

HYDROGEOTECHNIQUE

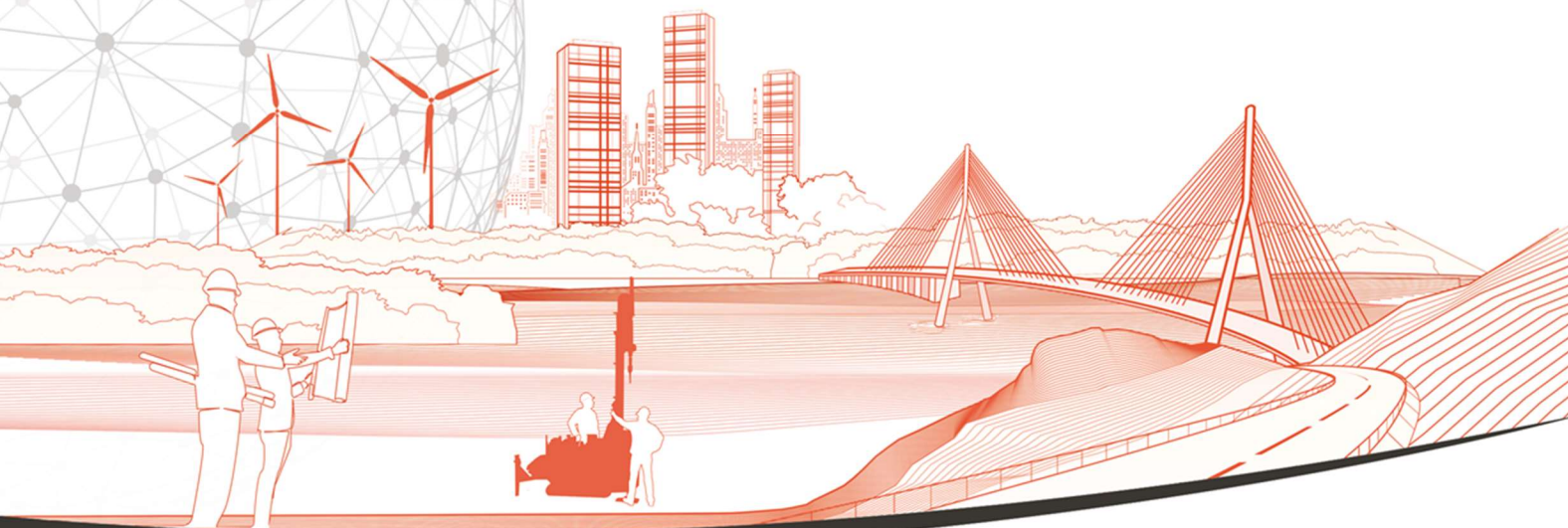
Spécialistes en études de sol,
chaussée et environnement.



TERRA AMÉNAGEMENT

Route d'Obermodern

67330 BOUXWILLER



RAPPORT D'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

Aménagement d'un lotissement « Les terrasses du Seltzbach » - Complément dans le
cadre de la LOI ELAN - KUTZENHAUSEN

Études géotechniques (G1-G2-AVP)

DOSSIER N°	INDICE	DATE	RÉDACTEUR	CONTRÔLEUR	SUPERVISEUR
C.20.22066	A	14/10/20	Daphné BONNET	Laurent COLIN	-

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION.....	4
1.1. MISSIONS.....	4
1.2. RÉFÉRENTIELS.....	6
1.3. DOCUMENTS FOURNIS.....	6
2. PROGRAMME SPÉCIFIQUE D'INVESTIGATIONS MIS EN ŒUVRE.....	7
3. CONTEXTES SITOLOGIQUE, GÉOLOGIQUE, HYDROGÉOLOGIQUE, GÉOTECHNIQUE ET SISMIQUE	9
3.1. CONTEXTE SITOLOGIQUE	9
3.2. IMPLANTATION ET CALAGE ALTIMÉTRIQUE.....	11
3.3. CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	12
3.4. CONTEXTE GÉOTECHNIQUE.....	13
3.5. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE	16
3.6. RISQUES NATURELS.....	17
3.7. SISMICITÉ.....	19
4. SYNTHÈSE	20
5. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE CONSTRUCTION DES MAISONS - MISSION G1 PGC.....	21
6. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE CONSTRUCTION DES VOIRIES - MISSION G2 AVP	22
6.1. CONSTITUTION DE LA COUCHE DE FORME	22
7. POSE DE RÉSEAUX – PRÉCONISATIONS NFP 98-331	24
7.1. REMBLAYAGE	25
7.2. RAPPEL DES CAS TYPES.....	26
7.3. OBJECTIFS DE DENSIFICATION EXIGÉS SOUS CHAUSSÉES, TROTTOIRS ET ZONES SUPPORTANT DES CHARGES LOURDES.....	27
7.4. OBJECTIFS DE DENSIFICATION EXIGÉS SOUS CHAUSSÉES, TROTTOIRS ET ZONES NE SUPPORTANT PAS DES CHARGES LOURDES.....	27
7.5. OBJECTIFS DE DENSIFICATION EXIGÉS SOUS ACCOTEMENTS.....	28
7.6. OBJECTIFS DE DENSIFICATION EXIGÉS SOUS ESPACES VERTS	28
7.7. REMARQUES SUR LES REMBLAIS D'ENROBAGE ET LE LIT DE POSE.....	31
7.8. CONDITIONS DE RÉALISATION DES TRANCHÉES	32
ANNEXES.....	34



ANNEXE 1 PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES.....	35
ANNEXE 2 COUPES DES SONDAGES DE RECONNAISSANCES ET ESSAIS D'INFILTRATION	37
ANNEXE 3 PÉNÉTROGRAMMES.....	51
ANNEXE 4 RÉSULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE.....	60
ANNEXE 5 MISSIONS GÉOTECHNIQUES.....	71



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 de sondages, essais et études géotechniques G1 et G2AVP préalables à **l'aménagement d'un lotissement** situé sur la commune de **KUTZENHAUSEN**.

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) (pour les bâtiments)**
 - **ES : Phase Étude de Site,**
 - **PGC : Phase Principes Généraux de Construction,**
- **ÉTAPE 2 : étude géotechnique de conception (G2) (pour les voiries)**
 - **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-G2AVP** de l'Union Syndicale Géotechnique. Vous trouverez en annexes 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**, Ingénieure Géologue-Géotechnicien, Master de Géologie Appliquée, puis vérifié et approuvé par **Laurent COLIN**, Ingénieur Géologue-Géotechnicien, DESS de Géologie Appliquée.

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 maisons (mission G1),
 - La nature et les épaisseurs des matériaux constitutifs des voiries (mission G2-AVP).
 - Les conditions de pose des réseaux enterrés.

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-PRO et DCE/ACT, 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.



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-1998-5 (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 »,
- NFP 94-261 – Calcul géotechnique – Fondations superficielles (juin 2013) ainsi que l'amendement A1 de février 2017,
- Recommandations sur la conception, le calcul, l'exécution et le contrôle des colonnes ballastées sous bâtiments et sous ouvrages sensibles aux tassements (version 2 de 2011),
- DTU 13.3 – Conception, calcul et exécution des dallages (mars 2005),
- 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 :

- Plans d'aménagement et coupes de principe du projet datant du 8 juillet 2019,
- Plan des réseaux humides datant du 8 juillet 2019,
- Plan topographique du secteur d'étude datant du 8 juillet 2019.



2. PROGRAMME SPÉCIFIQUE D'INVESTIGATIONS MIS EN ŒUVRE

Au droit du projet, nous avons mis en œuvre les investigations suivantes :

En octobre 2019 :

- **2 sondages de reconnaissance géologique à la pelle hydraulique**, notés PM1 et PM2, descendus entre 3.0 et 3.1m 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 et prélèvements d'échantillons pour analyses en laboratoire.
- **8 essais au pénétromètre dynamique**, notés PD1 à PD8, descendus à 6m de profondeur. La résistance de pointe q_d en MPa a été calculée tous les 0.2m à l'aide de la formule de Redtenbacher.
- **3 sondages de reconnaissance géologique à la tarière mécanique**, notés T1 à T3, descendus jusqu'à 1.50m de profondeur, en diamètre 70mm, avec identification des formations traversées. Les coupes sont nécessairement approximatives en nature et limites des couches et ne permettent pas de caractériser la blocométrie.
- **3 essais de perméabilité de type PORCHET**, réalisés dans les forages T1 à T3, pour mesurer la perméabilité des sols superficiels.
- **En laboratoire :**
 - 2 mesures de la teneur en eau naturelle (NFP 94-050),
 - 2 mesures de la limite d'Atterberg (NFP94-051),
 - 2 analyses granulométriques (NFP94-056),
 - 2 essais de portance immédiat IPI (NF P94-078).



En septembre 2020 :

- **6 sondages de reconnaissance géologique à la tarière mécanique**, notés TA1 à TA6, descendus à 1.5m de profondeur, en diamètre 64mm, avec identification des formations traversées et prélèvements d'échantillons pour analyses en laboratoire. Les coupes sont nécessairement approximatives en nature et limites des couches et ne permettent pas de caractériser la blocométrie.
- **En laboratoire :**
 - 10 mesures des limites d'Atterberg (NFP94-051).



3. CONTEXTES SITOLOGIQUE, GÉOLOGIQUE, HYDROGÉOLOGIQUE, GÉOTECHNIQUE ET SISMIQUE

3.1. CONTEXTE SITOLOGIQUE

La zone étudiée se situe à l'Est du bourg de Kutzenhausen, rue de l'École. Le site correspond à une parcelle agricole sur une surface d'environ 0.8 hectares. Le site présente une légère pente vers le Sud-Sud-Ouest.



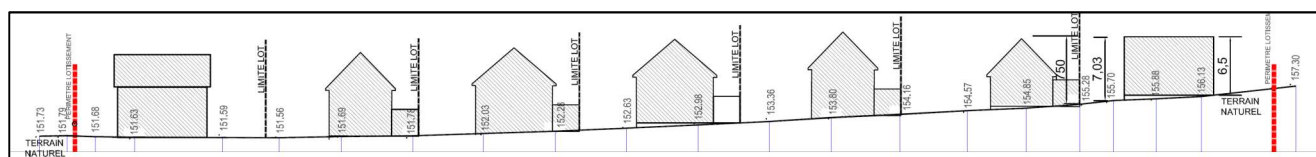
Plan de localisation du secteur d'étude



Vue de la zone d'étude

Le projet porte sur :

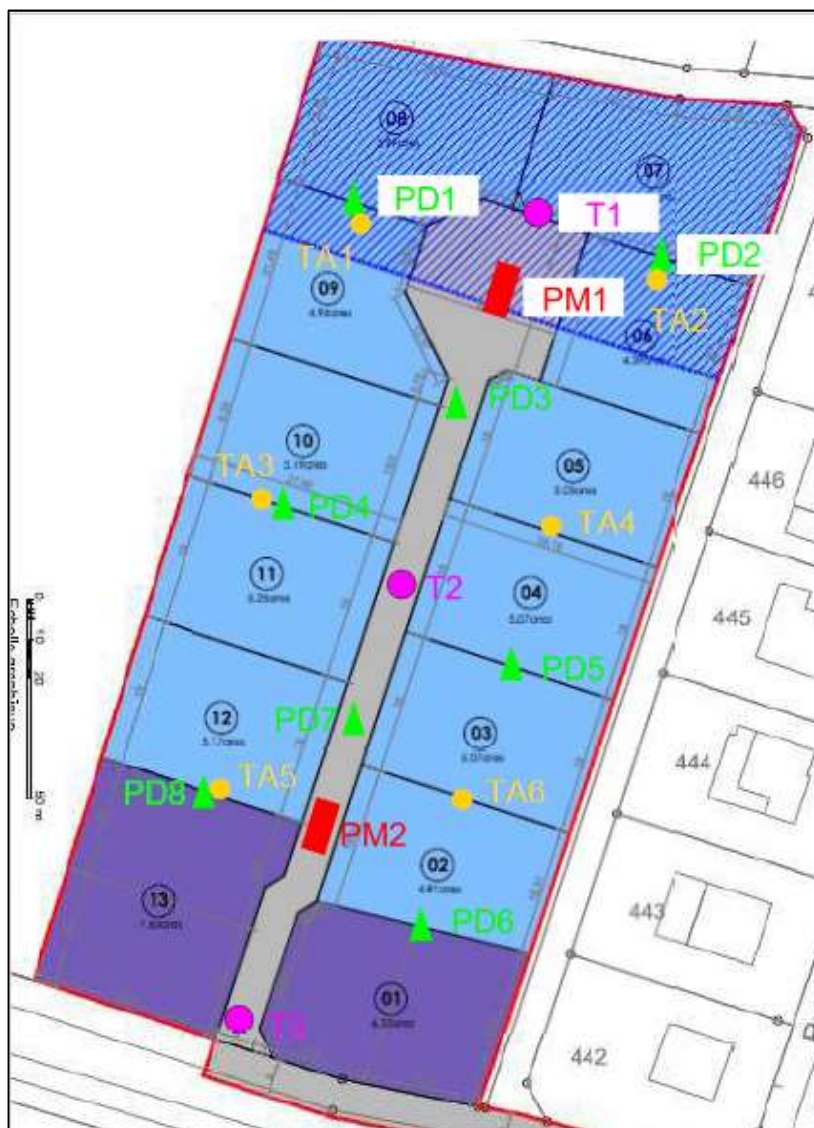
- La réalisation d'une voirie de desserte au centre du projet se terminant par une zone de retournement,
- L'aménagement de 13 parcelles à bâtir.



Plan d'aménagement et coupes de principe du projet

3.2. IMPLANTATION ET CALAGE ALTIMÉTRIQUE

Les sondages et essais ont été positionnés selon le plan d'implantation ci-dessous :



Sondages	Cote NGF (m)
T1	155,79
T2	153,93
T3	152,21
PD1	156,29
PD2	155,21
PD3	155,18
PD4	154,44
PD5	152,78
PD6	151,92
PD7	152,74
PD8	152,62
PM1	155,76
PM2	152,26

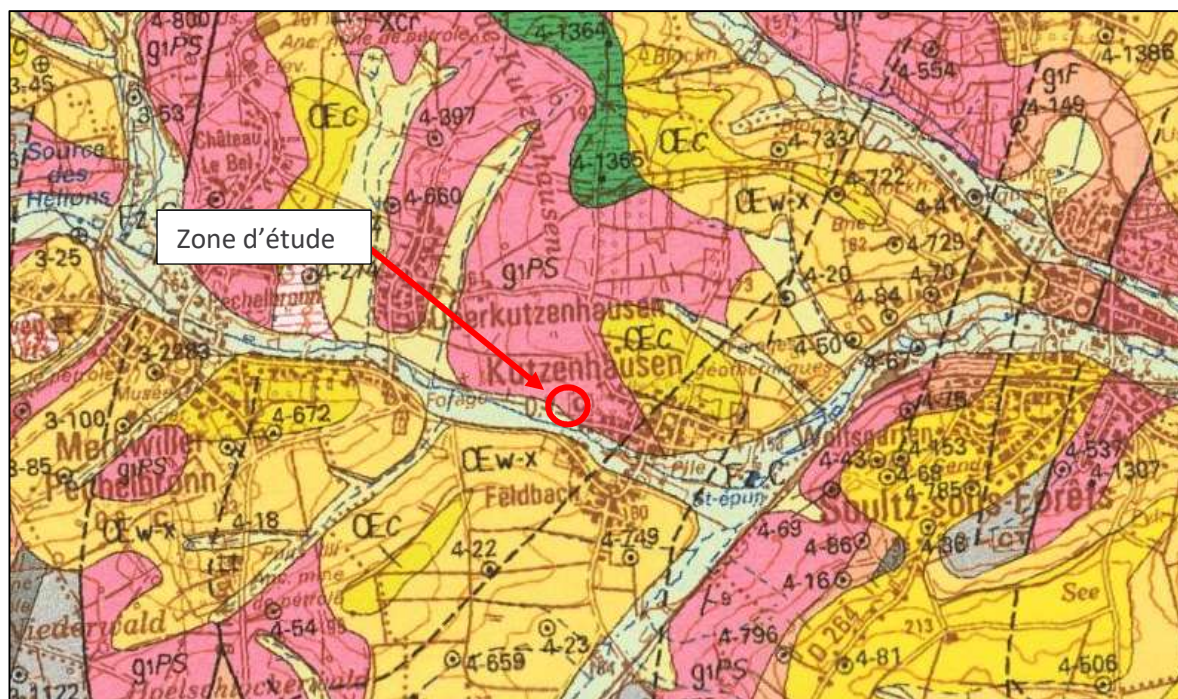
Sondages	Cote NGF (m)
TA1	156.01
TA2	155.28
TA3	153.41
TA4	152.75
TA5	152.20
TA6	151.95

Plan d'implantation des sondages

Les points de sondages et essais ont été rattachés au plan topographique datant du 08 juillet 2019, fourni par l'Architecte DPLG.

3.3. CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La carte géologique de Haguenau au 1/50 000 indique que la zone d'étude se situe sous d'éventuels remblais et sols remaniés sur des formations de l'Oligocène notées **g1PS**, correspondant principalement à des marnes grises et bariolées à intercalations sableuses ou gréseuses, pouvant être recouvertes localement au Sud de la zone d'étude par des dépôts fluviatiles et colluviaux notés **Fz-C**.



