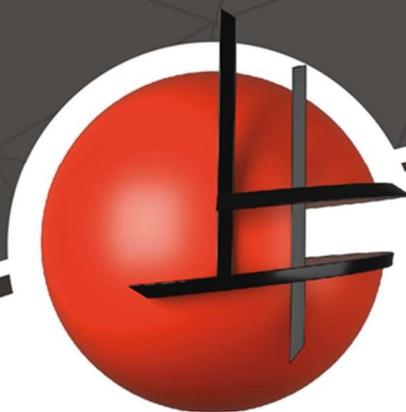


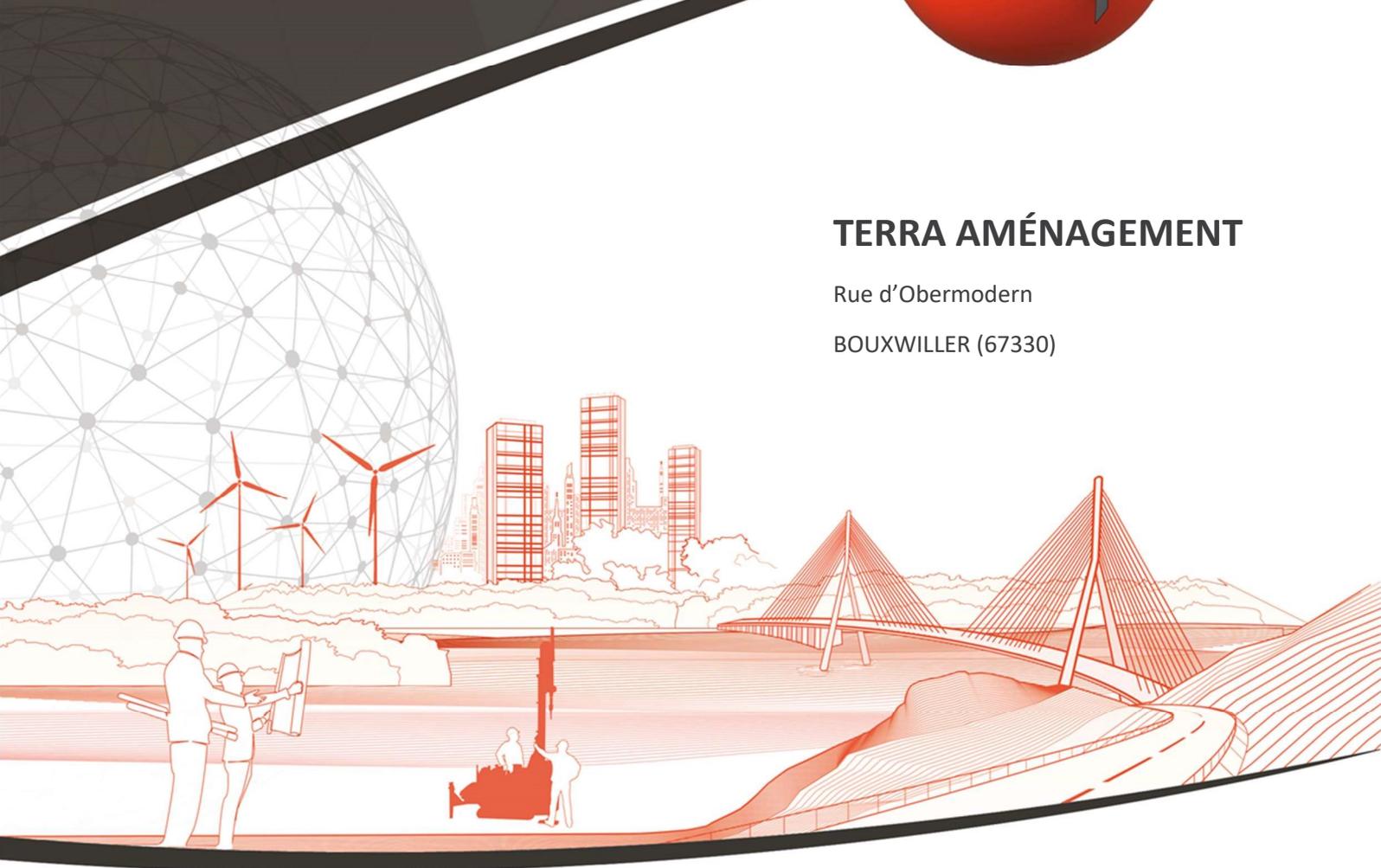
HYDROGÉOTECHNIQUE

Spécialistes en études de sol,
chaussée et environnement.



TERRA AMÉNAGEMENT

Rue d'Obermodern
BOUXWILLER (67330)



RAPPORT D'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

Création du lotissement « WEIDENBAUM » - Tranche 1 (lots 1 à 36)

Études géotechniques (G1 ES+PGC - G2 AVP)
BOUXWILLER (67330)

DOSSIER N°	INDICE	DATE	RÉDACTEUR	CONTRÔLEUR	SUPERVISEUR	OBSERVATIONS / MODIFICATIONS
C.21.22.157	A	06/09/2021	D. BONNET	J-M. CUINET	-	1 ^{ère} diffusion

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	4
1.1. MISSIONS	4
1.2. RÉFÉRENTIELS	5
1.3. DOCUMENTS FOURNIS	6
1.4. DESCRIPTION DU PROJET AU STADE DE NOTRE MISSION	6
2. ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE - MISSION G1 ES	11
2.1. CONTEXTE SITOLOGIQUE ET HISTORIQUE	11
2.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE	14
2.3. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE	15
2.4. RISQUES NATURELS	15
2.5. RISQUE MINIER	19
2.6. SISMICITÉ	19
2.7. BASE DE DONNÉES DES ANCIENS SITES INDUSTRIELS ET ACTIVITÉS DE SERVICE	21
2.8. VESTIGES MILITAIRES ET OBJETS PYROTECHNIQUES	21
3. PROGRAMME SPÉCIFIQUE D'INVESTIGATIONS MIS EN ŒUVRE	22
3.1. PROGRAMME SPÉCIFIQUE	22
3.2. IMPLANTATION ET CALAGE ALTIMÉTRIQUE	23
4. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS ET INTERPRÉTATION - MISSIONS G1 PGC et G2 AVP	24
4.1. LITHOLOGIE ET CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES	24
4.2. HYDROGÉOLOGIE	29
5. CONDITIONS SISMIQUES	30
6. SYNTHÈSE DES DONNÉES DE SOL ET ALÉAS GÉOTECHNIQUES – MISSION G1 / G2 AVP	31
6.1. SYNTHÈSE DES DONNÉES GÉOTECHNIQUES	31
6.2. ALÉAS	32
7. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE CONSTRUCTION DES PAVILLONS - MISSION G1 PGC	33
8. RÉALISATION DES VOIRIES - MISSION G2 AVP	35
8.1. PRINCIPE	35
8.2. COUCHE DE FORME SOUS VOIRIES	36
9. DISPOSITIONS GÉNÉRALES LIÉES À LA POSE DES COLLECTEURS – MISSION G2 AVP	39
9.1. DISPOSITIONS VIS-À-VIS DES OUVRAGES EXISTANTS	39
9.2. REMBLAIEMENT DES TRANCHÉES	40
10. ÉTUDE DES ÉLÉMENTS GÉOTECHNIQUES LIÉS À LA POSE DES COLLECTEURS – MISSION G2 AVP	47
10.1. CONDITIONS GÉNÉRALES DE TERRASSEMENT	47
10.2. GESTION DES VENUES D'EAU	47
10.3. SOUTÈNEMENTS DES PAROIS DES TRANCHÉES	48
10.4. DRESSAGE DES FONDS DE FOUILLE – ZONE DE POSE – ENROBAGE	48
10.5. BATARDAGE DES TRANCHÉES	49
10.6. CONTEXTE DE SOLS ARGILEUX À FORT POTENTIEL DE GONFLEMENT	49
10.7. RÉEMPLOI DES MATÉRIAUX DU SITE	49
10.8. MATÉRIEL DE COMPACTAGE	51
10.9. MATÉRIEL DE CONTRÔLE DE COMPACTAGE	51
ANNEXES	54



ANNEXE 1	PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES	55
ANNEXE 2	COUPES DES SONDAGES DE RECONNAISSANCE À LA TARIÈRE	56
ANNEXE 3	PÉNÉTROGRAMMES	57
ANNEXE 4	COUPES ET PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES DES SONDAGES À LA PELLE MÉCANIQUE	58
ANNEXE 5	RÉSULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE	59
ANNEXE 6	MISSIONS GÉOTECHNIQUES	60



1. INTRODUCTION

1.1. MISSIONS

À la demande et pour le compte de **TERRA AMÉNAGEMENT**, l'agence **ALSACE** du **Bureau d'Etudes HYDROGÉOTECHNIQUE EST** a procédé à l'exécution des sondages, essais et études géotechniques préalables à la création de la tranche 1 (lots 1 à 36) du lotissement « WEIDENBAUM » sur la commune de **BOUXWILLER (67)**.

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la norme 94.500 des missions type d'ingénierie géotechnique de l'AFNOR-USG (Novembre 2013), qui suivent les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet, à savoir :

- **ÉTAPE 1 : étude géotechnique préalable (G1)**
 - **ES : Phase Étude de Site,**
 - **PGC : Phase Principes Généraux de Construction,**
- **ÉTAPE 2 : étude géotechnique de conception (G2)**
 - **AVP : Phase Avant-Projet,**
 - **PRO : Phase Projet,**
 - **DCE / ACT : Phase Dossier de Consultation des Entreprises et Assistance aux Contrats de Travaux**
- **ÉTAPE 3 : études géotechniques de réalisation**
 - **Étude et suivi géotechnique d'exécution (G3)**
 - Phase étude,
 - Phase suivi.
 - **Supervision géotechnique d'exécution (G4)**
 - Phase étude,
 - Phase suivi.
- **Étude d'éléments spécifiques géotechniques**
 - **Diagnostic géotechnique (G5).**

L'étude géotechnique conduite sur le terrain, ainsi que le présent rapport correspondent à l'enchaînement des **missions G1-ES+PGC et G2-AVP pour les voiries et collecteurs, G1-ES+PGC pour les pavillons** de l'Union Syndicale Géotechnique. Vous trouverez en annexe la classification, le contenu et le schéma d'enchaînement de ces missions.

Les hypothèses prises lors de l'établissement de ce rapport s'entendent sous réserve de la stricte application de cette norme et plus généralement de l'ensemble des normes et règlements en vigueur.

Ce rapport a été rédigé par **Daphné BONNET – MASTER de Géologie Appliquée**, vérifié par **Jean-Michel CUINET – Ingénieur-Géotechnicien, Géologue Expert**.



Les objectifs de cette étude sont :

- l'appréhension des caractéristiques géologiques, hydrogéologiques et géotechniques des sols au droit du projet,
- la présentation des principes généraux de construction des ouvrages géotechniques, à savoir :
 - les principes généraux de construction des bâtiments (mission G1 PGC),
 - la nature et les épaisseurs des matériaux constitutifs des voiries (mission G2-AVP).
 - les conditions de pose des réseaux enterrés (mission G2-AVP).

Notre mission de type G1 et G2-Phase AVP s'arrête à la remise de ce rapport. Elle devra être suivie des missions de type G2-AVP (pavillons) +PRO et DCE/ACT, puis par une mission G4. Ponctuellement, une mission G5 à définir par la Maîtrise d'Œuvre du projet, pourra être réalisée. La mission G3 est à la charge de l'entreprise adjudicataire des travaux.

Limites de cette étude :

Le caractère de cette étude est strictement de type géotechnique. Les aspects liés à la recherche de pollution éventuelle ou à la caractérisation des ouvrages enterrés et des incidences des vestiges et fouilles archéologiques sont exclus. Notre mission n'intègre pas l'étude des dispositifs d'assainissement ni l'étude de la possibilité d'infiltration des eaux pluviales.

La présence notamment de risque d'amiante anthropique dans les remblais ou naturelle dans les sols n'a pas été étudiée.

La présente étude peut présenter des contradictions avec les résultats de missions complémentaires (recherche de pollution notamment). Il appartiendra au Maître d'Œuvre de mettre en cohérence ces éléments, si nécessaire, à la réception des études.

1.2. RÉFÉRENTIELS

La campagne de sondages, ainsi que notre étude suivent les normes et documents français et plus particulièrement :

- Eurocodes 1 – NF EN 1991-1 (mars 2003),
- Eurocodes 7 – NF EN 1997-1 (juin 2005) et NF EN 1997-2 (septembre 2007),
- Eurocodes 8 – NF EN 1998-1 (septembre 2005) + A1 (mai 2013),
- Eurocodes 8 – NF EN 1998-5 (septembre 2005),
- Arrêtés du 22 octobre 2010 et du 19 juillet 2011 relatifs à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite " à risque normal ",
- Arrêté du 30 décembre 2020 modifiant l'arrêté du 22 octobre 2010,
- NFP 94-261 – Calcul géotechnique – Fondations superficielles (juin 2013) ainsi que l'amendement A1 de février 2017,
- Norme NF P 98-331 – chaussées et dépendances – Tranchées, ouverture, remblayage, réfection (février 2005),



- Guide Technique SETRA : Étude et réalisations de tranchées (novembre 2001),
- Fascicule 70 : Ouvrages d'assainissement (Novembre 2003),
- Fascicule 71 : Fourniture et pose de conduites d'adduction et de distribution d'eau (avril 2003) – (version du 11 mars 2019 en cours d'approbation),
- Guide technique pour les remblais et les couches de forme (septembre 1992),
- Normes relatives aux essais in situ et essais en laboratoire.

1.3. DOCUMENTS FOURNIS

Pour mener à bien notre mission, les documents suivants nous ont été fournis par le Maître d'Ouvrage :

- Le plan de composition du lotissement au format pdf et DWG, référencés respectivement « 18-b1561 – VOIR 01 - PA4 – Plan de composition » indicé B au 1/250, daté du 16/07/2016 et réalisé par le cabinet JC Géomètre-expert ;
- Les plans et coupes de principe des réseaux humides et des réseaux secs du lotissement au format DWG, référencés respectivement « 18-b1561 – RESO 01 » indicé 0 au 1/250 daté du 31/07/2018 et « 18-b1561 – RESO 02 » au 1/250 indicé 0 daté du 02/08/2018 et réalisés par le cabinet JC Géomètre-expert ;
- Le plan et les coupe de principe des voiries du lotissement, référencé « 18-b1561 – VOIR 01 - PA5-Plan des profils » indicé 0 au 1/75, daté du 02/08/2018 et réalisé par le cabinet JC Géomètre-expert.

1.4. DESCRIPTION DU PROJET AU STADE DE NOTRE MISSION

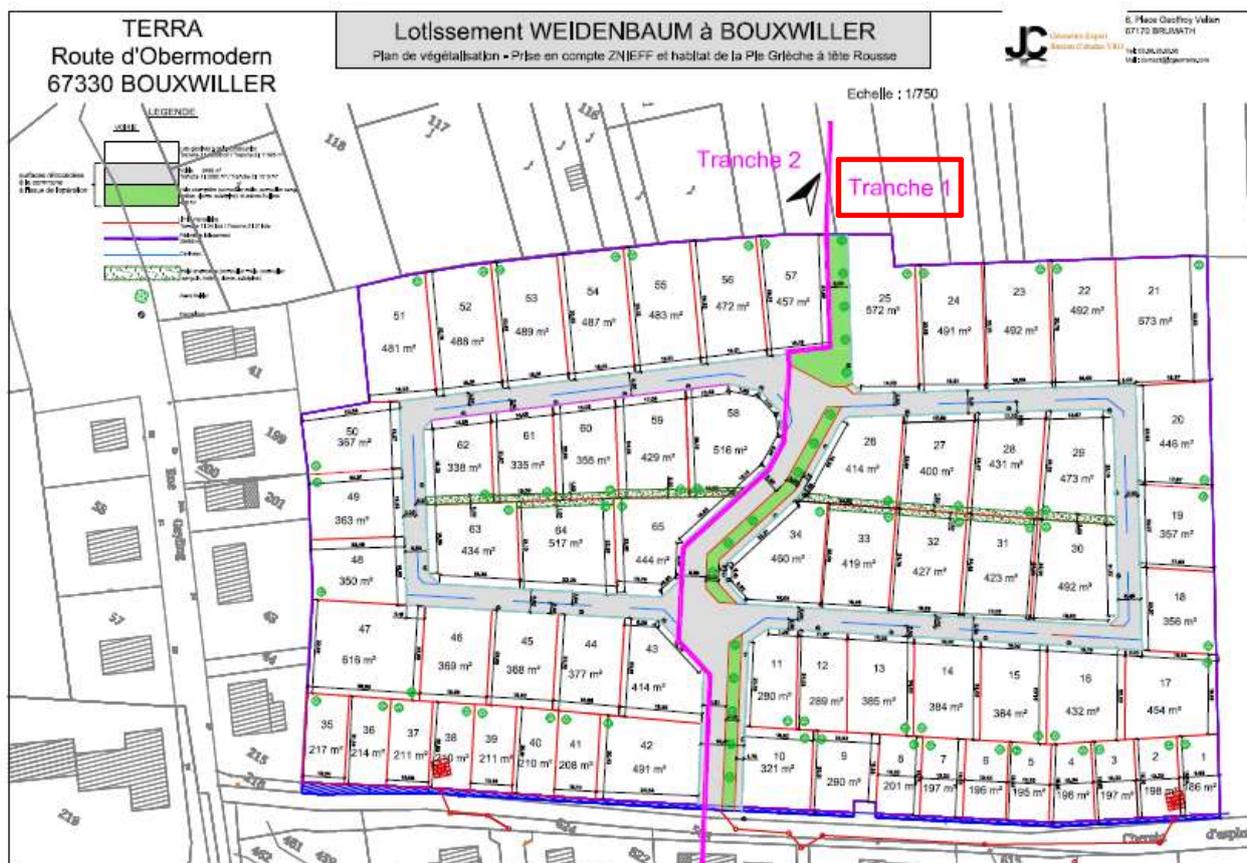
Le projet concerne **la création de la tranche 1 d'un lotissement** sur la commune de **BOUXWILLER (67)**.

À ce stade, les informations connues sur le projet sont les suivantes :

- Cette tranche sera composée de 36 lots sur lesquels seront construits des maisons individuelles ou bi-familles. Au total, la surface de la tranche étudiée sera de 15000m² environ.

Les lots seront desservis par une voirie VL, ponctuellement PL, à créer. La surface totale de la voirie à créer est de 2100m². Elle sera bordée de 600m² environ de trottoir.

Des réseaux secs (Telecom + Fibres, Gaz, Electricité) et humides (Réseau d'Eau potable, Réseaux d'assainissement Eaux Usées (EU) et Eaux Pluviales (EP)) seront créés au droit de la chaussée.

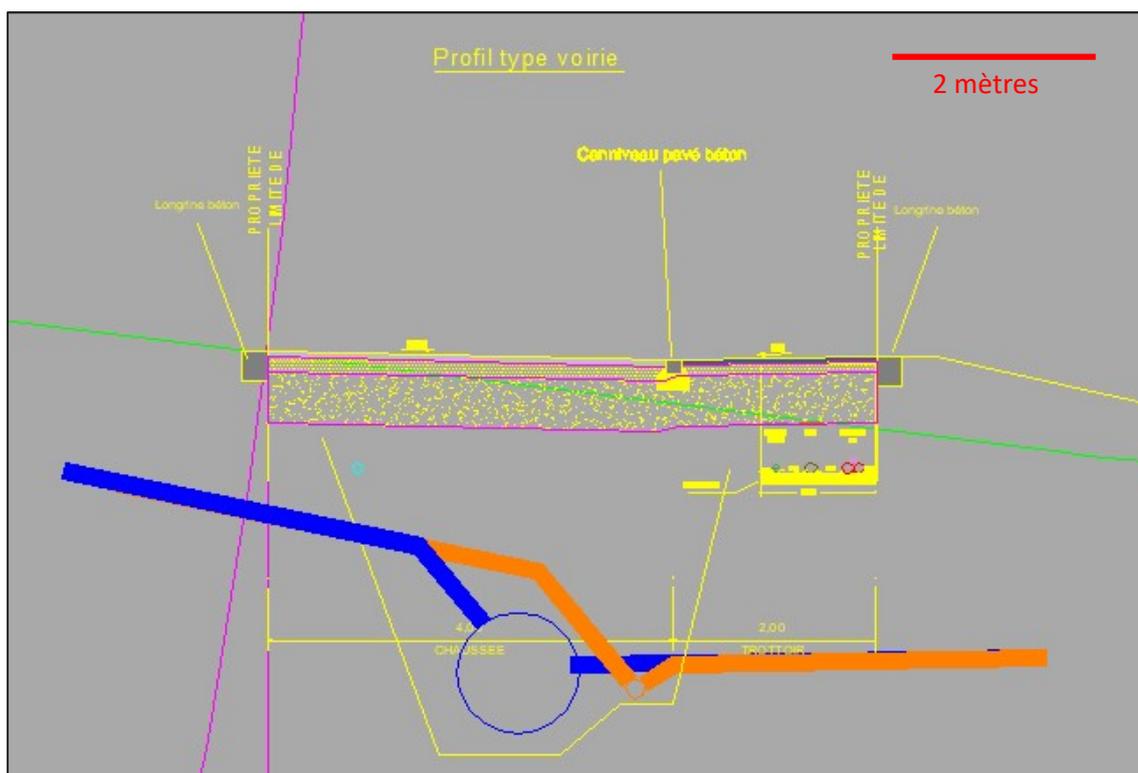
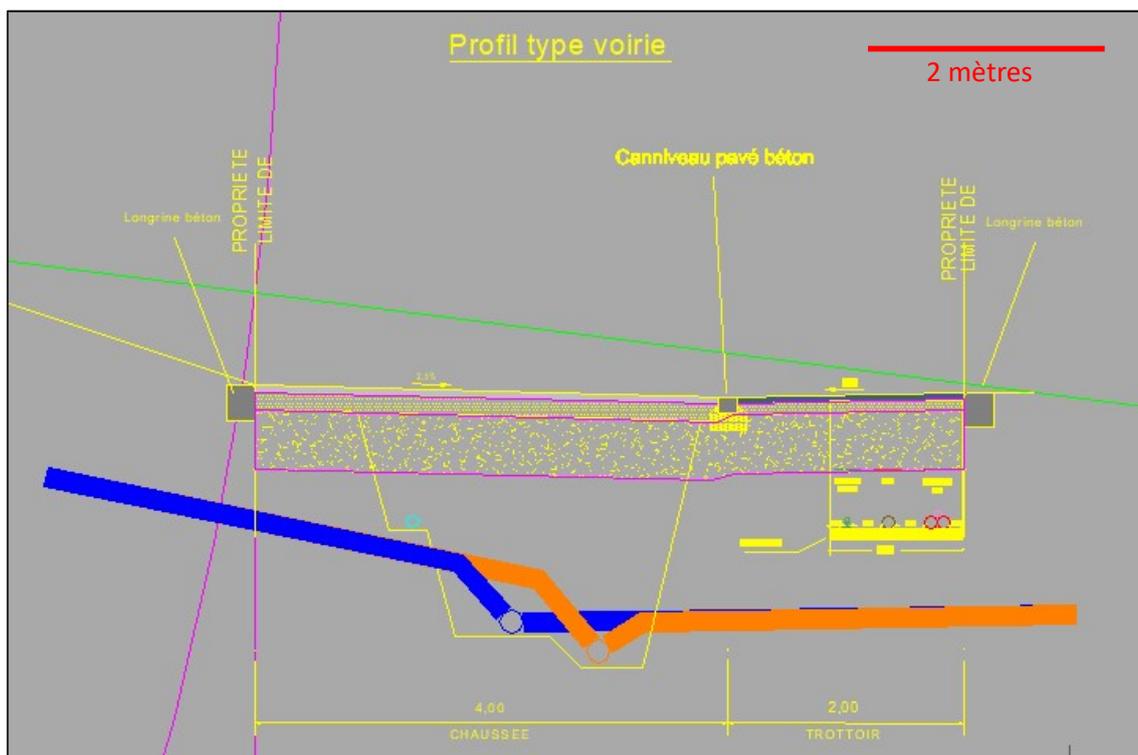


PLAN DE MASSE DU LOTISSEMENT

- Le réseau EU sera composé d'une canalisation $\varnothing 200$ et sera calée entre 4.55 (point bas en partie Sud du lotissement) et 2.28m de profondeur (point haut au Nord du lotissement). Le fil d'eau sera calé entre 107.85 et 99.24m NGF.

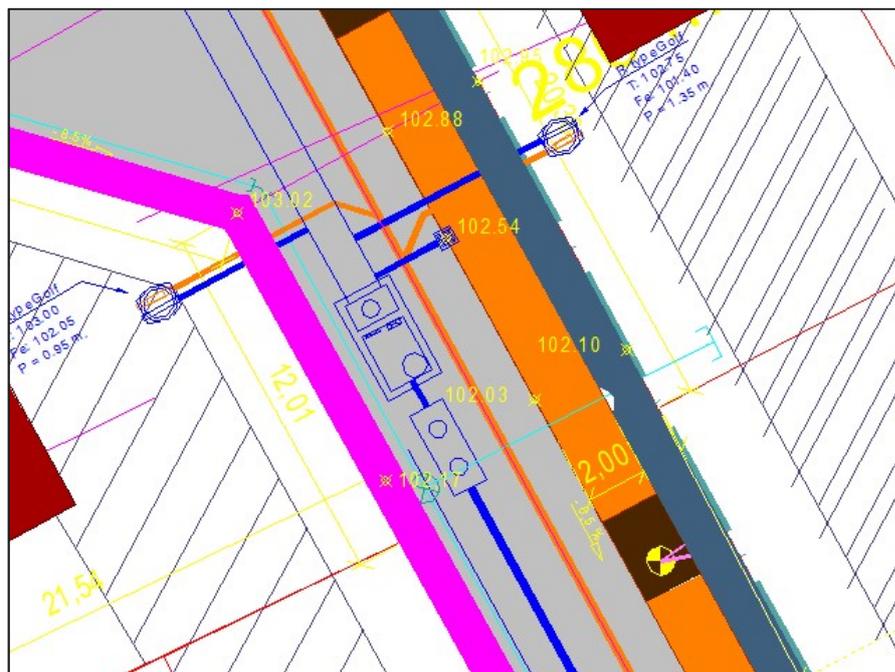
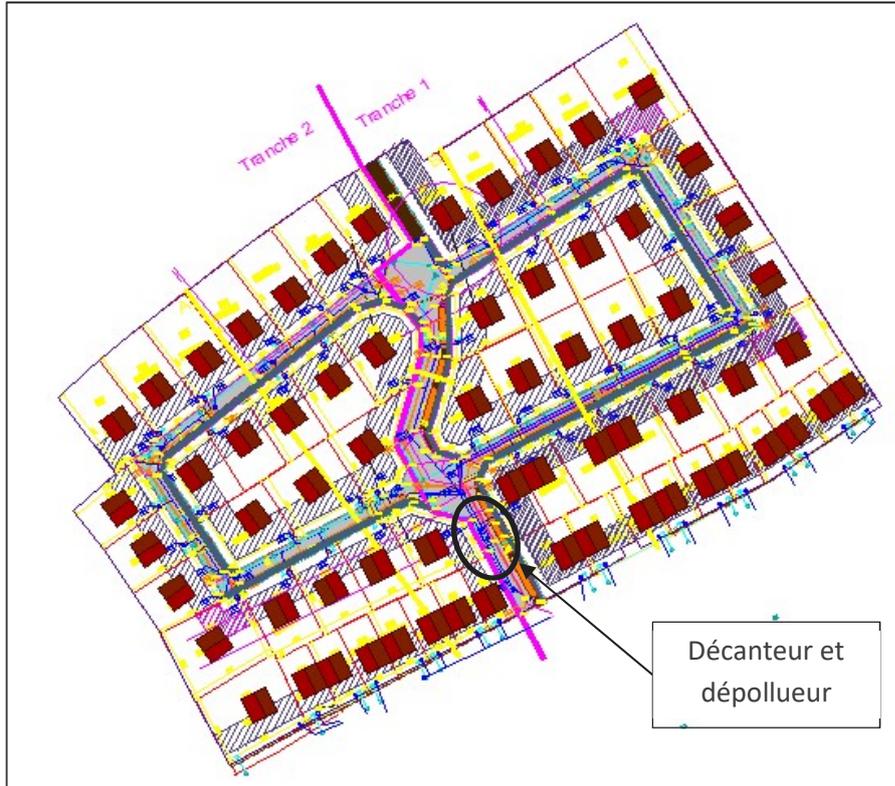
Le réseau EP sera composé de canalisations de diamètre allant de $\varnothing 200$ à $\varnothing 1200$ et sera calée entre 3.15m (point bas en partie Sud du lotissement) et 2.00m de profondeur environ (point haut au Nord du lotissement). Le fil d'eau sera calé entre 108.5 et 98m NGF. Il rejoindra le réseaux EP existant au droit de l'allée des Sorbiers (voirie existante au Sud du lotissement).

