

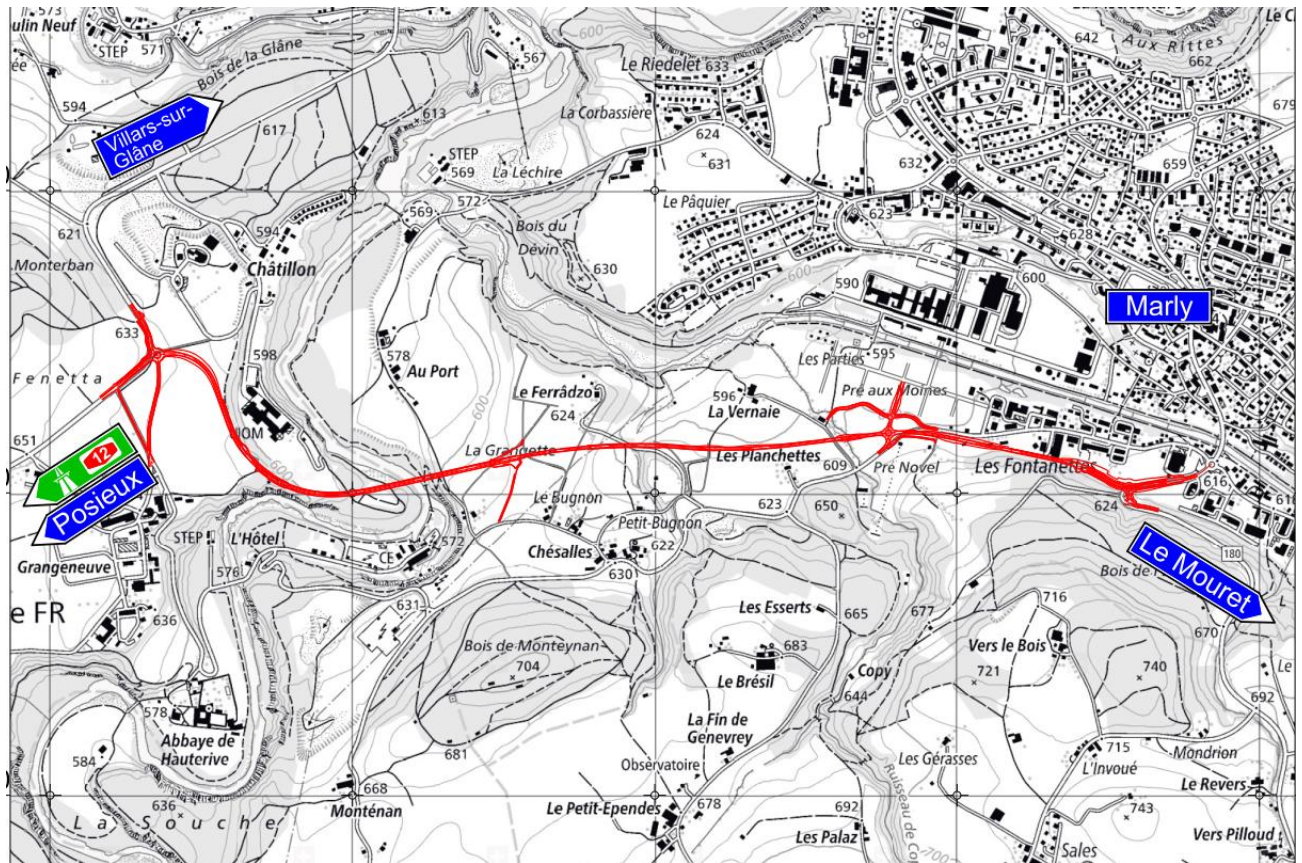


Fribourg, le 4 décembre 2020

33: Procédure de demande d'autorisation

Axe 1250 Marly-Matran, PR 0 à 350
Marly et Hauterive, Nouvelle liaison routière Marly-Matran
PCAM 10712

Document N°6001 : Etude géologique, hydrogéologique et géotechnique



Maitre d'ouvrage : Etat de Fribourg, représenté par le service des ponts et chaussées

FRIBOURG, LE 4 DECEMBRE 2020 L'AUTEUR DU PROJET :

Historique du document

Version du	Auteur	Description	Statut/ validation
28.06.19	MK / Ra	Version initiale – avant-projet	
04.12.20	MK	Version projet de l'ouvrage	

Rapport n° 2517053.4B

Service des Ponts et Chaussées, Fribourg

Marly-Matran, Nouvelle liaison routière

Axe 1250 Marly-Matran

Ensemble du tracé sans ouvrages d'art

Etude géologique – géotechnique

2517053.4B
 Marly-Matran, Nouvelle liaison routière
 Axe 1250 / Ensemble du tracé
 Etude géologique et géotechnique

Auteur(s)	Thème / Domaine d'activité
Martin Kuhn	Géologie / Hydrogéologie / Mise à jour
Rui Assunção	Géotechnique
Vincent Mina	Mise à jour
T æç ÁŠ @ Á	T ä^ÄÄ~iÄ[~!Ä ä^ÄÄC}~^-c^
Supervision	Contenu contrôlé
Jean-Marie Wicht	Rapport complet
Claire Sauthier	Géotechnique
Remarques	

GEOTEST SA

Vincent Mina

Rui Assunção

Table des matières

1.	Introduction.....	5
	1.1 Mandat.....	5
	1.2 Projet	5
	1.3 Documents.....	6
	1.4 But de l'étude.....	7
2.	Travaux effectués.....	8
	2.1 Forages carottés.....	8
	2.2 Sondages à la pelle mécanique	9
	2.3 Essais de plaque dynamique (déflectromètre à masse tombante).....	11
	2.4 Essais géotechniques en laboratoire	12
	2.5 Sondages au pénétromètre dynamique	13
3.	Résultats	14
	3.1 Situation générale.....	14
	3.2 Contexte géologique.....	14
	3.3 Sols (Horizon A et B).....	14
	3.4 Stratigraphie	15
	3.5 Conditions hydrogéologiques	19
	3.6 Caractéristiques géotechniques	24
	3.7 Qualité et réutilisation des matériaux	25
	3.8 Dangers naturels	28
	3.9 Séisme.....	29
4.	Dispositions constructives et recommandations générales pour le projet.....	30
	4.1 Fouilles et terrassement	30
	4.2 Remblayages.....	31
	4.3 Conditions de fondation des chaussées.....	33
	4.4 Réinfiltration des eaux pluviales	33
5.	Dispositions constructives et recommandations spécifiques.....	36
	5.1 PI et carrefour de La Crausa	36
	5.2 Mur des Fontanettes (km 200 à 400)	38
	5.3 Pont d'Hauterive km 2'200 à km 2'900.....	39
	5.4 Pont de Chésalles km 1'580 à km 1'800	39
6.	Conclusions.....	40
7.	Investigations complémentaires et recommandations.....	41

Annexes

1. Plan de situation du tracé avec sondages connus et sondages réalisés
2. Carte géologique avec tracé
3. Profils des forages réalisés dans cette étude
4. Profils des tranchées à la pelle mécanique réalisées dans cette étude
5. Profils des forages connus situés à proximité
6. Profils en long avec coupe géologique
7. Rapport du laboratoire TransGeo AG
8. Plans des drainages sur le secteur Les Fontanettes
9. Photos aériennes historiques des exploitations de gravier
10. Profils de battage des sondages au pénétromètre dynamique
11. 1. Profils en travers – Secteur mur des Fontanettes
2. Profils en travers – Secteurs carrefour de La Crausa
12. Résultats des mesures piézométriques
13. Résultats des essais d'infiltration

1. Introduction

1.1 Mandat

Maître de l'ouvrage & mandant : Etat de Fribourg, Service des ponts et chaussées, projets routiers

Offre : OF2517053.2 du 17.10.18 pour l'étude géotechnique
OF2517053.4 du 08.11.17 pour l'étude géotechnique complémentaire du secteur Fontanettes
OF2517053.6 du 28.09.18 pour les investigation complémentaires du secteur Fontanettes
OF2517.053.7 du 27.12.18 pour les essais d'infiltration
OF2517053.8 du 05.02.19 pour l'étude géotechnique complémentaire du secteur Crausa

Commande : Contrat N° 3860 (ensemble du tracé), 3868 (Fontanettes), 4180 (complément Fontanettes), 4305 (Crausa) et 4306 (Infiltration)

1.2 Projet

Objet : Nouvelle liaison routière axe 1250 Marly-Matran

Projet : Tracé du nouvel axe entre Hauterive et Marly sans les deux ouvrages d'art

Problématique :

- Déblai d'une profondeur d'environ 2.5 à 5.5 m (km 1805 à 2040) ;
- Présence d'un site pollué à proximité du déblai important (km 2000 à 2080) ;
- Sources captées à l'aval et à l'amont du futur tronçon ;
- Secteur Fontanettes avec remblai-déblai avec sources, drainages, venues d'eau et risque de glissement (km 0 à 480) ;
- Remblai important d'env. 8 m sur un talus avec risque de glissement pour la réalisation d'un giratoire (carrefour de la Crausa, km 0 à 40).

Lieu : Commune de Marly et commune de Hauterive

Coordonnées : Env. 2'577'290 / 1'180'150

1.3 Documents

Documents transmis par le MO :

- [1] Plan de l'étude préliminaire établi par le bureau Holinger (état au 08.08.17)
- [2] Profil en long établi par le bureau Holinger (état au 09.08.17)
- [3] Profils types ponts et chaussée et profils en travers établis par le bureau Holinger (état au 27.07.17)
- [4] Extraits du rapport d'impact sur l'environnement établi par le bureau Tri-form SA en janvier 2006
- [5] Profil en long et plan de situation du nouveau tracé routier Marly-Matran, établi par le bureau Emch-Berger AG (état d'avant-projet du 18.10.2018)
- [6] Profil en long, profils en travers et plan de situation du nouveau tracé routier Marly-Matran établi par le bureau Emch-Berger AG (état d'avant-projet du 20.03.2019)

Autres documents consultés :

- [7] Guichet cartographique géoportail du canton de Fribourg
- [8] Guichet cartographique de Swisstopo (map.geo.admin.ch)
- [9] Atlas de l'approvisionnement en eau, feuille 1205 Rossens, Swisstopo
- [10] Rapport CSD SA N° FR2706/(D61), Ville de Fribourg, Investigation technique selon l'OSites, Décharge de La Pila, janvier 2005
- [11] Rapport PERSS Ingénieurs-Conseils SA N° 7197.V02, DAEC, Service des ponts et chaussées, Liaison routière Marly-Matran, Réalisation des études d'avant-projet, Synthèse géologique, Rapport géologique, février 2006
- [12] Rapport SD Ingénierie SA N° 1057.V03, Service des ponts et chaussées, Liaison routière Marly-Matran, Réalisation des études d'avant-projet en vue de la mise à l'enquête publique des limites de construction, Mémoire technique, février 2006
- [13] Présentation CSD SA, Liaison routière Marly-Matran, Situation et contraintes environnementales, novembre 2016 ;
- [14] Documentations et plans du bureau CSD SA sur l'état de la pollution dans la décharge de La Pila
- [15] Rapport GEOTEST SA N° 2517053.1, Service des ponts et chaussées, Marly-Matran, Nouvelle liaison routière, Axe 1250 Marly-Matran, Avis géologique-géotechnique, Cahier des charges investigations complémentaires

1.4 But de l'étude

Fournir les informations pour la conception du projet routier par l'ingénieur civil. Le présent rapport ne traite pas des ponts d'Hauterive et de Chésalles puisqu'ils font l'objet de deux études géologiques et géotechniques distinctes qui serviront de base aux concours des ponts.

Secteur en déblai :

- Fondation :**
- Evaluation et classification des terrains de fondation.
- Fouilles et terrassements :**
- Pente des talus ;
 - Type de soutènement ;
 - Méthodes d'excavation ;
 - Qualité des matériaux excavés (réutilisation sur ou hors site) ;
 - Paramètres géotechniques des terrains.
- Gestion de l'eau souterraine :**
- Présence de sources captées ou non, débits des sources, propriétaires ;
 - Dispositions constructives à prendre.
- Sites pollués :**
- Présence d'un site pollué à proximité du déblai.

Ensemble du tracé (hors zone précitée) :

- Fondation :**
- Evaluation et classification des terrains de fondation de la future route, d'un mur de soutènement sur le secteur des Fontanettes et d'un passage inférieur au droit du Carrefour de la Crausa.
- Gestion de l'eau souterraine :**
- Présence de sources captées ou non, débits des sources, drainage du talus des Fontanettes, propriétaires des captages ;
 - Dispositions constructives à prendre.
- Réinfiltration des eaux météoriques :**
- Evaluation de la capacité de rétention / réinfiltration des terrains.

2. Travaux effectués

2.1 Forages carottés

Entreprise : PolyForages SA
Date d'exécution : 14 novembre au 7 décembre 2017
Situation des forages : cf. annexe 1
Relevé géotechnique : cf. annexes 3.1 à 3.9

Sondage	Altitude du terrain [m s.m.]	Longueur du forage [m]	Nombre d'échantillons prélevés	Nombre d'essais SPT
F1/17	616.82	14	-	4
F2/17	591.20	18	-	4
F3/17	608.81	30	-	4
F4/17	626.34	18	2	4
F5/17	625.20	18	1	4
F6/17	597.04	21	-	4
F7/17	612.34	21	-	4
F8/17	606.51	6	1	1
F9/17	613.76	7	-	2

Entreprise : Fortini SA
Date d'exécution : 14 au 21 février 2019
Situation des forages : cf. annexe 1
Relevé géotechnique : cf. annexes 3.10 à 3.11

Sondage	Altitude du terrain [m s.m.]	Longueur du forage [m]	Nombre d'échantillons prélevés	Nombre d'essais SPT
F10/19	623.42	14	1	4
F11/19	622.04	14.5	1	4

Remarque : Plusieurs forages carottés ont été réalisés dans le cadre d'études anciennes. Ils ont également été utilisés dans le cadre de la présente étude et sont donnés en annexe 5.

2.2 Sondages à la pelle mécanique

Entreprise : Implenia Constructions SA
Date d'exécution : 17-20 novembre 2017
Situation des sondages : cf. annexe 1
Relevé géotechnique : cf. annexes 4.1 à 4.9

Sondage	Altitude du terrain [m s.m.]	Profondeur du sondage [m]	Nombre d'échantillons prélevés
Tr01/17	631.82	1.5	-
Tr02/17	621.04	3.0	1
Tr03/17	616.80	3.0	1
Tr04/17	612.72	3.0	1
Tr05/17	604.76	2.0	-
Tr06/17	603.17	1.6	-
Tr07/17	606.28	1.7	-
Tr08/17	601.64	1.7	-
Tr09/17	608.09	1.6	-

2517053.4B
Marly-Matran, Nouvelle liaison routière
Axe 1250 / Ensemble du tracé
Etude géologique et géotechnique

Entreprise : Cudré-Mauroux Terrassement
Date d'exécution : 11 octobre 2018 et 21 février 2019
Situation des sondages : cf. annexe 1
Relevé géotechnique : cf. annexes 4.10 à 4.15

Sondage	Altitude du terrain [m s.m.]	Profondeur du sondage [m]	Nombre d'échantillons prélevés
Tr10/18	607.3	4.05	-
Tr11/18	608.1	4.15	-
Tr12/18	609.5	3.80	-
Tr13/19	Env. 605	1.6	-
Tr14/19	Env. 606.5	1.3	-
Tr15/19	Env. 616	1.5	-

2.3 Essais de plaque dynamique (déflectromètre à masse tombante)

Entreprise : GEOTEST SA
Date d'exécution : 17-20 novembre 2017
Appareillage : Leichtes Fallgewichtsgerät HMP LFG

Sondage	Profondeur [m]	Lithologie	¹ Module d'élasticité E_{vd1} [MN/m ²]	² Module de compressibilité M_E [MN/m ²]
Tr1/17	1.0	Fluvioglaciale de retrait : Sable limoneux, graveleux, avec pierres	49.45	64.77
Tr4/17	1.5	Fluvioglaciale de retrait : Sable, peu graveleux, rares pierres	44.29	56.55
Tr5/17	1.0	Glaciolacustre de retrait : Limon sableux, graveleux, avec pierres	23.78	27.14
Tr6/17	1.0	Alluvions : Sable limoneux, peu argileux, avec pierres	6.80	6.74
Tr7/17	1.0	Alluvions : Limon sableux, peu argileux, graveleux, avec pierres	17.23	18.85
Tr8/17	1.0	Dépôts d'inondation : Sable argilo-limoneux	5.61	5.44

¹ Valeur mesurée

² Valeur estimée sur la base du module E_{vd1} mesurée selon la formule suivante : $M_E = 0.0062 \times E_{vd}^2 + 1.0119 \times E_{vd} - 0.4286$ (formule selon directive FB 400-0206 « Etudes du lit de ballast », CFF SA, 01.07.2017)

2.4 Essais géotechniques en laboratoire

Laboratoire : TransGeo SA

Sondage	Echantillon	Profondeur [m]	Type d'essai	Résultats
Tr02/17	Tr2.1	2.0 – 3.0	Granulométrie 0-45 mm (tamisage)	Annexe 7
Tr03/17	Tr3.1	1.0 – 2.0	Granulométrie 0-45 mm (tamisage)	
Tr04/17	Tr4.1	1.1 – 2.1	Granulométrie 0-45 mm (tamisage)	
F04/17	F4.1	2.3 – 3.0	Granulométrie 0-45 mm (tamisage)	
F04/17	F4.2	10.5 – 10.8	Granulométrie 0-16 mm (tamisage et sédimentation) Limites de consistance	
F05/17	F5.1	5.4 – 6.0	Granulométrie 0-45 mm (tamisage)	
F08/17	F8.1	5.15 – 5.60	Résistance à la compression simple sur échantillons de roche	
F10/19	F10/19.1	6.3 – 6.8	Granulométrie 0-45 mm (tamisage et sédimentation) ; Teneur en eau	
F11/19	F11/19.1	8.0 – 8.7	Granulométrie 0-45 mm (tamisage et sédimentation) Limites de consistance, teneur en eau	

2.5 Sondages au pénétromètre dynamique

Entreprise: GEOTEST S.A.
Type: VAWE léger (Von Moos selon SN 670314)
Date d'exécution: 10 octobre 2018
Situation des sondages : cf. annexe 1
Profils de battage: cf. annexes 10.1 à 10.10

Sondage	Altitude du terrain [m s.m.]	Longueur [m]
P01/18	610.40	1.91
P02/18	606.14	2.37
P03/18	610.30	1.68
P04/18	607.20	4.55
P05/18	611.60	2.54
P06/18	613.00	2.18
P07/18	606.20	0.44 / 0.78
P08/18	606.30	1.76
P09/18	614.40	1.86
P10/18	600.75	2.74

Remarques: Le pénétromètre P09/18 a été équipé avec un piézomètre de $\varnothing 3/4''$.

Entreprise: GEOTEST S.A.
Type: DPSH-A (ultra-lourd) selon EN ISO 22476-2:2005
non tubé, pointe 16 cm², masse 63.5 kg, hauteur
de chute 0.50 m
Date d'exécution: 20 février 2019
Situation des sondages : cf. annexe 1
Profils de battage: cf. annexes 10.10 à 10.13

Sondage	Altitude du terrain [m s.m.]	Longueur [m]
P11/19	613.65	6.8
P12/19	624.81	6.2
P13/19	620.50	11.2

3. Résultats

3.1 Situation générale

Afin de simplifier les dénominations, les lieux-dits suivants ont été retenus pour différencier les secteurs principaux :

- km 0 à 720 : Secteur les Fontanettes ;
- km 720 à 1'200 : Secteur Ruisseau du Copy ;
- km 1'200 à 1'560 : Secteur des Planchettes ;
- km 1'560 à 1'800 : Secteur Vallon de Chésalles ;
- km 1'800 à 2'260 : Secteur du Gros Essert ;
- km 2'260 à 2'840 : Secteur Vallée de la Sarine ;
- km 2'840 à 3'490 : Secteur La Comba.

3.2 Contexte géologique

Selon l'atlas géologique suisse (carte avec tracé de la route en annexe 2), le tracé de la route rencontre les lithologies suivantes (du plus jeune au plus ancien) :

- Remblai (remblayage d'anciennes gravières)
- Alluvions récentes et cône d'alluvion
- Dépôts fluvioglaciaires du retrait würmeine
- Moraine rhodanienne et sarinienne
- Dépôts fluvioglaciaires et glaciolacustres sariniens de progression
- Molasse marine supérieure (couche de la Singine)

3.3 Sols (Horizon A et B)

Une estimation de la qualité des horizons A et B a été établie lors de la réalisation des tranchées à la pelle mécanique. Il ne s'agit, à ce stade, pas d'une cartographie qualitative des sols. Une analyse plus poussée devra être réalisée afin de déterminer clairement la valorisation des sols.

Le tracé étant majoritairement situé en zone agricole à une distance relativement lointaine de voie d'accès principale, de zone industrielle ou de sites pollués, il peut être admis que les sols à décaper ne devraient pas présenter de pollution chimique. Cet aspect sera encore à vérifier par des analyses.

Selon les relevés réalisés, il s'agit globalement de sols bruns moyennement profonds pouvant être pseudogleyifiés sur les secteurs avec alluvions et dépôts

d'inondations (secteurs Fontanettes et ruisseau du Copy). L'épaisseur des horizons A et B est plus faible sur les secteurs avec dépôts fluvioglaciaires (secteur de La Comba et du Gros Essert).

Nous pouvons donc admettre que l'horizon A peut être valorisé dans son ensemble. Mis à part sur les secteurs de faible infiltration des eaux (Fontanettes et ruisseau du Copy) sur lesquels l'horizon B est pseudogleyifié, celui-ci pourra également être valorisé.

Il est recommandé de réaliser une cartographie plus détaillée du sol sur l'ensemble du tracé ainsi que des analyses chimiques et physiques de celui-ci dans une seconde phase. Ceci permettra de définir plus concrètement les possibilités de valorisation des horizons A et B.

3.4 Stratigraphie

La stratigraphie ci-dessous est établie sur la base des sondages réalisés dans le cadre de la présente étude ainsi que de celles existants connus réalisés dans le cadre d'études précédentes et de notre connaissance géologique de la région. La coupe géologique en annexe 6 (profil en long) illustre les terrains présents en profondeur.

Remblai (remblayage d'anciennes gravières)

Ce type de remblais est surtout présent sur les secteurs où les dépôts fluvioglaciaires du retrait würmien ont été exploités. C'est essentiellement le cas vers La Comba (km 2'900 à km 3'000), vers Le Gros Essert/La Grangette (km 2'000 à km 2'060) en bordure du tracé (côté Nord), ainsi que dans le vallon de Chésalles (km 1'580 à km 1'720).

- Epaisseur / secteurs :**
- L'épaisseur des remblais rencontrés dans les sondages est d'environ 1 m sur le secteur de La Comba au km 2'880 à 3'000 (Tr03/17) et dans le secteur du vallon de Chésalles au km 1'580 à 1'720 (F06/17).
 - Sur le secteur Fontanettes, au droit du carrefour de la Crausa (km 0'000) l'épaisseur de remblais est de 6.3 à 7.3 m (F10/19 et F11/19)
- Matériau :**
- **Gravier sableux à sable graveleux peu limoneux avec pierres ; Sable limoneux peu graveleux avec pierres**

- Compacité :** – Variable, globalement lâche à moyennement compacte
- Remarques :** – La présence d'éléments anthropiques (briques, béton, ferraille, bois) en quantité variable est possible.

Dépôts d'inondation

- Secteurs / sondages :** – Le secteur des Fontanettes au km 0 à 400 (Tr08/17, Tr09/17, Tr11/18, F08/17, F09/17, F10/19 et F11/19).
- Epaisseur :** – Env. 0.5 à 2 m.
- Matériau :** – **Sable argilo-limoneux, très peu graveleux ; Limon sableux, peu argileux, très peu graveleux ; Sable limoneux, peu à très graveleux, peu argileux**
Avec présence de niveaux avec matière organique et de passages de tourbe.
- Compacité/ consistance :** – Variable : compacité lâche à moyenne respectivement consistance molle à très ferme.
- Remarques :** – Ces dépôts sont surtout présents dans le secteur des Fontanettes (débordement de la Gérine)
– Ces dépôts sont présents en alternance avec des alluvions (plaine de la Gérine)
– Au droit des forages F10/19 et F11/19 les dépôts d'inondation sont intercalés d'une couche d'alluvions.

Alluvions récentes et cône d'alluvions

- Secteurs / sondages :** – Le secteur du ruisseau de Copy au km 720 à 1'200 (Tr06/17, Tr07/17) et des Fontanettes au km 20 à 720 (Tr08/17, Tr09/17, Tr10/18, Tr12/18, F09/17, F10/19 et F11/19).
- Epaisseur :** – > 1 à 2.5 m.
- Matériau :** – **Sable graveleux +/- limoneux ; Gravier sableux +/- limoneux**

Localement : limon +/- sableux et graveleux, parfois peu argileux à argileux.

