

**CASERNE DUPUIS
COMMUNE DE SAINT-PIERRE**

PROJET DE CONSTRUCTION DE BCC

**ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE
MISSION G1 – PHASE ES/PGC**

A LA DEMANDE ET POUR LE COMPTE DE LA DID



Document : 26-0414 - G2AVP - Ministère des armées - BCC Caserne Dupuis - St Pierre		
Indice	Modifications	Date
0	Version initiale	19/06/2026

Nombre de pages : 38 + 5 annexes

Géolithe Réunion

135 rue Raphaël
Barquisseau – Fleurimont
97460 SAINT-PAUL

Tél. +262 62 20 39 90
contact.reunion@geolithe.com
www.geolithe.fr

Siège GEOLITHE
181 rue des Bécasses
38920 CROLLES - FRANCE





LIEU :	Caserne Dupuis
COMMUNE :	Saint-Pierre (974)
OBJET :	Construction de logements BCC
TYPE DE MISSION :	Etude géotechnique d'avant-projet G2AVP
CLIENT :	Direction d'Infrastructure de la Défense (DID)

CHARGE D'AFFAIRE :	Frank BORTOLIN
INTERVENANTS :	Ritchy MAILLOT
NOMBRE DE PAGES :	38 + 5 annexes

Référence document :	26-0414 - G2AVP - Ministère des armées - BCC Caserne Dupuis - St Pierre
----------------------	---

Rédacteur : F. BORTOLIN

Contrôle : F. BORTOLIN

SOMMAIRE

1	PRESENTATION.....	6
1.1	Introduction.....	6
1.2	Localisation de la zone d'étude	6
1.3	Definition du projet, des objectifs et des limites de l'étude.....	6
1.3.1	Définition du projet.....	6
1.3.2	Objectifs de l'étude.....	8
1.3.3	Limites de l'étude	8
1.4	Documents de reference	8
2	CONTEXTE GENERAL	9
2.1	Contexte géologique	9
2.2	Contexte hydrogéologique	10
2.3	Contexte morphologique	12
2.4	Contexte climatique	13
2.5	2.5 – Contexte réglementaire vis-à-vis des risques naturels.....	13
2.5.1	Contexte sismique	13
2.5.2	Aléa Inondation	14
2.5.3	Aléa Mouvements de terrain.....	15
2.5.4	Plan de Prévention des Risques naturels (PPRn).....	15
2.5.4	Contexte environnemental	16
2.6	Connaissances sur ces sols issues de la bibliographie.....	16
3	SYNTHESE DES RECONNAISSANCES GEOTECHNIQUES.....	18
3.1	Programme d'investigations géotechniques réalisé en phase G1 du projet.	18
3.2	Implantation des sondages G1.....	18
3.3	Synthèse des résultats des investigations G1	19
3.2.1	Puits à la pelle mécanique.....	19
3.2.2	Penetrodynamique	19
3.4	Synthèses des résultats des investigations G1	19
3.5	Programme d'investigations géotechniques réalisé en phase G2 du projet.	20
3.6	Implantation des sondages G2.....	21
3.7	Synthèse des résultats des investigations G2	21
3.7.1	Sondages à la pelle mécanique	21
3.7.2	Sondages pressiométriques	22
	Essais de perméabilité.....	22
3.7.3	Analyses en laboratoire	22
4	MODELES GEOLOGIQUE ET GEOTECHNIQUE RETENUS	24
4.1	Modèle géologique	24
4.2	Modèle géotechnique	24
4.3	Paramètres intrinsèques	24
4.4	Aléas géologiques résiduels et géotechniques – ZIG.....	25
5	ANALYSES ET RECOMMANDATIONS POUR LES TERRASSEMENTS	26
5.1	Conditions de traficabilité en phase chantier	26

5.2	Extraction	26
5.3	Vibration	26
5.4	Stabilités des talus et des avoisinants.....	26
5.4.1	En phase provisoire / chantier.....	26
5.4.2	En phase définitive	27
5.5	Réemploi des matériaux du site en remblai.....	27
5.6	Sujétions d'exécution.....	27
6	ANALYSES ET RECOMMANDATIONS POUR LES FONDATIONS.....	28
6.1	Niveau-bas – dallage des bâtiments.....	28
6.1.1	Conception et exécution	28
6.1.2	Contrôles.....	29
6.1.3	Tassements prévisibles	29
6.2	Principe de fondation envisageable – niveaux d'assises	29
6.3	Capacité portante des sols d'assises	30
6.4	Largeur minimale des semelles	31
6.5	Tassements prévisibles	32
6.6	Mise hors d'eau	32
6.6.1	Phase provisoire.....	32
6.6.2	Phase définitive.....	32
6.7	Sujétions d'exécution.....	32
7	ANALYSES ET RECOMMANDATIONS POUR LES ZONES PIETONNES	34
7.1	Fond de forme	34
7.2	Sujétions d'exécution.....	34
8	ANALYSES ET RECOMMANDATIONS POUR LES RESEAUX ENTERRES	35
8.1	Terrassements en tranchées	35
8.2	Réalisation du lit de pose	35
8.3	Remblaiement.....	35
8.4	Critère de réception des remblais sur réseaux	37
9	RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET.....	38

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude sur extrait de cartes IGN (source : Géoportail) et sur vue aérienne.	6
Figure 2 : Plan de masse	7
Figure 3 : Coupes	7
Figure 4 : Extrait de la carte géologique de La Réunion au 1/100 000ème (Source : BRGM)..	9
Figure 5 : Localisation des piézomètres autour de la zone d'étude (Source : Office de l'Eau)	10
Figure 6 : Suivi piézométrique du piézomètre S1	10
Figure 7 : Suivi piézométrique du piézomètre S2 (valeur en m/sol)	11
Figure 8 : Profil altimétrique pris sur la longueur du site d'étude (trait bleu) – Source : Géoportail	12
Figure 9 : Cumul des précipitations sur la Réunion en 2021	13
Figure 10 : Tableau des exigences sur la prise en compte du risque sismique selon l'Eurocode 8	13

Figure 11 : Carte de l'aléa inondation au 1/5000 ^{ème} – Commune de Saint-Pierre – Planche 3 : Pierrefonds - reunion.gouv.fr.....	14
Figure 12 : Carte des aléas mouvements de terrain au 1/5000 ^{ème} – Commune de Saint-Pierre – Planche 3 : Pierrefonds - reunion.gouv.fr.....	15
Figure 13 : Zonage réglementaire au droit de la parcelle consécutifs aux aléas inondation et mouvement de terrain	16
Figure 14 : Ouvrages répertoriés par le BRGM à proximité du site d'étude (source : InfoTerre)	17
Figure 15: Plan d'implantation des sondages réalisés sur la zone d'étude	18
Figure 16 : Localisation des reconnaissances géotechniques réalisées en mai 2026.....	21
Figure 17 : Règle des 3H/2V et des redans à 3H/1V (Source : Schéma issu du DTU 13.1)	30
Figure 18 : Contraintes admissibles hors coefficients minorateurs $i\delta\beta$	31
Figure 19 : Préconisation de mise en place de blindage en fonction des terrassements.....	35
Figure 20 : Schéma de principe de mise en place des réseaux en fonction des contraintes en surface	36
Figure 21 : Schéma détaillé d'une tranchée de type I : tranchée sous chaussée	36
Figure 22 : Classe et épaisseur de matériaux en q3 en fonction de la classe de trafic.....	37
Figure 23 : Critère de réception des remblais sur réseaux.....	37

ANNEXES

Annexe 1 : Extrait de la classification des missions géotechniques selon NFP 94-500

Annexe 2 : Plans d'implantation des reconnaissances géotechniques prévisionnelles et des reconnaissances réalisées au 25 mars 2025

Annexe 3 : Plans d'implantation des reconnaissances géotechniques réalisées en mai 2026.

Annexe 4 : Résultats des reconnaissances géotechniques (Mars 2025)

4.1. Résultats des sondages à la pelle mécanique (SM1 à SM2)

4.2. Résultats des sondages au pénétromètre dynamique (PDy1 à PDy3)

Annexe 5 : Résultats des reconnaissances géotechniques (Mai 2026)

5.1. Résultats des sondages à la pelle mécanique (SM1 à SM2)

5.2. Résultats des sondages pressiométriques (SP1 à SP3)

5.3. Résultats de l'essai en laboratoire (GTR)

1 PRÉSENTATION

1.1 INTRODUCTION

Le présent rapport d'étude a été réalisé par le Bureau d'Ingénieurs - Conseils Géolithe Réunion à la demande et pour le compte de la DID (Direction d'Infrastructure de la Défense).

Géolithe a été missionné pour la réalisation d'étude géotechnique préalable (mission G1ES + PGC au sens de la norme NF P 94-500 « Missions d'ingénierie géotechnique - Classification et spécifications ») réalisée dans le cadre de la construction de BCC.

Les investigations et reconnaissances de terrain relatives à l'étude de sol G1 se sont déroulées en mars 2025. Les investigations pour la phase G2AVP se sont déroulées en mai 2026.

Le présent rapport constitue un **rapport de mission G2AVP** dans lequel sont présentés les résultats des investigations réalisées.

Il est par ailleurs rappelé que la mission G2AVP doit être complétée par des missions de conception PRO, puis de G3 (étude et suivi géotechniques d'exécution) et G4 (supervision géotechnique d'exécution) afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours d'exécution ou après réception des ouvrages. GEOLITHE reste à disposition des intervenants pour ces missions successives ultérieures.

1.2 LOCALISATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Le projet de construction se situe au niveau de la Caserne Dupuis à Saint-Pierre (97410) ([figure1](#))



Figure 1 : Localisation de la zone d'étude sur extrait de cartes IGN (source : Géoportail) et sur vue aérienne.

1.3 DEFINITION DU PROJET, DES OBJECTIFS ET DES LIMITES DE L'ÉTUDE

1.3.1 Définition du projet

Le projet prévoit la construction de bâtiment cadre célibataire, offrant une capacité de 20 logements en R+1 sans sous-sol.

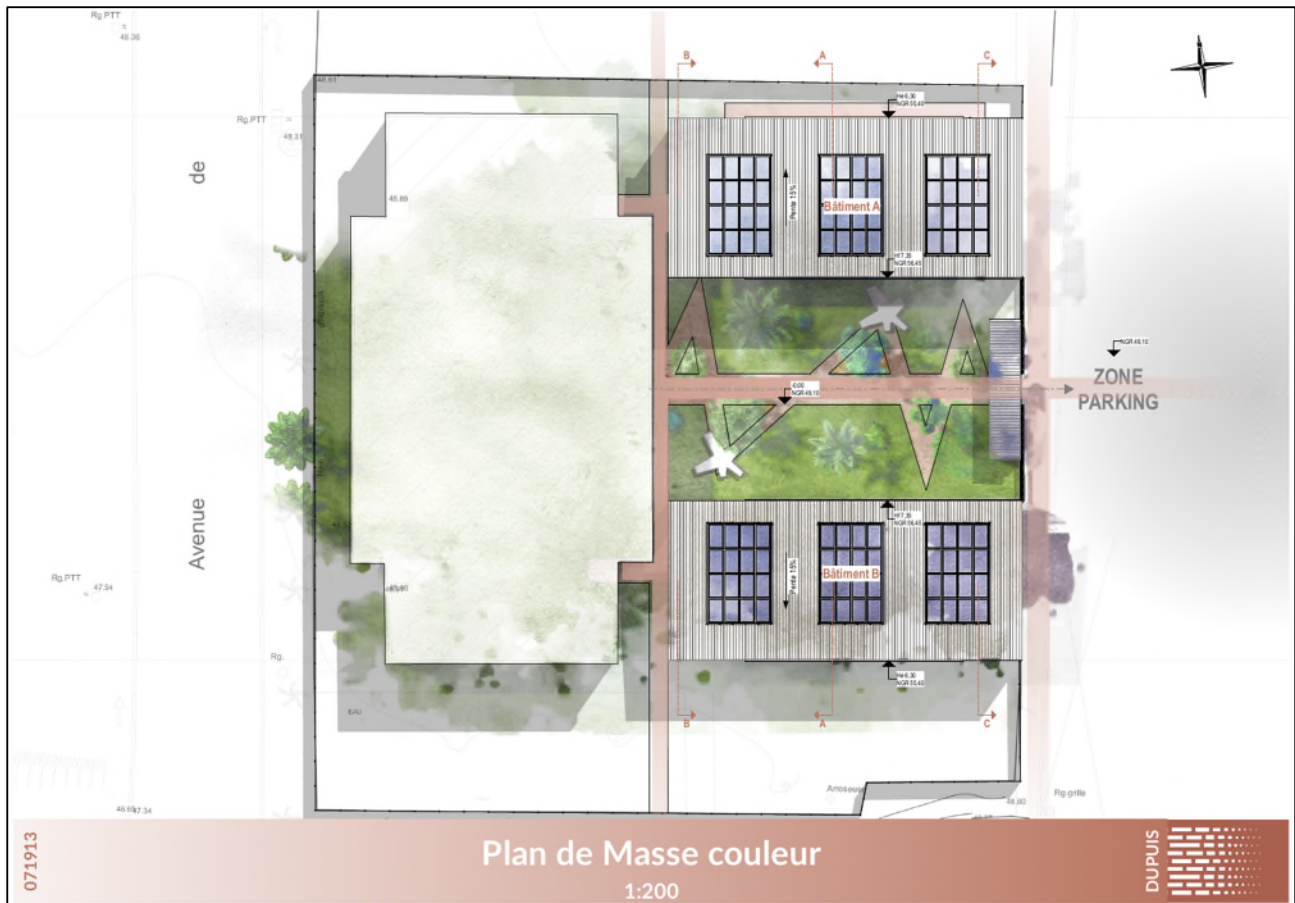


Figure 2 : Plan de masse

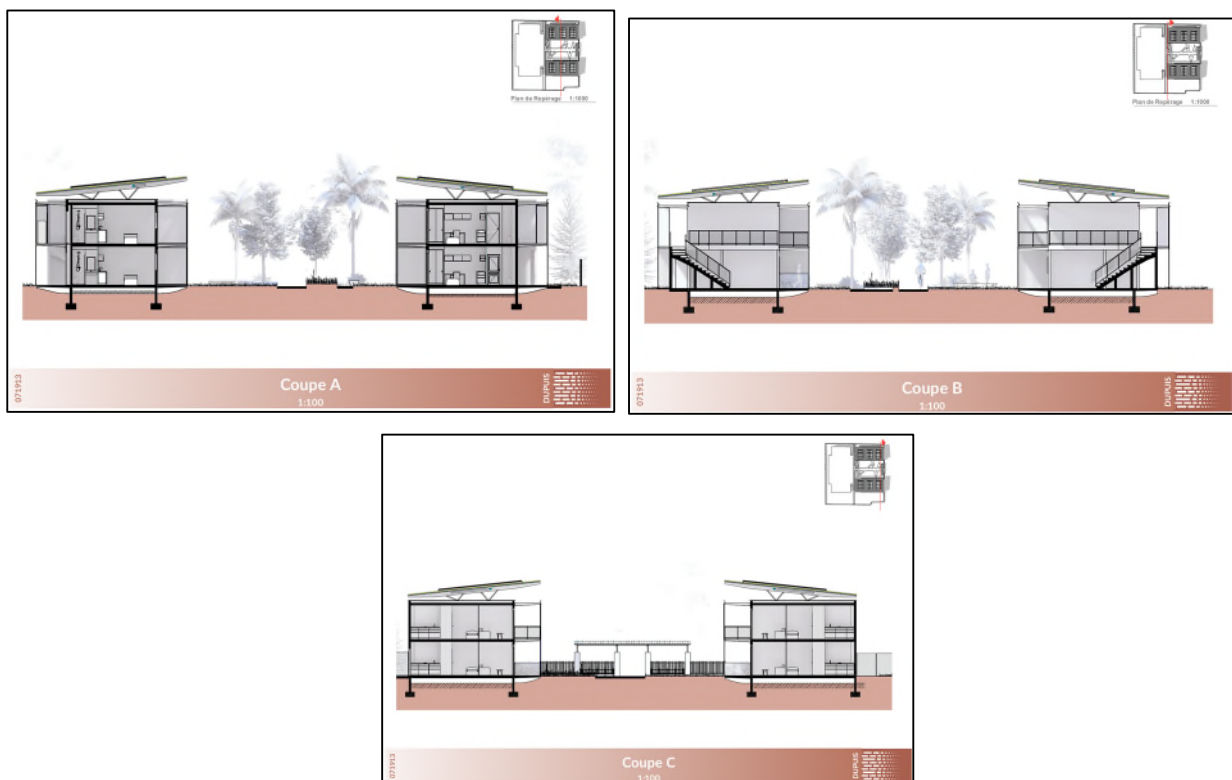


Figure 3 : Coupes

1.3.2 Objectifs de l'étude

Cette étude a pour objectifs de :

- Reconnaître le contexte géologique, hydrogéologique et géotechnique du site ;
- Elaborer le **modèle géologique et géotechnique** du site (nature des sols, caractéristiques géotechniques) ;
- Définir les **principes de terrassements et les principes d'adaptation du projet** au site (types de fondation envisageable, soutènements éventuels, etc.) ;
- Définir **modèle géotechnique général** ;
- Donner des **recommandations et dispositions constructives** concernant les terrassements, les fondations, le drainage, etc.

1.3.3 Limites de l'étude

La présente étude de type G2 est limitée géographiquement au périmètre défini lors de la consultation (voir Figure 2).

L'étude porte spécifiquement sur la zone d'implantation des bâtiments projetés.

Elle concerne exclusivement le projet de construction du bâtiment cadre célibataire.

Conformément à la norme NF P 94-500 de novembre 2013 relative à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique, cette étude géotechnique préalable (G2AVP) devra être complétée par une mission de conception Projet (G2 PRO), ainsi que par une mission de supervision géotechnique d'exécution (G4).

