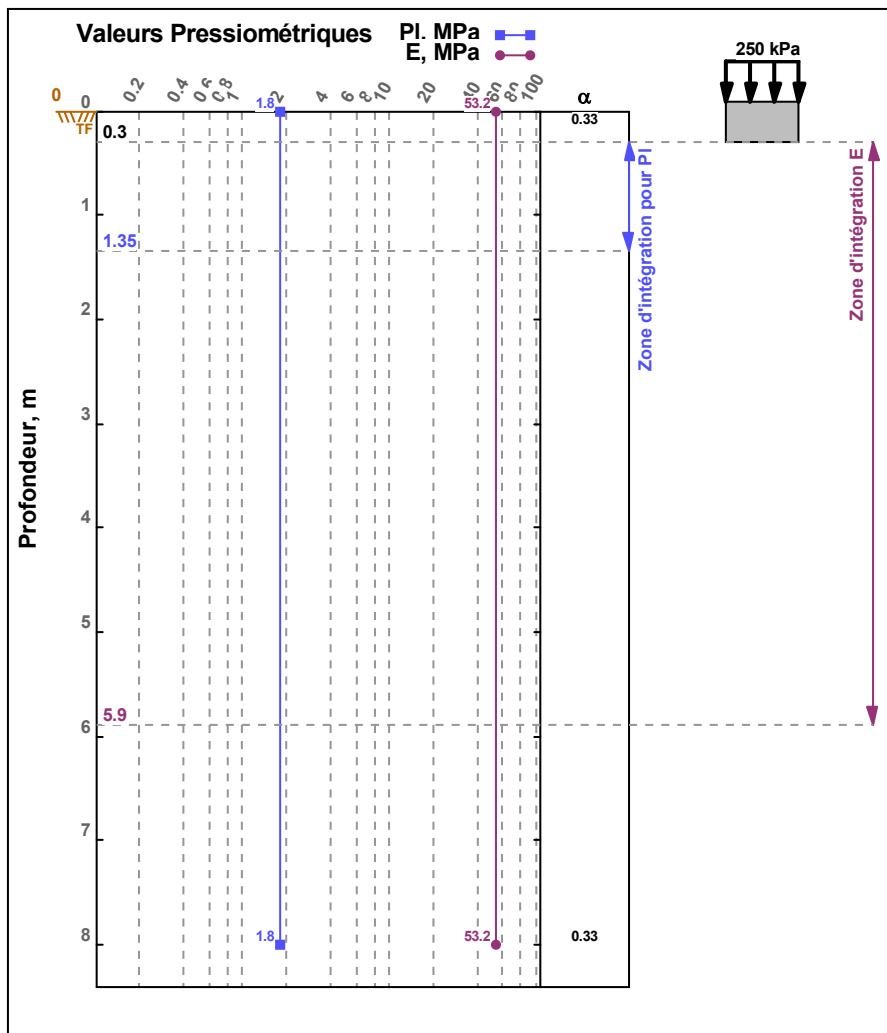
N°	q_{ref} (kPa)	E_c (MPa)	E_d (MPa)	λ_c	λ_d	S_c (cm)	S_d (cm)	S_f (cm)	S_{def} (cm)
1	250	53.2	53.2	1.5	2.65	0.0708	0.141	0.211	0.587

Raideurs et tassements suivant NF P 94-261 :

N°	K_v (MN/m)	δ_v (cm)	K_h (MN/m)	K_θ (MN.m/rd)
1	41	1.71	22.5	690

24/10/2024 10:45

FIGURE



Fondation : Semelle carrée

Côté : 0.7 m

Aire : 0.49 m²

Encastrement : 0.3 m

Base de la fondation : 0.3 m

Paramètres des sols

Type de sol sous la fondation :

Sables et graves

Poids des terres au-dessus de la fondation :

après travaux = 18 kN/m³

avant travaux = 18 kN/m³

Contrainte verticale finale q'_0 : 5.4 kPa (calculée)

Contrainte verticale initiale σ'_{v0} : 5.4 kPa (calculée)

$\alpha = 0.33$ (fixé)

Cohésion sous la fondation : 0 kPa

Angle de frottement sous la fondation : 25 °

Module de Young sous la fondation : 100 MPa

Coefficient de poisson sous la fondation : 0.33

Fichier : SI70x70



GEOFOND© V1.26.0 du 22/11/2023 développé par GEOS

site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, 18 Rue des 2 gares

#Error ID = 125, 92500 Rueil-Malmaison

Tél : 04 50 95 38 14

Fax : 04 50 95 99 36

Données :