- Compacité :**
- Globalement moyennement compact, avec quelques niveaux lâches.
- Remarques :**
- Ces dépôts sont surtout présents dans le lit de la Sarine, dans la plaine de la Gérine et dans le lit du ruisseau du Copy
 - Sur le secteur des Fontanettes, ces dépôts peuvent également se trouver en alternance avec des dépôts d'inondation (débordement de la Gérine).

Dépôts fluvioglaciaires du retrait würmien

- Secteurs / sondages :**
- Secteur de La Comba au km 2'760 à 3'490 (Tr02/17, Tr03/17, F01/17, F02/17), du Gros Essert au km 1'790 à 2'060 (F04/17, F05/17) et des Planchettes au km 1'520 à 1'580 (F07/17)
- Epaisseur :**
- Variable le long du tracé (se référer au profil géologique en annexe 6).
- Matériau :**
- **Gravier sableux, généralement très peu limoneux avec pierres et blocs ; Sable graveleux avec pierres et blocs.**
- Compacité :**
- Très compact.
- Remarques :**
- La présence de passage d'origine glaciolacustres et de granulométries essentiellement fine est possible au sein de cette couche.

Moraine rhodanienne et sarinienne

- Secteurs / sondages :**
- Secteur de La Comba au km 2'600 à 2'750 (F02/17), du Gros Essert au km 1'770 à 2'280 (F03/17, F05/17), des Planchettes km 1'500 à 1'600 (Tr04/17, F07/17) et des Fontanettes (F09/17, F10/19 et F11/19).
- Epaisseur :**
- Variable le long du tracé (se référer au profil géologique en annexe 6).

- Matériau :** – **Sable limoneux à limon sableux, graveleux et +/- argileux ; Limon argileux à argile limoneuse, sableux, +/- graveleux.**
- Compacité/ consistance :** – Globalement très compacte, respectivement consistance très dure.
- Remarques :** – Dans les forages F03/17 et F07/17, la moraine rencontrée était altérée et présentait une compacité plus faible (moyennement compacte).

Dépôts glaciolacustres de progression

- Secteurs / sondages :** – Secteur du Gros Essert au km 1'760 à 2'280 (F03/17, F04/17, F05/17) et des Planchettes au km 1'200 à 1'580 (Tr05/17, F07/17).
- Epaisseur :** – Variable le long du tracé (se référer au profil géologique en annexe 6).
- Matériau :** – **Sable fin à moyen, plus ou moins limoneux, pas à très peu graveleux ; Limon argileux et sableux, pas à très peu graveleux.**
- Compacité/ consistance :** – Globalement lâche à moyennement compact, respectivement consistance ferme à dure ;
– Compacte à très compacte au droit du forage F07/17.

Dépôts fluvioglaciaires de progression

- Secteurs / sondages :** – Secteur de La Comba au km 2'600 à 2'740 (F02/17), du pont de Chésalles au km 1'620 à 1'740 (F06/17), des Planchettes au km 1'420 à 1'580 (Tr04/17) et Les Fontanettes au km 0 à 200 (F09/17).
- Epaisseur :** – Variable le long du tracé (se référer au profil géologique en annexe 6).
- Matériau :** – **Gravier sableux peu limoneux avec pierres.**
- Compacité :** – Très compacte.

Molasse

- Profondeur :**
- Variable le long du tracé (se référer au profil géologique en annexe 6) ;
 - Dès environ 3.5 à 13.8 m sur le secteur des Fontanettes (Tr10/18, F08/17, F10/19 et F11/19).
- Matériau :**
- **Grès fins à moyens avec niveaux marneux possibles, parfois fracturés.**
- Résistance à la compression uniaxiale :**
- Modérément forte ($\sigma_c \approx 31$ MPa)

3.5 Conditions hydrogéologiques

Les niveaux d'eau souterraine mesurés dans le cadre de la présente étude sont indiqués dans le tableau en Annexe 12. Le niveau approximatif de la nappe phréatique le long du tracé peut également être observé sur le profil géologique en Annexe 6.

Les éléments suivants sont à considérer :

- Les mesures réalisées dans les forages F03/17 et F04/17 sur le secteur Gros Essert (km 1'760 à 2'280) démontrent que le niveau d'eau peut rapidement monter en fonction des précipitations. Ceci est plus particulièrement le cas pour le forage F03/17 qui montre une forte élévation du niveau après une période de précipitations importantes (fin janvier 2018) ;
- Le niveau d'eau semble stable à la base du talus du secteur des Fontanettes à environ 1 m sous le niveau du terrain (piézomètre F08/17). Ceci peut correspondre à la profondeur des drains mis en place sur cette zone (cf. chap.3.5.4);
- Aucun écoulement d'eau n'a été constaté dans les dépôts fluvioglaciaires de retrait, dans la moraine et dans les dépôts fluvioglaciaires de progression sur le secteur de La Comba (km 2'640 à 2'940) lors de la réalisation des sondages.

Les niveaux d'eau mesurés et indiqués dans le tableau en Annexe 12 s'établissent au sein des couches de dépôts glaciolacustres, d'alluvions en cône et de dépôts d'inondation. Nous estimons toutefois que des écoulements d'eau souterraine peuvent également être rencontrés dans les formations suivantes :

- Remblais : Il s'agit principalement de venues d'eau sporadiques parfois plus importantes en fonction du type de matériaux présents ;

- Dépôts fluvioglaciaires du retrait würmien : Couche globalement sèche mais présence possible d'écoulements d'eau pouvant être importants au contact avec la moraine ou avec les niveaux glaciolacustres peu perméables. Plusieurs sources situées sur le plateau du Gros Essert ainsi que dans le vallon de Chésalles sont probablement alimentées par l'aquifère présent dans ces dépôts ;
- Dépôts fluvioglaciaires de progression : Ecoulements d'eau pouvant être importants au contact avec la molasse ;
- La moraine est admise comme peu perméable. Il n'est néanmoins pas exclu que des venues d'eau sporadiques puissent être présentes dans cette lithologie dans ses niveaux plus graveleux.

3.5.1 Secteurs et zones de protection

Le projet est entièrement situé en secteur A_U de protection des eaux.

3.5.2 Captages existants

Selon la carte géologique [6] et l'atlas d'approvisionnement en eau [7], des sources captées et non captées sont situées sur les secteurs suivants :

Lieu-dit	Coord.	Débit min / max (l/min)	Propriétaire	Situation	Remarque
Gros Essert / La Grangette	576°324/ 180°144	nc / 5	Manfred Herren Rte de la Gérine 157 1723 Marly	Aval du projet	Réservoir de réception de 3 sources
Gros Essert / La Grangette	576°410/ 180°090	nc / nc	Manfred Herren Rte de la Gérine 157 1723 Marly	Aval du projet	Source captée allant au réservoir Herren
Gros Essert / La Grangette	Env. 576°130/ 180°130	nc / nc	Manfred Herren Rte de la Gérine 157 1723 Marly	Aval du projet	Source captée allant au réservoir Herren
Gros Essert / La Grangette	576°860/ 180°130	nc / nc	-	Amont/aval à proximité	Source captée et non captée
Vallon de Chésalles	576°960/ 179°990	nc / 20	-	Amont du projet	Source captée
Bois d'En Bas	577°720/ 179°990	nc / nc	Philippe Schwab Ch. de Vuisserens 10	Amont du projet	Source captée et non captée

			1723 Marly Erwin Haeni Ch. de Vuisserens 20 1723 Marly		Canalisation d'amenée sur le tracé
Ruisseau de Copy (source du Petit Marly)	577'770/ 179'870	nc / 160	Copropriété (liste ci- dessous)	Amont du projet	Source captée et non captée Canalisation d'amenée sur le tracé

Lieu-dit	Coord.	Débit min / max (l/min)	Propriétaire	Situation	Remarque
Les Fontanettes	578'420/ 180'110 à 578'525/ 180'030	nc / 8 à 20	Plusieurs propriétaires	Amont/aval à proximité	Sources captées et non captées. Qualité des eaux moyenne à bonne.
Les Fontanettes	Env. 578'540/ 180'020	nc / nc	AWA Construction SA Rte de Chésalles 37 1723 Marly		Sources captées Ancienne source de la ferme communale
Les Fontanettes	Env. 578'410/ 180'090	nc / nc	Pascal Rossier Rte de Chésalles 42 1723 Marly		Sources captées
Les Fontanettes	Env. 578'010/ 180'140	nc / nc	Charles Mottet Rte de Chésalles 70 1723 Marly		Sources captées
Les Fontanettes	Env. 578'505/ 180'030	nc / nc	M. Jean-Bernard Thévoz Rte de Chésalles 10 1723 Marly		Sources captées

nc = non connu

La copropriété d'utilisation de la source du Petit Marly située dans le secteur du ruisseau de Copy est constituée de :

- Gabriel Meyer, Rte de la Gérine 36, 1723 Marly
- Marc Brügger, Rte de la Gérine 61, 1723 Marly

- Marianne Andrey Brülhart, Rte de la Gérine 11, 1723 Marly : alimentation d'une fontaine privée
- Communauté héréditaire (Cécile Biland, François Biland, Gérard Biland, Henriette Chenuz, Lucette Sahli, Denise Villosz), Rte de la Gérine 9, 1723 Marly : conduite d'amenée depuis la parcelle de Mme Brülhart pour alimentation d'une fontaine ;
- Propriété par étage : Adèle Meyer / Angèle Meyer / Pierre Meyer / Michel Meyer, Rte de la Gérine 24, 1723 Marly ;
- Charles Emmenegger, Rte de la Gérine 29, 1723 Marly ;
- Commune de Marly, Rte de Fribourg 9, 1723 Marly : alimentation d'une fontaine publique ;
- Malika Pillonel, Rte de la Gérine 26, 1723 Marly : Parcelle vendue et nouveau projet de construction prévu.

3.5.3 Problématiques des captages

Les éléments principaux suivants doivent être considérés :

- Sur le secteur des Fontanettes (km 0 à 700) : 5 sources connues sont situées directement sur le tracé ou en bordure immédiate (amont et/ou aval). Celles-ci devront être protégées, remplacées ou compensées. La conservation ou la suppression des sources devra être discutée avec les propriétaires. La réflexion coûts des travaux proportionnellement à la valeur de la source devra être clairement définie ;
- Sur le secteur Ruisseau du Copy (km 880) : Le tracé croise la conduite d'amenée de la source du Petit Marly. Celle-ci donne un débit très variable et connaît de nombreux problèmes d'amenée d'eau de par la qualité médiocre des canalisations. Les copropriétaires sont en discussion avec la commune de Marly pour se rattacher au système d'alimentation communal. Il est probable que cette source soit abandonnée. Ce point devra encore être préalablement éclairci avec les propriétaires ;
- Sur le secteur Gros Essert (km 2100) et le secteur Ruisseau du Copy (km 820) : Plusieurs conduites d'amenée d'eau de la Sarine à la station de traitement ainsi qu'au réservoir du MIC (Marly Innovation Center) sont présentes sur le tracé. Il s'agit de conduites groupées par deux ou par quatre de 400 mm de diamètre de grande importance pour l'alimentation en eau de la zone industrielle.

Une surveillance de la qualité des eaux des sources aux abords immédiats ou à l'aval du tracé devra être réalisée avant, pendant et après travaux. Il est également

recommandé de surveiller le débit et la qualité des eaux des sources situées à l'amont du projet, mais dont la conduite d'amenée passe sur le tracé.

En cas de croisement du tracé avec des conduites de transport d'eau de captage, celles-ci devront être protégées ou remplacées en fonction du risque encouru. Les coûts de remise en état des conduites ou de protection de celles-ci sont à la charge du responsable des travaux. S'agissant généralement de conduites anciennes, il est probable qu'elles ne supportent pas le poids des nouveaux remblayages (surcharge importante) ou qu'elles puissent avoir une modification de pente en raison du tassement des terrains.

3.5.4 Problématique des drainages secteur Fontanettes

Le pied de talus du secteur des Fontanettes est entièrement drainé depuis le km 140 jusqu'au km 480. Les eaux sont ensuite évacuées dans les canalisations d'eaux claires et d'eaux mixtes. Plusieurs de ces canalisations sont présentes sur le tracé de la route entre le km 480 et le km 600. Selon les observations de terrain (conduite de drainage rencontrée lors de travaux sur la parcelle N° 928), les drainages sont relativement anciens et une partie d'entre eux, voire tous, sont constitués de tuyaux en terre cuite. Il faut donc considérer que ces drainages ne supporteraient pas une charge de remblai importante. Un remplacement de ceux-ci ou du système de drainage du talus dans le cadre du projet est nécessaire.

Un plan des drainages fourni par la commune de Marly figure en annexe 8. Le remplacement des drains ou du système de drainage existant devrait être réalisé en coordination avec la commune de Marly afin d'optimiser l'évacuation des eaux drainées.

3.6 Caractéristiques géotechniques

Sur la base de notre expérience de sols similaires étudiés auparavant, nous proposons les **paramètres géotechniques estimés probables (moyenne probable) et extrêmes (minimales et maximales)** (SIA 267 3.3.4) comme suit :

	Unités	Alluvions et Cône d'Alluvions	Dépôts d'inondation	Dépôts fluvioglaciaires de retrait et de progression ⁽¹⁾	Moraine ⁽²⁾	Dépôts glacio-lacustres de progression	Molasse gréseuse ⁽³⁾
Classification USCS ⁽⁴⁾		GP-GM, GM, SM, SM-SC, SC, ML	SM, SC, CL-ML, CL, CM, OL	GP, GP-GM, SP, SP-SM, SW-SM	SM, SC, SC-SM ML, CL-ML	SC, SC-SM, CL-ML, CL	-
Teneur en eau ⁽⁵⁾		Moyenne à saturé	Élevée / saturé	Faible	Faible à moyenne	Moyenne à saturé	-
Masse vol. apparente ρ	kN·m ⁻³	21 (19 - 23)	20 (19 - 21)	22.5 (21 - 24)	22 (21 - 23)	21 (19 - 22)	24 (23 - 26)
Angle de frottement eff. φ'	[°]	32 (28 - 36)	25 (20 - 32)	38 (37 - 44)	33 (32 - 40)	31 (28 - 36)	38 (35 - 45)
Cohésion effective c'	kN·m ⁻²	0 (0 - 4)	0 (0 - 4)	0 (0 - 0)	5 (0 - 20)	2 (0 - 8)	1'500 (1'000 - 3'000)
Module d'élasticité (Young), E	MN·m ⁻²	12 (5 - 40)	4 (3 - 10)	80 (45 - >100)	60 (20 - >100)	10 / 40 ⁽⁶⁾ (5 - 40)	1'000 (500 - 3'000)
Perméabilité, k	m/s	10 ⁻⁵ (10 ⁻³ - 10 ⁻⁷)	10 ⁻⁷ (10 ⁻⁶ - 10 ⁻⁹)	10 ⁻⁴ (10 ⁻² - 10 ⁻⁵)	10 ⁻⁶ (10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁸)	10 ⁻⁷ (10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁹)	-
Classe de fondation et degré de gélivité (fondation des chaussées)							
Classe de fondation ⁽⁷⁾		S1 à S2	S0 à S1	S3 à S4	S3	S1 (km 1'800 à 2'300) S2 (km 1'200 à 1'500)	-
Degré de Gélivité ⁽⁸⁾		G2 à G3 (faible à moyen)	G3 à G4 (moyen à fort)	G1 à G2 (négligeable à faible)	G3 à G4 (moyen à fort)	G3 à G4 (moyen à fort)	-

⁽¹⁾ Les couches de dépôts fluvioglaciers de retrait et de dépôts fluvioglaciers de progression décrites dans le chapitre 3.3 sont similaires en nature et en compacité. Les mêmes paramètres géotechniques sont de ce fait proposés pour ces deux couches.

⁽²⁾ Paramètres proposés pour la moraine rhodanienne et sarinienne saine très compacte. Pour la moraine altérée moyennement compacte rencontrée aux forages F03/17 et F07/17, nous proposons d'admettre les valeurs minimales indiquées comme la moyenne probable et une classe de portance S2.

⁽³⁾ Paramètres valables pour la molasse rencontrée au droit du forage F08/17 (km 300) et au sein de la matrice rocheuse. Sur le restant tracé du projet, la molasse n'a pas été atteinte et peut présenter des propriétés différentes. A noter que la molasse peut contenir des interlits marneux pour lesquels les conditions de cisaillement peuvent être très différentes.

⁽⁴⁾ La classification des échantillons analysés en laboratoire est indiquée en gras. Les autres classifications sont estimées sur la base des relevés in situ et de notre expérience.

⁽⁵⁾ Appréciation qualitative de la teneur en eau selon relevés in situ.

⁽⁶⁾ E = 40 MPa au droit du forage F07/17, E = 10 MPa sur les restants secteurs du projet

⁽⁷⁾ Selon la norme VSS SN 670 324

⁽⁸⁾ Selon la norme VSS SN 670 140b

3.7 Qualité et réutilisation des matériaux

3.7.1 Remblais

Selon la documentation récoltée ainsi que les sondages réalisés, les secteurs suivants contiennent des matériaux de remblai :

- Secteur de La Comba (Tr03/17) : Un mince niveau de remblai contenant une faible proportion d'éléments anthropiques a été rencontré. Il s'agit probablement de petites exploitations sporadiques des graviers ;
- Secteur du vallon de Chésalles (F06/17) : Selon les photos aériennes historiques (annexe 9), une exploitation de gravier a été active sur le versant Est du vallon ainsi que dans le creux de celui-ci. Le secteur a été localement comblé avec des matériaux de remblai.
- Secteur de La Crausa (F10/19 et F11/19) : Les deux forages réalisés indiquent la présence de 6.3 à 7.3 m de remblais sous le niveau de la route de la Gruyère.

Une investigation de la qualité chimique des remblais rencontrés sur le tracé lors de leur excavation doit être réalisée afin de définir leur filière d'évacuation. Par précaution, nous pouvons admettre qu'en l'état des connaissances, une évacuation en décharge de type B (anciennement DCMI) sera probablement nécessaire pour les matériaux provenant de La Comba et du vallon de Chésalles.

En absence de pollution, une réutilisation des remblais rencontrés sur le secteur de La Crausa pour des nouveaux remblayages peu exigeants (valeur M_E maximal admis de 15 à 30 MPa après compactage) est possible. Ces remblais seront creusés lors de la construction du PI de la Crausa et sont composés majoritairement de sable plus ou moins limoneux et peu graveleux (constitués majoritairement de grès molassique). Ces matériaux étant sensibles à l'eau, leur mise en place et compactage doit être réalisé par temps sec.

3.7.2 Décharges (sites pollués)

3.7.2.1 Site pollué du Gros Essert (km 2000 à 2060)

Ce site se situe au Nord du tracé sur le secteur avec une excavation importante. A priori, le tracé ne devrait pas toucher ce site. Néanmoins, la position définie sur le cadastre des sites pollués n'est pas précise. Il est donc possible que des matériaux de remblai issus du remblayage de cette ancienne gravière puissent être rencontrés. Les photos aériennes en annexe 9 montrent l'extension de la gravière lors de son exploitation.

Le cas échéant, il est nécessaire de prévoir un surcoût pour les travaux d'excavation avec tri des matériaux ainsi que pour leur évacuation en décharge. Nous pouvons admettre que les matériaux de remblai éventuellement rencontrés ne sont pas fortement pollués et que ceux-ci peuvent être évacués en décharge de type B (anciennement DCMI).

3.7.2.2 Site pollué de La Pila (km 2460 à 2600)

Les matériaux présents dans la décharge de La Pila sont très fortement pollués. Ils contiennent principalement des déchets ménagers, des déchets de chantier et des déchets industriels. La pollution la plus importante est produite par des PCBs dont la teneur nécessitera l'évacuation des matériaux en décharge de type E, en recyclage/traitement ou en traitement thermique. Le site est actuellement en cours d'investigation afin de définir le concept d'assainissement avec plusieurs variantes (mini, midi, maxi). L'assainissement de cette décharge devra être réalisé, mais la variante d'assainissement n'a pas encore été clairement définie et planifiée.

Ce point est traité dans le rapport GEOTEST N° 2517053.2 en lien avec le secteur du pont d'Hauterive (km 2'220 à 2'880).

3.7.3 Dépôts fluvioglaciaires de retrait

Les dépôts fluvioglaciaires de retrait présentent un potentiel d'économie important pour le projet. Les matériaux composant cette couche sont globalement de bonne qualité et seront excavés sur une épaisseur de 2 à 5 m sur le secteur Gros Essert (km 1'800 à km 2'000) et de 1 à 2.5 m sur le secteur La Comba (km 2'860 et 3'200).

Quatre échantillons de matériaux provenant des dépôts fluvioglaciaires de retrait graveleux ont été analysés en laboratoire dans le cadre de la présente étude (échantillons Tr2.1, Tr3.1, F4.1 et F5.1). Un cinquième échantillon, Tr4.1, a été prélevé dans un passage sableux des dépôts fluvioglaciaires. Ce passage n'est toutefois pas jugé représentatif de l'ensemble de cette couche, dont la nature est majoritairement graveleuse.

Dans le cas des échantillons Tr2.1 et Tr3.1 un tri préalable de la composante très grossière (pierres et blocs) a été réalisé lors de la prise de ces échantillons. Les analyses réalisées attestent la bonne qualité des matériaux, composés essentiellement de gravier et de sable, avec un pourcentage de fines (argile et limon) faible variant de 1.3 à 14.1 %. Selon les sondages réalisés, entre les km 2'860 et 3'200 (secteur La Comba), les dépôts fluvioglaciaires présentent beaucoup de pierres et plusieurs blocs, le pourcentage masse de ces éléments très grossiers est estimé de 20 à 40%. Le pourcentage masse de pierres et de blocs est toutefois moins important entre les km 1'780 à 2'060 (secteur Gros Essert), estimé 5 à 20%.

La composition granulométrique de ces matériaux ne correspond pas exactement aux critères d'une grave 0/45 selon la norme VSS SN 670 119a mais reste assez proche. Pour une réutilisation des matériaux issus des dépôts fluvioglaciaires de retrait en tant que grave 0/45 ou en tant que remblai avec une exigence de portance élevée, il conviendra de prévoir les travaux suivants :

- Tri et concassage des pierres de grosse taille et des blocs ;
- Selon le pourcentage effectif de la partie fine (limon et argile) après tri et concassage des pierres et blocs et selon le type de réutilisation prévu, un tri complémentaire d'une partie des matériaux fins, voire un rajout de matériaux grossiers peut s'avérer nécessaire afin de réduire le pourcentage masse de matériaux fins à un maximum de 12% (critère pour grave 0/45);
- Selon le pourcentage effectif de la partie fine (limon et argile) et le type de réutilisation prévue pour les matériaux : vérification de la résistance au gel

en laboratoire au moyen d'un essai CBR (critère pour grave 0/45 si pourcentage de fins > 3%).

A noter que les dépôts fluvioglaciaires de retrait ont déjà été exploités en plusieurs endroits dans la région. Ceci est par exemple le cas au Nord du tracé sur le plateau du Gros Essert (site remblayé inscrit au cadastre des sites pollués).

3.7.4 Moraine rhodanienne et sarinienne

La présence de moraine en fond de fouille n'est pas attendue le long du tracé de la route. Elle pourra toutefois être rencontrée lors de l'excavation des culées des ponts de Chésalles et d'Hauterive. La composition de cette couche est majoritairement sableuse et limoneuse avec une composante de gravier variable. Les matériaux issus de la couche de Moraine peuvent être réutilisés pour des remblayages peu exigeants (valeur M_E maximal admis de 15 à 30 MPa après compactage). La mise en place et le compactage de ces matériaux nécessitent toutefois la maîtrise de leur teneur en eau. A cet effet, la réalisation d'essais complémentaires en laboratoire est à prévoir (classification granulométrique, teneur en eau, compactage Proctor).

Pour des remblayages avec des exigences de portance élevées, une stabilisation des matériaux avec un mélange chaux-ciment est jugée nécessaire.

3.7.5 Dépôts glaciolacustres de progression

La présence de dépôts glaciolacustres en fond de fouille n'est pas attendue le long du tracé de la route. Elle pourra toutefois être rencontrée lors de l'excavation des culées des ponts de Chésalles et d'Hauterive. Les matériaux composant cette couche, étant très fins et généralement à forte teneur en eau, ne sont pas réutilisables en l'état pour des nouveaux remblayages. Toutefois, ces matériaux pourront être stabilisés avec de la chaux aérienne, voire un mélange chaux-ciment, permettant de réduire leur teneur en eau et d'améliorer leur portance et maniabilité et ainsi être réutilisés.