1.4 DOCUMENTS DE REFERENCE

Les documents suivants nous ont été fournis par la DID afin de réaliser cette étude :

- 071913_Dupuis_Canrnet.A3

Les références suivantes ont été utilisées pour cette étude :

- Carte IGN à l'échelle 1/25 000^{ème} ;
- Carte géologique de La Réunion à l'échelle 1/100 000^{ème} ;
- Notice de la carte géologique de la Réunion ;
- Carte pédologique de la Réunion au 1/50 000^{ème} (1991, M. RAUNET) ;
- Rapport associé à la carte pédologique - Le milieu physique et les sols de l'île de la Réunion (1991, M. RAUNET) ;
- Le programme départemental de recherche en eau (PDRE) 2004-2005 – Réalisation du piézomètre de Pierrefonds – Indice 1228 8x 0217
- Note de présentation, zonages et règlement du PPR de Saint-Paul ;
- Décret n°2010-1254 du 22 octobre 2010 sur le zonage du risque sismique ;
- Sites internet :
 - o Carte IGN - <https://www.geoportail.gouv.fr/>
 - o Carte pédologique - <http://aware.cirad.fr/>
 - o Plan de Prévention des Risques naturels - <http://www.reunion.pref.gouv.fr/>
 - o Banque de données du sous-sol - <http://infoterre.brgm.fr/>
- Norme NF P94-261 « Fondations superficielles – Norme d'application de l'Eurocode 7 » ;
- Norme NF P94-262 « Fondations profondes – Norme d'application de l'Eurocode 7 »
- Eurocodes 7 et 8.

2 CONTEXTE GÉNÉRAL

2.1 CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La carte géologique indique que la zone d'étude se situe sur des dépôts alluviaux anciens (Fy).

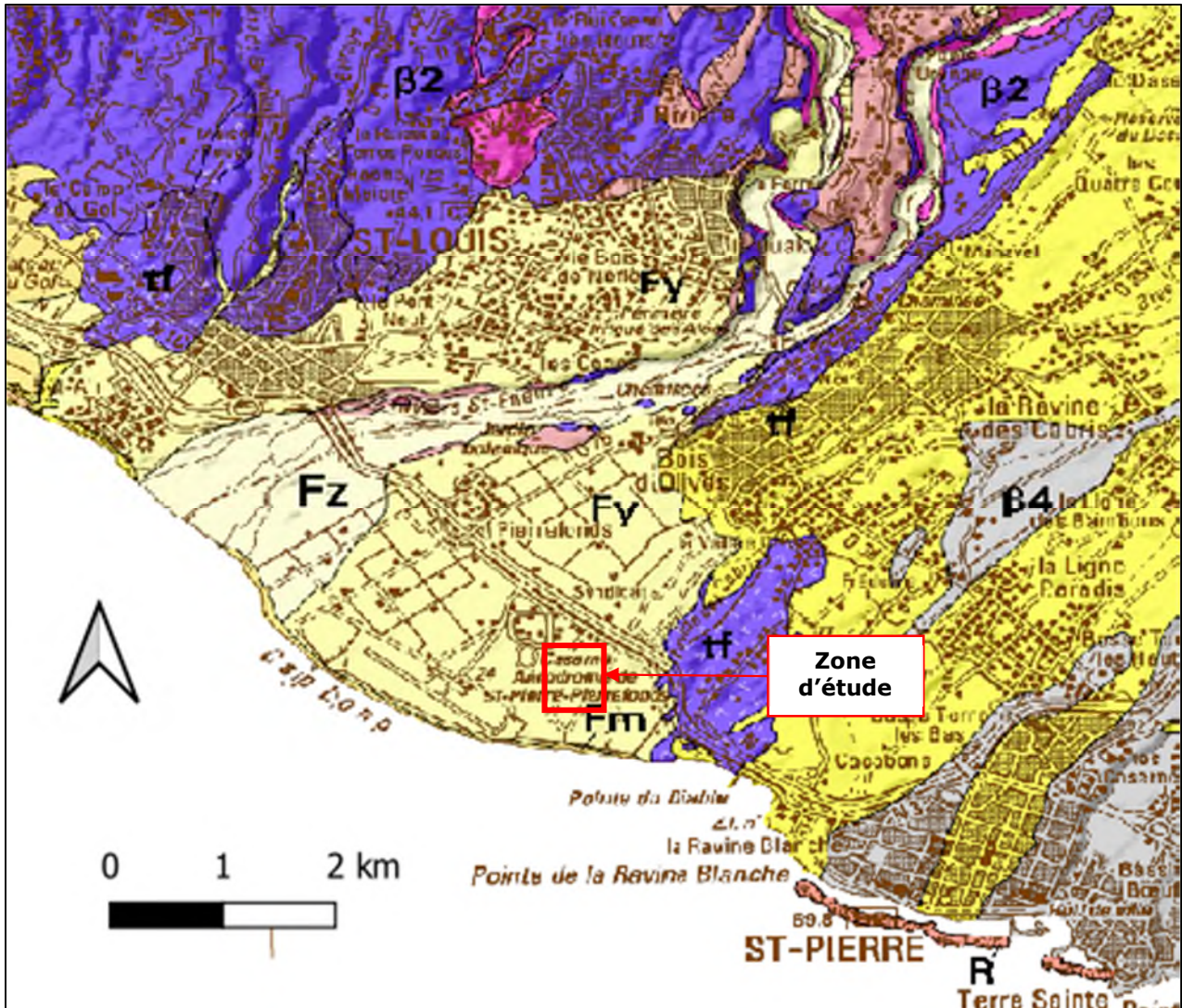


Figure 4 : Extrait de la carte géologique de La Réunion au 1/100 000ème (Source : BRGM)

Les alluvions anciennes (Fy) sont des dépôts fluviaux hérités d'écoulements anciens aujourd'hui fossiles. Elles se présentent sous forme de terrasses ou de nappes en position suspendue, souvent recouvertes par d'autres formations. Leur composition est hétérogène : galets, blocs, sables et limons issus de matériaux volcaniques variés. Ces dépôts traduisent d'anciens épisodes d'érosion et de transport sédimentaire. Leur induration partielle témoigne d'un long temps de repos. Ils constituent des archives précieuses de l'évolution géomorphologique de l'île.

2.2 CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Selon les données disponibles sur l'office de l'eau, un suivi ponctuel du niveau de la nappe a été réalisé au piézomètre S1 (caserne Pierrefonds), situé à 270m au Nord du site d'étude.

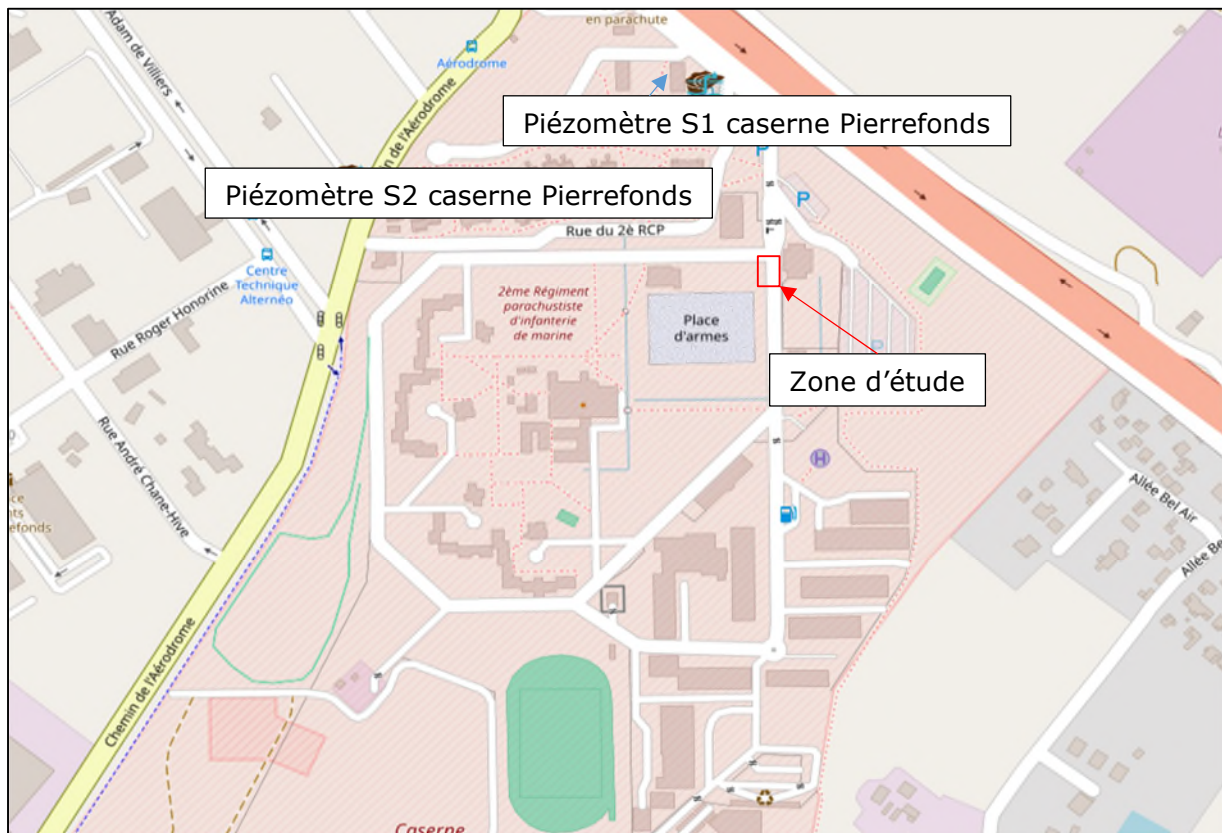


Figure 5 : Localisation des piézomètres autour de la zone d'étude (Source : Office de l'Eau)

Ce suivi, réalisé entre 1985 et 2009, indique une tendance générale décroissante sur cette période. Des fluctuations importantes apparaissent, avec des pics et des baisses marquées. On note que le niveau moyen diminue progressivement. Le niveau de la nappe oscille principalement entre 4m et 10m NGR, avec une concentration fréquente autour de 6 à 8m NGR.

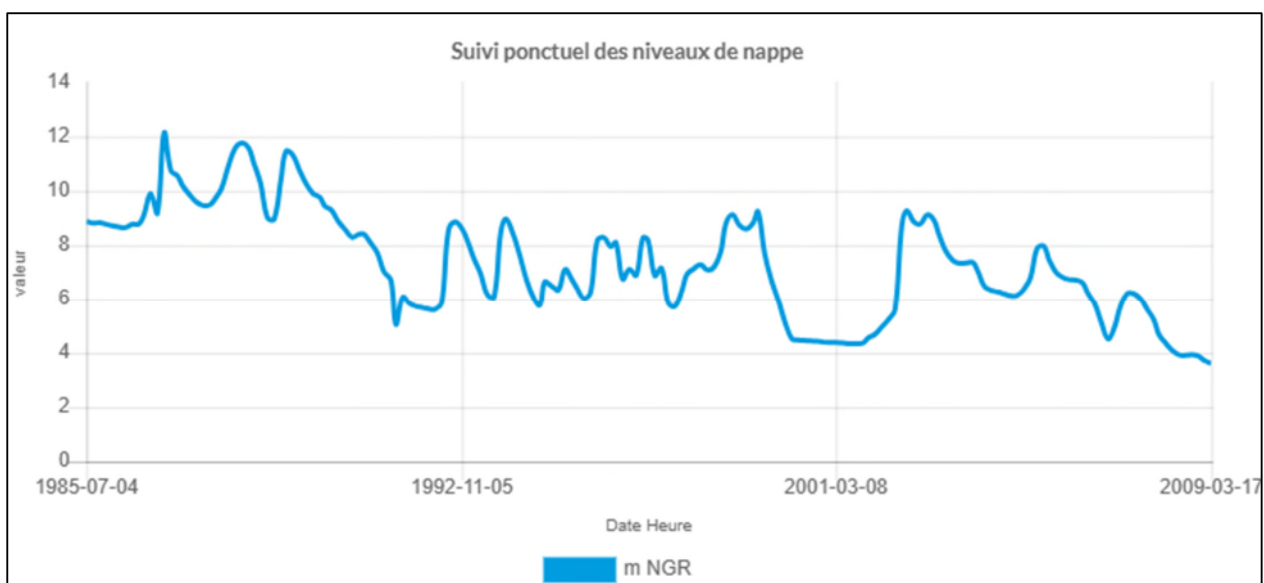


Figure 6 : Suivi piézométrique du piézomètre S1

Au niveau du piézomètre S2, implanté à 48,5mNGR, le suivi disponible dans le rapport de fin de travaux du programme départemental de recherche en eau (2004-2005), réalisé par Antea, montre les valeurs suivantes:

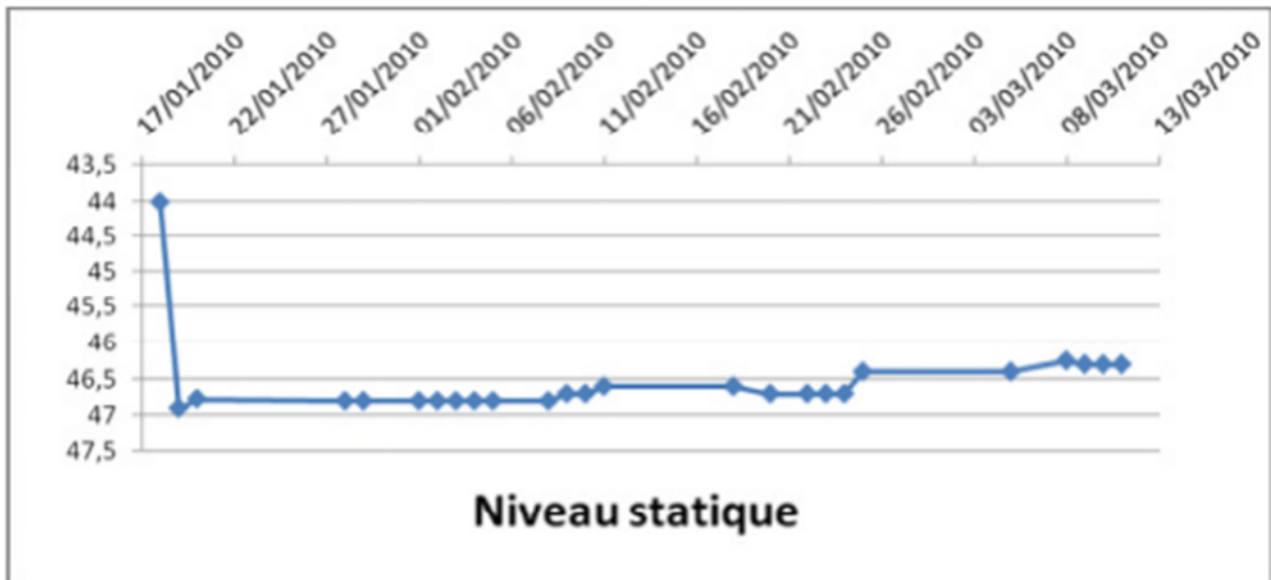


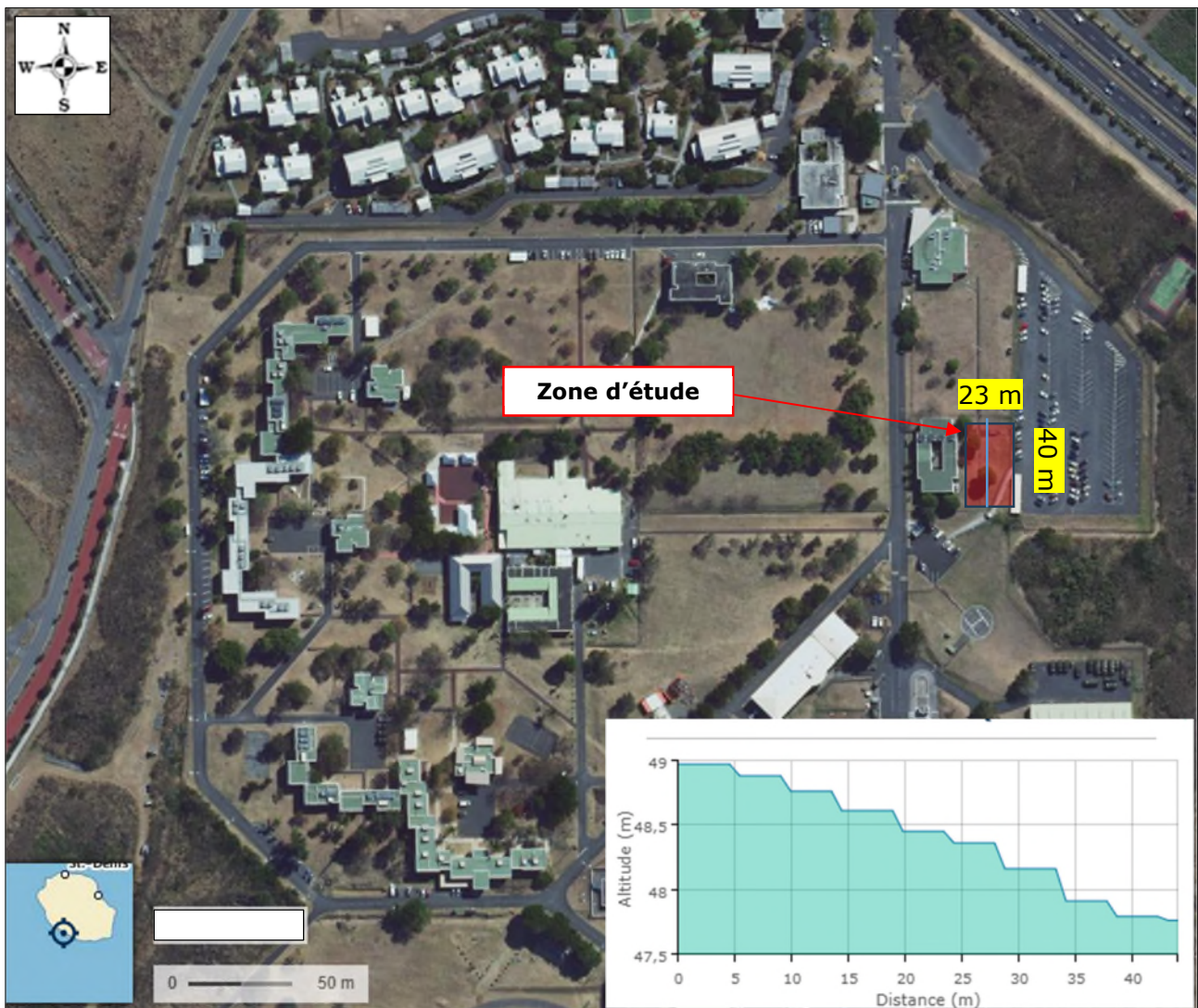
Figure 7 : Suivi piézométrique du piézomètre S2 (valeur en m/sol)

Le suivi montre une variation du niveau de la nappe entre 46 et 47m/sol, soit entre 1,0 et 2,5mNGR.