Extrait sans échelle de la carte géologique de Haguenau au 1/50 000 – Éditions BRGM

Les sondages de reconnaissance à la pelle et à la tarière réalisés au droit du projet ont permis de mettre en évidence la succession lithologique suivante :

- 0.1 à 0.5m de **limons argileux marron clair à bruns à radicelles**, correspondant à l'horizon de « terre végétale » plus ou moins remanié,
- 1.20 à 2.60m de **limons ± argileux à argiles limoneuses marron à ocre-jaune, à passées grises, ± charpentés en cailloutis**. Les sondages de reconnaissance à la tarière et le sondage à la pelle PM2 ont été arrêtés dans cet horizon.
- Reposant vers 1.6m de profondeur en PM1 sur des **argiles marneuses grises** reconnues jusqu'à la base de ce sondage arrêté dans cet horizon à 3.0 m de profondeur.

3.4. CONTEXTE GÉOTECHNIQUE

3.4.1. ESSAIS PÉNÉTROMÉTRIQUES

Les résultats des essais au pénétromètre dynamique indiquent un **horizon de « terre végétale » plus ou moins remanié de compacités faibles**, puis les caractéristiques géotechniques dans les **argiles sont modestes à élevées** jusqu'à l'arrêt des essais à 6m de profondeur. On observe ponctuellement (PD6) des chutes de compacité pouvant correspondre à des niveaux décomprimés d'ordre pluri-décimétriques.

Sondages pénétrométriques - valeurs de la résistance de pointe équivalente qd en MPa								
Prof/TN en m	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	PD6	PD7	PD8
0,2	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
0,4	1,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,9	0,9	0,9
0,6	0,9	1,9	1,9	0,9	1,9	2,8	1,9	0,9
0,8	1,9	2,8	2,8	1,9	0,9	4,7	0,9	1,9
1	3,5	6,0	4,3	2,6	1,7	5,2	1,7	2,6
1,2	4,3	12,0	5,2	3,5	6,9	2,6	4,3	2,6
1,4	4,3	4,3	3,5	4,3	6,0	2,6	4,3	3,5
1,6	4,3	3,5	2,6	2,6	5,2	1,7	2,6	1,7
1,8	2,6	4,3	3,5	3,5	3,5	1,7	4,3	3,5
2	4,0	3,2	4,0	2,4	4,0	1,6	4,0	3,2
2,2	4,0	4,0	4,0	1,6	3,2	1,6	4,8	2,4
2,4	2,4	4,8	2,4	2,4	3,2	0,8	3,2	1,6
2,6	2,4	4,0	2,4	1,6	3,2	0,8	4,0	2,4
2,8	3,2	4,8	2,4	1,6	3,2	1,6	3,2	3,2
3	2,3	4,5	2,3	2,3	2,3	1,5	2,3	1,5
3,2	3,0	3,8	2,3	2,3	3,0	1,5	3,0	2,3
3,4	2,3	3,8	2,3	2,3	3,0	2,3	3,0	3,0
3,6	2,3	3,8	3,0	1,5	3,8	3,0	4,5	2,3
3,8	2,3	5,3	3,8	1,5	3,8	4,5	4,5	4,5
4	2,1	5,0	5,0	2,1	7,0	6,3	2,8	4,3
4,2	3,5	5,0	4,3	3,5	5,7	5,7	3,5	5,0
4,4	5,0	4,3	5,7	3,5	7,0	5,0	4,3	4,3
4,6	5,0	2,8	4,3	4,3	7,0	5,7	7,7	7,0
4,8	4,3	2,8	5,0	4,3	7,7	6,3	8,4	6,3
5	4,0	3,3	3,3	3,3	7,3	6,0	5,3	6,6
5,2	4,7	6,0	5,3	4,0	6,0	7,3	6,6	6,6
5,4	6,0	3,3	5,3	5,3	6,0	7,9	7,9	7,9
5,6	6,0	3,3	6,0	4,0	6,0	9,2	6,6	8,6
5,8	5,3	4,0	7,9	6,0	5,3	9,2	5,3	7,3
6	5,0	4,4	8,7	5,0	5,7	9,8	5,7	7,5

0 < qd ≤ 1.2MPa	Compacité faible
1.2 < qd ≤ 2.3MPa	Compacité modeste
2.3 < qd ≤ 5.2MPa	Compacité moyenne
5.2 < qd ≤ 20MPa	Compacité élevée
qd < 20MPa	Compacité très élevée
	Refus

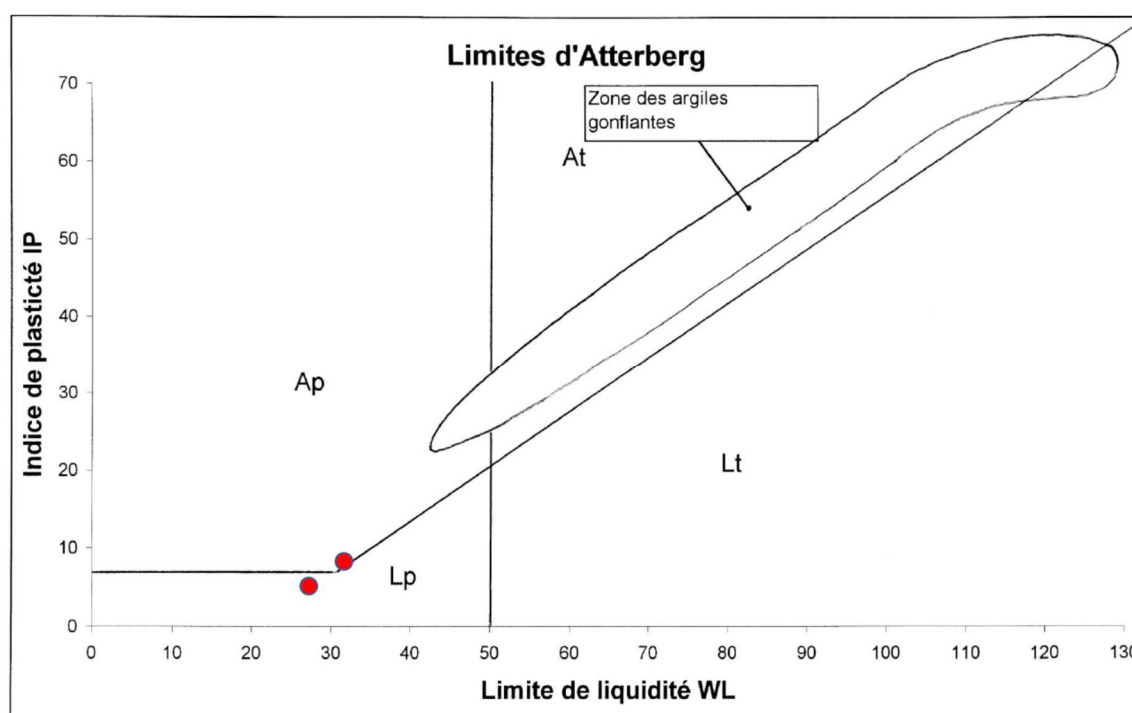
3.4.2. ANALYSES EN LABORATOIRE

Les analyses en laboratoire réalisées en 2019 sur les échantillons prélevés au droit des sondages à la pelle ont permis de classer les matériaux selon le Guide des Terrassements Routiers (GTR). Les matériaux reconnus vers 1.0m de profondeur au droit des sondages PM1 et PM2 sont classés A1.

		IDENTIFICATION										
Sondages	Prof (m)	GTR	W%	WI%	Ip	Analyse granulométrique						
						% de passant						
						Dmax (mm)	50 mm	20 mm	5 mm	2 mm	400 µm	80 µm
PM1	1,00	A1	17,7%	31	7	0,37	100	100	99	98	96	88,5
PM2	1,10	A1	21,6%	28	5	0,18	100	100	100	100	99	91,9

Les matériaux classés A1 sont considérés comme très sensibles à l'eau et au gel. Une faible variation de leur teneur en eau entraîne une chute de leur portance.

Les limites d'Atterberg indiquent que les matériaux prélevés ne sont pas situés dans la zone des argiles gonflantes.



Les valeurs de l'indice de portance Immédiate (IPI) des sols indiquent un état hydrique th (très humide) au moment des investigations en octobre 2019. Cependant, ces caractéristiques évoluent en fonction des conditions hydrologiques.

		IDENTIFICATION			
Sondages	Prof (m)	GTR	Compactage		
			94-078		
			W(%) IPI	IPI	ρ_d What t/m ³
PM1	1,00	A1th	18,2%	3,3	1,77
PM2	1,10	A1th	21,0%	1,4	1,69

Les analyses en laboratoire réalisées sur les échantillons prélevés en septembre 2020 au droit des sondages à la tarière ont permis de classer les matériaux selon le Guide des Terrassements Routiers (GTR). Les matériaux reconnus entre 0.90 et 1.50m de profondeur au droit des sondages TA1 à TA6 sont classés A2s (1 valeur), A2m (2 valeurs), A2h (2 valeurs) et A2th (1 valeur).

Les matériaux A2 sont considérés comme très sensibles à l'eau et au gel. Une faible variation de leur teneur en eau entraîne une chute de leur portance.

Les valeurs de l'indice de portance immédiat (IPI) des sols indiquent **un état hydrique variable, très sec (ts) à très humide (th) au moment des investigations en septembre 2020**. Cependant, ces caractéristiques évoluent en fonction des conditions hydriques.

La détermination des limites d'Atterberg indique que les échantillons analysés ne sont pas situés dans la zone des argiles gonflantes (diagramme ci-après).

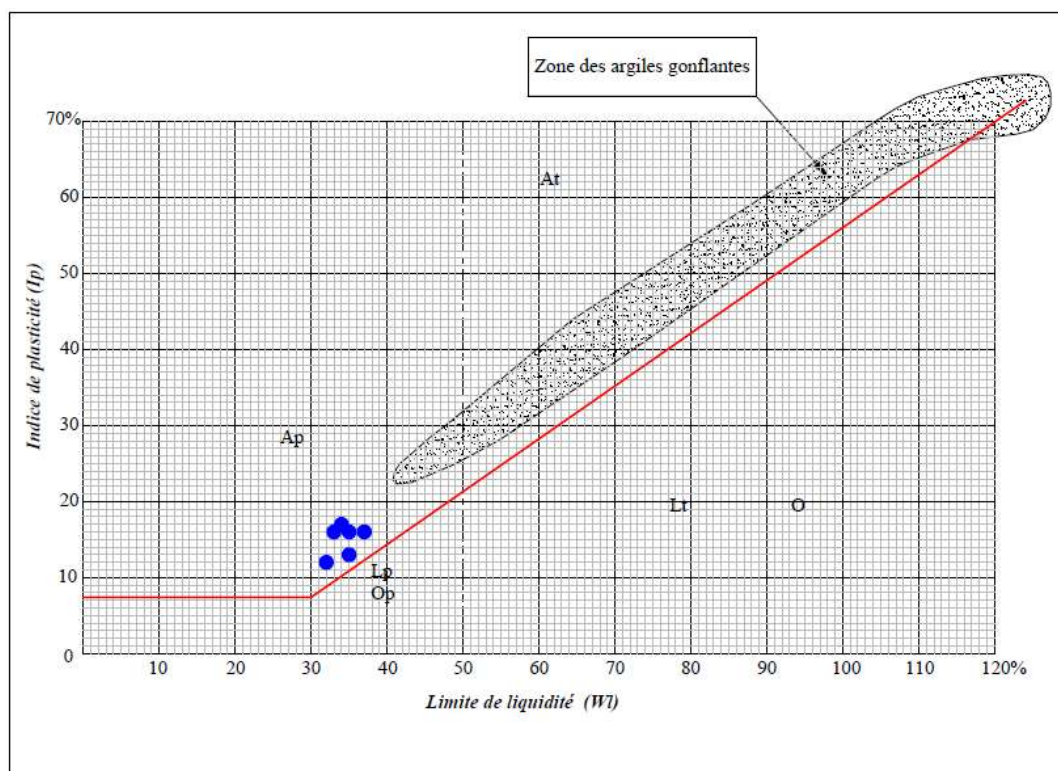


Diagramme de Casagrande

3.5. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Compte tenu du contexte géomorphologique du secteur d'étude, les sols ne sont pas sujets à la présence d'une nappe phréatique sensu-stricto. Cependant, les intercalations sableuses ou gréseuses au sein des formations marneuses de l'Oligocène peuvent favoriser des circulations d'eau erratiques dans le substratum.

De plus, en période pluvieuse, des circulations d'eau d'infiltrations peuvent exister dans les sols superficiels, pouvant générer une nappe de rétention.

● Essais de perméabilité

Les essais d'infiltration de type Porchet réalisés dans les sondages à la tarière T1, T2 et T3 entre 0.75 à 1.50m de profondeur ont permis d'estimer la perméabilité des sols argilo-limoneux superficiels. Les coefficients de perméabilité obtenus sont les suivants :

Sondages	Profondeur (m)	Lithologie	Perméabilité (m/s)
T1	0.85 - 1.5	Argiles limoneuses	2×10^{-7}
T2	0.80 - 1.5		7×10^{-7}
T3	0.75 - 1.5		8×10^{-7}

Les valeurs obtenues dans les matériaux argilo-limoneux indiquent des perméabilités très faibles. Ces résultats s'accordent avec les perméabilités généralement mesurées dans ces matériaux et les sols superficiels peuvent être qualifiés d'imperméables.

3.6. RISQUES NATURELS

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

Nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles : 2

Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
67PREF19990271	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Inondations et coulées de boue : 1

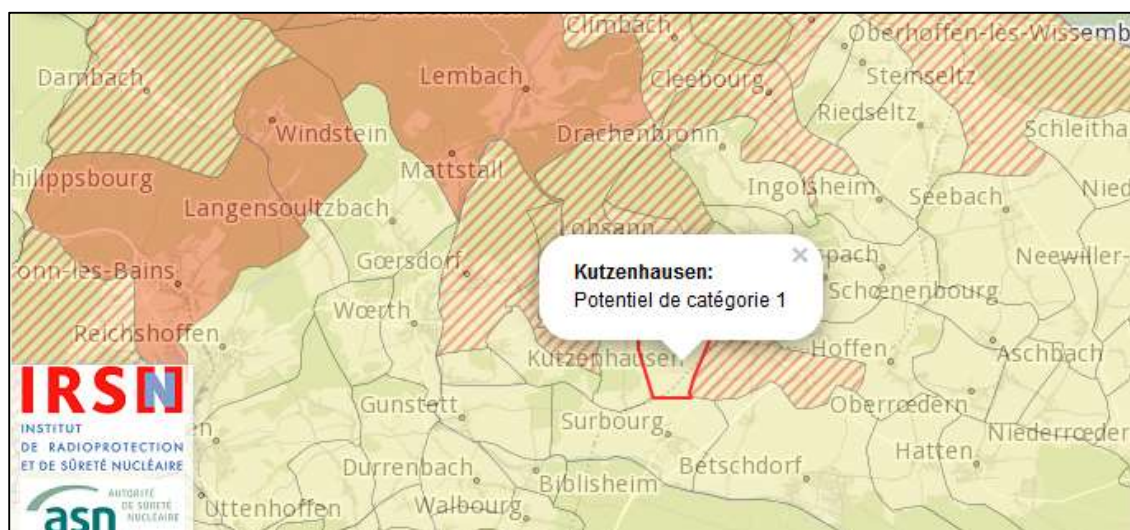
Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
67PREF20170621	08/12/1982	31/12/1982	11/01/1983	13/01/1983

3.6.1. RISQUE INONDATIONS

La commune de KUTZENHAUSEN n'est pas soumise à un PPRI.

3.6.2. RISQUE RADON

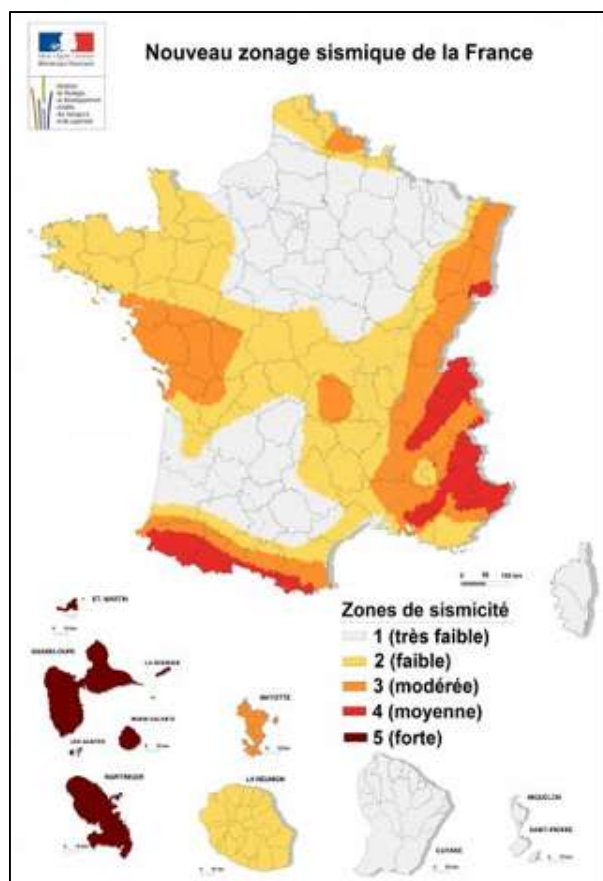
D'après le site www.irsn.fr, la commune de KUTZENHAUSEN présente un potentiel de présence de radon de catégorie 1.



Les communes à potentiel radon de catégorie 1 sont celles localisées sur les formations géologiques présentant les teneurs en uranium les plus faibles. Sur ces formations, une grande majorité de bâtiments présente des concentrations en radon faibles. Les résultats de la campagne nationale de mesure en France métropolitaine montrent ainsi que seulement 20% des bâtiments dépassent 100 Bq. m^{-3} et moins de 2% dépassent 400 Bq. m^{-3} .