3.8 Dangers naturels

Plusieurs tronçons sont situés en zone de danger faible de glissement. Il s'agit principalement des secteurs suivants :

- Secteur de La Comba (km 2740 à 3140) : Talus en forte pente boisé en bordure du futur tracé ainsi qu'au niveau de la culée Ouest ;
- Secteur des Fontanettes (km 0 à 460) : Talus en forte pente boisé avec venues d'eau à sa base.

Il faut essentiellement tenir compte des éléments suivants :

- Secteur La Comba (km 2740 à 3140) : Le nouveau tracé ne devra pas être implanté en bordure immédiate du talus ceci surtout en cas de rehaussement du niveau du terrain. Le talus étant constitué de gravier sableux avec pierres et blocs de petites instabilités locales sont possibles ;
- Secteur des Fontanettes (km 0 à 460) : la mise en place d'un remblai contre le talus existant permettra d'en améliorer la stabilité. Il sera nécessaire d'assurer le drainage du bas du talus existant afin d'éviter les risques de mise en pression des eaux au contact entre le remblai et le talus. Les eaux d'écoulement de surface provenant du talus naturel au niveau du nouveau tracé devront être également drainées pour réduire les risques d'instabilités locales ;
- Pour ces deux secteurs, il conviendra d'éviter une réinfiltrations des eaux de chaussées dans les zones indiqués en danger de glissement, en particulier en bordure des talus.

3.9 Séisme

Sur la base de nos investigations et de notre interprétation géologique du tracé du projet, nous présentons ci-dessous la classification sismique des terrains de fondation au niveau de la cote du projet selon SIA 261, SN 505 261. Les classes de fondation indiquées ci-dessous sont à valider en fonction du type, importance et niveau de fondation effectif de chaque ouvrage.

Zone de risque sismique (cf. SIA 261, Annexe F) :	Z1
Classe de terrain de fondation (cf. SIA 261, chap. 16.2.2) :	
Secteurs Les Fontanettes, Ruisseau du Copy et Les Planchettes: km 0 à env. 1'800	E
Secteur Gros Essert : km 1'800 à 2'300	D
Secteur Décharge de la Pila : km 2'440 à 2'600	F ¹⁾
Secteur La Comba : km 2'600 à 3'500	B

¹⁾ Présence de matériaux avec beaucoup de matière organique et de déchets.

4. Dispositions constructives et recommandations générales pour le projet

4.1 Fouilles et terrassement

4.1.1 Bords de fouille : Talutages

Nous présentons ci-dessous, pour chaque lithologie rencontrée le long du tracé de la route, les pentes admissibles pour des talus temporaires et définitifs. Ces pentes sont valables au-dessus du niveau de la nappe et en l'absence de charges en tête de talus. Pour les talus de hauteur importante (admis $H > 4\text{m}$) et/ou ceux affectés par des charges en amont, il est nécessaire de vérifier les pentes indiquées sur la base d'un calcul géotechnique.

Couche (cf. chap. 3.2)	Pente admissible	
	Talus temporaires	Talus définitifs
Dépôts fluvio-glaciaires de retrait	2v : 3h	2v : 3h
Moraine	3v : 2h	1v : 1h
Moraine altérée (forages F03/17 et F07/17)	1v : 1h	1v : 2h
Dépôts glaciolacustres de progression	2v : 3h	1v : 2h
Dépôts d'inondation	2v : 3h	1v : 2h
Alluvions et Cône d'alluvions	2v : 3h	1v : 2h

Remarques :

- Hormis les talus composés de matériaux issus de la couche de dépôts fluvio-glaciaires (matériaux grossiers non sensibles à l'eau), les talus temporaires devront être protégés des effets des eaux météoriques au moyen de géotextiles. Les talus définitifs devront être ensemencés.
- Les dépôts glaciolacustres de progression sont majoritairement composés de sable fin limoneux et de limon finement sableux et sont donc sensibles au phénomène d'érosion interne. En cas de venue d'eau, il conviendra d'être particulièrement attentif au problème d'érosion dans ces terrains. Le cas échéant, des mesures seront rapidement prises pour limiter ce

phénomène (par ex. consolidation des talus avec du béton drainant / caverneux).

4.1.2 Travaux de terrassement

Les terrains sont normalement exploitables à la pelle mécanique sur les profondeurs d'excavation prévues dans le projet. Une perte de rendement des engins de terrassement est toutefois à prévoir pour la moraine et les dépôts fluvioglaciaires (terrains à compacité élevée, difficilement exploitables). Une présence importante de blocs pouvant poser des difficultés d'exploitation est attendue au sein de la couche de dépôts fluvioglaciaires de retrait, particulièrement entre les km 2'860 et 3'200. La présence de rares blocs au sein de la couche de Moraine est également possible.

4.1.3 Epuisement des eaux

La présence de venues d'eau au sein de la couche de dépôts fluvi-glaciaires de retrait n'est pas attendue hormis éventuellement au contact avec la couche sous-jacente (moraine ou dépôts glaciolacustres).

Des venues d'eau sporadiques au-dessus du niveau de la nappe phréatique sont toutefois possibles au sein des couches de moraine et de dépôts glaciolacustres, particulièrement lors de périodes pluvieuses. Dans ce cas il faudra capter l'eau et l'évacuer.

4.2 Remblayages

Des travaux de remblayage importants sont prévus sur plusieurs secteurs du projet. Pour chaque principal secteur de remblayage, une appréciation des conditions de fondation et du risque de tassement des terrains existants sous le poids de ces remblais sont présentés ci-après.

Secteur / Kilométrage	Hauteur maximale de remblayage	Conditions de fondation / Risque de tassement
Les Fontanettes km 0 à env. km 200		Cf. chap. 5.1
Les Fontanettes km 200 à env. km 400		Cf. chap. 5.2
Ruisseau du Copy Env. km 400 à km 700	Env. 4 m	<p>Mauvaises à moyennes : Présence possible de terrains argileux, avec matière organique, compressibles (dépôts d'inondation / alluvions fins), reposant sur des alluvions graveleuses peu compressibles.</p> <p>Risque de tassement moyen : Présence possible de dépôts d'inondation argileux et compressibles pouvant atteindre 3.0 m selon sondage F08 (km 0'360). Tassements importants sur le long-terme possibles en fonction de l'épaisseur effective de cette couche et de la teneur en matière organique entre les km 0'400 et 0'600. Réalisation de sondages complémentaires recommandés dans cette zone afin d'évaluer l'épaisseur effective de terrains compressibles.</p>
Les Planchettes Env. km 1'200 à km 1'460	Env. 3 m	<p>Moyennes à bonnes : Terrains de fondations limono-sableux de consistance estimée très ferme à dure (dépôts glaciolacustres, localement fluvio-glaciaire possible).</p> <p>Risque de tassement peu important : Tassements faibles, développement des tassements estimé essentiellement pendant les travaux.</p>
La Comba km 3'220 à km 3'491	Env. 5 m	<p>Bonnes : Terrains de fondation grossiers et très compacts (dépôts fluvio-glaciaires).</p> <p>Risque de tassement négligeable.</p>

Remarques :

- Le risque de tassement susmentionné concerne uniquement les terrains en place sous la charge des nouveaux remblais. Des tassements complémentaires peuvent se développer au sein des remblais eux-mêmes en fonction de la qualité du compactage et du type de matériaux utilisés.
- Un réseau de drainage important est présent en sous-sol entre les km 0 et env. 500, secteur les Fontanettes (voir chap. 3.4.3). Les remblayages prévus sur ce secteur conduiront probablement à l'endommagement de ce réseau (rupture de drains due à la surcharge ou modifications des pentes en raison des tassements). La réalisation d'un nouveau système de drainage est ainsi à prévoir.
- Les possibilités de réutilisation et de revalorisation des matériaux excavés dans le cadre du projet pour la réalisation des nouveaux remblayages sont évaluées au chapitre 3.6.

4.3 Conditions de fondation des chaussées

Les caractéristiques géotechniques et la classe de fondation des différentes lithologies rencontrées le long du tracé de la route sont indiquées au chap. 3.5.

4.4 Réinfiltration des eaux pluviales

Le tableau ci-dessous présente une synthèse de la perméabilité des différentes couches géologiques rencontrées le long du tracé du projet :

Secteur / Kilométrage	Perméabilité
Dépôts fluvioglaciaires de retrait	Bonne
Moraine	Globalement faible à moyenne (localement, présence possible de niveaux graveleux et sableux avec bonne perméabilité)
Dépôts glaciolacustres de progression	Perméabilité globalement faible (localement, présence possible de niveaux sableux avec bonne perméabilité)
Dépôts d'inondation	Perméabilité faible
Alluvions et cône d'alluvions	Perméabilité faible à moyenne

En considérant la perméabilité des terrains susmentionnée ainsi que les conditions hydrogéologiques locales (présence de la nappe phréatique), la faisabilité d'une réinfiltration des eaux de chaussée le long du tracé de la nouvelle route est estimée comme suit :

Secteur / Kilométrage	Faisabilité d'une réinfiltration des eaux de chaussée
Secteurs les Fontanettes et ruisseau du Copy km 0 à 1'200	<p style="text-align: center;">Réinfiltration a priori non envisageable</p> (Terrains avec perméabilité faible à moyenne et présence d'une nappe phréatique à faible profondeur. Danger de glissement et nombreux drainages sur le secteur des Fontanettes, km 0 à 460) Selon les essais réalisés (résultats ci-après), le secteur Ouest des Fontanettes (km 450) semble favorable à une réinfiltration. Le secteur Copy (km 750) n'est pas du tout favorable (mauvaise perméabilité et venues d'eau peu profondes)
Secteur les Planchettes km 1'200 à 1'600	<p style="text-align: center;">Réinfiltration possible</p> La faisabilité d'une réinfiltration sur cette zone dépend de l'étendue et de l'épaisseur de la couche fluvioglaciale de retrait présente en surface. Sur la base de l'essai réalisé (résultats ci-après), le secteur est favorable à une réinfiltration des eaux
Secteur Gros Essert km 1'800 à 2'300	<p style="text-align: center;">Réinfiltration non envisageable</p> (terrains globalement peu perméables au niveau de la cote du projet (dépôts glaciolacustres et localement de moraine), présence de la nappe phréatique à faible profondeur, voire supérieure, de la cote du projet).
Secteur La Comba km 2'800 à 3'490	<p style="text-align: center;">Réinfiltration possible au sein des dépôts fluvioglaciaux de retrait (couche très perméable et non aquifère).</p> <p><u>Remarque</u> : Il faudra tenir compte du danger de glissement lors du choix de l'emplacement d'un éventuel ouvrage d'infiltration sur ce secteur (cf. chap. 3.8)</p>

Des essais d'infiltration ont été réalisés le 21 février 2019 sur les secteurs Fontanettes (km 450), Copy (km 775) et Planchettes (km 1'525). Les essais ont été réalisés sur un période sèche avec un terrain couvert ou partiellement couvert d'une couche de neige. Les terrains étaient globalement secs à légèrement humide en surface (jusqu'à 0.5-0.6 m de profondeur).

Sur la base des essais d'infiltration réalisés, les résultats suivants peuvent être donnés :

Sondage	Coordonnées	Description des matériaux	Perméabilité [m/s]	Remarque
Tr13/19 km 1'525	577'070/180'113	Sable fin à moyen, très peu graveleux, quelques pierres	$5 \cdot 10^{-5}$	Perméabilité mesurée à environ $1.5 \cdot 10^{-4}$ m/s en début d'essai
Tr14/19 km 775	577'792/180'194	Sable limoneux, graveleux, peu argileux, avec pierres, rares blocs	$5.7 \cdot 10^{-6}$	Venue d'eau en fond de fouille (1.3 m)
Tr15/19 km 450	578'131/180'157	Sable limoneux, peu argileux, graveleux, quelques pierres, traces de charbon	$5.4 \cdot 10^{-5}$	Secteur comprenant de nombreux drainages. Influence possible

Sur la base de ces résultats, il peut être admis que le secteur Planchettes (km 1'525) est favorable à une réinfiltration des eaux. Il semblerait également que le secteur Fontanettes (km 450) soit également favorable à une réinfiltration des eaux. Néanmoins à la vue de la lithologie ainsi qu'à la présence de drains sur ce secteur, il ne peut être exclu que le système de drainage en place ai pu influencer les résultats de l'essai.

5. Dispositions constructives et recommandations spécifiques

5.1 PI et carrefour de La Crausa

Un passage inférieur (PI) est prévu au niveau du carrefour de La Crausa afin de construire un axe de circulation direct entre Marly et Chésalles. Des bretelles transversales seront construites de part et d'autre de cet axe afin de permettre une connexion via le carrefour de La Crausa à l'axe en direction de Le Mouret. Plusieurs sondages (forages carottés et sondages au pénétromètre) ont été réalisés sur le secteur du carrefour de La Crausa afin de préciser les conditions géotechniques du site. La stratigraphie des terrains sur ce secteur est illustrée dans les annexes 6 (profil en long) et 11.2 (profils en travers). Le PI est implanté dans un secteur présentant plusieurs problématiques géologiques / géotechniques à savoir :

- Présence de matériaux de remblai constitués majoritairement de débris de molasse gréseuse, parfois plus marneuse, de compacité lâche. Les matériaux de remblais sont rencontrés jusqu'à une profondeur d'environ 6 à 7 m sous le niveau actuel de la route de la Gruyère.
Remarque : Contrairement aux sondages F9/18, P12/19 et P13/19, les remblais rencontrés au droit du forage F11/19 ont une compacité élevée. Ce forage étant situé à côté du bassin de rétention existant, nous estimons que les matériaux de remblais entourant cet ouvrage aient été compactés plus soigneusement afin d'améliorer la stabilité du bassin.
- Présence de dépôts d'inondation fins, avec passages de tourbe, sous le remblai, en alternance avec des alluvions, soit à une profondeur de 6.3 à 7.5 m (F10/19) et 9.3 à 12.5 m (F10/19 et F11/19) ;
- Présence d'écoulements d'eau sporadique à la base du remblai et d'une nappe phréatique au sein de la couche d'alluvions / dépôts d'inondation dont le niveau s'établit à une profondeur d'environ 10 m selon le piézomètre F10 (mesure du 25.02.2019 cf. annexe 12).

Sur la base des investigations réalisées, nous formulons ci-dessous des recommandations constructives pour l'établissement du projet. Le projet étant actuellement en phase d'étude, et en absence de données précises concernant la géométrie et les caractéristiques des ouvrages prévus, ces recommandations sont formulées à titre indicatif.

- Des soutènements de fouille du type paroi berlinoise / parisienne (soutènement temporaire) ou du type paroi de pieux sécants / jointifs

(soutènement temporaire ou définitif) peuvent être envisagés pour la réalisation de la fouille du PI. Nous recommandons de favoriser un étayage des parois de fouille au moyen de buttons et pas d'ancrages / clous en raison des mauvaises caractéristiques géotechniques des terrains rencontrés (remblais, dépôts d'inondation). Dans les présentes conditions géotechniques, nous déconseillons des soutènements du type paroi clouée sous le risque de mauvaise tenue des clous et de déformations trop importantes.

- Le niveau de fondation du PI sera situé dans la couche de remblais voir dans la transition remblais / dépôts d'inondation. Ces terrains sont hétérogènes, globalement de faible portance et dans le cas des dépôts d'inondation peuvent contenir des passages organiques / tourbeux. Malgré le fait que les terrains de fondation du PI ont déjà enduré un premier chargement lors de la mise en place des remblais existants, nous estimons qu'une transmission des charges de l'ouvrage en profondeur sur les couches de moraine ou de molasse soit nécessaire afin de limiter le risque de tassements différentiels trop importants.
- Des remblayages de hauteur importante jusqu'à 9 m sont prévus en bordure Nord de la route existante (route de la Gruyère) permettant de créer suffisamment de place pour la construction du Carrefour de la Crausa. Nous considérons que l'ampleur des tassements résultants de ce remblayage est très difficile à estimer, mais peut attendre plusieurs centimètres. Le tassement total effectif dépendra fortement des variations de l'épaisseur des dépôts d'inondation et de leur contenu en matière organique / tourbe. En effet, au droit du forage F09/17 ces dépôts sont peu épais et ne contiennent pas de matière organique alors que dans les forages F10/19 et F11/19 leur épaisseur est plus importante et ils contiennent des niveaux tourbeux. Etant donné la nature majoritairement sableuse des dépôts d'inondation rencontrés au droit des sondages F09/18, F10/19 et F11/19, et le fait que ces dépôts sont souvent intercalés d'une couche d'alluvions assez perméable, nous estimons que les tassements se produiront majoritairement à court terme, pendant les travaux. En présence de matériaux tourbeux, nous ne pouvons toutefois pas exclure le développement de tassements à long terme. Il conviendra de vérifier le tassement effectif des terrains à l'avancement des travaux au moyen, par exemple de tubes de mesure type Inkrex et de vérifier la stabilité des déformations avant la pose des couches de finition des routes ou la réalisation des petits ouvrages annexes fondés superficiellement

(barrières, lampadaires, etc). La réalisation d'un préchargement du terrain peut également être envisagée.

Remarque : Le projet étant situé en secteur Au de protection des eaux, les éventuels ancrages, clous et micropieux devront à priori être pourvus de chaussettes pour éviter toute fuite de coulis. Cette exigence sera à vérifier auprès du service de l'environnement de l'état de Fribourg dans le cadre du projet.

5.2 Mur des Fontanettes (km 200 à 400)

Un mur de soutènement est prévu en aval de la route le long des km 200 à 400 afin de limiter l'emprise des travaux. Ce mur est implanté dans un secteur présentant plusieurs problématiques géologiques / géotechniques à savoir :

- Présence de dépôts d'inondation avec matière organique entre environ les km 300 et 400 ;
- Présence d'un niveau d'eau à faible profondeur. A noter que les terrains rencontrés en surface sur le secteur du mur des Fontanettes sont toujours très humides, même en périodes sèches et malgré l'important réseau de drainage existant (cf. annexe 8) ;
- Secteur présentant un danger de glissement faible. Ce danger est interprété en liaison avec le glissement de la couche de colluvions (dépôts de pente) d'une épaisseur d'env. 1.5 à 2.5 m sur le rocher molassique sous l'effet de l'eau souterraine.

Plusieurs sondages ont été réalisés sur le secteur Fontanettes afin de préciser les conditions géotechniques de ce secteur (forages carottés, pénétromètres, tranchées à la pelle). La stratigraphie des terrains sur ce secteur est illustrée dans les annexes 6 (profil en long) et 11 (profils en travers).

Sur la base de ces investigations, nous formulons les recommandations constructives suivantes :

- Une fondation du mur sur la couche de dépôts d'inondation n'est pas possible, cette couche étant de très faible portance, assez compressible et contenant de la matière organique. Entre environ les km 320 et 380, l'épaisseur de dépôts d'inondation pouvant toutefois atteindre 3.5 m, le recours à une fondation sur des pieux est estimée nécessaire sur cette zone. A noter que la réalisation de puits / tranchées remplis de béton maigre jusqu'à la couche portante (alluvions / rocher) en alternative aux

pieux est estimée difficile à exécuter en raison de la faible tenue des terrains et de la présence d'eau souterraine à faible profondeur.

- Le développement de tassements sur le moyen/long terme suite au remblayage derrière le mur des Fontanettes est possible entre environ les km 320 et 380 en raison de la présence des dépôts d'inondation organiques. Sur cette zone il conviendra de réaliser un préchargement du terrain afin de limiter toute déformation après la pose du revêtement de la route.
- En aval de l'emprise de terrassement, il conviendra de réaliser en début de travaux une tranchée drainante prolongée jusqu'au toit du rocher et parallèle à la route afin de capter les écoulements d'eau du versant. Ce drainage permettra d'améliorer la stabilité des terrains lors de la réalisation des travaux de terrassement et de construction des soutènements provisoires ou définitifs.

5.3 Pont d'Hauterive km 2'200 à km 2'900

Des recommandations spécifiques à la réalisation du Pont d'Hauterive sont formulées dans le rapport GEOTEST N° 2517053.2.

5.4 Pont de Chésalles km 1'580 à km 1'800

Des recommandations spécifiques à la réalisation du Pont de Chésalles sont formulées dans le rapport GEOTEST N° 2517053.3.

6. Conclusions

Les principales conclusions suivantes sont formulées sur la base des investigations réalisées :

Réutilisation des matériaux

- Les matériaux issus de la couche de dépôts fluvioglaciers de retrait sont de bonne qualité et présentent un potentiel d'économie important pour le projet. Ces matériaux pourront être revalorisés dans le cadre du projet pour la réalisation de remblais de portance élevée ou en tant que grave 0/45 si un tri d'une partie des matériaux est réalisé (cf. chap. 3.7.3).

Travaux de remblayage

- Les conditions de fondation pour les principales zones à remblayer sont globalement favorables, hormis éventuellement entre les km 300 à 700 (secteur ruisseau du Copy) où des investigations complémentaires sont proposées afin vérifier les conditions géotechniques locales. Sur les secteurs restants du projet, les terrains rencontrés sont globalement de nature limoneuse, sableuse et graveleuse et peu compressibles (sols moyennement compacts à très compacts). Les tassements devront de ce fait se produire essentiellement pendant les travaux et non sur le long-terme.

PI et carrefour de La Crausa

- Les conditions géotechniques pour la réalisation du PI du carrefour de La Crausa sont défavorables, caractérisées par la présence de remblais peu compacts sur une couche de dépôts d'inondation contenant de la matière organique. Le recours à des fondations profondes est estimé nécessaire pour la réalisation du PI. Il est aussi nécessaire de surveiller la problématique de tassement des terrains lors de la réalisation des importants travaux de remblayage prévus.

Mur des Fontanettes (km 200 à 400)

- La présence de dépôts d'inondation organiques et d'eau souterraine à faible profondeur impliquent des difficultés d'exécution particulières pour la construction de l'ouvrage. La réalisation de fondations sur pieux, d'un système efficace de drainage des terrains en place ainsi qu'un éventuel préchargement de la couche de dépôts d'inondation sont estimés nécessaires.

Remblai km 0 à 440 (secteur Les Fontanettes)

- La présence de sources et de drainage dans le talus ainsi qu'en pied de talus démontre que des écoulements souterrains peuvent être importants. Il est donc nécessaire de prévoir un drainage des eaux à la base de talus avant la mise en place du remblai afin d'éviter une mise en pression à l'amont du remblai. Un drainage du talus à l'amont du nouveau tracé sera également nécessaire.

7. Investigations complémentaires et recommandations

La présente étude géotechnique est réalisée en phase d'avant-projet et permet de mettre en évidence la problématique d'ensemble des conditions de sol pour le projet de la nouvelle liaison routière axe 1250 Marly-Matran. Elle a comme principal but d'optimiser les avant-projets de construction en y intégrant les recommandations constructives formulées à ce stade.

Lors de l'élaboration des projets d'ouvrage respectifs, la nécessité de réaliser des sondages complémentaires doit être évaluée en fonction de l'importance de l'ouvrage et de son emplacement par rapport aux sondages réalisés dans le cadre de la présente étude. L'analyse des conditions géotechniques et la définition des mesures constructives nécessaires seront à préciser par le géotechnicien de manière spécifique aux divers éléments et en fonction de la configuration qui sera retenue dans les projets d'ouvrage.

A l'état actuel de nos connaissances, nous préconisons les investigations complémentaires minimales suivantes:

- Un sondage à la pelle ou un forage carotté au km 520 dans le but de vérifier la présence de terrains argileux compressibles sous la future zone remblayée (risque de tassements sur le long-terme). En cas de résultats défavorables lors de la réalisation de ce sondage, il conviendra de prélever des échantillons pour la réalisation d'essais œdométriques en laboratoire. Ces essais permettront de déterminer les caractéristiques des terrains nécessaires à la réalisation d'un calcul de tassements précis.
- Forages carottés au droit des piles / culées du Pont de Copy.
- Poursuite des mesures piézométriques sur tous les piézomètres existants sur une période minimale d'une année. Ces mesures permettront d'évaluer les fluctuations du niveau de la nappe le long de l'année.

2517053.4B
Marly-Matran, Nouvelle liaison routière
Axe 1250 / Ensemble du tracé
Etude géologique et géotechnique

- Essais de classification granulométrique complémentaires et essais de compactage en laboratoire pour les éventuels matériaux de moindre qualité devant être réutilisés avec stabilisation (dépôts glaciolacustres / dépôts d'inondation) ou sans stabilisation (moraine).
- Il conviendra de réaliser des sondages à la pelle mécanique complémentaire ainsi que des sondages à la tarière à main afin d'établir une cartographie détaillée des sols (horizons A et B). Lors de la réalisation des sondages à la pelle mécanique, le Service d'Archéologie devra être prévenu pour qu'il puisse suivre les travaux.