Compte-tenu de l'altitude de la zone d'étude (26 m NGR) et au vu des niveaux piézométriques relevés dans les sondages à proximité de notre zone d'étude, la nappe ne devrait pas avoir d'influence sur le projet.

Il n'est pas exclu la présence de résurgences à des profondeurs variables, et dont les débits peuvent augmenter en fonction de la pluviométrie.

2.3 CONTEXTE MORPHOLOGIQUE



Le site d'étude (en rouge) s'étend sur une longueur de 40m et une largeur de 23m. Il présente un dénivelé négatif de 1,20m et une pente moyenne de 3% du Nord au Sud sur l'ensemble de sa largeur. Le site d'étude est à une altitude comprise entre 48 et 49,1 m NGR

2.4 CONTEXTE CLIMATIQUE

La commune de Saint-Pierre se situe sur la côte « **sous le vent** » de l'alizé. Elle affiche donc des valeurs de pluviométrie faibles. Au droit du secteur étudié, le cumul des précipitations pour l'année 2021 est compris entre 500 et 750 mm (Figure 9).

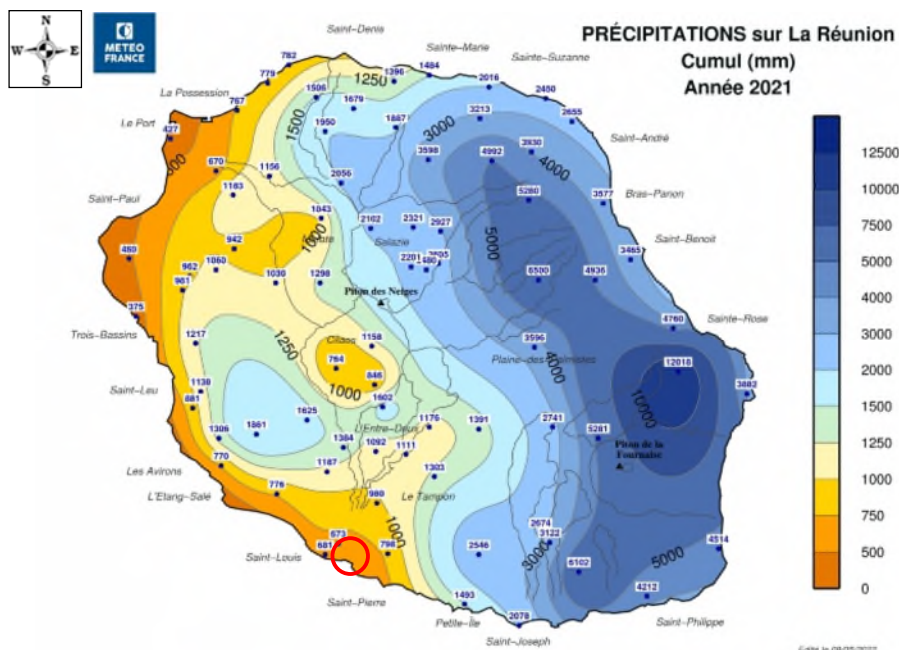


Figure 9 : Cumul des précipitations sur la Réunion en 2021

2.5 2.5 – CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE VIS-À-VIS DES RISQUES NATURELS

2.5.1 – Contexte sismique

Depuis le 1^{er} mai 2011, faisant suite à l'arrêté du 22 octobre 2010, décret n°2010-1254 et n°2010-1255, et conformément aux articles R563-1 à R563-8 du Code de l'Environnement relatifs à la prévention du risque sismique, la Réunion est classée en **zone de sismicité « dite » faible**.

Il appartient au Maître de l'ouvrage de donner la catégorie d'importance des ouvrages projetés.

Le tableau suivant indique les exigences à prendre en compte en zone 2, pour les différentes catégories de bâtiment (Figure 10). En phase G2 AVP, Géolithe pourra préciser ces exigences en fonction de la catégorie indiquée par le maître d'ouvrage :

	I	II	III	IV
Zone 1				
Zone 2	aucune exigence			Eurocode 8 ³ $a_{gr}=0,7 \text{ m/s}^2$
Zone 3		PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$
Zone 4		PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
Zone 5		CP-MI ²	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$

¹ Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI

² Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide

³ Application obligatoire des réales Eurocode 8

Figure 10 : Tableau des exigences sur la prise en compte du risque sismique selon l'Eurocode 8

2.5.2 – Aléa Inondation

D'après le PPR Inondation, consulté sur le site reunion.gouv.fr, portant sur la délimitation des zones à inondation sur la commune de Saint-Pierre, au 1/5 000^{ème}, la zone d'étude est située en niveau **d'aléa NUL**.

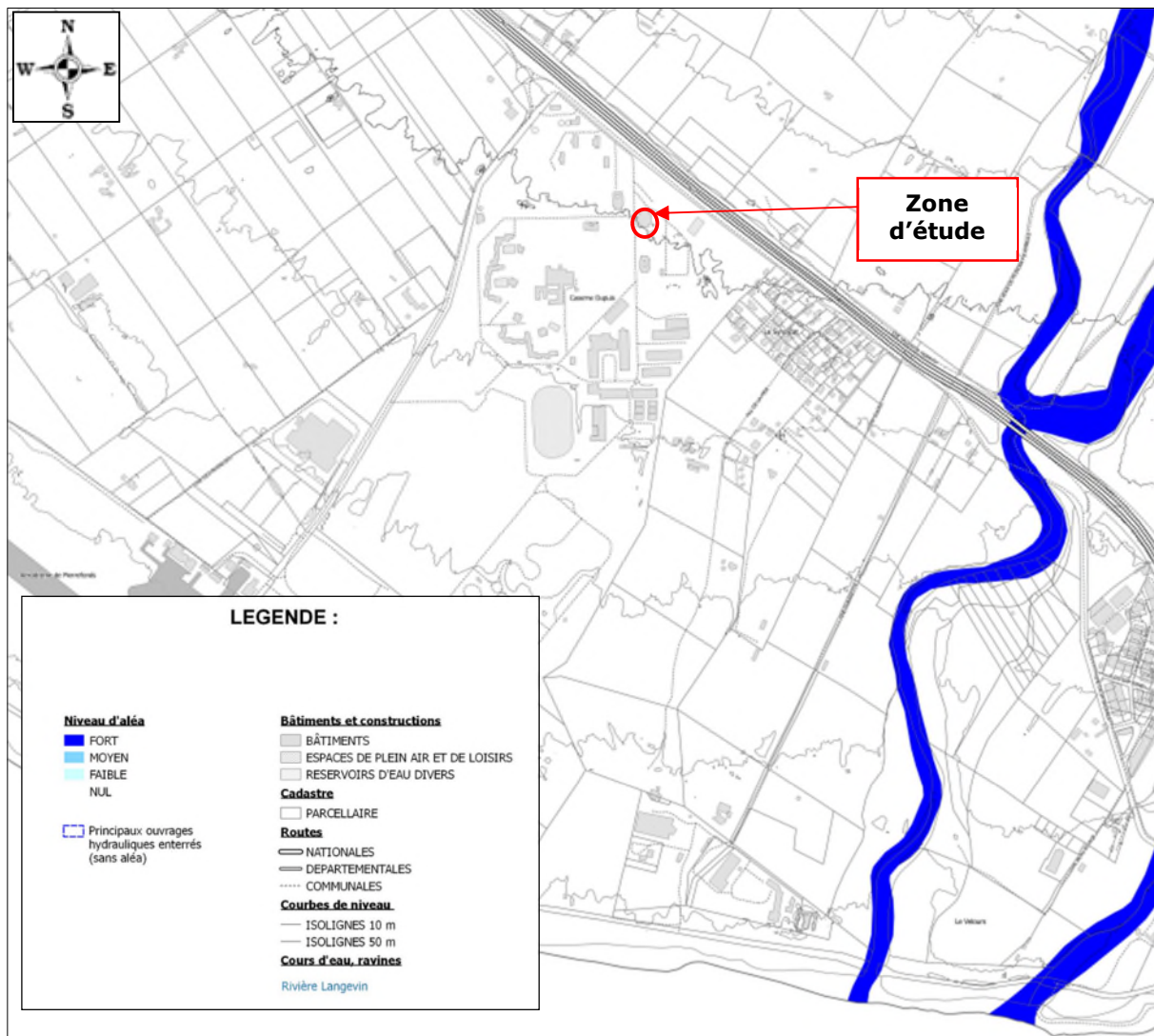


Figure 11 : Carte de l'aléa inondation au 1/5000^{ème} – Commune de Saint-Pierre – Planche 3 : Pierrefonds - reunion.gouv.fr

2.5.3 – Aléa Mouvements de terrain

D'après le PPRn, consulté sur le site reunion.gouv.fr, portant sur la délimitation des zones à mouvements de terrain sur la commune de Saint-Pierre, au 1/5 000^{ème}, la zone d'étude se situe en niveau d'**aléa FAIBLE à MODERE**.

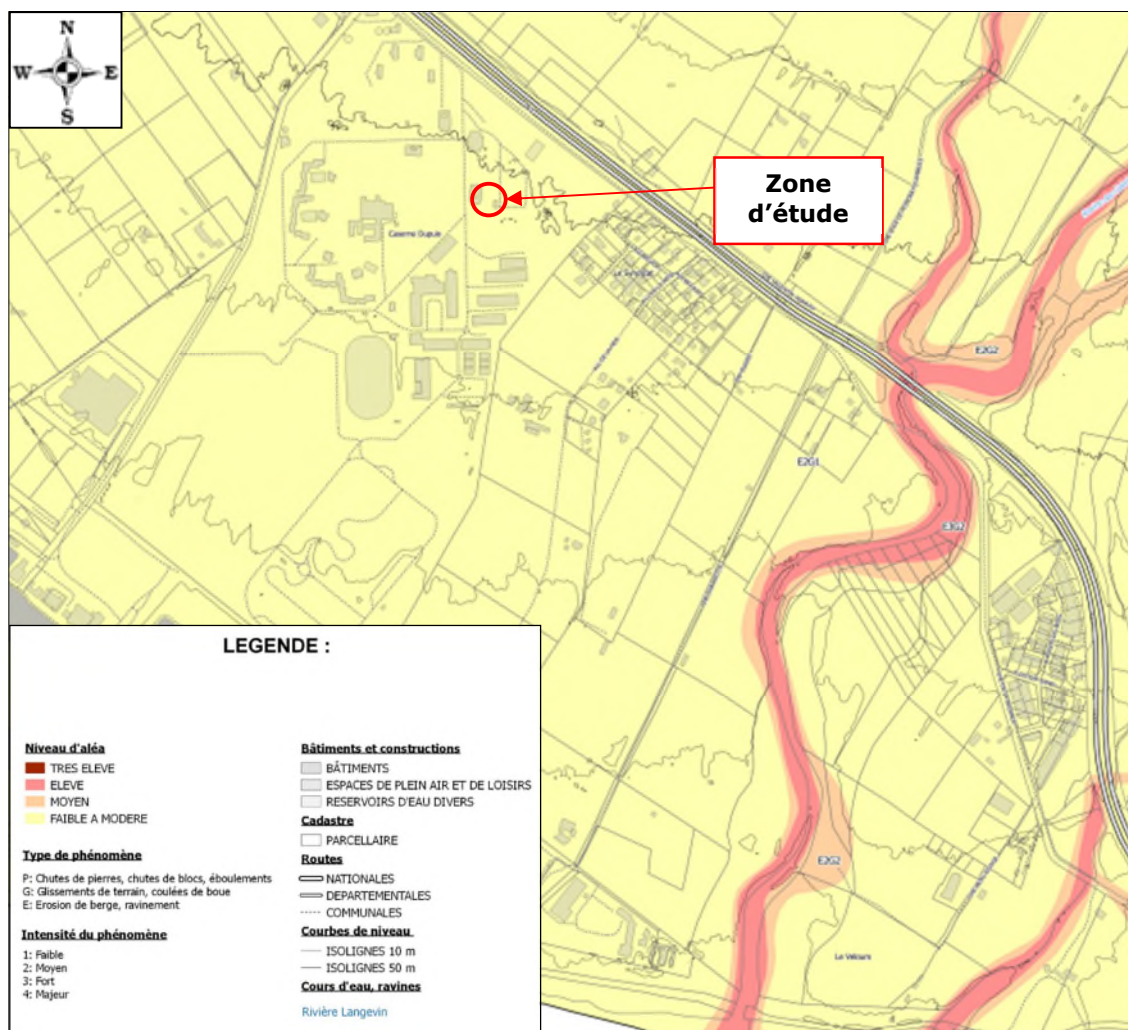


Figure 12 : Carte des aléas mouvements de terrain au 1/5000^{ème} – Commune de Saint-Pierre – Planche 3 : Pierrefonds – reunion.gouv.fr

2.5.4 – Plan de Prévention des Risques naturels (PPRn)

Le Plan de Prévention des Risques (PPR) naturels prévisibles de la commune de Saint-Pierre sur le risque inondation et mouvement de terrain a été approuvé **en Avril 2016**.

Les informations mentionnées ci-dessous sont issues du site institutionnel de la prévention des risques majeurs (prim.net) et du site de la DEAL (<http://www.reunion.gouv.fr>).

Selon la carte du zonage réglementaire du PPR, la zone d'étude présente **un Aléa faible à modéré** en raison de l'aléa faible à modéré mouvement de terrain combiné à un aléa nul inondation.

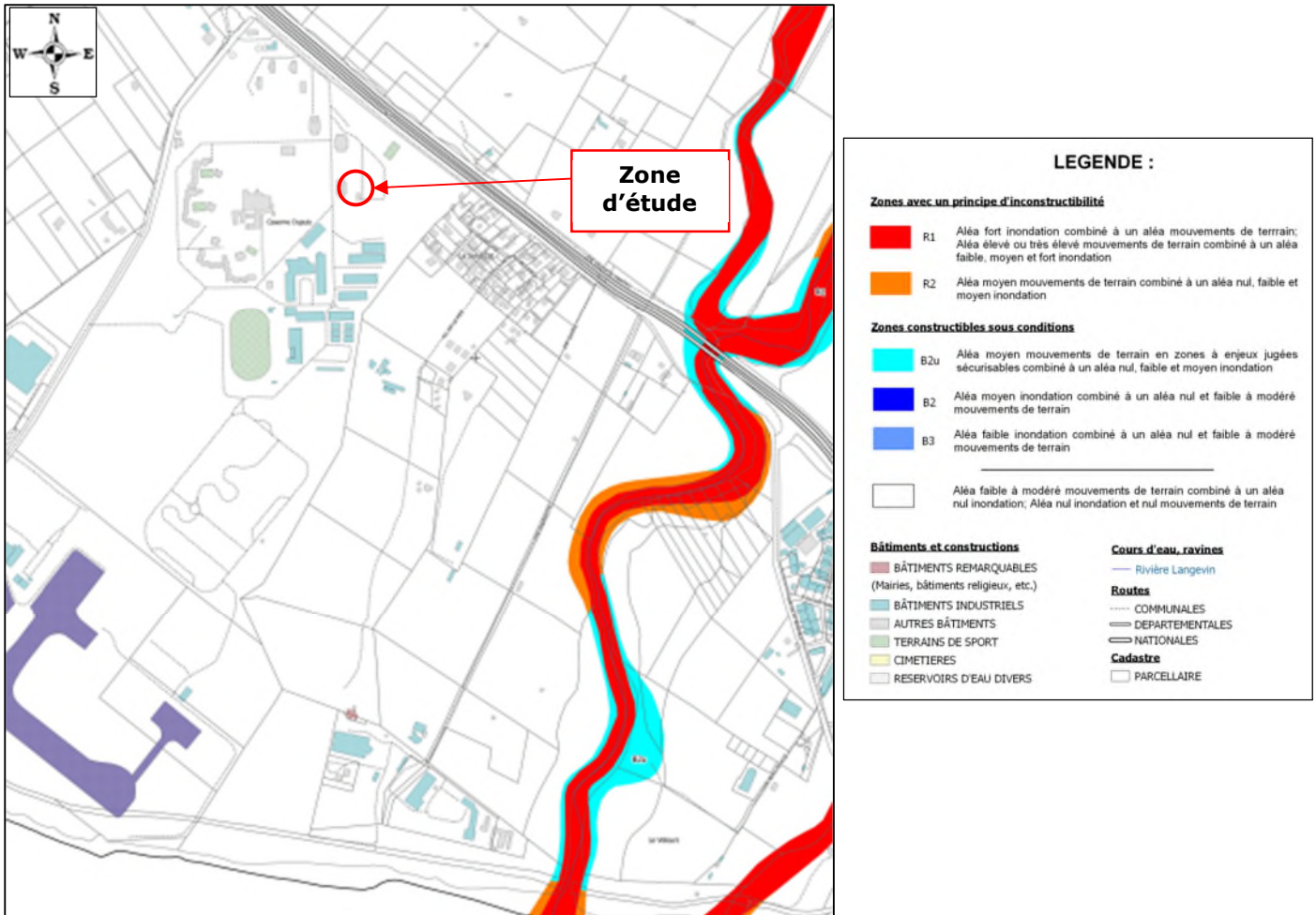


Figure 13 : Zonage réglementaire au droit de la parcelle consécutifs aux aléas inondation et mouvement de terrain

2.5.4 – Contexte environnemental

D'après le site institutionnel reunion-parcnational.fr, la zone d'étude ne se situe pas dans l'aire d'adhésion ou dans le cœur du Parc National de La Réunion.

2.6 CONNAISSANCES SUR CES SOLS ISSUES DE LA BIBLIOGRAPHIE

La banque de données du sous-sol du BRGM recense quatre forages à moins de 500m de la zone d'étude, dont deux à environ 200m de profondeur (BSS002PKCH et BSS002PJWS) et deux autres à une profondeur d'environ 39,7 m et 63 m (respectivement BSS002PJZR et BSS002PJUB). Ces quatre forages traversent les mêmes formations lithologiques (d'après la Carte géologique de La Réunion à l'échelle 1/100 000).