3.7. SISMICITÉ

Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un 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). Ici, le décret n°2010-1255 classe la zone étudiée en **zone 3 modérée**.



4. SYNTHÈSE

De l'ensemble de l'étude, nous retiendrons les éléments suivants :

- **Du point de vue géologique et géotechnique** : la présence de 0.1 à 0.5m de limons argileux marron clair à bruns à radicelles, correspondant à l'horizon de « terre végétale » plus ou moins remanié ; surmontant des limons ± argileux et/ou des argiles limoneuses marron à ocre-jaune ± charpentés en cailloutis de compacités modestes à élevées et classées A1 selon la classification GTR ; reposant en PM1 sur des argiles marneuses vers 1.60m de profondeur. Les échantillons prélevés montrent que les sols superficiels ne sont pas sensibles au retrait / gonflement.
- **Du point de vue hydrogéologique** : le site n'est pas sujet à la présence d'une nappe phréatique. Cependant, il peut exister des circulations d'eau erratiques au sein des formations marneuses et dans les sols superficiels.
- **Du point de vue sismique**, la commune de KUTZENHAUSEN se situe en zone de **sismicité 3 (modérée)**.
- **Le projet** prévoit l'aménagement d'un lotissement de 13 lots et d'une voirie de desserte centrale.



5. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE CONSTRUCTION DES MAISONS - MISSION G1 PGC

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

En première approche, on peut tabler sur un mode de fondation des maisons sur des semelles ou massifs superficiels dans les matériaux argilo-limoneux ou argilo-marneux de compacités modestes à élevées, en respectant une profondeur d'assise minimale de 1m sous le niveau du terrain naturel et une garde hors-gel de 0.9m entre le niveau d'assise des fondations et le terrain périphérique fini.

La réalisation de dallage sur terre-plein est envisageable pour l'ensemble des parcelles.

Lorsque l'implantation et les caractéristiques des futurs bâtiments seront connues, une étude complémentaire de niveau avant-projet permettra de confirmer les paramètres géotechniques et les hypothèses à prendre en compte pour la validation des principes de fondations. Cette étude G2-AVP devra être réalisée pour chaque pavillon.



6. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE CONSTRUCTION DES VOIRIES - MISSION G2 AVP

Dans le cadre de la réalisation des voiries, l'arase terrassement, après le décapage de l'horizon de « terre végétale » sur toute son épaisseur, correspondra aux matériaux limono-argileux marron de compacités modestes à élevées.

6.1. CONSTITUTION DE LA COUCHE DE FORME

La couche de forme sera constituée par une grave concassée de granulométrie continue, insensible à l'eau et au gel et chimiquement inerte, mise en œuvre sur un géotextile anti-contaminant.

La couche de forme a trois fonctions :

- ✓ Une fonction drainante en partie inférieure pour éviter de créer un effet piscine à la base,
- ✓ Une fonction globale d'homogénéisation de la portance et de préservation de l'arase au gel,
- ✓ Une fonction de fin réglage en partie supérieure, par sa granulométrie plus fine (0/20 ou 0/31.5mm).

Elle sera compactée pour un objectif de densification q3 selon les préconisations du Guide des Terrassements Routiers (GTR), avec comme objectif de réception par essais à la plaque l'obtention d'un module EV2 ≥ 50 MPa.

Les matériaux de couche de forme habituellement suggérés sont :

En partie basale, une grave 0/60 mm respectant les critères suivants :

$$D \leq 60 \text{ mm}$$

Propres avec VBS < 0,1

$$\%80\mu\text{m} < 5 \%$$

$$D_{10} \leq 1 \text{ mm}$$

Fermés par une couche de réglage en matériaux bien gradués correspondant aux critères suivants :

$$D \leq 31.5 \text{ mm}$$

$$\text{Propres avec VBS} < 0,1$$

$$\%80\mu\text{m} < 5 \%$$

Ces matériaux, compactés à l'objectif q3, ont respectivement un module EV2 intrinsèque de :

$$150 \text{ MPa pour le } 0/60 \text{ mm}$$

$$200 \text{ MPa pour le } 0/31,5 \text{ mm}$$

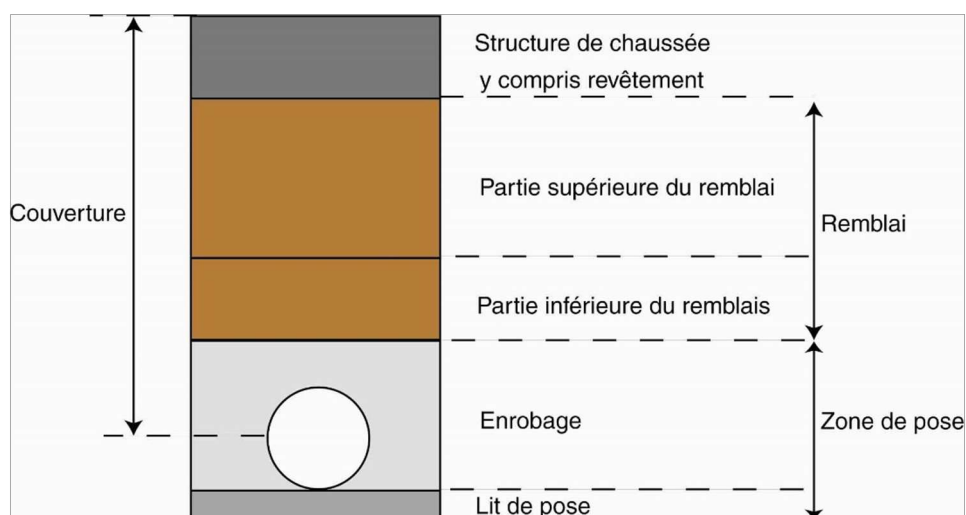
En première approche, on pourra tabler sur la mise en œuvre d'une couche de forme d'une épaisseur minimale de 0.50m sur géotextile, pour obtenir comme critère de réception par essais à la plaque EV2 > 50 MPa. Suivant les conditions météorologique et la qualité de l'arase lors des travaux, cette épaisseur pourra être ajustée en fonction de la portance du sol d'assise lors des terrassements.

Si le travaux étaient réalisés en période défavorable, l'épaisseur de la couche de forme devrait être augmentée pour obtenir le même critère de réception.

7. POSE DE RÉSEAUX – PRÉCONISATIONS NFP 98-331

Les réseaux seront posés dans les matériaux de la couche de forme ou les argiles limoneuses marron du sol d'assise. On prévoira un blindage plutôt qu'un talutage au large pour la réalisation des fouilles au-delà de 1,30m de profondeur.

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



7.1. REMBLAYAGE

Pour rappel, on distingue par ordre d'exigence croissante, les objectifs de densification suivants :

Objectif de densification	Exigences	Utilisation en tranchées (détaillée en 6.2.4)
q1 ¹⁾	$pdm \geq 100 \% \text{ pdOPM}$ $pdfc \geq 98 \% \text{ pdOPM}$	Non accessible au petit matériel de compactage
q2 ¹⁾	$pdm \geq 97 \% \text{ pdOPN}$ $pdfc \geq 95 \% \text{ pdOPM}$	Chaussée
q3	$pdm \geq 98,5 \% \text{ pdOPN}$ $pdfc \geq 96 \% \text{ pdOPN}$	Partie supérieure de remblai
q4 ²⁾	$pdm \geq 95 \% \text{ pdOPN}$ $pdfc \geq 92 \% \text{ pdOPN}$	Remblai Zone d'enrobage des tranchées de hauteur de recouvrement < 1.30m et certaines tranchées de hauteur de recouvrement $\geq 1.30\text{m}^2$.
q5 ²⁾	$pdm \geq 90 \% \text{ pdOPN}$ $pdfc \geq 87 \% \text{ pdOPN}$	Zone d'enrobage (uniquement pour les tranchées dont la hauteur de recouvrement $\geq 1.30\text{m}$ ou q4 n'est pas exigé). ³⁾
1) q1 et q2 sont définis dans la norme NF P 98-115 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, 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, ...).		

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.

7.2. 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 espaces verts (cas type 4), au-dessous de la terre végétale, l'objectif de densification est q4.

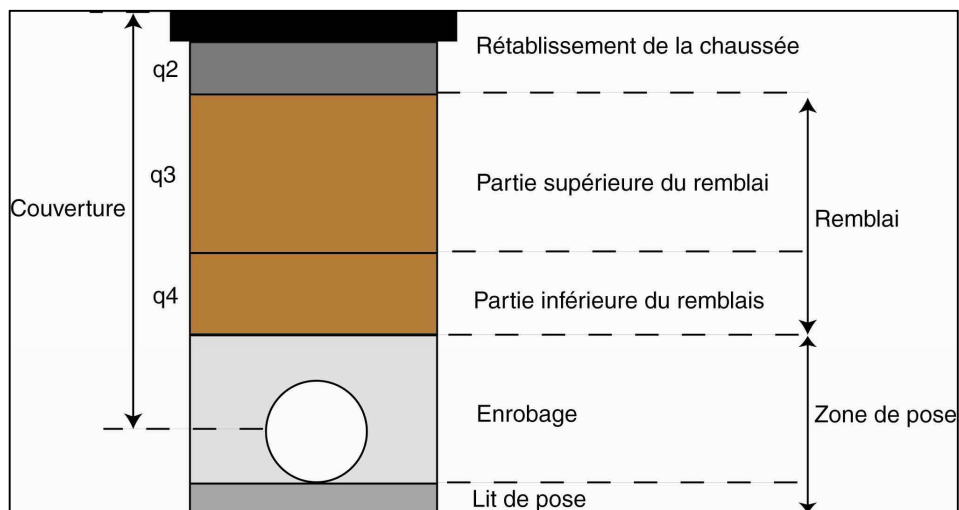
C'est ici le cas type 1 qui est principalement à retenir, la pose des réseaux étant prévue principalement sous la voie de desserte des parcelles.

Le matériel de compactage est adapté à la nature des matériaux utilisés pour le remblai, aux qualités de compactage exigées et aux contraintes d'environnement.



7.3. OBJECTIFS DE DENSIFICATION EXIGÉS SOUS CHAUSSÉES, TROTTOIRS ET ZONES SUPPORTANT DES CHARGES LOURDES

La partie supérieure du remblai en matériaux de niveau d'objectif q3 a une épaisseur variable selon l'importance du trafic tel qu'indiqué dans le tableau 2.

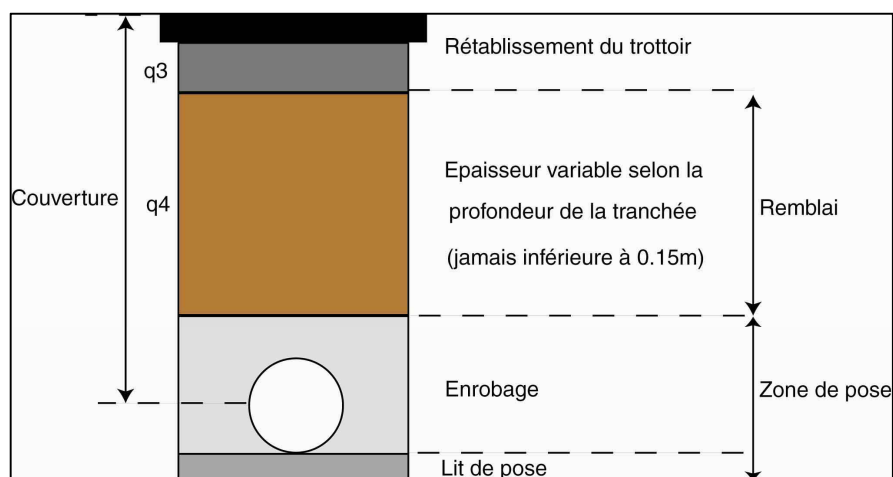


Dans le cas où l'épaisseur de matériau de niveau d'objectif q4 ne dépasse pas 0.15m, le remblai est obligatoirement réalisé avec le même matériau que celui de la partie supérieure du remblai.

7.4. OBJECTIFS DE DENSIFICATION EXIGÉS SOUS CHAUSSÉES, TROTTOIRS ET ZONES NE SUPPORTANT PAS DES CHARGES LOURDES

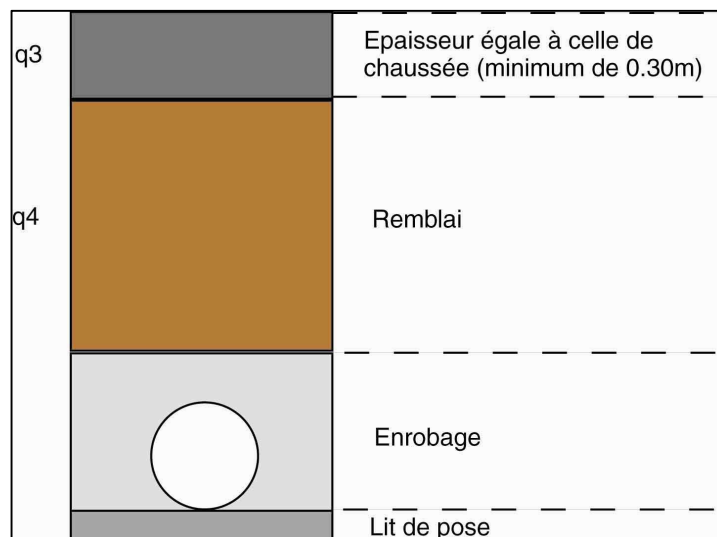
Revêtement :

- Sur trottoir non revêtu, la surface est constituée au minimum de 0.15m d'une grave compactée avec un objectif de densification de niveau q3.
- Sur un trottoir revêtu, la surface est reconstituée à l'identique.



7.5. OBJECTIFS DE DENSIFICATION EXIGÉS SOUS ACCOTEMENTS

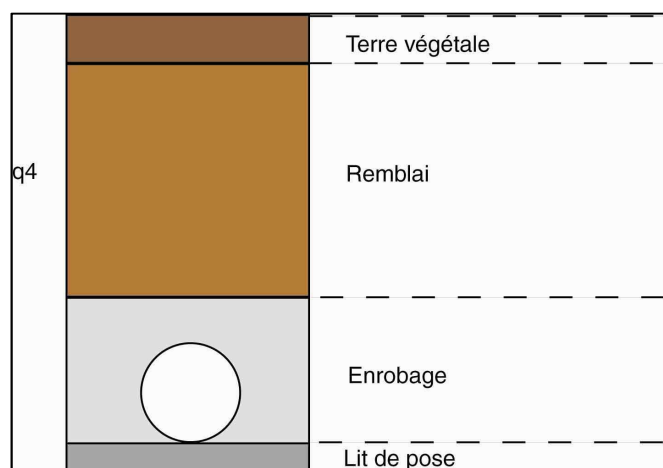
Si l'accotement est susceptible de supporter des charges lourdes, l'objectif de densification est identique à celui de la tranchée sous chaussée.



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.

7.6. OBJECTIFS DE DENSIFICATION EXIGÉS SOUS ESPACES VERTS

Le matériel de compactage est adapté à la nature des matériaux utilisés pour le remblai, aux qualités de compactage exigées et aux contraintes d'environnement.



7.6.1. 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

A priori, le contexte ici correspond uniquement à celui d'un **trafic faible**.

- (1) trafic déterminé selon la norme NF P98 - 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 P98-082 (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 contrepartie 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.

7.6.2. 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	

7.7. REMARQUES SUR LES REMBLAIS D'ENROBAGE ET LE LIT DE POSE

Au sens de la norme NFP 98-331, le remblai d'enrobage et le lit de pose sont considérés de la même manière que les parties inférieures de remblai ou les parties supérieures de remblai non sollicitées par des charges lourdes. Ainsi, l'objectif de densification préconisé est q4, ce qui est d'ailleurs repris de manière générale dans le guide de remblayage des tranchées (SETRA-LCPC).

Cependant, comme le fait remarquer le GTR, les valeurs demandées pour chaque objectif (ici q3 ou q4) sont à considérer comme des repères mais ne doivent pas être considérées comme prescriptions de compactage en raison de la non pertinence de la référence Proctor pour de nombreux matériaux et de la difficulté d'assurer un contrôle véritable et précis.

Il reste préférable de baser le compactage de la zone d'enrobage sur un objectif q3 qui permettra de minimiser les effets de flaches à moyen terme, en particulier lorsque les caractéristiques mécaniques et les états hydriques des sols supports sont défavorables.

Les matériaux utilisés en lit de pose et en remblai d'enrobage doivent correspondre à des matériaux propres et bien gradués de préférence. Ces matériaux ne devront pas contenir d'éléments de grande taille susceptibles de poinçonner les conduites.

On s'attend donc à devoir prévoir un lit de pose en matériaux d'apport, de type 0/31.5mm ou 0/20mm.

Pour l'encagement des réseaux, il est également préférable de prévoir un matériau d'apport de granulométrie satisfaisante.

La mise en œuvre des matériaux sera conditionnée par les modalités de réemploi définies par le GTR et par le guide SETRA-LCPC de mai 1994 pour le Remblayage des tranchées et réfection des chaussées.

7.8. CONDITIONS DE RÉALISATION DES TRANCHÉES

L'évolution des personnels de chantier en fond de tranchée impose par défaut la mise en place de blindages pour les poses profondes. On ne procédera pas par talutage au large pour des fouilles de profondeur supérieure à 1,30m. Les seuls talutages avec des pentes à 3B/2H seront réservés à des tranchées de moins de 1,30m de profondeur ne recoupant pas d'éventuelles circulations d'eau. L'évolution des engins et le stockage de matériaux en crête de tranchée peuvent également poser des problèmes de stabilité, ce qui implique de prendre les mesures sécuritaires adaptées.