Objet : Marly-Matran, Nouveau tracé Forage F01/17 Echelle 1:100	Mandat No. : 2517053.4B	Plan No. : 2517053.4_F01/17	GEOTEST GEOLOGIE / INGENIERIE / GÉOPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT GEOTEST SA T +41 (0)26 407 74 20 RUE JEAN PROUVÉ 14 F +41 (0)26 407 74 21 CASE POSTALE 49 fribourg@geotest.ch CH-1762 GIVISIEZ www.geotest.ch
	Exécuter Date : 14.-16.11.2017	Relevé par : M. Kuhn	
	Entreprise : PolyForages SA	Dessiné par : U. Pfyffer	
	Maître foreur : Sylvere Packa	Contrôlé par : -	
	Méthode de forage : Roto-percussion	Format : A3	
	Coordonnées : 2'575'731 / 1'180'066	Élévation du terrain : ca. 616.82 m s.M.	

Diamètres Ø - mm	Prof.	Profil	N.eau	Echantillon	Matériaux	Essais in situ et interprétation géologique	Equipement
140 mm	1.00				Sable très peu limoneux, graveleux, rares pierres, rares él. anthropiques (morceaux de brique, tôle ondulée à 0,5 m), riche en MO (racines, feuilles décomposées), brun	TV / Ah	
	2.00				Gravier sableux, avec pierres et blocs, gris-beige	SPT = 17/29/refus _{11cm} N >50	
	3.20				Gravier sableux (fin), rares pierres, beige		
	5.50				Gravier sableux, avec pierres et blocs, gris / très compact	SPT = refus _{13cm} N >50	
	6.20				Blocs, gris		
	9.00				Gravier sableux, avec pierres et blocs, gris	Fluvioglacière de retrait	
	10.00				Gravier sableux avec pierres, gris / très compact	SPT = 47/refus _{10cm} N >50	
	11.00				Gravier sableux avec pierres et blocs, gris	SPT = 43/refus _{9cm} N >50	
	14.00				Gravier sableux avec pierres, rares blocs, gris / très compact		
							20.0

Annexe 3.1

F1/17



Objet : Marly-Matran, Nouveau tracé Forage F02/17 Echelle 1:100	Mandat No. : 2517053.4B	Plan No. : 2517053.4_F02/17	GEOTEST GEOLOGIE / INGENIERIE / GÉOPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT GEOTEST SA T + 41 (0)26 407 74 20 RUE JEAN PROUVÉ 14 F + 41 (0)26 407 74 21 CASE POSTALE 49 fribourg@geotest.ch CH-1762 GIVISIEZ www.geotest.ch
	Exécuter Date : 16.-17.11.2017	Relevé par : M. Kuhn	
	Entreprise : PolyForages SA	Dessiné par : U. Pfyffer	
	Maître foreur : Sylvere Packa	Contrôlé par : -	
	Méthode de forage : Roto-percussion	Format : A3	
Coordonnées : 2'575'935 / 1'180'005	Élévation du terrain : ca. 591.20 m s.M.		

Diamètres Ø - mm	Prof.	Profil	N.eau	Echantillon	Matériaux	Essais in situ et interprétation géologique		Equipement
0.15					Limon sableux, peu graveleux, avec MO, brun	c_{up} : 100-150 kN/m ²	TV / Ah	
0.40					Limon sableux, peu argileux, peu graveleux, avec racines, brun-beige	c_{up} : 100 kN/m ²	TV / B	
0.70					Limon sableux, argileux, peu graveleux, beige			
1.10					Limon sableux, argileux, très graveleux, brun-beige	c_{up} : 200-300 kN/m ²	Colluvions	
1.40					Gravier sableux-limoneux, argileux, beige / très humide			
					Gravier sableux, avec pierres, gris		Fluvioglaciare de retrait	
3.00					Gravier grossier, avec pierres, gris / très compact	SPT = 27/31/46 N = 78		
3.70								5.0
					Sable limoneux, très graveleux, avec pierres, rares blocs, gris / très compact	c_{up} : >450 kN/m ²	Moraine	
						SPT = 31/29/refus _{11cm} N >50		
						SPT = refus _{9cm} N >50		
					Sable limoneux, graveleux, vert-olive			
14.20								
15.00								10.0
					Gravier sableux, avec pierres, quelques blocs, gris / très compact	SPT = 44/48/refus _{9cm} N >50	Fluvioglaciare de progression	
18.00								15.0
					c_{up} = résistance à la compression non drainée mesurée au pénétromètre de poche			
								20.0

2517053.4B
Marly-Matran, Nouvelle liaison routière
Axe 1250 / Ensemble du tracé
Etude géologique et géotechnique

F2/17



Objet : Marly-Matran, Nouveau tracé Forage F03/17 Echelle 1:100	Mandat No. : 2517053.4B	Plan No. : 2517053.4_F03/17	GEOTEST GEOLOGIE / INGENIERIE / GÉOPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT GEOTEST SA T + 41 (0)26 407 74 20 RUE JEAN PROUVÉ 14 F + 41 (0)26 407 74 21 CASE POSTALE 49 fribourg@geotest.ch CH-1762 GIVISIEZ www.geotest.ch
	Exécuter Date : 16.-17.11.2017	Relevé par : M. Kuhn	
	Entreprise : PolyForages SA	Dessiné par : U. Pfyffer	
	Maître foreur : Sylvere Packa	Contrôlé par : -	
	Méthode de forage : Roto-percussion	Format : A3	
Coordonnées : 2°57'6"325 / 1°18'0"064	Élévation du terrain : ca. 608.81 m s.M. Pm : ca. 609.31 m s.M.		

Diamètres ø - mm	Prof.	Profil	N.eau	Echantillon	Matériaux	Essais in situ et interprétation géologique	Equipement		
							Piézo ø 2"		
0.10	0.30				Limon, avec MO, avec racines, brun Limon sableux, avec peu de MO, avec qqs racines, brun	TV / Ah TV / B	+0.5		
	2.00				Sable limoneux à limon sableux, très peu graveleux (graviers sub-onguleux), brun clair	$c_{up}: 150-200 \text{ kN/m}^2$		0.3	Compactionite
	4.40				Sable fin à moyen, limoneux avec rares graviers, beige / lég. humide / lâche	$c_{up}: 250 \text{ kN/m}^2$ SPT = 4/3/3 N = 6		1.8	
	7.00				Sable fin limoneux, peu argileux, humide à très humide, beige aspect varvé Passage saturé de 5,3m à 5,45 m Par endroits présence de sable moyen Compacité lâche, respectivement consistance ferme à très ferme	$c_{up}: 50 \text{ kN/m}^2$ $c_{up}: 100 \text{ kN/m}^2$ SPT = 1/2/2 N = 4		5.0	Gravier filtrant 4/8
	7.50				Sable limoneux avec quelques graviers et rares pierres, beige / lég. humide	$c_{up}: 100 - 150 \text{ kN/m}^2$		7.5	
	8.30				Sable fin limoneux, peu argileux, beige / lég. humide	$c_{up}: 250 \text{ kN/m}^2$		8.5	
	9.90				Sable fin peu limoneux, beige / humide / très lâche En vrac. Saturé de 9 m à 9,9 m Passage plus limoneux (en carotte) de 9,45 à 9,65 m	SPT = 1/1/2 N = 3 $c_{up}: 200 \text{ kN/m}^2$			
	15.00				Sable fin limoneux très peu argileux, beige / humide / moyennement compact Présence de peu de matière organique et consistance très molle entre 10,4 et 10,8 m	$c_{up}: 200 \text{ kN/m}^2$ $c_{up}: 350 \text{ kN/m}^2$ $c_{up}: >450 \text{ kN/m}^2$ SPT = 6/8/4 N = 12 $c_{up}: 400 \text{ kN/m}^2$ $c_{up}: 350 \text{ kN/m}^2$ $c_{up}: >450 \text{ kN/m}^2$ $c_{up}: 450 \text{ kN/m}^2$			
	17.20				Sable fin, limoneux, très peu argileux, beige	$c_{up}: 400-450 \text{ kN/m}^2$			
	17.60				Sable fin, limoneux, argileux, gris-beige	$c_{up}: 250-300 \text{ kN/m}^2$			
	19.00				Sable fin très limoneux à limon sableux fin, très peu argileux, gris	$c_{up}: 400-450 \text{ kN/m}^2$			
	20.00				Sable fin à moyen, très peu limoneux, beige-gris / saturé				
	22.40				Sable moyen, très peu limoneux, gris				
	23.00				Sable fin, peu limoneux, gris	$c_{up}: 350 \text{ kN/m}^2$			
	25.00				Sable fin à moyen, peu limoneux, gris / saturé dès 24 m				
	26.50				Sable fin à moyen, peu limoneux, peu argileux, gris				
	27.70				Sable fin à moyen, peu limoneux, gris / saturé				
	29.00				Sable fin, limoneux, très peu argileux à peu argileux, gris				
	30.00				Sable fin, limoneux, très peu graveleux, gris	$c_{up}: 350-450 \text{ kN/m}^2$			
					c_{up} = résistance à la compression non drainée mesurée au pénétromètre de poche				

F3/17

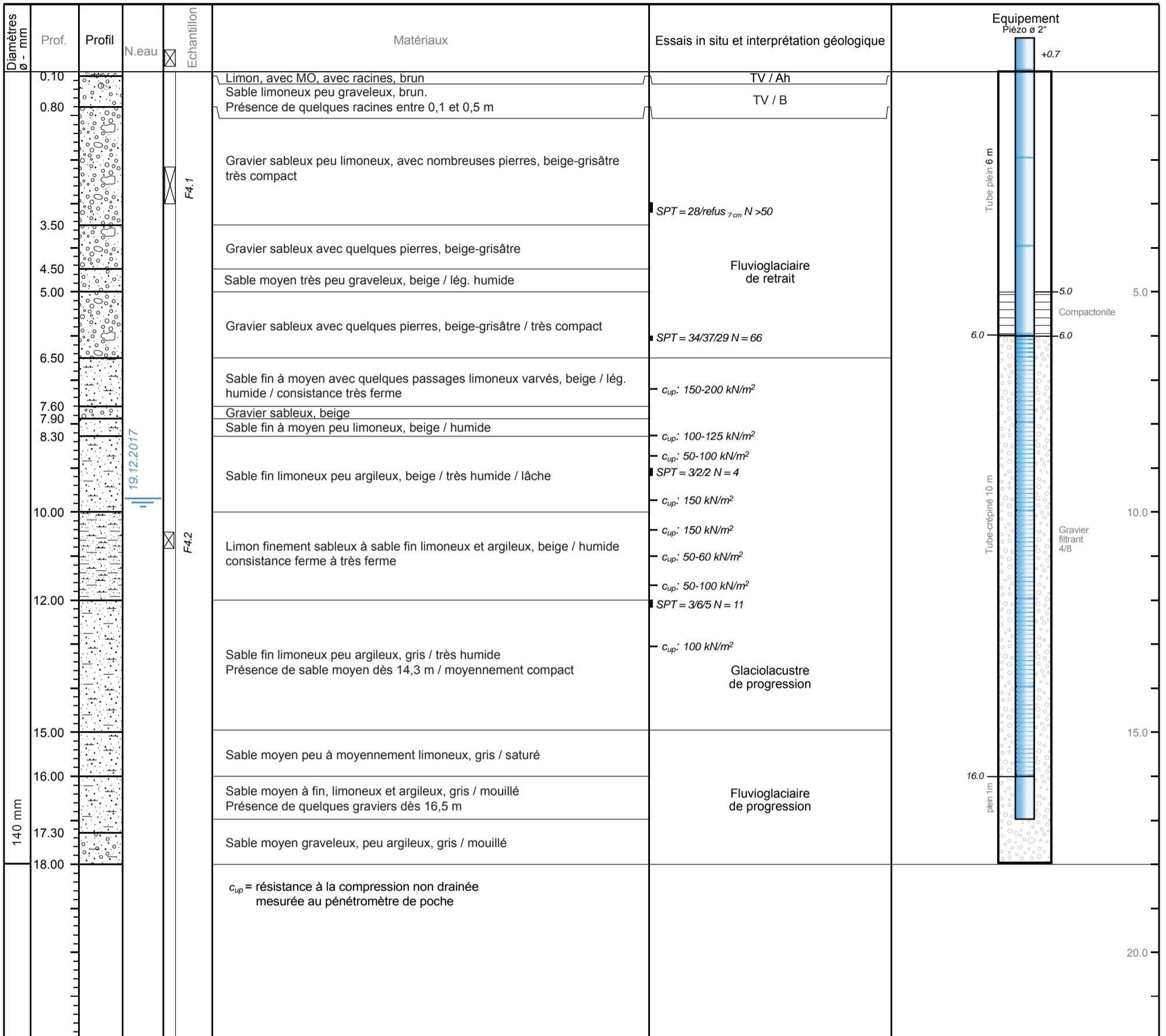


2517053.4B
Marly-Matran, Nouvelle liaison routière
Axe 1250 / Ensemble du tracé
Etude géologique et géotechnique

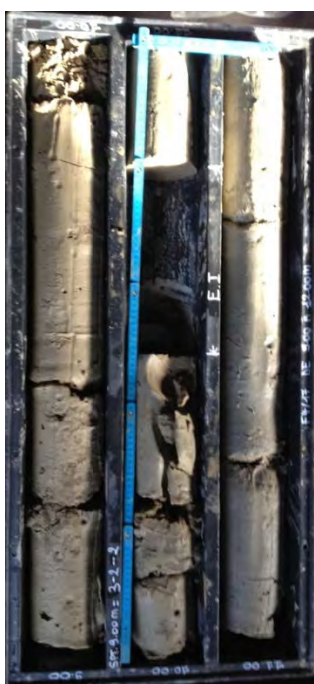
F3/17 suite



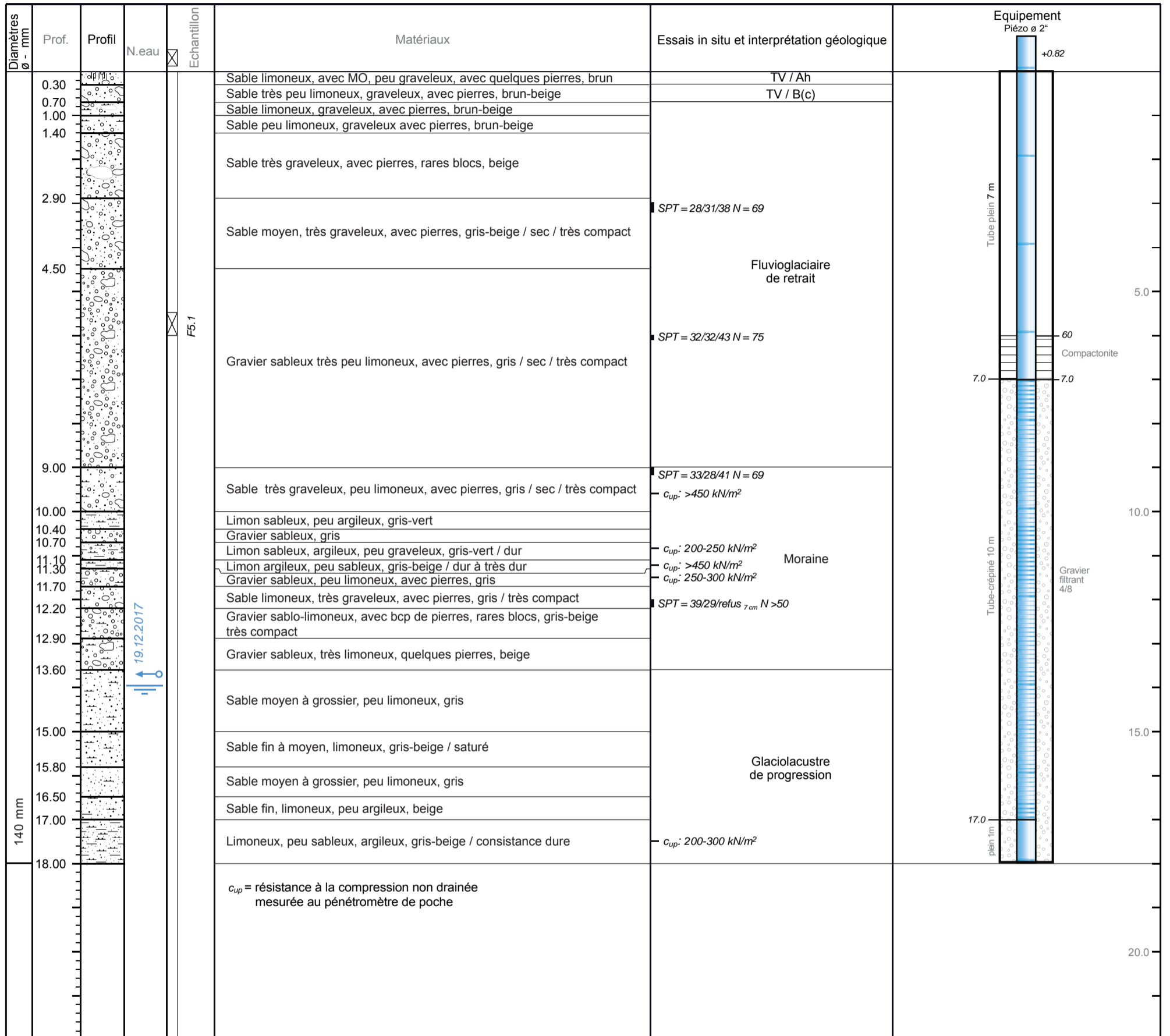
Forage F04/17 Echelle 1:100	Mandat No. : 2517053.4B	Plan No. : 2517053.4_F04/17	GEOTEST GEOLOGIE / INGENIERIE / GÉOPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT GEOTEST SA T + 41 (0)26 407 74 20 RUE JEAN PROUVÉ 14 F + 41 (0)26 407 74 21 CASE POSTALE 49 fribourg@geotest.ch CH-1762 GIVISIEZ www.geotest.ch
	Exécuter Date : 22.-23.11.2017	Relevé par : M. Kuhn	
	Entreprise : PolyForages SA	Dessiné par : U. Pfyffer	
	Maître foreur : Sylvere Packa	Contrôlé par : -	
	Méthode de forage : Roto-percussion	Format : A3	
	Coordonnées : 2'576'571 / 1'180'129	Elévation du terrain : ca. 626.34 m s.M. Pm : ca. 627.04 m s.M.	



F4/17



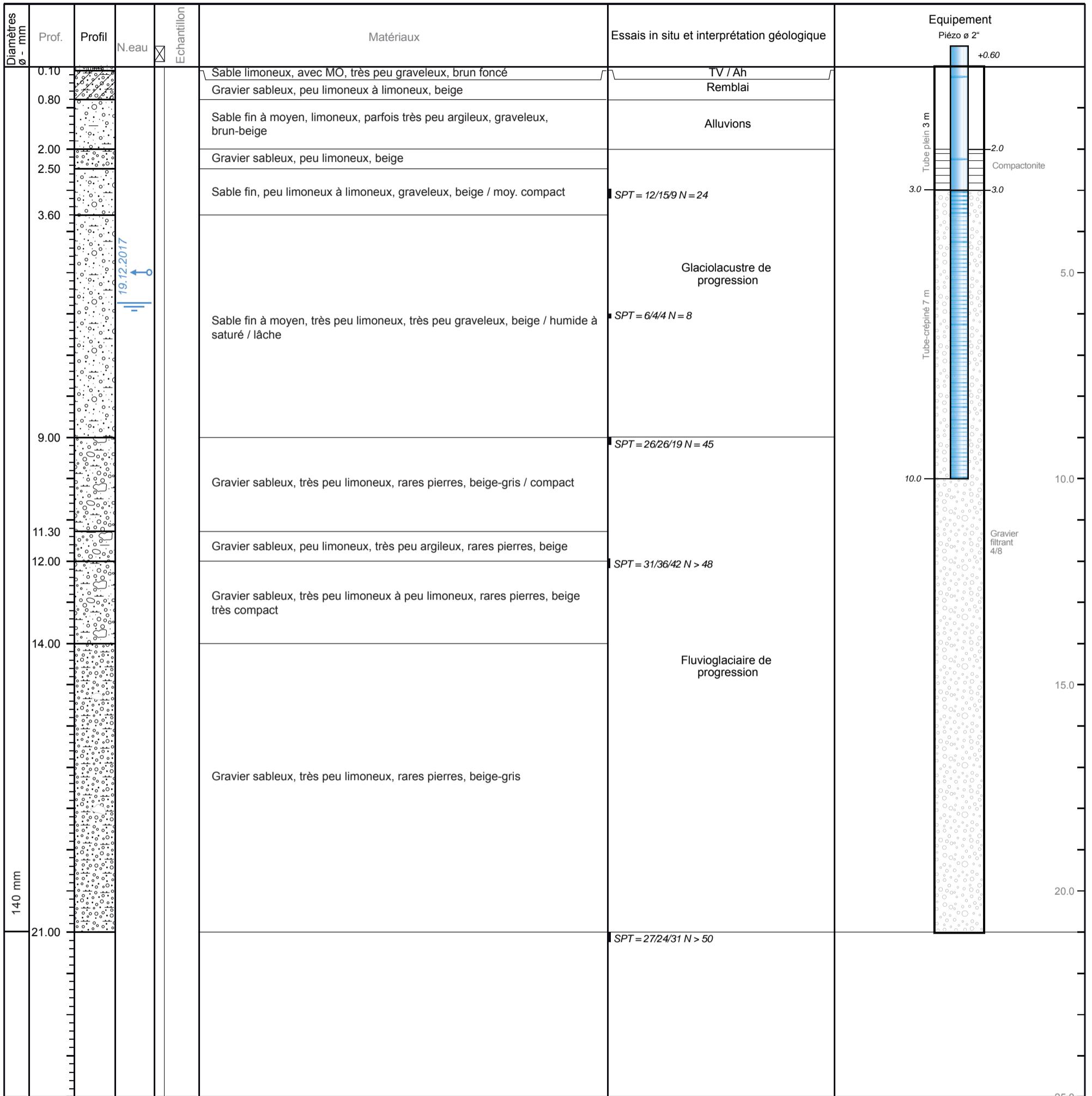
Objet : Marly-Matran, Nouveau tracé <h1>Forage F05/17</h1> Echelle 1:100	Mandat No. : 2517053.4B	Plan No. : 2517053.4_F05/17	<h1>GEOTEST</h1> GÉOLOGIE / INGÉNIERIE / GÉOPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT GEOTEST SA RUE JEAN PROUVÉ 14 CASE POSTALE 49 CH-1762 GIVISIEZ T +41 (0)26 407 74 20 F +41 (0)26 407 74 21 fribourg@geotest.ch www.geotest.ch
	Exécuter Date : 20.-22.11.2017	Relevé par : M. Kuhn	
	Entreprise : PolyForages SA	Dessiné par : U. Pfyffer	
	Maître foreur : Sylvere Packa	Contrôlé par : -	
	Méthode de forage : Roto-percussion	Format : A3	
	Coordonnées : 2'576'773 / 1'180'150	Elévation du terrain : ca. 625.20 m s.M. Pm : ca. 626.02 m s.M.	



F5/17



Objet : Marly-Matran, Nouveau tracé Forage F06/17 Echelle 1:100	Mandat No. : 2517053.4B	Plan No. : 2517053.4_F06/17	 GEOTEST GEOLOGIE / INGENIERIE / GEOPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT GEOTEST SA RUE JEAN PROUVÉ 14 CASE POSTALE 49 CH-1762 GIVISIEZ T + 41 (0)26 407 74 20 F + 41 (0)26 407 74 21 fribourg@geotest.ch www.geotest.ch
	Exécuter Date : 27.-28.11.2017	Relevé par : M. Kuhn	
	Entreprise : PolyForages SA	Dessiné par : U. Pfyffer	
	Maître foreur : Sylvere Packa	Contrôlé par : -	
	Méthode de forage : Roto-percussion	Format : A3	
Coordonnées : 2°57'6"900 / 1°18'0"148	Elévation du terrain : ca. 597.04 m s.M. Pm : ca. 597.64 m s.M.		



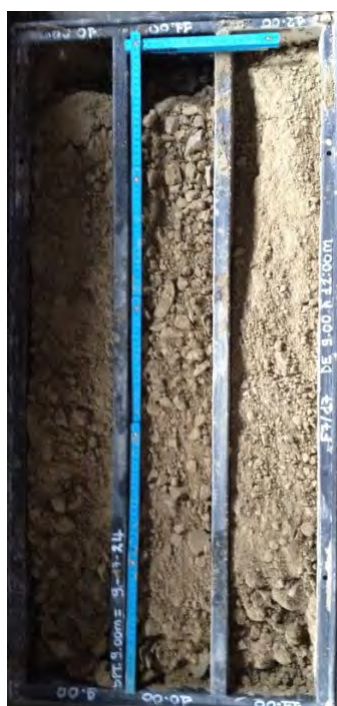
F6/17



Forage F07/17 Echelle 1:100	Mandat No. : 2517053.4B	Plan No. : 2517053.4_F07/17	GEOTEST GEOLOGIE / INGENIERIE / GEOPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT GEOTEST SA T + 41 (0)26 407 74 20 RUE JEAN PROUVÉ 14 F + 41 (0)26 407 74 21 CASE POSTALE 49 fribourg@geotest.ch CH-1762 GIVISIEZ www.geotest.ch
	Exécuter Date : 28.-29.11.2017	Relevé par : M. Kuhn	
	Entreprise : PolyForages SA	Dessiné par : U. Pfyffer	
	Maître foreur : Sylvere Packa	Contrôlé par : -	
	Méthode de forage : Roto-percussion	Format : A3	
	Coordonnées : 2°57'6"988 / 1°18'0"159	Élévation du terrain : ca. 612.34 m s.M.	