- Le profil des voiries suivra globalement le profil du terrain actuel. Les terrassements attendus seront de faibles amplitudes, en déblai. Les coupes suivantes présentent les ouvrages projetés :

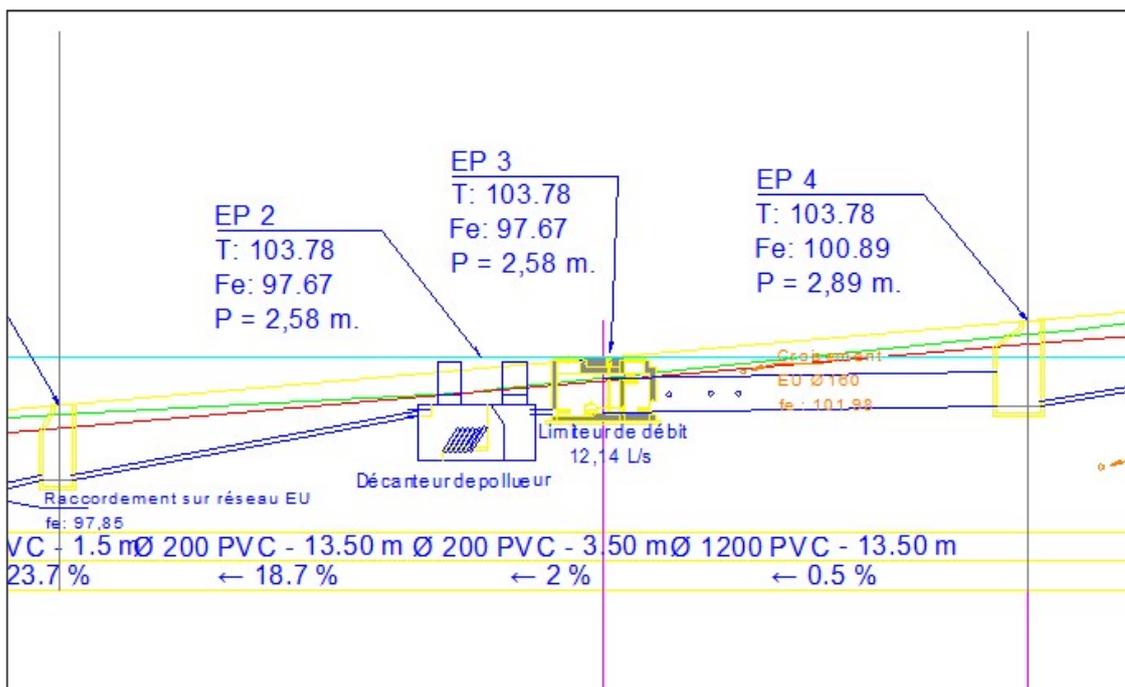


EXTRAIT DU PLAN DE MASSE DES VOIRIES

- un décanteur et un dépollueur sont prévus ponctuellement sur la voirie centrale du lotissement :



EXTRAIT DU PLAN DES RESEAUX HUMIDES ASSAINISSEMENT EP



EXTRAIT DE LA COUPE DE PRINCIPLE DES RESEAUX HUMIDES ASSAINISSEMENT EP

D'après les informations fournies par le Maître d'Ouvrage, le projet étudié est classé en catégorie géotechnique 1 :

Classe de conséquence	Conditions de site	Catégorie géotechnique*	Base des justifications
CC1	Simple et connues	1	Expérience et reconnaissance géotechnique qualitative admises
CC1	Complexes	2	Reconnaissance géotechnique et calculs nécessaires
CC2	Simple		
CC2	Complexes	3	Reconnaissance géotechnique et calculs approfondis
CC3	Simple ou complexes		

* Cette classification est à confirmer par le Maître d'Ouvrage.

Tout changement d'implantation ou d'importance du projet par rapport aux hypothèses prises lors de l'établissement de ce rapport doit nous être communiqué et recevoir notre accord par écrit et faire l'objet d'une mission spécifique complémentaire. Ces changements peuvent modifier les conclusions de notre étude.

Cette étude a été réalisée en date du 06/09/2021. Nous attirons l'attention sur le fait qu'un certain nombre de paramètres peuvent évoluer dans la durée (environnement notamment). Au-delà d'un délai de 1 an, nous recommandons fortement une actualisation de nos conclusions.

2. ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE - MISSION G1 ES

2.1. CONTEXTE SITOLOGIQUE ET HISTORIQUE

Le site se trouve sur la commune de **BOUXWILLER** (67).

Les parcelles étudiées (parcelles 663, 661, 659, 657, 575, 573, 655, 571, 602 et 569 section 18) correspondent à des pâtures plus ou moins boisées, en pente descendante vers le Sud-Est. Elles sont localisées sur le coteau Sud du Kaesberg (point haut local). La topographie du site est comprise entre 241.3 et 224.0m NGF.

Elles sont bordées par l'Allée des Sorbiers puis des habitations avec jardins au Sud, une pâture puis des habitations avec jardins à l'Est, des pâtures au Nord et à l'Ouest.

Aucune activité n'a été portée à notre connaissance en dehors de celle actuelle.

Toutefois, d'après les informations transmises par l'exploitant des parcelles, des fouilles archéologiques ont été réalisées sur une partie de celles-ci. Leur extension et profondeur exactes sont inconnues mais leur profondeur aurait été de l'ordre de 50cm au maximum.



EXTRAIT DE LA CARTE IGN (SOURCE GEOPORTAIL)



PRISE DE VUE AERIENNE DE LA ZONE D'ETUDE (SOURCE GEOPORTAIL)



PHOTOGRAPHIES DE LA ZONE D'ETUDE LORS DE NOTRE INTERVENTION



PHOTOGRAPHIES DE LA ZONE D'ETUDE LORS DE NOTRE INTERVENTION



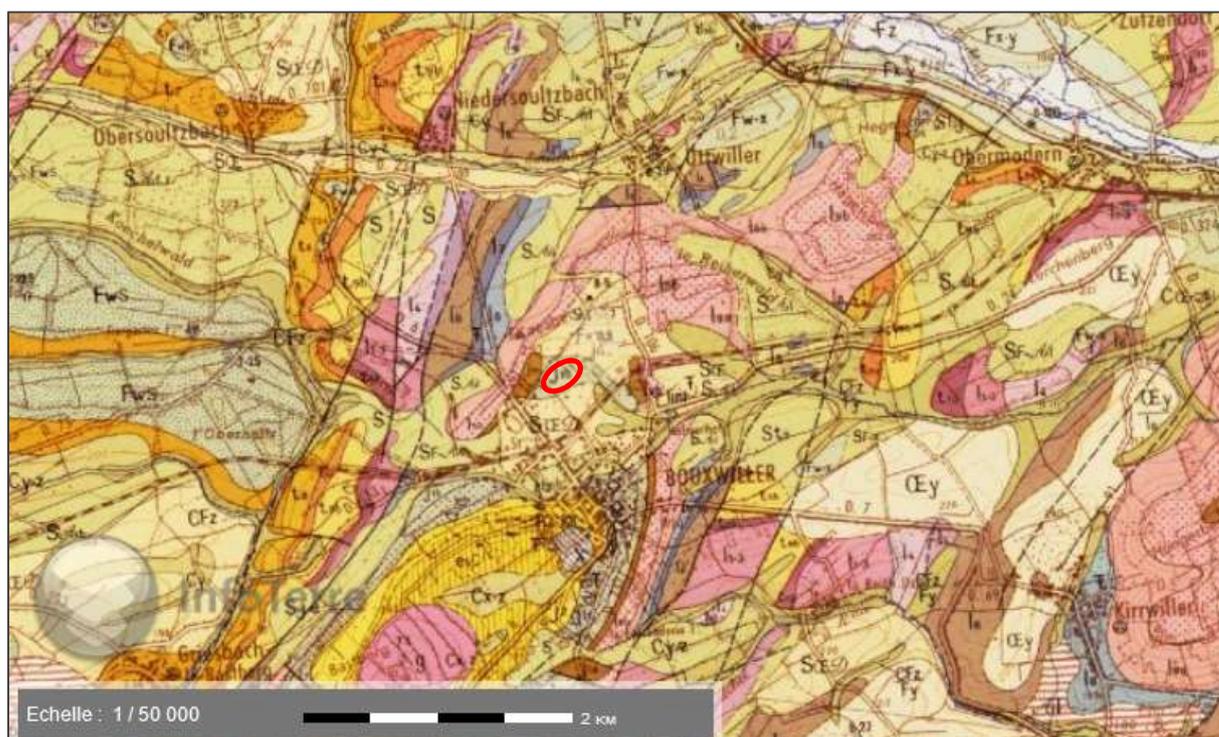
PHOTOGRAPHIES DE LA ZONE D'ETUDE LORS DE NOTRE INTERVENTION

2.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La carte géologique (éditions du BRGM) au 1/50 000 de BOUXWILLER montre que la zone d'étude se situe au niveau des formations suivantes, sous les remblais / formations de surface et d'altération non mentionnées par le document :

- **Marnes et calcaires** d'âge Jurassique (Bajocien), notées **j1b**, d'une épaisseur de l'ordre de 27m environ,
- Cette formation repose elle-même sur des **marnes sableuses et des calcaires** d'âge Jurassique (Bajocien) notés **j1a**.

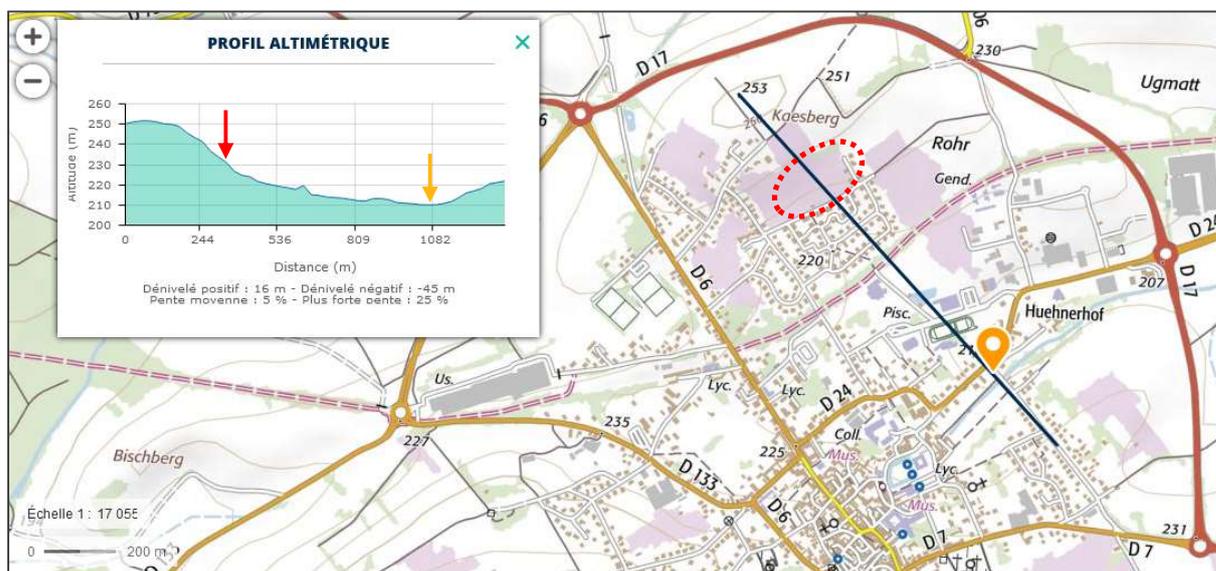
Le site s'inscrit dans un contexte d'anticlinal, orienté Nord-Est / Sud-Ouest, au sein du Champs de fractures de Saverne.



CARTE GEOLOGIQUE DE BOUXWILLER AU 1/50000 (SOURCE INFOTERRE)

2.3. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

La zone d'étude se situe au droit d'un coteau. Le cours d'eau le plus proche, le Wappachgraben, est localisé en pied de versant à environ 750m de distance et calé à une altitude d'environ 210m NGF :



PROFIL ALTIMÉTRIQUE (SOURCE GEOPORTAIL)

Des cours d'eau intermittents sont recensés au Nord du Kaesberg.

D'après les informations disponibles sur l'APRONA, la commune de BOUXWILLER n'est pas située dans la zone d'influence de la Nappe Alluviale de la Plaine d'Alsace.

Dans ce contexte, il peut exister des circulations d'eau d'infiltration erratiques au sein des remblais / formations de surface, ainsi qu'au sein du substratum rocheux à la faveur de sa fracturation.

2.4. RISQUES NATURELS

Selon le portail de prévention des risques majeurs du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, les risques majeurs recensés et les arrêtés de catastrophes naturelles pris sur la commune sont les suivants :

Détail des risques majeurs recensés sur la commune

Engins de guerre

Inondation - Par ruissellement et coulée de boue

Mouvement de terrain

Mouvement de terrain - Tassements différentiels

Phénomène lié à l'atmosphère

Phénomènes météorologiques - Tempête et grains (vent)

Séisme Zone de sismicité : 3

Transport de marchandises dangereuses

Arrêtés portant reconnaissance de catastrophes naturelles sur la commune

Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
67PREF19990090	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Inondations et coulées de boue : 2

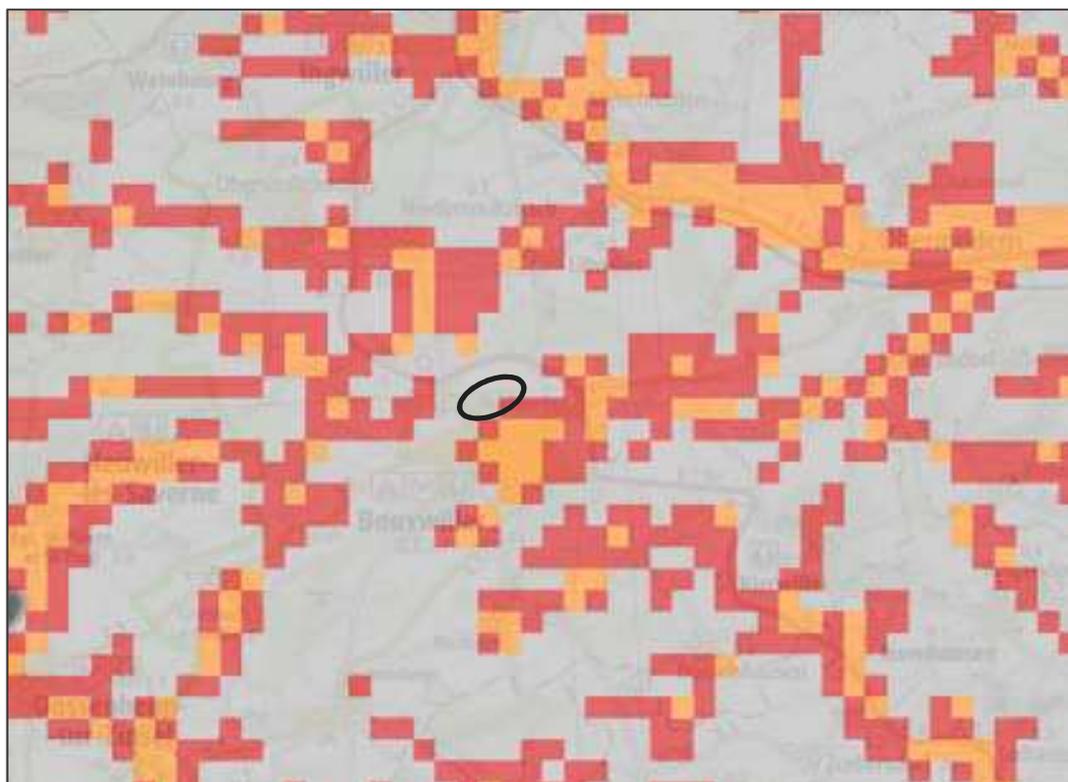
Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
67PREF20070005	25/06/2006	25/06/2006	23/03/2007	01/04/2007
67PREF20170538	08/12/1982	31/12/1982	11/01/1983	13/01/1983

Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols : 4

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
67PREF20200031	01/07/2019	30/09/2019	07/07/2020	29/07/2020
67PREF20200023	01/01/2019	31/03/2019	07/07/2020	29/07/2020
67PREF20190022	01/07/2018	31/12/2018	18/06/2019	17/07/2019
67PREF20070042	01/07/2003	30/09/2003	18/10/2007	25/10/2007

2.4.1. REMONTÉES DE NAPPES

D'après le site GEORISQUES, les parcelles étudiées se situent à cheval sur une zone non sensible au phénomène de remontées de nappes ni inondation de cave (fiabilité faible) et une potentiellement sujette aux inondations de cave (fiabilité faible). De par la configuration des lieux, la zone n'est pas concernée par ce risque.



ZONAGE DU RISQUES DE REMONTÉES DE NAPPES (SOURCE GEORISQUES)

On veillera à se rapprocher des services communaux pour connaître le niveau des PHEC.

2.4.2. RISQUE INONDATIONS

La commune de BOUXWILLER n'est pas concernée par des TRI (Territoire à Risques d'Inondation) et n'est pas soumise à un Plan de Prévention Inondation (PPri).

2.4.3. LES PHÉNOMÈNES DE RETRAIT/GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX

La cartographie de l'aléa des sols argileux aux phénomènes de retrait gonflement dont un extrait est présenté ci-après classe le site en zone d'exposition moyenne :



2.4.4. BASE DE DONNÉES DES CAVITÉS SOUTERRAINES

Aucune cavité souterraine n'a été recensée par le BRGM au droit de la zone d'étude et la commune de BOUXWILLER n'est pas soumise à un Plan de Prévention de Risques cavités.

2.4.5. RISQUE DE MOUVEMENT DE TERRAIN

Aucun mouvement de terrain n'a été recensé par le BRGM au droit de la zone d'étude et la commune de BOUXWILLER n'est pas soumise à un Plan de Prévention de Risques mouvement de terrain.

2.4.6. PPR – CARTES ZERMOS

La commune n'est pas soumise à un plan de prévention.

2.4.7. RISQUE RADON

D'après le site www.irsn.fr, la commune de BOUXWILLER présente un potentiel de présence de radon de catégorie 2.

Les communes à potentiels radon de catégorie 2 sont celles localisées sur des formations géologiques présentant des teneurs en uranium faibles mais sur lesquelles des facteurs géologiques particuliers peuvent faciliter le transfert du radon vers les bâtiments.

Les communes concernées sont notamment celles recoupées par des failles importantes ou dont le sous-sol abrite des ouvrages miniers souterrains.... Ces conditions géologiques particulières peuvent localement faciliter le transport du radon depuis la roche jusqu'à la surface du sol et ainsi augmenter la probabilité de concentrations élevées dans les bâtiments.

Nous vous préconisons de vous rapprocher d'un organisme agréé en matière de risques de présence de radon afin d'effectuer des mesures et de prévoir en conséquence les éventuelles dispositions adaptées nécessaires à la limitation de la concentration en radon dans les locaux, telles que :

- ventilation suffisante des bâtiments,
- limitation des surfaces de contact sol/bâtiment,

- limitation des points d'entrée sol/bâtiment (canalisation, réseaux, trappes,...),
- étanchéification des interfaces sol/bâtiments (dallages) et des points de pénétration,
- drainage de la périphérie du bâtiment,
- prévention de la fissuration des dallages,
- limitation de la dépression du bâtiment par rapport au sol.

2.5. RISQUE MINIER

La zone d'étude ne se situe pas en zone de risque minier.

2.6. SISMICITÉ

Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes (articles R563-1 à R563-8 du Code de l'Environnement modifiés par les décrets [n°2010-1254 du 22 octobre 2010](#) et [n°2010-1255 du 22 octobre 2010](#), ainsi que par l'[Arrêté du 22 octobre 2010](#)) :

une zone de sismicité 1 où il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les bâtiments à risque normal (l'aléa sismique associé à cette zone est qualifié de très faible),

quatre zones de sismicité 2 à 5, où les règles de construction parasismique sont applicables aux nouveaux bâtiments, et aux bâtiments anciens dans des conditions particulières.

Ici, le décret n°2010-1255 classe la zone étudiée en zone 3.

Ces règles doivent être appliquées au moyen d'un coefficient d'importance γ_1 attribué à chacune des catégories d'importance du bâtiment. Les valeurs de ces coefficients sont données par le tableau suivant :

CATÉGORIE D'IMPORTANCE	COEFFICIENT D'IMPORTANCE γ_1
I	0.8
II	1.0
III	1.2
IV	1.4

Ici, on retiendra $\gamma_1 = 1.0$.

Le mouvement dû au séisme est représenté par un spectre de réponse élastique en accélération. Il est caractérisé au niveau d'un sol rocheux (sol de classe A) par la valeur d'accélération a_{gr} . Les valeurs des accélérations a_{gr} sont données dans le tableau suivant :

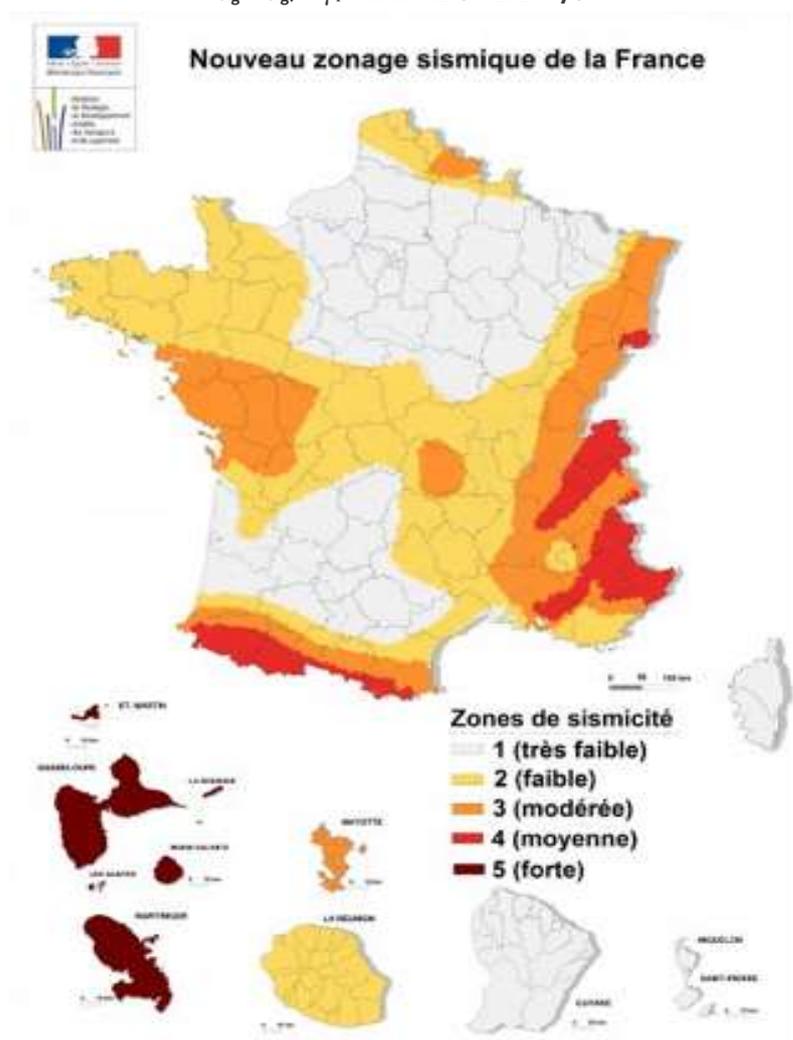
ZONES DE SISMICITÉ	a_{gr} (en m/s^2)
1 (très faible)	0,4
2 (faible)	0,7
3 (modérée)	1,1
4 (moyenne)	1,6
5 (forte)	3,0

Dans le cadre de cette étude $a_{gr} = 1.1 m/s^2$.

L'accélération horizontale de calcul est déterminée à partir d'un sol référence de classe A rocheux. Elle est égale au produit de l'accélération a_{gr} par le coefficient d'importance γ_1 .

On retiendra donc :

$$a_g = a_{gr} \times \gamma_1 = 1.1 \times 1.0 = 1.1 m/s^2.$$

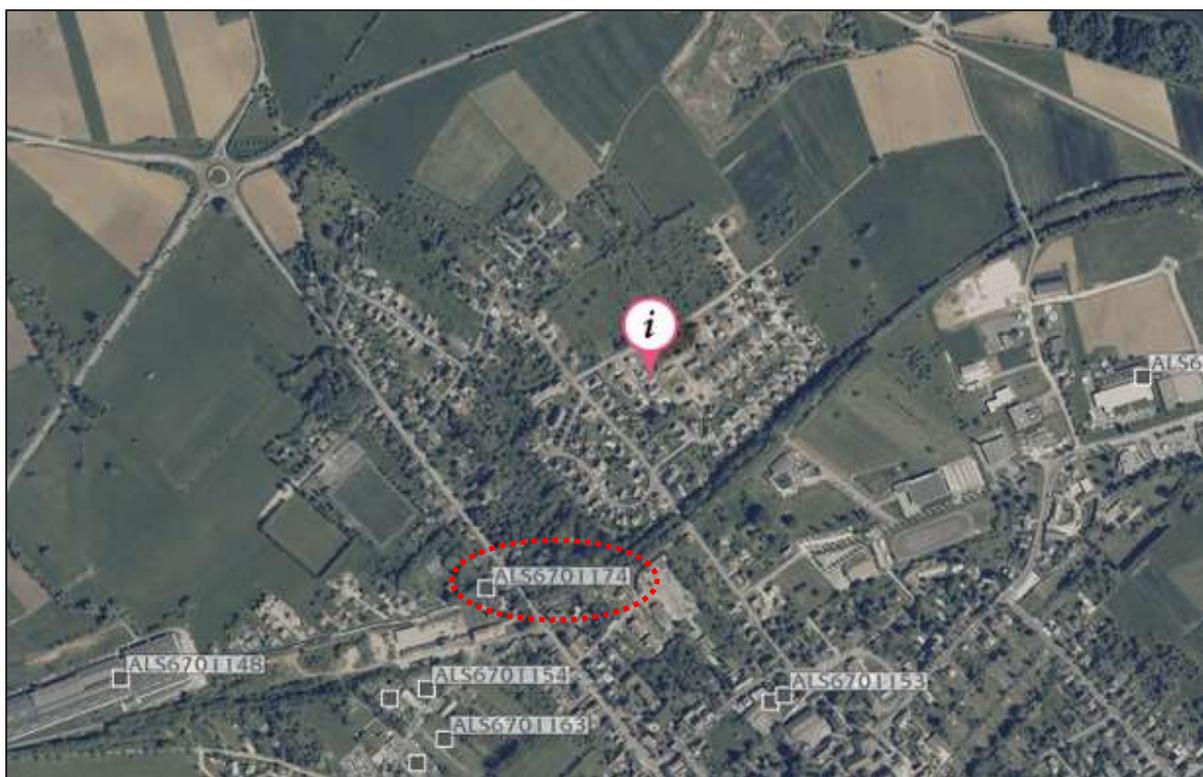


CARTE DE ZONAGE SISMIQUE DE LA FRANCE

2.7. BASE DE DONNÉES DES ANCIENS SITES INDUSTRIELS ET ACTIVITÉS DE SERVICE

Le site GEORISQUES recense un ancien site industriel dans un rayon de 500m autour de la zone d'étude. Les activités connues à ce jour sur ce site, référencé ALS6701174, correspondent à :

- Traitement et revêtement des métaux (traitement de surface, sablage et métallisation, traitement électrolytique, application de vernis et peintures) ;
- Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.) ;
- Carrosserie, atelier d'application de peinture sur métaux, PVC, résines, plastiques (toutes pièces de carénage, internes ou externes, pour véhicules...).



SITES INDUSTRIELS RECENSES PAR GEORISQUES

2.8. VESTIGES MILITAIRES ET OBJETS PYROTECHNIQUES

Compte tenu de la localisation du site, celui-ci pourrait contenir des vestiges de la première et/ou seconde guerre mondiale et des objets pyrotechniques enfouis.

3. PROGRAMME SPÉCIFIQUE D'INVESTIGATIONS MIS EN ŒUVRE

3.1. PROGRAMME SPÉCIFIQUE

Les investigations suivantes ont été mises en œuvre :

- **5 sondages à la pelle hydraulique**, réalisés à l'aide d'une Pelle 16T Liebherr 914 mise à disposition par l'entreprise GCM, notés PM1 à PM5, menés au refus à des profondeurs comprises entre 1.40 et 2.95m de profondeur sous la conduite d'un ingénieur géotechnicien, avec relevé des coupes lithologiques, observations sur les difficultés de terrassement (éboulement, compacité, refus...), observation du contexte hydrogéologique, prélèvements d'échantillons pour analyses en laboratoire,
- **14 essais pénétrométriques**, notés PD1 à PD14, descendus au refus à des profondeurs comprises entre 0.60 et 3.00m de profondeur, avec un train de tiges APAGEO, suivant la norme NF P 94-115,
- **9 sondages de reconnaissances géologiques de type semi-destructif (tarière)**, notés TA1 à TA9, menés au refus à des profondeurs comprises entre 0.70 et 3.00m, en diamètre 64 mm, avec identification des formations traversées. Les outils ont été adaptés à la lithologie rencontrée,
- Au sein de 4 forages de type semi-destructif (tarière) annexes, **mise en œuvre à des profondeurs comprises entre 0.00 et 1.70m, de 4 essais de perméabilité de type PORCHET** en injection, à niveau variable.
- **Enfin, en laboratoire :**
 - 12 mesures de la teneur en eau naturelle sur les fractions 0/20 mm (NF P 94-050),
 - 12 mesures des limites d'Atterberg (NF P 94-051),
 - 4 analyses granulométriques (NF P 94-056),
 - 4 essais de portance immédiat IPI (NF P 94-078).

Remarque : en raison de la faible profondeur à laquelle le refus prématuré a été observé en TA7, à savoir 0.70m, aucun essai n'a été lancé au droit de ce forage.

Les forages ont été réalisés à l'aide d'une sondeuse de type HYDROFORE 200.

Nous avons proposé dans notre devis de reboucher les empreintes des forages par une chaussette injectée. N'ayant pas reçu votre accord, les forages ont été sommairement rebouchés par les produits extraits.



3.2. IMPLANTATION ET CALAGE ALTIMÉTRIQUE

Le plan d'implantation des sondages est présenté en annexe du rapport.