Figure 14 : Ouvrages répertoriés par le BRGM à proximité du site d'étude (source : InfoTerre)

Les coupes géologiques réalisées sur les quatre forages révèlent une stratigraphie dominée par des formations superficielles d'âge quaternaire sur plusieurs dizaines de mètres, composées de dépôts alluviaux hétérogènes (sables, graviers, galets, sables argileux), traduisant un environnement de dépôt fluviatile ou remanié. Par endroits, des niveaux fins d'argiles et de limons, parfois organiques, témoignent de phases plus calmes de sédimentation.

A partir de 50 à plus de 63 m de profondeur, les forages recoupent des formations volcaniques plus anciennes, correspondant à des coulées de basalte massives et à du tuf volcanique, en lien avec les épisodes éruptifs du Piton de la Fournaise et du Piton des Neiges. Ces niveaux peuvent être localement interstratifiés avec des horizons argileux résultant de phénomènes d'altération ou de conditions hydromorphes passées.

En conclusion, la stratigraphie révèle une succession de dépôts alluviaux récents reposant sur un substratum volcanique ancien, illustrant l'histoire géodynamique complexe du site, marquée par l'alternance de processus fluviatiles, volcaniques et sédimentaires.

3 SYNTHÈSE DES RECONNAISSANCES GEOTECHNIQUES

3.1 PROGRAMME D'INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES REALISE EN PHASE G1 DU PROJET

Dans le cadre de la présente étude, la campagne d'investigations géologiques et géotechniques a consisté en la réalisation des sondages suivants :

- 2 sondages à la pelle mécanique descendus à 3m de profondeur ou au refus ;
- 3 sondages au pénétromètre dynamique descendus à 5m de profondeur ou au refus

L'implantation des sondages est présentée :



Figure 15: Plan d'implantation des sondages réalisés sur la zone d'étude

Les détails des investigations réalisés sont donnés dans les paragraphes suivants.

3.2 IMPLANTATION DES SONDAGES G1

Sondage	Altitude de la tête du sondage (m. NGM)	Profondeur atteinte (m)	Coordonnées	
			x	y
Pdy1	49,14	0,41 (refus)	337734,76	7642384,40
Pdy1 Bis	49,17	0,71 (refus)	337732,70	7642383,57
Pdy2	48,28	0,78 (refus)	337722,47	7642354,44
Pdy3	48,68	0,75 (refus)	337735,21	7642365,55
SM1	49,051	1,6 (refus)	337738,90	7642385,33
SM2	48,254	1,8 (refus)	337726,23	7642357,31

3.3 SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS G1

3.2.1 – Puits à la pelle mécanique

Le tableau ci-dessous synthétise les formations géologiques rencontrées au droit des sondages à la pelle, ainsi que les profondeurs de rencontre :

Lithologie	SM1	SM2	Observations
Remblais (terre végétale, matériaux alluvionnaires, racines)	0,00 à 0,7 m	0,00 à 0,7 m	Mauvaise tenue des parois
Alluvions sableuses avec blocs basaltiques	0,7 à 1,8 m Refus sur Dalle basaltique ou empilement de blocs compacts	0,7 à 1,5 m Refus sur Dalle basaltique ou empilement de blocs compacts	Moyenne tenue, 30% sable, 70% blocs
Dalle basaltique ou substratum basaltique	≥ 1,8	≥ 1,5	Sol très compact

3.2.2 – Penetrodynamique

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques mécaniques relevées au droit des différents sondages au pénétromètre dynamique.

Sondage	Profondeur sup / TN (m)	Profondeur inf. / TN (m)	qd _{min} (MPa)	qd _{max} (MPa)	qd _{moy} (MPa)
Pdy1	0.0	0.15	6	25	10
	0.15	0.38	10	30	20
	0.38	0.41	60	200	130
	Refus				
Pdy1 bis	0.0	0.20	4	15	9
	0.20	0.5	15	80	30
	0.5	0.71	50	200	100
	Refus				
Pdy2	0.0	0.20	4	35	15
	0.20	0.60	15	200	40
	0.60	0.78	50	200	125
	Refus				
Pdy3	0.0	0.25	4	40	22
	0.25	0.71	30	200	118
	Refus				

3.4 SYNTHÈSES DES RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS G1

L'ensemble des investigations met en évidence une stratigraphie régulière composée de :

- Remblais hétérogènes meubles en surface (0,0 à 0,5 m)
- Alluvions sableuses à blocs, plus denses en profondeur intermédiaire (~0,5 à 1,5 m et 1,8 m)

Les valeurs élevées de résistance dynamique (dépassant localement 100 MPa) témoignent de la présence probable de blocs dans le sol.

La synthèse ci-après, présentée sous forme de tableau, reprend les principales caractéristiques géotechniques des horizons identifiés, en croisant leur nature, leur profondeur moyenne et leur comportement mécanique estimé.

N°	Profondeur moyenne (m)	Désignation lithologique	Description géologique	Résistance dynamique qd (MPa)	Observations
C1	0,00 – 0,50	Remblais meubles hétérogènes	Terre végétale, alluvions fins, matériaux remaniés, racines. Faible cohésion.	4 à 15 (qd moyenne : ~10)	Faible portance, mauvaise tenue des parois, meuble
C2	0,50 – 1,50 à 1,80	Alluvions sableuses à blocs basaltiques	Matrice sableuse (~30 %) et blocs basaltiques (~70 %) Dmax ≈ 350 mm. Compacité variable à bonne selon la proportion de blocs.	15 à >100 (qd moyenne : ~35)	Moyenne tenue des parois, comportement hétérogène <u>compact à très compact</u>

3.5 PROGRAMME D'INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES REALISE EN PHASE G2 DU PROJET

Dans le cadre de la présente étude, la campagne d'investigations réalisé en mai 2026 a consisté en la réalisation de :

- 2 sondages à la mini-pelle mécanique descendus à 3 m de profondeur ou au refus (**SM1 et SM2**) dont 1 test de perméabilité et un prélèvement pour analyse GTR;
- 3 sondages pressiométriques descendus à 6 m de profondeur (**SP1 et SP2**)

L'implantation des sondages est présentée :



Figure 16 : Localisation des reconnaissances géotechniques réalisées en mai 2026

3.6 IMPLANTATION DES SONDAGES G2

Sondages à la pelle mécanique			
Sondages	X	Y	Z
SM1	337725.306	7642351.095	47.845
SM2	337725.397	7642371.796	48.536
Sondages pressiométriques			
SP1	337720.999	7642383.174	48.94
SP2	337734.176	7642354.493	48.163

Coordonnées en m, RGR92 UTM40S

3.7 SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS G2

Les fiches de résultats obtenus pour chaque sondage figurent en annexe du rapport.

3.7.1 Sondages à la pelle mécanique

Deux sondages (SM1 et SM2) à la pelle mécanique ont été effectués sur la zone d'étude. L'objectif des sondages est de connaître la nature géologique des terrains en place au droit du projet.

Les caractéristiques des sondages (localisation, profondeur d'arrêt), ainsi que leur nature géologique du sous-sol sont synthétisées ci-dessous :

Numéro du sondage	SM1	SM2
Terre végétale/remblais	0,00 m à -0,40 m	0,00 m à - 0,40 m
Alluvions graveleuses	- 0,40 m à -1,30 m (refus sur blocs)	- 0,40 m à - 1,30 m (refus sur blocs)

Tableau 1 : Synthèse des sondages à la pelle mécanique SM1 et SM2.

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

3.7.2 Sondages pressiométriques

Deux sondages pressiométriques de 6 m de profondeur ont été réalisés au droit de la zone d'étude avec des essais pressiométriques tous les mètres. Ci-dessous figure le tableau récapitulatif des résultats des sondages (Tableau 2).

SP1 (Arrêt du sondage à 6,00 m) - Altitude : 48.94 m NGR						Niveau bas prévu sur les plans
Cote (m NGR)	Profondeur (m/TN)	Nature des sols	PI* (Mpa)	Em (MPa)	Em/PI*	
47.94	1,0	Blocs, galets, graviers	1,05	9,3	8.8	
46.94	2,0	Blocs, galets, graviers	3,7	26,8	7.2	
45.94	3,0	Blocs, galets, graviers	3,01	22,5	7.4	
44.94	4,0	Blocs, galets, graviers	>4,76	104,7	< 21.7	
43.94	5,0	Blocs, galets, graviers	>4,76	169	< 34.9	
SP2 (Arrêt du sondage à 6,00 m) - Altitude : 48.16 m NGR						Niveau bas prévu sur les plans
Cote (m NGR)	Profondeur (m/TN)	Nature des sols	PI* (Mpa)	Em (MPa)	Em/PI*	
47.16	1,0	Blocs, galets, graviers	4,08	36,5	8.9	
46.16	2,0	Blocs, galets, graviers	4,7	54,2	11,5	
45.16	3,0	Blocs, galets, graviers	>4,76	87,3	<18.2	
44.16	4,0	Blocs, galets, graviers	>4,79	115,7	<23.9	
43.16	5,0	Blocs, galets, graviers	>4,73	76	<15.8	

Tableau 2 : Synthèse des sondages pressiométriques avec essais pressiométriques tous les mètres (SP1 et SP2)

Aucune arrivée d'eau n'a été observée lors des sondages.

Essais de perméabilité

Un essai de perméabilité dans le sondage à la pelle SM1 a été réalisé. Cet essai de perméabilité n'a pas pu être mené à son terme en raison de l'impossibilité de saturer le terrain. Cela est lié et renvoi à une très forte perméabilité du milieu (10^{-4} voire 10^{-3} m/s).

3.7.3 Analyses en laboratoire

Une analyse en laboratoire (analyse GTR) a été effectuée sur un échantillon prélevé à 1,2 m de profondeur, dans le sondage à la pelle mécanique SM2.

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats obtenus pour chaque échantillon :

Sondages	SM2
Profondeur	-1,20 m/TN
Teneur en eau naturelle W_n (%)	4.2%
Nature des échantillons	Alluvions
Classification GTR 2023	VC1G1

4 MODÈLES GÉOLOGIQUE ET GÉOTECHNIQUE RETENUS

4.1 MODÈLE GÉOLOGIQUE

Suite à la synthèse des reconnaissances géotechniques réalisées au droit du site d'étude, nous retiendrons le modèle géologique suivant :

- **Formation n°1 : Terre végétale et remblais ou enrobés**
 - o Profondeur base : reconnus sur 0,40 à 0,70 m. Certainement localement plus au droit des aménagements existants
 - o Cette formation est composée de limons sableux et renfermant quelques galets, blocs et racines et des alluvions.
- **Formation n°2 : Alluvions graveleuses**
 - o Profondeur base : 0,4 à 0,70 m > 6 m de profondeur
 - o Ces matériaux sont constitués de sable, de graviers, de blocs et galets.

NB : Les côtes altimétriques énoncées ci-dessous sont données à titre indicatif. Elles ont été définies à partir des résultats obtenus à la campagne réalisée. Aussi, la position exacte des interfaces entre couches ne saurait se déduire d'une simple extrapolation des relevés de sondages. En effet, les sondages étant des points de reconnaissances ponctuelles, des approfondissements éventuels et/ou l'existence éventuelle d'anomalie géologique en phase travaux ne sauraient être écartés.

4.2 MODÈLE GÉOTECHNIQUE

Les valeurs suivantes sont les valeurs retenues, issues des essais réalisés dans les sondages pressiométriques :

Lithologie	Nombre d'essais	EM Retenu (MPa)	PI* Retenue (MPa)	E/PI*	α
Alluvions	10	44	4,07	10.9	1/3

Les valeurs des modules Em ont été calculées grâce à une moyenne harmonique alors que les valeurs des pression limite PI* ont été calculée avec une moyenne géométrique.

4.3 PARAMÈTRES INTRINSÈQUES

Les valeurs caractéristiques des paramètres géomécaniques intrinsèques sont déterminées sur la base de nos connaissances sur ces matériaux. Elles sont présentées dans le tableau ci-après :

Les valeurs retenues sont les suivantes :

Lithologie	Poids volumique γ (kN.m ⁻³)	Cohésion à court terme (kPa)	Cohésion à long terme (kPa)	Angle de frottement φ (°)
Terre végétale / remblais	18-20	5-10	0-5	25-30
Alluvions	20-22	5-10	0-5	28-30

4.4 **ALÉAS GÉOLOGIQUES RÉSIDUELS ET GÉOTECHNIQUES – ZIG**

→ Aléas résiduels :

Les valeurs indiquées précédemment correspondent à des **caractéristiques géotechniques moyennes** visant à définir dans son ensemble un horizon géologique.

Ces valeurs ne sont pas représentatives d'éventuelles poches de terrains +/- localisées pouvant avoir des caractéristiques différentes de cette moyenne (supérieures ou inférieures).

Les hypothèses géotechniques pourront être confirmées et/ou adaptées lors des phases d'étude ultérieures à partir de reconnaissances complémentaires éventuelles (nouveaux essais de perméabilité notamment).

Nous précisons qu'à ce stade aucun essai de laboratoire visant à définir les caractéristiques intrinsèques (angle de frottement, cohésion) n'a été réalisé sur les formations alluvionnaires concernées par le projet. Cependant, ces essais sont difficilement réalisables sur ce type de matériaux (matériaux granulaires hétérogènes).

→ Zone d'influence géotechnique (ZIG) :

Elle représente le volume de terrain au sein duquel il y a une interaction possible entre l'ouvrage(s) et/ou l'aménagement(s) du terrain (du fait de sa réalisation et de son exploitation) et son environnement (sols et/ou ouvrages environnants). Sa géométrie et son étendu sont donc spécifiques au site d'étude et au projet tel qu'envisagé.

Notons que les existants et tous les aménagements actuels seront détruits pour la réalisation du projet. Ces derniers ne feront donc pas partis de la ZIG.

Enfin, la ZIG s'étend à tous les réseaux. En cas de croisement entre réseaux et fondations, il conviendra d'adapter la conception (profondeur d'assise etc.) et, si nécessaire, de dévier les réseaux impactés.

Une localisation précise des réseaux enterrés sera requise en amont des travaux, et leur maintien en bon état devra être contrôlé tout au long du chantier.

5 ANALYSES ET RECOMMANDATIONS POUR LES TERRASSEMENTS

5.1 CONDITIONS DE TRAFICABILITÉ EN PHASE CHANTIER

La nature limoneuse des terrains leur confère une sensibilité à l'eau importante, ce qui pourrait engendrer des difficultés de traficabilité en phase chantier, notamment en période pluvieuse.

Ces travaux devront être réalisés de préférence par temps sec ou à contrario, l'entreprise en charge de la réalisation des travaux s'assurera de la collecte des eaux provenant de l'amont du chantier, si nécessaire.

5.2 EXTRACTION

Les remblais, la terre végétale, les alluvions que constituent des sols meubles ne poseront pas de problème d'extraction avec des engins courants de terrassement.

La présence de blocs, à de faibles profondeurs, nécessitera l'utilisation d'engins de terrassement plus puissants de type BRH ou ripper.

5.3 VIBRATION

Les terrassements nécessitant l'emploi de BRH et autres engins de forte capacité, les travaux engendreront des vibrations qui pourront impacter les avoisinants.

Afin de suivre et de limiter l'impact de ces travaux sur les ouvrages existants et mitoyens, l'entreprise prendra l'ensemble des dispositions qu'elle jugera nécessaires. On pourra par exemple mettre en place les moyens suivants :

- Constat d'huissier avant le démarrage des travaux sur ces existants ;
- Dispositifs de suivi et de contrôle des vibrations en cours de travaux, sur ces avoisinants. Dans cet optique, des seuils vibratoires seront fixés par les entreprises et soumis à la validation de la maîtrise d'œuvre ;
- Adaptation des outils de travail.

5.4 STABILITÉS DES TALUS ET DES AVOISINANTS

Le mode d'exécution des terrassements dépend étroitement de la position définitive des ouvrages et du niveau d'assise des avoisinants : ouvrages mitoyens, voiries, réseaux, etc. (zone d'influence géotechnique).

5.4.1 *En phase provisoire / chantier*

Des talus en déblais provisoires secs et non surchargés en tête, d'une hauteur maximale de 2 m, pourront être terrassés selon :

- Une pente de **2H/3V** (2 horizontalement pour 3 verticalement) dans les remblais et dans les alluvions ;

Pour tous les talus rocheux **supérieurs à 2 m** de haut et ayant **une pente supérieure à 3H/2V** (3 horizontalement pour 2 verticalement), on prévoira une protection grillagée et géotextile (à calculer en phase G2PRO).

Si l'environnement du site ne permet pas ce talutage au large ou si des ouvrages se situent dans la zone d'influence du talus, on prévoira des ouvrages de soutènements provisoires (sol renforcé, écran ou mur, selon le contexte).

Pour des hauteurs de talus plus importantes, une vérification de la stabilité par le calcul devra être réalisée en phase G2PRO.

5.4.2 En phase définitive

En première approche, aucun talus définitif n'est prévu.

Dans le cas contraire, les talus définitifs sans soutènements devront avoir une pente de 3B/2V, quel que soit la nature des matériaux.

Cette pente pourra éventuellement être adoucie en présence de remblais et/ou de matériaux lâches, selon les observations effectuées par un géotechnicien.

Toutes les dispositions seront prises pour assurer leur stabilité à long terme (masque ou tranchée drainante, système pérenne de récupération des eaux, grillage, clous, etc.).

Dans le cas où les risques de glissement sont présents avec ou non des charges conséquentes en tête de talus, des murs de soutènement devront être mis en place. Ils devront être dimensionnés selon les règles de l'art en phase G2 PRO.

5.5 RÉEMPLOI DES MATÉRIAUX DU SITE EN REMBLAI

La nature limoneuse, identifiée sur les premières tranches de sol, leur confère une sensibilité à l'eau importante.

Les matériaux de déblais (limoneux ou sableux) ne seront pas réemployés en remblais et/ou en couches de forme.