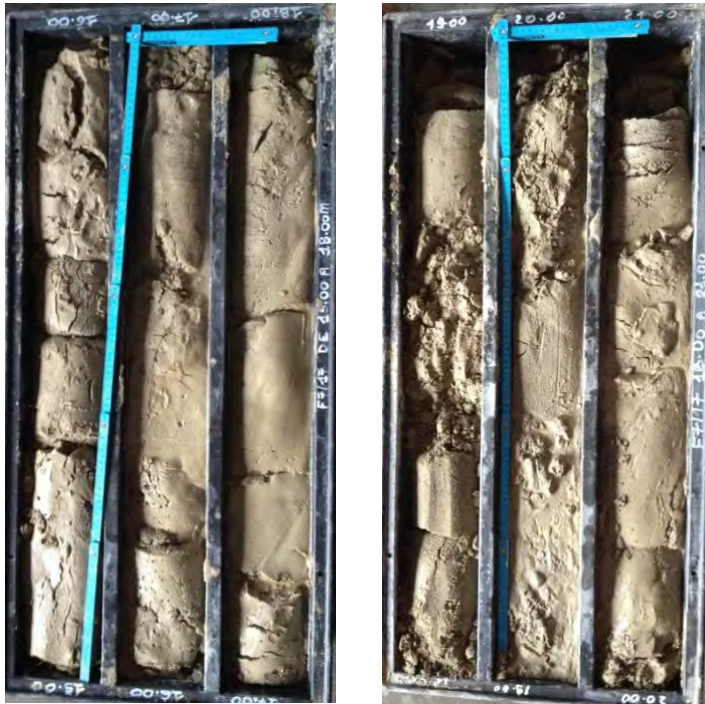
Diamètres Ø - mm	Prof.	Profil	N.eau	Echantillon	Matériaux	Essais in situ et interprétation géologique	Equipement
0.15	0.40				Sable peu limoneux, peu graveleux, avec MO, avec racines, brun	TV / Ah	
0.40	Sable limoneux, graveleux, avec racines, brun				TV / B		
1.20	1.40				Gravier sableux, très peu limoneux, rares pierres, brun-beige	Fluvioglacière de retrait	
1.40	Bloc calcaire, gris						
1.90	1.90				Sable limoneux, très graveleux, avec racines d'arbres, rares pierres, beige		
2.90	2.90				Sable limoneux, très graveleux, avec quelques pierres, brun-beige		
3.60	3.60				Sable limoneux, très graveleux, très peu argileux, quelques pierres, brun-beige / moyennement compact	SPT = 6/6/4 N = 10	Moraine altéré
4.00	Sable limoneux, graveleux, brun-beige						
4.60	4.60				Sable peu limoneux, graveleux, rares pierres, beige		
5.00	5.00				Sable limoneux, très graveleux, quelques pierres, beige		5.0
6.50	6.50				Sable moyen, très peu limoneux, très peu graveleux, beige / très compact	SPT = 27/36/48 N = 84	
7.00	Sable fin à moyen, peu limoneux, beige						
7.90	7.90				Sable moyen, très peu limoneux, beige		
8.70	8.70				Sable fin, peu limoneux, beige	SPT = 9/17/24 N = 41	
9.20	Sable fin, limoneux, très peu argileux, beige / compact						
10.00	10.00				Sable moyen, très peu limoneux, beige / compact		10.0
11.00	11.00				Sable fin, peu limoneux, beige		
12.00	12.00				Sable fin, très peu limoneux, beige		
13.00	13.00				Sable fin à moyen, très peu limoneux, beige / très compact	SPT = 27/32/26 N = 58	Glaciolacustre de progression
13.30	Sable fin, limoneux, peu argileux, beige						
15.00	15.00				Sable fin à moyen, limoneux, beige / très humide à saturé dès 14 m		15.0
17.20	17.20				Sable fin, limoneux, beige		
18.00	18.00				Sable moyen, très peu limoneux, gris-beige		
18.40	Sable fin, limoneux, beige						
18.70	18.70				Sable moyen, peu limoneux, gris-beige / très humide à saturé		
19.60	19.60				Sable fin, limoneux, beige		
20.00	20.00				Sable fin, très limoneux, peu argileux, beige		20.0
20.70	20.70				Sable moyen, peu limoneux, beige		
21.00	21.00						

F7/17



2517053.4B
Marly-Matran, Nouvelle liaison routière
Axe 1250 / Ensemble du tracé
Etude géologique et géotechnique

F7/17 suite



Objet : Marty-Matran, Nouveau tracé <h2 style="text-align: center;">Forage F08/17</h2> Echelle 1:100	Mandat No. : 2517053.4B	Plan No. : 2517053.4_F08/17	<h1 style="color: red; text-align: center;">GEOTEST</h1> <p style="color: red; text-align: center;">GEOLOGIE / INGENIERIE / GEPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT</p> <p style="color: red; text-align: center;">GEOTEST SA RUE JEAN PROUVÉ 14 CASE POSTALE 49 CH-1762 GIVISIEZ</p> <p style="color: red; text-align: center;">T +41 (0)26 407 74 20 F +41 (0)26 407 74 21 frbourg@geotest.ch www.geotest.ch</p>
	Exécuter Date : 04.-05.12.2017	Relevé par : M. Kuhn	
	Entreprise : PolyForages SA	Dessiné par : U. Pfyffer	
	Maître foreur : Sylvere Packa	Controlé par : -	
	Méthode de forage : Roto-percussion	Format : A3	
	Coordonnées : 2'578'212 / 1'180'141	Elévation du terrain : ca. 606.51 m s.M. Pm : ca. 607.44 m s.M.	

Diamètres ø - mm	Prof.	Profil	N.eau	Echantillon	Matériaux	Essais in situ et interprétation géologique	Equipement	
							Tube plein 1 m	Piézo ø 2"
140 mm	0.10		19.12.2017	<input checked="" type="checkbox"/>	Limon sableux, riche en MO, avec racines, brun foncé	TV / Ah	+0.93	0.5
	0.40				Sable limoneux, très peu argileux, peu graveleux, avec racines, riche en MO, brun	TV / Bh		
	0.80				Limon sablo-argileux, peu graveleux, rares pierres très altérées, riche en MO, brun	$c_{up} < 50 \text{ kN/m}^2$		1.0
	3.00				Limon argileux à très argileux, peu sableux, très peu graveleux, très riche en MO (proche de la tourbe), brun foncé / très humide consistance molle à ferme	$c_{up} < 50 \text{ kN/m}^2$ SPT = 1/2/4 N = 6		
	3.50				Argile limoneuse, très peu sableuse, riche en MO, gris-brun /très humide/molle	$c_{up} < 50 \text{ kN/m}^2$		
	3.70				Sable moyen, très peu limoneux, avec morceaux de grès, gris	Molasse altérée		
	6.00				Grès fin, parfois moyen, gris très fracturé entre 3,7 et 4,2m. Fractures horizontales à 4,3m, 4,5 m, 4,8 m, 5,15m, 5,6 m et 5,8m.	Molasse		
					c_{up} = résistance à la compression non drainée mesurée au pénétromètre de poche			
								Gravier filtrant 4/8
								5.0
								10.0

2517053.4B
Marty-Matran, Nouvelle liaison routière
Axe 1250 / Ensemble du tracé
Etude géologique et géotechnique

F8/17

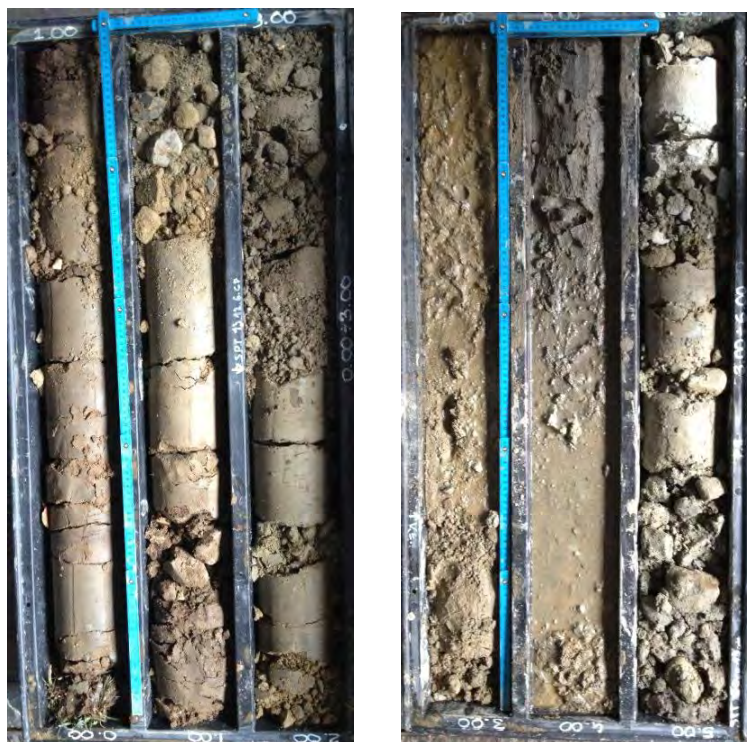


Objet : Marly-Matran, Nouveau tracé <h2>Forage F09/17</h2> Echelle 1:100	Mandat No. : 2517053.4B	Plan No. : 2517053.4_F09/17	<h1>GEOTEST</h1> GEOLOGIE / INGENIERIE / GEOPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT GEOTEST SA RUE JEAN PROUVÉ 14 CASE POSTALE 49 CH-1762 GIVISIEZ T +41 (0)26 407 74 20 F +41 (0)26 407 74 21 fribourg@geotest.ch www.geotest.ch
	Exécuter Date : 01.-04.12.2017	Relevé par : M. Kuhn	
	Entreprise : PolyForages SA	Dessiné par : U. Pfyffer	
	Maître foreur : Sylvere Packa	Contrôlé par : -	
	Méthode de forage : Roto-percussion	Format : A3	
	Coordonnées : 2°57'8"543 / 1°18'0"044	Élévation du terrain : ca. 613.76 m s.M.	

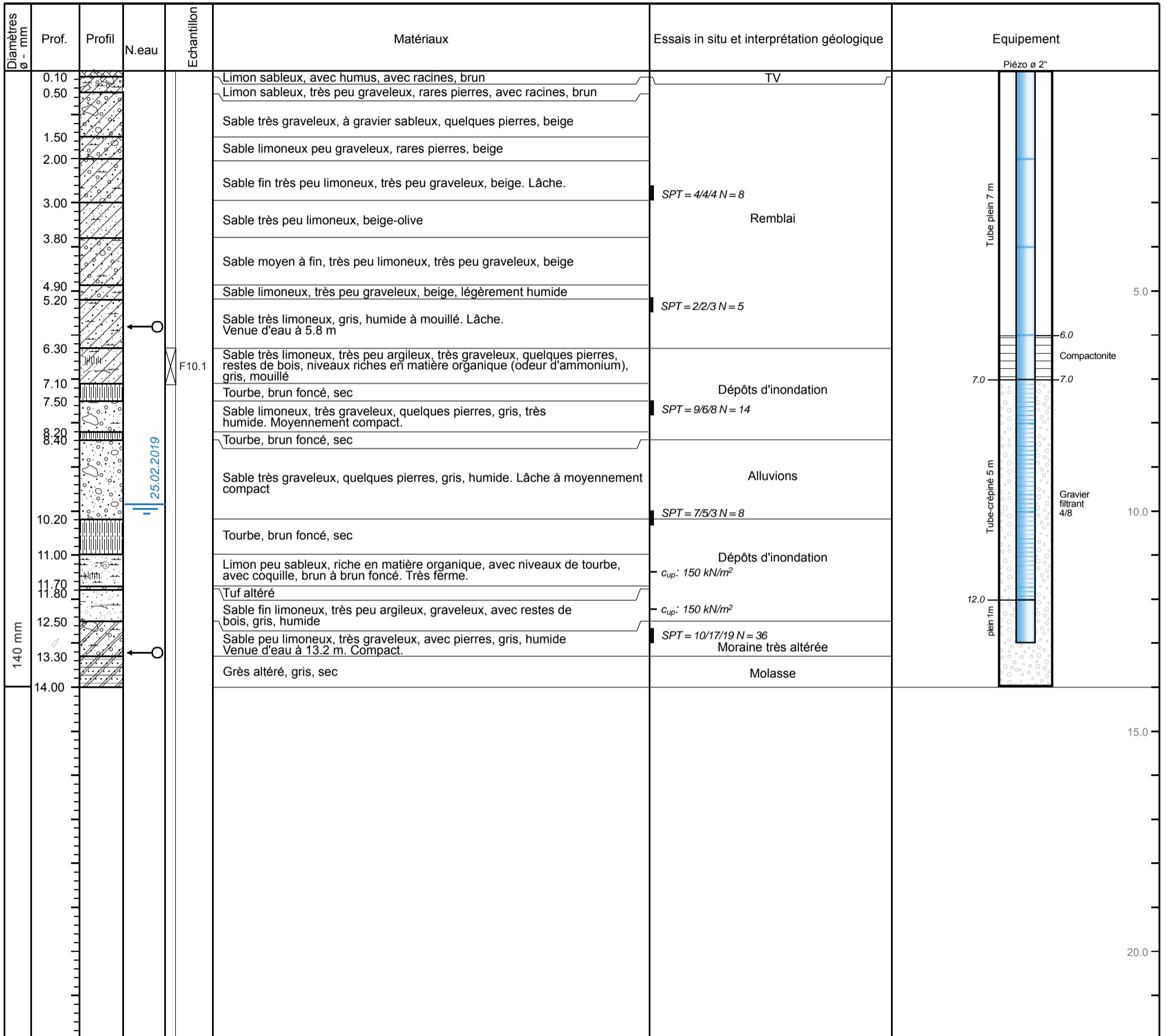
Diamètres Ø - mm	Prof.	Profil	N.eau	Echantillon	Matériaux	Essais in situ et interprétation géologique	Equipement	
140 mm	0.30				Limon sableux, avec MO, brun foncé	TV / Ah		
	0.90				Sable limoneux, très peu graveleux, beige-brun, avec racines	TV / Bh		
					Sable limoneux, très peu graveleux, rares pierres, beige	Dépôts d'inondation		
	1.30				Sable limoneux, très peu graveleux, peu argileux, rares pierres, brun			
					1.50			Sable limoneux, peu argileux, graveleux, quelques pierres, beige
	2.50				Sable limoneux, graveleux, quelques pierres, beige			SPT = 13/12/6 N = 18
	3.10				Gravier sableux, limoneux, quelques pierres, beige / moy. compact	Alluvions		
	4.00				Sable moyen, peu limoneux, très graveleux, quelques pierres, beige			
	4.50				Sable moyen, limoneux, graveleux, rares pierres, gris-beige			
	5.00				Sable fin à moyen, limoneux, très peu argileux, rares pierres, gris	SPT = Refus 15 cm		Moraine
6.00	Sable limoneux, très graveleux, avec pierres, gris-beige / très compact							
7.00	Gravier sableux, limoneux, avec pierres, gris-beige	Fluvio-glaciaire de progression						
							5.0	
							10.0	

2517053.4B
Marty-Matran, Nouvelle liaison routière
Axe 1250 / Ensemble du tracé
Etude géologique et géotechnique

F9/17



Objet : Marly-Matran, Nouveau tracé <h2>Forage F10/19</h2> Echelle 1:100	Mandat No. : 2517053.4b	Plan No. : 2517053.4b_F10/19	<h1>GEOTEST</h1> GÉOLOGIE / INGÉNIERIE / GÉOPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT GEOTEST SA RUE JEAN PROUVÉ 14 CASE POSTALE 49 CH-1762 GIVISIEZ T + 41 (0)26 407 74 20 F + 41 (0)26 407 74 21 fribourg@geotest.ch www.geotest.ch
	Exécuter Date : 14.-15.02.2019	Relevé par : M. Kuhn	
	Entreprise : Entreprise : Fortini SA	Dessiné par : U. Pfyffer	
	Maître foreur : Antonio	Contrôlé par : M. Kuhn	
	Méthode de forage : Roto-percussion	Format : A3	
	Coordonnées : 2'578'549/1'180'018	Élévation du terrain : ca. 624.21 m s.M.	



Annexe 3.10

Photos F10/19

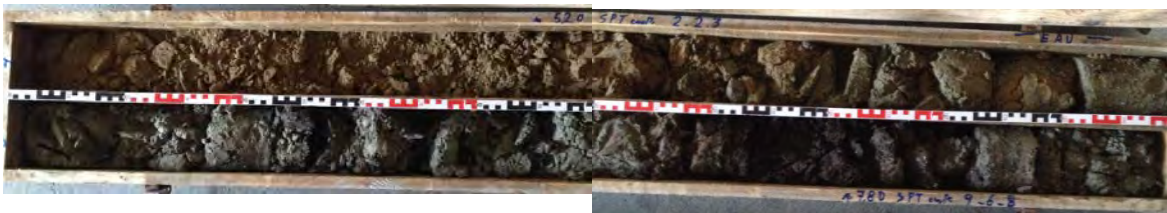
Profondeur 0 – 2 m:



Profondeur 2 – 4 m:



Profondeur 4 – 8 m:



Profondeur 8 – 12 m :



Profondeur 12 - 14 m :



Objet : Marly-Matran, Nouveau tracé <h2>Forage F11/19</h2> Echelle 1:100	Mandat No. : 2517053.4b	Plan No. : 2517053.4b_F10/19	<h1>GEOTEST</h1> GÉOLOGIE / INGÉNIERIE / GÉOPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT GEOTEST SA RUE JEAN PROUVÉ 14 CASE POSTALE 49 CH-1762 GIVISIEZ T + 41 (0)26 407 74 20 F + 41 (0)26 407 74 21 fribourg@geotest.ch www.geotest.ch
	Exécuter Date : 18.-20.02.2019	Relevé par : M. Kuhn	
	Entreprise : Entreprise : Fortini SA	Dessiné par : U. Pfyffer	
	Maître foreur : Antonio	Contrôlé par : M. Kuhn	
	Méthode de forage : Roto-percussion	Format : A3	
	Coordonnées : 2'578'574/1'180'012	Élévation du terrain : ca. 622.04 m s.M.	

Diamètres Ø - mm	Prof.	Profil	N.eau	Echantillon	Matériaux	Essais in situ et interprétation géologique	Equipement
	0.10				Gravier sableux, avec humus, avec quelques racines, brun	TV	
	0.90				Gravier sableux avec quelques pierres, beige-brun	Remblai	
					Sable, parfois peu limoneux, rares morceaux de bois, vert olive. Compact	Remblai de molasse SPT = 13/23/24 N = 47	
	4.10				Sable limoneux, peu graveleux, quelques pierres, avec matière organique (légère odeur d'ammonium), gris-brun		
	4.50				Sable graveleux, rares pierres, beige		
	5.20				Sable fin, peu graveleux, rares pierres, beige. Compact	SPT = 11/21/23 N = 45 Remblai	
	5.60				Sable graveleux à gravier sableux, avec pierres, rares blocs, beige. Compact		
	7.30				Sable peu limoneux, graveleux, quelques pierres, gris, légèrement humide	SPT = 4/7/13 N = 20 Dépôts d'inondation	
	7.70				Limon peu sableux, graveleux, très riche en matière organique, qq. pierres, parfois tourbeux, gris-brun, légèrement humide. Moy. compact		
	8.00				Sable graveleux, peu limoneux, avec pierres, gris-beige, humide Venue d'eau à 8 m.	Alluvions	
	9.30				Tourbe, brun, humide		
	9.50				Sable fin, peu graveleux, peu limoneux, quelques pierres, gris, humide	Dépôts d'inondation	
	10.00				Tourbe, brun		
	10.70				Sable fin, limoneux, peu argileux, très peu graveleux, niveaux plus riches en matière organique, gris. Moyennement compact	SPT = 3/6/12 N = 18	
	11.20				Sable graveleux, peu limoneux, avec pierres, gris, peu humide	Moraine altérée $c_{up} = 100-150 \text{ kN/m}^2$	
	12.40				Sable graveleux, peu limoneux, avec pierres, gris	Moraine	
	13.80				Grès altéré, gris	Molasse altérée	
	14.50						

Photos F11/19

Profondeur 0 – 2 m:



Profondeur 2 – 4 m:



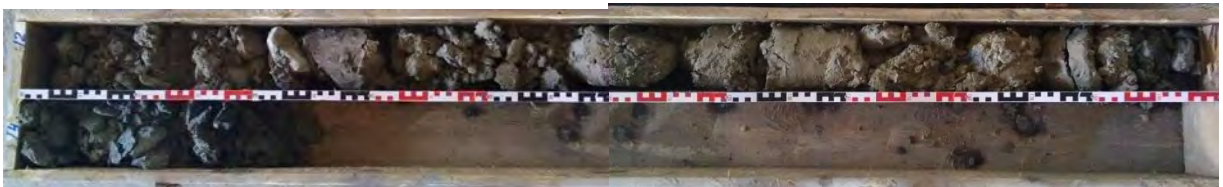
Profondeur 4 – 8 m:



Profondeur 8 – 12 m :

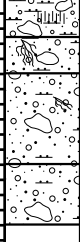


Profondeur 12 – 14.5 m :



Date :	17.11.2017	Mandat No.2517053.4B
Objet :	Marly-Matran, Nouveau tronçon	
Entreprise :	Implenia Constructions SA	
Machine :	Pelle 8 to à chenille	
Coordonnées :	2°57'5388.50 / 1°18'0'470.48	

**Sondage à la pelle mécanique
1 : 50**

Pm. N.eau	Prof.	Profil	éch.	Matériaux	Remarques, essais
Tr 01/17 Altitude.: 631.82 m s. m.					
0.25				Limon sableux, très peu graveleux, rares pierres, avec MO, brun	TV / Ah
0.50				Sable limoneux, avec racines, activité biologique (vers), peu graveleux, rares pierres, brun - beige	TV / B
1.10				Sable limoneux, rares racines, graveleux, quelques pierres, beige	Fluvioglacière et glaciolacustre de retrait
1.50				Sable peu limoneux à limoneux, graveleux, quelques pierres, beige	
					- Fouille stable



Date :	17.11.2017	Mandat No.2517053.4B
Objet :	Marly-Matran, Nouveau tronçon	
Entreprise :	Implenia Constructions SA	
Machine :	Pelle 8 to à chenille	
Coordonnées :	2°57'589.57 / 1°18'0'234.98	

Sondage à la pelle mécanique
1 : 50

Pm. N.eau	Prof.	Profil	éch.	Matériaux	Remarques, essais
Tr 02/17 Altitude.: 621.04 m s. m.					

	0.25	Sable limoneux à limon sableux, très peu graveleux, avec MO, brun	TV / Ah
	0.60	Sable limoneux graveleux, rares pierres, avec quelques racines, brun-beige	TV / Bw
	1.00	Gravier grossier, sableux, très peu limoneux, bcp de pierres, très rares blocs, gris-beige	Fluvioglacière de retrait
	2.00	Gravier grossier, sableux, bcp de pierres, très rares blocs, gris-beige	
	3.00	Gravier très sableux, bcp de pierres, rares blocs, gris	
- Fouille moyennement stable			



Date :	17.11.2017	Mandat No.2517053.4B
Objet :	Marly-Matran, Nouveau tronçon	
Entreprise :	Implemia Constructions SA	
Machine :	Pelle 8 to à chenille	
Coordonnées :	2°57'56.63" / 1°18'105.66"	

**Sondage à la pelle mécanique
1 : 50**

Pm. N.eau	Prof.	Profil	éch.	Matériaux	Remarques, essais
Tr 03/17 Altitude.: 616.80 m s. m.					