Les terrassements seront réalisés à la pelle hydraulique avec stockage sur place des matériaux réutilisables ou évacuation immédiate des déblais en dépôt.

Le compactage sera soumis aux exigences du GTR selon le type de matériau.

En cas de rencontre d'horizons décomprimés en fond de fouille ou organiques, une substitution des matériaux impropres par une grave concassée d'apport pourra s'avérer nécessaire à la réalisation du lit de pose. Cette grave serait compactée à la plaque vibrante selon les prescriptions du guide de remblayage des tranchées du LCPC - SETRA.



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.

Dressés par les Ingénieurs soussignés

Daphné BONNET

Ingénieur en charge de l'opération

Laurent COLIN

Ingénieur en charge du contrôle interne



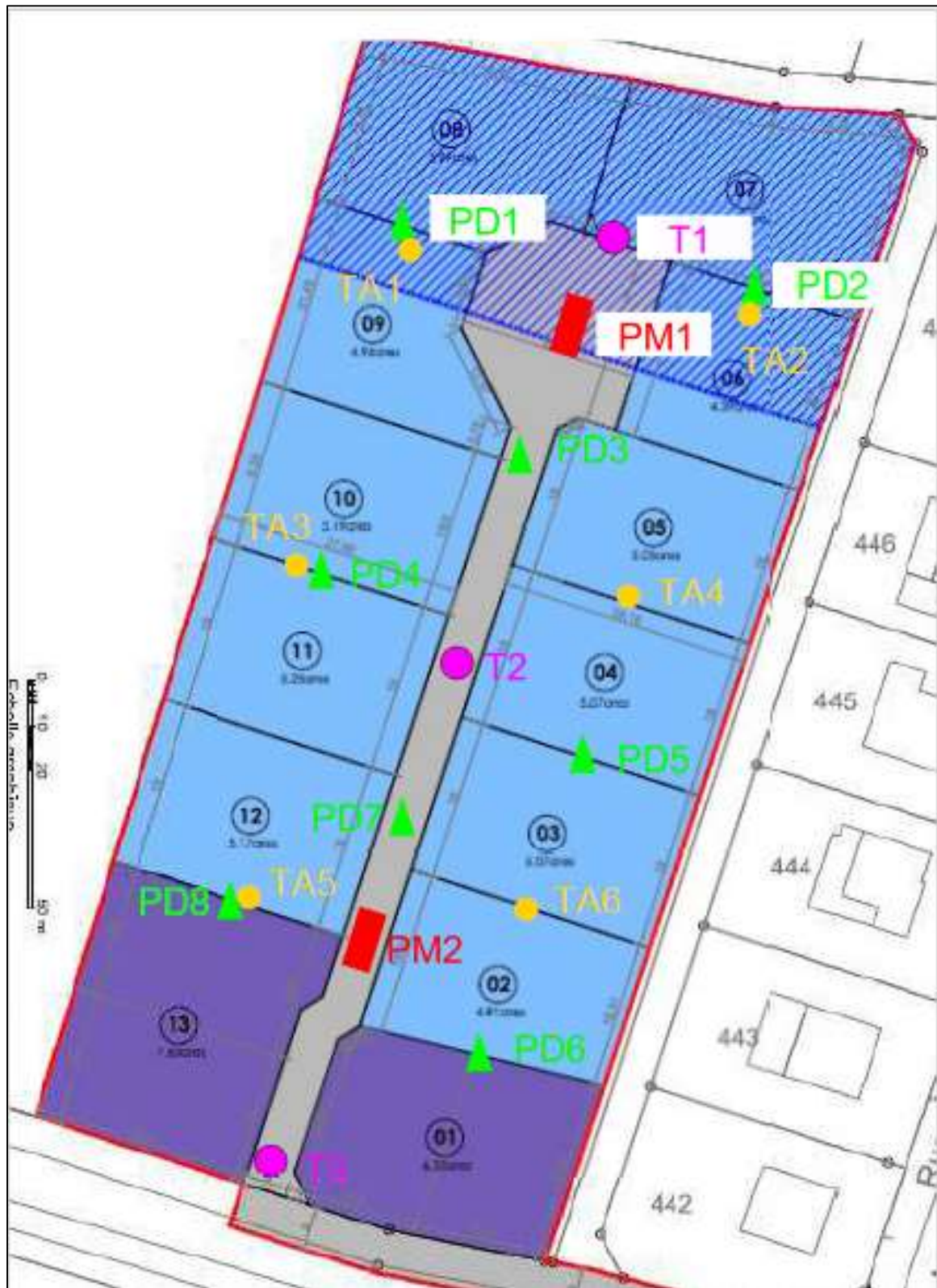
ANNEXES



ANNEXE 1

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES





ANNEXE 2

COUPES DES SONDAGES DE RECONNAISSANCES ET ESSAIS D'INFILTRATION



 HYDROGÉOTECHNIQUE	TERRA SARL Contrat C.19.22102 Aménagement d'un lotissement- Les terrasses du Seltzbach KUTZENHAUSEN (67)		
	Date début : 24/10/2019 Machine : Pelle 12T	Cote NGF (m) : 155.76 Profondeur : 0,00 - 3,00 m	

1/55

Sondage à la pelle : PM1

EXGTE B3.21.2/GTE

Cote NGF	Profondeur	Lithologie	Niveau d'eau	Prélèvement pour laboratoire	Remarques
155,36 m	0	0,40 m Limons argileux bruns à radicelles	Pas noble lors de la reconnaissance	1,1 m	
154,16 m	1	1,60 m Argiles limoneuses marrons à ocre-jaune à passées grises et traces d'hydromorphies			
152,76 m	2	Argiles mameuses grises			
	3	3,00 m			

Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeantutza.fr



 HYDROGEOTECHNIQUE	TERRA SARL Aménagement d'un lotissement- Les terrasses du Seltzbach KUTZENHAUSEN (67)			Contrat C.19.22102
	Date début : 24/10/2019	Cote NGF (m) : 152.26	Profondeur : 0,00 - 3,10 m	
		Machine : Pelle 12T		
	Sondage à la pelle : PM2			EXGTE B3.21.2/GT2

1/55

Sondage à la pelle : PM2

EXGTE B3.21.2/GTE

Cote NGF	Profondeur	Lithologie	Niveau d'eau	Prélèvement pour laboratoire	Remarques
151,76 m	0	0,50 m Limens argileux bruns à radicelles	Pas notoire lors de la reconnaissance	1,0 m	
	1				
	2	Argiles limoneuses marron à ocre-jaune à traces d'hydromorphies			
	3				
149,16 m	3,10 m				

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr



 HYDROGEOTECHNIQUE	TERRA SARL Aménagement d'un lotissement- Les terrasses du Seltzbach KUTZENHAUSEN (67)			Contrat C.19.22102
	Date début : 22/10/2019	Cote NGF (m) : 155.79	Profondeur : 0,00 - 1,50 m	
	Machine : HYDROFORE 200			
1/30	Tarière : T1			EXGTE B3.21.2/GTE

Cote NGF	Profondeur	Sections d'essai	Outil	Niveau d'eau	Sections d'essai
155,69 m	0,10 m	0,10 m Limons argileux bruns à radicelles	Tarière Ø64 mm	Pas noble lors de la reconnaissance	
		Argiles limoneuses marron à ocre-jaune à passées grises et traces d'hydromorphies			0,84 m
154,29 m	1,50 m	1,50 m			Essai de perméabilité : $K = 2 \times 10^{-7}$ m/s 1,50 m

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeantutza.fr

 HYDROGEOTECHNIQUE	TERRA SARL Contrat C.19.22102	
	Aménagement d'un lotissement- Les terrasses du Seltzbach KUTZENHAUSEN (67)	
	Date début : 22/10/2019	Cote NGF (m) : 153.93 Machine : HYDROFORE 200
	Profondeur : 0,00 - 1,50 m	

1/30

Tarière : T2

EXGTE B3.21.2/GTE

Cote NGF	Profondeur	Sections d'essai	Outil	Niveau d'eau	Sections d'essai
153,83 m	0,10 m	0,10 m Limons argileux bruns à radicelles	Tarière Ø64 mm	Pas noble lors de la reconnaissance	
		Argiles limoneuses marron à ocre-jaune à passées grises et traces d'hydromorphies			0,80 m
152,43 m	1,50 m	1,50 m			Essai de perméabilité : $K = 7 \times 10^{-7}$ m/s 1,50 m

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeantutza.fr

 HYDROGEOTECHNIQUE	TERRA SARL Contrat C.19.22102 Aménagement d'un lotissement- Les terrasses du Seltzbach KUTZENHAUSEN (67)		
	Date début : 22/10/2019	Cote NGF (m) : 152.21	Profondeur : 0,00 - 1,50 m
	Machine : HYDROFORE 200		

1/30

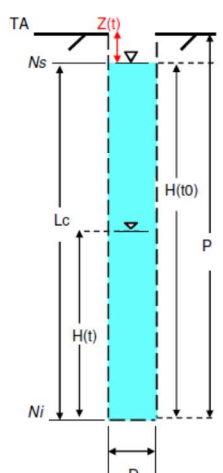
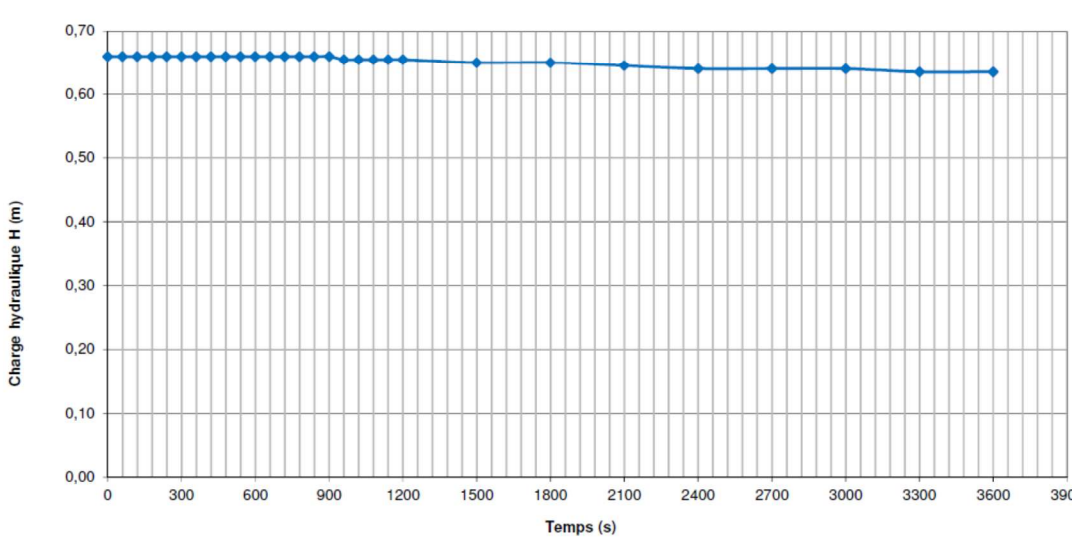
Tarière : T3

EXGTE B3.21.2/GTE

Cote NGF	Profondeur	Sections d'essai	Outil	Niveau d'eau	Sections d'essai
152,06 m	0,15 m	0,15 m Limens argileux bruns à radicelles	Tarière Ø64 mm	Pas noté lors de la reconnaissance	
		Argiles limoneuses marron à ocre-jaune à passées grises et traces d'hydromorphies			0,76 m
150,71 m	1,50 m	1,50 m			Essai de perméabilité : $K = 8 \times 10^{-7}$ m/s

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeantutzsa.fr



 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.19.22102 Chantier : KUTZENHAUSEN Date : 22/10/2019 Lithologie : Argiles limoneuses	Sondage : T1 Profondeur d'essai : de (Ns = Niveau supérieur) : 0,84 m /TA à (Ni = Niveau inférieur) : 1,50 m /TA (TA = Terrain Actuel)																																																																																												
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Temps t en s</th> <th>Charge hydraulique H(t) en m</th> <th>Variation de charge $\Delta H(t)$ en m</th> <th>Observations</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0,660</td><td>0,000</td><td rowspan="36"></td></tr> <tr><td>60</td><td>0,660</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>120</td><td>0,660</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>180</td><td>0,660</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>240</td><td>0,660</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>300</td><td>0,660</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>360</td><td>0,660</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>420</td><td>0,660</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>480</td><td>0,660</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>540</td><td>0,660</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>600</td><td>0,660</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>660</td><td>0,660</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>720</td><td>0,660</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>780</td><td>0,660</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>840</td><td>0,660</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>900</td><td>0,660</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>960</td><td>0,655</td><td>0,005</td></tr> <tr><td>1020</td><td>0,655</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>1080</td><td>0,655</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>1140</td><td>0,655</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>1200</td><td>0,655</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>1500</td><td>0,650</td><td>0,005</td></tr> <tr><td>1800</td><td>0,650</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>2100</td><td>0,645</td><td>0,005</td></tr> <tr><td>2400</td><td>0,640</td><td>0,005</td></tr> <tr><td>2700</td><td>0,640</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>3000</td><td>0,640</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>3300</td><td>0,640</td><td>0,000</td></tr> <tr><td>3600</td><td>0,635</td><td>0,000</td></tr> </tbody> </table>	Temps t en s	Charge hydraulique H(t) en m	Variation de charge $\Delta H(t)$ en m	Observations	0	0,660	0,000		60	0,660	0,000	120	0,660	0,000	180	0,660	0,000	240	0,660	0,000	300	0,660	0,000	360	0,660	0,000	420	0,660	0,000	480	0,660	0,000	540	0,660	0,000	600	0,660	0,000	660	0,660	0,000	720	0,660	0,000	780	0,660	0,000	840	0,660	0,000	900	0,660	0,000	960	0,655	0,005	1020	0,655	0,000	1080	0,655	0,000	1140	0,655	0,000	1200	0,655	0,000	1500	0,650	0,005	1800	0,650	0,000	2100	0,645	0,005	2400	0,640	0,005	2700	0,640	0,000	3000	0,640	0,000	3300	0,640	0,000	3600	0,635	0,000
Temps t en s	Charge hydraulique H(t) en m	Variation de charge $\Delta H(t)$ en m	Observations																																																																																										
0	0,660	0,000																																																																																											
60	0,660	0,000																																																																																											
120	0,660	0,000																																																																																											
180	0,660	0,000																																																																																											
240	0,660	0,000																																																																																											
300	0,660	0,000																																																																																											
360	0,660	0,000																																																																																											
420	0,660	0,000																																																																																											
480	0,660	0,000																																																																																											
540	0,660	0,000																																																																																											
600	0,660	0,000																																																																																											
660	0,660	0,000																																																																																											
720	0,660	0,000																																																																																											
780	0,660	0,000																																																																																											
840	0,660	0,000																																																																																											
900	0,660	0,000																																																																																											
960	0,655	0,005																																																																																											
1020	0,655	0,000																																																																																											
1080	0,655	0,000																																																																																											
1140	0,655	0,000																																																																																											
1200	0,655	0,000																																																																																											
1500	0,650	0,005																																																																																											
1800	0,650	0,000																																																																																											
2100	0,645	0,005																																																																																											
2400	0,640	0,005																																																																																											
2700	0,640	0,000																																																																																											
3000	0,640	0,000																																																																																											
3300	0,640	0,000																																																																																											
3600	0,635	0,000																																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>P = Profondeur du forage/TA (en m) =</td> <td>1,50</td> </tr> <tr> <td>Lc = Longueur de la cavité testée (en m) =</td> <td>0,66</td> </tr> <tr> <td>H(t(0)) = Charge au démarrage de l'essai (en m) =</td> <td>0,66</td> </tr> <tr> <td>D = Diamètre de la cavité (en m) =</td> <td>0,06</td> </tr> </table>	P = Profondeur du forage/TA (en m) =	1,50		Lc = Longueur de la cavité testée (en m) =	0,66	H(t(0)) = Charge au démarrage de l'essai (en m) =	0,66	D = Diamètre de la cavité (en m) =		0,06																																																																																			
P = Profondeur du forage/TA (en m) =	1,50																																																																																												
Lc = Longueur de la cavité testée (en m) =	0,66																																																																																												
H(t(0)) = Charge au démarrage de l'essai (en m) =	0,66																																																																																												
D = Diamètre de la cavité (en m) =	0,06																																																																																												
																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Perméabilité (K)</td> <td style="width: 10%;">=</td> <td style="width: 40%; text-align: center;">2E-07</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">m.s⁻¹</td> </tr> </table>				Perméabilité (K)	=	2E-07	m.s ⁻¹																																																																																						
Perméabilité (K)	=	2E-07	m.s ⁻¹																																																																																										



**GROUPE
HYDROGEOTECHNIQUE**

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

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

Dossier : C.19.22102
Chantier : KUTZENHAUSEN
Date : 22/10/2019

Lithologie Argiles limoneuses

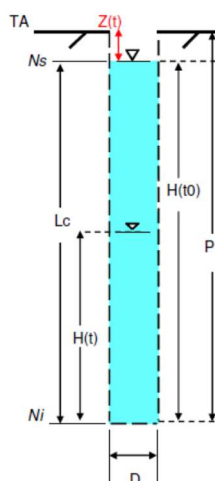
Sondage : T2

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	0,705	0,000	
60	0,700	0,005	
120	0,695	0,005	
180	0,695	0,000	
240	0,695	0,000	
300	0,695	0,000	
360	0,695	0,000	
420	0,695	0,000	
480	0,695	0,000	
540	0,695	0,000	
600	0,695	0,000	
660	0,690	0,005	
720	0,690	0,000	
780	0,690	0,000	
840	0,690	0,000	
900	0,690	0,000	
960	0,690	0,000	
1020	0,685	0,005	
1080	0,685	0,000	
1140	0,685	0,000	
1200	0,685	0,000	
1500	0,680	0,005	
1800	0,680	0,000	
2100	0,680	0,000	
2400	0,675	0,005	
2700	0,670	0,005	
3000	0,670	0,000	
3300	0,660	0,010	
3600	0,660	0,000	