5.6 SUJÉTIONS D'EXÉCUTION

Les règles de l'art seront respectées et notamment :

- ✓ La réalisation des travaux (terrassements, fouilles de fondation) devra se faire de préférence hors période pluvieuse ;
- ✓ Protection des talus en phase provisoire et définitive (fossés de tête et de pied, polyane, masque ou tranchée drainante, système pérenne de récupération des eaux, grillages...) ;
- ✓ L'entreprise en charge des travaux devra prévoir des moyens et des dispositions particulières afin d'assurer les terrassements rocheux ;
- ✓ Afin d'éviter des éboulements, ensevelissements, des hors-profils et des surconsommations de gros béton, un blindage des fouilles sera à prévoir en cas de parois instables (première tranche de sol et alternance basalte/scories) ;
- ✓ Tout vestige d'anciennes fondations sera purgé et remplacé par un gros béton coulé en plein fouille ou par un GNT 0-31.5 ;
- ✓ Toutes les mesures seront mises en œuvre afin d'assurer la stabilité des avoisinants. Par conséquents on minimisera dans le temps et dans l'espace, les terrassements à proximité des fondations des ouvrages existants et si nécessaire, on mettra en place un blindage provisoire pour soutenir les parois de fouilles (Gunitage, paroi clouée...).

6 ANALYSES ET RECOMMANDATIONS POUR LES FONDATIONS

Dans cette partie, nous traiterons des futurs ouvrages fondés. N'ayant pas les caractéristiques détaillées de ces ouvrages, nous prendrons des hypothèses pour réaliser une ébauche dimensionnelle. Dans le cas où les données réelles sont différentes des hypothèses prises, le présent rapport devra faire l'objet de modifications.

6.1 NIVEAU-BAS – DALLAGE DES BÂTIMENTS

Le niveau bas des futurs bâtiments pourra être traité en dalle portée. Le poids de celle-ci devra être intégrée aux descentes de charges des ouvrages par le BE structure.

Dans le cas où un dallage traditionnel doit être mis en œuvre, le fond de forme devra être constitué par les alluvions propres.

Pour cette deuxième solution, les points suivants doivent être suivis.

6.1.1 Conception et exécution

La mise en œuvre de la structure sous dallage (couche de forme et couche de réglage) sera réalisée moyennant les précautions successives suivantes :

- Terrassement jusqu'au fond de forme,
- Purge éventuelle des remblais, poches médiocres et des sols détériorés par les engins de terrassement ou les eaux de pluie et substitution par des matériaux de type GNT 0/80,
- **Réception visuelle par un géotechnicien ;**
- Compactage du fond de forme à 95 % de l'optimum Proctor normal (OPN) avec des engins adaptés,
- Mise en place d'un géotextile anti-contaminant,
- Mise en œuvre de la structure sous dallage avec compactage de la couche de forme à 95 % de l'optimum Proctor modifié (OPM).

La structure sous dallage pourra alors être envisagée de la manière suivante :

- une couche de forme de 0.35 m d'épaisseur minimale en grave non traitée (GNT) 0/80 insensible à l'eau, ou équivalent ;
- Une couche de réglage de 0.15 m d'épaisseur minimale en grave non traitée (GNT) 0/31.5 insensible à l'eau, ou équivalent.

On veillera à respecter les recommandations du guide GTR édité en 2023 par le SETRA et éventuellement celui des sols traités.

Les apports devront être granulaires, insensibles à l'eau et de granulométrie continue. Il peut s'agir de matériaux de type D₃ ou assimilés.

Il faudra également s'assurer qu'il ne subsiste pas de points durs ou des zones présentant des variations importantes d'épaisseurs, sources de tassements différentiels.

Selon l'état de la plateforme lors de la réalisation des travaux (situation météorologique défavorable) des surépaisseurs de couche de forme pourront toujours s'avérer nécessaire pour purger les niveaux décomprimés de surface, les blocs de taille importante et améliorer le sol d'assise.

Les dallages seront conçus conformément au DTU 13.3.

6.1.2 Contrôles

D'après le DTU 13.3 de décembre 2021 applicable au projet, les critères de réception du support sont :

- $E_{v2} \geq 50$ 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,
- $E_{v2} \geq 70$ 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 : $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$.

6.1.3 Tassements prévisibles

Il revient aux concepteurs de préciser la limite acceptable des tassements. S'ils sont considérés comme trop importants, un principe de plancher porté (ou une amélioration de sol) reste adaptable et pourra être coulé en place.

En l'absence de données sur les charges d'exploitations, l'estimation des tassements n'est pas calculée.

Notons que si les deux solutions sont mises en œuvre, des joints de dilation devront être prévus entre chaque unité traitée de façon différente.

6.2 PRINCIPE DE FONDATION ENVISAGEABLE – NIVEAUX D'ASSISES

Aucune information ne nous a été transmise concernant les fondations des futurs ouvrages. Les fondations mises en œuvre seront superficielles et pourront être aussi bien filantes qu'isolées pour les bâtiments.

Au vu du projet et du modèle géologique et géotechnique, **on pourra envisager de réaliser les assises au sein des alluvions propres en place** composées de sables, graves, galets et blocs parfois métriques.

En aucun cas les ouvrages ne seront assis dans des terrains compressibles (remblais, remblais poubelliers, évolutifs, vases, ...) potentiellement rencontrés. Ceux-ci devront être purgés.

Ces formations d'assises ont été identifiées à partir de 0,3 m à 0,7 m de profondeur environ en général. **Il n'est pas à exclure ponctuellement des surprofondeurs du toit de la formation d'assise.**

Dans ce cas, la mise en œuvre de fondations semi-profondes ou profondes n'est pas à exclure et des adaptations seront nécessaires.

Comme critères définissant le niveau d'assise, on retiendra, parmi les suivants le plus restrictif :

- Ancrage de 0.30 m dans la formation d'alluvions,
- Encastrement minimum 0.70 m par rapport au niveau fini extérieur,
- Respect de la norme NFP 94-261 pour les fondations à niveaux décalés, mitoyennes ou à proximité de talus

La position de fondations arrêtées à des niveaux différents respectera une pente de 3H/2V (valable également pour tout autre type d'ouvrage, fondations avoisinantes et murs de soutènement). Les fondations filantes courant le long de la pente seront quant à elles établies en redans, selon une pente de 3H/1V. Le schéma ci-après résume ces deux dispositions (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) :

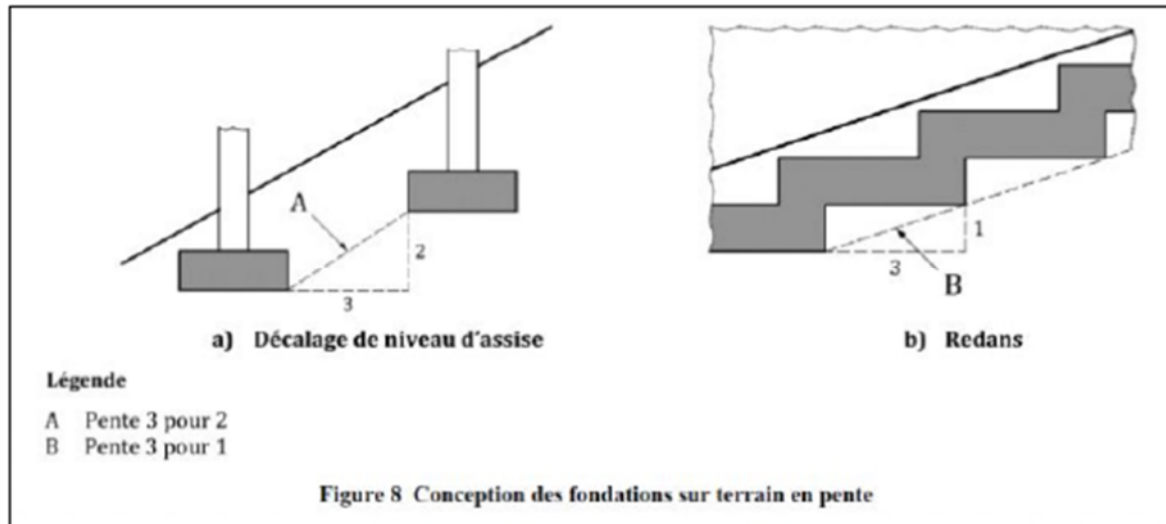


Figure 17 : Règle des 3H/2V et des redans à 3H/1V (Source : Schéma issu du DTU 13.1)

La réception du niveau des fouilles devra être validée par un géotechnicien (cadre d'une mission G3 et G4).

Les alluvions étant par définition un matériau hétérogène, (sable, grave, blocs), les hors profils devront être substitués avec un gros béton ou une GNT de type D31 (0-31.5) afin de créer une assise homogène.

Afin d'éviter une décompression du sol de fondation, un béton de propreté sera immédiatement coulé après terrassement et vérification des fonds de fouille par le géotechnicien afin de le protéger.

6.3 CAPACITÉ PORTANTE DES SOLS D'ASSISES

Pour ce projet, nous pouvons estimer les capacités portantes des sols d'assises à l'aide des essais pressiométriques réalisés dans les sondages destructifs.

La justification de la capacité portante des fondations est déterminée sur la base des recommandations de la norme NF P 94-261 et des hypothèses suivantes :

- Géométrie définie ci-dessus ;
- L'excentrement et l'inclinaison de la résultante des descentes de charges sont nuls.

La contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation, q_{net} , est définie par la formule suivante (Annexe D2.3) :

$$q_{net} = k_p p_{le}^* i_\delta i_\beta$$

Avec :

- k_p : facteur de portance .
- i_δ : coefficient de réduction de la portance lié à l'inclinaison de la charge ;
- i_β : coefficient de réduction de la portance lié à la proximité d'un talus ;
- P_{le}^* : pression limite nette équivalente.

La valeur caractéristique de la résistance du terrain de fondation est définie par la formule suivante (NF P 94-261 § 9.1 (3)) :

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

Avec :

- A' : B x L (excentrement de la charge nul)
- $\gamma_{R;d,v}$: coefficient de modèle associé à la méthode de calcul = 1.2 pour la méthode pressiométrique

La valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation est déduite de la formule suivante (NF P 94-261 § 9.1 (3)) :

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

Avec :

- $\gamma_{R,v}$: facteur partiel de sécurité sur la portance égale à 1.4 aux ELU en situation durable et transitoire (Tableau B3.3 – Jeu R2) et égale à 2.3 aux ELS quasi permanents et caractéristiques

Les contraintes q_{net} du terrain sous fondation et les contraintes admissibles calculées sont les suivantes (pour des charges verticales et centrées) :

- Alluvions :
 - $K_p = 1$
 - $PI^* = 4,0$
 - $i_\delta = 1$
 - $i_\beta = 1$
 - $q_{net} = 4000$ kPa,
 - $q_{ELS} = 1300$ kPa,
 - $q_{ELU} = 1900$ kPa.

Pour le dimensionnement, du fait de l'hétérogénéité des sols en place (proportion de sables, galets et blocs très variable, compacité variable, passages limoneux), les contraintes pour la justification vis-à-vis des Etats limites Ultimes et de Services (pour des charges verticales et centrées) seront limitées à :

	Alluvions
Contrainte admissible ELS	200 kPa
Contrainte admissible ELU	300 kPa

Figure 18 : Contraintes admissibles hors coefficients minorateurs $i\delta\beta$

Ces valeurs sont une estimation de la capacité portante et seront à ajuster en phase projet en fonction de la géométrie et des niveaux de fondations retenus, en intégrant également l'inclinaison éventuelle des charges.

6.4 LARGEUR MINIMALE DES SEMELLES

La largeur des semelles sera calculée en phase G2PRO et dépendra des descentes de charge du projet, non connue à ce jour.

En aucun cas, la largeur des semelles les moins chargées ne sera inférieure à 70 cm pour les semelles isolées des bâtiments et 50 cm pour les semelles filantes des bâtiments, afin d'assurer un bon contact sol / fondation.

6.5 TASSEMENTS PRÉVISIBLES

A ce stade de l'étude, les estimations des tassements n'ont pas été réalisées.

Toutefois, au vu des caractéristiques géomécaniques mesurées au sein des sols d'assises, les tassements attendus seront probablement inférieurs au centimètre. Il appartient au BET Structure de définir la limite acceptable des tassements sous fondation pour le présent projet et de vérifier qu'ils soient acceptables pour la structure.

Ces valeurs devront être confirmées en phase projet (G2 PRO), une fois les descentes de charges définitives des ouvrages connues.

6.6 MISE HORS D'EAU

6.6.1 Phase provisoire

Lors de notre intervention, nous n'avons pas observé de niveau d'eau dans les sondages. Cependant, en fonction de la date de réalisation des terrassements et des arrivées d'eau, des venues d'eau sont possibles.

Nous rappelons que ces données d'eau, ont un caractère ponctuel et instantané, en fonction de la date de réalisation des terrassements et des arrivées d'eau (conditions météorologiques à surveiller), des venues d'eau sont possibles.

Un pompage provisoire pourra alors être nécessaire afin d'épuiser ces venues d'eau et d'assécher les fouilles.

6.6.2 Phase définitive

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

6.7 SUJÉTIONS D'EXÉCUTION

- ✓ Une visite de l'ensemble des fonds de fouille sera nécessaire (objet des mission G3 et mission G4).
- ✓ Des approfondissements seront à prévoir en cas de sol lâche (sable) ou de points durs (blocs). En aucun cas, les constructions ne doivent être fondées dans les matériaux de remblais poubelliers ou évolutifs.
- ✓ Toute poche de remblai ou de moindre consistance détectée à l'ouverture des fouilles sera purgée et remplacée par un gros béton coulé pleine fouille.
- ✓ Tout vestige sera purgé et remplacé par un gros béton coulé pleine fouille.
- ✓ La présence de blocs de taille pouvant être important nécessitera l'emploi d'engins de forte puissance (*BRH par exemple*).
- ✓ Les fondations seront coulées pleine fouille. Il conviendra de couler le béton de propreté ou le gros béton dès l'ouverture des fouilles, afin d'éviter l'altération ou la décompression du sol d'assise. Le béton des semelles sera ensuite coulé pleine fouille sur toute la hauteur.
- ✓ Des sur-profondeurs de l'horizon d'ancrage ne sont pas à exclure, ce qui nécessitera un gros béton de rattrapage.

- ✓ Le blindage des fouilles pourrait s'avérer nécessaire dans le cas où les matériaux perdraient de la cohésion et à proximité des mitoyens. Ce matériel devra être présent sur site en phase travaux.
- ✓ En cas d'arrivées d'eau à l'ouverture des fouilles, il conviendra de les assécher par un dispositif adapté à leur importance et à la nature des terrains (drainage, pompage par exemple).
- ✓ Tous les travaux devront être réalisés selon les règles de l'Art.

7 ANALYSES ET RECOMMANDATIONS POUR LES ZONES PIETONNES

Il est prévu des zones piétonnes entre les différents bâtiments du projet.

7.1 FOND DE FORME

Après la réalisation des terrassements, **le fond de forme sera constitué, en première approche, de remblais limoneux ou alluvionnaire**. Si des variations de faciès majeures apparaissent en phase chantier, des analyses en laboratoire (analyses GTR) pourront s'avérer nécessaires, afin de s'assurer de la classe des sols en présence.

Localement des purges pourront être importantes (présence éventuelle de poches de matériaux médiocres, anciens réseaux, etc.) En tout état de cause, toute poche décomprimée, de matériaux évolutifs ou de moindre consistance rencontrée en fond de forme sera purgée et substituée par des matériaux nobles de type GNT.

Après compactage du fond de forme, et la pose d'un géotextile anti contaminant, le revêtement piéton prévu pourra être mis en œuvre. Si le revêtement est rigide, une couche de forme en matériaux noble sera nécessaire et des joints de dilation intercaler de manière régulière et suffisante.

7.2 SUJÉTIONS D'EXÉCUTION

- ✓ On veillera à limiter les infiltrations d'eau au niveau de ces sols supports de zones piétonnes (fossés, drainage, etc.) ;
- ✓ Les purges des matériaux médiocres seront remblayées et compactées avec des matériaux nobles ;
- ✓ Les couches de forme si besoin seront mises en œuvre, compactées et contrôlées suivant les spécificités en vigueur ;

8 ANALYSES ET RECOMMANDATIONS POUR LES RESEAUX ENTERRES

8.1 TERRASSEMENTS EN TRANCHÉES

Pour la mise en place des réseaux, en cas de terrassement de plus 1,30 m de profondeur, un blindage des fouilles sera nécessaire.

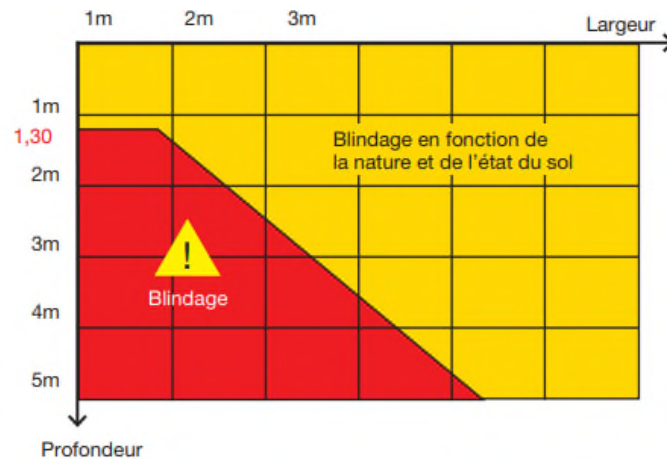


Figure 19 : Préconisation de mise en place de blindage en fonction des terrassements

8.2 RÉALISATION DU LIT DE POSE

Le fond des tranchées sera arasé à 0,10 m au moins au-dessous de la cote prévue pour la génératrice inférieure de la canalisation, puis il sera compacté afin d'assurer la stabilité et la planéité du fond de la tranchée.

Sur cette épaisseur un lit de pose sera constitué de matériau contenant moins de 5% de particules fines (particules < 0.1 mm) et ne contenant pas de particules de diamètre supérieur à 30mm.

8.3 REMBLAIEMENT

Le remblaiement sur réseaux doit faire l'objet d'un soin particulier afin de garantir sa longévité. Le schéma suivant reprend les 4 cas possibles :

- Réseaux sous voirie (tranchée type I) ;
- Réseaux sous trottoir (tranchée type II) ;
- Réseaux sous accotement tranchée type III) ;
- Réseaux sous espace vert (tranchée type IV).

Des objectifs de densification (q_4 , q_3 et q_2) et certains types de matériaux suivant le GTR sont recommandés pour chaque cas.