	0.20	Sable limoneux, très peu graveleux, avec MO, brun	TV / Ah
	0.50	Sable peu limoneux à limoneux, avec quelques racines, graveleux, avec pierres et rares morceaux de brique, brun-beige	Remblai Bw
	1.40	Gravier sableux, très peu limoneux, avec bcp de pierres et blocs, beige	Fluvioglacière de retrait
	3.00	Gravier sableux, avec pierres et blocs, gris	
			- Fouille stable



Date :	17.11.2017	Mandat No.2517053.4B
Objet :	Marly-Matran, Nouveau tronçon	
Entreprise :	Implenia Constructions SA	
Machine :	Pelle 8 to à chenille	
Coordonnées :	2°57'064.36 / 1°18'147.92	

**Sondage à la pelle mécanique
1 : 50**

Pm. N.eau	Prof.	Profil	éch.	Matériaux	Remarques, essais
Tr 04/17 Altitude.: 612.72 m s. m.					


	0.20	Sable limoneux, peu graveleux, riche en MO, très rares pierres, brun foncé	TV / Ah
	0.60	Sable limoneux, très peu argileux, activité biologique (vers), quelques racines, peu graveleux, rares pierres, brun - beige	TV / B
	1.10	Sable peu limoneux, peu graveleux, très rares pierres, beige	Moraine altérée
	2.10	Sable moyen à grossier, peu graveleux, rares pierres, gris	Fluvioglacière de progression
		Gravier sableux, avec pierres, rares blocs, gris	
	3.00		- Fouille stable



Date :	17.11.2017	Mandat No.2517053.4B
Objet :	Marly-Matran, Nouveau tronçon	
Entreprise :	Implenia Constructions SA	
Machine :	Pelle 8 to à chenille	
Coordonnées :	2°57'332.56 / 1°18'143.92	

Sondage à la pelle mécanique
1 : 50

Pm. N.eau	Prof.	Profil	éch.	Matériaux	Remarques, essais
Tr 05/17 Altitude.: 604.76 m s. m.					

0.20 0.60 1.00 2.00		Sable limoneux, peu graveleux, rares pierres, avec MO, brun	TV / Ah
		Sable limoneux à limon sableux, peu graveleux, rares pierres, avec racines, activité biologiques (vers), brun-beige	TV / B
		Limon sableux, graveleux, quelques pierres, brun-beige Consistance dure à très dure	- c_{up} : 350->450 kN/m ²
		Limon sableux, très peu argileux, graveleux, quelques pierres, brun-beige / consistance dure	Glaciolacustre de progression - c_{up} : 250-300 kN/m ²
		- Fouille stable - Traces de charbon	



Date :	20.11.2017	Mandat No.2517053.4B
Objet :	Marly-Matran, Nouveau tronçon	
Entreprise :	Implenia Constructions SA	
Machine :	Pelle 8 to à chenille	
Coordonnées :	2°57'541.12 / 1°18'182.79	

Sondage à la pelle mécanique
1 : 50

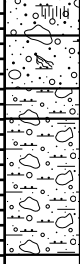
Pm. N.eau	Prof.	Profil	éch.	Matériaux	Remarques, essais
Tr 06/17 Altitude.: 603.17 m s. m.					

	0.35	Limon sableux, très peu graveleux, avec MO, brun	TV / Ah
	0.70	Sable limoneux à limon sableux, peu argileux, très graveleux, avec restes organiques (bois), avec pierres, gris-beige / humide / consistance dure	$c_{up}: 200-250 \text{ kN/m}^2$ C(B)
	1.00	Sable limoneux, peu argileux, avec restes organiques (bois), bcp de pierres, gris / humide	$c_{up}: 150-250 \text{ kN/m}^2$ Alluvions
	1.60	Gravier sableux, très peu limoneux, bcp de pierres, gris saturé	- Fouille peu stable



Date :	20.11.2017	Mandat No.2517053.4B
Objet :	Marly-Matran, Nouveau tronçon	
Entreprise :	Implenia Constructions SA	
Machine :	Pelle 8 to à chenille	
Coordonnées :	2°57'739.09 / 1°18'187.30	

**Sondage à la pelle mécanique
1 : 50**

Pm. N.eau	Prof.	Profil	éch.	Matériaux	Remarques, essais
Tr 07/17 Altitude.: 606.28 m s. m.					
0.25				Sable limoneux à limon sableux, avec MO, très peu graveleux, rares pierres, brun	TV / Ah
0.60				Sable limoneux à limon sableux, peu graveleux, rares pierres, avec racines, brun-beige	TV / B(p)
0.80				Limon sableux, peu argileux, graveleux, avec quelques pierres, beige / consistance dure	$c_{up}: 250-350 \text{ kN/m}^2$
1.70				Limon sableux, peu argileux (parfois plus argileux), graveleux, avec nombreuses pierres, avec blocs, brun-beige Consistance dure	Alluvions $c_{up}: 200-300 \text{ kN/m}^2$
					- Fouille stable



Date :	20.11.2017	Mandat No.2517053.4B
Objet :	Marty-Matran, Nouveau tronçon	
Entreprise :	Implenia Constructions SA	
Machine :	Pelle 8 to à chenille	
Coordonnées :	2°57'7.969.52 / 1°18'0.189.32	

Sondage à la pelle mécanique
1 : 50

Pm. N.eau	Prof.	Profil	éch.	Matériaux	Remarques, essais
Tr 08/17 Altitude.: 601.64 m s. m.					

	0.20		Limon sableux, peu graveleux, avec MO, brun	TV / Ah	
	0.40		Limon sableux, peu argileux, très peu graveleux, avec racines, traces d'oxydo-réduction, beige-gris-rouille	$c_{up}: 200-250 \text{ kN/m}^2$ TV / Bgg	
	0.60		Sable limono-argileux, très peu graveleux, nombreuses traces d'oxydo-réduction, beige-gris-rouille	$c_{up}: 250-300 \text{ kN/m}^2$	
	1.10		Sable argilo-limoneux, nombreuses traces d'oxydo-réduction, gris-rouille / consistance ferme	$c_{up}: 100 \text{ kN/m}^2$ Dépôts d'inondation	
	1.30		Argile sableuse, très peu graveleuse, rares pierres, gris	$c_{up}: 50-100 \text{ kN/m}^2$	
1.70		Gravier sablo-limoneux, très peu argileux, gris	Alluvions		
				<ul style="list-style-type: none"> - Fouille stable à 1.5 m, puis instable - eau à 1.6 m - très humide 	



Date :	20.11.2017	Mandat No.2517053.4B
Objet :	Marty-Matran, Nouveau tronçon	
Entreprise :	Implenia Constructions SA	
Machine :	Pelle 8 to à chenille	
Coordonnées :	2°57'8.457.41 / 1°18'0.83.78	

Sondage à la pelle mécanique
1 : 50

Pm. N.eau	Prof.	Profil	éch.	Matériaux	Remarques, essais
Tr 09/17 Altitude.: 608.09 m s. m.					

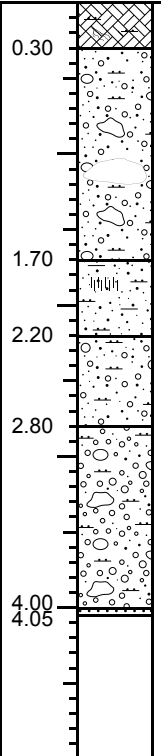
	0.25	Limon sableux, très peu graveleux, avec MO, brun TV / Ah	
	0.40	Limon sableux, très peu graveleux, avec racines, rares traces de charbon, brun-beige / consistance dure $c_{up}: 200-300 \text{ kN/m}^2$ TV / B (w)	
	0.70	Limon sableux, peu argileux, peu graveleux, rares pierres, beige / consistance très ferme $c_{up}: 150-200 \text{ kN/m}^2$ Dépôts d'inondation	
	1.60	Gravier limono-sableux, peu argileux, avec pierres et blocs, beige Alluvions	
			- Fouille stable



Date :	11.10.2018	Mandat No.2517053.4B
Objet :	Martyr-Matran, Nouvelle jonction	
Entreprise :	Cudré-Mauroux Terrassement	
Machine :	Pelle rétro 9t	
Coordonnées :	2°57'8"173 / 1°18'0"148	

Sondage à la pelle mécanique
1 : 50

Pm. N.eau	Prof.	Profil	éch.	Matériaux	Remarques, essais
Tr 10/18 Altitude.: 607.3 m s. m.					

	0.30	Limon terreux, brun, très humide, avec présence de racines et de radicelles	Terre végétale
	1.70	Sable limoneux, peu graveleux avec quelques pierres (majoritairement molasse gréseuse), beige-grisâtre, humide. Présence d'un bloc de molasse gréseuse fracturé à 1.2 m. Avec tâches redox. Dès 1.3 m couleur grise et moins limoneux.	Colluvions <i>c_{up}</i> : 100 - 150 KPa
	2.20	Sable limono-argileux, beige-verdâtre, humide à très humide. Présence de peu de matière organique de 1.7 à 2.0 m. Avec tâches redox.	Dépôts d'inondation <i>c_{up}</i> : 100 KPa
	2.80	Sable moyen à grossier très graveleux et peu limoneux, très humide, beige-jaunâtre.	Alluvions
	4.00	Gravier sableux peu limoneux, avec nombreuses pierres et quelques blocs, très humide à saturé, gris-jaunâtre	
	4.05	Grès moyen gris-verdâtre	Molasse



Date :	11.10.2018	Mandat No.2517053.4B
Objet :	Marty-Matran, Nouvelle jonction	
Entreprise :	Cudré-Mauroux Terrassement	
Machine :	Pelle rétro 9t	
Coordonnées :	2°57'8"243 / 1°18'0"133	

**Sondage à la pelle mécanique
1 : 50**

Pm. N.eau	Prof.	Profil	éch.	Matériaux	Remarques, essais
--------------	-------	--------	------	-----------	-------------------

Tr 11/18 Altitude.: 608.1 m s. m.

	0.20	<p>Limon terreux argileux, brun, très humide, avec présence de racines et de radicelles.</p>	Terre végétale
	0.90	<p>Limon sableux, peu argileux avec quelques graviers et rares pierres, humide, brun-clair. Consistance ferme</p>	<p>c_{up}: 100 - 100 KPa Colluvions</p>
	2.90	<p>Alternance de sable limono-argileux avec graviers gris-verdâtre et de Limon sableux peu argileux avec graviers, brun-clair. Consistance molle. Présence de matière organique. Avec quelques pierres et 1 bloc de grès à env. 1.5 m.</p> <p>Dès env. 2.0 m présence plus abondante de matière organique et de débris de bois.</p> <p>Petite venue d'eau à 2.1 m. Grosse venue d'eau à 2.9 m.</p>	<p>c_{up}: 50 KPa</p> <p>Dépôts d'inondation</p> <p>c_{up}: 25 KPa</p>
	4.10	<p>Graviers et pierres peu à moyennement sablo-limoneux, gris-verdâtre, saturé. Pierres et graviers de forme ronde à sub-arrondie.</p>	Alluvions
	4.15	<p>Toit rocher molassique</p>	Molasse



Date :	11.10.2018	Mandat No.2517053.4B
Objet :	Marty-Matran, Nouvelle jonction	
Entreprise :	Cudré-Mauroux Terrassement	
Machine :	Pelle rétro 9t	
Coordonnées :	2°57'347 / 1°18'110	

**Sondage à la pelle mécanique
1 : 50**

Pm. N.eau	Prof.	Profil	éch.	Matériaux	Remarques, essais
Tr 12/18 Altitude.: 609.5 m s. m.					

0.20 1.00 1.70 3.80		Limon sableux, terreux, brun, lég. humide.	Terre végétale
		Sable limoneux avec plusieurs graviers, sec, beige-foncé. Présence de débris de molasse gréseuse.	c_{up} : 400 - 450 KPa Colluvions
		Sable fin limoneux, peu graveleux, beige-grisâtre, lég. humide. Avec quelques pierres (majoritairement grès).	c_{up} : 150 - 200 KPa
		Gravier et pierres dans une matrice sableuse et peu limoneuse, avec quelques blocs, beige-grisâtre, sec. Dès env. 2.7 m, présence plus abondante de blocs. Gravier et pierres de forme sub-arrondie à sub-anguleuse	Alluvions



2517053.4B
Marty-Matran, Nouvelle liaison routière
Axe 1250 / Ensemble du tracé
Etude géologique et géotechnique

Annexe 5

Profils des forages connus situés à proximité

IX Gr. 1 F 1

cote: 622.85
foré à sec

2 février 1963.

t
o
p
s
o
l
l

brun forcé

0.00 terre végétale

0.25

sable graveleux, limoneux
et argileux, avec pierres

1.10

gravier sableux, limoneux
et argileux, avec pierres

1.70

Retrait

gravier limoneux, un peu
sableux, très peu argileux,
avec beaucoup de pierres

No 2727

Prof. 2.00 - 2.60 (1/3)
2.60 - 3.00 (2/3)
3.00 - 3.30 (3/3)

3.40

gris-vert

Molasse: grès fin, marneux,
très finement micacé, assez
dur. (Carottes désagrégées
par rotation à sec)

4.40

Pas d'eau

9 mars 1963.

0.00	brun foncé	terre végétale		
0.50				
	alluvions fluvioglaciaires	gravier sableux, un peu limoneux, très peu argileux, avec pierres; blocs de 5.25 à 5.60, de 8.75 à 9.00	No 2768 2769 2770 2771	Prof. 0.50- 1.25 (1/1) 2.75- 3.45 (1/1) 4.45- 5.50 (1/4) 6.50- 7.30 (2/4) 8.00- 8.70 (3/4) 9.30-10.40 (4/4) 10.70-10.95 (1/1)
10.95				
	compact facies moraine	gravier très limoneux, et très sableux, argileux, avec rares pierres	2772	10.95-11.30 (1/1)
11.30				
	meuble alluvions	sable graveleux et limoneux, très peu argileux	2773	11.30-11.65 (1/1)
11.65				
	compact facies moraine	gravier très sableux, limoneux et argileux avec pierres	2774	11.65-12.10 (1/1)
12.10				
	meuble alluvions	gravier très sableux, un peu limoneux, très peu argileux, avec rares pierres	2775	12.10-12.45 (1/1)
12.45				
		gravier sableux, très peu limoneux et très peu argileux, avec qqs pierres	2776	12.45-13.10 (1/1)
13.10				
		gravier très sableux, un peu limoneux, très peu argileux	2777	13.10-13.45 (1/1)
13.45				

26 avril 1963.

	brun foncé	0.00	terre végétale	
		0.55		
t o p s o r i	brun cohérent compressible	1.70	limon sableux et argileux, avec peu de gravier et rares pierres	
		2.65	sable graveleux, li- moneux et argileux	
alluvions	meuble		gravier sableux, très peu limoneux, et très peu argileux, avec pierres (galets bien arrondis)	No 2906 Prof. 3.00-3.45 (1/1)
		4.00		
Molasse	gris-vert	6.85	grès moyen marneux, peu micacé, friable. (Carotte complètement désagrégée par la rotation à sec)	

Eau: 25.4.1963 : 3.95m

cote:

foré à sec

5 juin 1963.

0.00	brun	terre végétale		
0.20	brun	sable limoneux et graveleux, un peu argileux		
1.80	cohérent topsoil II			
4.65	meuble alluvions	gravier sableux, un peu limoneux, très peu argileux, avec pierres	No 3072	Prof. 2.00-2.65 (1/1)
			3073	4.00-4.65 (1/1)
6.00	cohérent alluvions à faciès moraine	gravier sableux, un peu limoneux, très peu argileux, avec pierres et blocs	3074	5.00-5.50 (1/1)
8.00	meuble alluvions	sable limoneux, un peu argileux, avec peu de gravillon; lm25 de carottes	3075	6.00-6.60 (1/1)
9.00	gris-vert en fragments Molasse	<u>Molasse</u> : grès moyen, friable, peu et finement micacé,		

Eau: 4.6.63 : 5.95 m

IX.GR.1 / F9

cote: 621.51
rotation à sec

20 mars 1964

	0.00	brun foncé	terre végétale
	0.25	brun meuble altéré bon pour grave+con-cassé	graviers pierreux, un peu sableux, un peu limoneux, très peu argileux
Alluvions fl.-glaciaires	0.55	meuble excellent pour grave	graviers sableux, pierreux, un peu limoneux, très peu argileux, avec 11 bloc
	6.00		

forage interrompu pour cause de danger d'électrocution !

pas d'eau

IX.Gr.1 / F9 bis

cote: 622.16
rotation à sec

20 mars 1964

0.00	brun	terre végétale		
0.30	brun cohérent humus	graviers sableux, limoneux et argileux, avec rares pierres		
0.95	brun collant zone d'altération	graviers très sableux, pierreux, un peu limoneux, très peu argileux	No 1774	Prof. 1.10-1.50
1.50	meuble excellent pr. Grav. év. pr. concassé all. fl.-gl.	graviers très pierreux, sableux, très peu limoneux et très peu argileux	1775	3.00-3.50
5.60	beige cohérent moraine	sables très graveleux, limoneux et argileux, avec qqs pierres	1787	5.70-6.15
6.15	Gris-Vert meuble + fragm. de Grès; altérés	Molasse altérée: sables fins limoneux, un peu argileux		
7.40	Gris-Vert cohérent remaniée par rotation	limons graveleux (molasse) et argileux, très peu sableux		
7.90				

2517053.4B
Marty-Matran, Nouvelle liaison routière
Axe 1250 / Ensemble du tracé
Etude géologique et géotechnique

Annexe 7

Rapport du laboratoire TransGeo AG



Rapport d'analyses

Granulats pour matériaux traités et non traités

pour les travaux de génie civil et la construction de chaussées

Projet: Marly-Matran 2517053

Mandat: Geotest SA

Mandant

Geotest SA
Monsieur Rui Assunção
En Boudron E 7
CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne

Laboratoire d'essai

N° de rapport: 08.211-065-1 2517053
N° de mandat: 08.211
Date: 14.12.2017
Auteur: fog
Destinataire: Mandant

Matériau testé / programme d'essais

Données du mandant

N° d'échantillon: **Marly-Matran 17/20/24.11.2017**
Désignation: **Echantillon du sol**
Lot de chantier: Marly-Matran, Nouvelle jonction
Provenance: Chantier
Lieu de prélèvement: Divers profondeurs
Mode d'excavation: -
Date de prélèvement: 17_20_24-11-17
Prélevé par: Mandant
Remarques: -

Données du laboratoire

Chef de projet: fog Visa: wy
Date de livraison: 29.11.2017
Date de début de l'essai: 29.11.2017
Communication des résultats: Document pdf au mandant
Conditionnement de l'échantillon: cf. feuille Résultats
N° de labo.: 17.2340 à 17.2345
Remarques: -

Programme d'essais

Essai		Classe granulaire [mm]			
		0/16	0/22.4	0/45	0/X
Analyse granulométrique	G	-	-	-	X
Teneur en eau	w	-	-	-	X
Teneur en fines	f	-	-	-	X
Coefficient d'aplatissement	FI	-	-	-	-
Teneur en grains concassés	C	-	-	-	-
Masse volum. réelle et coeff. d'absorption d'eau	P_{rd} / WA_{24}	-	-	-	-
Test Los Angeles	LA	-	-	-	-
Classification des composantes		-	-	-	-
Documentation photo		-	-	-	-
Analyses chimiques	AS/S/SS	-	-	-	-
Essai Proctor	W_{opt}	-	-	-	-
Essais CBR	CBR, CBR ₂ , CBR _F	-	-	-	-
Permeabilité	k	-	-	-	-
Autres essais		-	-	-	X

Remarques, essais complémentaires: Sédimentométrie, Limites de consistance selon Atterberg, Classification USCS

Ch. Wyss

Christian Wyss, lic. phil. nat., géologue
Directeur

Folco Giacomini

Folco Giacomini, dr sc. nat., géologue
Directeur du projet

Ce rapport d'analyse comprend: 7 Pages et 0 annexes

Les essais homologués selon la norme ISO/IEC 17025 sont
signalés par notre logo STS dans les rapports d'analyses



La reproduction même partielle des rapports d'analyses n'est pas autorisée sans le consentement de TransGeo AG. Les résultats portent uniquement sur les échantillons étudiés.

Granulats pour matériaux non traités

SN VSS 670 119-NA pour SN EN 13242 / 13285

Matériau testé

Données du mandant

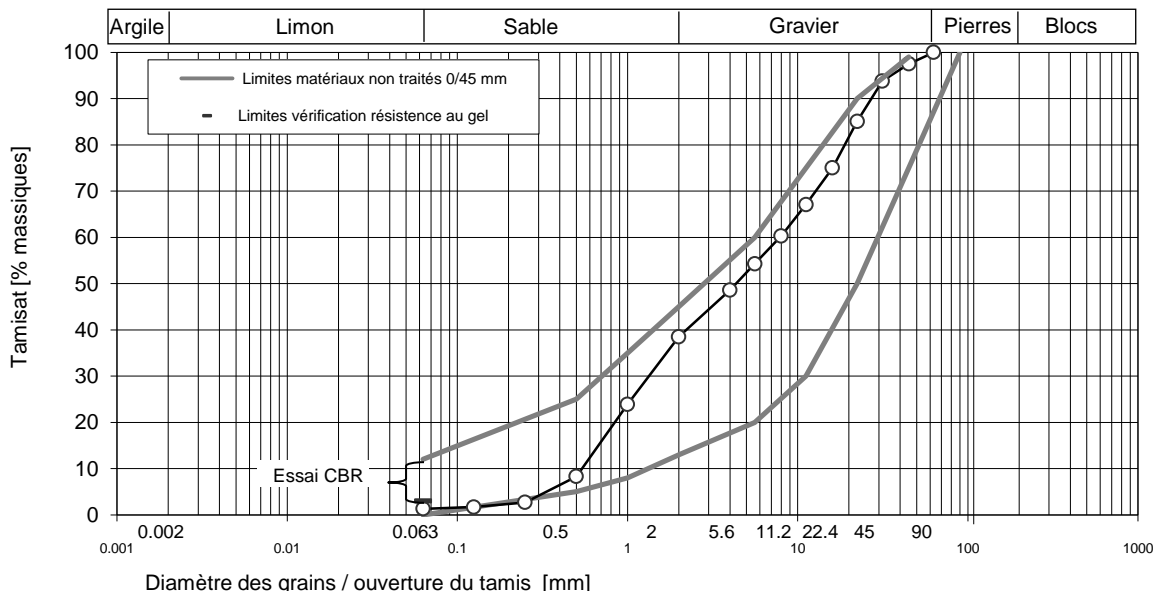
N° d'échantillon: **Marly-Matran 17/20/24.11.2017**
 Désignation: **Echantillon du sol**
 Lot de chantier: **Marly-Matran, Nouvelle jonction**
 Provenance: **Tr 2.1**
 Lieu de prélèvement: **Profondeur 2.0 - 3.0m**
 Mode d'excavation: **-**
 Date de prélèvement: **17_20_24-11-17**
 Prélevé par: **Mandant**
 Remarques: **-**

Données du laboratoire

N° de laboratoire: **17.2340**
 Opérateur: **nm** Visa: **dr**
 Date de livraison de l'échantillon: **29.11.2017**
 Date de début de l'essai: **29.11.2017**
 Communication des résultats: **Document pdf au mandant**
 Conditionnement de l'échantillon: **Selon la norme**
 Remarques: **-**

Tamis / dg* [mm]	Passant [M-%]	Granulométrie par tamisage (SN EN 933-1) et sédimentométrie (SN 670 816a)														
500		Poids total de l'échantillon sec [kg]: 13.061														
400																
300		Teneur en fines f [M% < 0.063 mm]: 1.3 Argile° [M% < 0.002 mm]: -														
200																
125		Analyses supplémentaires w, FI, LA Teneur en eau w (SN EN 1097-5) [M-%]: - Classe granulométrique [mm] <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="border: 1px solid black;">4/8</td> <td style="border: 1px solid black;">8/16</td> <td style="border: 1px solid black;">16/32</td> <td style="border: 1px solid black;">32/80</td> <td style="border: 1px solid black;">Total</td> </tr> </table> Coefficient d'aplatissement FI (SN EN 933-3): <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="border: 1px solid black;">-</td> <td style="border: 1px solid black;">-</td> <td style="border: 1px solid black;">-</td> <td style="border: 1px solid black;">-</td> <td style="border: 1px solid black;">-</td> </tr> </table> Coefficient Los Angeles LA (SN EN 1097-2): <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="border: 1px solid black;">4/8</td> <td style="border: 1px solid black;">11/16</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">-</td> <td style="border: 1px solid black;">-</td> </tr> </table>	4/8	8/16	16/32	32/80	Total	-	-	-	-	-	4/8	11/16	-	-
4/8	8/16		16/32	32/80	Total											
-	-		-	-	-											
4/8	11/16															
-	-															
90	100.0															
63	97.5															
45	93.8															
31.5	85.1															
22.4	75.0															
16	67.1															
11.2	60.3															
8	54.3															
5.6	48.6															
4	38.5															
2	23.9															
1	8.3															
0.5	2.7															
0.25	1.7															
0.125	1.3															
0.063		Limite de plasticité (SN VSS 670 345b) et classification USCS (SN VSS 670 008a) Limite de liquidité WL [%]: <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="border: 1px solid black;">-</td></tr> </table> Limite de plasticité Wp [%]: <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="border: 1px solid black;">-</td></tr> </table> Indice de plasticité Ip [%]: - Classification (USCS): GP	-	-												
-																
-																
0.044																
0.033																
0.022																
0.013																
0.008																
0.005																
0.0033																
0.0015																