Les coordonnées des têtes des sondages ont été relevées à l'aide d'un GPS de précision théorique $\pm 0.01\text{cm}$:

Sondages	LAMBERT CC Zone 49		Cote NGF
	X	Y	
TAPD1	2028646,80	8191152,40	238,42
TAPD2	2028693,66	8191176,86	238,70
TAPD3	2028719,21	8191178,77	237,42
TAPD5	2028708,07	8191133,89	233,24
TAPD6	2028744,23	8191140,14	231,67
TAPD7	2028697,02	8191069,28	226,82
TAPD8	2028734,68	8191086,33	226,73
TAPD9	2028758,46	8191099,70	226,56
PM1/PD10	2028650,81	8191126,40	235,75
PM2/PD11	2028696,10	8191157,02	236,60
PM3/PD12	2028723,76	8191150,36	233,78
PM4/PD13	2028652,26	8191077,38	230,11
PM5/PD14	2028723,37	8191113,05	229,89

4. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS ET INTERPRÉTATION - MISSIONS G1 PGC ET G2 AVP

4.1. LITHOLOGIE ET CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES

L'analyse des coupes lithologiques des différents sondages permet de schématiser la lithologie de la manière suivante :

- Présence en tête, d'une couche de **limons marron foncé à bruns, ± charpentés en racines, radicelles, cailloutis et cailloux de calcaires** correspondant à la « *terre végétale* » (couche 0.0) reconnue comme suit :

Sondage	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
Profondeur du toit (m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Profondeur du mur (m)	0.20	0.20	0.20	0.30	0.25
Épaisseur (m)	0.20	0.20	0.20	0.30	0.25

Sondage	TA1	TA2	TA3	TA4	TA5
Profondeur du toit (m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Profondeur du mur (m)	0.30	0.40	0.30	0.40	0.30
Épaisseur (m)	0.30	0.40	0.30	0.40	0.30

Sondage	TA6	TA7	TA8	TA9
Profondeur du toit (m)	0.00	0.00	0.00	0.00
Profondeur du mur (m)	-	0.30	0.30	0.40
Épaisseur (m)	-	0.30	0.30	0.40

Cette couche correspond pour tout ou partie à l'horizon de « *terre végétale* » ± remanié.

- Sur une couche de **limons ± argileux, localement sableux, marron-beige à marron, localement ocre ou marron-vert, ± charpentés en cailloux, cailloutis et petits blocs de calcaires et pouvant localement contenir de petits débris de bois (couche 1)**, reconnue comme suit :

Sondage	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
Profondeur du toit (m)	0.20	0.20	0.20	0.30	0.25
Profondeur du mur (m)	2.20	2.00*	1.40*	2.90	2.40
Épaisseur (m)	2.00	1.80	1.20	2.60	2.15

* fin du forage

** Epaisseur partielle

Sondage	TA1	TA2	TA3	TA4	TA5
Profondeur du toit (m)	0.30	0.40	0.30	0.40	0.30
Profondeur du mur (m)	1.70*	2.00*	2.00*	3.00*	2.00*
Épaisseur (m)	1.40	1.60	1.70	2.60	1.70

Sondage	TA6	TA7	TA8	TA9
Profondeur du toit (m)	0.00	0.30	0.30	0.40
Profondeur du mur (m)	0.70*	2.00*	2.00*	2.00*
Épaisseur (m)	0.70	1.70	1.70	1.60

* refus sur toit des calcaires (couche 2.0)

Cet horizon a pu être remanié en partie supérieure par les fouilles archéologiques.

- Reposant sur une couche de **calcaire raide (couche 2)**, reconnue comme suit :

Sondage	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
Profondeur du toit (m)	2.20	2.00*	1.40*	2.90	2.40
Profondeur du mur (m)	2.40*	-	-	2.95*	2.75*
Épaisseur (m)	0.20**	-	-	0.05**	0.35**

* fin du forage

** Epaisseur partielle

Les résultats des essais au pénétromètre dynamique présentent en tête au sein des couches 0.1 et 1 des **compacités globalement moyennes à élevées sur le premier mètre, puis élevées à très élevées au-delà, augmentant progressivement, avec $2.8 \leq q_d \leq 53.4$ MPa.**

Le **refus** a été obtenu au droit de chaque essai sur le toit des calcaires (couche 2).

En profondeur, à la transition avec le rocher, les valeurs peuvent être surestimées par la présence de cailloutis et cailloux.

La synthèse des essais pénétrométriques est présentée en page 26.

Les essais en laboratoire ont permis de classer les matériaux de la couche 1 **A2** (9 valeurs) et **A3** (2 valeurs) au sens du GTR avec un état hydrique « m » à « ts » lors de leur prélèvement en mai et juin 2021. Localement au droit de PM3, les matériaux ont été classés **C1A2** avec un état hydrique « m ».

Il s'agit de matériaux plastiques voire très plastiques, sensibles au phénomène de retrait / gonflement des sols argileux.

4 Indice de Portance Immédiat (IPI) ont été réalisés sur des échantillons prélevés en PM1, PM2, PM4 et PM5 entre 1.00 et 1.50m de profondeur. Les valeurs sont comprises entre **5.6 et 14.3**.

La synthèse des essais en laboratoire est disponible en page 27.

Quatre essais d'infiltration de type PORCHET ont été effectués au sein de sondages doublant TA2, TA5, TA7 et TA9 au sein de la couche 1 :

Sondages	TA2	TA5	TA7	TA9
Profondeur d'essai (m)	0.00 - 1.70	0.80 - 1.50	0.80 - 1.50	0.13 - 1.70
Lithologie	Limon argileux marron	Limon argilo-sableux marron	Argile sableuse beige	Argile limoneuse marron
Perméabilité k (m/s)	4×10^{-7}	8×10^{-7}	4×10^{-7}	2×10^{-7}
Perméabilité k (mm/h)	1.4	2.8	1.4	0.7

On retiendra que les sols superficiels présentent une perméabilité faible et que l'infiltration des eaux n'est pas envisageable sur les parcelles.

On gardera à l'esprit que :

- compte tenu du nombre limité de points d'investigations, cette esquisse reste schématique et que l'épaisseur des différentes couches n'est certaine qu'au droit des sondages.
- que les sondages ont été réalisés en (semi) destructif et en petit diamètre, que les limites de couches sont approximatives et que la blocométrie des formations n'a pu être mesurée.

Sondages pénétrométriques - valeurs de la résistance de pointe équivalente q_d en MPa

Prof/TN en m	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	PD6	PD7	PD8	PD9	PD10	PD11	PD12	PD13	PD14	Prof/TN en m
0,2	4,7	9,3	7,4	4,7	4,7	9,3	8,4	5,6	7,4	3,7	2,8	4,7	5,6	5,6	0,2
0,4	2,8	8,4	8,4	2,8	8,4	39,8	4,7	4,7	5,6	2,8	1,9	3,7	2,8	7,4	0,4
0,6	5,6	7,4	10,2	2,8	5,6	53,4	4,7	4,7	3,7	2,8	2,8	5,6	2,8	13,9	0,6
0,8	18,4	8,4	18,4	4,7	5,6		6,5	2,8	3,7	3,7	6,5	11,1	3,7	13,9	0,8
1	17,0	7,8	27,8	6,0	12,0		9,5	2,6	4,3	4,3	17,8	16,1	4,3	6,9	1
1,2	35,5	17,0	38,1	9,5	20,2		4,3	9,5	4,3	6,9	10,3	13,7	4,3	12,8	1,2
1,4	43,0	20,2	43,6	8,6	21,8		6,9	5,2	5,2	8,6	7,8	37,5	6,0	18,6	1,4
1,6		33,5	47,0	7,8	10,3		12,8	6,0	12,0	6,0	9,5	44,2	10,3	44,7	1,6
1,8		44,7		7,8	12,8		18,6	17,0	30,7	6,9	30,0		29,3		1,8
2				18,6	19,3		8,8	18,6	35,9	7,2	33,8		11,9		2
2,2				26,7	30,4		7,2	12,7		20,0	39,4		10,4		2,2
2,4				33,8	38,0		12,7	10,4		34,9			14,9		2,4
2,6				39,4			24,8	12,7					20,7		2,6
2,8							31,6	22,8					25,5		2,8
3							32,2	30,4					30,4		3
3,2								33,1							3,2
3,4															3,4
3,6															3,6
3,8															3,8
4															4

0 < q_d ≤ 1.2MPa	Compacité faible
1.2 < q_d ≤ 2.3MPa	Compacité modeste
2.3 < q_d ≤ 5.2MPa	Compacité moyenne
5,2 < q_d ≤ 20MPa	Compacité élevée
q_d < 20MPa	Compacité très élevée
	Refus

SYNTHESE DES RESULTATS DES ESSAIS PENETROMETRIQUES

ESSAIS D'IDENTIFICATION			Réaction à l'acide	Classification	Teneur en eau	Teneur en eau	Granulométrie par tamisage							Sédimentométrie	Limites d'Atterberg			Limite de retrait	Compactage ESSAI PROCTOR et POINCONNEMENT					
							-	11-300	94-050	94-050	94-056								94-057	94-051 (et/ou 94-052-1)			94-060-1	94-078
Sondages	Prof (m)	Nature	RA	GTR	W% (0/D)	W% (0/20)	% de passant							2 µm	WL%	IP	IC	WR	Naturel			OPN		
							Dmax (mm)	50 mm	20 mm	5 mm	2 mm	400 µm	80 µm						Wn% (0/20)	IPI	ρ d Wh t/m3 (0/20)	W% OPN (0/20)	IPI	ρ d OPN t/m3 (0/20)
TA1	1,00-1,70	Argile limoneuse marron	-	A2ts	12,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	19	1,55	-	-	-	-	-	-	-
TA2	1,00-1,20	Argile marron	-	A2s	13,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	20	1,34	-	-	-	-	-	-	-
TA3	1,00-2,00	Argile marron	-	A2ts	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	16	2,24	-	-	-	-	-	-	-
TA4	1,00-2,00	Argile marron légèrement sableuse	-	A2ts	16,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39	16	1,39	-	-	-	-	-	-	-
TA5	1,00-2,00	Argile marron	-	A2ts	15,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	25	1,37	-	-	-	-	-	-	-
TA7	0,80-1,50	Argile marron	-	A2ts	9,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	21	1,67	-	-	-	-	-	-	-
TA8	1,00-2,00	Argile marron	-	A2ts	13,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51	24	1,56	-	-	-	-	-	-	-
TA9	1,00-2,00	Argile marron	-	A2s	22,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	23	1,05	-	-	-	-	-	-	-
PM1	1,00	Argiles limoneuses marron clair beige à rares cailloutis	-	A3m	23,0	23,0	0,3	100	100	98,7	97,6	95,4	86	-	53	27	1,1	-	0,2388	5,6	1,61	-	-	-
PM3	1,20	Limons argilo sableux marron clair à cailloux, cailloutis et blocs	-	C1A2m	11,1	20,0	90,0	67	56	45	42	39	30,0	-	48	22	-	-	21,2%	5,7	1,69	-	-	-
PM4	1,50	Argiles limoneuses marron clair à cailloutis	-	A3s	18,7	18,7	1,4	100	100	98	96	92	82,2	-	49	26	1,16	-	19,5%	10,8	1,71	-	-	-
PM5	1,30	Limons argileux légèrement sableux marron clair à quelques cailloutis	-	A2m	19,1	19,1	0,4	100	100	98	98	96	81,4	-	47	22	1,29	-	19,2%	14,3	1,71	-	-	-

SYNTHESE DES RESULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE

4.2. HYDROGÉOLOGIE

Aucune venue d'eau n'a été repérée à la foration mais les forages et sondages ont obtenu des refus à des profondeurs modestes. Les cuttings extraits étaient secs ou légèrement humides.

Remarques :

Les sondages de reconnaissance se font sur une période de courte durée et le niveau de la nappe indiqué dans le rapport ne reflète pas forcément le niveau maximum.

L'origine des fluctuations possibles est, soit naturelle (sécheresse, crue de nappe en relation avec la situation météorologique par exemple), soit dues à des travaux ou une modification de l'environnement aux alentours immédiats (pompages, rejets, effets barrages, etc.).

On notera, par ailleurs :

- les risques effet piscine liés à la présence de matériaux perméables dans un environnement de matériaux peu perméables,
- des circulations d'eau fortement conditionnées par la météorologie.

On retiendra donc de ce site :

- l'existence de circulations erratiques et intermittentes à différentes profondeurs au sein de toutes les couches, fortement conditionnées par la météorologie,
- la formation possible, en périodes pluvieuses, de poches de stagnation localisées dans les remblais éventuels, et éventuellement dans les poches blocailleuses les plus perméables de la couche 1,
- des circulations d'eau à attendre en hiver, à l'interface avec le rocher en profondeur ; ou à la faveur de la fracturation et des interbanks de celui-ci.

5. CONDITIONS SISMIQUES

Au sens de la norme NF EN 1998-1, on retiendra que le sol est à priori de **classe A** ce qu'il conviendrait le cas échéant de valider par une mesure directe du VS30 par méthode MASW par exemple. Le tableau ci-après décrit les différentes classes de sol disponibles dans la norme.

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Paramètres		
		Vs.30 (m/s)	NSPT (coups /30cm)	Cu (kPa)
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5m de matériau moins résistant	>800	-	-
B	Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur-consolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur	360 – 800	> 50	>250
C	Dépôts profonds de sable de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide, ayant des épaisseurs de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres	180-360	15 - 50	70-250
D	Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant une majorité de sols cohérents mous à fermes	< 180	< 15	< 70
E	Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions avec des valeurs de Vs de classe C ou D et une épaisseur comprise entre 5m environ et 20m reposant sur un matériau plus raide avec Vs > 800 m/s			
S1	Dépôts composés ou contenant une couche d'au moins 10m d'épaisseur d'argiles molles/vases avec un indice de plasticité élevé (PI > 40) et une teneur en eau importante	< 100 (valeur indicative)		10 – 20
S2	Dépôts de sols liquéfiables d'argiles sensibles ou tout autre profil de sol non compris dans les classes A à E ou S1			

Tableau 3.1 de la norme NF EN 1998-1

Les terrains ont donc un paramètre de sol $S = 1.0$.

LIQUÉFACTION : on appelle liquéfaction d'un sol un processus conduisant à la perte totale de résistance au cisaillement du sol par augmentation de la pression interstitielle. Elle s'accompagne de déformations dont l'amplitude peut être limitée ou quasi illimitée. Ce processus intéresse les sols sous nappe fins ou peu compacts.

Le contexte géotechnique de sols moyennement compacts hors nappe nous permet de considérer le risque de liquéfaction comme inexistant.



6. SYNTHÈSE DES DONNÉES DE SOL ET ALÉAS GÉOTECHNIQUES – MISSION G1 / G2 AVP

6.1. SYNTHÈSE DES DONNÉES GÉOTECHNIQUES

Compte tenu des investigations menées, le site est marqué par la succession lithologique et les caractéristiques mécaniques suivantes :

Lithologie		Terre végétale	Formations limono-argileuses	Substratum calcaire
Description		Limons marron foncé à bruns, ± charpentés en racines, radicelles, cailloutis et cailloux de calcaires	Limons ± argileux, localement sableux, marron-beige à marron, localement ocre ou marron-vert, ± charpentés en cailloux, cailloutis et petits blocs de calcaires et pouvant localement contenir de petits débris de bois	Calcaires raides
N° couche		0.0	1	2
Limites des couches (m)	PM1	0.00-0.20	0.20-2.20	> 2.20*
	PM2	0.00-0.20	0.20-2.00	> 2.00*
	PM3	0.00-0.20	0.20-1.40	> 1.40*
	PM4	0.00-0.30	0.30-2.90	> 2.90*
	PM5	0.00-0.25	0.25-2.40	> 2.40*
	TA1	0.00-0.30	0.30-1.70	> 1.70*
	TA2	0.00-0.40	0.40-2.00	> 2.00*
	TA3	0.00-0.30	0.30-2.00	> 2.00*
	TA4	0.00-0.40	0.40-3.00	> 3.00*
	TA5	0.00-0.30	0.30-2.00	> 2.00*
	TA6	-	0.00-0.70	> 0.70*
	TA7	0.00-0.30	0.30-2.00	> 2.00*
	TA8	0.00-0.30	0.30-2.00	> 2.00*
TA9	0.00-0.40	0.40-2.00	> 2.00*	
Hydrogéologie		Circulations d'eau d'infiltration erratiques possible		Circulations possibles au sein de la frange d'altération et de la roche fracturée
Compacité		Moyennes à très élevées		Très élevées
Classification GTR		-	A2 à A3, ponctuellement C1A2	-
Perméabilité k (m/s)		-	1×10^{-7} à 1×10^{-8}	-

* Refus

6.2. ALÉAS

Les aléas géotechniques sont en relation entre autres :

6.2.1. LA GÉOLOGIE

- aux variations d'épaisseur des différentes couches,
- à l'altération et la fracturation rocher faisant apparaître des zones très décomprimées à différentes profondeurs en son sein. La karstification peut également aboutir localement à la formation de vides francs par entraînement hydraulique des fines issues de l'altération (dissolutions karstiques).
- à l'hétérogénéité, la blocométrie qui peut s'avérer grossière dans la frange d'altération de la roche, la présence de failles,
- à l'irrégularité du toit du substratum rocheux,
- à l'hétérogénéité des faciès pouvant générer des hors profils lors des terrassements,
- au pendage du rocher, non reconnu à l'échelle des sondages.

6.2.2. LA NATURE DES MATÉRIAUX

- la sensibilité à l'eau et à l'affouillement des sols,
- la sensibilité au remaniement mécanique à l'exécution,
- la présence de gros éléments au sein de la couche 1,
- la sensibilité des sols argileux aux phénomènes de retrait / gonflement sous l'action des variations hydriques saisonnières.

6.2.3. L'HYDROGÉOLOGIE

- à des arrivées d'eau parasites en périodes pluvieuses dans les remblais, et à la formation possible de poches de stagnation,
- à des circulations erratiques à attendre dans toutes les couches, en situation météo défavorable, notamment à l'interface avec le rocher,
- à des circulations dans le rocher, à la faveur de sa fracturation, des interfaces et du pendage.

6.2.4. L'ENVIRONNEMENT ET L'HISTORIQUE DU SITE

- à la présence possible de fouilles archéologiques dont on ne connaît pas la géométrie ni la localisation,
- à la présence de voies de circulation (allée des Sorbiers),
- à la présence de réseaux enterrés situés à proximité (allée des Sorbiers), et tranchées associées dont le mode de remblaiement est inconnu,
- à l'impact potentiel de nos sondages à la pelle mécanique.

6.2.5. LES RISQUES NATURELS

- prise en compte du risque sismique,
- prise en compte du risque radon.



7. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE CONSTRUCTION DES PAVILLONS - MISSION G1 PGC

Les solutions proposées sont celles qui semblent les meilleures à ce stade en fonction des données en notre possession.

D'autres solutions pourraient cependant être proposées en fonction de critères non pris en compte dans une étude de faisabilité et qui peuvent apparaître en phase conception ou d'exécution (problèmes de délais ou de phasage, variante locale économique, modification de l'environnement, caractéristiques particulières du projet non portées à notre connaissance). Si cela était le cas, nous conseillons à la Maîtrise d'œuvre ou à la Maîtrise d'Ouvrage de nous confier une mission pour valider les modifications apportées.

Les investigations montrent :

- **La présence de matériaux limono-argileux en tête des sols superficiels, classés A2 et A3 au sens du GTR**, sur l'ensemble des lots,
- Recouvrant le **substratum calcaire** rencontré à faible profondeur. Le nombre de sondages limités ne permet pas une connaissance précise du toit de la roche, mais celui-ci semble s'approfondir en direction du Sud-Est.

A ce stade des missions géotechniques et compte tenu des aléas identifiés et en l'absence d'informations sur le projet (implantation, caractéristiques, adaptation au sol...), les principes généraux constructifs suivants pourraient à priori être envisagés :

Fondations superficielles ou semi-profondes ancrées de façon homogène pour chaque ouvrage :

- **Soit au sein des formations fines de couvertures,**
- **Soit au sein du substratum calcaire,**

en respectant les préconisations définies dans l'article N° 57 de l'arrêté du 22 juillet 2020, pour un ancrage des fondations dans les sols A2 / A3 sensibles au retrait / gonflement :

- La conception du pavillon en maçonnerie ou en béton avec une structure rigide (chainage),
- La mise en place de fondations renforcées en béton armé avec :
 - ✓ Un ancrage homogène sans dissymétrie sur le pourtour du bâtiment, ce qui nécessitera en cas d'adaptation à la pente le respect des règles sur les fondations décalées,
 - ✓ Coulées en continu,
 - ✓ Désolidarisées des fondations d'une construction mitoyenne éventuelle.

- Interdiction du dallage sur terre-plein et conception du pavillon sur vide sanitaire ou dalle portée décollée du sol avec coffrage cartonné perdu par exemple,
- Eloignement des eaux de gouttières des façades avec un exutoire en aval du pavillon,
- Réservoirs de collecte des eaux pluviales éventuels équipés d'un système empêchant le déversement des eaux de trop plein dans le sol proche de la construction,
- Infiltration des eaux interdites sur la parcelle,
- Canalisation à distance de la maison par drainage / fossé des eaux de ruissellement superficielles et/ou souterraines,
- Imperméabilisation des abords du pavillon avec formes de pentes écartant du pavillon les ruissellements superficiels,
- Utilisation de matériaux flexibles avec joints adaptés pour éviter le risque de rupture des canalisations humides enterrées à la jonction avec la construction,
- Eloignement du champ d'influence de la végétation en respectant une distance minimale égale à une fois la hauteur de l'arbre adulte ou 1.5 fois la hauteur d'une haie. À défaut, mise en place d'un écran-anti racinaire au plus près des arbres avec une profondeur adaptée au développement du réseau racinaire et au minimum de 2 m.

En cas d'impossibilité de s'ancrer au sein du substratum calcaire, on s'ancrera au sein de la couche de matériaux limono-argileux en respectant une garde hydrique homogène à l'échelle de l'ouvrage entre la base des fondations, le vide sous dallage ou le vide sanitaire et le niveau du terrain périphérique fini. Dans notre cas précis, nous préconisons une garde hydrique minimale de 2m.

Chaque ouvrage devra être fondé de façon homogène soit dans les formations de couverture, avec respect de la garde hydrique constante à l'échelle de l'ouvrage soit dans la roche.

Nous conseillons donc vivement de prévoir des sondages à la pelle mécanique, à l'échelle de chaque projet au niveau G2, pour bien appréhender la profondeur du rocher et définir la solution de fondation la mieux adaptée en fonction de la géométrie de chaque ouvrage (sous-sol...)



8. RÉALISATION DES VOIRIES - MISSION G2 AVP

Dans le cadre de la réalisation des voiries, l'arase terrassement, après le décapage des horizons de terre végétale et sols remaniés / remblais sur toute leur épaisseur, devrait correspondre **aux matériaux limono-argileux marron beige à marron foncé, ± charpentées en cailloutis, cailloux et blocs calcaires** (couche 1).

8.1. PRINCIPE

La couche de forme sous voiries et sous dallages a trois fonctions :

- la partie inférieure a une fonction drainante pour éviter que ne s'installe dans la couche de forme un effet piscine, à installer donc sur une arase pentée et à concevoir avec des systèmes de drains à relier à un exutoire,
- une fonction globale d'homogénéisation de la portance,
- la partie supérieure par sa granulométrie plus fine (0/31.5) a une fonction de fin réglage.

Dans ce cadre, est visée une plateforme de type PF2 caractérisée par un $E_{v2} > 50\text{MPa}$ (voiries légères, PL occasionnels) (critère de conception à valider par le constructeur) et un rapport $E_{v2}/E_{v1} < 2.1$ (E_{v1} et E_{v2} étant les modules de 1er et 2ème chargement à l'essai à la plaque suivant le mode opératoire LCPC).

Le chantier de terrassement permettant la mise en œuvre de la couche de forme, se fera en situation météorologique favorable, hors séquence de pluie, neige et gel. En situation météorologique défavorable, le chantier sera arrêté.

La « terre végétale » ainsi que la tête des sols en place (naturels ou remblais) sera terrassée à l'avancement, jusqu'à une PST qualifiée par une portance attendue minimale définie soit par mesure directe (E_{v2}^2) soit par une mesure de résistance à la pénétration dynamique (qd) moyennée sur 1.20m ($E_{v2}^2 = 6\text{qd}$). Ici, la portance minimale attendue de la PST est de $E_{v2}^2 = 10\text{ MPa}$ en tablant sur une résistance dynamique de pointe $\text{qd} = 1.6\text{ MPa}$ pour un sol non remanié.

Sur cette base, l'épaisseur totale de la couche de forme à mettre en œuvre est donnée par la relation :

$$h = 30 \times \text{Ln} \left(\frac{1/E_{v2}^2 - 1/E_{v2}^1}{1/E_{v2}^3 - 1/E_{v2}^1} \right) + 0.6 \times \left(\frac{E_{v2}^3}{E_{v2}^2} - 1 \right)$$

(Formule de J.-C. GRESS)

Avec :

- h en cm,
- E_{v2}^3 = module de réception sur la couche de forme,
- E_{v2}^1 = module intrinsèque des matériaux d'apport compris entre 120 et 200MPa en fonction des matériaux.

On rappelle que dans les zones boisées, on veillera au dessouchage et à la purge associée des sols remaniés et des sols chargés en racines.

Les remblais hétérogènes seront purgés.

En cas de réalisation des travaux suivant une période de conditions météorologiques défavorables, un épaissement de la couche de forme sera à envisager de manière à prévoir un reclassement d'arase.

Pour le terrassement, l'utilisation du boteur ou de la chargeuse chenillée est exclu, ceux-ci risquant de fortement remanier l'arase terrassement. Le terrassement se fera à la pelle mécanique chenillée, en rétro, godet avec dents, bien à plat en finition ou godet sans dents.

Il est exclu de compacter directement la PST, ce compactage pouvant créer un effet panse de vache par surcompactage et obligeant à ouvrir tout le terrassement avant mise en œuvre des matériaux des couches de forme.

Attention, une PST remaniée peut chuter à un E_{v2} de 5 MPa.

8.2. COUCHE DE FORME SOUS VOIRIES

Les matériaux de couche de forme seront mis en œuvre sur un géotextile possédant une résistance à la rupture de 20 kN/m minimum, déroulé à l'avancement des terrassements. On limitera le D des matériaux de couche de forme à 60mm (si on attend du géotextile une fonction drainante, il faudra donner uniquement la porométrie $O_{95} > 150 \mu\text{m}$),

La PST sera terrassée avec formes de pentes de 2%, ménageant des lignes de points bas dans lesquelles seront placés des drains longitudinaux de plateforme $\varnothing=100$ mm de section minimale, eux-mêmes enrobés dans une gravette 5/20 entourée par un géotextile possédant une résistance à la rupture de 12 kN/m minimum et de porométrie $O_{95} > 150 \mu\text{m}$, les drains étant piqués sur un exutoire.

Les matériaux à fonction drainante de la couche de forme, seront mis en œuvre à l'avancement des terrassements et du déroulement du géotextile.

Les matériaux de couche de forme suggérés sont de type :

En matériaux drainants de type 0/60 :

- D < 60 mm,
- propres : VBS < 0.1,
- passant à 80 µm < 5 %,
- drainants D10 > 1 mm,
- chimiquement inertes,
- durs LOS < 45 – MDE < 45,
- non gélifs

fermés par une couche de réglage :

- D < 31.5 mm,
- propres : VBS < 0.1,
- passant à 80 µm < 5 %,
- chimiquement inertes,
- durs LOS < 45 – MDE < 45,
- non gélifs,
- bien gradués, s'inscrivant dans un fuseau de TALBOT-FULLER d'équation :

$$\frac{p}{100} = \left(\frac{d}{D}\right)^n$$

n étant déterminée à partir des couples :

- D=60 mm, %80 µm = 3% : courbe basse du fuseau,
- D=20 mm, %80 µm = 7% : courbe haute.

Ces matériaux compactés à q3 ont respectivement un module E_{v2}^1 intrinsèque (module de la couche suffisamment épaisse pour que le bicouche n'intègre plus le sol de fondation) de :

- 150 MPa pour le 0/60 mm,
- 200 MPa pour le 0/31.5 mm.

Dans ces conditions, on peut tabler sur une épaisseur h de 0/60 mm de 45cm fermée par 10 cm de 0/31.5 mm pour obtenir une E_{v2}^3 minimal de la plateforme de 50 MPa (PF2) en veillant à ce que $E_{v2}/E_{v1} < 2.1$.

S'il est nécessaire de procéder sous le 0/60 mm à un reclassement d'arase, celui-ci est fait au moyen d'un 0/150 mm propre (VBs < 0.1 - %80 µm < 5%, bien gradué, compacté à q3). Pour ce type de matériau compacté à q3, on peut tabler sur un $E_{v2}^1 = 120$ MPa.

Nous rappelons que notre étude donne les éléments qui permettent d'atteindre les critères de portance des plateformes. Néanmoins, il appartiendra à l'entreprise d'adapter les moyens de compactage afin de respecter ces critères tout en préservant les bâtiments et ouvrages avoisinants.

Si le critère de portance n'est pas atteint, c'est que, soit :

- la teneur en eau du matériau constitutif de l'arase est plus élevée que pendant les sondages,
- la purge n'a pas été suffisamment approfondie,
- le matériau de couche de forme sous-jacent n'est pas de qualité suffisante en nature et/ou en compactage,
- le compactage est trop intensif et a « claqué » le support.

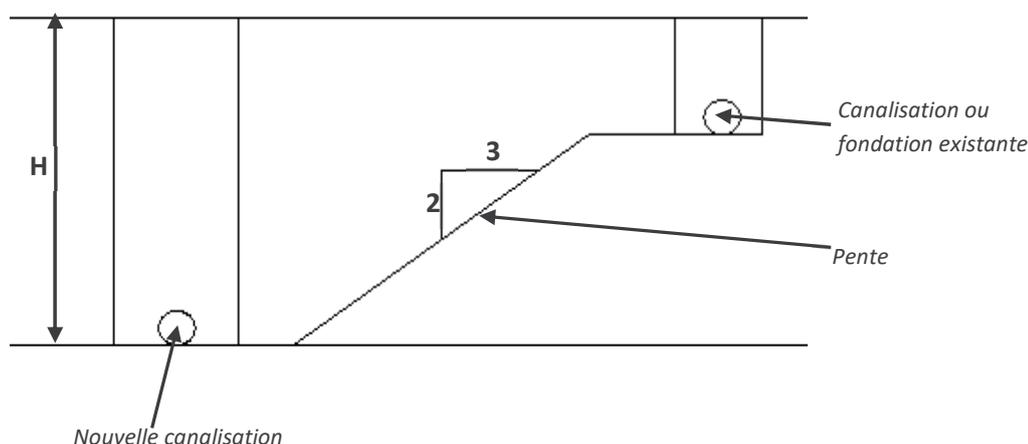
Il convient donc d'identifier le facteur incriminé pour choisir les mesures adaptées.