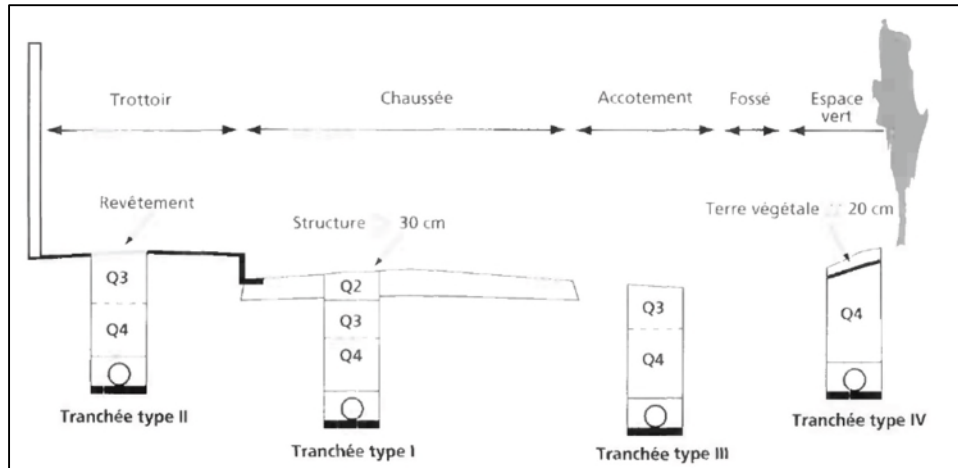


Figure 20 : Schéma de principe de mise en place des réseaux en fonction des contraintes en surface

On prévoira un enrobage minimum de 10 cm avec du sable au-dessus de la canalisation pour les canalisations flexibles.

L'ensemble des matériaux de déblais de voiries et terre végétale ne seront pas réutilisés, pour les autres, ils ne seront réutilisables qu'après analyse en laboratoire pour classification selon le GTR.

Exemple d'un réseau sous chaussée :

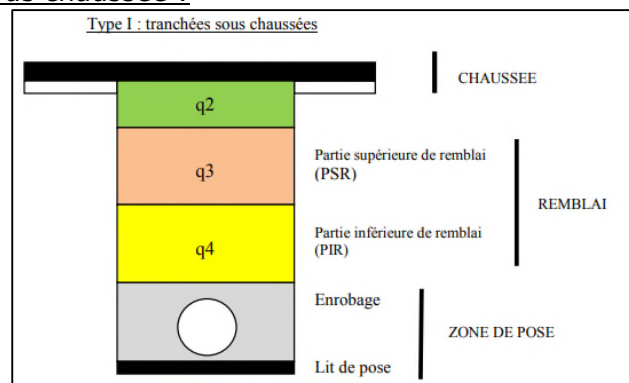


Figure 21 : Schéma détaillé d'une tranchée de type I : tranchée sous chaussée

En l'absence de matériaux permettant d'obtenir un critère de densification q3, le remblaiement de la tranchée en partie supérieure (PSR) pourra être réalisé avec un matériau d'apport de type 0/31.5 mm de granulométrie continue et étalée comportant moins de 5% de fines et soigneusement compacté par couches de 30 cm permettant d'atteindre une q3 pour la PSR.

		Zone industrielle, portuaire, gares routières (2)	Trafic interurbain ou traversée d'agglomérations (2)	Trafic urbain ou périurbain (2)	Classe de matériaux utilisables* (norme NF P 11-300) matériaux élaborés*	Epaisseur de matériaux en q3 (partie supérieure de remblai)
		nbre de PL ptac > 35 kN (1)	nbre de PL ptac > 35 kN (1)	nbre de PL ptac > 35 kN (1)		
MJA par sens	Fort trafic	> 75	> 190	> 375	B1 ; B3 ; C1B1 ; C1B3 ; C2B1 C2B3 ; D1 ; D2 ; D3 DC1 ; DC2 ; DC3	> = 0,60 m ou > = 0,40 m (**)
	Trafic moyen	25 à 75	60 à 190	125 à 375	R11 ; R21 ; R22 ; R41 ; R42 R61 ; R62 ; F31 ; F61 ; F62 F71 ; F8 ; C1B4 et C2B4	> = 0,45 m ou > = 0,30 m (**)
	Faible trafic	< 25	< 60	< 125	après élimination de la fraction fine 0/d	> = 0,30 m

Figure 22 : Classe et épaisseur de matériaux en q3 en fonction de la classe de trafic

8.4 CRITÈRE DE RÉCEPTION DES REMBLAIS SUR RÉSEAUX

Les critères de réception pour chaque objectif de densification seront les suivant :

Objectif de densification	Qualité Q4	Qualité Q3	Qualité Q2	Qualité Q1
Critère				
Masse volumique moyenne supérieure à	95 % ρ_d OPN	98,5 % ρ_d OPN	97 % ρ_d OPM	100 % ρ_d OPM
Masse volumique fond de couche supérieure à	92 % ρ_d OPN	96 % ρ_d OPN	95 % ρ_d OPM	98 % ρ_d OPM

Figure 23 : Critère de réception des remblais sur réseaux

Les tranchées pourront également être réceptionnées à l'aide d'un pénétromètre dynamique.

9 RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET

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

Les principales incertitudes qui subsistent concernent le projet et le contexte géologique / géotechnique du site, notamment :

- **Projet :**
 - ✓ La confirmation de l'implantation, des configurations définitives, et des cotes projet retenues pour les ouvrages ;
 - ✓ La confirmation des choix constructifs définis pour les ouvrages envisagés, ainsi que les descentes de charge associées ;
 - ✓ Les valeurs seuils de tassements admissibles.
- **Géologie / Géotechnique :**
 - ✓ La continuité des horizons géologiques recensés (hétérogénéité et/ou de variation latérale de faciès, présence de remblais) et des caractéristiques géomécaniques retenues dans ces derniers impactant les solutions techniques à retenir.
 - ✓ Valeurs exactes de la perméabilité des sols ;
 - ✓ Les circulations d'eau superficielle en période pluvieuse, difficilement quantifiables ;
 - ✓ La sensibilité des sols d'assises à l'eau et leur comportement en période pluvieuse (perte de portance, tenue des parois en période de travaux).

Ces incertitudes peuvent avoir une incidence importante sur le coût final des ouvrages géotechniques. Il conviendra d'en tenir compte lors de la mise au point du projet. A cet effet, la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques (G2PRO à G4) devra suivre la présente étude (mission G2AVP).

Nous recommandons également la présence d'un géotechnicien lors de l'ouverture des fouilles afin de vérifier la nature des sols d'assise (mission G4 de la NF P94-500).

Nous restons à l'entière disposition des responsables du projet pour tout renseignement complémentaire.

ANNEXES

Annexe 1 : Extrait de la classification des missions géotechniques selon NFP 94-500

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

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

Tableau 1 - Enchaînement des missions d’ingénierie géotechnique
(Extraits de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 – Chapitre 4.2)

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

Tableau 2 : Classification des missions d'ingénierie géotechnique – 1/2
(Extraits de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 – Chapitre 4.2)

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.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

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

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

*Tableau 3 - Classification des missions d'ingénierie géotechnique – 2/2
(Extraits de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 – Chapitre 4.2)*

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.

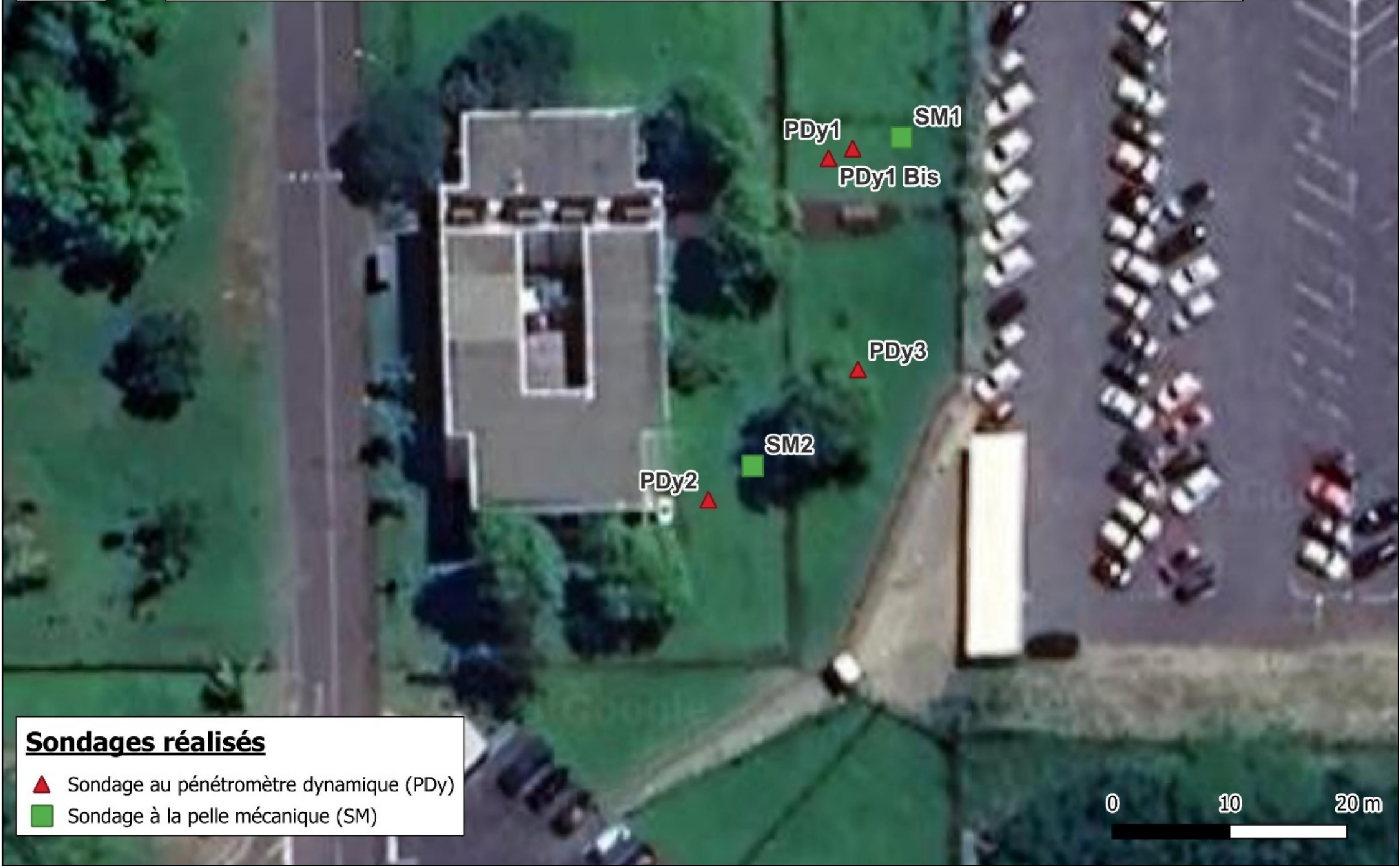
DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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 : Plan d'implantation des reconnaissances géotechniques – G1 - Mars 2025

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES CASERNE DUPUIS _ PIERREFONDS DOSSIER 24-0967



Sondages réalisés

- ▲ Sondage au pénétromètre dynamique (PDy)
- Sondage à la pelle mécanique (SM)

0 10 20 m

Annexe 3 : Plan d'implantation des reconnaissances géotechniques – G2 - Mai 2026

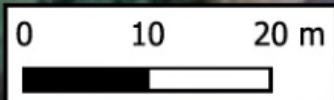


SP1

SM2

SP2

SM1



Legende:

- ◆ Sondage mécanique (SMx)
- ▲ Sondage pressiométrique (SPx)

Annexe 4.1 : Résultats des sondages à la pelle mécanique G1 (SM1 à SM2)



GÉOLITHE Réunion
4 rue Emile Hugot
97490 SAINTE-CLOTILDE
Tél. 02 62 20 39 90

SONDAGE A LA PELLE

Client :	Ministère des armées	Coordonnées (en m)	N° sondage :	SM1
N°affaire :	24-0967	X : 337738.908 Y : 7642385.337	Date sondage :	13-mars-25
Chantier :	Caserne Dupuis	Z : 49.051	Opérateur :	CM

Lithologie	Prélèvements	Arrivée d'eau	Profondeur	NATURE DU TERRAIN (nature, couleur, épaisseur, diamètre du plus gros élément (Dmax =), matrice, etc.)	OBSERVATIONS (cailloux anguleux ou roulés, tenue des parois, odeur...)
			0,50	Remblais - Terre végétale / Matériaux alluvionnaires - Présence de système racinaire	Mauvaise tenue des parois à l'ouverture de la fouille
		SEC	1,00	Alluvions sableuses - 30% de matrice sableuse - 70% de blocs basaltiques (Dmax = 350mm)	Moyenne tenue des parois à l'ouverture de la fouille
			1,50		
			2,00	Refus sur sol compact	
			2,50		
			3,00		
			3,50		
			4,00		
			4,50		
			5,00		

Remarques :

- Aucune arrivée d'eau n'a été recensée lors du sondage sur la profondeur reconnue.



GEOLITHE Réunion
4 rue Emile Hugot
97490 SAINTE-CLOTILDE
Tél. 02 62 20 39 90

SONDAGE A LA PELLE

Client : Ministère des armées

N° sondage : SM1

N°affaire : 24-0967

Date sondage : 13-mars-25

Chantier : Caserne Dupuis

Opérateur : CM



Remblais

de -0,00m à -0,60m/TA

Alluvions sableuses

de -0,60m à -1,90m/TA





GÉOLITHE Réunion
4 rue Emile Hugot
97490 SAINTE-CLOTILDE
Tél. 02 62 20 39 90

SONDAGE A LA PELLE

Client :	Ministère des armées	Coordonnées (en m)	N° sondage :	SM2
N°affaire :	24-0967	X : 337726.237 Y : 7642357.317	Date sondage :	13-mars-25
Chantier :	Caserne Dupuis	Z : 48.254	Opérateur :	CM

Lithologie	Prélèvements	Arrivée d'eau	Profondeur	NATURE DU TERRAIN (nature, couleur, épaisseur, diamètre du plus gros élément (Dmax =), matrice, etc.)	OBSERVATIONS (cailloux anguleux ou roulés, tenue des parois, odeur...)
			0,50	Remblais - Terre végétale / Matériaux alluvionnaires - Présence de système racinaire	Mauvaise tenue des parois à l'ouverture de la fouille
		SEC	1,00	Alluvions sableuses - 30% de matrice sableuse - 70% de blocs basaltiques (Dmax = 350mm)	Moyenne tenue des parois à l'ouverture de la fouille
			1,50	Refus sur sol compact	
			2,00		
			2,50		
			3,00		
			3,50		
			4,00		
			4,50		
			5,00		

Remarques :

- Aucune arrivée d'eau n'a été recensée lors du sondage sur la profondeur reconnue.



GÉOLITHE Réunion
4 rue Emile Hugot
97490 SAINTE-CLOTILDE
Tél. 02 62 20 39 90

SONDAGE A LA PELLE

Client : Ministère des armées

N° sondage : SM2

N°affaire : 24-0967

Date sondage : 13-mars-25

Chantier : Caserne Dupuis

Opérateur : CM



Remblais

de -0,00m à -0,60m/TA

Alluvions sableuses

de -0,60m à -1,50m/TA



Annexe 4.2 : Résultats des sondages au pénétromètre dynamique G1



Nom du rapport : 24-0967 _ CASERNE DUPUIS

Référence du dossier : 24-0967

Adresse du chantier : RPIMA Pierrefonds

Code postal : 97410 **Ville :** Saint-Pierre

Période d'intervention : 13/03/2025 - 13/03/2025

Date de rédaction : 13/03/2025

Réalisé par : CM

Date de vérification : 13/03/2025

Vérifié par : SM

Sommaire

1. Documents et informations	3
1.1. Documents fournis	3
2. Plans du chantier	4
2.1. Carte des sondages	4
3. Résultats des reconnaissances de sol	5
3.1. Synthèse des sondages réalisés	5
3.2. Caractéristiques physiques	6
3.3. PV d'essais	6

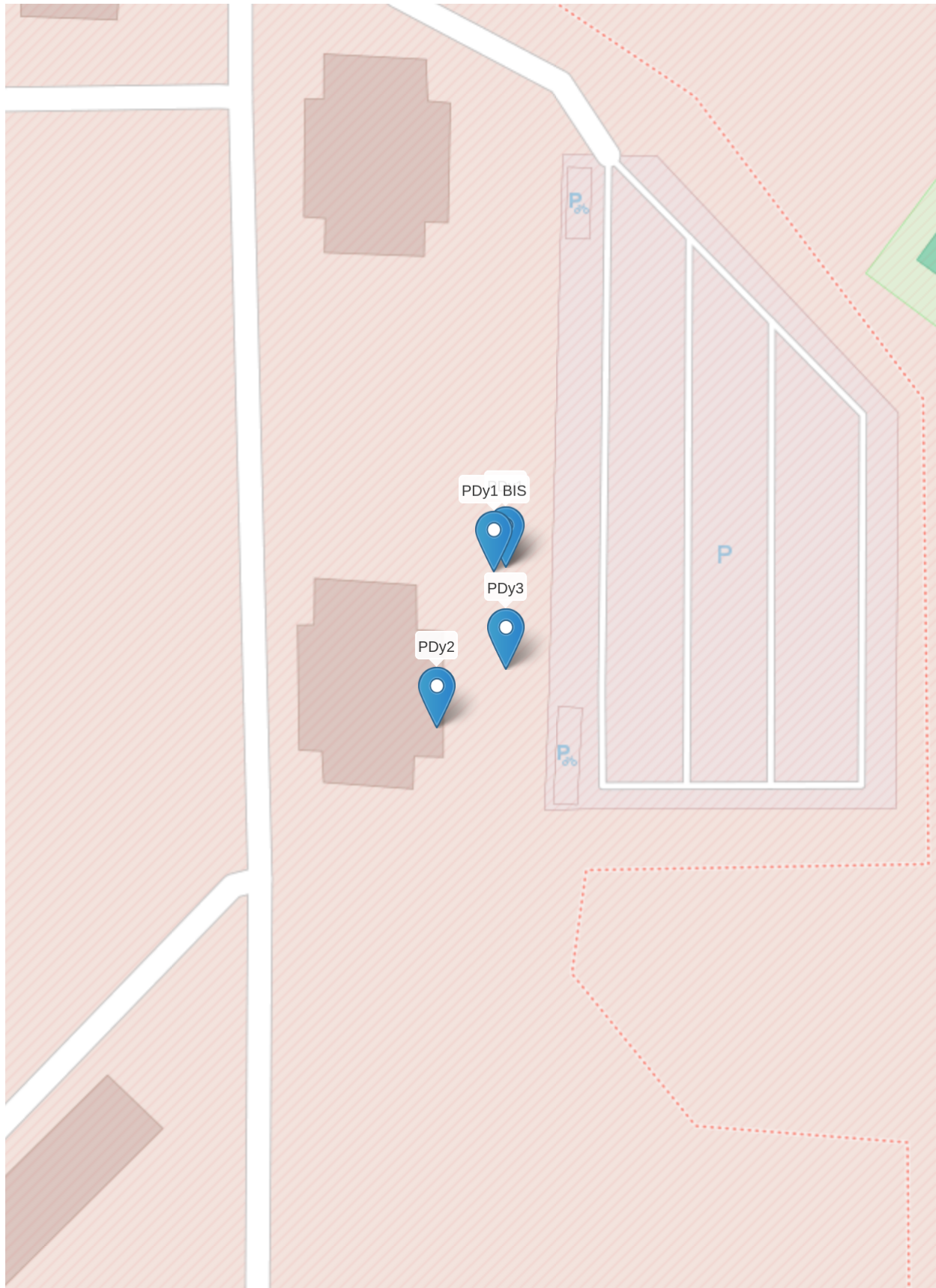
1. Documents et informations

1.1. Documents fournis

<i>Documents</i>	<i>Fourni par</i>
Plan de situation	Non fourni
Plan de projet	Non fourni
Plan de projet actualisé	Non fourni
Plan de récolement	Non fourni
Profil en long	Non fourni
Plan d'exécution	Non fourni
Schéma d'implantation	Non fourni
Autorisation d'accès dans le cas de passage en domaine privé	Non fourni