Légende: ⇨ 2 tamis décisif Tamis / dg*: tamis / diamètre des grains Argile°: valeur calculée



Granulats pour matériaux non traités

SN VSS 670 119-NA pour SN EN 13242 / 13285

Matériau testé

Données du mandant

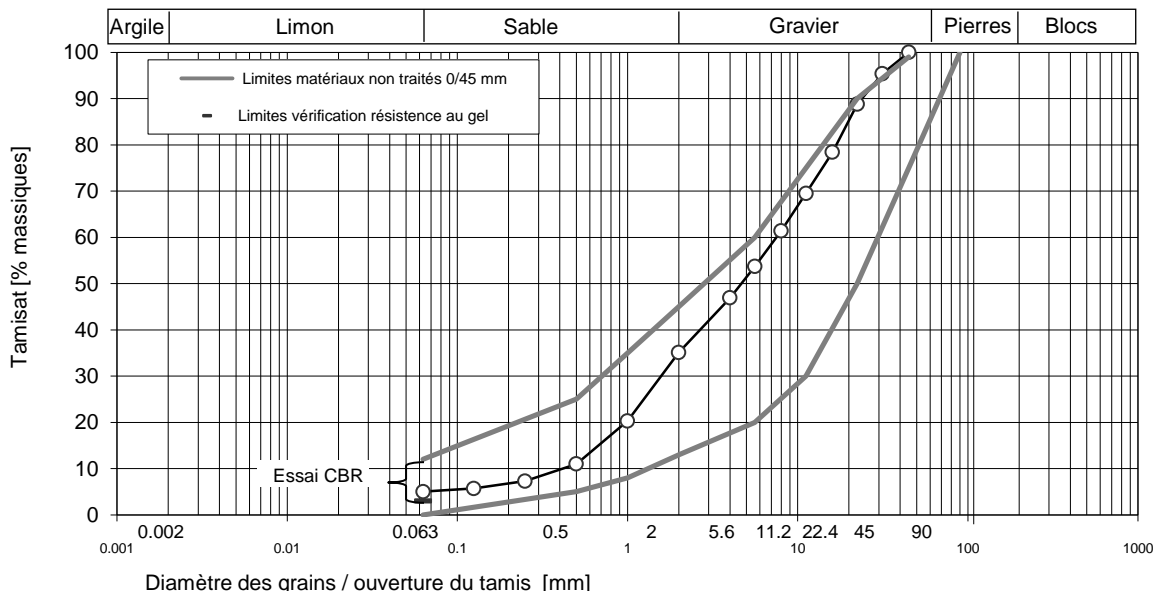
N° d'échantillon: **Marly-Matran 17/20/24.11.2017**
 Désignation: **Echantillon du sol**
 Lot de chantier: **Marly-Matran, Nouvelle jonction**
 Provenance: **Tr 3.1**
 Lieu de prélèvement: **Profondeur 1.0 - 2.0m**
 Mode d'excavation: **-**
 Date de prélèvement: **17_20_24-11-17**
 Prélevé par: **Mandant**
 Remarques: **-**

Données du laboratoire

N° de laboratoire: **17.2341**
 Opérateur: **nm** Visa: **dr**
 Date de livraison de l'échantillon: **29.11.2017**
 Date de début de l'essai: **29.11.2017**
 Communication des résultats: **Document pdf au mandant**
 Conditionnement de l'échantillon: **Selon la norme**
 Remarques: **-**

Tamis / dg* [mm]	Passant [M-%]	Granulométrie par tamisage (SN EN 933-1) et sédimentométrie (SN 670 816a)														
500		Poids total de l'échantillon sec [kg]: 11.875														
400																
300		Teneur en fines f [M% < 0.063 mm]: 5.0 Argile° [M% < 0.002 mm]: -														
200																
125		Analyses supplémentaires w, FI, LA Teneur en eau w (SN EN 1097-5) [M-%]: - Classe granulométrique [mm] <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4/8</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">8/16</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">16/32</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">32/80</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Total</td> </tr> </table> Coefficient d'aplatissement FI (SN EN 933-3): <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">-</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">-</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">-</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">-</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">-</td> </tr> </table> Coefficient Los Angeles LA (SN EN 1097-2): <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4/8</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">11/16</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">-</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">-</td> </tr> </table>	4/8	8/16	16/32	32/80	Total	-	-	-	-	-	4/8	11/16	-	-
4/8	8/16		16/32	32/80	Total											
-	-		-	-	-											
4/8	11/16															
-	-															
90	100.0															
63	95.4															
45	88.8															
31.5	78.4															
22.4	69.5															
16	61.4															
11.2	53.7															
8	46.9															
5.6	35.1															
4	20.3															
2	11.0															
1	7.3															
0.5	5.7															
0.25	5.0															
0.125		Limite de plasticité (SN VSS 670 345b) et classification USCS (SN VSS 670 008a) Limite de liquidité WL [%]: <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">-</td></tr> </table> Limite de plasticité Wp [%]: <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">-</td></tr> </table> Indice de plasticité Ip [%]: - Classification (USCS): GP	-	-												
-																
-																
0.063																
0.044																
0.033																
0.022																
0.013																
0.008																
0.005																
0.0033																
0.0015																

Légende: ⇨ 2 tamis décisif Tamis / dg*: tamis / diamètre des grains Argile°: valeur calculée



Granulats pour matériaux non traités

SN VSS 670 119-NA pour SN EN 13242 / 13285

Matériau testé

Données du mandant

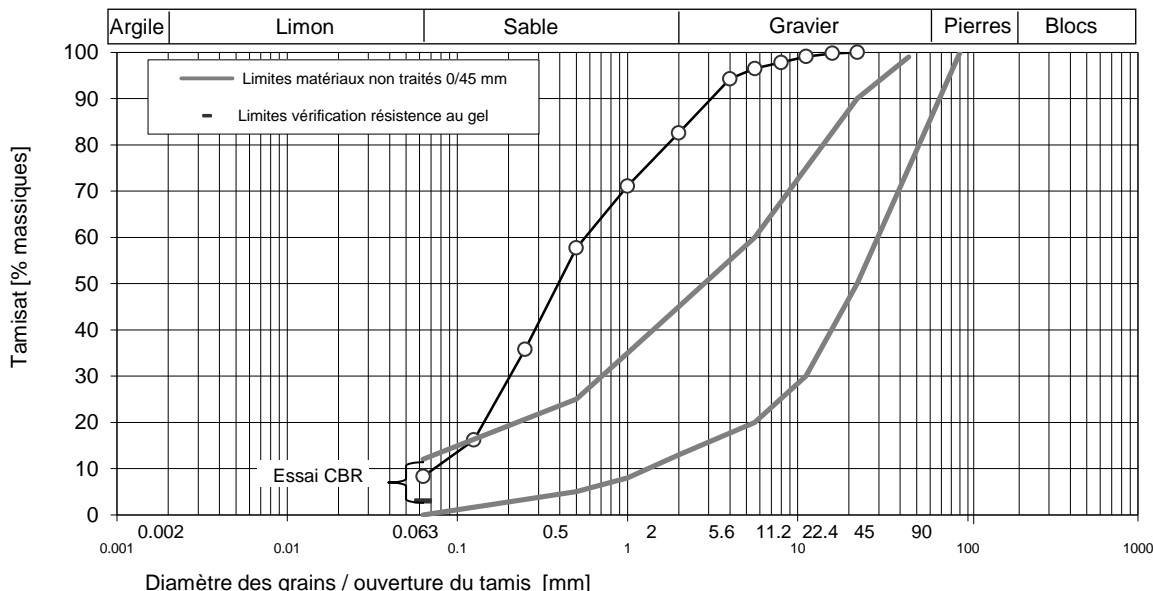
N° d'échantillon: **Marly-Matran 17/20/24.11.2017**
 Désignation: **Echantillon du sol**
 Lot de chantier: **Marly-Matran, Nouvelle jonction**
 Provenance: **Tr 4.1**
 Lieu de prélèvement: **Profondeur 1.1 - 2.1m**
 Mode d'excavation: **-**
 Date de prélèvement: **17_20_24-11-17**
 Prélevé par: **Mandant**
 Remarques: **-**

Données du laboratoire

N° de laboratoire: **17.2342**
 Opérateur: **nm** Visa: **dr**
 Date de livraison de l'échantillon: **29.11.2017**
 Date de début de l'essai: **29.11.2017**
 Communication des résultats: **Document pdf au mandant**
 Conditionnement de l'échantillon: **Selon la norme**
 Remarques: **-**

Tamis / dg* [mm]	Passant [M-%]	Granulométrie par tamisage (SN EN 933-1) et sédimentométrie (SN 670 816a)										
500		Poids total de l'échantillon sec [kg]: 6.512										
400												
300		Teneur en fines f [M% < 0.063 mm]: 8.3 Argile° [M% < 0.002 mm]: -										
200												
125		Analyses supplémentaires w, FI, LA Teneur en eau w (SN EN 1097-5) [M-%]: - Classe granulométrique [mm] <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4/8</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">8/16</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">16/32</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">32/80</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Total</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">-</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">-</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">-</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">-</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">-</td> </tr> </table>	4/8	8/16	16/32	32/80	Total	-	-	-	-	-
4/8	8/16		16/32	32/80	Total							
-	-		-	-	-							
⇕												
90												
63												
45												
31.5	100.0											
22.4	99.8											
16	99.8											
11.2	99.1											
8	97.8											
5.6	96.5											
4	94.3											
2	82.6											
1	71.1											
0.5	57.7											
0.25	35.8											
0.125	16.2											
0.063	8.3											
0.044		Limite de plasticité (SN VSS 670 345b) et classification USCS (SN VSS 670 008a) Limite de liquidité WL [%]: - Limite de plasticité Wp [%]: - Indice de plasticité Ip [%]: - Classification (USCS): -										
0.033												
0.022												
0.013												
0.008												
0.005												
0.0033												
0.0015												

Légende: ⇕ 2 tamis décisif Tamis / dg*: tamis / diamètre des grains Argile°: valeur calculée



Granulats pour matériaux non traités

SN VSS 670 119-NA pour SN EN 13242 / 13285

Matériau testé

Données du mandant

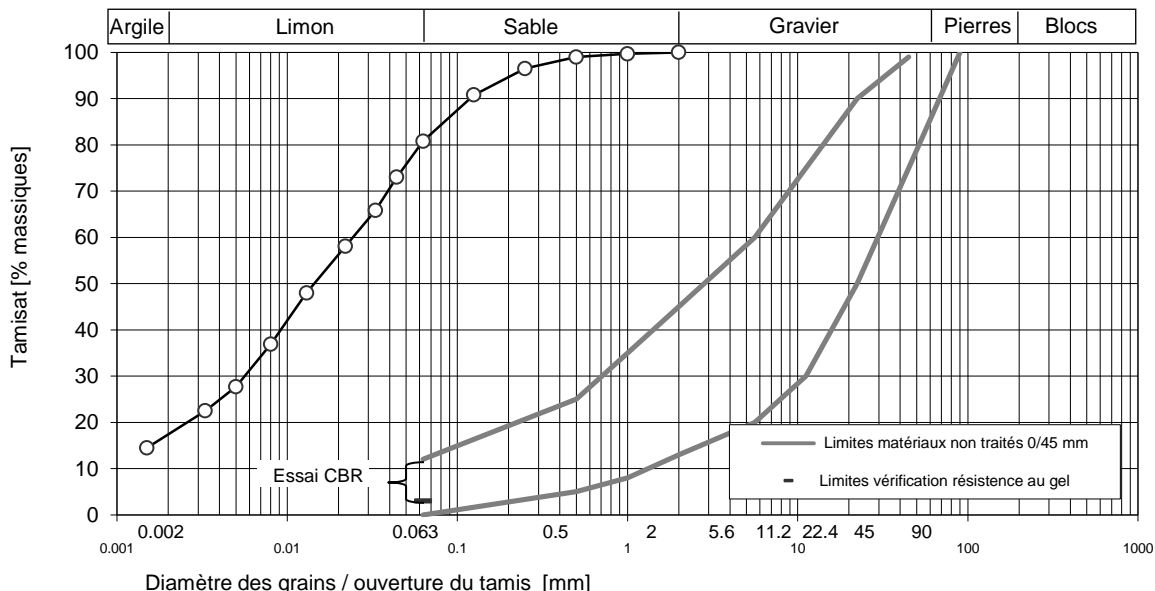
N° d'échantillon: **Marly-Matran 17/20/24.11.2017**
 Désignation: **Echantillon du sol**
 Lot de chantier: Marly-Matran, Nouvelle jonction
 Provenance: F4/17
 Lieu de prélèvement: Profondeur entre 10.5 et 10.8m
 Mode d'excavation: -
 Date de prélèvement: 17_20_24-11-17
 Prélevé par: Mandant
 Remarques: -

Données du laboratoire

N° de laboratoire: 17.2343
 Opérateur: nm Visa: dr
 Date de livraison de l'échantillon: 29.11.2017
 Date de début de l'essai: 29.11.2017
 Communication des résultats: Document pdf au mandant
 Conditionnement de l'échantillon: Selon la norme
 Remarques: -

Tamis / dg* [mm]	Passant [M-%]	Granulométrie par tamisage (SN EN 933-1) et sédimentométrie (SN 670 816a)																		
500		Poids total de l'échantillon sec [kg]: 6.560																		
400																				
300		Teneur en fines f [M % < 0.063 mm]: 80.8 Argile° [M % < 0.002 mm]: 16.7																		
200																				
125		Analyses supplémentaires w, FI, LA Teneur en eau w (SN EN 1097-5) [M-%]: - Classe granulométrique [mm] <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>4/8</td> <td>8/16</td> <td>16/32</td> <td>32/80</td> <td>Total</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table> Coefficient d'aplatissement FI (SN EN 933-3): <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>4/8</td> <td>11/16</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table> Coefficient Los Angeles LA (SN EN 1097-2): <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>4/8</td> <td>11/16</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>	4/8	8/16	16/32	32/80	Total	-	-	-	-	-	4/8	11/16	-	-	4/8	11/16	-	-
4/8	8/16		16/32	32/80	Total															
-	-		-	-	-															
4/8	11/16																			
-	-																			
4/8	11/16																			
-	-																			
90																				
63																				
45																				
31.5																				
22.4																				
16																				
11.2																				
8																				
5.6	100.0	Limite de plasticité (SN VSS 670 345b) et classification USCS (SN VSS 670 008a) Limite de liquidité WL [%]: 22.3 Limite de plasticité Wp [%]: 17.6 Indice de plasticité Ip [%]: 4.7 Classification (USCS): CL-ML																		
4	99.7																			
2	99.0																			
1	96.5																			
0.5	90.8																			
0.25	80.8																			
0.125	73.0																			
0.063	65.8																			
0.044	58.1																			
0.033	48.0																			
0.022	36.9																			
0.013	27.7																			
0.008	22.5																			
0.005	14.5																			
0.0033																				
0.0015																				

Légende: ⇨ 2 tamis décisif Tamis / dg*: tamis / diamètre des grains Argile°: valeur calculée



Granulats pour matériaux non traités

SN VSS 670 119-NA pour SN EN 13242 / 13285

Matériau testé

Données du mandant

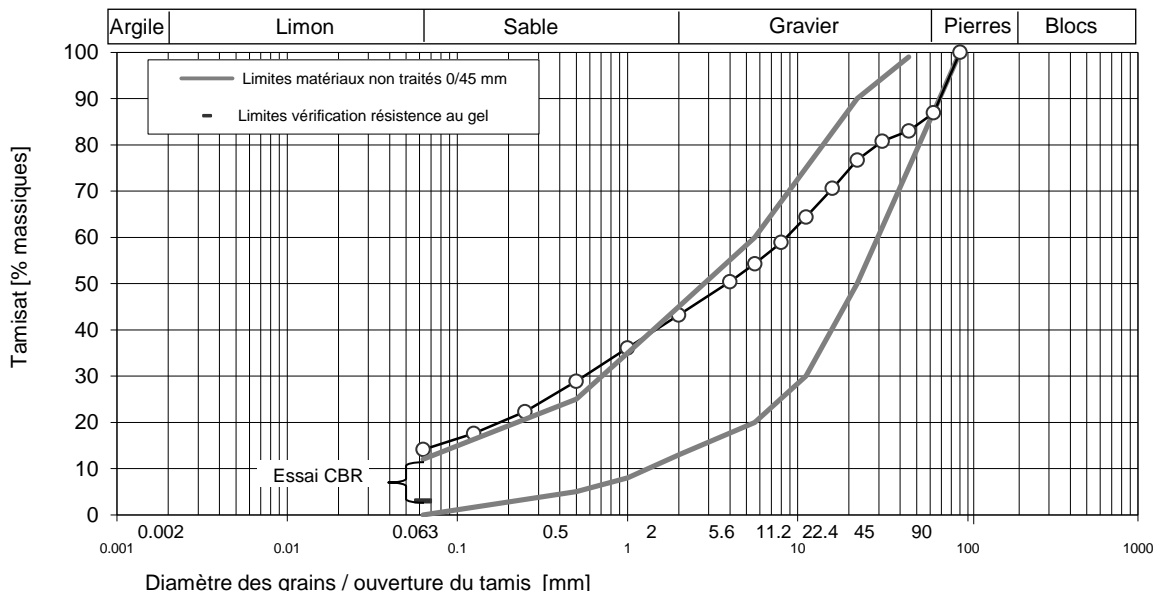
N° d'échantillon: **Marly-Matran 17/20/24.11.2017**
 Désignation: **Echantillon du sol**
 Lot de chantier: **Marly-Matran, Nouvelle jonction**
 Provenance: **F4.1**
 Lieu de prélèvement: **Profondeur entre 2.3 et 3.0m**
 Mode d'excavation: **-**
 Date de prélèvement: **17_20_24-11-17**
 Prélevé par: **Mandant**
 Remarques: **-**

Données du laboratoire

N° de laboratoire: **17.2344**
 Opérateur: **nm** Visa: **dr**
 Date de livraison de l'échantillon: **29.11.2017**
 Date de début de l'essai: **29.11.2017**
 Communication des résultats: **Document pdf au mandant**
 Conditionnement de l'échantillon: **Selon la norme**
 Remarques: **-**

Tamis / dg* [mm]	Passant [M-%]	Granulométrie par tamisage (SN EN 933-1) et sédimentométrie (SN 670 816a)														
500		Poids total de l'échantillon sec [kg]: 13.333														
400																
300		Teneur en fines f [M% < 0.063 mm]: 14.1 Argile° [M% < 0.002 mm]: -														
200																
125		Analyses supplémentaires w, FI, LA Teneur en eau w (SN EN 1097-5) [M-%]: - Classe granulométrique [mm] <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="border: 1px solid black;">4/8</td> <td style="border: 1px solid black;">8/16</td> <td style="border: 1px solid black;">16/32</td> <td style="border: 1px solid black;">32/80</td> <td style="border: 1px solid black;">Total</td> </tr> </table> Coefficient d'aplatissement FI (SN EN 933-3): <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="border: 1px solid black;">-</td> <td style="border: 1px solid black;">-</td> <td style="border: 1px solid black;">-</td> <td style="border: 1px solid black;">-</td> <td style="border: 1px solid black;">-</td> </tr> </table> Coefficient Los Angeles LA (SN EN 1097-2): <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="border: 1px solid black;">4/8</td> <td style="border: 1px solid black;">11/16</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;">-</td> <td style="border: 1px solid black;">-</td> </tr> </table>	4/8	8/16	16/32	32/80	Total	-	-	-	-	-	4/8	11/16	-	-
4/8	8/16		16/32	32/80	Total											
-	-		-	-	-											
4/8	11/16															
-	-															
↕ 90	100.0															
↕ 63	86.9															
↕ 45	83.0															
↕ 31.5	80.8															
↕ 22.4	76.7															
↕ 16	70.6															
↕ 11.2	64.4															
↕ 8	58.9															
↕ 5.6	54.3															
↕ 4	50.4															
↕ 2	43.2															
↕ 1	36.1															
↕ 0.5	28.9															
↕ 0.25	22.3															
↕ 0.125	17.6															
↕ 0.063	14.1															
0.044		Limite de plasticité (SN VSS 670 345b) et classification USCS (SN VSS 670 008a) Limite de liquidité WL [%]: <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="border: 1px solid black;">-</td></tr> </table> Limite de plasticité Wp [%]: <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="border: 1px solid black;">-</td></tr> </table> Indice de plasticité Ip [%]: <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="border: 1px solid black;">-</td></tr> </table> Classification (USCS): <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="border: 1px solid black;">-</td></tr> </table>	-	-	-	-										
-																
-																
-																
-																
0.033																
0.022																
0.013																
0.008																
0.005																
0.0033																
0.0015																

Légende: ↕ 2 tamis décisif Tamis / dg*: tamis / diamètre des grains Argile°: valeur calculée



Granulats pour matériaux non traités

SN VSS 670 119-NA pour SN EN 13242 / 13285

Matériau testé

Données du mandant

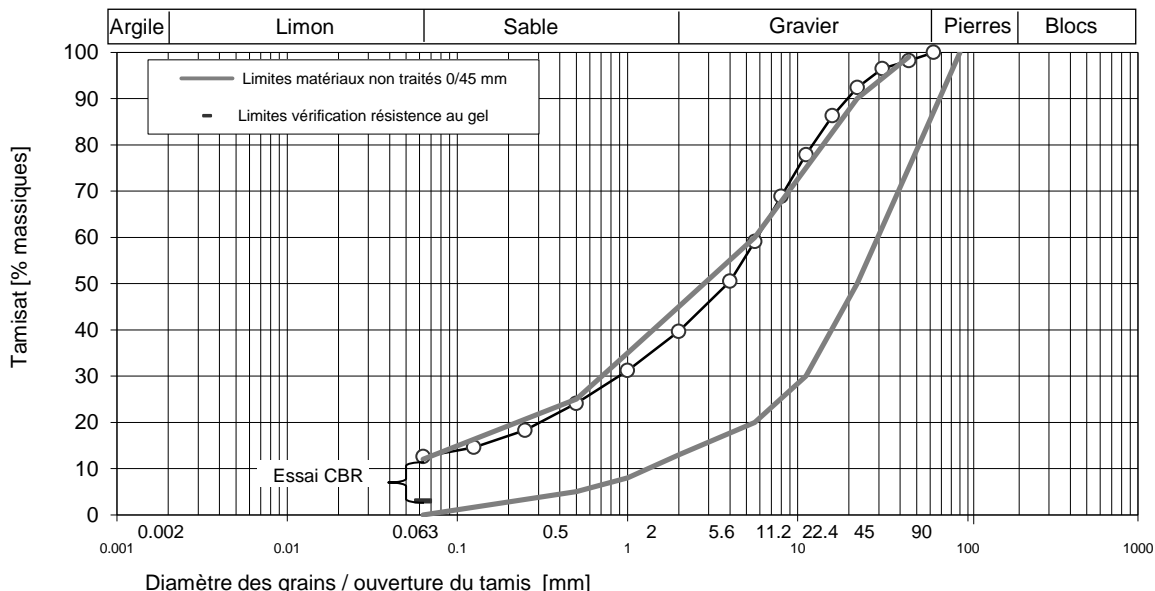
N° d'échantillon: **Marly-Matran 17/20/24.11.2017**
 Désignation: **Echantillon du sol**
 Lot de chantier: **Marly-Matran, Nouvelle jonction**
 Provenance: **F5.1**
 Lieu de prélèvement: **Profondeur entre 5.4 et 6.0m**
 Mode d'excavation: **-**
 Date de prélèvement: **17_20_24-11-17**
 Prélevé par: **Mandant**
 Remarques: **-**

Données du laboratoire

N° de laboratoire: **17.2345**
 Opérateur: **nm** Visa: **dr**
 Date de livraison de l'échantillon: **29.11.2017**
 Date de début de l'essai: **29.11.2017**
 Communication des résultats: **Document pdf au mandant**
 Conditionnement de l'échantillon: **Selon la norme**
 Remarques: **-**