9. DISPOSITIONS GÉNÉRALES LIÉES À LA POSE DES COLLECTEURS – MISSION G2 AVP

9.1. DISPOSITIONS VIS-À-VIS DES OUVRAGES EXISTANTS

On prêtera une attention particulière à la tenue des ouvrages parallèles et aux réseaux existants. Au besoin, on adaptera la technique de travail ou on s'éloignera de ceux-ci pour en minimiser les effets.



La règle ci-avant est applicable aux réseaux créés à proximité des autres réseaux ou ouvrages existants. Il est impératif, dans ce cas, de vérifier les phénomènes de « renard solide » au cas par cas et d'éviter toute décompression du sol

Nous rappelons qu'après la réalisation des DICT, les concessionnaires nous ont signalé la présence des réseaux enterrés suivants :

- réseaux Télécom,
- réseaux EDF,
- réseaux Eau Potable,
- réseaux Eaux Usées.

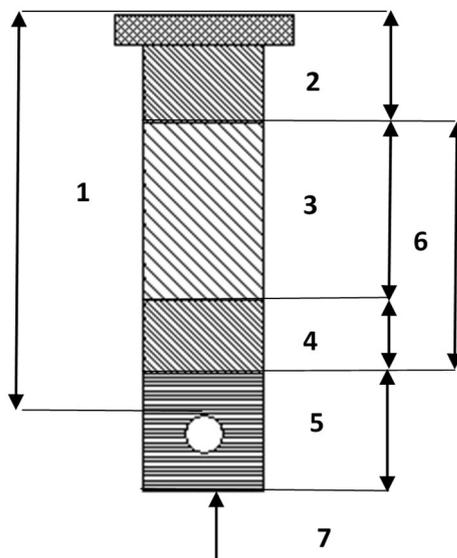
Remarque : Cette liste n'est pas exhaustive et ne comprend notamment pas l'ensemble des branchements particuliers non répertoriés.

9.2. REMBLAIEMENT DES TRANCHÉES

Les éléments de ce chapitre sont issus de la norme NF P 98-331 et du guide technique SETRA – Études et réalisation des tranchées.

9.2.1. COUPE TYPE D'UNE TRANCHÉE

On rappelle ci-après la coupe type d'une tranchée :



Légende :

- 1 Hauteur de recouvrement
- 2 Structure de chaussée (y compris revêtement)
- 3 Partie supérieure de remblai
- 4 Partie inférieure de remblai
- 5 Zone d'enrobage
- 6 Remblai proprement dit
- 7 Fond de tranchée

Objectif de densification

On distingue, les objectifs de densification ci-après :

Objectif de densification	Exigences	Utilisation en tranchées (détaillée en 6.2.4)
q1 ¹⁾	pdm ≥ 100 % pdOPM pdfc ≥ 98 % pdOPM	Non accessible au petit matériel de compactage
q2 ¹⁾	pdm ≥ 97 % pdOPN pdfc ≥ 95 % pdOPM	Chaussée
q3	pdm ≥ 98,5 % pdOPN pdfc ≥ 96 % pdOPN	Partie supérieure de remblai
q4 ²⁾	pdm ≥ 95 % pdOPN pdfc ≥ 92 % pdOPN	Remblai Zone d'enrobage des tranchées de hauteur de recouvrement < 1.30m et certaines tranchées de hauteur de recouvrement ≥ 1.30m ² .
q5 ²⁾	pdm ≥ 90 % pdOPN pdfc ≥ 87 % pdOPN	Zone d'enrobage (uniquement pour les tranchées dont la hauteur de recouvrement ≥ 1.30m ou q4 n'est pas exigé). ³⁾
<p>1) q1 et q2 sont définis dans la norme NF P 98-115</p> <p>2) le choix q4 ou q5 pour l'enrobage dans le cas des tranchées profondes est à fixer en fonction des conditions rencontrées : encombrement des réseaux, difficultés d'exécution particulières,</p> <p>3) Il peut s'avérer que l'objectif de densification q5 ne puisse être atteint : cette contrainte pouvant ou non avoir été démontrée dès les études préalables ou si l'étude géotechnique ne l'a pas détectée, constatée à l'ouverture de la tranchée (par exemple un encombrement important de la tranchée, un fond de fouille en zone compressible, etc., ...). Dans ce cas, une étude spécifique sera exigée afin de définir les moyens pour garantir la bonne tenue de la tranchée et du réseau dans le temps (prise en compte dans le modèle de calcul, utilisation de matériaux adaptés, etc., ...).</p>		

Remarque

- pdm = masse volumique moyenne du sol sec,
- pdfc = masse volumique en fond de couche du sol sec,
- pdOPN = masse volumique à l'Optimum Proctor Normal,
- pdOPM = masse volumique à l'Optimum Proctor Modifié.

9.2.2. RAPPEL DES CAS TYPES

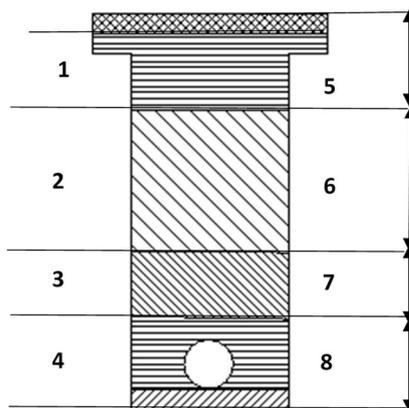
Quatre cas types sont recensés et détaillés ci-après, dans chaque paragraphe spécifique :

- sous chaussée (cas type 1) selon la profondeur de la tranchée, les objectifs de densification sont q2 et q3, ou q2 - q3 et q4. Il en est de même pour les trottoirs ou accotements supportant des charges lourdes,
- sous trottoir (cas type 2) ne supportant pas de charges lourdes, les objectifs de densification sont q3 et q4,
- sous accotement (cas type 3), les objectifs de densification sont fonction de la position de la tranchée par rapport à la rive de chaussée et du risque d'avoir à supporter ou non des charges lourdes,
- sous chemin empierré ne supportant pas des charges lourdes et sous espaces verts (cas type 4), les objectifs de densification sont q4.

Le matériel de compactage est adapté à la nature des matériaux utilisés pour le remblaiement, aux qualités de compactage exigées et aux contraintes environnementales.



a) Objectifs de densification exigés sous chaussées, trottoirs et zones supportant des charges lourdes (cas type 1) :



Légende :

1 q2	5 Rétablissement de la chaussée à l'identique
2 q3	6 Partie supérieure de remblai (PSR)
3 q4	7 Partie inférieure de remblai (PIR)
4 q4 ou q5	8 Zone d'enrobage

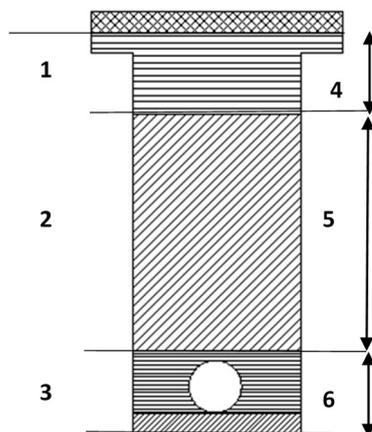
Dans le cas d'une réfection de chaussée qualitativement à l'identique, l'épaisseur de la structure de chaussée est majorée d'au moins 10 % du fait de l'inexistence de matériaux d'objectif q1.

La partie supérieure du remblai en matériaux de niveau d'objectif q3 a une épaisseur variable selon l'importance du trafic.

Dans le cas où l'épaisseur de matériau de niveau d'objectif q4 ne dépasse pas 0.15m, le remblai est obligatoirement réalisé avec le même matériau que celui de la partie supérieure du remblai.

b) Objectifs de densification exigés sous trottoirs ne supportant pas des charges lourdes (cas type 2) :

1. sur un trottoir non revêtu, la surface est constituée au minimum de 0,15m d'une grave compactée avec un objectif de densification de niveau q3,
2. sur un trottoir revêtu, la surface est reconstituée à l'identique.

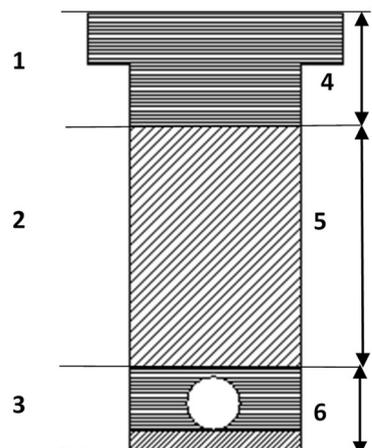


Légende :

- 1 q3
- 2 q4
- 3 q4 ou q5
- 4 Rétablissement du trottoir à l'identique
- 5 Epaisseur variable en fonction de la profondeur de tranchée (jamais inférieure à 0.15m)
- 6 Zone d'enrobage

c) Objectifs de densification exigés sous accotements (cas type 3) :

Si l'accotement est susceptible de supporter des charges lourdes, l'objectif de densification est identique à celui de la tranchée sous chaussée. S'il n'est pas susceptible de supporter des charges lourdes, l'objectif de densification est q3 en partie supérieure du remblai sur une épaisseur égale à celle de la chaussée avec un minimum de 0.30m, en partie inférieure du remblai l'objectif est q4.



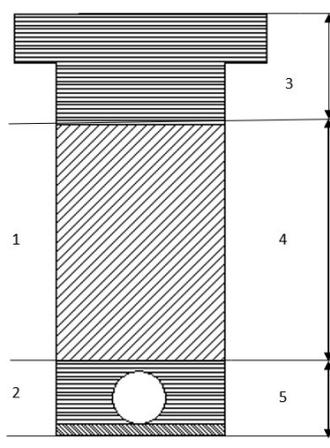
Légende :

- 1 q3
- 2 q4
- 3 q4 ou q5
- 4 Epaisseur égale à celle de la chaussée contiguë, avec un minimum de 0.30m
- 5 Remblai
- 6 Zone d'enrobage

d) Objectifs de densification exigés sous chemins empierrés ne supportant pas des charges lourdes et sous espaces verts (cas type 4) :

L'épaisseur de « Terre Végétale » est au moins équivalente à celle avant travaux. Le matériel de compactage est adapté à la nature des matériaux utilisés pour le remblai, aux qualités de compactage exigées et aux contraintes environnementales.

L'épaisseur de structure du chemin empierré peut s'avérer supérieure à l'épaisseur initiale.

**Légende :**

- 1 q4
- 2 q5
- 3 Terre végétale
- 4 Remblai
- 5 Zone d'enrobage

9.2.3. RAPPEL DES MATÉRIAUX UTILISABLES EN Q3 (GUIDE TECHNIQUE LCPC—SETRA)

		Zone industrielle, portuaire, gares routières (2) nb de PL ptac > 35 kN (1)	Trafic interurbain ou traversée d'agglomérations (2) nb de PL ptac > 35 kN (1)	Trafic urbain ou périurbain (2) nb de PL ptac > 35 kN (1)	Classe de matériaux utilisables (*) (normes NF P 11-300) matériaux élaborés (*)	Épaisseur de matériaux en q3 (partie supérieure de remblai)
MJA par Sens	Fort trafic	> 75	> 190	> 375	B ₁ , B ₃ , C ₁ B ₁ , C ₂ B ₁ , C ₁ B ₃ , C ₂ B ₃ , D ₁ , D ₂ , D ₃ ,	> = 0.60m ou > = 0.40m (**)
	Trafic moyen	25 à 75	60 à 190	125 à 375	R ₁₁ , R ₂₁ , R ₂₂ , R ₄₁ , R ₄₂ , R ₆₁ , R ₆₂ , F ₃₁ , F ₆₁ , F ₆₂ , F ₇₁ , F ₈ , C ₁ B ₄ , et C ₂ B ₄	> = 0.45m ou > = 0.30m (**)
	Faible trafic	< 25	< 60	< 125	après élimination de la fraction fine O/d	> = 0.30m

(1) trafic déterminé selon la norme NF P 98 - 082. Le passage d'un trafic PL de 35 kN de PTAC à un trafic de 50 KN de CU se fait par application d'un coefficient défini dans la norme NF P 98-082 (3).

(2) Le coefficient d'agressivité appliqué dans le tableau ci-dessus qui permet de passer d'une colonne à l'autre est différent de celui de la norme NF P 98-082. Il signifie qu'un poids lourd de la 3^{ème} colonne (trafic urbain ou périurbain) est sensiblement deux fois moins agressif qu'un poids lourd de la 2^{ème} colonne (trafic interurbain) et 5 fois moins agressif qu'un poids lourd de la 1^{ère} colonne (trafic de zone industrielle).

(*) D max des grains compatible avec l'exécution (cf. tableaux de Compactage)

(**) La valeur la plus faible est admise si les matériaux de la partie inférieure de remblai sont de même nature que ceux de la partie supérieure.

D'autres conditions sont envisageables. Elles peuvent présenter un avantage économique mais en contre partie présentent certains risques :

- réutilisation de certains sols sensibles à l'eau B₂, B₄, C₁B₂, C₂B₂ et C₁B₄, C₂B₄ sans élimination de la fraction fine à l'état m ou s,
- réutilisation de certains sols traités A₁, B₅, B₆, A₂ mais avec utilisation de liants hydrauliques, la chaux seule ne pouvant suffire à atteindre les objectifs de portance et de pérennité de la PSR.

9.2.4. RAPPEL DES MATÉRIAUX UTILISABLES EN Q4 (GUIDE TECHNIQUE LCPC – SETRA) – PARTIE INFÉRIEURE DE REMBLAI

Appellation selon NF P 11-300 Sols	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
Sols fins	A ₁ h ; A ₁ m ; A ₁ s ; A ₂ h ; A ₂ m	
Sols sableux et graveleux avec fines	B ₁ ; B ₂ h ; B ₂ m ; B ₂ s ; B ₃ ; B ₄ h ; B ₄ m ; B ₄ s ; B ₅ h ; B ₅ m ; B ₅ s ; B ₆ h ; B ₆ m	
Sols comportant des fines et des gros éléments	C ₁ A ₁ h ; C ₁ A ₁ m ; C ₁ A ₂ h ; C ₁ A ₂ m ; C ₂ A ₁ h ; C ₂ A ₁ m ; C ₂ A ₂ h ; C ₂ A ₂ m ; C ₁ B ₂ h ; C ₁ B ₂ m ; C ₁ B ₄ h ; C ₁ B ₄ m ; C ₁ B ₅ h ; C ₁ B ₅ m ; C ₁ B ₆ h ; C ₁ B ₆ m ; C ₂ B ₂ h ; C ₂ B ₂ m ; C ₂ B ₄ h ; C ₂ B ₄ m ; C ₂ B ₅ h ; C ₂ B ₅ m ; C ₂ B ₆ h ; C ₂ B ₆ m	
Sols comportant des fines (non argileuses) et des gros éléments	C ₁ B ₁ ; C ₁ B ₃ ; C ₂ B ₁ ; C ₂ B ₃	
Sols insensibles à l'eau	D ₁ ; D ₂ ; D ₃	

Appellation selon NF P 11-300 Matériaux rocheux	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
Craies	R ₁₁ ; R ₁₂ h ; R ₁₂ m ; R ₁₃ h ; R ₁₃ m	
Calcaires rocheux divers	R ₂₁ ; R ₂₂ ; R ₂₃	R ₂₂ et R ₂₃ assimilés à C ₂ B ₄
Roches siliceuses	R ₄₁ ; R ₄₂ ; R ₄₃	R ₄₂ assimilé à C ₂ B ₄ R ₄₃ assimilé à C ₁ B ₁
Roches magmatiques et métamorphiques	R ₆₁ ; R ₆₂ et R ₆₃	R ₆₂ et R ₆₃ assimilés à C ₂ B ₄

Appellation selon NF P 11-300 Sous-produits industriels	Symbole classification GTR	Assimilation pour le compactage
Cendres volantes et cendres de foyers silico-alumineuses de centrales thermiques	F ₂ h ; F ₂ m ; F ₂ s	F ₂ assimilé à A ₁
Schistes houillers	F ₃₁ F ₃₂	F ₃₁ et F ₃₂ assimilés à D ₃
Schistes des mines de potasse	F ₄₁	F ₄₁ assimilé à B ₅
Mâchefers d'incinération des ordures ménagères	F ₆₁ F ₆₂	F ₆₁ et F ₆₂ assimilés à B ₄
Matériaux de démolition	F ₇₁	F ₇₁ assimilé à C ₂ B ₄
Laitiers de haut-fourneau	F ₈	Fonction du type d'obtention
Matériaux d'apport élaborés	Difficulté de compactage	
Matériaux élaborés	DC1 ; DC2 ; DC3	

10. ÉTUDE DES ÉLÉMENTS GÉOTECHNIQUES LIÉS À LA POSE DES COLLECTEURS – MISSION G2 AVP

10.1. CONDITIONS GÉNÉRALES DE TERRASSEMENT

Un niveau de pose calé entre 2.00 et 4.55m de profondeur par rapport au terrain naturel actuel amène à un terrassement essentiellement dans les couches suivantes :

- Formations fines et de recouvrement,
- Substratum calcaire.

Les terrassements se feront à la pelle mécanique sur pneus lorsque ceux-ci seront sous voirie. L'utilisation de la pelle mécanique sur chenille pourra être envisagée pour la partie des terrassements intéressant les chemins en terre, les espaces verts et les zones cultivées. On devra avoir recours à un BRH en cas de rencontre de niveaux indurés et au sein du substratum calcaire. On aura intérêt à limiter la profondeur de terrassement afin de minimiser les terrassements en contexte rocheux si possible (cf refus à la pelle mécanique 16T). Les cadences au BRH risquent d'être très faibles. En fonction des cotes de pose, on pourra avoir à envisager des techniques de microminages.

Nous préconisons la réalisation des terrassements en situation météorologique favorable (hors pluie, neige, gel). En cas de situation météorologique défavorable, nous préconisons l'arrêt du chantier. Des arrivées d'eau sont prévisibles, notamment en cas de fortes pluies. Des dispositifs spécifiques devront être pris pour assurer à tout moment la mise hors d'eau de la fouille (réseaux drainants...) ainsi que le soutènement et la stabilité des talus.

10.2. GESTION DES VENUES D'EAU

Outre les eaux météoriques dont on se protégera conformément aux recommandations du Fascicule 70 et/ou 71, seront éventuellement rencontrées :

- Des arrivées d'eau de stagnation ponctuelles dans les matériaux remaniés par les fouilles archéologiques et le dessouchage correspondant à des eaux météoriques s'étant infiltrées récemment et ayant été piégées dans les matériaux pulvérulents,

Il est indispensable de réaliser les travaux en période de basses eaux afin de limiter au maximum les débits de pompage.

10.3. SOUTÈNEMENTS DES PAROIS DES TRANCHÉES

Le blindage pourra être de type blindage semi jointif à vérins latéraux avec rehausses si nécessaires.

À ce stade, nous préconisons de retenir les paramètres suivants pour le dimensionnement des soutènements :

Couche	γ (kN/m ³)	C' (kPa)	ϕ' (°)
0.0	-	-	-
1	18	5	25
2*	21	0	40

* considéré comme déstructuré par les plateaux et à comportement pulvérulent (blocaille), à l'échelle des travaux.

10.4. DRESSAGE DES FONDS DE FOUILLE – ZONE DE POSE – ENROBAGE

Le fond de fouille doit assurer une portance suffisante pour la mise en place des réseaux et remblais, et pour la circulation des personnels et matériels du chantier. Le problème de portance peut se poser localement au sein des sols meubles au niveau des poches humides. Par ailleurs, en contexte rocheux, les blocs ou pointements rocheux peuvent abîmer les conduites.

La mise en œuvre d'un lit de pose de 0,30m, réalisé avec le même matériau que celui prévu pour l'enrobage de la canalisation, est donc conseillée ici (zones molles, blocs, pointements rocheux).

Le matériau d'enrobage utilisé, devra respecter les critères suivants :

- D < 22 mm si le diamètre de la canalisation est inférieur à 200 mm,
- D < 40 mm si le diamètre de la canalisation est supérieur à 200 mm.

En cas de risque d'entraînement hydraulique, il conviendra d'adapter la granulométrie en utilisant des matériaux plus grossiers. On pourra tabler sur la mise en œuvre d'un matériau d'apport de type grave roulée, s'inscrivant dans une courbe granulométrique de Talbot-Füller :

$$\frac{p}{100} = \left(\frac{d}{D}\right)^n$$

Avec :

- p = passant au tamis de diamètre d,
- D = diamètre des plus gros éléments,
- n = coefficient compris entre 0,35 et 0,5, à ajuster sur D

Le passant à 80 μ m sera inférieur à 5%.

10.5. BATARDAGE DES TRANCHÉES

Les tranchées ne doivent pas être des vecteurs parasitant l'hydrogéologie locale par un effet de tranchée drainante. On prévoira donc de disposer très régulièrement un dispositif d'étanchéité type batardeau en béton ou en matériaux imperméables compactés pour éviter tout transit longitudinal, de préférence au droit des regards qui seront assis et enrobés d'un blocage béton faisant barrage à l'écoulement des eaux, particulièrement ici compte-tenu des voiries en pente.

En cas de recoupement par la tranchée de venues d'eau latérales, on batardera immédiatement à l'aval pour préserver l'équilibre hydrique des formations argileuses. L'exécution des tranchées et leur remblaiement devront être conformes au règlement de voirie.

10.6. CONTEXTE DE SOLS ARGILEUX À FORT POTENTIEL DE GONFLEMENT

Selon les zones, le fond de tranchée pourra être localisé dans des couches à fort potentiel de gonflement (notamment la couche 1).

On peut donc craindre des phénomènes de gonflement :

- si on modifie la charge verticale à la baisse,
- si on modifie le niveau hydrique à la hausse.

Dans ces conditions, on veillera à :

- éviter tout effet tranchée drainante,
- bien compacter les matériaux en tranchée,
- refermer la fouille à l'avancement et en excluant le terrassement dans ces formations hors nappe par météo défavorable.

10.7. RÉEMPLOI DES MATÉRIAUX DU SITE

Identification : Les matériaux identifiés le long du tracé correspondent principalement à des remblais dont la classe GTR est A2 /A3 à l'état s et ts au moment de leur prélèvement au sein de la couche 1. Les matériaux de la couche 2 n'ont pas fait l'objet d'essais en laboratoire, il s'agit ici de matériaux rocheux dont la granulométrie dépendra fortement des moyens mis en œuvre à l'extraction. On risque cependant d'avoir des matériaux très hétérogènes, avec de gros blocs.

Réemploi : De manière générale, seront évacués et mis en dépôt définitif :

- les matériaux naturels renfermant des matières organiques ou susceptibles de provoquer des tassements ultérieurs irréguliers (limons organiques, matériaux à l'état hydrique très humide),
- les matériaux gelés (si travail en hiver),
- les matériaux gélifs si la protection au gel apportée par les matériaux de chaussée n'est pas suffisante,
- les matériaux situés à l'état hydrique h à th, sauf si un traitement ou une aération sont envisageables,
- les remblais anthropiques hétérogènes,
- les matériaux plastiques type A₃, A₄,
- les matériaux présentant des éléments supérieurs à 100mm ce qui risque d'être le cas ici pour des excavations dans le rocher, à moins d'envisager un criblage.

En partie inférieure de remblai, les matériaux de la couche 1 sont théoriquement réemployables (matériaux A2). Cependant, leur mise en œuvre doit être faite à l'état hydrique m (moyennement humide), et, en fonction des conditions météo précédant le chantier et pendant celui-ci, il sera difficile vraisemblablement de jouer sur la teneur en eau pour assurer une mise en œuvre dans de bonnes conditions.

Les matériaux rocheux pourront également être mis en œuvre en q4, en partie inférieure de remblai ; là aussi, il faudra être capable de maîtriser la granulométrie obtenue après extraction, ce qui peut s'avérer illusoire en fonction des moyens utilisés et pas à l'échelle du chantier.

Le réemploi en q3 n'est possible théoriquement que pour les matériaux rocheux, avec les mêmes contraintes de criblage, élimination de blocs, et d'obtention d'une granulométrie continue pour pouvoir compacter les couches.

EN CONCLUSION :

- en partie inférieure de remblai (q4), nous préconisons avoir recours à des matériaux d'apport qui satisfassent aux critères du tableau du chapitre 7.3.4,
- en partie supérieure de remblais (q3), on devra avoir recours à des matériaux d'apport qui satisfassent aux critères du tableau chapitre 7.3.3.

Pour les matériaux nobles d'apport, on prévoira l'amenée d'un matériau d'apport de type 0/31.5, type concassé calcaire, propre (VBS < 0.1, passant à 80µm < 5%) et compacté à un critère de référence :

- q4 en partie inférieure de remblais, soit 95 % de l'OPN,
- q3 en partie supérieure de remblais, soit 98.5 % de l'OPN.

10.8. MATÉRIEL DE COMPACTAGE

Le tableau ci-après présente une gamme de matériels de compactage adaptés à la fois à l'objectif de densification et aux matériaux utilisés en remblais :

Objectifs de densification	Classification GTR 92 (matériaux réutilisables)	Nature du matériel de compactage utilisable
q4	A ₁ – A ₂ – B ₅ – B ₆ – C ₁ B ₆ – C ₁ B ₅ – B ₄ – B ₃ – D ₂ (graves sableuses)	Compacteurs vibrants de type PVi (largeur de compactage < 1.30m) Plaques vibrantes PQi Pilonneuses vibrantes PN _i et à percussion PPi
q3	D ₃ – D ₂ (graves sableuses)	Compacteurs vibrants de type PV2 – PV3 – PV4 Plaques vibrantes PQ2 – PQ3 – PQ4 Pilonneuses vibrantes PN1 – PN 2 – PN3 Pilonneuses à percussion PP2
q2	Classés Di par le GTR 92 Sol non traité Difficulté de compactage supposé DC2	Compacteurs vibrants de type PV2 – PV3 – PV4 Plaques vibrantes PQ2 – PQ3 – PQ4 Pilonneuses vibrantes PN1 – PN 2 – PN3

La qualité de compactage sera contrôlée et vérifiée par des essais au pénétromètre dynamique avec une fréquence de points de contrôle fonction du linéaire en accord avec le tableau suivant :

Linéaire (m)	< 5	20	100	500	> 500
Nombre de points	1	2	4	8	8 + 1 point tous les 200m supplémentaires

Le retrait du blindage se fera par couche de remblaiement après compactage.

Une attention particulière sera à envisager lors des opérations de compactage à proximité des bâtiments existants afin de limiter les vibrations.

10.9. MATÉRIEL DE CONTRÔLE DE COMPACTAGE

Nous proposons d'envisager les contrôles de compactage à l'aide du pénétrodensitographe PDG 1000 ou Panda.

Le pénétrodensitographe ou PDG 1000 est un pénétromètre dynamique automatisé et monté sur remorque pour le contrôle des tranchées peu profondes et/ou étroites, adapté également pour le contrôle de remblai.

L'appareil fournit, en temps réel, un profil des enfoncements par coup en fonction de la profondeur, dont l'interprétation est immédiate dès lors que la nature GTR des sols traversés est connue (des valeurs seuils dépendant de la nature et de l'état hydrique sont mises en mémoire dans un micro-calculateur). Ainsi, il est possible de connaître à partir du profil, en plus de la position des intercouches, l'importance des éventuelles insuffisances de compactage et donc de conclure sur la qualité réalisée.

Le matériel est monté sur remorque et tractable par un véhicule léger (fourgonnette ou 4x4). Il permet de s'adapter aux sites et aux différentes mises en place qui peuvent être rencontrés (site urbain, chemin, champ, ...). Le battage automatisé et mécanique, permet d'atteindre la profondeur souhaitée.



Notre mission se termine à la remise du présent rapport qui constitue un ensemble indissociable.

Nous restons à la disposition de **TERRA AMÉNAGEMENT** et de tous les intervenants pour tous renseignements complémentaires.