P = Profondeur du forage/TA (en m) =

1,50

Lc = Longueur de la cavité testée (en m) =

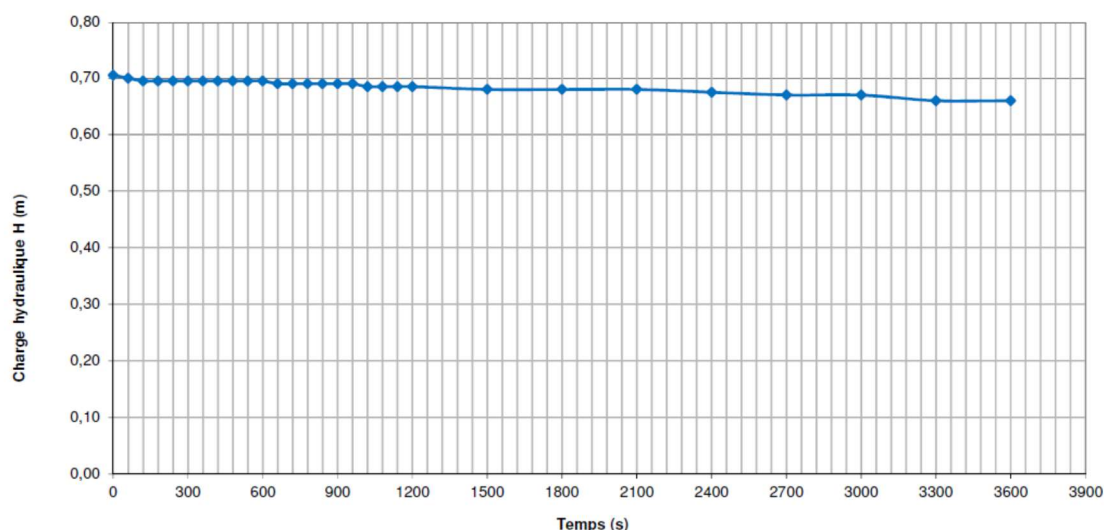
0,71

H(t(0)) = Charge au démarrage de l'essai (en m) =

0,71

D = Diamètre de la cavité (en m) =

0,06



Perméabilité (K) = 7E-07 m.s⁻¹





**GROUPE
HYDROGEOTECHNIQUE**

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

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

Dossier : C.19.22102

Chantier : KUTZENHAUSEN

Date : 22/10/2019

Lithologie Argiles limoneuses

Sondage :

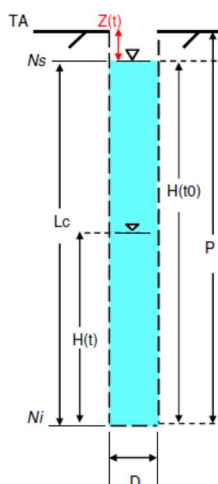
T3

Profondeur d'essai :

de (Ns = Niveau supérieur) : 0,76 m /TA

à (Ni = Niveau inférieur) : 1,50 m /TA

(TA = Terrain Actuel)



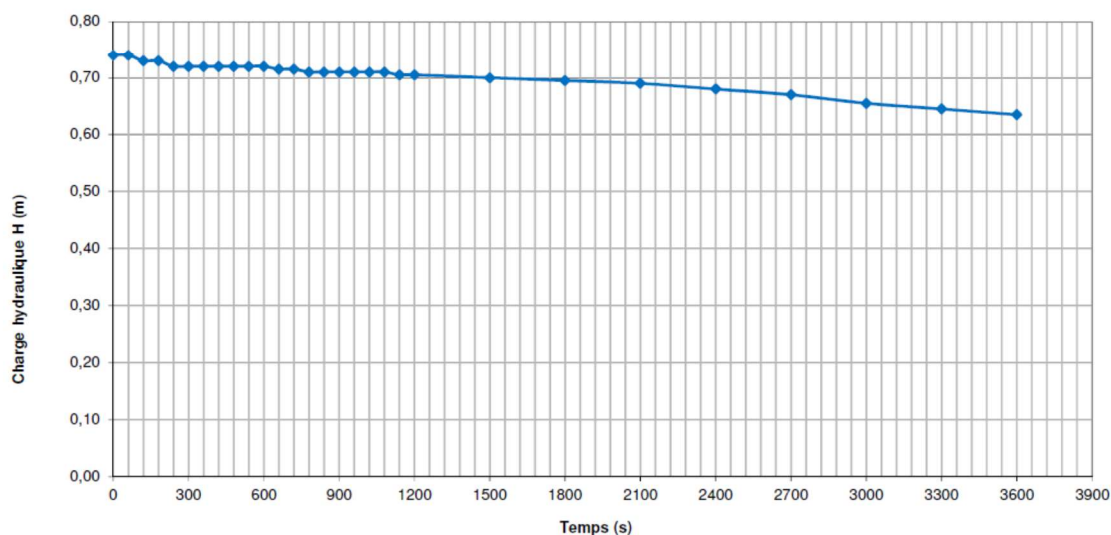
Temps t en s	Charge hydraulique H(t) en m	Variation de charge $\Delta H(t)$ en m	Observations
0	0,740	0,000	
60	0,740	0,000	
120	0,730	0,010	
180	0,730	0,000	
240	0,720	0,010	
300	0,720	0,000	
360	0,720	0,000	
420	0,720	0,000	
480	0,720	0,000	
540	0,720	0,000	
600	0,720	0,000	
660	0,715	0,005	
720	0,715	0,000	
780	0,710	0,005	
840	0,710	0,000	
900	0,710	0,000	
960	0,710	0,000	
1020	0,710	0,000	
1080	0,710	0,000	
1140	0,705	0,005	
1200	0,705	0,000	
1500	0,700	0,005	
1800	0,695	0,005	
2100	0,690	0,005	
2400	0,680	0,010	
2700	0,670	0,010	
3000	0,655	0,015	
3300	0,645	0,010	
3600	0,635	0,010	

P = Profondeur du forage/TA (en m) = 1,50

Lc = Longueur de la cavité testée (en m) = 0,74

H(t(0)) = Charge au démarrage de l'essai (en m) = 0,74

D = Diamètre de la cavité (en m) = 0,06



Perméabilité (K) = 8E-07 m.s⁻¹





Contrat C.20.22066

Date début : 21/09/2020

Cote NGF (m) : **156.01**

Profondeur : 0,00 - 1,50 m

Machine : H200 n°13

1/25

Sondage à la tarière : TA1

EXGTE β3.21.2/GTE

Profondeur	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Observations
0 0,40 m 1 1,50 m	Limon marron clair à débris végétaux Limon argileux marron beige	Tarière mécanique Ø 64 mm	Pas notoire lors de la reconnaissance	



Contrat C.20.22066

Date début : 21/09/2020

Cote NGF (m) : **155.28**

Profondeur : 0,00 - 1,50 m

Machine : H200 n°13

1/25

Sondage à la tarière : TA2

EXGTE β3.21.2/GTE

Profondeur	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Observations
0 0,40 m 1 1,50 m	Limon marron clair à débris végétaux Limon argileux marron à cailloutis	Tarière mécanique Ø 64 mm	Pas notoire lors de la reconnaissance	

 HYDROGEOTECHNIQUE	TERRA SARL KUTZENHAUSEN (67) Lotissement - LOI ELAN		Contrat C.20.22066
	Date début : 21/09/2020	Cote NGF (m) : 153.41	Profondeur : 0,00 - 1,50 m
	Machine : H200 n°13		

Profondeur		Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Observations
0		Limon marron clair à débris végétaux	Tarière mécanique Ø 64 mm	Pas notoire lors de la reconnaissance	
1		Limon légèrement argileux marron à cailloutis			

 HYDROGEOTECHNIQUE	TERRA SARL KUTZENHAUSEN (67) Lotissement - LOI ELAN		Contrat C.20.22066
	Date début : 21/09/2020	Cote NGF (m) : 152.75	Profondeur : 0,00 - 1,50 m
	Machine : H200 n°13		

Profondeur	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Observations
0 0,40 m 1 1,50 m	Limon marron clair à débris végétaux Limon argileux marron à cailloutis	Tarière mécanique Ø 64 mm	Pas notoire lors de la reconnaissance	

 HYDROGEOTECHNIQUE	TERRA SARL KUTZENHAUSEN (67) Lotissement - LOI ELAN		Contrat C.20.22066
	Date début : 21/09/2020	Cote NGF (m) : 152.20	Profondeur : 0,00 - 1,50 m
	Machine : H200 n°13		

Profondeur		Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Observations
0		Limon marron clair à débris végétaux	Tarière mécanique Ø 64 mm	Pas notoire lors de la reconnaissance	
1		Limon légèrement argileux marron à cailloutis			



Contrat C.20.22066

Date début : 21/09/2020

Cote NGF (m) : **151.95**

Profondeur : 0,00 - 1,50 m

Machine : H200 n°13

1/25

Sondage à la tarière : TA6

EXGTE β3.21.2/GTE

Profondeur	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Observations
 0 0,40 m 1 1,50 m	Limon marron clair à débris végétaux Limon argileux marron à cailloutis	Tarière mécanique Ø 64 mm	Pas notoire lors de la reconnaissance	

ANNEXE 3

PÉNÉTROGRAMMES



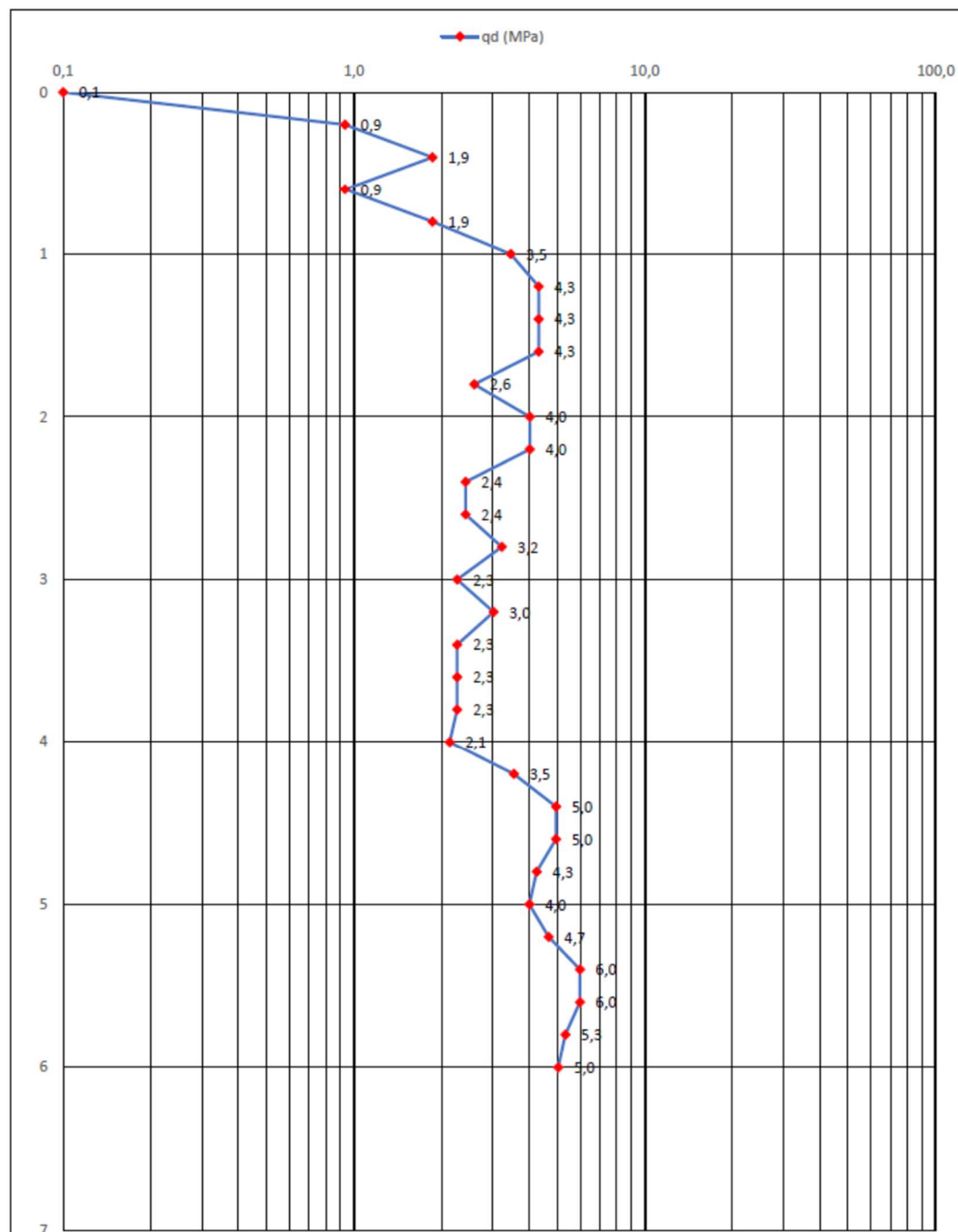
**SONDAGE PÉNÉTROMÉTRIQUE****Norme NFP 94.115**

Client **TERRA SARL**
 Chantier **KUTZENHAUSEN**
 Dossier C.19.22102
 Date 22 octobre 2019

Sondage **PD1**

Cote NGF 156,29 m

qd = résistance de pointe en MPa
 Formule de Redtenbacher

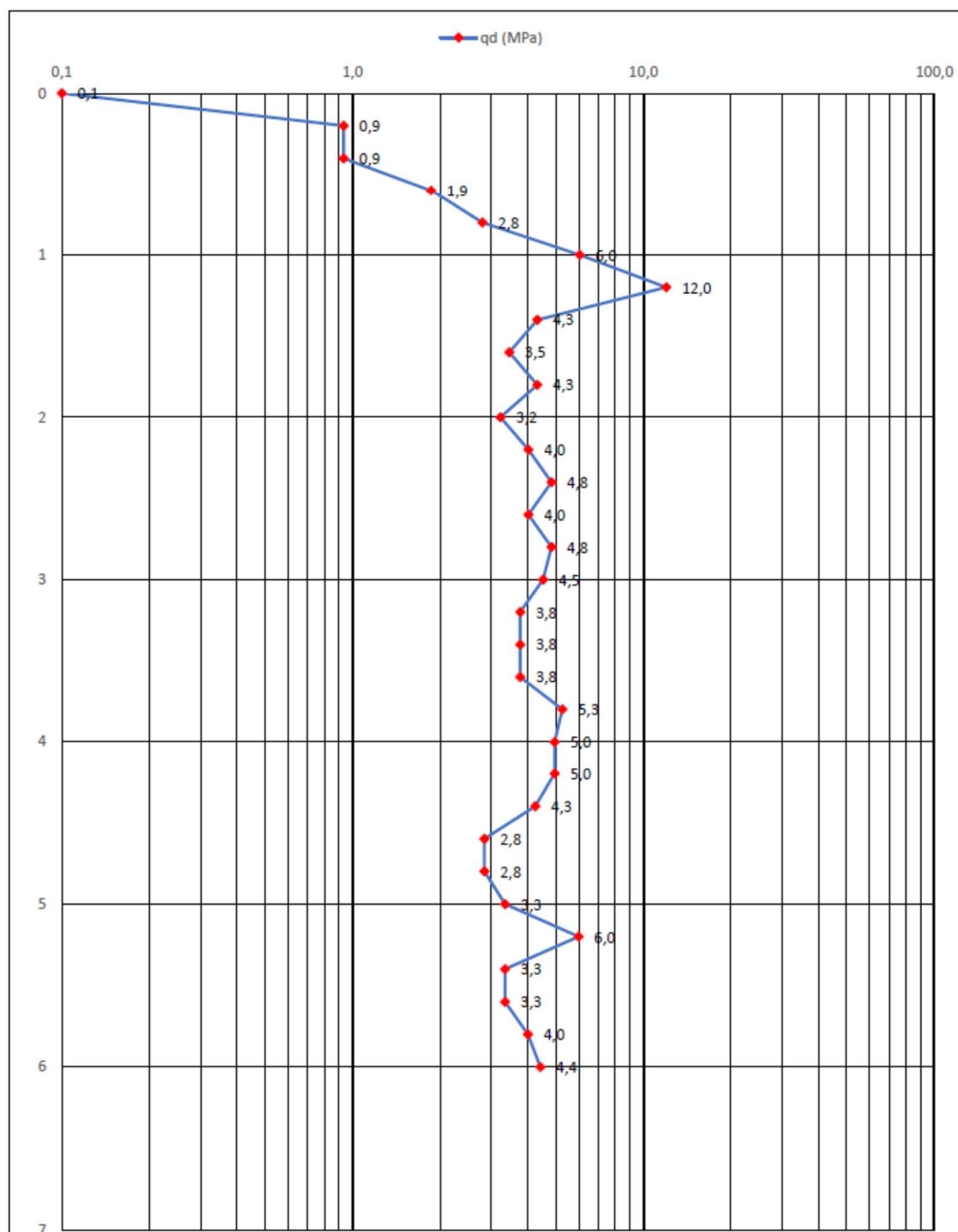



SONDAGE PÉNÉTROMÉTRIQUE
Norme NFP 94.115

Client **TERRA SARL**
 Chantier **KUTZENHAUSEN**
 Dossier C.19.22102
 Date 22 octobre 2019
 Cote NGF 155,21 m