N°	Etat-limite	q' (kPa)	δ (°)	V_d (kN)	H_d (kN)	$\sigma_{V;d}$ (kPa)
1	ELS Q.P.	250	0	122.5	0	250

Capacité portante suivant la NF P 94-261 :

N°	h_r (m)	D_e (m)	k_p	p_{le} (MPa)	i_δ	$i_{\delta\beta}$	q_{net} (kPa)	A' (m ²)	$\gamma'_{r,v}$	$R_{v;d}$ (kN)	Excentricité	$R_{h;d}$ (kN)
1	1.05	0.3	1.26	1.8	1	1	2272	0.49	2.3	406 vérifié	vérifié	Non calc. (ELS)

Tassements suivant la NF P 94-261 :

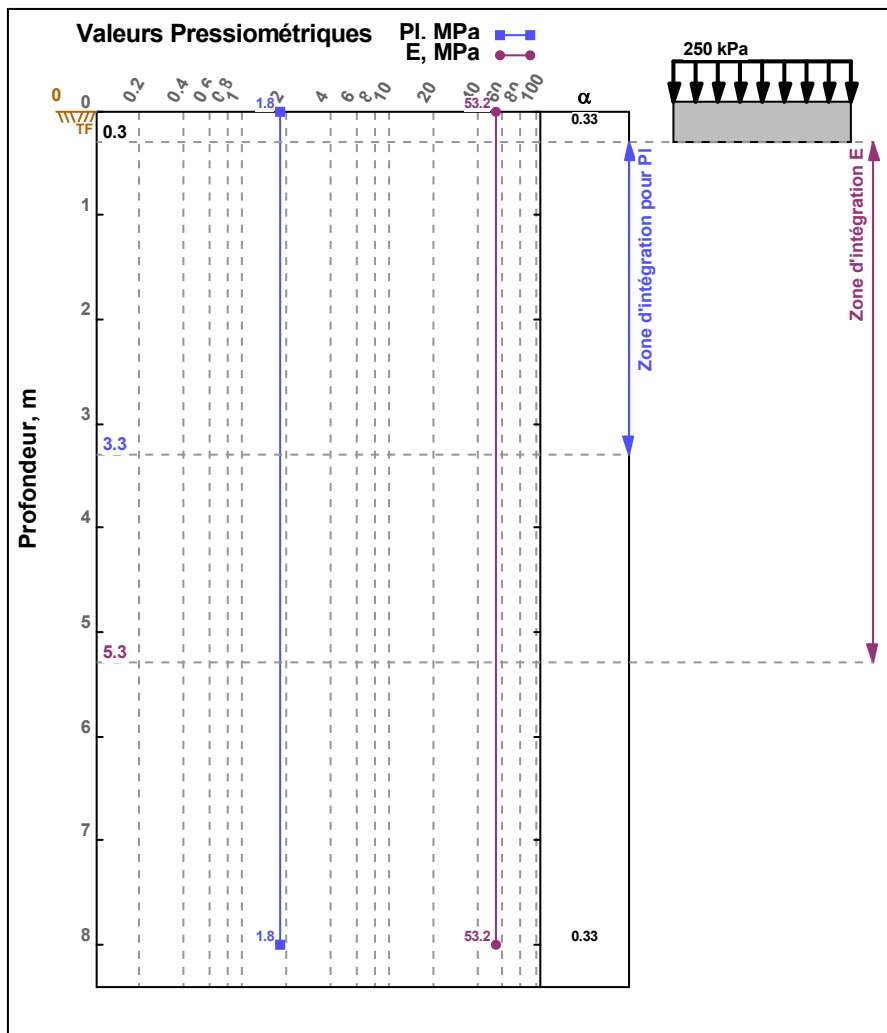
N°	q_{ref} (kPa)	E_c (MPa)	E_d (MPa)	λ_c	λ_d	S_c (cm)	S_d (cm)	S_f (cm)	S_{def} (cm)
1	250	53.2	53.2	1.1	1.12	0.013	0.067	0.0799	0.115

Raideurs et tassements suivant NF P 94-261 :

N°	K_v (MN/m)	δ_v (cm)	K_h (MN/m)	K_θ (MN.m/rd)
1	92.3	0.133	72.5	8.35

24/10/2024 10:46

FIGURE



Fondation : Semelle carrée

Côté : 2 m

Aire : 4 m²

Encastrement : 0.3 m

Base de la fondation : 0.3 m

Paramètres des sols

Type de sol sous la fondation :