Dressé par les Ingénieurs soussignés

Daphné BONNET
en charge de l'opération

Jean-Michel CUINET
en charge du contrôle interne





ANNEXES





ANNEXE 1

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES



TERRA

Route d'Obermodern 67330 BOUXWILLER

Lotissement WEIDENBAUM à BOUXWILLER

Plan de végétalisation - Prise en compte ZNIEFF et habitat de la Pie Grièche à tête Rousse



8, Place Geoffroy Velten
67170 BRUMATH
Tel: 03.88.25.50.50
Mail: contact@jgeometre.com

Echelle : 1/750



ANNEXE 2

COUPES DES SONDAGES DE RECONNAISSANCE À LA TARIÈRE





HYDROGÉOTECHNIQUE

**TERRA AMÉNAGEMENT
BOUXWILLER - Lotissement et perméabilité**

Contrat C.21.22.157

Date début : 13/07/2021

Cote NGF : 238.42

Profondeur : 0,00 - 1,70 m

Machine : H200

X : 2028646.80

Opérateur : S. BÉGUE-PAGE

Y : 8191152.40

1/20

Forage : TA1

EXGTE B3.21.2/GTE

Cote NGF	Profondeur	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Remarques
238,12 m	0,30 m	 Limon légèrement sableux brun à cailloux, cailloutis, racines et radicelles 0,30 m	Tarière Ø64 mm	Pas notoire	
237,42 m	1,00 m	 Limon argileux marron-beige à rares débris de bois 1,00 m			
236,72 m	1,70 m	 Limon fin marron-beige à cailloutis calcaires 1,70 m			



HYDROGÉOTECHNIQUE

**TERRA AMÉNAGEMENT
BOUXWILLER - Lotissement et perméabilité**

Contrat C.21.22.157

Date début : 21/06/2021

Cote NGF : 238,70

Profondeur : 0,00 - 2,00 m

Machine : H200

X : 2028693,66

Opérateur : S. BÉGUE-PAGE

Y : 8191176,86

1/20

Forage : TA2

EXGTE B3.21.2/GTE

Cote NGF	Profondeur	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Remarques
238,30 m	0,40 m	Limon fin légèrement argileux marron à cailloux et débris de briques	Tarière Ø64 mm	Pas notoire	
238		Limon argileux marron			
237,70 m	1,00 m				
237		Limon fin marron			
236,70 m	2,00 m				



HYDROGÉOTECHNIQUE

**TERRA AMÉNAGEMENT
BOUXWILLER - Lotissement et perméabilité**

Contrat C.21.22.157

Date début : 16/06/2021

Cote NGF : 237,42

Profondeur : 0,00 - 2,00 m

Machine : H200

X : 2028719,21

Opérateur : S. BÉGUE-PAGE

Y : 8191178,77

1/20

Forage : TA3

EXGTE B3.21.2/GTE

Cote NGF	Profondeur	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Remarques
237,12 m	0 0,30 m	Limofin marron à racines et radicelles	Tarière Ø64 mm	Pas notoire	
237		Limons argileux marron-beige à rares racines et radicelles			
236,42 m	1,00 m				
236		Sable moyen marron à cailloux calcaires			
235,42 m	2,00 m				



HYDROGÉOTECHNIQUE

**TERRA AMÉNAGEMENT
BOUXWILLER - Lotissement et perméabilité**

Contrat C.21.22.157

Date début : 16/06/2021

Cote NGF : 229,89

Profondeur : 0,00 - 3,00 m

Machine : H200

X : 2028723,37

Opérateur : S. BÉGUE-PAGE

Y : 8191113,05

1/20

Forage : TA4

EXGTE B3.21.2/GTE

Cote NGF	Profondeur	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Remarques
229,49 m	0,40 m	0,40 m Limonmarron-beige à cailloux, cailloutis	Tarière Ø64 mm	Pas notoire	
229 228,89 m	1,00 m	1,00 m Limon argileux marron-brun à cailloux et cailloutis calcaires			
228 227 226,89 m	3,00 m	3,00 m Limon argileux marron-ocre à cailloutis calcaires			



HYDROGÉOTECHNIQUE

**TERRA AMÉNAGEMENT
BOUXWILLER - Lotissement et perméabilité**

Contrat C.21.22.157

Date début : 21/06/2021

Cote NGF : 228,75

Profondeur : 0,00 - 2,00 m

Machine : H200

X : 2028638,99

Opérateur : S. BÉGUE-PAGE

Y : 8191056,44

1/20

Forage : TA5

EXGTE B3.21.2/GTE

Cote NGF	Profondeur	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Remarques
228,45 m	0,30 m	0,30 m Limon brun à racines et cailloutis	Tarière Ø64 mm	Pas notoire	
228	1,00 m	1,00 m Limon argileux marron-beige et localement ocre			
227	2,00 m	2,00 m Limon fin marron-beige à cailloutis calcaires			



HYDROGÉOTECHNIQUE

**TERRA AMÉNAGEMENT
BOUXWILLER - Lotissement et perméabilité**

Contrat C.21.22.157

Date début : 17/06/2021

Cote NGF : 231,67

Profondeur : 0,00 - 0,70 m

Machine : H200

X : 2028744,23

Opérateur : S. BÉGUE-PAGE

Y : 8191140,14

1/20

Forage : TA6

EXGTE B3.21.2/GTE

Cote NGF	Profondeur	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Remarques
230,97 m	0 0,70 m	 Limons fins marron-beige à cailloux, cailloutis calcaires	Tarière Ø64 mm	Pas notoire	



HYDROGÉOTECHNIQUE

**TERRA AMÉNAGEMENT
BOUXWILLER - Lotissement et perméabilité**

Contrat C.21.22.157

Date début : 16/06/2021

Cote NGF : 226,82

Profondeur : 0,00 - 2,00 m

Machine : H200

X : 2028697,02

Opérateur : S. BÉGUE-PAGE

Y : 8191069,28

1/20

Forage : TA7

EXGTE B3.21.2/GTE

Cote NGF	Profondeur	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Remarques
226,52 m	0,30 m	Limon fin localement argileux marron à rares racines et radicelles	Tarière Ø64 mm	Pas notoire	
226,02 m	0,80 m	Limon argileux marron à cailloutis			
224,82 m	2,00 m	Limon fin marron à cailloux et cailloutis calcaires			



HYDROGÉOTECHNIQUE

**TERRA AMÉNAGEMENT
BOUXWILLER - Lotissement et perméabilité**

Contrat C.21.22.157

Date début : 17/06/2021

Cote NGF : 226,73

Profondeur : 0,00 - 2,00 m

Machine : H200

X : 2028734,68

Opérateur : S. BÉGUE-PAGE

Y : 8191086,33

1/20

Forage : TA8

EXGTE B3.21.2/GTE

Cote NGF	Profondeur	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Remarques
226,43 m	0,30 m	0,30 m Limon fin marron foncé à rares cailloutis et radicelles	Tarière Ø64 mm	Pas notoire	
226		Limon argileux marron-beige			
225,73 m	1,00 m	1,00 m			
225		Argile limoneuse marron-vert			
224,73 m	2,00 m	2,00 m			



HYDROGÉOTECHNIQUE

**TERRA AMÉNAGEMENT
BOUXWILLER - Lotissement et perméabilité**

Contrat C.21.22.157

Date début : 17/06/2021

Cote NGF : 226,56

Profondeur : 0,00 - 2,00 m

Machine : H200

X : 2028758,46

Opérateur : S. BÉGUE-PAGE

Y : 8191099,70

1/20

Forage : TA9

EXGTE B3.21.2/GTE

Cote NGF	Profondeur	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Remarques
226,16 m	0,40 m	Limon fin marron à débris de briques, cailloutis et radicelles	Tarière Ø64 mm	Pas notoire	
225,56 m	1,00 m	Limon argileux marron à cailloutis			
224,56 m	2,00 m	Limon argileux marron-vert			



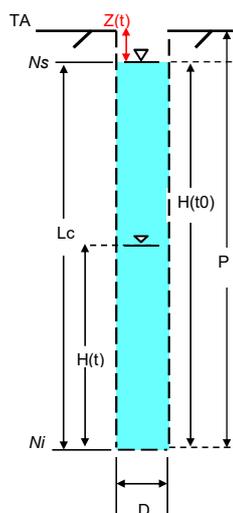
**GROUPE
HYDROGÉOTECHNIQUE**

**Essai de perméabilité à l'eau
en forage de type Porchet**

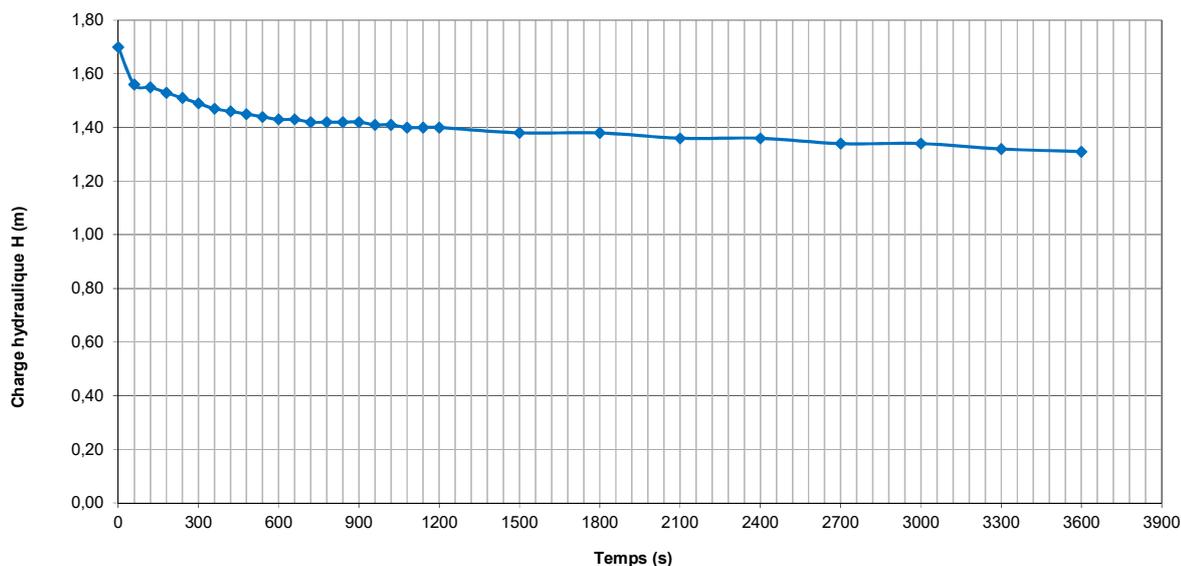
(à charge variable après arrêt d'injection
en sols non-saturés)

Dossier : C.21.22.157
Chantier : BOUXWILLER - LOTISSEMENT
Date : 17/06/2021
Lithologie Limon argileux marron

Sondage : TA2
Profondeur d'essai :
de (N_s = Niveau supérieur) : 0,00 m /TA
à (N_i = Niveau inférieur) : 1,70 m /TA
(TA = Terrain Actuel)



Temps t en s	Charge hydraulique H(t) en m	Variation de charge $\Delta H(t)$ en m	Observations		
0	1,700	0,000			
60	1,560	0,140			
120	1,550	0,010			
180	1,530	0,020			
240	1,510	0,020			
300	1,490	0,020			
360	1,470	0,020			
420	1,460	0,010			
480	1,450	0,010			
540	1,440	0,010			
600	1,430	0,010			
660	1,430	0,000			
720	1,420	0,010			
780	1,420	0,000			
840	1,420	0,000			
900	1,420	0,000			
960	1,410	0,010			
1020	1,410	0,000			
1080	1,400	0,010			
1140	1,400	0,000			
1200	1,400	0,000			
1500	1,380	0,020			
1800	1,380	0,000			
2100	1,360	0,020			
2400	1,360	0,000			
2700	1,340	0,020			
3000	1,340	0,000			
3300	1,320	0,020			
3600	1,310	0,010			
P = Profondeur du forage/TA (en m) =	1,70	2700	1,340	0,020	
Lc = Longueur de la cavité testée (en m) =	1,70	3000	1,340	0,000	
H(t(0)) = Charge au démarrage de l'essai (en m) =	1,70	3300	1,320	0,020	
D = Diamètre de la cavité (en m) =	0,06	3600	1,310	0,010	



Perméabilité (K) = 4E-07 m.s⁻¹



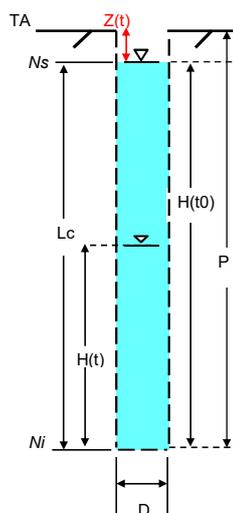
**GROUPE
HYDROGÉOTECHNIQUE**

**Essai de perméabilité à l'eau
en forage de type Porchet**

(à charge variable après arrêt d'injection
en sols non-saturés)

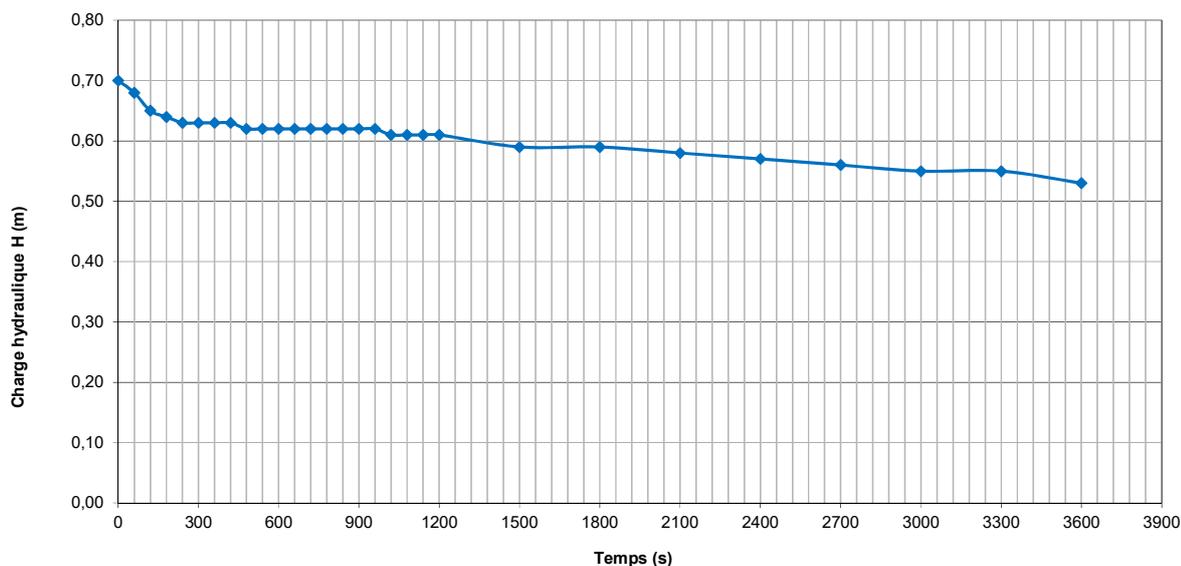
Dossier : C.21.22.157
Chantier : BOUXWILLER - LOTISSEMENT
Date : 17/06/2021
Lithologie Limon argilo-sableux marron

Sondage : TA5
Profondeur d'essai :
de (N_s = Niveau supérieur) : 0,80 m /TA
à (N_i = Niveau inférieur) : 1,50 m /TA
(TA = Terrain Actuel)



Temps t en s	Charge hydraulique H(t) en m	Variation de charge $\Delta H(t)$ en m	Observations
0	0,700	0,000	
60	0,680	0,020	
120	0,650	0,030	
180	0,640	0,010	
240	0,630	0,010	
300	0,630	0,000	
360	0,630	0,000	
420	0,630	0,000	
480	0,620	0,010	
540	0,620	0,000	
600	0,620	0,000	
660	0,620	0,000	
720	0,620	0,000	
780	0,620	0,000	
840	0,620	0,000	
900	0,620	0,000	
960	0,620	0,000	
1020	0,610	0,010	
1080	0,610	0,000	
1140	0,610	0,000	
1200	0,610	0,000	
1500	0,590	0,020	
1800	0,590	0,000	
2100	0,580	0,010	
2400	0,570	0,010	
2700	0,560	0,010	
3000	0,550	0,010	
3300	0,550	0,000	
3600	0,530	0,020	

P = Profondeur du forage/TA (en m) =	1,50
Lc = Longueur de la cavité testée (en m) =	0,70
H(t(0)) = Charge au démarrage de l'essai (en m) =	0,70
D = Diamètre de la cavité (en m) =	0,06



Perméabilité (K) = 8E-07 m.s⁻¹



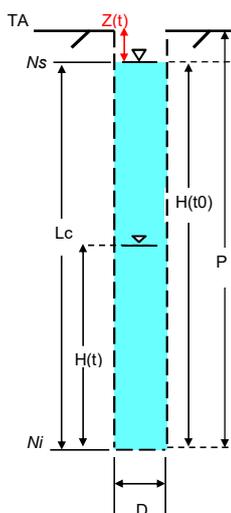
**GROUPE
HYDROGÉOTECHNIQUE**

**Essai de perméabilité à l'eau
en forage de type Porchet**

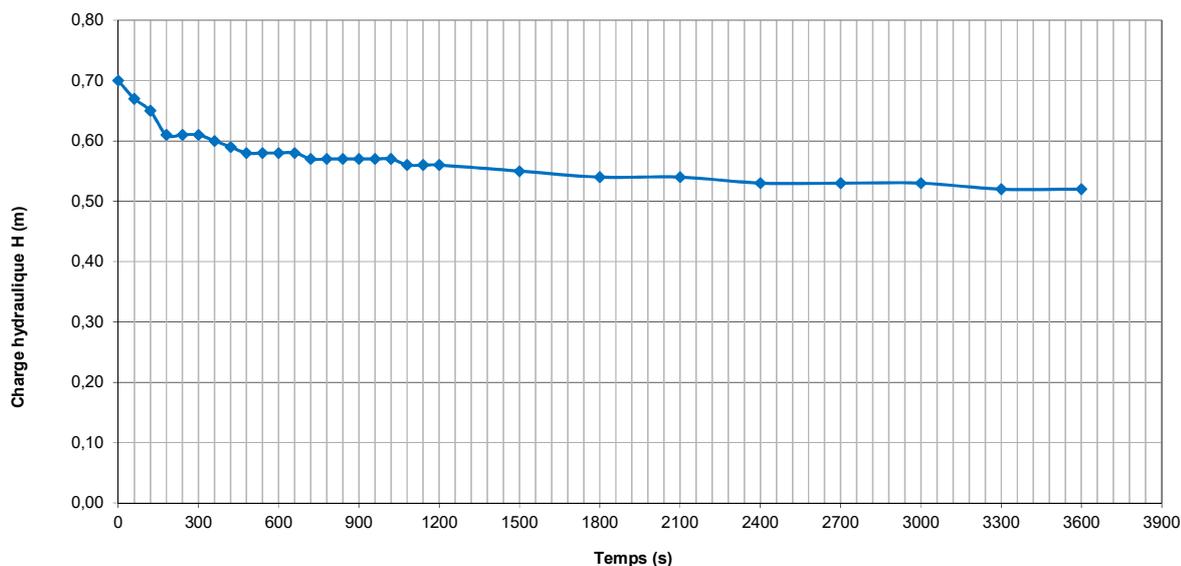
(à charge variable après arrêt d'injection
en sols non-saturés)

Dossier : C.21.22.157
Chantier : BOUXWILLER - LOTISSEMENT
Date : 17/06/2021
Lithologie Argile sableuse beige

Sondage : TA7
Profondeur d'essai :
de (Ns = Niveau supérieur) : 0,80 m /TA
à (Ni = Niveau inférieur) : 1,50 m /TA
(TA = Terrain Actuel)



Temps t en s	Charge hydraulique H(t) en m	Variation de charge $\Delta H(t)$ en m	Observations
0	0,700	0,000	
60	0,670	0,030	
120	0,650	0,020	
180	0,610	0,040	
240	0,610	0,000	
300	0,610	0,000	
360	0,600	0,010	
420	0,590	0,010	
480	0,580	0,010	
540	0,580	0,000	
600	0,580	0,000	
660	0,580	0,000	
720	0,570	0,010	
780	0,570	0,000	
840	0,570	0,000	
900	0,570	0,000	
960	0,570	0,000	
1020	0,570	0,000	
1080	0,560	0,010	
1140	0,560	0,000	
1200	0,560	0,000	
1500	0,550	0,010	
1800	0,540	0,010	
2100	0,540	0,000	
2400	0,530	0,010	
2700	0,530	0,000	
3000	0,530	0,000	
3300	0,520	0,010	
3600	0,520	0,000	
P = Profondeur du forage/TA (en m) =	1,50	2700	0,000
Lc = Longueur de la cavité testée (en m) =	0,70	3000	0,000
H(t(0)) = Charge au démarrage de l'essai (en m) =	0,70	3300	0,010
D = Diamètre de la cavité (en m) =	0,06	3600	0,000



Perméabilité (K) = 4E-07 m.s⁻¹



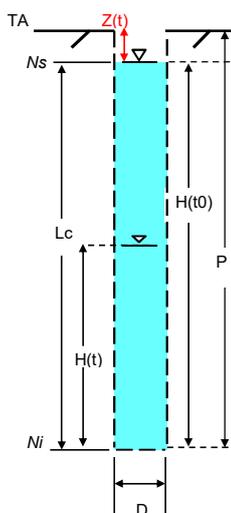
**GROUPE
HYDROGÉOTECHNIQUE**

**Essai de perméabilité à l'eau
en forage de type Porchet**

(à charge variable après arrêt d'injection
en sols non-saturés)

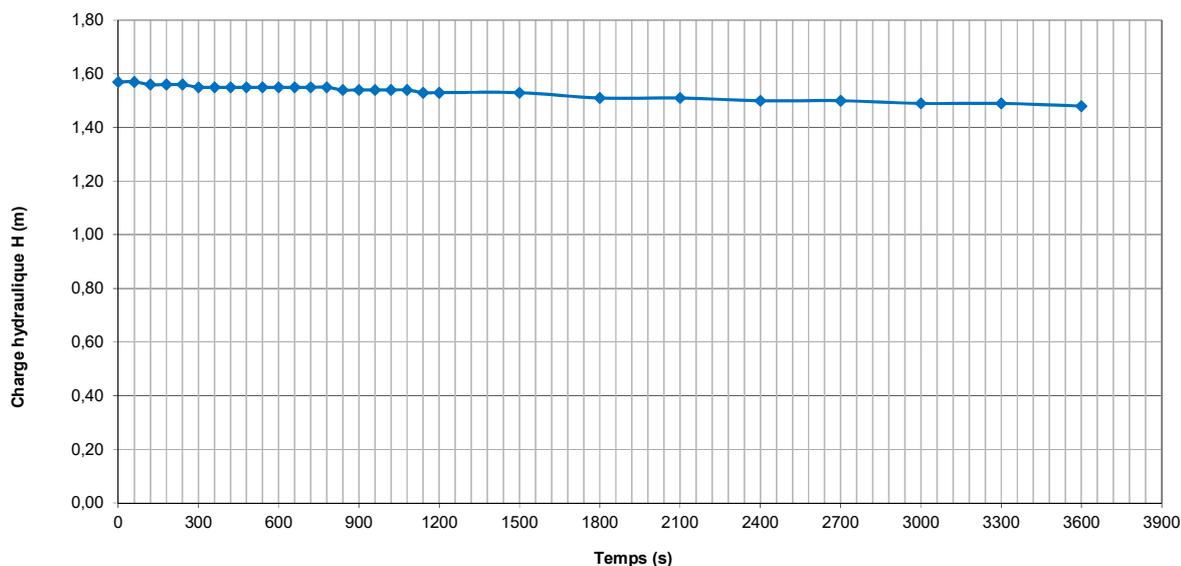
Dossier : C.21.22.157
Chantier : BOUXWILLER - LOTISSEMENT
Date : 17/06/2021
Lithologie Argile limoneuse marron

Sondage : TA9
Profondeur d'essai :
de (N_s = Niveau supérieur) : 0,13 m /TA
à (N_i = Niveau inférieur) : 1,70 m /TA
(TA = Terrain Actuel)



Temps t en s	Charge hydraulique H(t) en m	Variation de charge $\Delta H(t)$ en m	Observations
0	1,570	0,000	
60	1,570	0,000	
120	1,560	0,010	
180	1,560	0,000	
240	1,560	0,000	
300	1,550	0,010	
360	1,550	0,000	
420	1,550	0,000	
480	1,550	0,000	
540	1,550	0,000	
600	1,550	0,000	
660	1,550	0,000	
720	1,550	0,000	
780	1,550	0,000	
840	1,540	0,010	
900	1,540	0,000	
960	1,540	0,000	
1020	1,540	0,000	
1080	1,540	0,000	
1140	1,530	0,010	
1200	1,530	0,000	
1500	1,530	0,000	
1800	1,510	0,020	
2100	1,510	0,000	
2400	1,500	0,010	
2700	1,500	0,000	
3000	1,490	0,010	
3300	1,490	0,000	
3600	1,480	0,010	

P = Profondeur du forage/TA (en m) =	1,70
Lc = Longueur de la cavité testée (en m) =	1,57
H(t(0)) = Charge au démarrage de l'essai (en m) =	1,57
D = Diamètre de la cavité (en m) =	0,06



Perméabilité (K) = 2E-07 m.s⁻¹

ANNEXE 3

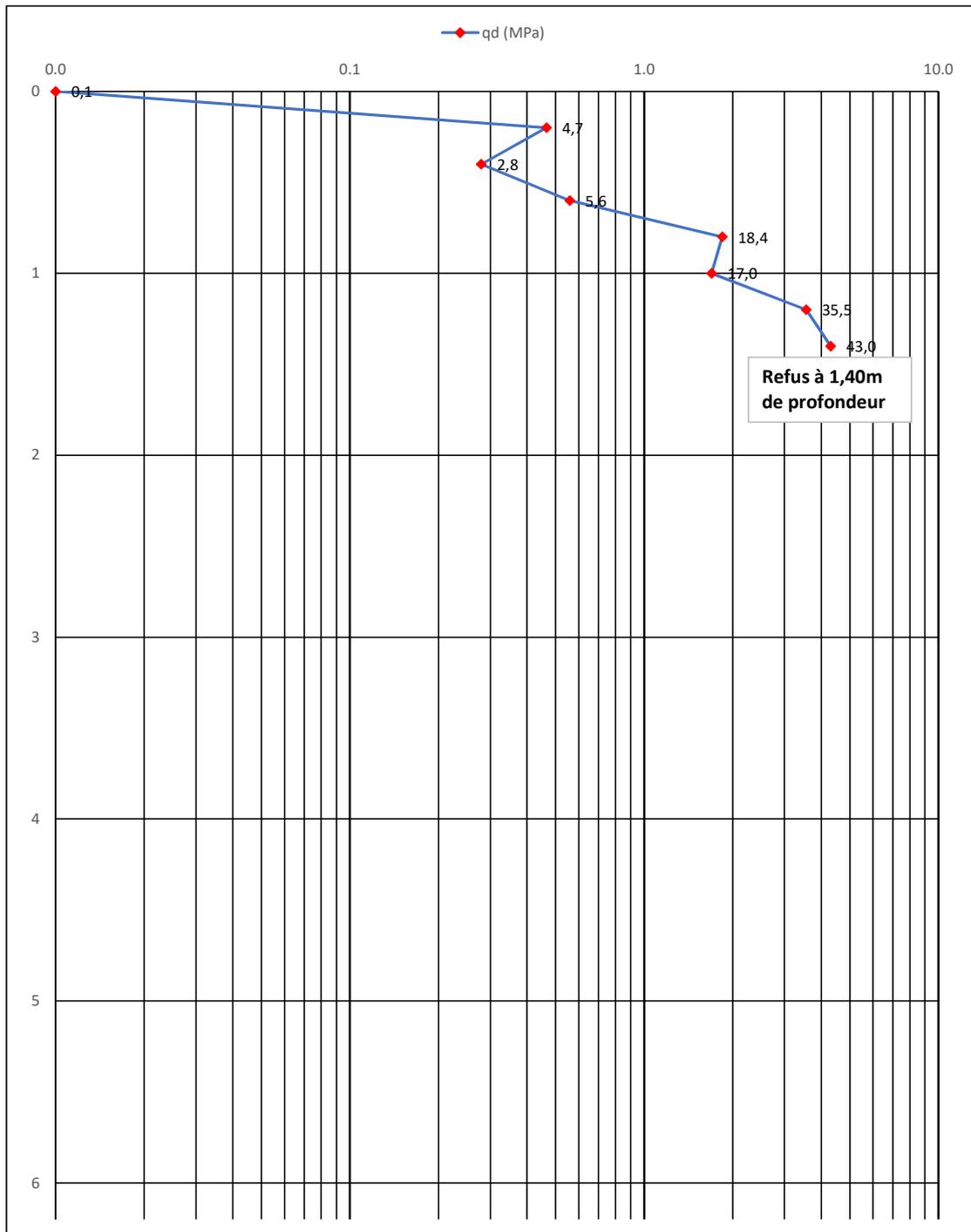
PÉNÉTROGRAMMES



Client **TERRA AMENAGEMENT**
 Chantier **BOUXWILLER - LOTISSEMENT**
 Dossier C.21.22.157
 Date 16 juin 2021

Sondage PD1

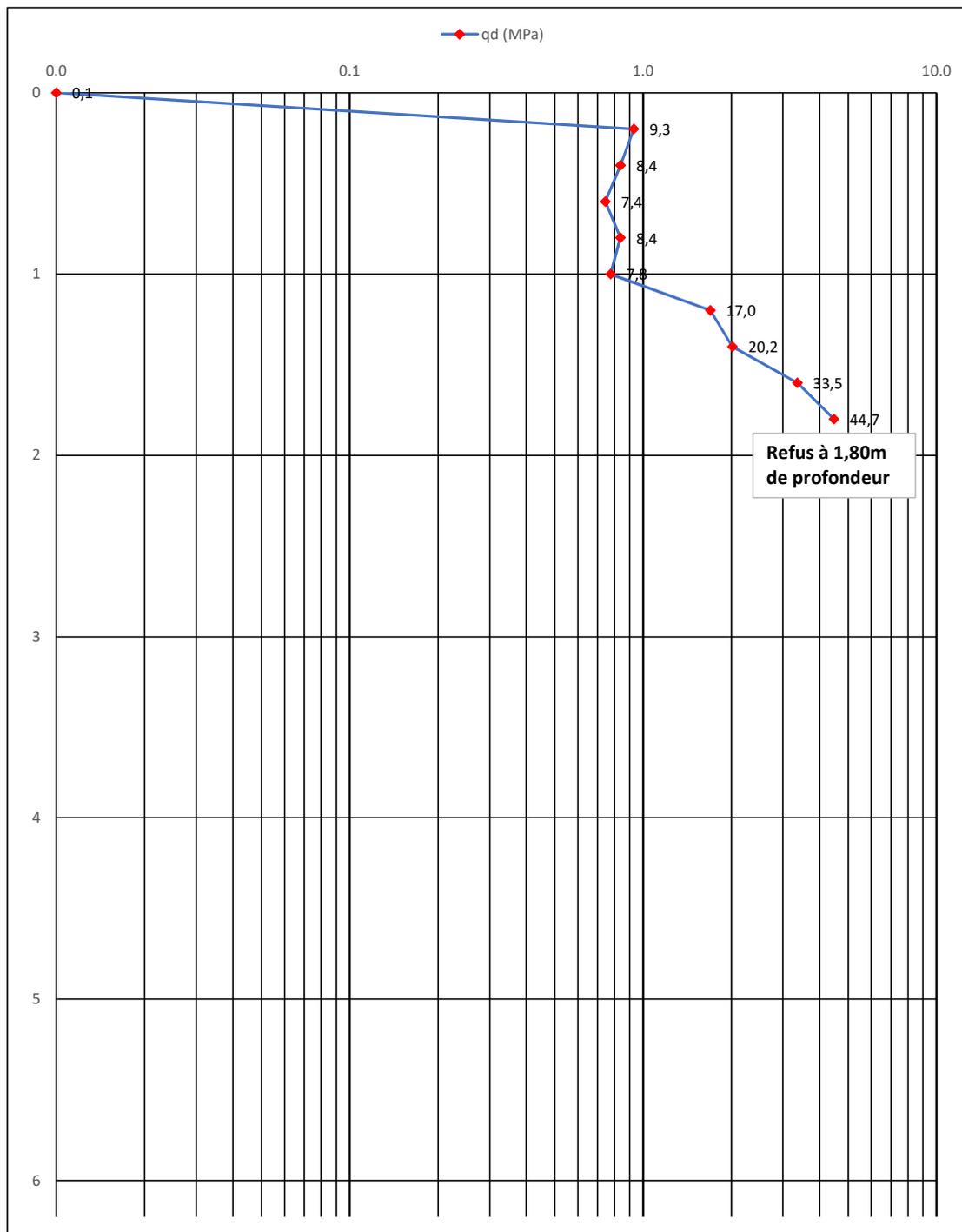
qd = résistance de pointe en MPa
 Formule de Redtenbacher