Sondage **PD2**

qd = résistance de pointe en MPa
 Formule de Redtenbacher



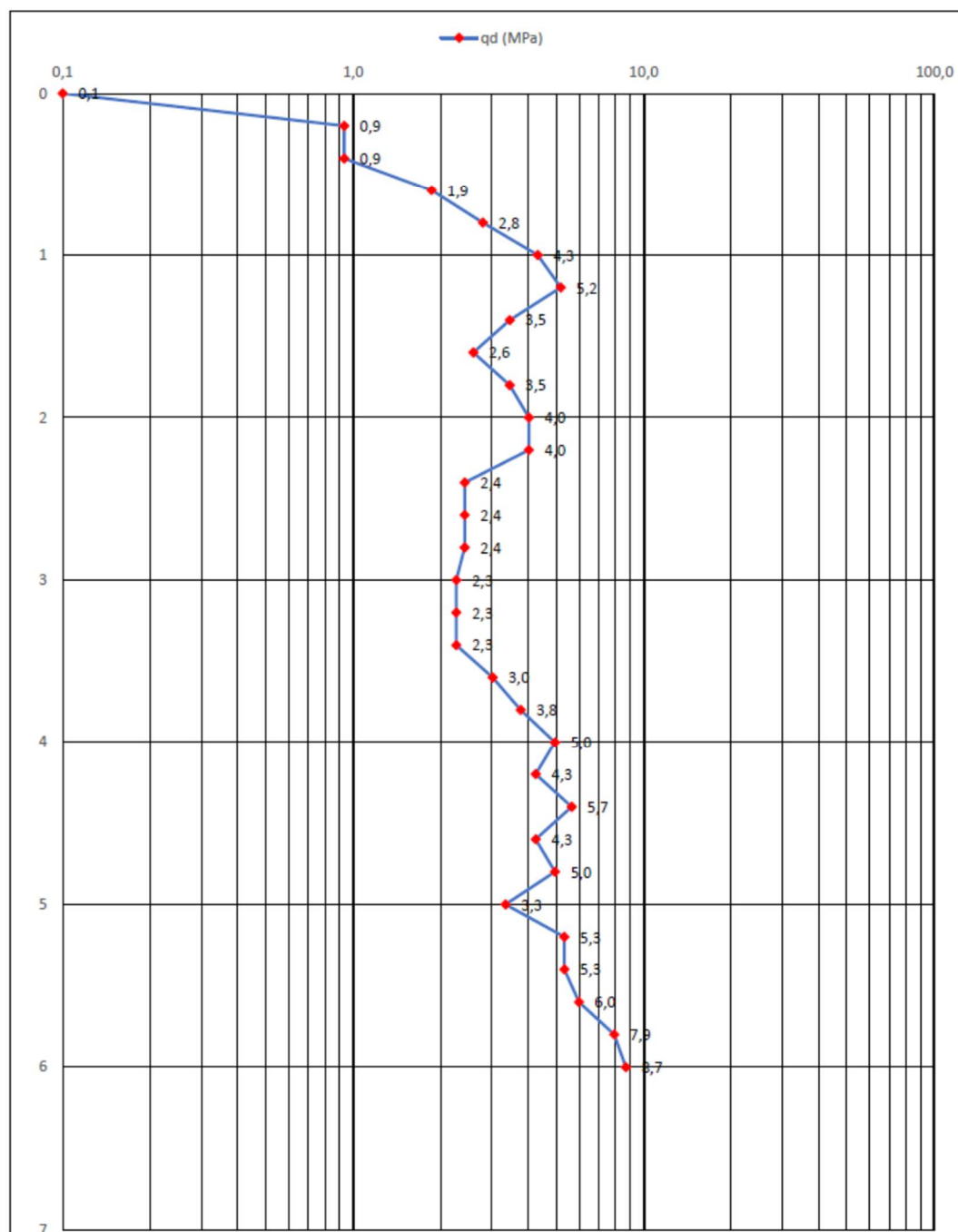
**SONDAGE PÉNÉTROMÉTRIQUE****Norme NFP 94.115**

Client **TERRA SARL**
 Chantier **KUTZENHAUSEN**
 Dossier C.19.22102
 Date 22 octobre 2019

Sondage **PD3**

Cote NGF 155,18 m

qd = résistance de pointe en MPa
 Formule de Redtenbacher



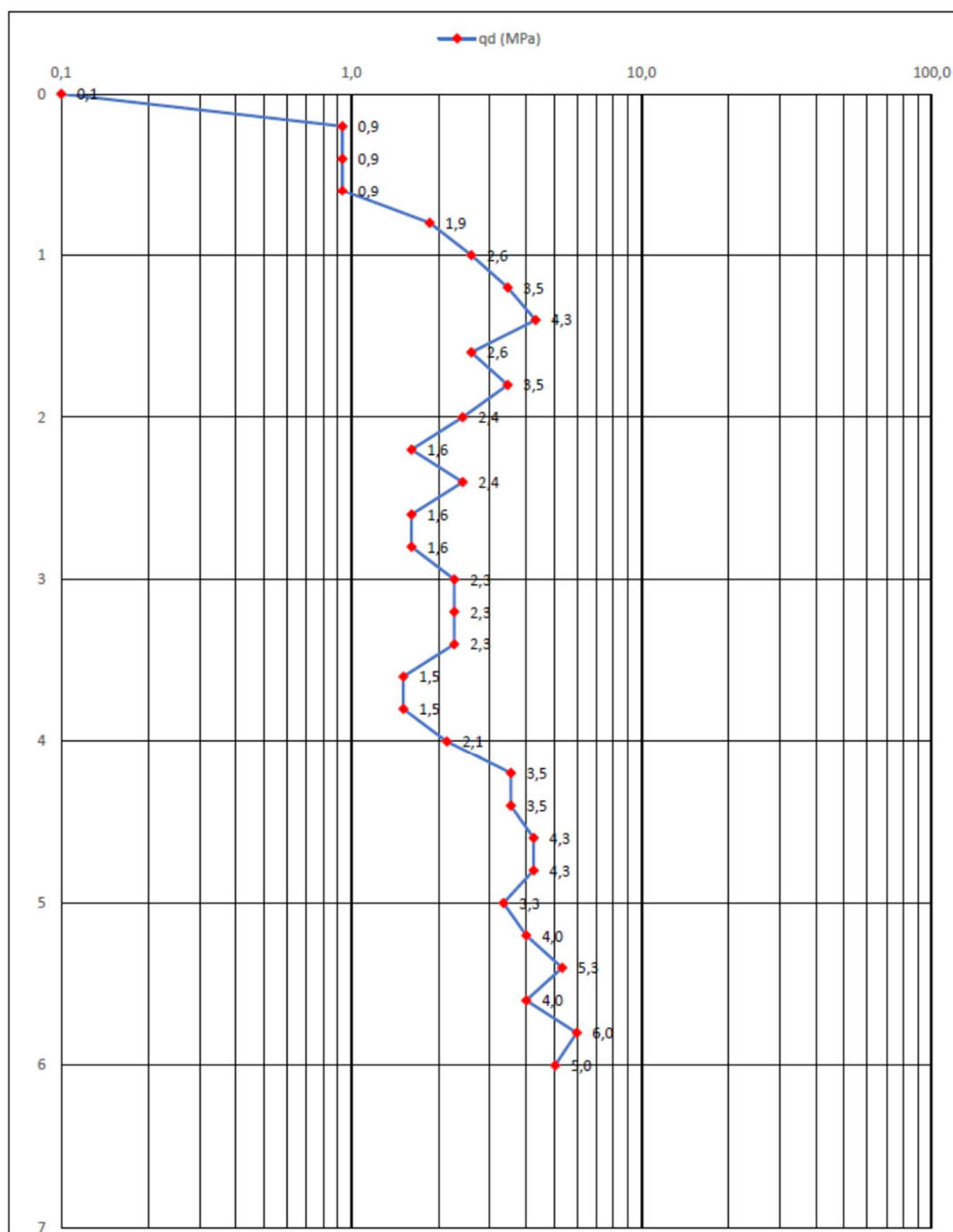

SONDAGE PÉNÉTROMÉTRIQUE
Norme NFP 94.115

Client **TERRA SARL**
 Chantier **KUTZENHAUSEN**
 Dossier C.19.22102
 Date 22 octobre 2019

Sondage **PD4**

Cote NGF 154,44 m

qd = résistance de pointe en MPa
 Formule de Redtenbacher





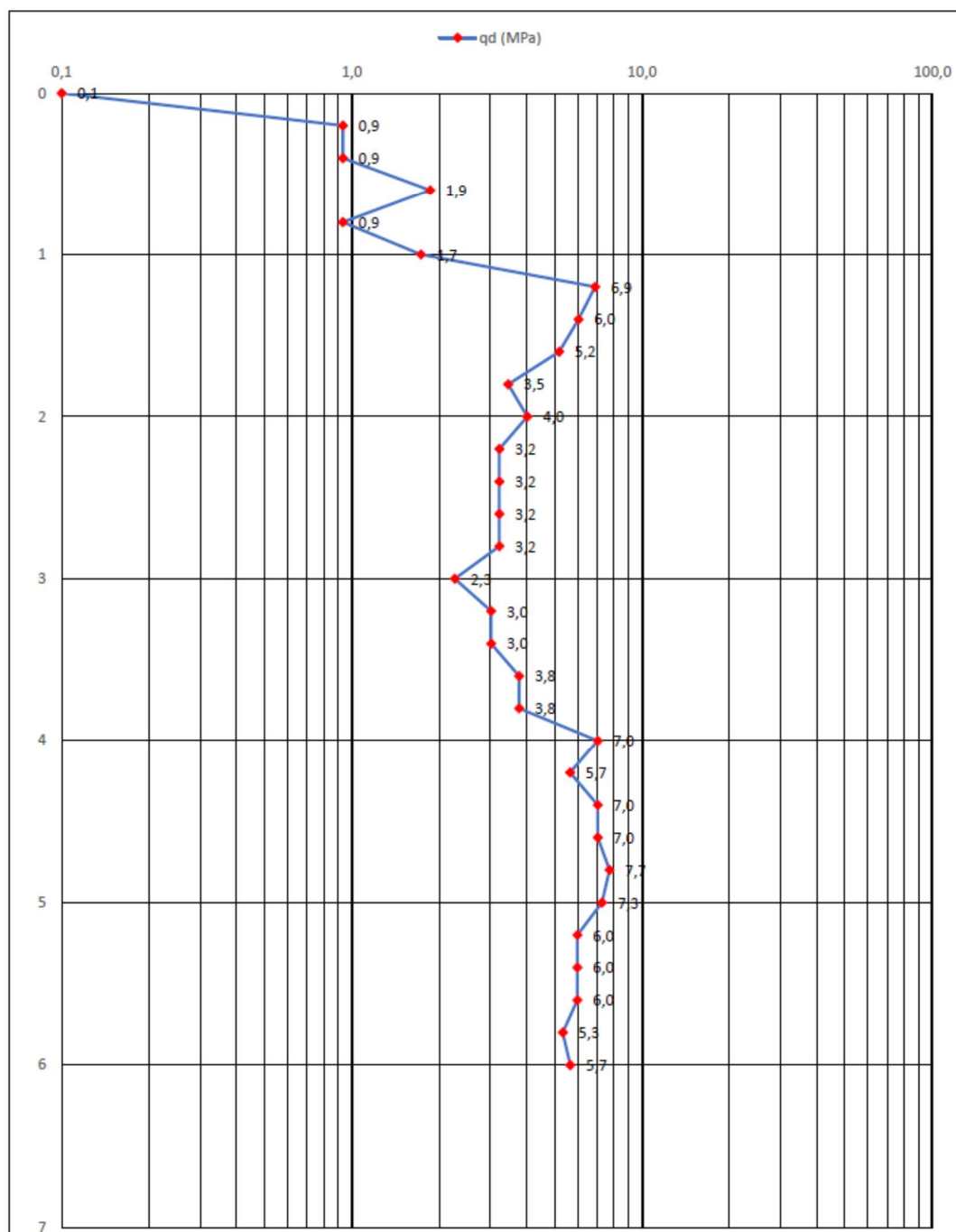
SONDAGE PÉNÉTROMÉTRIQUE
Norme NFP 94.115

Client **TERRA SARL**
 Chantier **KUTZENHAUSEN**
 Dossier C.19.22102
 Date 22 octobre 2019

Sondage PD5

Cote NGF 152,78 m

qd = résistance de pointe en MPa
 Formule de Redtenbacher



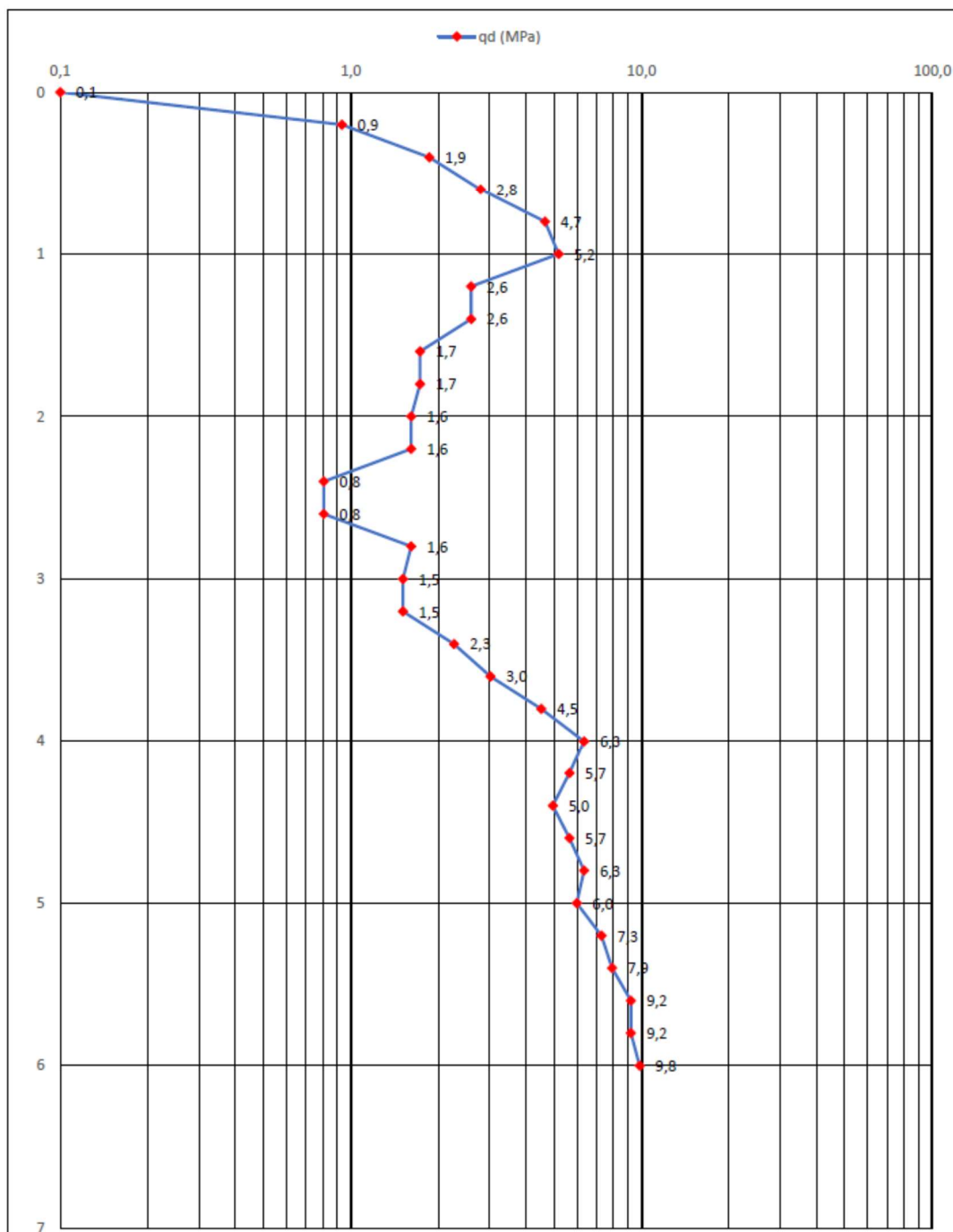


SONDAGE PÉNÉTROMÉTRIQUE
Norme NFP 94.115

Client **TERRA SARL**
 Chantier **KUTZENHAUSEN**
 Dossier C.19.22102
 Date 21 octobre 2019
 Cote NGF 151,92 m