Sables et graves

Poids des terres au-dessus de la fondation :

après travaux = 18 kN/m³

avant travaux = 18 kN/m³

Contrainte verticale finale q'_0 : 5.4 kPa (calculée)

Contrainte verticale initiale σ'_{v0} : 5.4 kPa (calculée)

$\alpha = 0.33$ (fixé)

Cohésion sous la fondation : 0 kPa

Angle de frottement sous la fondation : 25 °

Module de Young sous la fondation : 100 MPa

Coefficient de poisson sous la fondation : 0.33

Fichier : SI200x200



GEOFOND© V1.26.0 du 22/11/2023 développé par GEOS

site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, 18 Rue des 2 gares

#Error ID = 125, 92500 Rueil-Malmaison

Tél : 04 50 95 38 14

Fax : 04 50 95 99 36

Données :

N°	Etat-limite	q' (kPa)	δ (°)	V_d (kN)	H_d (kN)	$\sigma_{V;d}$ (kPa)
1	ELS Q.P.	250	0	1000	0	250

Capacité portante suivant la NF P 94-261 :

N°	h_r (m)	D_e (m)	k_p	p_{le} (MPa)	i_δ	$i_{\delta\beta}$	q_{net} (kPa)	A' (m ²)	$\gamma'_{r,v}$	$R_{v;d}$ (kN)	Excentricité	$R_{h;d}$ (kN)
1	3	0.3	1.13	1.8	1	1	2035	4	2.3	2970 vérifié	vérifié	Non calc. (ELS)

Tassements suivant la NF P 94-261 :

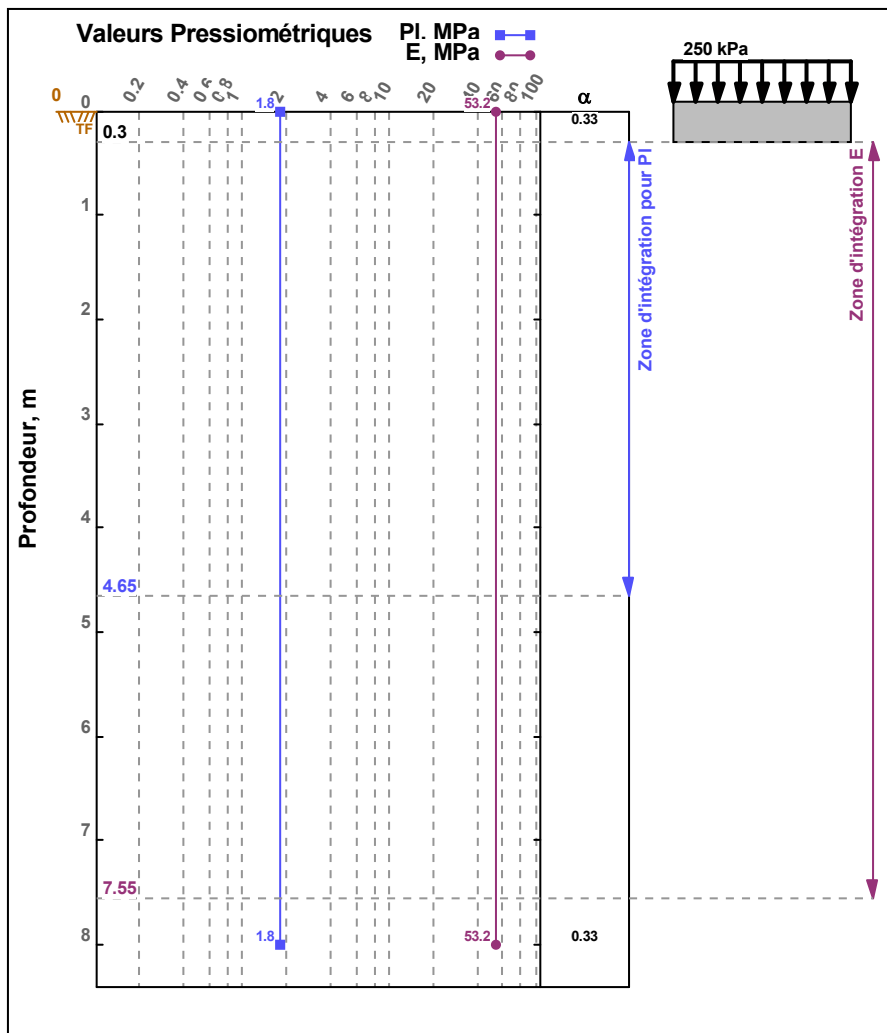
N°	q_{ref} (kPa)	E_c (MPa)	E_d (MPa)	λ_c	λ_d	S_c (cm)	S_d (cm)	S_f (cm)	S_{def} (cm)
1	250	53.2	53.2	1.1	1.12	0.0371	0.0947	0.132	0.29