Client **TERRA AMENAGEMENT**
 Chantier **BOUXWILLER - LOTISSEMENT**
 Dossier C.21.22.157
 Date 21 juin 2021

Sondage PD2

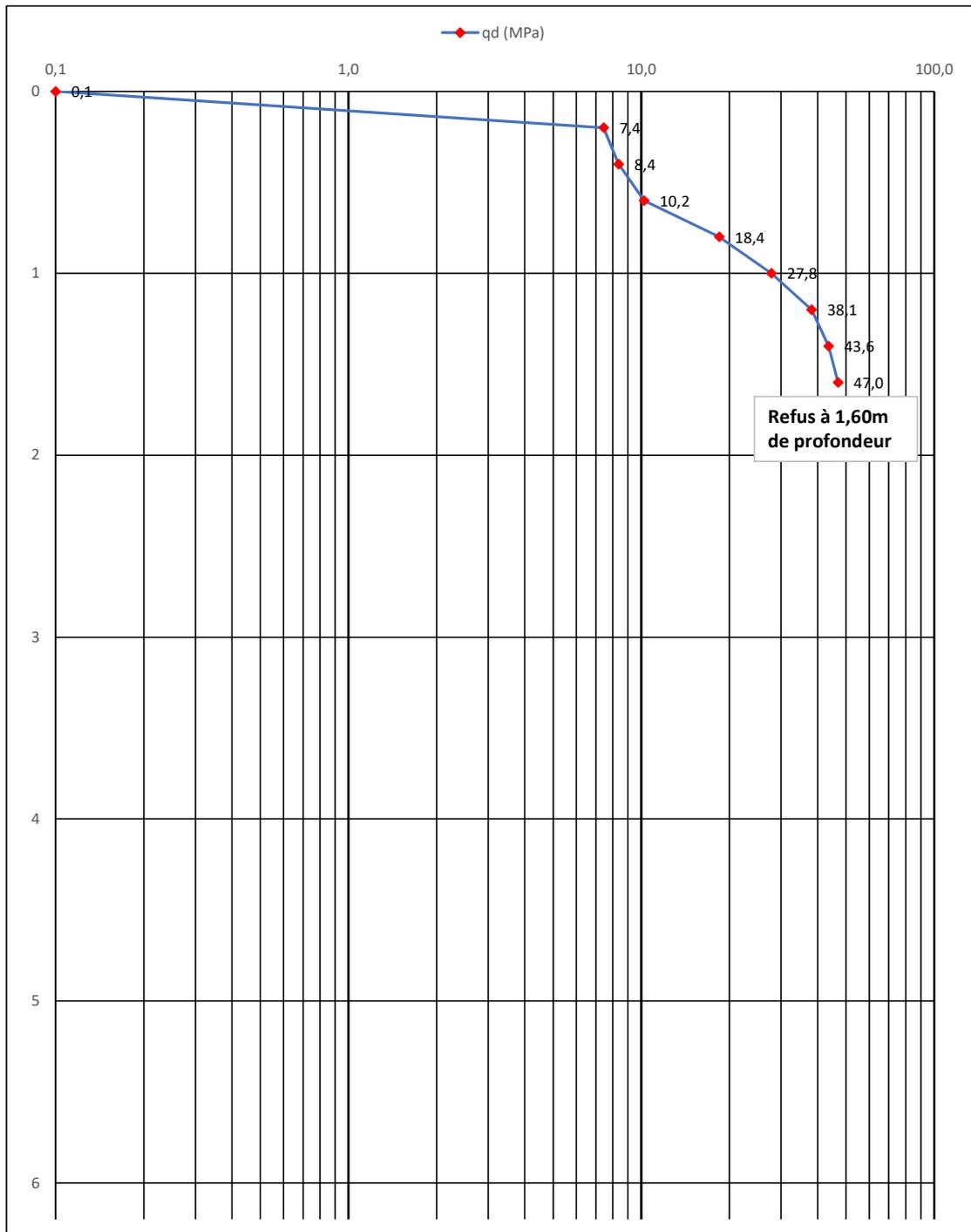
qd = résistance de pointe en MPa
 Formule de Redtenbacher



Client **TERRA AMENAGEMENT**
 Chantier **BOUXWILLER - LOTISSEMENT**
 Dossier C.21.22.157
 Date 16 juin 2021

Sondage PD3

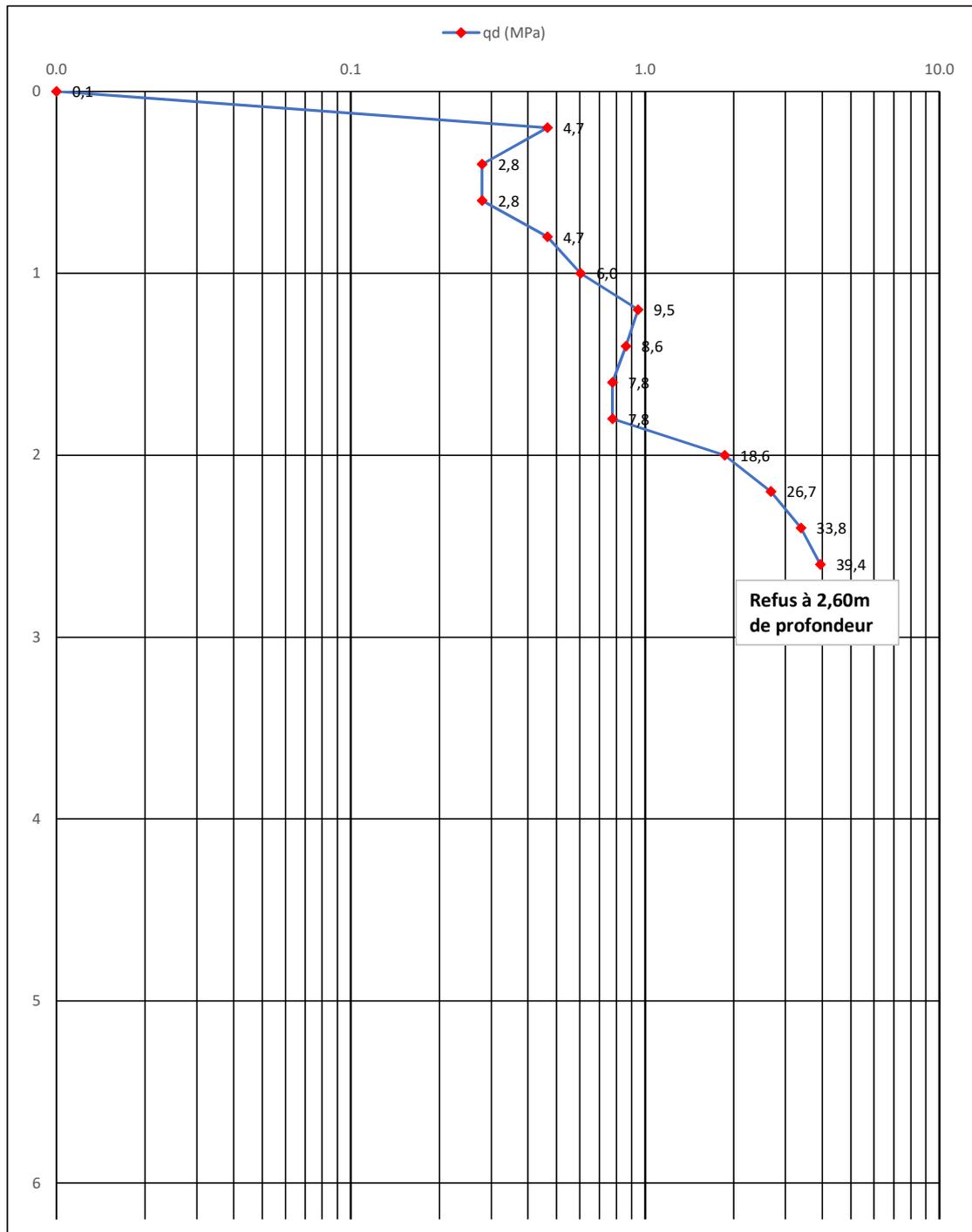
qd = résistance de pointe en MPa
 Formule de Redtenbacher



Client **TERRA AMENAGEMENT**
Chantier **BOUXWILLER - LOTISSEMENT**
Dossier C.21.22.157
Date 16 juin 2021

Sondage **PD4**

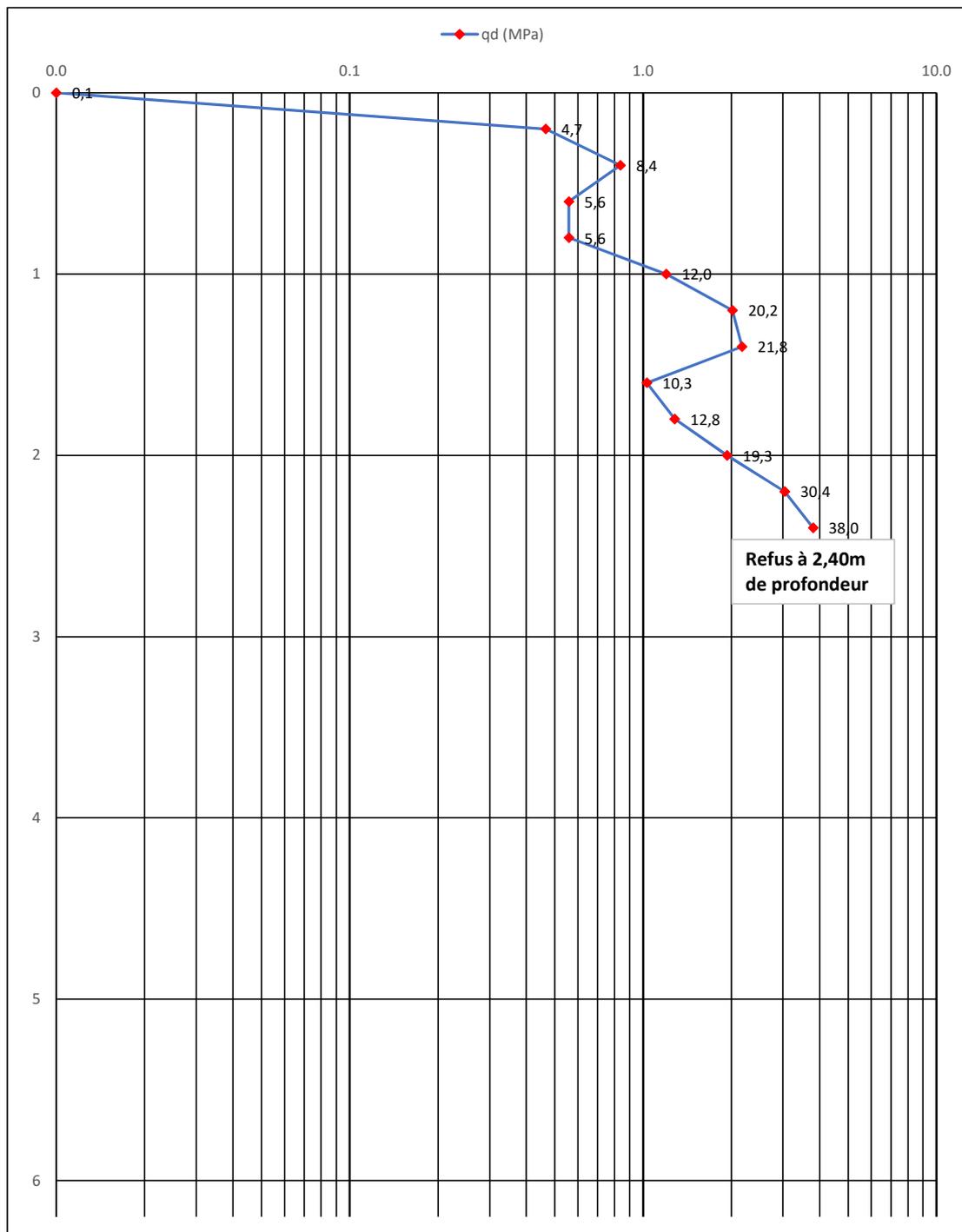
qd = résistance de pointe en MPa
Formule de Redtenbacher



Client **TERRA AMENAGEMENT**
Chantier **BOUXWILLER - LOTISSEMENT**
Dossier C.21.22.157
Date 21 juin 2021

Sondage PD5

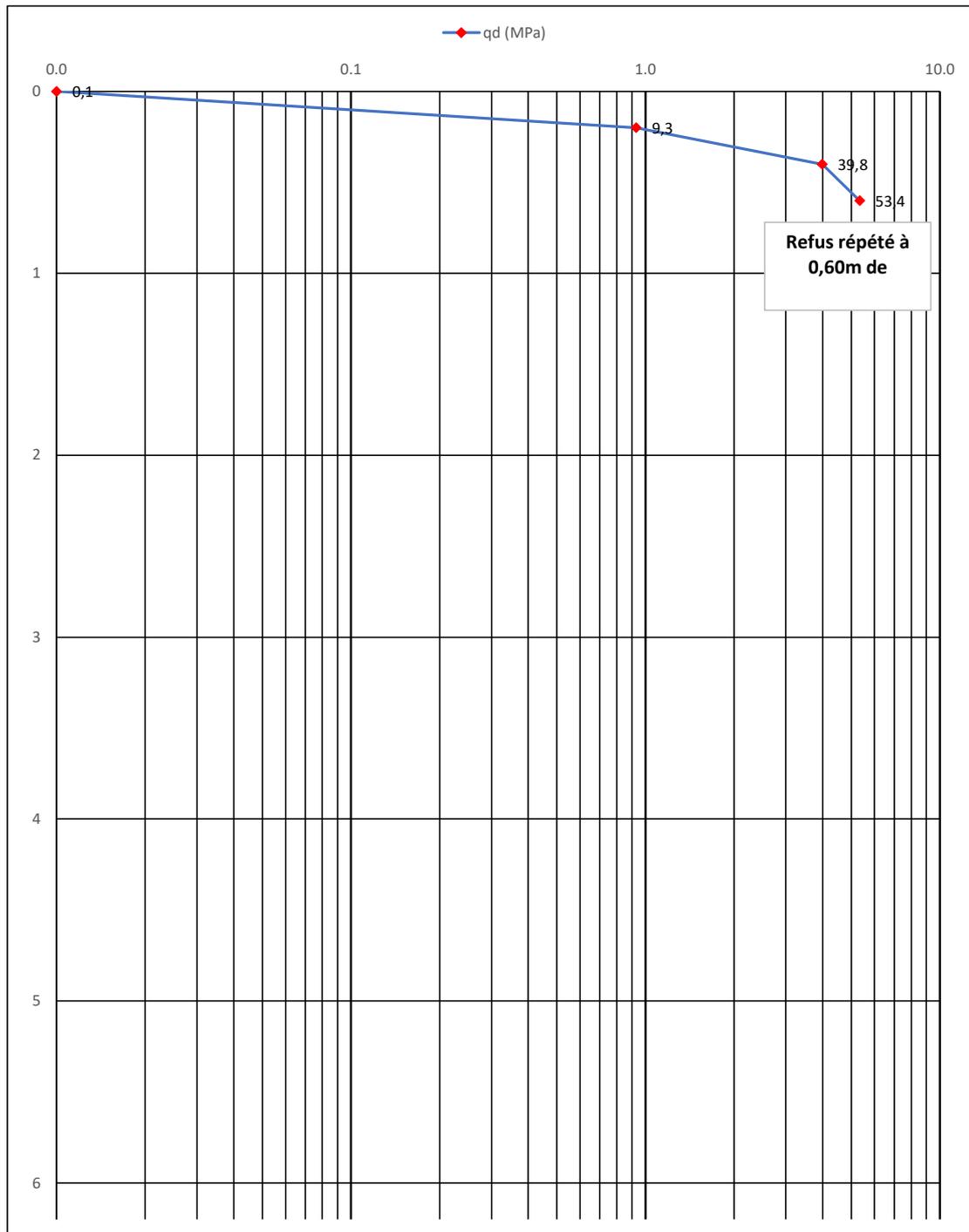
qd = résistance de pointe en MPa
Formule de Redtenbacher



Client **TERRA AMENAGEMENT**
 Chantier **BOUXWILLER - LOTISSEMENT**
 Dossier C.21.22.157
 Date 17 juin 2021

Sondage PD6

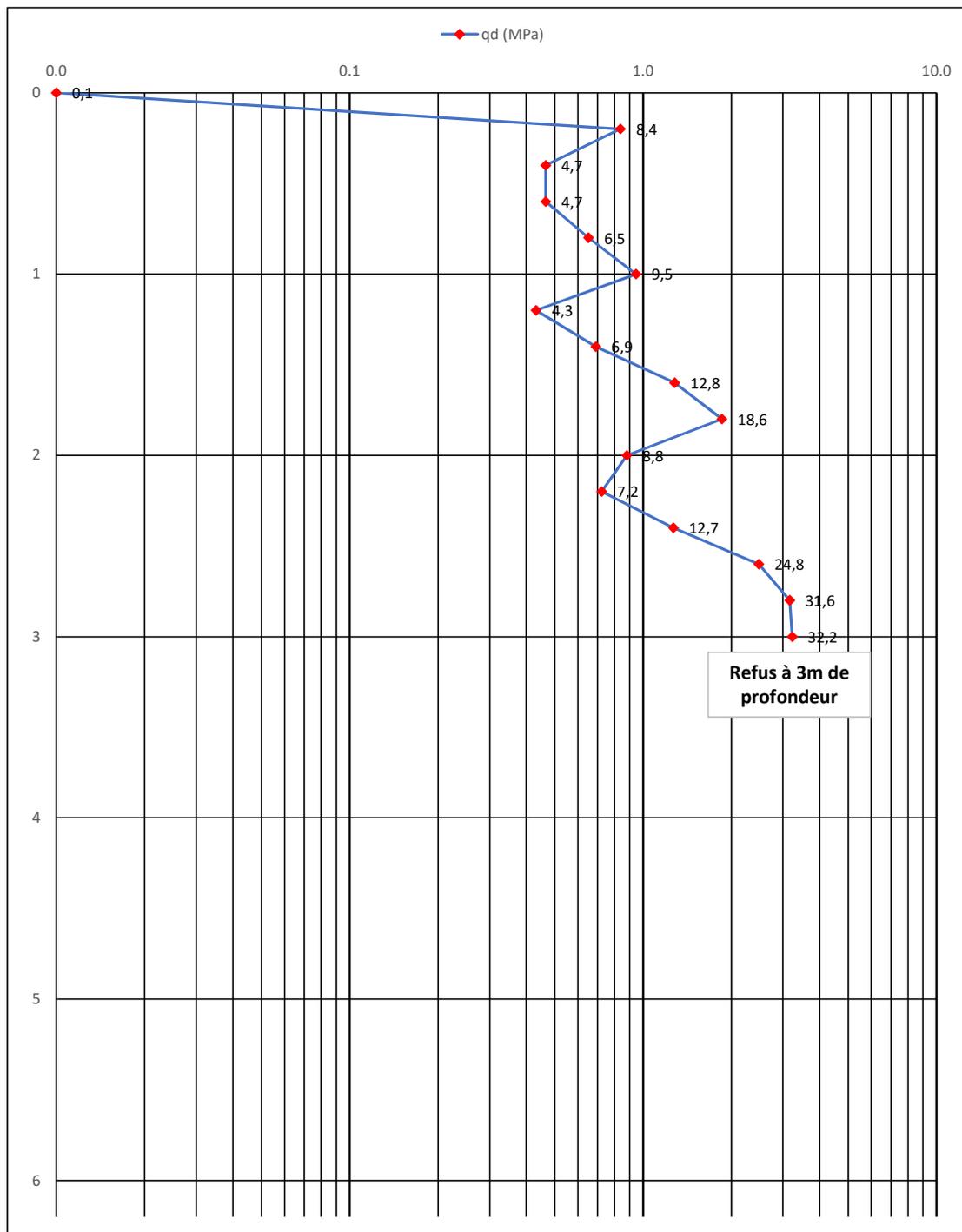
qd = résistance de pointe en MPa
 Formule de Redtenbacher



Client **TERRA AMENAGEMENT**
 Chantier **BOUXWILLER - LOTISSEMENT**
 Dossier C.21.22.157
 Date 16 juin 2021

Sondage PD7

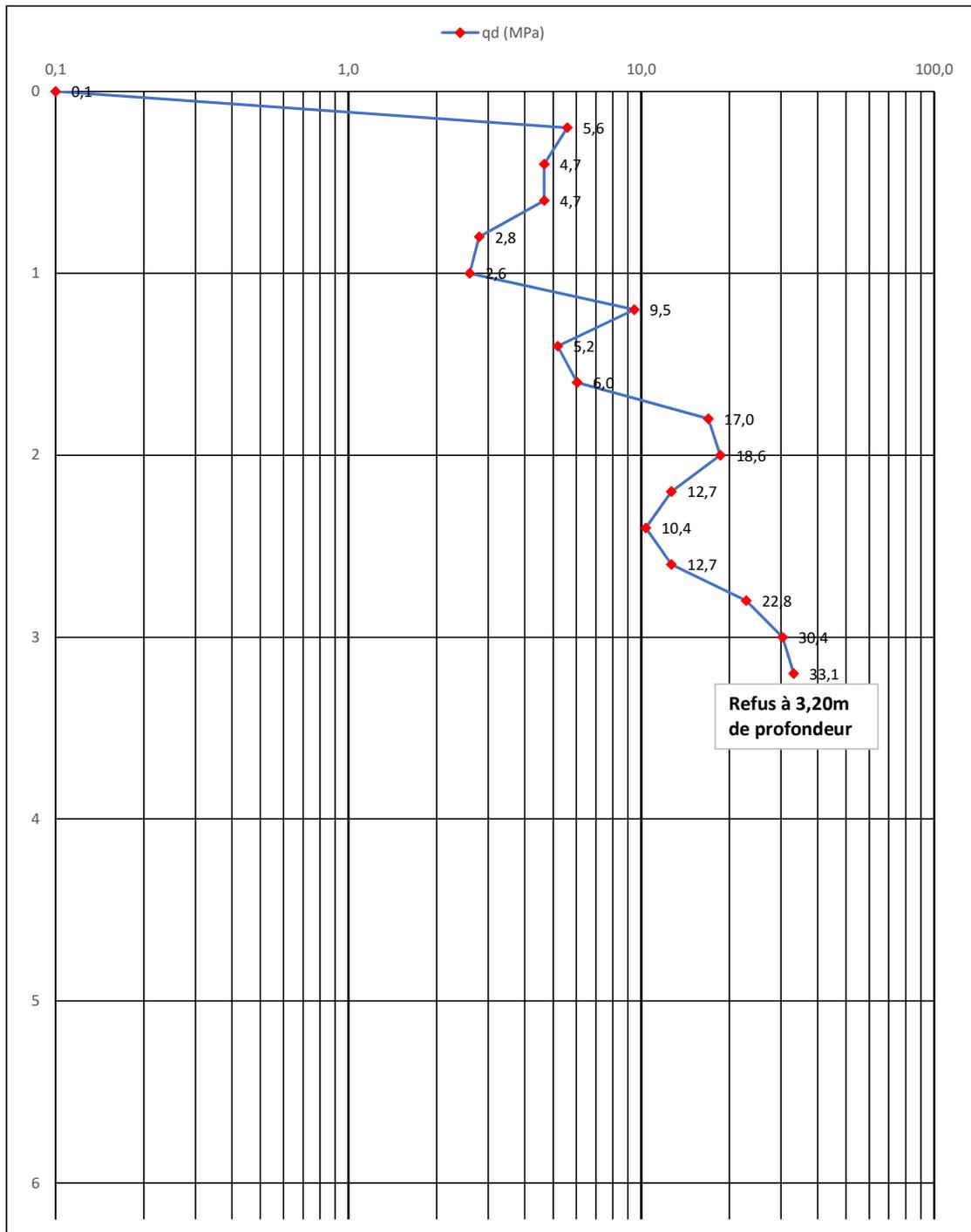
qd = résistance de pointe en MPa
 Formule de Redtenbacher



Client **TERRA AMENAGEMENT**
 Chantier **BOUXWILLER - LOTISSEMENT**
 Dossier C.21.22.157
 Date 17 juin 2021

Sondage PD8

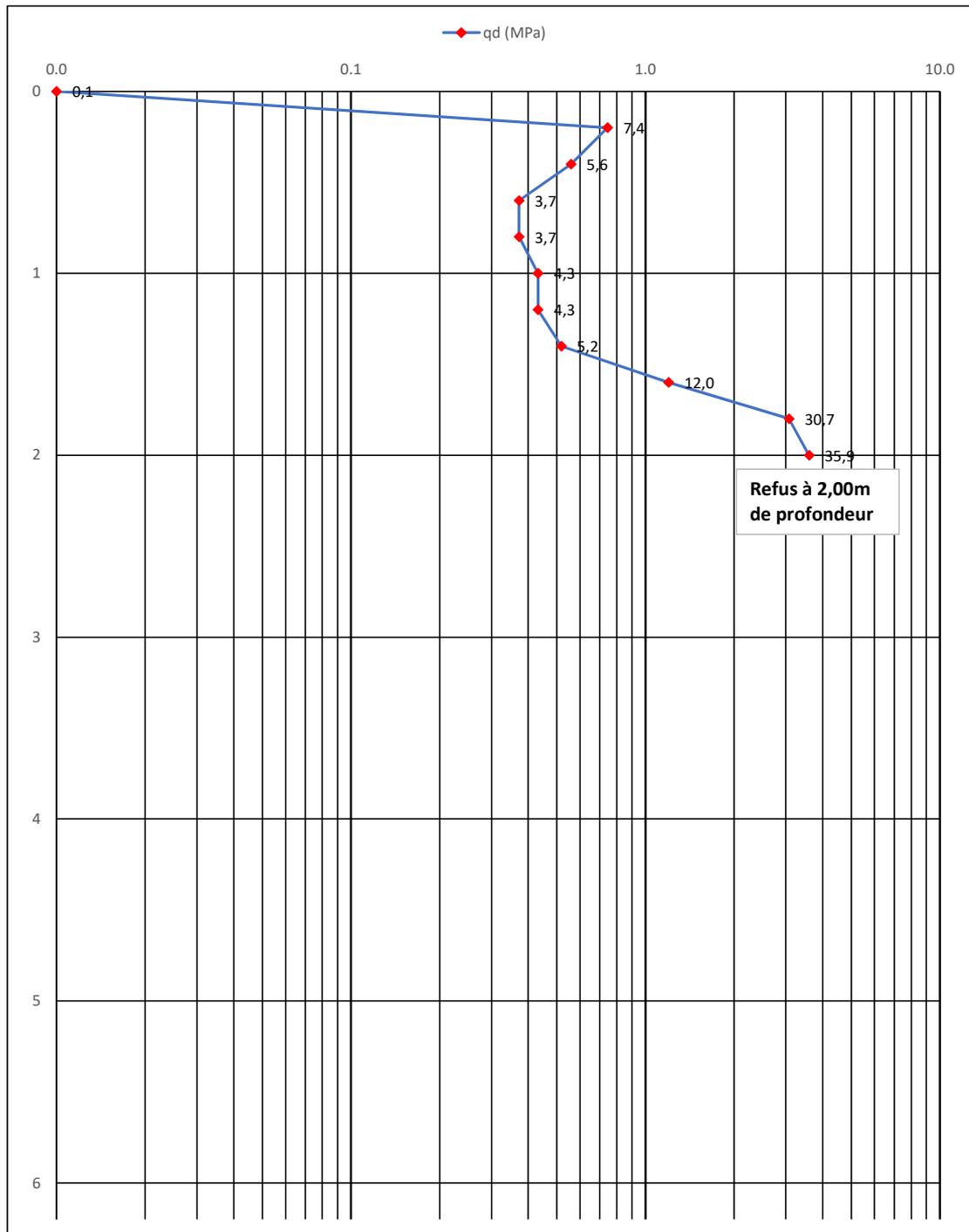
qd = résistance de pointe en MPa
 Formule de Redtenbacher



Client **TERRA AMENAGEMENT**
Chantier **BOUXWILLER - LOTISSEMENT**
Dossier C.21.22.157
Date 17 juin 2021