Sondage PD6

qd = résistance de pointe en MPa
 Formule de Redtenbacher

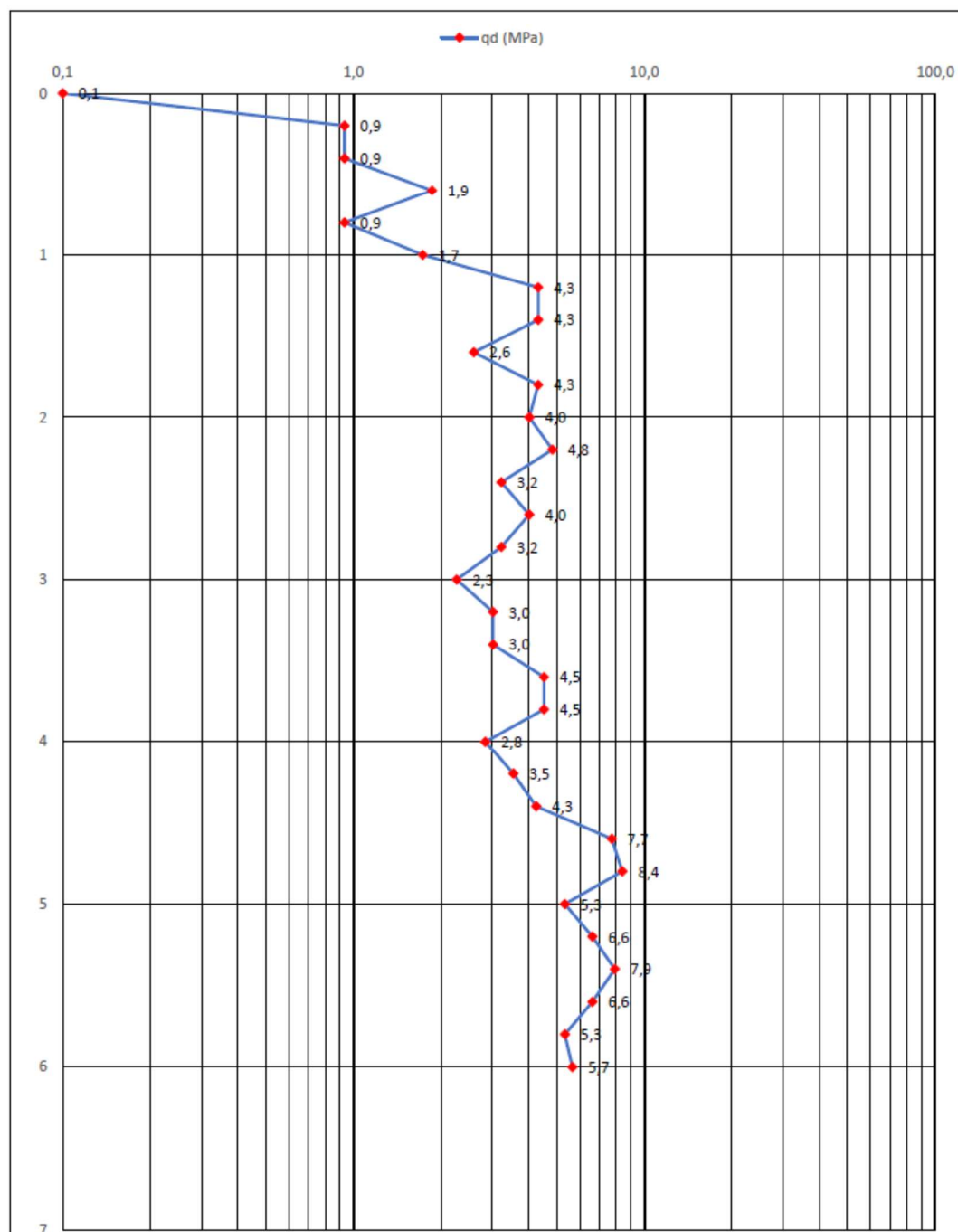



SONDAGE PÉNÉTROMÉTRIQUE
Norme NFP 94.115

Client **TERRA SARL**
 Chantier **KUTZENHAUSEN**
 Dossier C.19.22102
 Date 23 octobre 2019
 Cote NGF 152,74 m

Sondage PD7

qd = résistance de pointe en MPa
 Formule de Redtenbacher

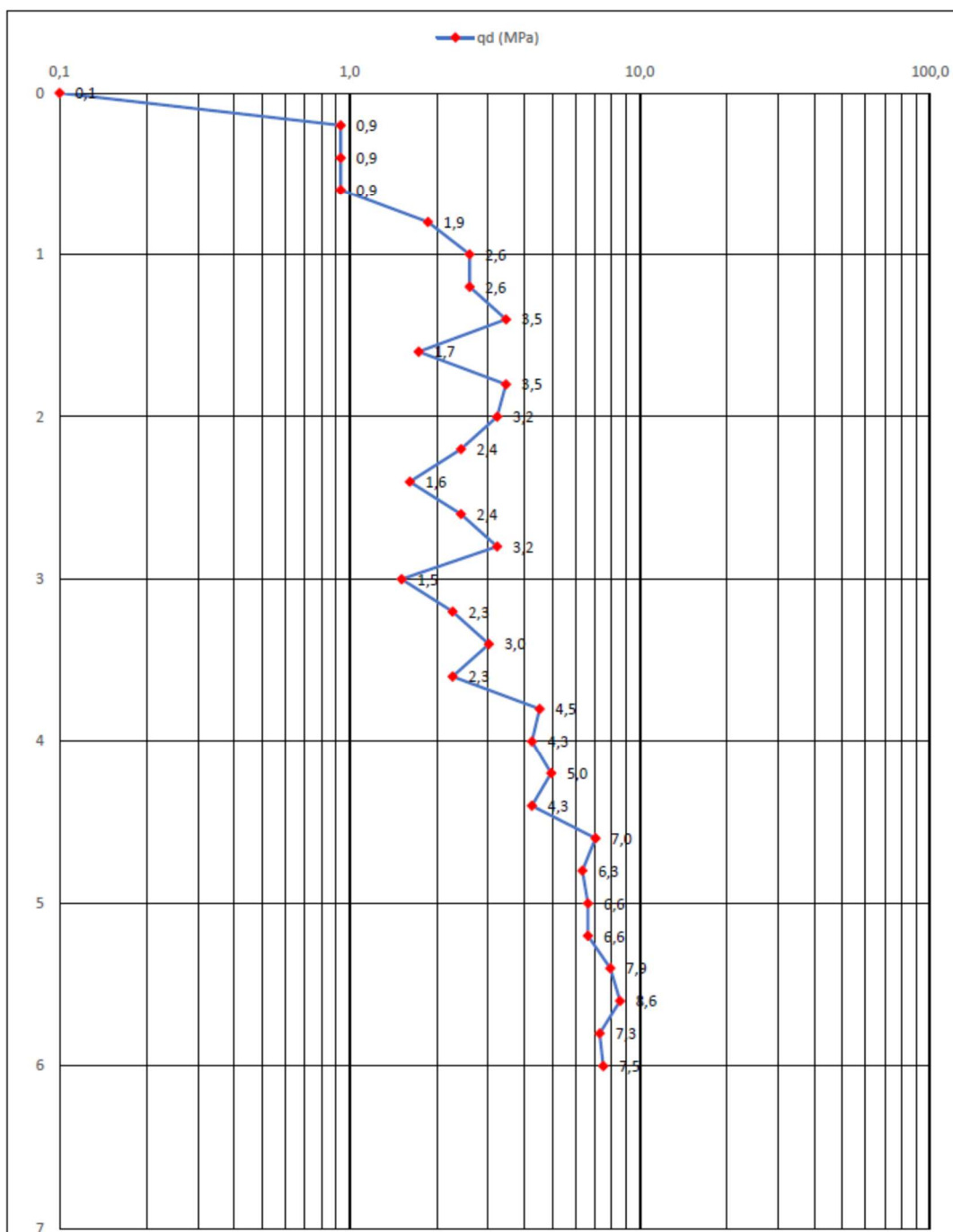



SONDAGE PÉNÉTROMÉTRIQUE
Norme NFP 94.115

Client **TERRA SARL**
 Chantier **KUTZENHAUSEN**
 Dossier C.19.22102
 Date 22 octobre 2019
 Cote NGF 152,62 m

Sondage **PD8**

qd = résistance de pointe en MPa
 Formule de Redtenbacher



ANNEXE 4

RÉSULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE



 Groupe HYDROGÉOTECHNIQUE	RAPPORT D'ESSAIS (norme NF P 11-300)	Affaire suivie par: Gêrôme ANNEQUIN
		En date du: 03/012/19

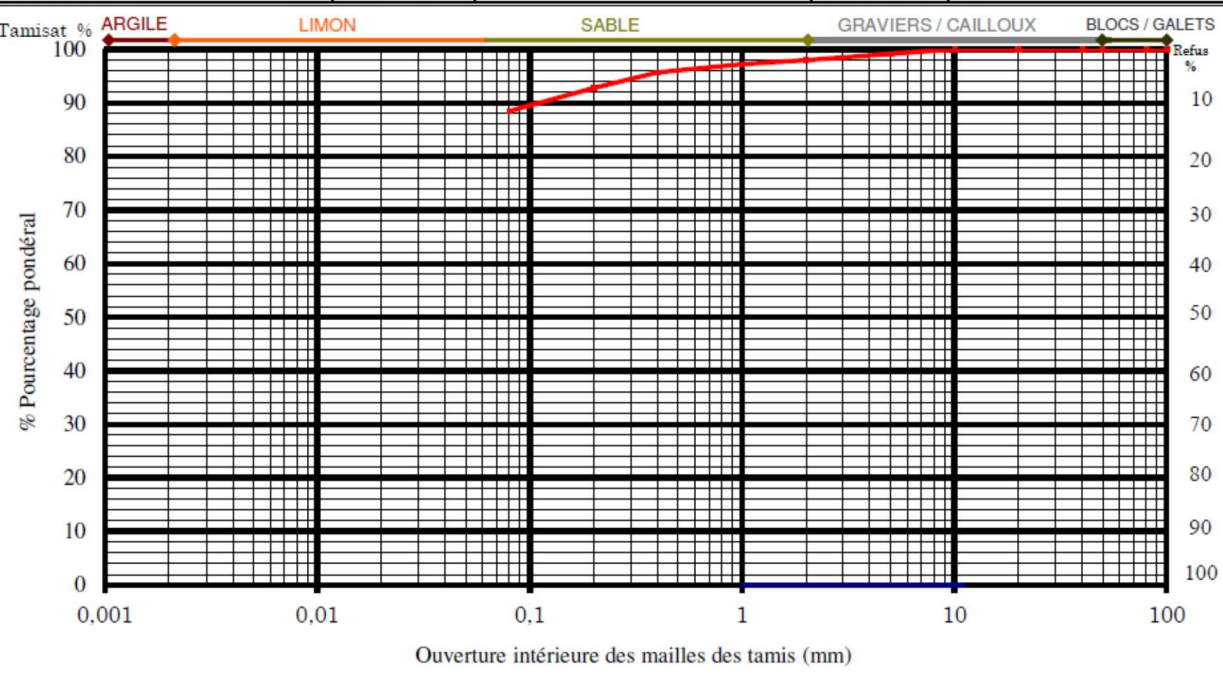
REFERENCES DU CHANTIER	
Dossier N°: C,19,22102	Chantier: Lotissement
Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques	Lieu: Kutzenhausen

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:	
Sondage : PM1	Date prélèvement: 24/10/2019
Profondeur (m): 1,00	Réaction à l'acide : -
Nature : Limon silteux marron beige	T° étuvage (°C) : 105

IDENTIFICATION -	Laboratoire: Fontaines	Norme	Essai réalisé par :
Teneur en eau par étuvage		NF P 94-050	Opératrice Amélia DUQUENNOY
Analyse granulométrique des sols		NF P 94-056	Opératrice Amélia DUQUENNOY
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	#N/A

OBSERVATIONS:	

RESULTATS:		
TENEUR EN EAU NATURELLE	W _n (0/20) % 17,7	W _n (0/D) % 17,7



Ouverture intérieure des mailles des tamis (mm)

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	99	98	97	96	93	88,5

GRANULOMETRIE			
D10 (mm):	-	D max (mm)*:	0,37
D30 (mm):	-	Passant à 0,08 mm:	88,5
D50 (mm):	-	Passant 0,08 mm (fraction 0/50):	88,5
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 %)	31
Indice de plasticité (I _p)	7

Classement GTR (NF P 11-300):
A1th

	RAPPORT D'ESSAI		Affaire suivie par:	Gérôme ANNEQUIN									
			En date du:	03/012/19									
REFERENCES DU CHANTIER													
Dossier N°:		C,19,22102											
Affaire:		Reconnaitances géologiques et géotechniques											
Chantier:		Lotissement											
Lieu:		Kutzenhausen											
REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:													
Date de prélèvement:		24/10/2019											
Sondage:		PM1											
Profondeur (m):		1,00											
Nature:		Limon silteux marron beige											
Réaction à l'acide :		-											
IDENTIFICATION :	Norme	Opérateur											
Indice Portant Immédiat	NF P 94-078	Opératrice Amélia DUQUENNOY											
Densité sèche - compactage proctor	NF P 94-093	Opératrice Amélia DUQUENNOY											
Teneur en eau	NF P 94-050	Opératrice Amélia DUQUENNOY											
Laboratoire de :	Fontaines												
OBSERVATIONS:													
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Teneur en eau confection - valeur absolue (%)</td> <td>W_n (0/20)</td> <td>18,2%</td> </tr> <tr> <td>Indice Portant Immédiat</td> <td>IPI</td> <td>3,3</td> </tr> <tr> <td>Densité sèche IPI (T/m³)</td> <td>ρ_d IPI 0/20</td> <td>1,77</td> </tr> </table>					Teneur en eau confection - valeur absolue (%)	W _n (0/20)	18,2%	Indice Portant Immédiat	IPI	3,3	Densité sèche IPI (T/m ³)	ρ _d IPI 0/20	1,77
Teneur en eau confection - valeur absolue (%)	W _n (0/20)	18,2%											
Indice Portant Immédiat	IPI	3,3											
Densité sèche IPI (T/m ³)	ρ _d IPI 0/20	1,77											

 Groupe HYDROGÉOTECHNIQUE	RAPPORT D'ESSAIS (norme NF P 11-300)	Affaire suivie par: Gérôme ANNEQUIN
		En date du: 03/12/2019

REFERENCES DU CHANTIER	
Dossier N°: C,19,22102	Chantier: Lotissement
Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques	Lieu: Kutzenhausen

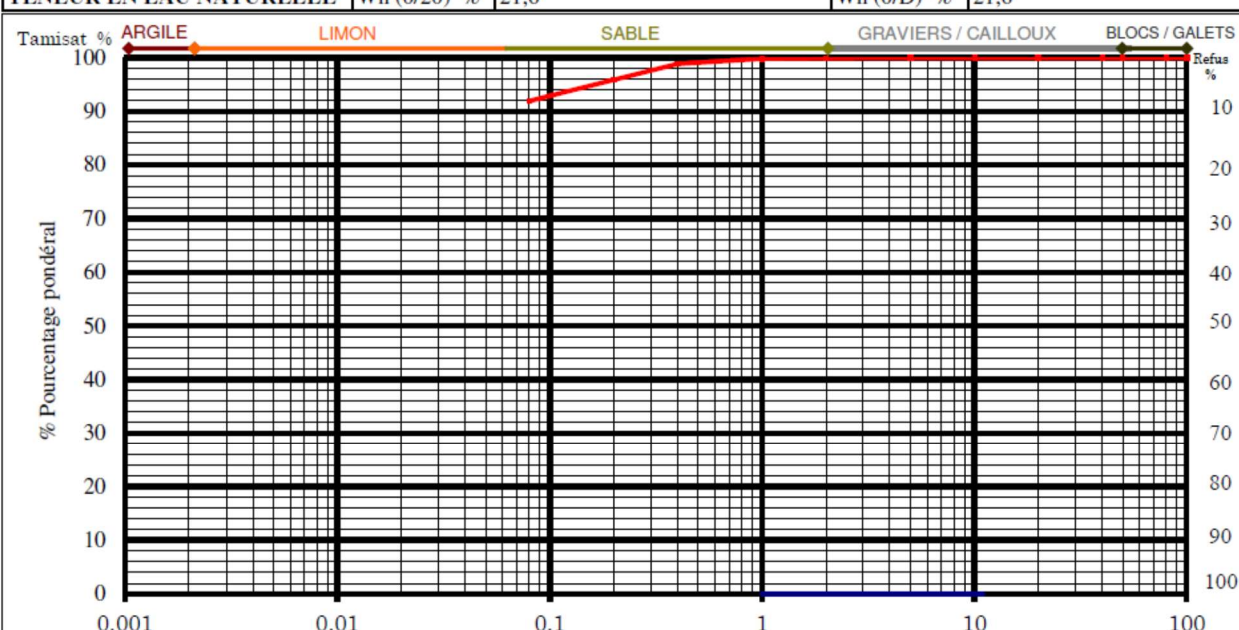
REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:	
Sondage : PM2	Date prélèvement: 24/10/2019
Profondeur (m): 1,10	Réaction à l'acide : -
Nature : Limon silteux marron beige	T° étuvage (°C) : 105

IDENTIFICATION -	Laboratoire: Fontaines	Norme	Essai réalisé par :
Teneur en eau par étuvage		NF P 94-050	Opératrice Amélia DUQUENNOY
Analyse granulométrique des sols		NF P 94-056	Opératrice Amélia DUQUENNOY
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	#N/A

OBSERVATIONS:	

RESULTATS:		
TENEUR EN EAU NATURELLE	W _n (0/20) % 21,6	W _n (0/D) % 21,6

ARGILE
LIMON
SABLE
GRAVIER / CAILLOUX
BLOCS / GALETS



Ouverture intérieure des mailles des tamis (mm)

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	100	100	100	99	96	91,9

GRANULOMETRIE			
D10 (mm):	-	D max (mm)*:	0,18
D30 (mm):	-	Passant à 0,08 mm:	91,9
D50 (mm):	-	Passant 0,08 mm (fraction 0/50):	91,9
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 %)	28
Indice de plasticité (I _p)	5