2. Plans du chantier

2.1. Carte des sondages



3. Résultats des reconnaissances de sol

3.1. Synthèse des sondages réalisés

<i>Sondage</i>	<i>Matériel</i>	<i>Coordonnées</i>	<i>Altitude</i>	<i>Cond. d'arrêt</i>	<i>Prof. atteinte</i>	<i>Page</i>
PDy1	Grizzly	-21.313194 N 55.435546 E	49.14 m	Refus	0.41 m	7
PDy1 BIS	Grizzly	-21.313201 N 55.435526 E	49.17 m	Refus	0.71 m	8
PDy2	Grizzly	-21.313463 N 55.435424 E	48.28 m	Refus	0.78 m	9
PDy3	Grizzly	-21.313364 N 55.435548 E	48.68 m	Refus	0.75 m	10

3.2. Caractéristiques physiques

3.3. PV d'essais

Les résultats des sondages sont présentés ci-après

Référence du dossier : 24-0967
Site : CASERNE DUPUIS
Adresse du chantier : RPIMA Pierrefonds 97410
Saint-Pierre

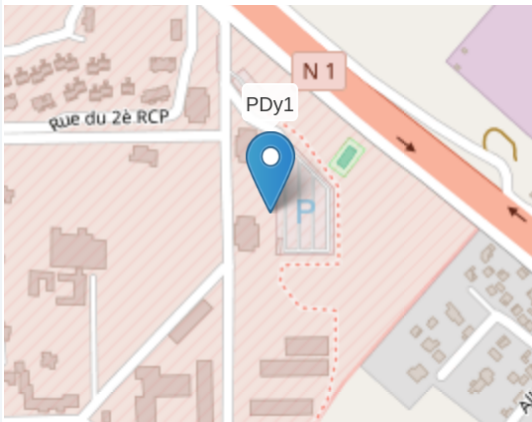
Essai au pénétromètre dynamique

Reconnaissance de sol
NF P 94-115 EN ISO 22476-2

Sondage : PDy1
Date : 13/03/2025 06:29
Société : GÉOLITHE
Opérateur : CM
Responsable : Frédéric GRIMBERT

Commentaires

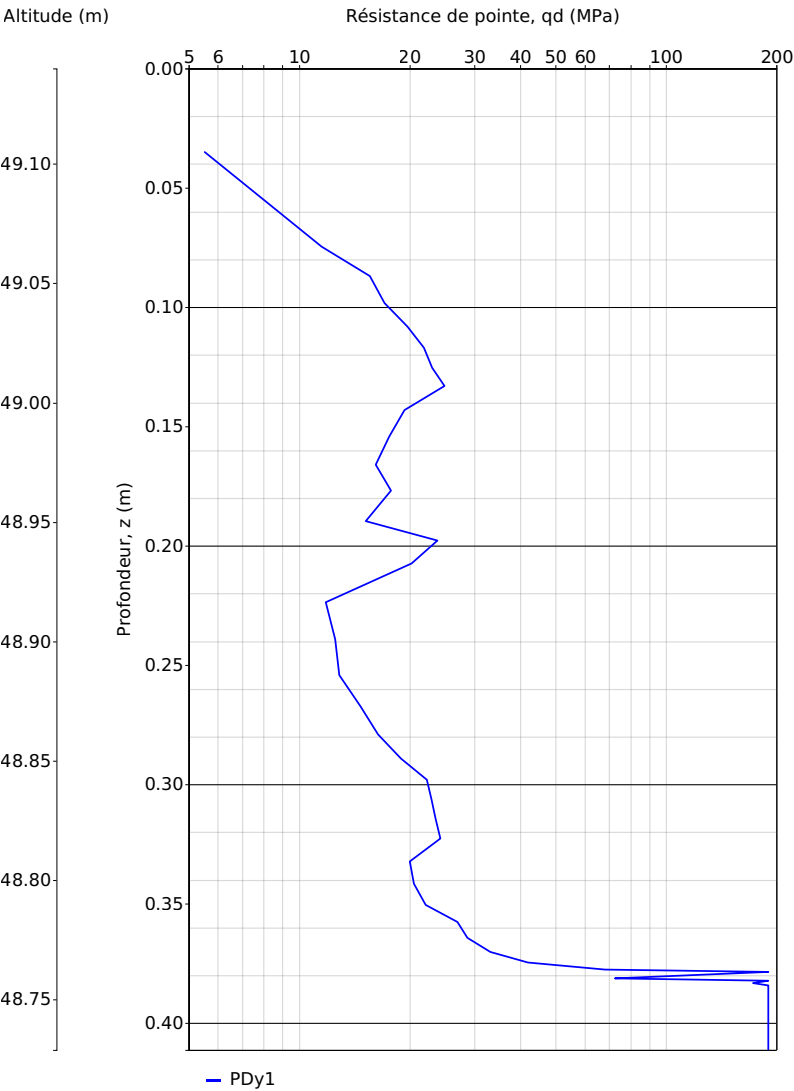
-



Type d'appareil : Grizzly
Ref. matériel : -
Type d'énergie : Constante
Mode de battage : Masse 63.5 kg
Section de pointe : 20.0 cm²
Inclinaison : -
Cond. d'arrêt : Refus
Machine : -
Outil : -
Prof. atteinte : 0.41 m
Nappe : Non trouvée



📍 -21.313194 N | 55.435546 E 📏 49.14 m



Référence du dossier : 24-0967
Site : CASERNE DUPUIS
Adresse du chantier : RPIMA Pierrefonds 97410
Saint-Pierre

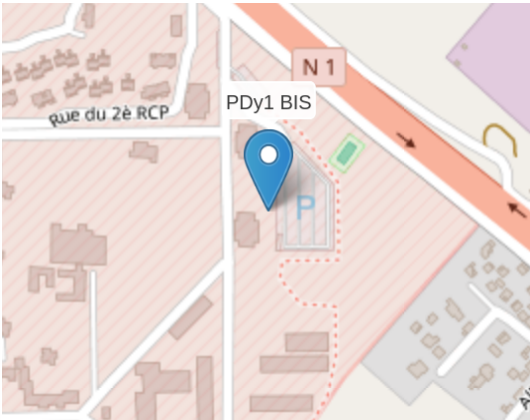
Essai au pénétromètre dynamique

Reconnaissance de sol
NF P 94-115 EN ISO 22476-2

Sondage : PDy1 BIS
Date : 13/03/2025 06:37
Société : GÉOLITHE
Opérateur : CM
Responsable : Frédéric GRIMBERT

Commentaires

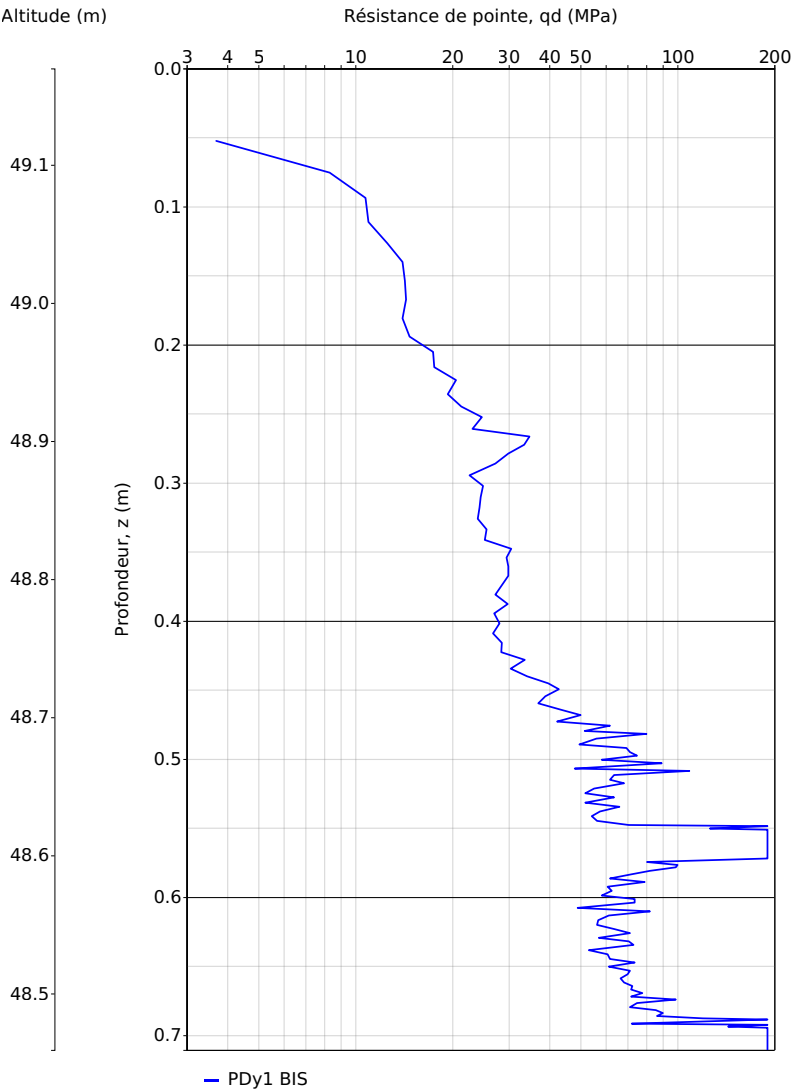
-



📍 -21.313201 N | 55.435526 E 📏 49.17 m

Type d'appareil : Grizzly
Ref. matériel : -
Type d'énergie : Constante
Mode de battage : Masse 63.5 kg
Section de pointe : 20.0 cm²

Inclinaison : -
Cond. d'arrêt : Refus
Machine : -
Outil : -
Prof. atteinte : 0.71 m
Nappe : Non trouvée



Référence du dossier : 24-0967
Site : CASERNE DUPUIS
Adresse du chantier : RPIMA Pierrefonds 97410
Saint-Pierre

Essai au pénétromètre dynamique

Reconnaissance de sol
NF P 94-115 EN ISO 22476-2

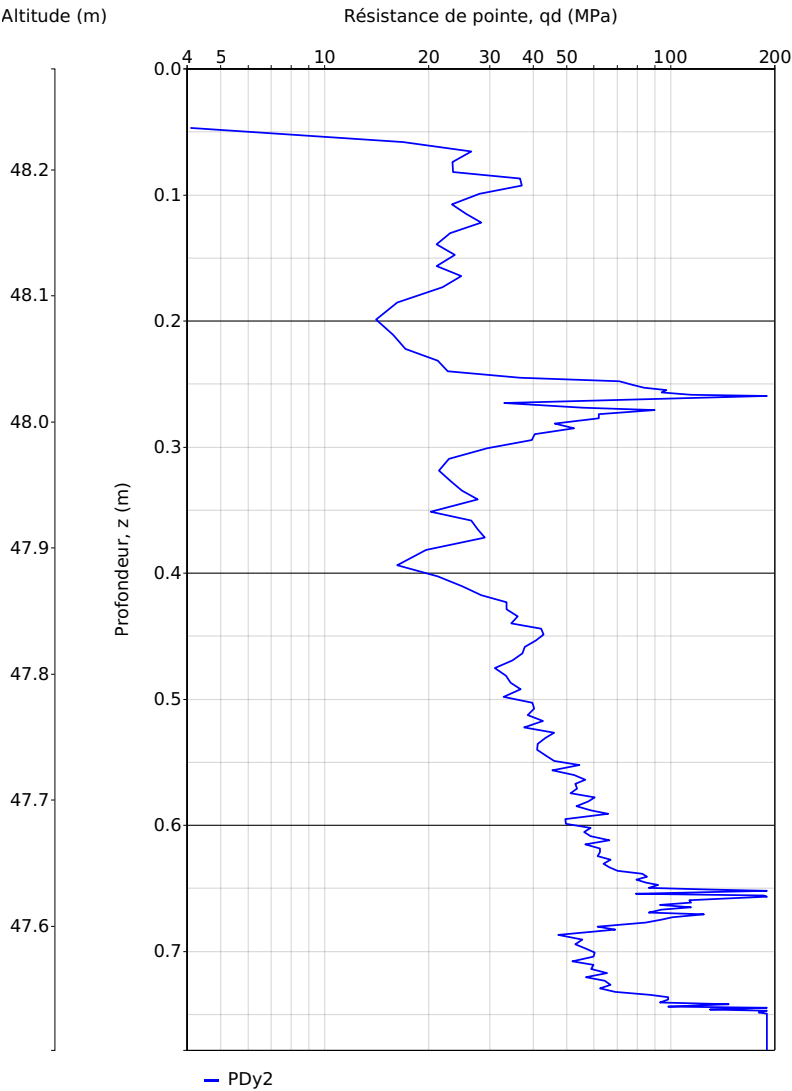
Sondage : PDy2
Date : 13/03/2025 07:29
Société : GÉOLITHE
Opérateur : CM
Responsable : Frédéric GRIMBERT

Commentaires
-



-21.313463 N | 55.435424 E ▲ 48.28 m

Type d'appareil : Grizzly
Ref. matériel : -
Type d'énergie : Constante
Mode de battage : Masse 63.5 kg
Section de pointe : 20.0 cm²
Inclinaison : -
Cond. d'arrêt : Refus
Machine : -
Outil : -
Prof. atteinte : 0.78 m
Nappe : Non trouvée



Référence du dossier : 24-0967
Site : CASERNE DUPUIS
Adresse du chantier : RPIMA Pierrefonds 97410
Saint-Pierre

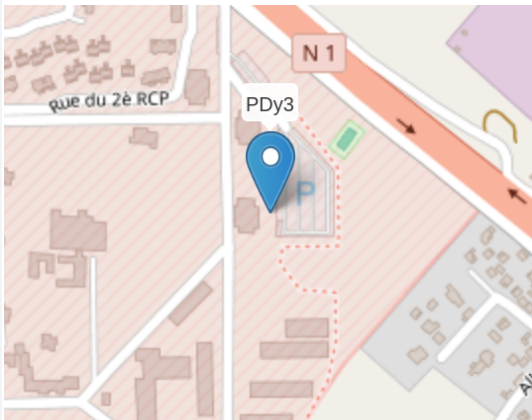
Essai au pénétromètre dynamique

Reconnaissance de sol
NF P 94-115 EN ISO 22476-2

Sondage : PDy3
Date : 13/03/2025 07:02
Société : GÉOLITHE
Opérateur : CM
Responsable : Frédéric GRIMBERT

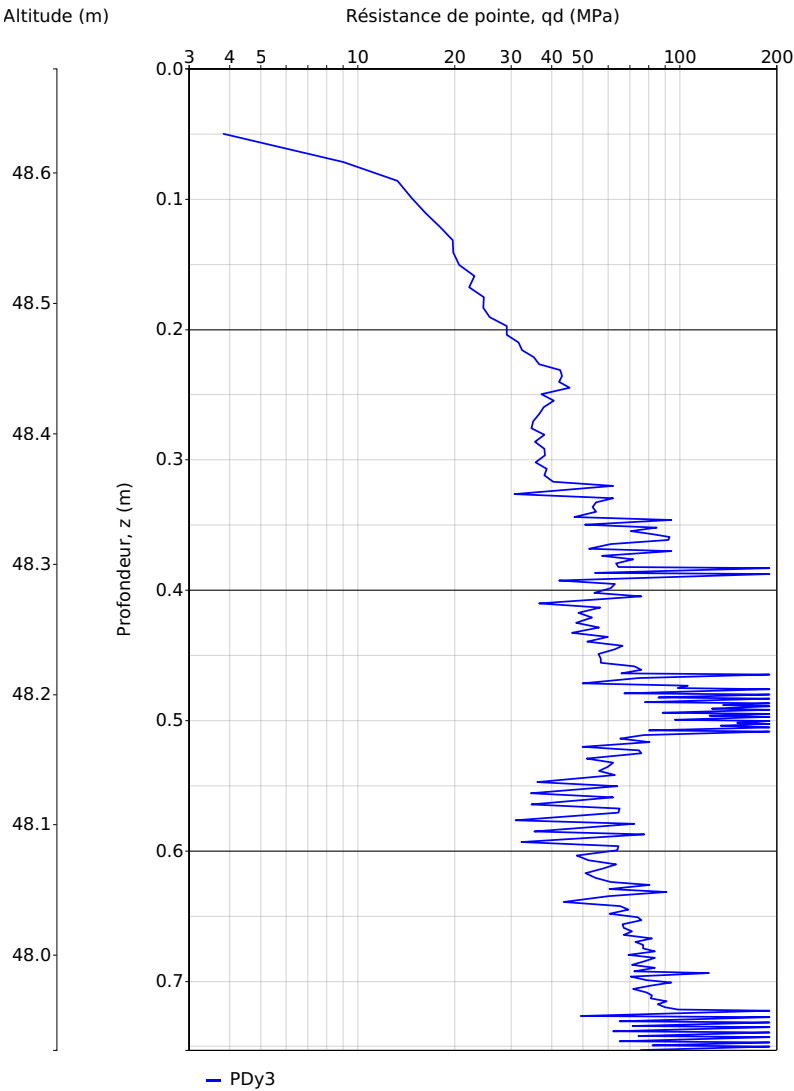
Commentaires

-



📍 -21.313364 N | 55.435548 E 📏 48.68 m

Type d'appareil : Grizzly
Ref. matériel : -
Type d'énergie : Constante
Mode de battage : Masse 63.5 kg
Section de pointe : 20.0 cm²
Inclinaison : -
Cond. d'arrêt : Refus
Machine : -
Outil : -
Prof. atteinte : 0.75 m
Nappe : Non trouvée



Annexe 5.1 : Résultats des sondages à la pelle mécanique G2AVP (SM1 à SM2)

SONDAGE A LA PELLE

Client :	MINISTERE DES ARMEES	Coordonnées (en m)	N° sondage :	SM1
N°affaire :	26-0414	X : 337725.306	Date sondage :	05-mai-26
Chantier :	CASERNE DUPUIS	Y : 7642351.095	Opérateur :	RM
		Z : 47,840		

Lithologie	Prélèvements	Arrivée d'eau	Profondeur	NATURE DU TERRAIN (nature, couleur, épaisseur, diamètre du plus gros élément (Dmax =), matrice, etc.)	OBSERVATIONS (cailloux anguleux ou roulés, tenue des parois, odeur...)
		SEC	0,50	Terre végétale / Remblai : Limons sableux marrons à système racinaire +/- dense suivi de blocs alluvionnaires à matrice sableuse	Mauvaise tenue des parois à l'ouverture de la fouille
			1,00	Alluvions graveleuses - 60% de matrice sableuse - 40% de bloc alluvionnaire (Dmax = 50 cm)	
			1,50	Refus sur blocs	
			2,00		
			2,50		
			3,00		
			3,50		
			4,00		
			4,50		
			5,00		

Remarques : Refus sur blocs à 1,10m de profondeur.