Sondage **PD9**

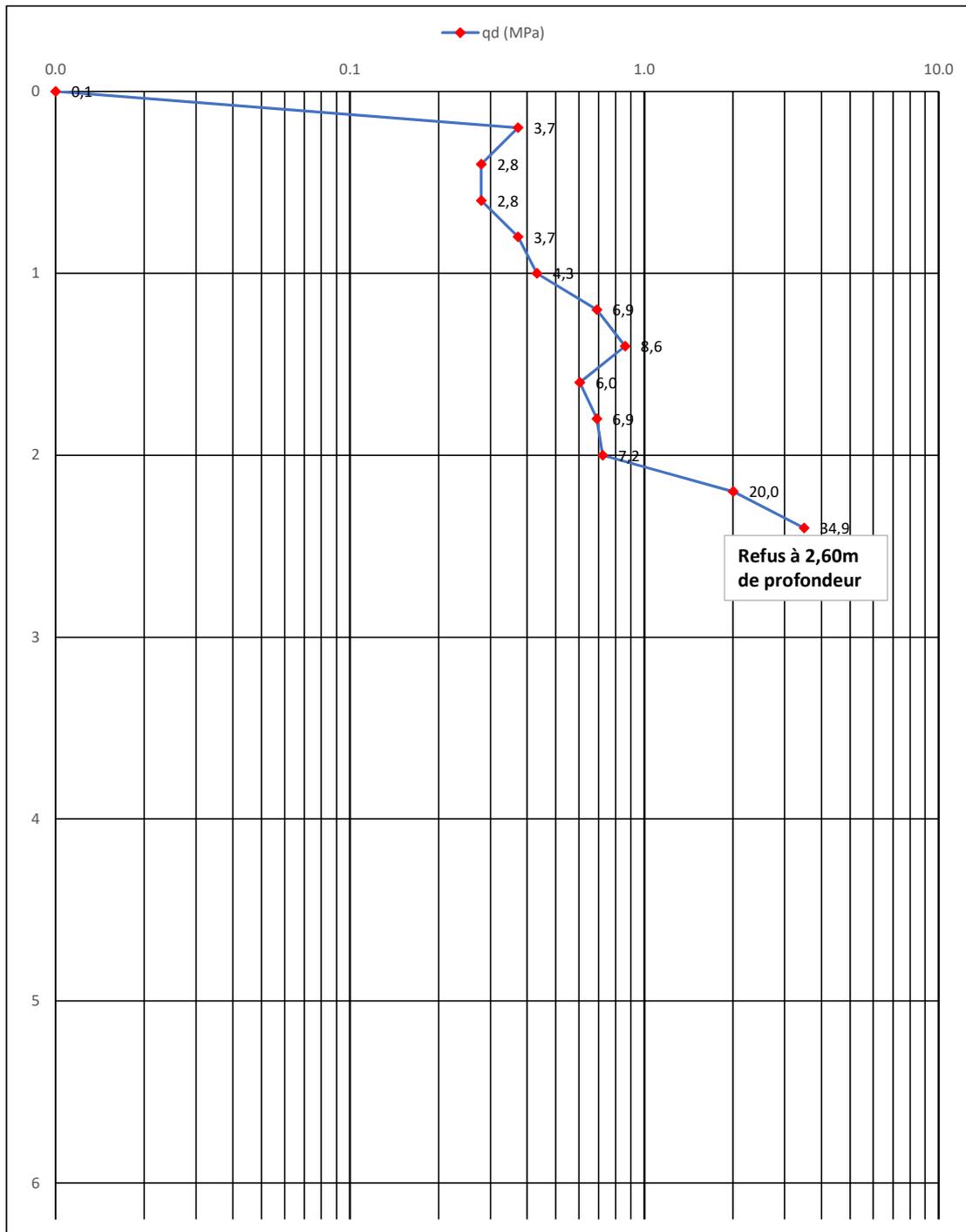
qd = résistance de pointe en MPa
Formule de Redtenbacher



Client **TERRA AMENAGEMENT**
 Chantier **BOUXWILLER - LOTISSEMENT**
 Dossier C.21.22.157
 Date 16 juin 2021

Sondage PD10

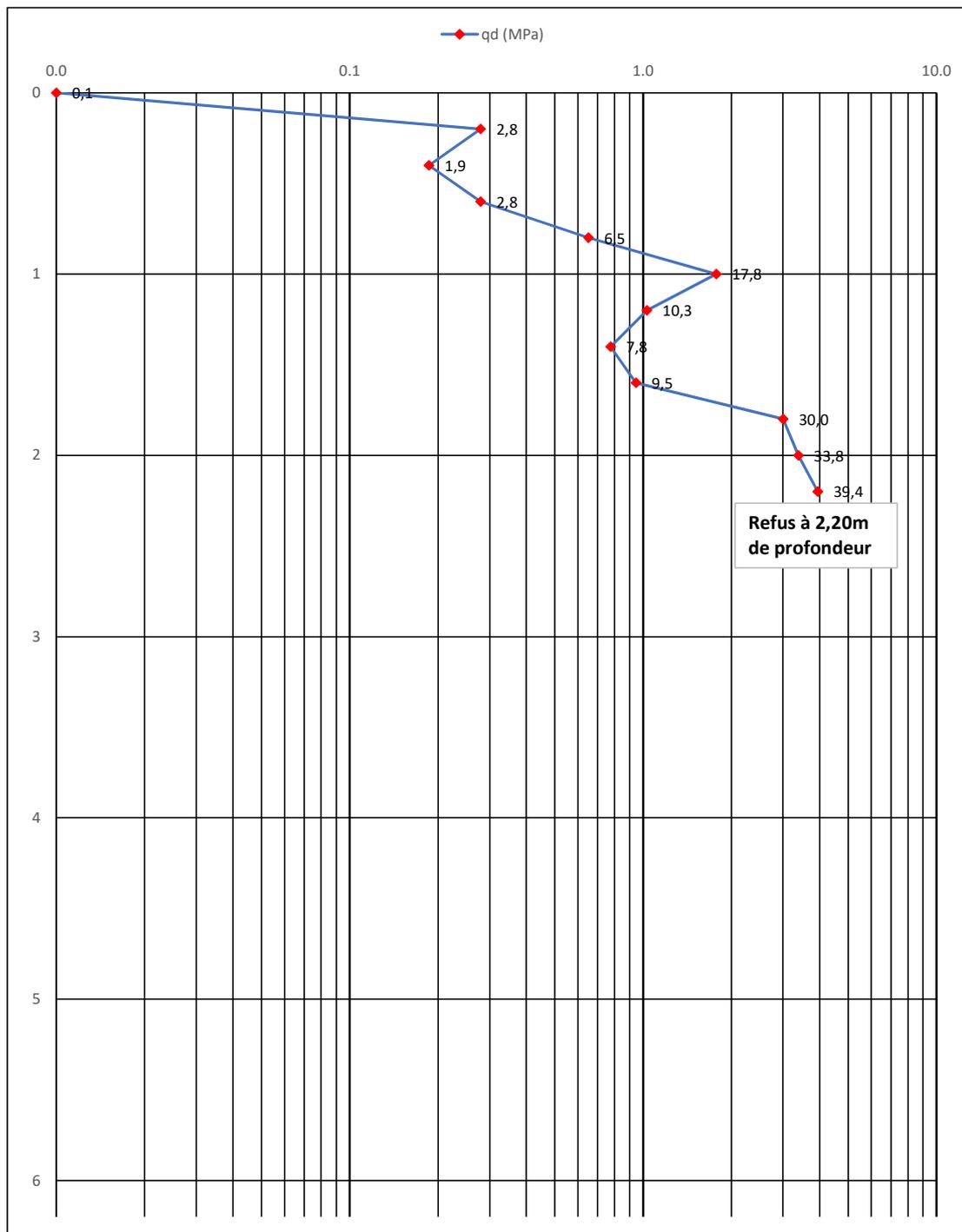
qd = résistance de pointe en MPa
 Formule de Redtenbacher



Client **TERRA AMENAGEMENT**
 Chantier **BOUXWILLER - LOTISSEMENT**
 Dossier C.21.22.157
 Date 16 juin 2021

Sondage **PD11**

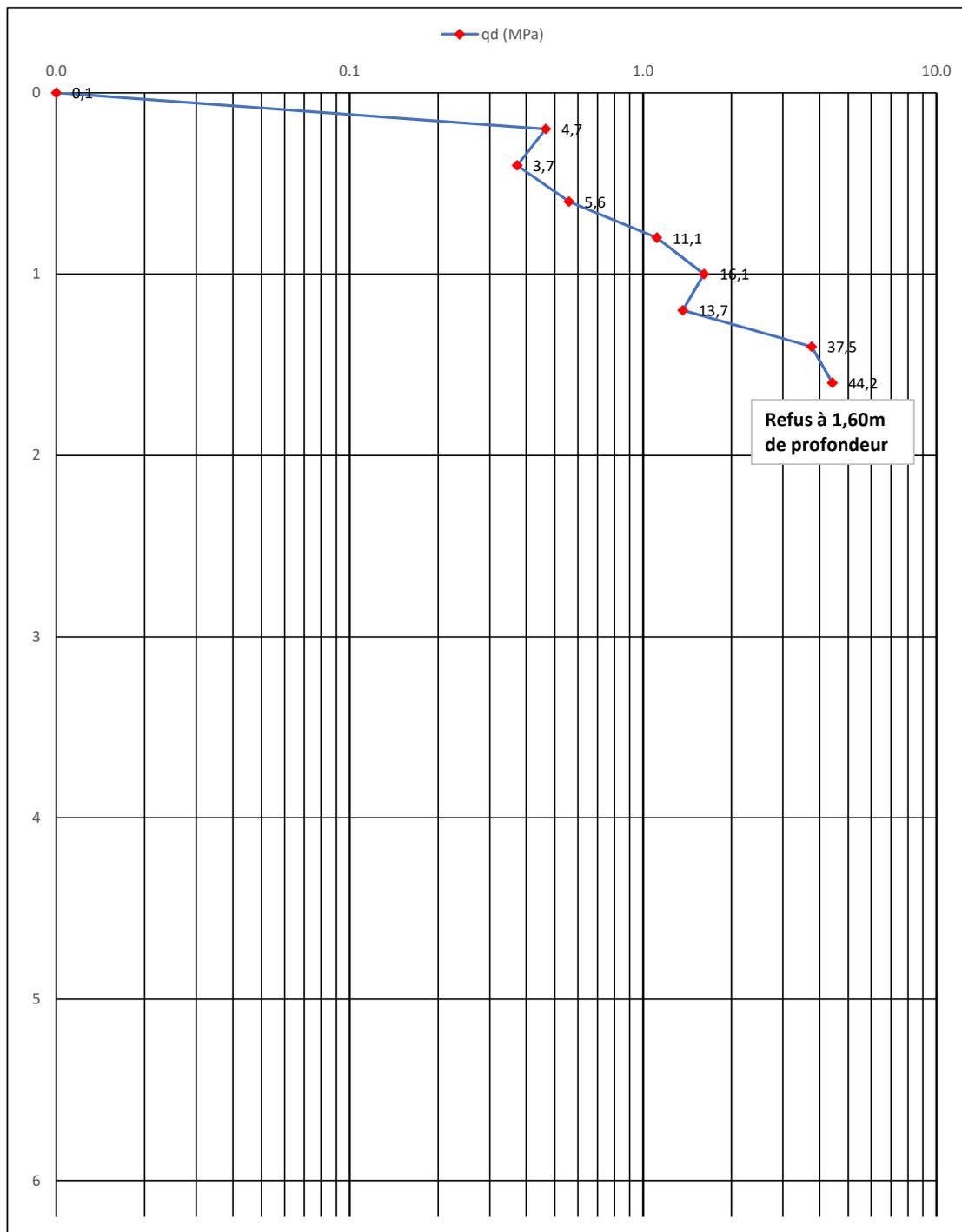
qd = résistance de pointe en MPa
 Formule de Redtenbacher



Client **TERRA AMENAGEMENT**
Chantier **BOUXWILLER - LOTISSEMENT**
Dossier C.21.22.157
Date 21 juin 2021

Sondage **PD12**

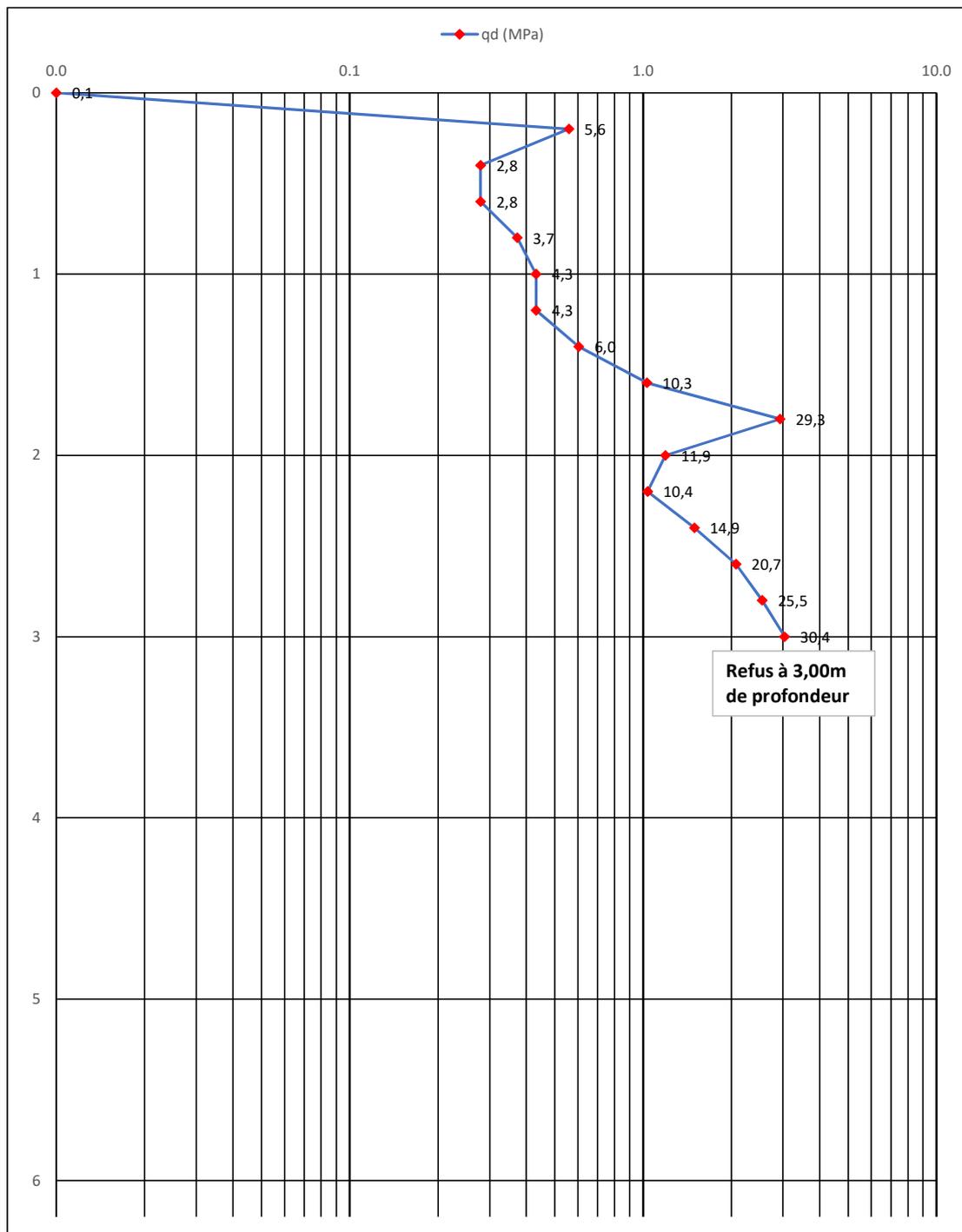
qd = résistance de pointe en MPa
Formule de Redtenbacher



Client **TERRA AMENAGEMENT**
 Chantier **BOUXWILLER - LOTISSEMENT**
 Dossier C.21.22.157
 Date 16 juin 2021

Sondage PD13

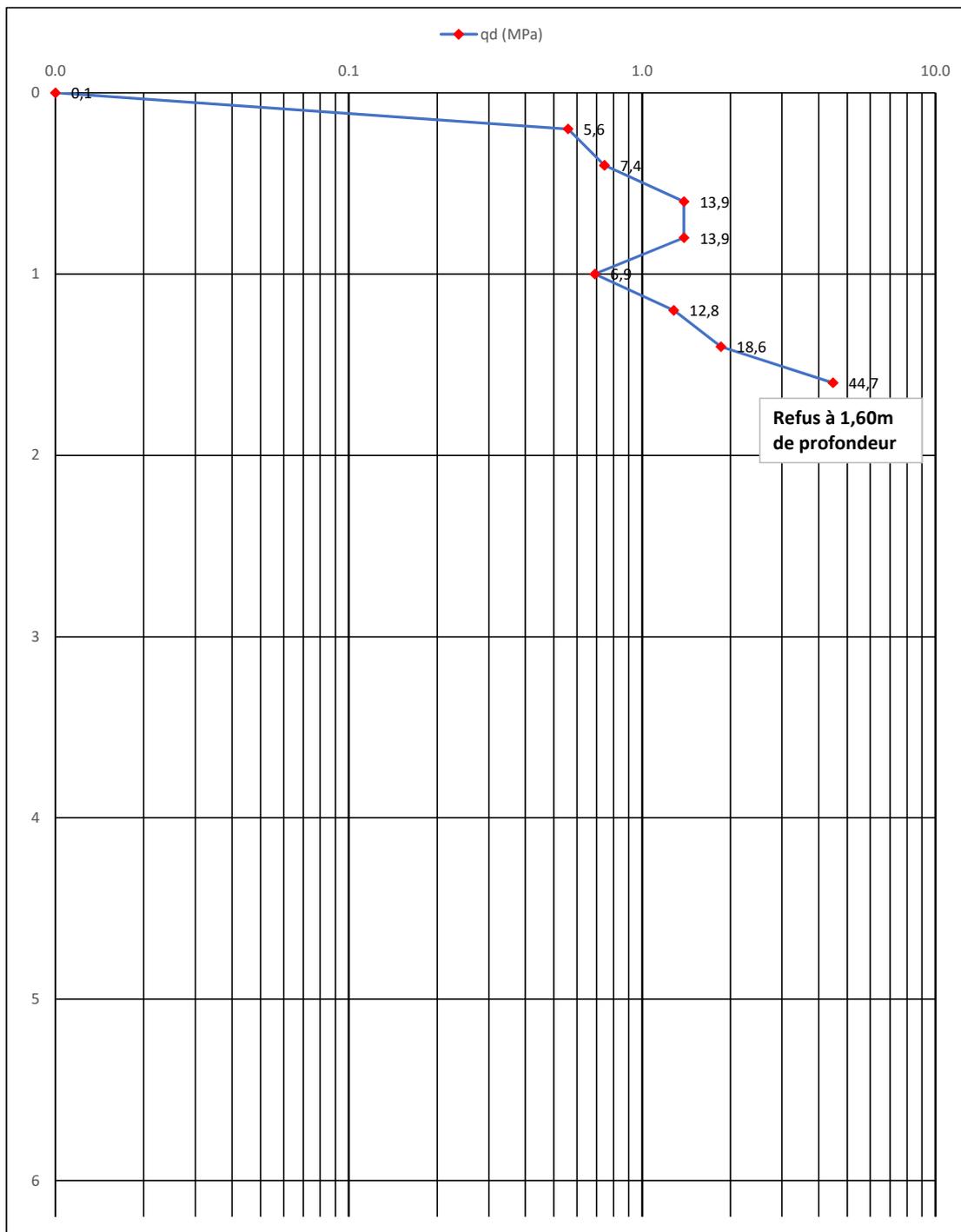
qd = résistance de pointe en MPa
 Formule de Redtenbacher



Client **TERRA AMENAGEMENT**
 Chantier **BOUXWILLER - LOTISSEMENT**
 Dossier C.21.22.157
 Date 16 juin 2021

Sondage PD14

qd = résistance de pointe en MPa
 Formule de Redtenbacher



ANNEXE 4

COUPES ET PLANCHES

PHOTOGRAPHIQUES DES SONDAGES À

LA PELLE MÉCANIQUE





HYDROGÉOTECHNIQUE

Terra Aménagement - BOUXWILLER
Création d'un lotissement

Contrat C.21.22.157

Date début : 21/05/2021

Cote Z : 235,75

Profondeur : 0,00 - 2,40 m

Machine : Pelle 16T Liebherr 914

X : 2028650,81

Opérateur : D. BONNET

Y : 8191126,40

1/12

Sondage à la pelle : PM1

EXGTE B3.21.2/GTE

Profondeur	Cote NGF	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Observations
0		Limons bruns à racines et radicelles, rares cailloutis calcaires			
0,20 m	235,55	0,20 m			
	235	Argiles limoneuses raides marron clair et marron, localement ocres			
1,00 m	234,75	1,00 m			
	234	Argiles limoneuses raides marron clair à marron, localement ocre, à cailloux calcaires, localement indurées	Godet à dent 50cm	Pas notoire	
2,20 m	233,55	2,20 m			
2,40 m	233,35	2,40 m			Refus sur calcaires raides à 2.40m de profondeur



Vue générale de la fouille



Vue sur la paroi de la fouille



Matériaux extraits



Matériaux extraits



Fouille rebouchée



HYDROGÉOTECHNIQUE

Terra Aménagement - BOUXWILLER
Création d'un lotissement

Contrat C.21.22.157

Date début : 21/05/2021 Cote Z : 236,60

Profondeur : 0,00 - 2,00 m

Machine : Pelle 16T Liebherr 914 de GCMX : 2028696,10

Opérateur : D. BONNET Y : 8191157,02

1/10

Sondage à la pelle : PM2

EXGTE B3.21.2/GTE

Profondeur	Cote NGF	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Observations
0					
0,20 m	236,40	0,20 m Limon à racines et radicelles marron foncé			
1	236	1 m Limons argileux / argiles limoneuses marron, localement marron foncé ou ocre, à rares cailloux calcaires	Godets à dents 50cm	Pas notoire	
1,60 m	235,00	1,60 m Argiles limoneuses marron localement ocre à petits et moyens blocs calcaires (Dmax=20cm)			
2,00m	234,60	2,00 m			Refus à 2.00m de profondeur sur toit des calcaires raides



Vue générale de la fouille



Vue sur la paroi de la fouille



Matériaux extraits



Matériaux extraits



Fouille rebouchée



HYDROGÉOTECHNIQUE

**Terra Aménagement - BOUXWILLER
Création d'un lotissement**

Contrat C.21.22.157

Date début : 21/05/2021

Cote Z : 233,78

Profondeur : 0,00 - 1,40 m

Machine : Pelle 16T Liebherr 914

X : 2028723,76

Opérateur : D. BONNET

Y : 8191150,36

1/7

Sondage à la pelle : PM3

EXGTE B3.21.2/GTE

Profondeur	Cote NGF	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Observations
0		Limpon brun à racines et radicelles			
	233,48	0,30 m			
	233	Argiles limoneuses / limons argileux marron à ocres à rares cailloux	Godets à dents 50cm	Pas notoire	
1	232,78	1,00 m			
	232,38	1,40 m			Refus à 1.40m sur calcaires raides



Vue générale de la fouille



Vue sur la paroi de la fouille



Matériaux extraits



Matériaux extraits



Fouille rebouchée

**HYDROGÉOTECHNIQUE****Terra Aménagement - BOUXWILLER
Création d'un lotissement**

Contrat C.21.22.157

Date début : 21/05/2021

Cote Z : 230,11

Profondeur : 0,00 - 2,95 m

Machine : Pelle 16T Liebherr 914

X : 2028652,26

Opérateur : D. BONNET

Y : 8191077,38

1/15

Sondage à la pelle : PM4

EXGTE B3.21.2/GTE

Profondeur	Cote NGF	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Observations
0	230	Limons argileux bruns à racines et radicelles, cailloux et cailloutis calcaires	Godets à dents 50cm	Pas notoire	
	229,81	0,30 m			
	229,51	0,60 m			
1	229	Limons argileux / argiles limoneuses marron foncé à cailloux calcaires et rares petits blocs calcaires (Dmax=8/10cm)			
2	228	Argiles limoneuses marron clair localement ocrés légèrement plastiques et humides à la base avec rares petits blocs calcaires (Dmax=15cm)			
	227,21	2,90 m			
	227,16	2,95 m			Refus à 2.95m
		Calcaires raides			



Vue générale de la fouille



Vue sur la paroi de la fouille



Matériaux extraits



Matériaux extraits



Fouille rebouchée



HYDROGÉOTECHNIQUE

Terra Aménagement - BOUXWILLER
Création d'un lotissement

Contrat C.21.22.157

Date début : 21/05/2021 Cote Z : 229,89 Profondeur : 0,00 - 2,75 m
Machine : Pelle 16T Liebherr 914 X : 2028723,37
Opérateur : D. BONNET Y : 8191113,05

1/14

Sondage à la pelle : PM5

EXGTE B3.21.2/GTE

Profondeur	Cote NGF	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Observations
0		Limons bruns à racines et radicelles	Godets à dents 50cm	Pas notable	
0,25 m	229,64	0,25 m			
1	229	Limons argileux / argiles limoneuses marron à ocres localement à rares débris de bois			
1,40 m	228,49	1,40 m			
2	228	Limons argileux / argiles limoneuses à cailloux et petits blocs calcaires (Dmax=17cm)			
2,40 m	227,49	2,40 m			
2,75 m	227,14	2,75 m			
		Calcaires raides			
					Refus à 2.75m de profondeur



Vue générale de la fouille



Vue sur la paroi de la fouille



Matériaux extraits



Matériaux extraits



Fouille rebouchée

ANNEXE 5

RÉSULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE



Groupe
HYDROGÉOTECHNIQUE

RAPPORT D'ESSAIS

(norme NF P 11-300)

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 05/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C/21.22157

Chantier: -

Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques

Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Sondage : PM1

Date prélèvement: 28/05/2021

Profondeur (m): 1,00

Réaction à l'acide : -

Nature : Argiles limoneuses marron clair beige à rares cailloutis

T° étuvage (°C) : 105

IDENTIFICATION - Laboratoire: Fontaines

Norme

Essai réalisé par :

Teneur en eau par étuvage

NF P 94-050

Opérateur Florent MAYER

Analyse granulométrique des sols

NF P 94-056

Opérateur Florent MAYER

Analyse granulométrique par sédimentation

NF P 94-057

-

Valeur de bleu de méthylène d'un sol

NF P 94-068

-

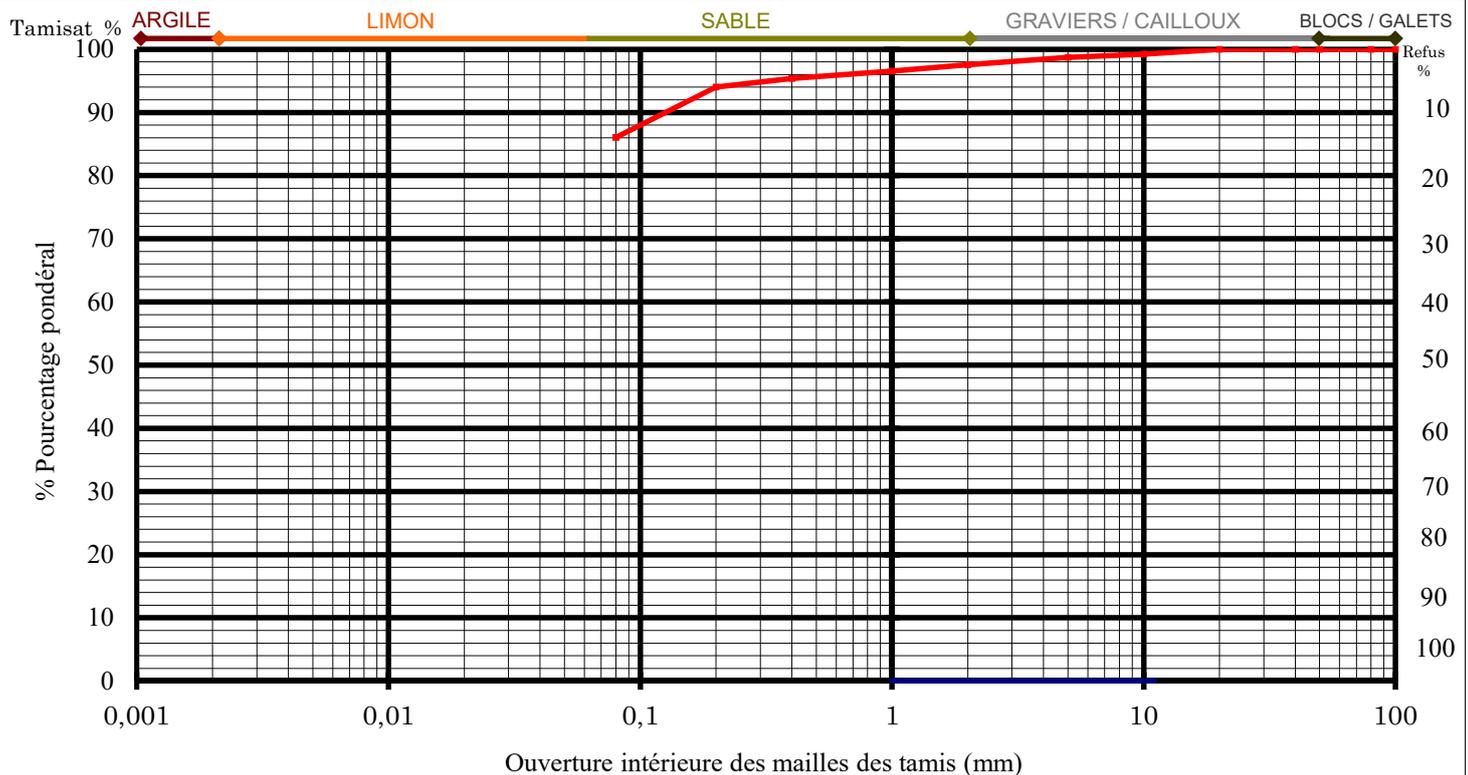
Limites d'Atterberg

NF P 94-051

Responsable Aurore ANDRE

OBSERVATIONS:

RESULTATS:

TENEUR EN EAU NATURELLE | W_n (0/20) % | 23,0W_n (0/D) % | 23,0

Maille tamis (mm)	200	150	100	80	50	40	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,08
% Tamisat	100	100	100	100	100	100	100	99	99	98	97	95	94	86,0

GRANULOMETRIE

D10 (mm):	-	D max (mm)*:	0,3
D30 (mm):	-	Passant à 0,08 mm:	86,0
D50 (mm):	-	Passant 0,08 mm (fraction 0/50):	86,0
D60 (mm):	-	Passant à 2µm:	-
Coefficient courbure (Cc):	-	* déterminé avec le D ₉₅ (NF P 11-300) de l'échantillon	
Coefficient uniformité (Cu):	-		

ARGILOSITE

Valeur au bleu (VBS)	-
Limite de liquidité (W _l %)	53
Indice de plasticité (I _p)	27

Classement GTR (NF P 11-300):

A3m



Groupe
HYDROGÉOTECHNIQUE

RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 05/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C/21.22157

Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques

Chantier: -

Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: 28/05/2021

Sondage: PM1

Profondeur (m): 1,00

Nature: Argiles limoneuses marron clair beige à rares cailloutis

Réaction à l'acide : -

IDENTIFICATION :