Raideurs et tassements suivant NF P 94-261 :

N°	K_v (MN/m)	δ_v (cm)	K_h (MN/m)	K_θ (MN.m/rd)
1	264	0.379	207	195

24/10/2024 10:47

FIGURE



Fondation : Semelle rectangulaire
 Largeur : 2.9 m, Longueur : 4.6 m
 Aire : 13.3 m²
 Encastrement : 0.3 m
 Base de la fondation : 0.3 m

Paramètres des sols

Type de sol sous la fondation :
 Sables et graves
 Poids des terres au-dessus de la fondation :
 après travaux = 18 kN/m³
 avant travaux = 18 kN/m³
 Contrainte verticale finale q'_0 : 5.4 kPa (calculée)
 Contrainte verticale initiale σ'_{v0} : 5.4 kPa (calculée)
 $\alpha = 0.33$ (fixé)
 Cohésion sous la fondation : 0 kPa
 Angle de frottement sous la fondation : 25 °
 Module de Young sous la fondation : 100 MPa
 Coefficient de poisson sous la fondation : 0.33

Fichier : Radier 460x290



GEOFOND© V1.26.0 du 22/11/2023 développé par GEOS
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, 18 Rue des 2 gares
 #Error ID = 125, 92500 Rueil-Malmaison

Tél : 04 50 95 38 14
 Fax : 04 50 95 99 36

Données :

N°	Etat-limite	q' (kPa)	δ (°)	V_d (kN)	H_d (kN)	$\sigma_{V;d}$ (kPa)
1	ELS Q.P.	250	0	3335	0	250

Capacité portante suivant la NF P 94-261 :

N°	h_r (m)	D_e (m)	k_p	p_{le} (MPa)	i_δ	$i_{\delta\beta}$	q_{net} (kPa)	A' (m ²)	$\gamma'_{r,v}$	$R_{v;d}$ (kN)	Excentricité	$R_{h;d}$ (kN)
1	4.35	0.3	1.08	1.8	1	1	1947	13.3	2.3	9484 vérifié	vérifié	Non calc. (ELS)

Tassements suivant la NF P 94-261 :

N°	q_{ref} (kPa)	E_c (MPa)	E_d (MPa)	λ_c	λ_d	S_c (cm)	S_d (cm)	S_f (cm)	S_{def} (cm)
1	250	53.2	53.2	1.16	1.36	0.0566	0.114	0.171	0.494

Raideurs et tassements suivant NF P 94-261 :

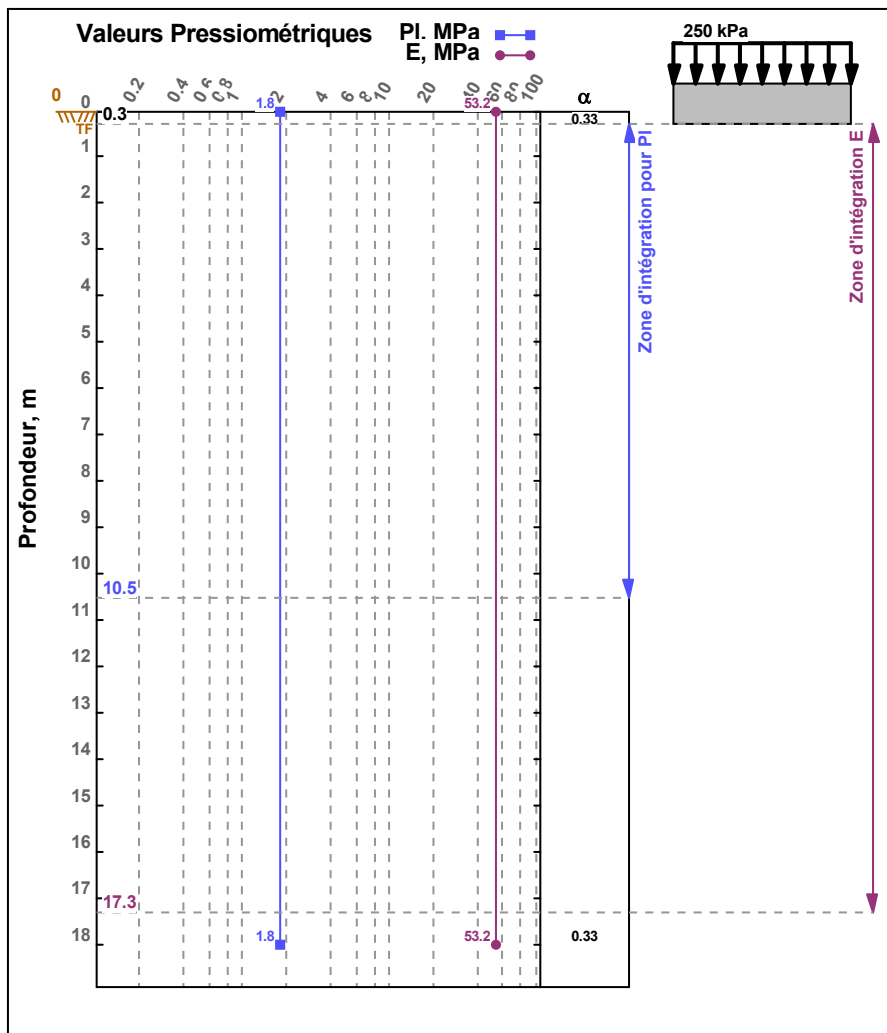
N°	K_v (MN/m)	$\delta_{v,cm}$	K_B (MN/m)	K_L (MN/m)	$K_{\theta,B}$ (MN.m/rd)	$K_{\theta,L}$ (MN.m/rd)
1	487	0.685	378	393	634	1.07e+03