SONDAGE A LA PELLE

Client : MINISTERE DES ARMEES

N° sondage : SM1

N°affaire : 26-0414

Date sondage : 05-mai-26

Chantier : CASERNE DUPUIS

Opérateur : RM



Terre végétale / remblais
de -0,00m à -0,40m/TA

Alluvions graveleuses
de -0,40m à 1,10m/TA



SONDAGE A LA PELLE

Client :	MINISTERE DES ARMEES	Coordonnées (en m)	N° sondage :	SM2
N°affaire :	26-0414	X : 337725.306	Date sondage :	05-mai-26
Chantier :	CASERNE DUPUIS	Y : 7642351.095	Opérateur :	RM
		Z : 48,530		

Lithologie	Prélèvements	Arrivée d'eau	Profondeur	NATURE DU TERRAIN (nature, couleur, épaisseur, diamètre du plus gros élément (Dmax =), matrice, etc.)	OBSERVATIONS (cailloux anguleux ou roulés, tenue des parois, odeur...)
	X	SEC	0,50	Terre végétale / Remblais : Limons sableux marrons à système racinaire +/- dense suivi de blocs alluvionnaires à matrice sableuse	Mauvaise tenue des parois à l'ouverture de la fouille
			1,00	Alluvions graveleuses - 60% de matrice sableuse - 40% de bloc alluvionnaire (Dmax = 50 cm)	
			1,50	Refus sur blocs	
			2,00		
			2,50		
			3,00		
			3,50		
			4,00		
			4,50		
			5,00		

Remarques : Refus sur blocs à 1,30m de profondeur.

SONDAGE A LA PELLE

Client : MINISTERE DES ARMEES

N° sondage : SM2

N°affaire : 26-0414

Date sondage : 05-mai-26

Chantier : CASERNE DUPUIS

Opérateur : RM



Terre végétale / remblais
de -0,00m à -0,40m/TA

Alluvions graveleuses
de -0,40m à 1,30m/TA



Annexe 5.2 : Résultats des sondages pressiométriques

DOSSIER 26-16-03

CASERNE DUPUIS
COMMUNE DE SAINT PIERRE

SOUS TRAITANCE DE :
GEOLITHE

DESCRIPTION DE L'OPERATION :
SONDAGES PRESSIOMETRIQUES



RAPPORT D'INTERVENTION

3 JUIN 2026





SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	3
2	MOYENS MIS EN ŒUVRE	3
2.1	<i>Moyens matériels</i>	<i>3</i>
2.2	<i>Personnels affectés à l'opération.....</i>	<i>3</i>
3	INTERVENTION.....	3
4	ANNEXES.....	3
4.1	<i>Annexe 1 : IMPLANTATION DE PRINCIPE DES SONDAGES</i>	<i>3</i>
4.2	<i>Annexe 2 : COUPES DES SONDAGES</i>	<i>3</i>

1 INTRODUCTION

Dans le présent document, nous décrivons les moyens humains et matériels que FORINTECH a mis en œuvre pour l'exécution des sondages pressiométriques au sein de la caserne Dupuis sur la commune de Saint Pierre.

Le programme consistait à réaliser :

- 2 sondages pressiométriques de 6m avec essais tous les m.

2 MOYENS MIS EN ŒUVRE

2.1 MOYENS MATERIELS

Le matériel mis en œuvre par FORINTECH pour la réalisation de cette opération comprend :

- ❖ 1 Foreuse hydraulique à chenilles COMACCHIO GEO 405
- ❖ 1 Camion grue 26 Tonnes (lors de l'installation et du repli)
- ❖ Outillage (tricône 66, tiges et tubages associés)

2.2 PERSONNELS AFFECTES A L'OPERATION

Le personnel FORINTECH mobilisé pour la réalisation des sondages :

- ❖ 1 Foreur
- ❖ 1 Aide foreur
- ❖ 1 Chauffeur lors de l'amenée et du repli

3 INTERVENTION

L'intervention in situ s'est déroulée du 7 au 13 Mai 2026. L'implantation et le relevé des points ont été effectués par GEOLITHE. Les sondages ont tous été soigneusement rebouchés.

4 ANNEXES

4.1 ANNEXE 1 : IMPLANTATION DE PRINCIPE DES SONDAGES

4.2 ANNEXE 2 : COUPES DES SONDAGES

ANNEXE 1

IMPLANTATION DE PRINCIPE



ANNEXE 2

COUPES DES SONDAGES



Caserne Dupuis
Client : GEOLITHE

Chantier N°: 26-16

Date début : 11/05/2026

Cote NGR : 48.94 mNGR

Profondeur : 0,00 - 6,00 m

Date fin : 11/05/2026

Machine : GEO 405

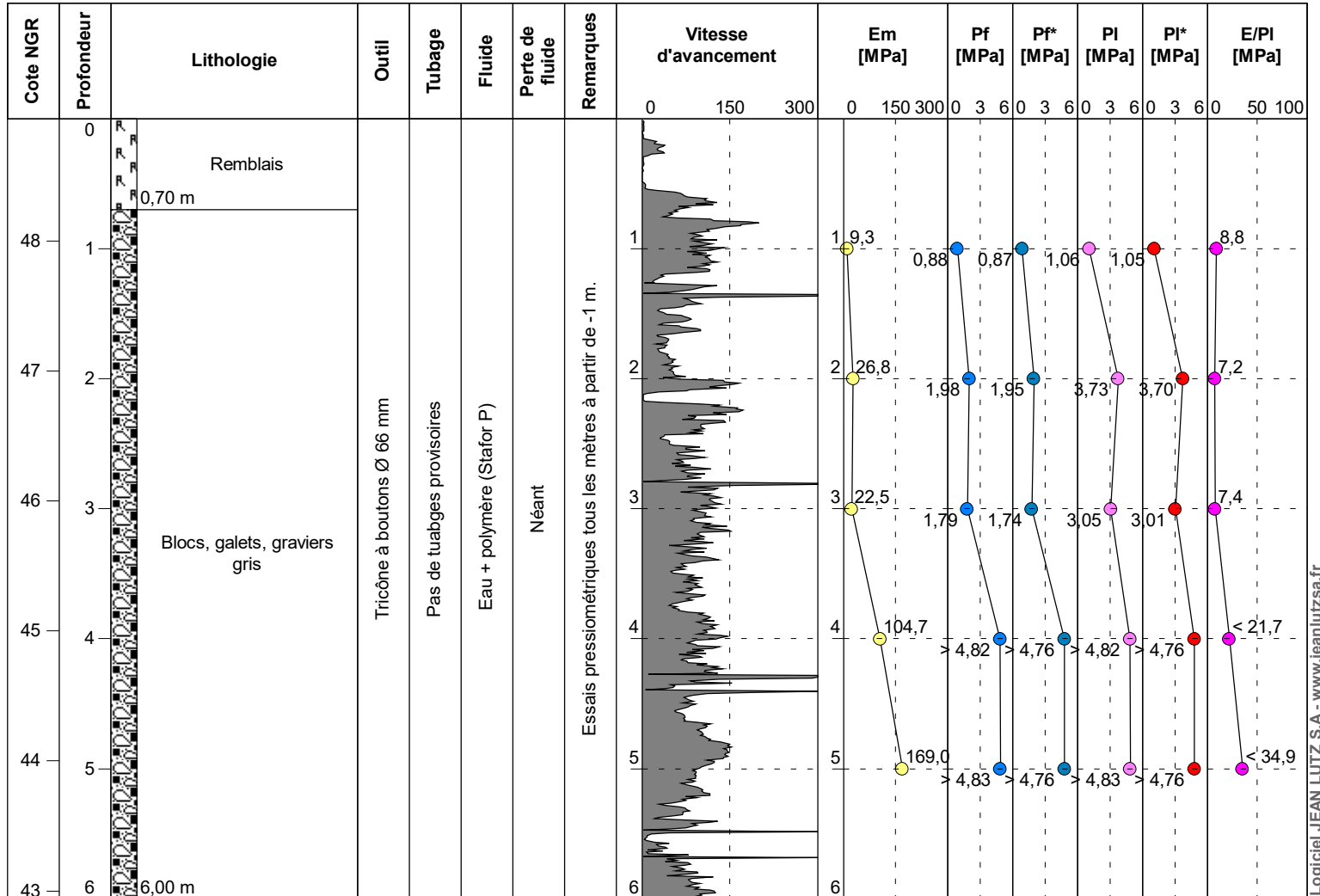
X : 337 720.999 m

Y : 7 642 383.174 m

1/50

Forage : SP1

EXGTE 4.0.1/LB2EPF587FR





Caserne Dupuis
Client : GEOLITHE

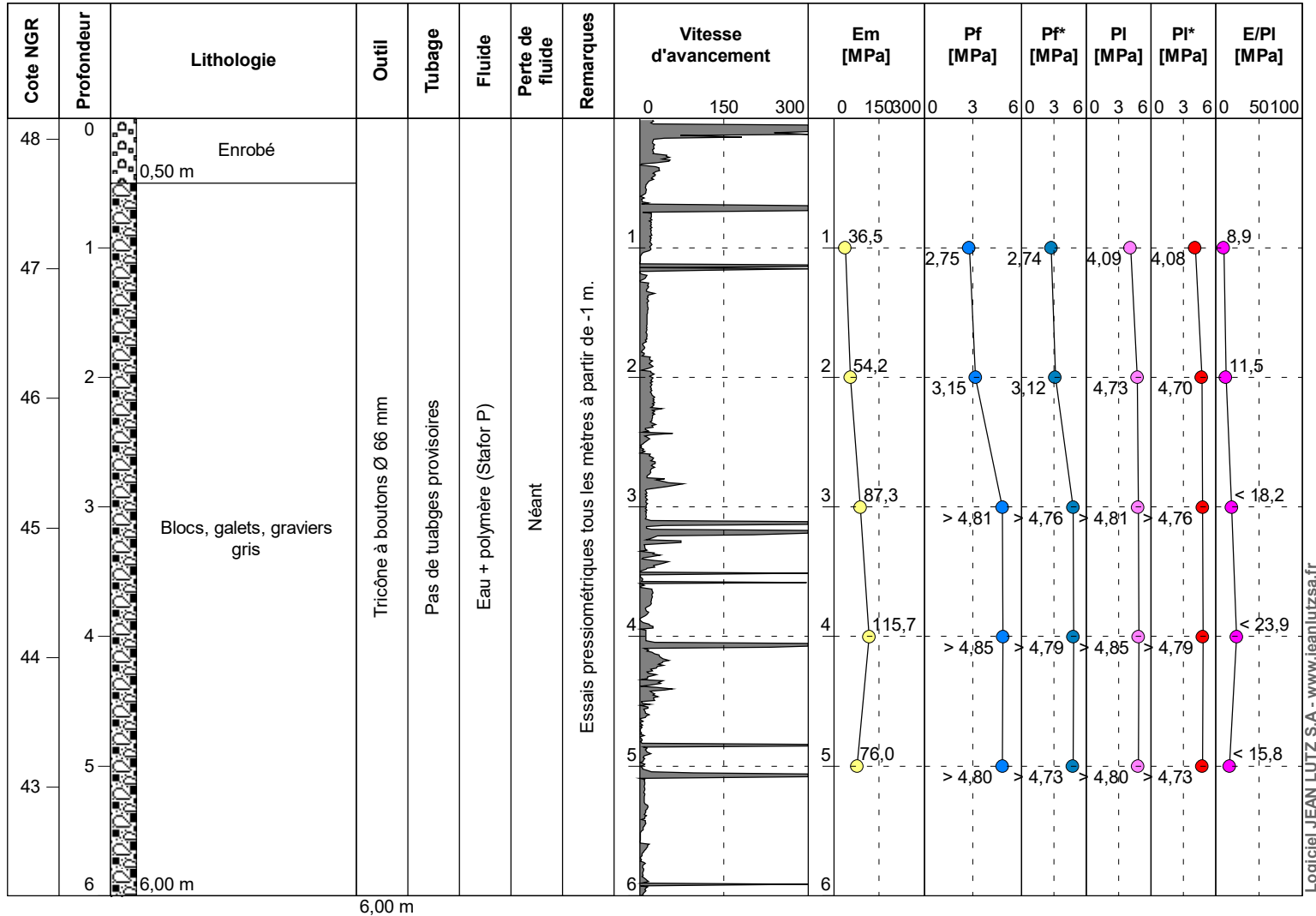
Chantier N°: 26-16

Date début : 12/05/2026 Cote NGR : 48.163 mNGR Profondeur : 0,00 - 6,00 m
Date fin : 12/05/2026 Machine : GEO 405 X : 337 734.176 m
Y : 7 642 354.493 m

1/50

Forage : SP2

EXGTE 4.0.1/LB2EPF587FR



Annexe 5.3 : Résultats de l'essai en laboratoire (GTR)

CLASSIFICATION DES MATERIAUX (NF P11-300 - GTR 2023)

Chantier : **BBC DUPUIS**

Client : **ARMEE**

N° dossier : **26-0414**

Date prélèv. : **03/05/26**

Provenance : SM2

Profondeur : -1,20 m

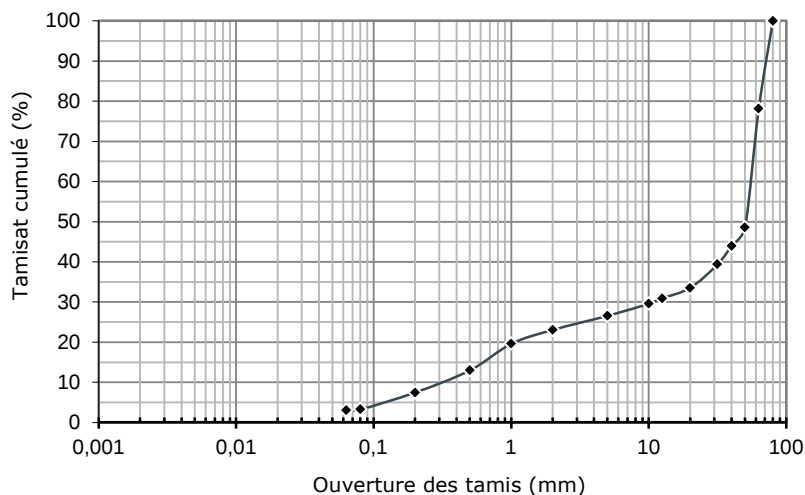
Opérateur : **AD / CM**

Date d'essai : **02/06/26**

ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF EN ISO 17892-4)

Tamis	Passant
200	
150	
100	
80	100,0%
63	78,1%
50	48,6%
40	44,0%
31,5	39,4%
20	33,5%
12,5	30,9%
10	29,6%
5	26,6%
2	23,1%
1	19,6%
0,5	13,0%
0,2	7,5%
0,08	3,3%
0,063	3,1%

Granulométrie par tamisage à sec



Analyse granulométrique	
D max	80,0 mm
Passant à 0,063mm sur fraction 0/63	4,0%
Passant à 2mm sur fraction 0/63	29,5%
Facteur de courbure Cc	
Facteur d'uniformité Cu	180

AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Identification visuelle	Alluvions		
Nature des matériaux			
Teneur en eau	NF EN 17982-1	$W_{n\ 0/20}$ %	
Valeur au bleu	NF EN 17542-3	$W_{n\ 0/D}$ %	4,2%
Limites d'Atterberg	NF EN 17542-12	VB _S	0,19
		W _L	
		W _P	
		I _P	
		I _C	
		I _L	
Equivalent de sable	NF EN 933-8	ES	
Proctor (0/20 mm)	NF P 94-093	ρ_{OPN}	
		W _{OPN}	
		W_n/W_{OPN}	
Indice Portant Immédiat (IPI)	NF P 94-078	ρ_d	
		IPI	
Los Angeles	NF EN 1097-1	LA	
Micro Deval avec eau	NF EN 1097-2	MDE	
Coef. Friabilité sables	NF EN 1097-1	FS	
Coef. Fragmentabilité	NF P 94-066	FR	
Coef. Dégradabilité	NF P 94-067	DG	
Matière organique	XP P94-047	MO	
Forme des blocs	NF P11-300	Lmax	

CLASSIFICATION DES MATERIAUX

Observations :

Visa Resp.

GTR 1992

--

GTR 2023

VC1G1 -