Norme

Opérateur

Indice Portant Immédiat

NF P 94-078

Opérateur Anthony WINTENBERGER

Densité sèche - compactage proctor

NF P 94-093

Opérateur Anthony WINTENBERGER

Teneur en eau

NF P 94-050

Opérateur Anthony WINTENBERGER

Laboratoire de :

Fontaines

OBSERVATIONS:

Teneur en eau confection - valeur absolue (%)	W _n (0/20)	23,9%
Indice Portant Immédiat	IPI	5,6
Densité sèche IPI (T/m ³)	ρ _d IPI 0/20	1,61

Groupe
HYDROGÉOTECHNIQUE

RAPPORT D'ESSAIS

(norme NF P 11-300)

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 05/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C/21.22157

Chantier: -

Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques

Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Sondage : PM3

Date prélèvement: 28/05/2021

Profondeur (m): 1,20

Réaction à l'acide : -

Nature : Limons argilo sableux marron clair à cailloux, cailloutis et blocs

T° étuvage (°C) : 105

IDENTIFICATION - Laboratoire: Fontaines

Norme

Essai réalisé par :

Teneur en eau par étuvage

NF P 94-050

Opérateur Florent MAYER

Analyse granulométrique des sols

NF P 94-056

Opérateur Florent MAYER

Analyse granulométrique par sédimentation

NF P 94-057

-

Valeur de bleu de méthylène d'un sol

NF P 94-068

-

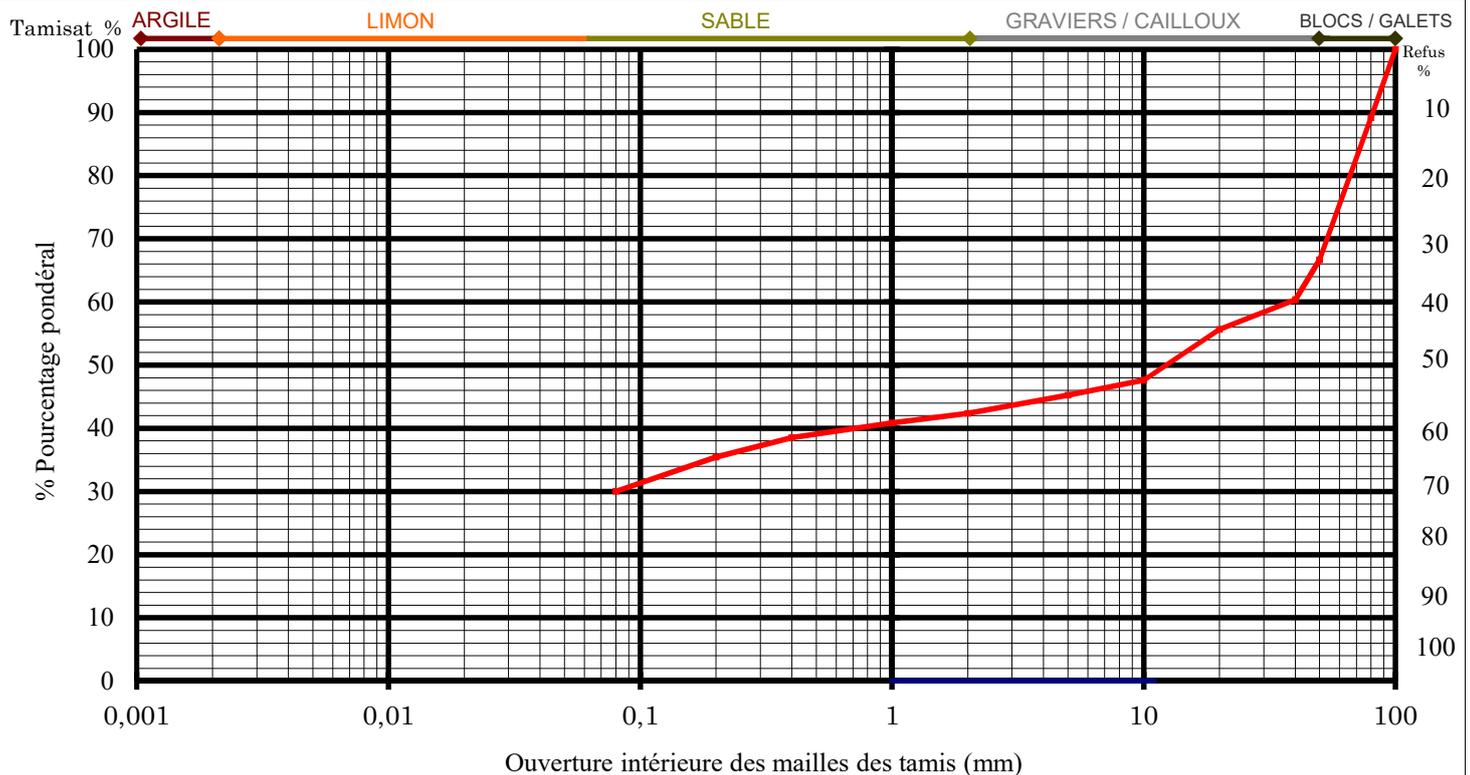
Limites d'Atterberg

NF P 94-052-1

-

OBSERVATIONS:

RESULTATS:

TENEUR EN EAU NATURELLE | W_n (0/20) % | 20,0W_n (0/D) % | 11,1

Maille tamis (mm)	200	150	100	80	50	40	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,08
% Tamisat	100	100	100	89	67	60	56	48	45	42	41	39	35	30,0

GRANULOMETRIE

D10 (mm):	-	D max (mm)*:	90
D30 (mm):	-	Passant à 0,08 mm:	30,0
D50 (mm):	-	Passant 0,08 mm (fraction 0/50):	45,0
D60 (mm):	-	Passant à 2µm:	-
Coefficient courbure (Cc):	-		
Coefficient uniformité (Cu):	-	* déterminé avec le D ₉₅ (NF P 11-300) de l'échantillon	

ARGILOSITE

Valeur au bleu (VBS)	-
Limite de liquidité (W _l %)	48
Indice de plasticité (I _p)	22

Classement GTR (NF P 11-300):

C1A2m



Groupe
HYDROGÉOTECHNIQUE

RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 05/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C/21.22157

Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques

Chantier: -

Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: 28/05/2021

Sondage: PM3

Profondeur (m): 1,20

Nature: Limons argilo sableux marron clair à cailloux, cailloutis et blocs

Réaction à l'acide : -

IDENTIFICATION :

Norme

Opérateur

Indice Portant Immédiat

NF P 94-078

Opérateur Anthony WINTENBERGER

Densité sèche - compactage proctor

NF P 94-093

Opérateur Anthony WINTENBERGER

Teneur en eau

NF P 94-050

Opérateur Anthony WINTENBERGER

Laboratoire de :

Fontaines

OBSERVATIONS:

Teneur en eau confection - valeur absolue (%)	W _n (0/20)	21,2%
Indice Portant Immédiat	IPI	5,7
Densité sèche IPI (T/m ³)	ρ _d IPI 0/20	1,69



Groupe
HYDROGÉOTECHNIQUE

RAPPORT D'ESSAIS

(norme NF P 11-300)

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 05/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C/21.22157

Chantier: -

Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques

Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Sondage : PM4

Date prélèvement: 28/05/2021

Profondeur (m): 1,50

Réaction à l'acide : -

Nature : Argiles limoneuses marron clair à cailloutis

T° étuvage (°C) : 105

IDENTIFICATION - Laboratoire: Fontaines

Norme

Essai réalisé par :

Teneur en eau par étuvage

NF P 94-050

Opérateur Florent MAYER

Analyse granulométrique des sols

NF P 94-056

Opérateur Florent MAYER

Analyse granulométrique par sédimentation

NF P 94-057

-

Valeur de bleu de méthylène d'un sol

NF P 94-068

-

Limites d'Atterberg

NF P 94-052-1

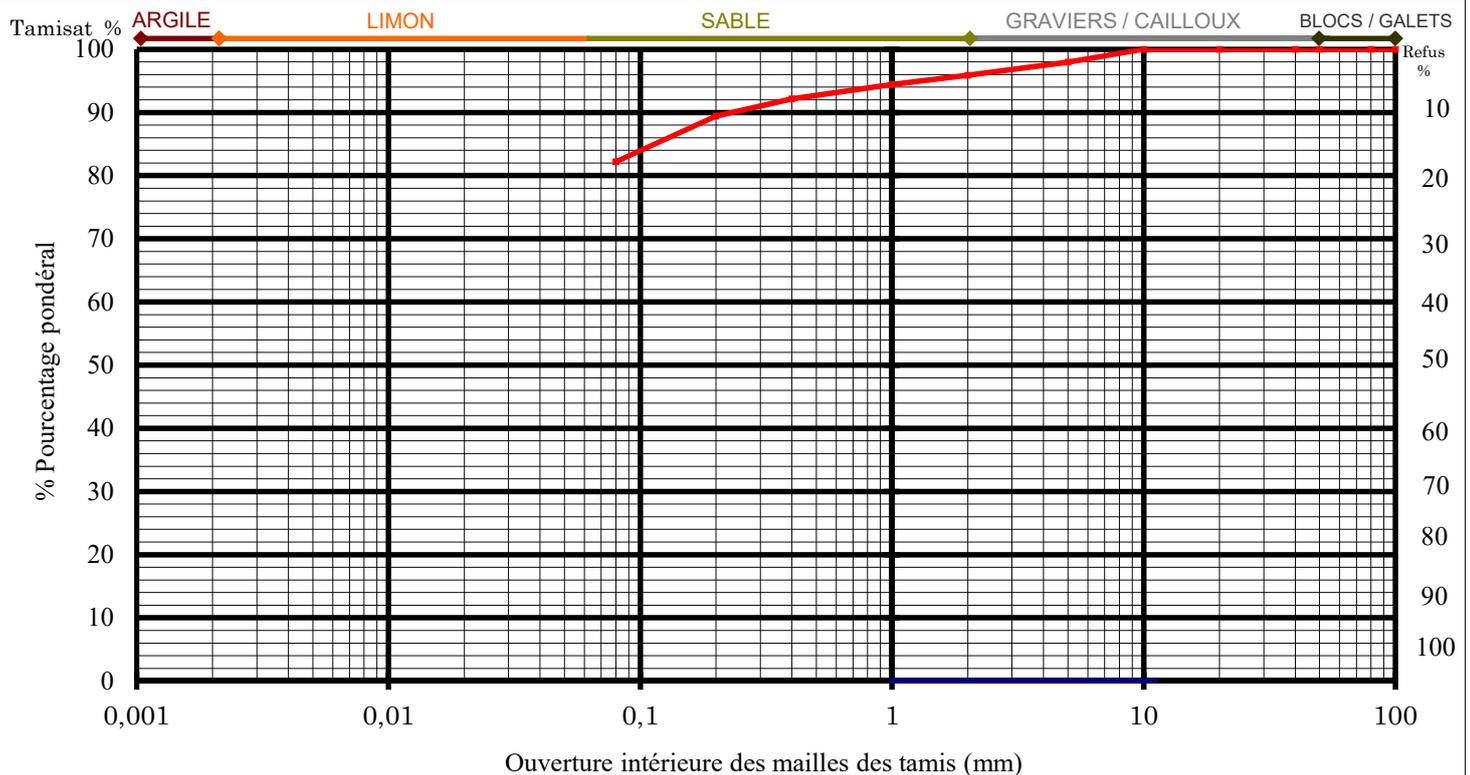
-

OBSERVATIONS:

RESULTATS:

TENEUR EN EAU NATURELLE | W_n (0/20) % | 18,7

W_n (0/D) % | 18,7



Maille tamis (mm)	200	150	100	80	50	40	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,08
% Tamisat	100	100	100	100	100	100	100	100	98	96	94	92	89	82,2

GRANULOMETRIE

D10 (mm):	-	D max (mm)*:	1,4
D30 (mm):	-	Passant à 0,08 mm:	82,2
D50 (mm):	-	Passant 0,08 mm (fraction 0/50):	82,2
D60 (mm):	-	Passant à 2µm:	-
Coefficient courbure (Cc):	-	* déterminé avec le D ₉₅ (NF P 11-300) de l'échantillon	
Coefficient uniformité (Cu):	-		

ARGILOSITE

Valeur au bleu (VBS)	-
Limite de liquidité (W _l %)	49
Indice de plasticité (I _p)	26

Classement GTR (NF P 11-300):

A3s



Groupe
HYDROGÉOTECHNIQUE

RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 05/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C/21.22157

Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques

Chantier: -

Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: 28/05/2021

Sondage: PM4

Profondeur (m): 1,50

Nature: Argiles limoneuses marron clair à cailloutis

Réaction à l'acide : -

IDENTIFICATION :

	Norme	Opérateur
Indice Portant Immédiat	NF P 94-078	Opérateur Anthony WINTENBERGER
Densité sèche - compactage proctor	NF P 94-093	Opérateur Anthony WINTENBERGER
Teneur en eau	NF P 94-050	Opérateur Anthony WINTENBERGER
Laboratoire de :	Fontaines	

OBSERVATIONS:

Teneur en eau confection - valeur absolue (%)	W _n (0/20)	19,5%
Indice Portant Immédiat	IPI	10,8
Densité sèche IPI (T/m ³)	ρ _d IPI 0/20	1,71



Groupe
HYDROGÉOTECHNIQUE

RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 05/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C/21.22157

Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques

Chantier: -

Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: 28/05/2021

Sondage: PM5

Profondeur (m): 1,30

Nature: Limons argileux légèrement sableux marron clair à quelques cailloutis

Réaction à l'acide : -

IDENTIFICATION :

	Norme	Opérateur
Indice Portant Immédiat	NF P 94-078	Opérateur Anthony WINTENBERGER
Densité sèche - compactage proctor	NF P 94-093	Opérateur Anthony WINTENBERGER
Teneur en eau	NF P 94-050	Opérateur Anthony WINTENBERGER
Laboratoire de :	Fontaines	

OBSERVATIONS:

Teneur en eau confection - valeur absolue (%)	W _n (0/20)	19,2%
Indice Portant Immédiat	IPI	14,3
Densité sèche IPI (T/m ³)	ρ _d IPI 0/20	1,71



Groupe
HYDROGÉOTECHNIQUE

RAPPORT D'ESSAIS

(norme NF P 11-300)

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 05/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C/21.22157

Chantier: -

Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques

Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Sondage : PM5

Date prélèvement: 28/05/2021

Profondeur (m): 1,30

Réaction à l'acide : -

Nature : Limons argileux légèrement sableux marron clair à quelques cailloutis

T° étuvage (°C) : 105

IDENTIFICATION - Laboratoire: Fontaines

Norme

Essai réalisé par :

Teneur en eau par étuvage

NF P 94-050

Opérateur Florent MAYER

Analyse granulométrique des sols

NF P 94-056

Opérateur Florent MAYER

Analyse granulométrique par sédimentation

NF P 94-057

-

Valeur de bleu de méthylène d'un sol

NF P 94-068

-

Limites d'Atterberg

NF P 94-052-1

-

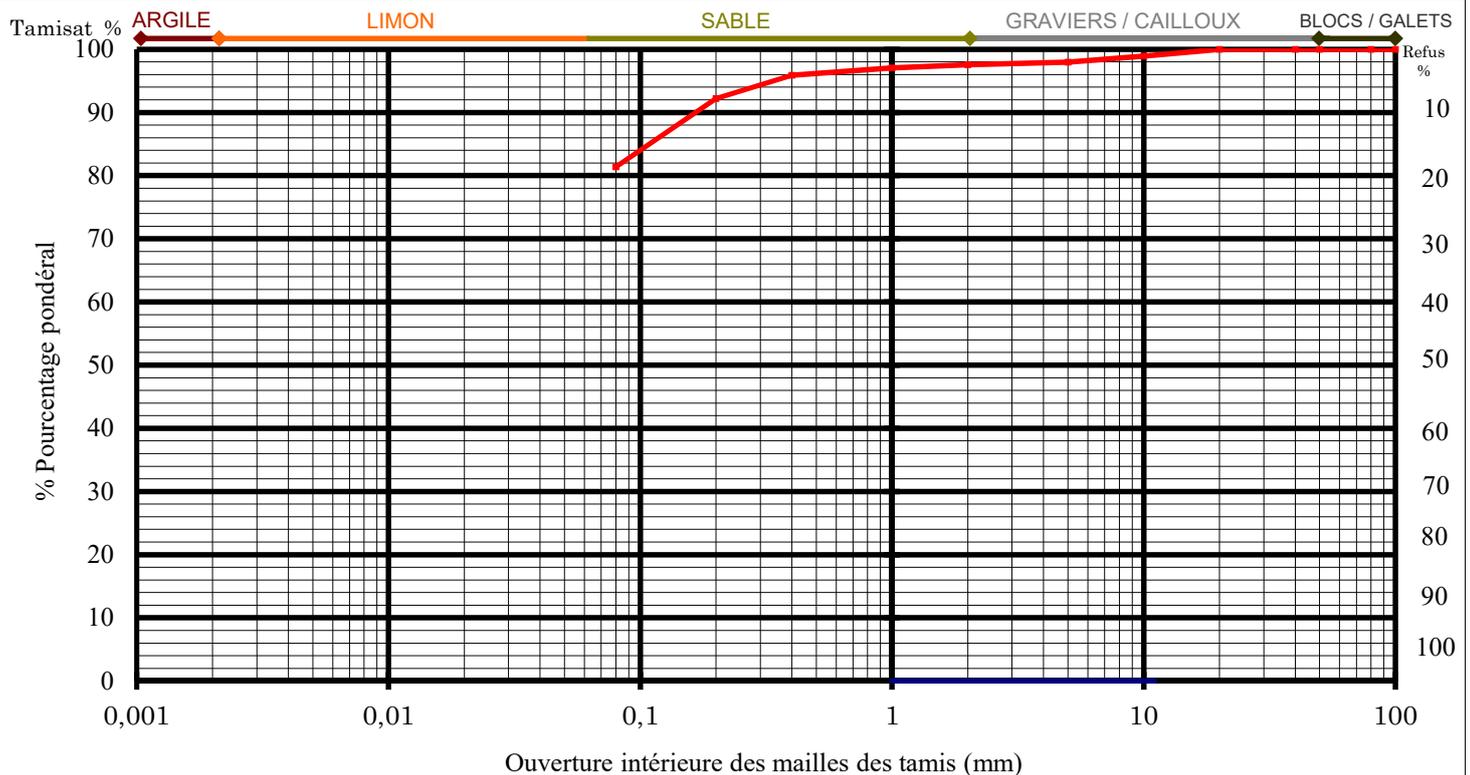
OBSERVATIONS:

RESULTATS:

TENEUR EN EAU NATURELLE

W_n (0/20) % 19,1

W_n (0/D) % 19,1



Maille tamis (mm)	200	150	100	80	50	40	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,08
% Tamisat	100	100	100	100	100	100	100	99	98	98	97	96	92	81,4

GRANULOMETRIE

D10 (mm):	-	D max (mm)*:	0,35
D30 (mm):	-	Passant à 0,08 mm:	81,4
D50 (mm):	-	Passant 0,08 mm (fraction 0/50):	81,4
D60 (mm):	-	Passant à 2µm:	-
Coefficient courbure (Cc):	-	* déterminé avec le D ₉₅ (NF P 11-300) de l'échantillon	
Coefficient uniformité (Cu):	-		

ARGILOSITE

Valeur au bleu (VBS)	-
Limite de liquidité (W _l %)	47
Indice de plasticité (I _p)	22

Classement GTR (NF P 11-300):

A2m



RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 13/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.21.22157
Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques
Chantier: BOUXWILLER
Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: -
Sondage: TA1
Profondeur (m): 1,00-1,70
Nature: Argile limoneuse marron
Réaction à l'acide: -

IDENTIFICATION :

Norme

Essai réalisé par :

Détermination de la teneur en eau

NF P 94-050

Technicienne Marine JUHEL

Laboratoire de :

Sallèles d'Aude

OBSERVATIONS:

Température d'étuvage(°C)	105
---------------------------	-----

Teneur en eau naturelle	W _n (0/D)	12,1
Teneur en eau naturelle	W _n (0/20)	12,1



RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 13/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.21.22157
Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques
Chantier: BOUXWILLER
Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: -
Sondage: TA1
Profondeur (m): 1,00-1,70
Nature: Argile limoneuse marron
Réaction à l'acide : -

IDENTIFICATION :

	Norme	Réalisé par
Détermination des Limites d'Atterberg : Limite de liquidité à la coupelle - limite de plasticité au rouleau	NF P 94-051	Technicienne Marine JUHEL
Laboratoire de :	Sallèles d'Aude	

OBSERVATIONS:

Limite de liquidité	W_L	42
Limite de plasticité	W_P	23
Indice de plasticité	I_P	19



RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 13/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.21.22157

Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques

Chantier: BOUXWILLER

Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: -

Sondage: TA2

Profondeur (m): 1,00-1,20

Nature: Argile marron

Réaction à l'acide: -

IDENTIFICATION :

Norme

Essai réalisé par :

Détermination de la teneur en eau

NF P 94-050

Technicienne Marine JUHEL

Laboratoire de :

Sallèles d'Aude

OBSERVATIONS:

Température d'étuvage(°C)	105
---------------------------	-----

Teneur en eau naturelle	W _n (0/D)	13,9
-------------------------	----------------------	------

Teneur en eau naturelle	W _n (0/20)	13,9
-------------------------	-----------------------	------



RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 13/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.21.22157
Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques
Chantier: BOUXWILLER
Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: -
Sondage: TA2
Profondeur (m): 1,00-1,20
Nature: Argile marron
Réaction à l'acide: -

IDENTIFICATION :

	Norme	Réalisé par
Détermination des Limites d'Atterberg : Limite de liquidité à la coupelle - limite de plasticité au rouleau	NF P 94-051	Technicienne Marine JUHEL
Laboratoire de :	Sallèles d'Aude	

OBSERVATIONS:

Limite de liquidité	W_L	41
Limite de plasticité	W_P	21
Indice de plasticité	I_P	20



RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 13/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.21.22157
Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques
Chantier: BOUXWILLER
Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: -
Sondage: TA3
Profondeur (m): 1,00-2,00
Nature: Argile marron
Réaction à l'acide: -

IDENTIFICATION :

Norme

Essai réalisé par :

Détermination de la teneur en eau

NF P 94-050

Technicienne Marine JUHEL

Laboratoire de :

Sallèles d'Aude

OBSERVATIONS:

Température d'étuvage(°C)	105
---------------------------	-----

Teneur en eau naturelle	W _n (0/D)	5,0
Teneur en eau naturelle	W _n (0/20)	5,0



RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 13/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.21.22157
Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques
Chantier: BOUXWILLER
Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: -
Sondage: TA3
Profondeur (m): 1,00-2,00
Nature: Argile marron
Réaction à l'acide: -

IDENTIFICATION :

	Norme	Réalisé par
Détermination des Limites d'Atterberg : Limite de liquidité à la coupelle - limite de plasticité au rouleau	NF P 94-051	Technicienne Marine JUHEL
Laboratoire de :	Sallèles d'Aude	

OBSERVATIONS:

Limite de liquidité	W_L	41
Limite de plasticité	W_P	25
Indice de plasticité	I_P	16



RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 13/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.21.22157

Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques

Chantier: BOUXWILLER

Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: -

Sondage: TA4

Profondeur (m): 1,00-2,00

Nature: Argile marron légèrement sableuse

Réaction à l'acide: -

IDENTIFICATION :

Norme

Essai réalisé par :

Détermination de la teneur en eau

NF P 94-050

Technicienne Marine JUHEL

Laboratoire de :

Sallèles d'Aude

OBSERVATIONS:

Température d'étuvage(°C)	105
---------------------------	-----

Teneur en eau naturelle	W _n (0/D)	16,5
-------------------------	----------------------	------

Teneur en eau naturelle	W _n (0/20)	16,5
-------------------------	-----------------------	------



RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 13/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.21.22157
Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques
Chantier: BOUXWILLER
Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: -
Sondage: TA4
Profondeur (m): 1,00-2,00
Nature: Argile marron légèrement sableuse
Réaction à l'acide: -

IDENTIFICATION :

	Norme	Réalisé par
Détermination des Limites d'Atterberg : Limite de liquidité à la coupelle - limite de plasticité au rouleau	NF P 94-051	Technicienne Marine JUHEL
Laboratoire de :	Sallèles d'Aude	

OBSERVATIONS:

Limite de liquidité	W_L	39
Limite de plasticité	W_P	23
Indice de plasticité	I_P	16



RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 13/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.21.22157
Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques
Chantier: BOUXWILLER
Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: -
Sondage: TA5
Profondeur (m): 1,00-2,00
Nature: Argile marron
Réaction à l'acide: -

IDENTIFICATION : Norme Essai réalisé par :

Détermination de la teneur en eau **NF P 94-050** Technicienne Marine JUHEL

Laboratoire de : Sallèles d'Aude

OBSERVATIONS:

Température d'étuvage(°C)	105
---------------------------	-----

Teneur en eau naturelle	W _n (0/D)	15,4
Teneur en eau naturelle	W _n (0/20)	15,4



RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 13/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.21.22157
Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques
Chantier: BOUXWILLER
Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: -
Sondage: TA5
Profondeur (m): 1,00-2,00
Nature: Argile marron
Réaction à l'acide: -

IDENTIFICATION :

	Norme	Réalisé par
Détermination des Limites d'Atterberg : Limite de liquidité à la coupelle - limite de plasticité au rouleau	NF P 94-051	Technicienne Marine JUHEL
Laboratoire de :	Sallèles d'Aude	

OBSERVATIONS:

Limite de liquidité	W_L	50
Limite de plasticité	W_P	25
Indice de plasticité	I_P	25



RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 13/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.21.22157

Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques

Chantier: BOUXWILLER

Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: -

Sondage: TA7

Profondeur (m): 0,80-1,50

Nature: Argile marron

Réaction à l'acide: -

IDENTIFICATION :

Norme

Essai réalisé par :

Détermination de la teneur en eau

NF P 94-050

Technicienne Marine JUHEL

Laboratoire de :

Sallèles d'Aude

OBSERVATIONS:

Température d'étuvage(°C)	105
---------------------------	-----

Teneur en eau naturelle	W _n (0/D)	9,7
-------------------------	----------------------	-----

Teneur en eau naturelle	W _n (0/20)	9,7
-------------------------	-----------------------	-----



RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 13/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.21.22157
Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques
Chantier: BOUXWILLER
Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: -
Sondage: TA7
Profondeur (m): 0,80-1,50
Nature: Argile marron
Réaction à l'acide: -

IDENTIFICATION :

	Norme	Réalisé par
Détermination des Limites d'Atterberg : Limite de liquidité à la coupelle - limite de plasticité au rouleau	NF P 94-051	Technicienne Marine JUHEL
Laboratoire de :	Sallèles d'Aude	

OBSERVATIONS:

Limite de liquidité	W_L	45
Limite de plasticité	W_P	24
Indice de plasticité	I_P	21



RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 13/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.21.22157

Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques

Chantier: BOUXWILLER

Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: -

Sondage: TA8

Profondeur (m): 1,00-2,00

Nature: Argile marron

Réaction à l'acide: -

IDENTIFICATION :

Norme

Essai réalisé par :

Détermination de la teneur en eau

NF P 94-050

Technicienne Marine JUHEL

Laboratoire de :

Sallèles d'Aude

OBSERVATIONS:

Température d'étuvage(°C)	105
---------------------------	-----

Teneur en eau naturelle	W _n (0/D)	13,8
-------------------------	----------------------	------

Teneur en eau naturelle	W _n (0/20)	13,8
-------------------------	-----------------------	------



RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 13/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.21.22157
Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques
Chantier: BOUXWILLER
Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: -
Sondage: TA8
Profondeur (m): 1,00-2,00
Nature: Argile marron
Réaction à l'acide: -

IDENTIFICATION :

IDENTIFICATION :	Norme	Réalisé par
Détermination des Limites d'Atterberg : Limite de liquidité à la coupelle - limite de plasticité au rouleau	NF P 94-051	Technicienne Marine JUHEL
Laboratoire de :	Sallèles d'Aude	

OBSERVATIONS:

Limite de liquidité	W_L	51
Limite de plasticité	W_P	27
Indice de plasticité	I_P	24



RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 13/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.21.22157

Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques

Chantier: BOUXWILLER

Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: -

Sondage: TA9

Profondeur (m): 1,00-2,00

Nature: Argile marron

Réaction à l'acide: -

IDENTIFICATION :

Norme

Essai réalisé par :

Détermination de la teneur en eau

NF P 94-050

Technicienne Marine JUHEL

Laboratoire de :

Sallèles d'Aude

OBSERVATIONS:

Température d'étuvage(°C)	105
---------------------------	-----

Teneur en eau naturelle	W _n (0/D)	22,1
-------------------------	----------------------	------

Teneur en eau naturelle	W _n (0/20)	22,1
-------------------------	-----------------------	------



RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Daphné BONNET

En date du: 13/07/2021

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.21.22157
Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques
Chantier: BOUXWILLER
Lieu: BOUXWILLER

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: -
Sondage: TA9
Profondeur (m): 1,00-2,00
Nature: Argile marron
Réaction à l'acide: -

IDENTIFICATION :

IDENTIFICATION :	Norme	Réalisé par
Détermination des Limites d'Atterberg : Limite de liquidité à la coupelle - limite de plasticité au rouleau	NF P 94-051	Technicienne Marine JUHEL
Laboratoire de :	Sallèles d'Aude	

OBSERVATIONS:

Limite de liquidité	W_L	46
Limite de plasticité	W_P	23
Indice de plasticité	I_P	23



ANNEXE 6

MISSIONS GÉOTECHNIQUES



CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPE D'INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE (extraite de la norme NF P 94-500 - novembre 2013)

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

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,
- Dournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisnants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

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 avoisnants), 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 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.



ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)**→ ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (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.
- Etudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Elaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Etablir 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'EXÉCUTION (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 par 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.
- Etudier 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).

SCHÉMA D'ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES
(extrait de la norme NF P 94-500 - Novembre 2013)

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 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
	Étude préliminaire, esquisses, 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 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)	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 Etude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude 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

HYDROGÉOTECHNIQUE