Classement GTR (NF P 11-300): A1th
--

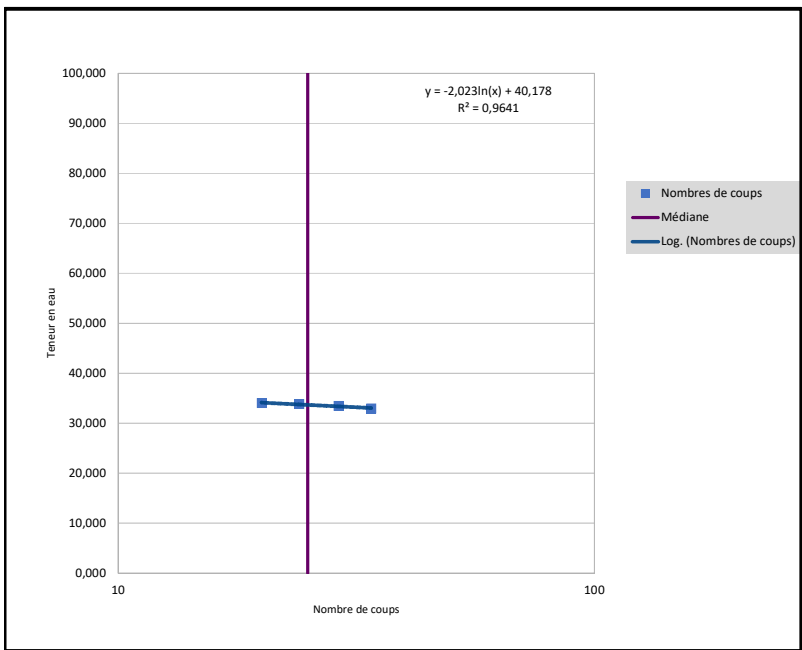
 Groupe HYDROGÉOTECHNIQUE	RAPPORT D'ESSAI		Affaire suivie par:	Gérôme ANNEQUIN									
			En date du:	03/12/2019									
REFERENCES DU CHANTIER													
Dossier N°:		C,19,22102											
Affaire:		Reconnaitances géologiques et géotechniques											
Chantier:		Lotissement											
Lieu:		Kutzenhausen											
REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:													
Date de prélèvement:		24/10/2019											
Sondage:		PM2											
Profondeur (m):		1,10											
Nature:		Limon silteux marron beige											
Réaction à l'acide :		-											
IDENTIFICATION :	Norme	Opérateur											
Indice Portant Immédiat	NF P 94-078	Opératrice Amélia DUQUENNOY											
Densité sèche - compactage proctor	NF P 94-093	Opératrice Amélia DUQUENNOY											
Teneur en eau	NF P 94-050	Opératrice Amélia DUQUENNOY											
Laboratoire de :	Fontaines												
OBSERVATIONS:													
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Teneur en eau confection - valeur absolue (%)</td> <td>Wn (0/20)</td> <td>21,0%</td> </tr> <tr> <td>Indice Portant Immédiat</td> <td>IPI</td> <td>1,4</td> </tr> <tr> <td>Densité sèche IPI (T/m³)</td> <td>ρd IPI 0/20</td> <td>1,69</td> </tr> </table>					Teneur en eau confection - valeur absolue (%)	Wn (0/20)	21,0%	Indice Portant Immédiat	IPI	1,4	Densité sèche IPI (T/m ³)	ρd IPI 0/20	1,69
Teneur en eau confection - valeur absolue (%)	Wn (0/20)	21,0%											
Indice Portant Immédiat	IPI	1,4											
Densité sèche IPI (T/m ³)	ρd IPI 0/20	1,69											

	Procès Verbal GTR Limite d'Atterberg et teneur en eau NF P 94-051 NF P 94-050	Référence : R1.6-13-036	
		Version : 1	

Référence client : **DR Alsace** N° Enregistrement : **PV 20 718**

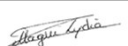
Date d'essai	Date de prélèvement	N° de Dossier	Chantier/opération	Ingénieur
21/09/20	15/09/20	C20 22066	Kutzenhausen	D.Bo
Observations :				

Sondage	Profondeur	Nature de l'échantillon	Référence échantillon
RG1	0,8-1,5m	Limon argileux marron	EA 20 1109



Résultats	W% naturelle	16,4%
WL	34	
WP	18	
IP	16	
IC	1,10	

Estimation du GTR :	A2m
---------------------	------------

Essais réalisés par :	Visa :
Nom / Prénom : L. Zellagui	
Date : 02/10/20	

Résultats validés par :	Visa :
Nom / Prénom : Gautier MONDON	
Date : 02/10/20	

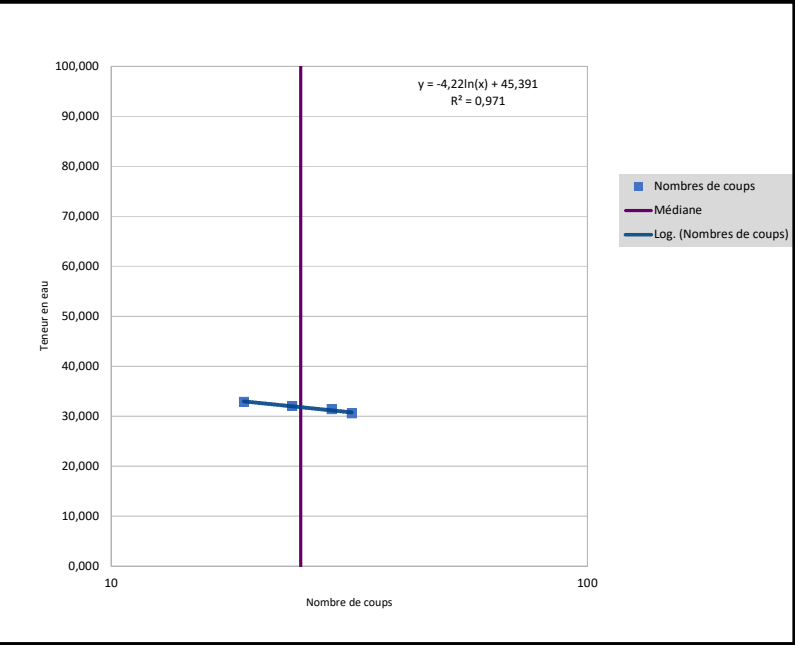
	Procès Verbal GTR Limite d'Atterberg et teneur en eau NF P 94-051 NF P 94-050	Référence : R1.6-13-036	
		Version : 1	

Référence client :
DR Alsace

N° Enregistrement :
PV
20
719

Date d'essai	Date de prélèvement	N° de Dossier	Chantier/opération	Ingénieur
21/09/20	15/09/20	C20 22066	Kutzenhausen	D.Bo
Observations :				

Sondage	Profondeur	Nature de l'échantillon	Référence échantillon
RG2	0,8-1,5m	Limon argileux marron à cailloutis	EA 20 1110



Résultats	W% naturelle	16,9%
	WL	32
	WP	17
	IP	15
	IC	1,01
Estimation du GTR :		A2h

Essais réalisés par :		Visa :
Nom / Prénom :	L. Zellagui	
Date :	02/10/20	

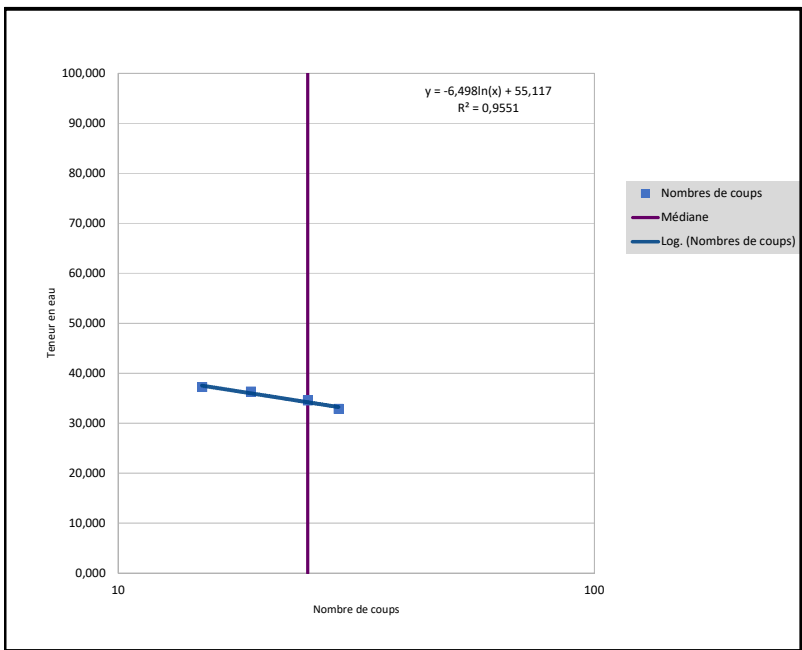
Résultats validés par :		Visa :
Nom / Prénom :	Gautier MONDON	
Date :	02/10/20	

	Procès Verbal GTR Limite d'Atterberg et teneur en eau NF P 94-051 NF P 94-050	Référence : R1.6-13-036	
		Version : 1	

Référence client : **DR Alsace** N° Enregistrement : **PV 20 720**

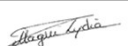
Date d'essai	Date de prélèvement	N° de Dossier	Chantier/opération	Ingénieur
21/09/20	15/09/20	C20 22066	Kutzenhausen	D.Bo
Observations :				

Sondage	Profondeur	Nature de l'échantillon	Référence échantillon
RG3	0,8-1,5m	Limon peu argileux marron à cailloutis	EA 20 1111



Résultats	W% naturelle	17,2%
WL	34	
WP	20	
IP	14	
IC	1,20	

Estimation du GTR :	A2s
---------------------	------------

Essais réalisés par :	Visa :
Nom / Prénom : L. Zellagui	
Date : 02/10/20	

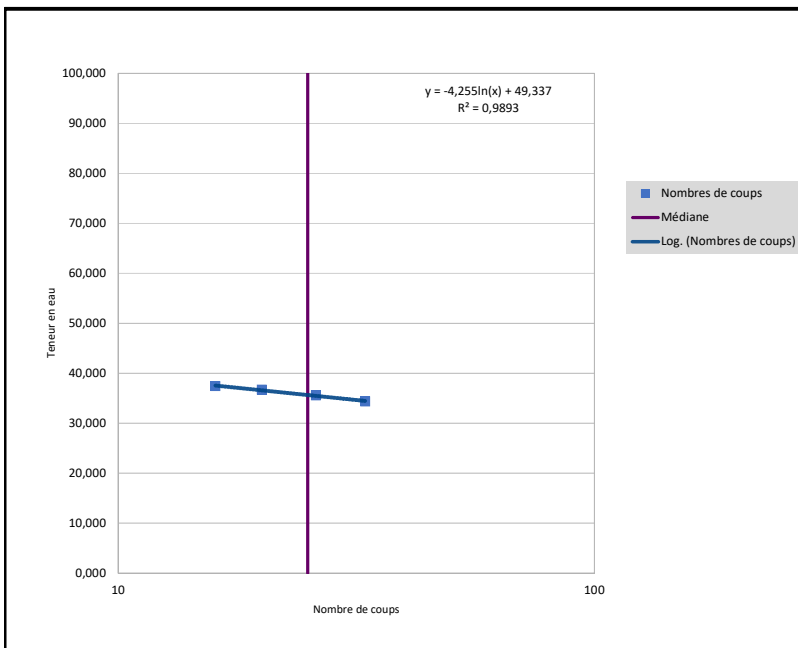
Résultats validés par :	Visa :
Nom / Prénom : Gautier MONDON	
Date : 02/10/20	

	Procès Verbal GTR Limite d'Atterberg et teneur en eau NF P 94-051 NF P 94-050	Référence : R1.6-13-036	
		Version : 1	

Référence client : **DR Alsace** N° Enregistrement : **PV 20 721**

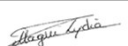
Date d'essai	Date de prélèvement	N° de Dossier	Chantier/opération	Ingénieur
21/09/20	15/09/20	C20 22066	Kutzenhausen	D.Bo
Observations :				

Sondage	Profondeur	Nature de l'échantillon	Référence échantillon
RG4	0,8-1,5m	Limon argileux marron à cailloutis	EA 20 1112



Résultats	W% naturelle	19,1%
WL	36	
WP	20	
IP	16	
IC	1,06	

Estimation du GTR :	A2m
---------------------	------------

Essais réalisés par :	Visa :
Nom / Prénom : L. Zellagui	
Date : 02/10/20	

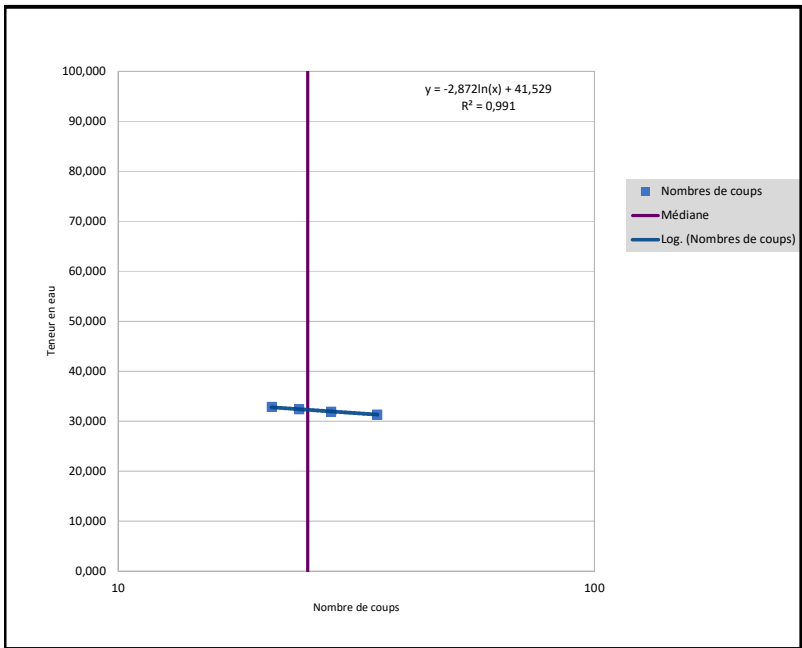
Résultats validés par :	Visa :
Nom / Prénom : Gautier MONDON	
Date : 02/10/20	

	Procès Verbal GTR Limite d'Atterberg et teneur en eau NF P 94-051 NF P 94-050	Référence : R1.6-13-036	
		Version : 1	

Référence client : **DR Alsace** N° Enregistrement : **PV 20 722**

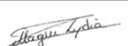
Date d'essai	Date de prélèvement	N° de Dossier	Chantier/opération	Ingénieur
21/09/20	15/09/20	C20 22066	Kutzenhausen	D.Bo
Observations :				

Sondage	Profondeur	Nature de l'échantillon	Référence échantillon
RG5	0,8-1,5m	Limon peu argileux marron à cailloutis	EA 20 1113



Résultats	W% naturelle	20,6%
WL	32	
WP	19	
IP	13	
IC	0,88	

Estimation du GTR :	A2th
---------------------	-------------

Essais réalisés par :	Visa :
Nom / Prénom : L. Zellagui	
Date : 02/10/20	

Résultats validés par :	Visa :
Nom / Prénom : Gautier MONDON	
Date : 02/10/20	

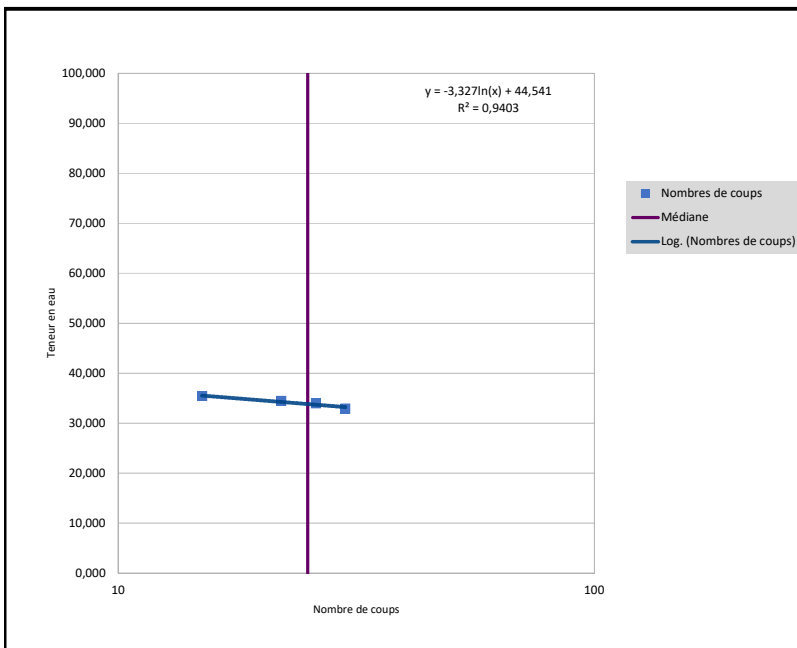
	Procès Verbal GTR Limite d'Atterberg et teneur en eau NF P 94-051 NF P 94-050	Référence : R1.6-13-036	
		Version : 1	

Référence client : DR Alsace

N° Enregistrement : PV 20 723

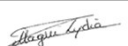
Date d'essai	Date de prélèvement	N° de Dossier	Chantier/opération	Ingénieur
21/09/20	15/09/20	C20 22066	Kutzenhausen	D.Bo
Observations :				

Sondage	Profondeur	Nature de l'échantillon	Référence échantillon
RG5	0,8-1,5m	Limon argileux marron à cailloutis	EA 20 1114



Résultats	W% naturelle	18,8%
WL	34	
WP	18	
IP	16	
IC	0,95	

Estimation du GTR :	A2h
---------------------	-----

Essais réalisés par :	Visa :
Nom / Prénom : L. Zellagui	
Date : 02/10/20	

Résultats validés par :	Visa :
Nom / Prénom : Gautier MONDON	
Date : 02/10/20	

ANNEXE 5

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-Projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT



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

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et 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.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Elaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- 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.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).



SCHÉMA D'ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES
(extrait de la norme NFP 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