Raideurs du radier suivant Terzaghi :

N°	E_v (MPa)	E_p (m)	v ()	K_v (MPa/m)	R_0 (m)
1	1e+04	0.2	0.2	186	1.11

24/10/2024 10:49

FIGURE



Fondation : Semelle rectangulaire
 Largeur : 6.8 m, Longueur : 8.9 m
 Aire : 60.5 m²
 Encastrement : 0.3 m
 Base de la fondation : 0.3 m

Paramètres des sols

Type de sol sous la fondation :
 Sables et graves
 Poids des terres au-dessus de la fondation :
 après travaux = 18 kN/m³
 avant travaux = 18 kN/m³
 Contrainte verticale finale q'_0 : 5.4 kPa (calculée)
 Contrainte verticale initiale σ'_{v0} : 5.4 kPa (calculée)
 $\alpha = 0.33$ (fixé)
 Cohésion sous la fondation : 0 kPa
 Angle de frottement sous la fondation : 25 °
 Module de Young sous la fondation : 100 MPa
 Coefficient de poisson sous la fondation : 0.33

Fichier : Radier 890x680



GEOFOND© V1.26.0 du 22/11/2023 développé par GEOS
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, 18 Rue des 2 gares
 #Error ID = 125, 92500 Rueil-Malmaison

Tél : 04 50 95 38 14
 Fax : 04 50 95 99 36

Données :

N°	Etat-limite	q' (kPa)	δ (°)	V_d (kN)	H_d (kN)	$\sigma_{V;d}$ (kPa)
1	ELS Q.P.	250	0	1.513e+00		250

Capacité portante suivant la NF P 94-261 :

N°	h_f (m)	D_e (m)	k_p	p_{le} (MPa)	i_δ	$i_{\delta\beta}$	q_{net} (kPa)	A' (m ²)	$\gamma'_{r,v}$	$R_{v;d}$ (kN)	Excentricité	$R_{h;d}$ (kN)
1	10.2	0.3	1.04	1.8	1	1	1873	60.5	2.3	4.14e+04 vérifié	Non vérifié	Non calc. (ELS)

Tassements suivant la NF P 94-261 :

N°	q_{ref} (kPa)	E_c (MPa)	E_d (MPa)	λ_c	λ_d	S_c (cm)	S_d (cm)	S_f (cm)	S_{def} (cm)
1	250	53.2	53.2	1.13	1.25	0.13	0.147	0.277	1.09

Raideurs et tassements suivant NF P 94-261 :

N°	K_V (MN/m)	δ_v (cm)	K_B (MN/m)	K_L (MN/m)	$K_{\theta;B}$ (MN.m/rd)	$K_{\theta;L}$ (MN.m/rd)
1	1.03e+03	1.47	804	823	8.41e+03	1.07e+04

Raideurs du radier suivant Terzaghi :

N°	E_V (MPa)	E_p (m)	ν ()	K_V (MPa/m)	R_0 (m)
1	1e+04	0.2	0.2	186	1.11

24/10/2024 10:51

FIGURE