Tamis / dg* [mm]	Passant [M-%]	Granulométrie par tamisage (SN EN 933-1) et sédimentométrie (SN 670 816a)															
500		Poids total de l'échantillon sec [kg]: 10.200															
400																	
300		Teneur en fines f [M% < 0.063 mm]: 12.6 Argile° <input style="width: 50px;" type="text"/>															
200																	
125		Analyses supplémentaires w, FI, LA															
90																	
63	100.0	Teneur en eau w (SN EN 1097-5) [M-%]: <input style="width: 50px;" type="text"/>															
45	98.2																
31.5	96.5	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th colspan="5">Classe granulométrique [mm]</th> </tr> <tr> <th>4/8</th> <th>8/16</th> <th>16/32</th> <th>32/80</th> <th>Total</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> </table>	Classe granulométrique [mm]					4/8	8/16	16/32	32/80	Total	-	-	-	-	-
Classe granulométrique [mm]																	
4/8	8/16	16/32	32/80	Total													
-	-	-	-	-													
22.4	92.4	Coefficient d'aplatissement FI (SN EN 933-3): <input style="width: 50px;" type="text"/>															
16	86.3																
11.2	77.9	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th>4/8</th> <th>11/16</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> </table>	4/8	11/16	-	-											
4/8	11/16																
-	-																
8	68.9	Coefficient Los Angeles LA (SN EN 1097-2): <input style="width: 50px;" type="text"/>															
5.6	59.1																
4	50.5	Limite de plasticité (SN VSS 670 345b) et classification USCS (SN VSS 670 008a)															
2	39.7																
1	31.2	Limite de liquidité WL [%]: <input style="width: 50px;" type="text"/> Limite de plasticité Wp [%]: <input style="width: 50px;" type="text"/> Indice de plasticité Ip [%]: <input style="width: 50px;" type="text"/>															
0.5	24.1	Classification (USCS): <input style="width: 50px;" type="text"/>															
0.25	18.3																
0.125	14.6																
0.063	12.6																
0.044																	
0.033																	
0.022																	
0.013																	
0.008																	
0.005																	
0.0033																	
0.0015																	

Légende: 2 tamis décisif Tamis / dg*: tamis / diamètre des grains Argile°: valeur calculée





Rapport d'analyses roche- / matériaux d'excavation

Projet: Marly-Matran 2517053

Mandat: Geotest SA

Mandant

Geotest SA
Monsieur Rui Assunção
En Boudron E 7
CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne

Laboratoire d'essai

N° de rapport: 08.211-065-2 2517053
N° de mandat: 08.211
Date: 14.12.2017
Auteur: fog
Destinataire: Mandant

Matériau testé / programme d'essais

Données du mandant

N° d'échantillon: **Marly-Matran F8 07-12-2017**
Désignation: **Carotte**
Lot de chantier: Marly-Matran, Nouvelle jonction
Provenance: -
Lieu de prélèvement: Profondeur entre 5.15 et 5.6m
Mode d'excavation: -
Date de prélèvement: 07.12.2017
Prélevé par: Mandant
Remarques: -

Données du laboratoire

Chef de projet: fog Visa: wy
Date de livraison: 12.12.2017
Date de début de l'essai: 12.12.2017
Communication des résultats: Document pdf au mandant
Conditionnement de l'échantillon: cf. feuille Résultats
N° de labo.: 17.2461
Remarques: -

Programme d'essais

Essai

Abrasivité- Broyabilité	ABR / BR	-
Index Point Load	PLT / I_{SS0}	-
Résistance à la compression uniaxiale	σ_c	X
Module d'élasticité	E_b	-
Traction indirecte	σ_t	-
Résistance à la flexion	R_{ff}	-
Analyse granulométrique	G	-
Teneur en eau	w	-
Teneur en fines	f	-
Coefficient d'aplatissement	FI	-
Analyse pétrographique microscopique (lame mince)		-
Analyse pétrographique		-
Eléments de nature pétrographique impropres à l'usage		-
RAG, essai microbar		-
Masse volum. réelle et coeff. d'absorption d'eau	P_{rd} / WA_{24}	-
Documentation photographique		-
Résistance au gel-dégel	F	-
Résistance au gel-dégel en présence de sel		-
Abrasivité CERCHAR	CAI	-
Autres essais		-
Remarques, essais complémentaires:		

Christian Wyss, lic. phil. nat., géologue

Directeur

Ce rapport d'analyse comprend: 2 Pages et 0 annexes

Folco Giacomin, dr sc. nat., géologue

Directeur du projet

Les essais homologués selon la norme ISO/IEC 17025 sont signalés par notre logo STS dans les rapports d'analyses



Résistance à compression uniaxiale (SN VSS 670 353a)

Matériau testé

Données mandant

N° d'échantillon: **Marly-Matran F8 07-12-2017**
 Désignation: **Carotte**
 Lot de chantier: Marly-Matran, Nouvelle jonction
 Provenance: -
 Lieu de prélèvement Profondeur entre 5.15 et 5.6m
 Mode d'excavation: -
 Date de prélèvement 43076
 Prélevé par: Mandant
 Remarques: -

Données laboratoire

Opérateur: fog Visum: wy
 Date de livraison de l'échantillon: 12.12.2017
 Date de début de l'essai: 12.12.2017
 Communication des résultats: Document pdf aux destinataires
 Conditionnement de l'échantillon: selon norme
 N° de labo: 17.2461
 Prélèvement des échantillons: mandant
 Echantillon testé: Carotte 80mm
 Remarques

Données éprouvette et conditions d'analyse

Description pétrographique de la roche: Grès (Molasse)
 Teneur en eau à la livraison [M-%]: 6.3
 Région d'extraction: -
 Fournisseur: -
 Orientation des anisotropies: Perpendiculaire à l'axe de la carotte
 Traitement de la surface: sciée, rectifiée
 Rectangularité de l'éprouvette: conforme
 Surface laterale: conforme
 Orientation de la charge: perpendiculaire à l'anisotropie
 Vitesse de charge: 0.6 MPa/s

Résultats de l'essai

Éprouv. Nr.	Dimensions		Rapport L/D	Surface A [mm ²]	Masse volumique [kg/m ³]	Force F _{max} [kN]	Résistance à compression		Orientation de la charge sur l'anisotropie, type de fracture, remarques
	d [mm]	L [mm]					σ_{ca} [MPa]	σ_c^* [MPa]	
A	83.5	166.5	1.99	5476	2442	170.6	31.2	31.1	S, tfn
B	83.5	166.5	1.99	5476	2440	173.1	31.6	31.6	S, tfn
				Moyenne	2'441	171.9	31.4	31.4	
				Écart type	1.4	1.8	0.3	0.3	

Abréviation

n.a.: non analysé / Orientation de la charge: I: isotrope, S: perpendiculaire, P: parallèle, A30°: angle de 30° / tfn: type de fracture normale

* Résistance à compression σ_{ca} corrigée sur rapport L/D 2.0



Rapport d'analyses

Granulats pour matériaux traités et non traités

pour les travaux de génie civil et la construction de chaussées

Projet: Marly-Matran 2517053

Mandat: Geotest SA

Mandant

Geotest SA
Monsieur Rui Assunção
En Boudron E 7
CH-1052 Le Mont-sur-Lausanne

Laboratoire d'essai

N° de rapport: 08.211-065-3 corrigié
N° de mandat: 08.211
Date: 12.03.2019
Auteur: fog
Destinataire: Mandant

Matériau testé / programme d'essais

Données du mandant

N° d'échantillon: **F10/19.1 et F11/19.1**
Désignation: **Échantillons de sol**
Lot de chantier: Marly-Matran, Nouvelle jonction
Provenance: -
Lieu de prélèvement: entre 6.3 et 8.7m
Mode d'excavation: Forage
Date de prélèvement: 22.02.2019
Prélevé par: Mandant
Remarques:

Données du laboratoire

Chef de projet: fog Visa: wy
Date de livraison: 26.02.2019
Date de début de l'essai: 28.02.2019
Communication des résultats: Document pdf au mandant
Conditionnement de l'échantillon: cf. feuille Résultats
N° de labo.: F10/19.1 19.4665
F11/19.1 19.4666

Remarques

Programme d'essais

Essai		Classe granulaire [mm]			
		0/16	0/22.4	0/45	0/X
Analyse granulométrique	G	-	-	-	2x
Teneur en eau	w	-	-	-	2x
Teneur en fines	f	-	-	-	2x
Coefficient d'aplatissement	FI	-	-	-	-
Teneur en grains concassés	C	-	-	-	-
Masse volum. réelle et coeff. d'absorption d'eau	P_{rd} / WA_{24}	-	-	-	-
Test Los Angeles	LA	-	-	-	-
Classification des composantes		-	-	-	-
Documentation photo		-	-	-	-
Analyses chimiques	AS/ S/ SS	-	-	-	-
Essai Proctor	w_{opt}	-	-	-	-
Essais CBR	CBR, CBR ₂ , CBR _F	-	-	-	-
Permeabilité	k	-	-	-	-
Sédimentometrie		-	-	-	2x
Limites de consistance selon Atterberg	Ip	-	-	-	2x
Classification USCS		-	-	-	2x
Essai oedométrique		-	-	-	-
Autres essais		-	-	-	-

Remarques, essais complémentaires:

Christian Wyss, lic. phil. nat., géologue
Directeur

Folco Giacomini, dr sc. nat., géologue
Directeur du projet

Ce rapport d'analyse comprend: 3 Pages et 0 annexes

Les essais homologués selon la norme ISO/IEC 17025 sont signalés par notre logo STS dans les rapports d'analyses

Granulats pour matériaux non traités

SN VSS 670 119-NA pour SN EN 13242 / 13285

Matériau testé

Données du mandant

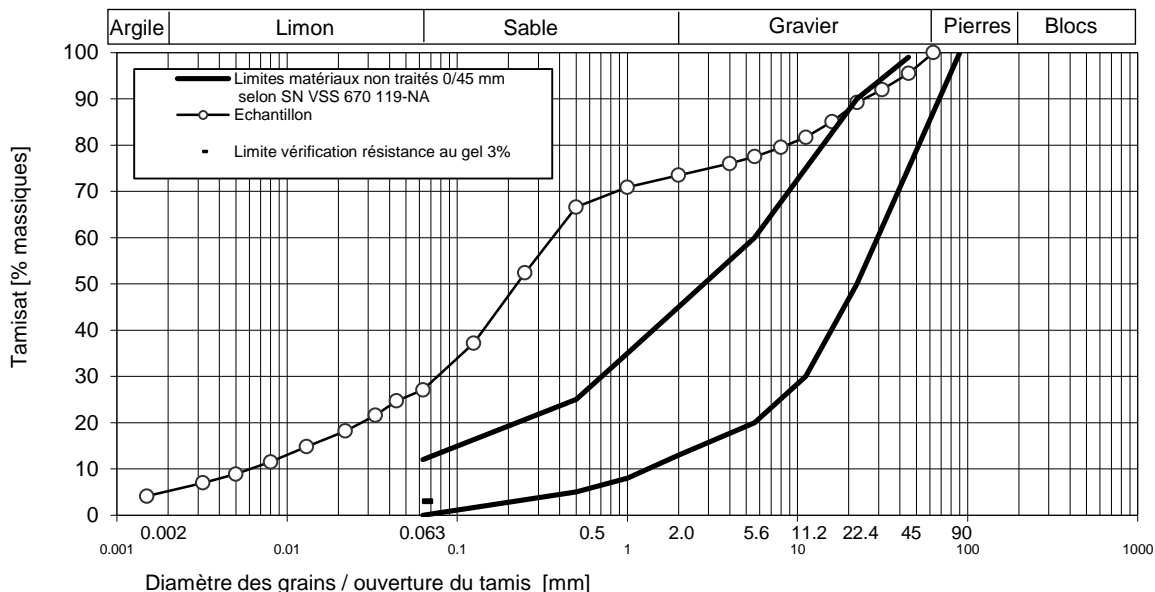
N° d'échantillon: **F10/19.1**
 Désignation: **Échantillon de sol**
 Lot de chantier: Marly-Matran, Nouvelle jonction
 Provenance: -
 Lieu de prélèvement: profondeur entre 6.3 et 6.8m
 Mode d'excavation: Forage
 Date de prélèvement: 22.02.2019
 Prélevé par: Mandant
 Remarques:

Données du laboratoire

Opérateur: ta Visa: fog
 Date de livraison de l'échantillon: 26.02.2019
 Date de début de l'essai: 28.02.2019
 Communication des résultats: Document pdf au mandant
 Conditionnement de l'échantillon: Selon la norme
 N° de lab.: F10/19.1 19.4665
 Remarques:

Tamis / dg* [mm]	Passant [M-%]	Granulométrie par tamisage (SN EN 933-1) et sédimentométrie (SN 670 816a)														
500		Poids total de l'échantillon sec [kg]: 7.757														
400																
300		Teneur en fines f [M % < 0.063 mm]: 27.1 Argile° [M % < 0.002 mm]: 5.0														
200																
125		Analyses supplémentaires w, FI, LA Teneur en eau w (SN EN 1097-5) [M-%]: 20.4 Classe granulométrique [mm] Coefficient d'aplatissement FI (SN EN 933-3): <table style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4/8</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">8/16</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">16/32</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">32/80</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Total</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> </table> Coefficient Los Angeles LA (SN EN 1097-2): <table style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4/8</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">11/16</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> </table>	4/8	8/16	16/32	32/80	Total	-	-	-	-	-	4/8	11/16	-	-
4/8	8/16		16/32	32/80	Total											
-	-		-	-	-											
4/8	11/16															
-	-															
90	100.0															
63	95.5															
45	92.0															
31.5	89.2															
22.4	85.1															
16	81.7															
11.2	79.5															
8	77.5															
5.6	76.0															
4	73.5															
2	70.9															
1	66.6															
0.5	52.4															
0.25	37.2															
0.125	27.1															
0.063	24.7															
0.044	21.6															
0.033	18.2															
0.022	14.8															
0.013	11.5															
0.008	8.9															
0.005	7.0															
0.0032	4.1															
0.0015		Limites de consistance (SN VSS 670 345b) et classification USCS (SN VSS 670 008a) Limite de liquidité WL [%]: 22.3 Limite de plasticité Wp [%]: 20.4 Indice de plasticité Ip [%]: 1.9 Classification (USCS): SM														

Légende: ⇨ 2 tamis décisif Tamis / dg*: tamis / diamètre des grains Argile°: valeur calculée



Granulats pour matériaux non traités

SN VSS 670 119-NA pour SN EN 13242 / 13285

Matériau testé

Données du mandant

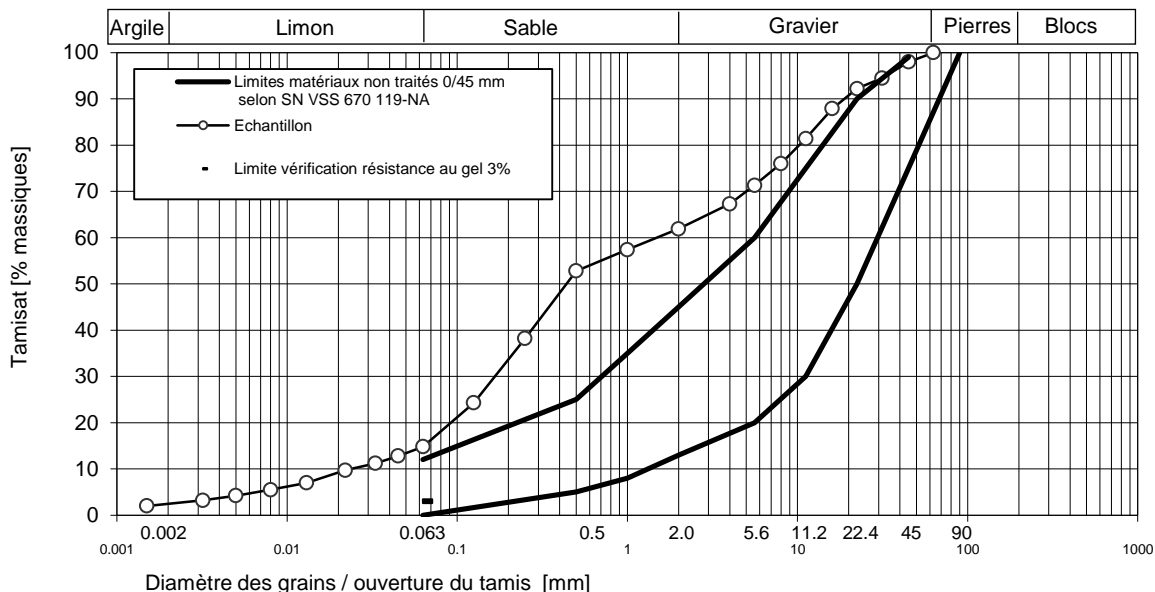
N° d'échantillon: **F11/19.1**
 Désignation: **Échantillon de sol**
 Lot de chantier: Marly-Matran, Nouvelle jonction
 Provenance: -
 Lieu de prélèvement: profondeur entre 8.0 et 8.7m
 Mode d'excavation: Forage
 Date de prélèvement: 22.02.2019
 Prélevé par: Mandant
 Remarques:

Données du laboratoire

Opérateur: ta Visa: dr
 Date de livraison de l'échantillon: 26.02.2019
 Date de début de l'essai: 28.02.2019
 Communication des résultats: Document pdf au mandant
 Conditionnement de l'échantillon: Selon la norme
 N° de lab.: F11/19.1 19.4666
 Remarques:

Tamis / dg* [mm]	Passant [M-%]	Granulométrie par tamisage (SN EN 933-1) et sédimentométrie (SN 670 816a)										
500		Poids total de l'échantillon sec [kg]: 11.550										
400												
300		Teneur en fines f [M % < 0.063 mm]: 14.8										
200												
125		Argile° [M % < 0.002 mm]: 2.4										
90		Analyses supplémentaires w, FI, LA										
63	100.0											
45	98.0											
31.5	94.5											
22.4	92.2											
16	87.9											
11.2	81.4											
8	76.0											
5.6	71.3											
4	67.3											
2	61.9											
1	57.4											
0.5	52.8											
0.25	38.2											
0.125	24.3											
0.063	14.8											
0.045	12.8											
0.033	11.2											
0.022	9.7											
0.013	7.0											
0.008	5.5											
0.005	4.2											
0.0032	3.2											
0.0015	2.0											
		Teneur en eau w (SN EN 1097-5) [M-%]: 9.9 Classe granulométrique [mm] <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>4/8</td> <td>8/16</td> <td>16/32</td> <td>32/80</td> <td>Total</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>	4/8	8/16	16/32	32/80	Total	-	-	-	-	-
4/8	8/16	16/32	32/80	Total								
-	-	-	-	-								
		Coefficient d'aplatissement FI (SN EN 933-3): <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>4/8</td> <td>8/16</td> <td>16/32</td> <td>32/80</td> <td>Total</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>	4/8	8/16	16/32	32/80	Total	-	-	-	-	-
4/8	8/16	16/32	32/80	Total								
-	-	-	-	-								
		Coefficient Los Angeles LA (SN EN 1097-2): <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>4/8</td> <td>11/16</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>	4/8	11/16	-	-						
4/8	11/16											
-	-											
		Limites de consistance (SN VSS 670 345b) et classification USCS (SN VSS 670 008a) Limite de liquidité WL [%]: * Limite de plasticité Wp [%]: * Indice de plasticité Ip [%]: * * Échantillon non plastique Classification (USCS): -										

Légende: ⇨ 2 tamis décisif Tamis / dg*: tamis / diamètre des grains Argile°: valeur calculée



2517053.4B
Marty-Matran, Nouvelle liaison routière
Axe 1250 / Ensemble du tracé
Etude géologique et géotechnique

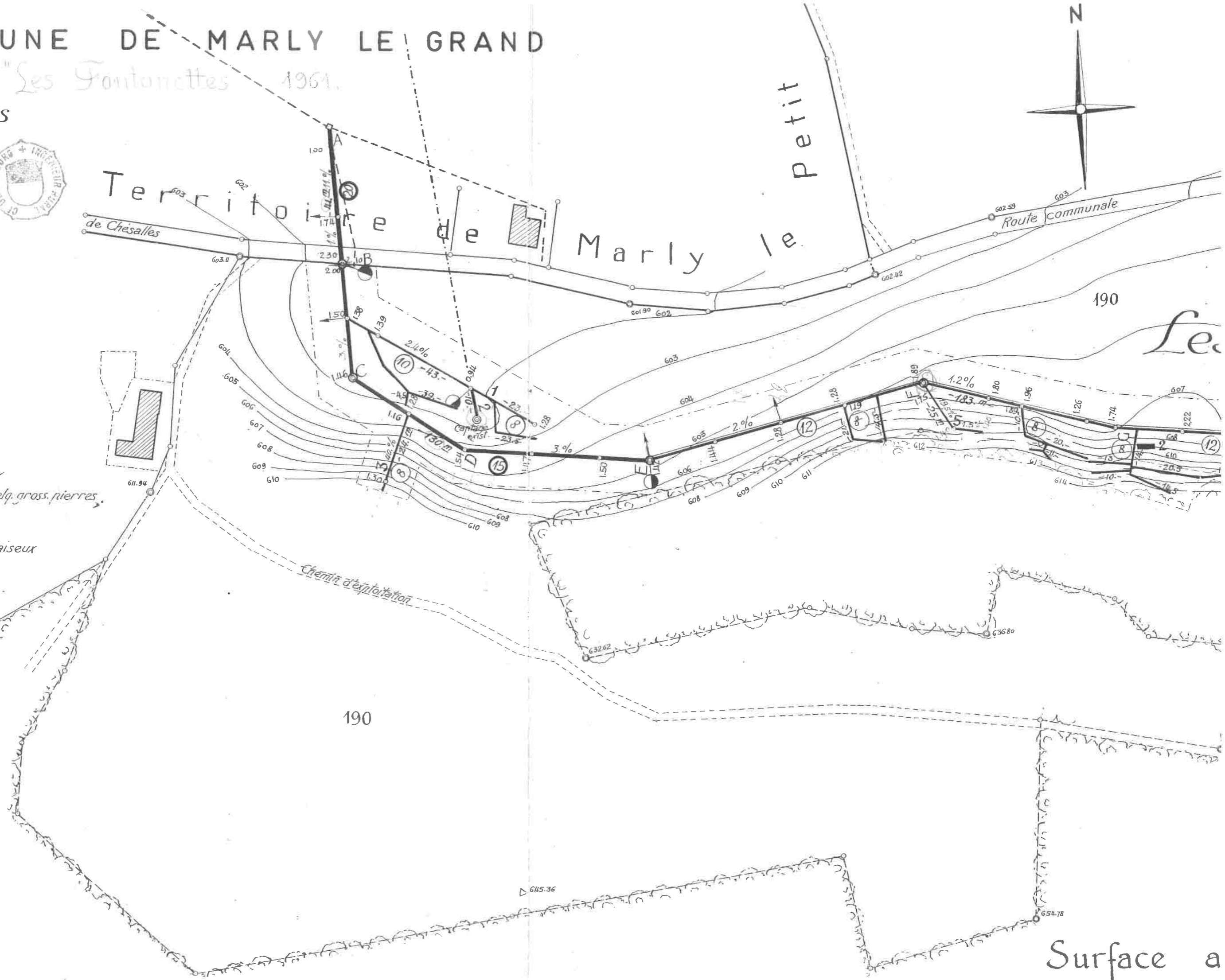
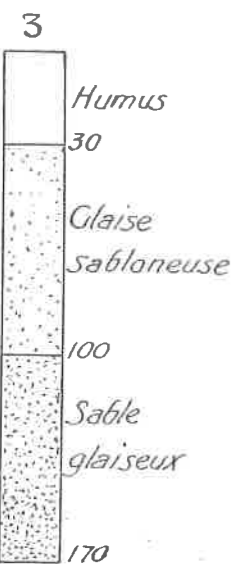
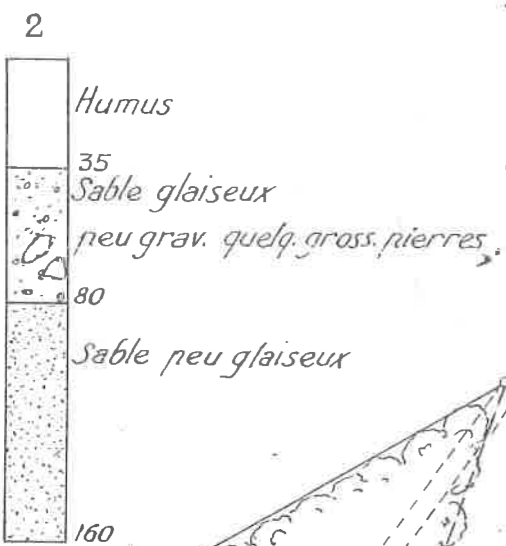
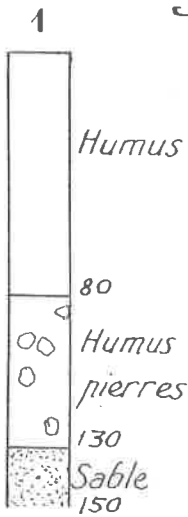
Annexe 8

Plan des drainages sur le secteur Les Fontanettes

COMMUNE DE MARLY LE GRAND

drainage "Les Fontanettes" 1961.

Sondages





Marly le Petit

Route communale

à Marly le Grand

Les Fontanettes

190

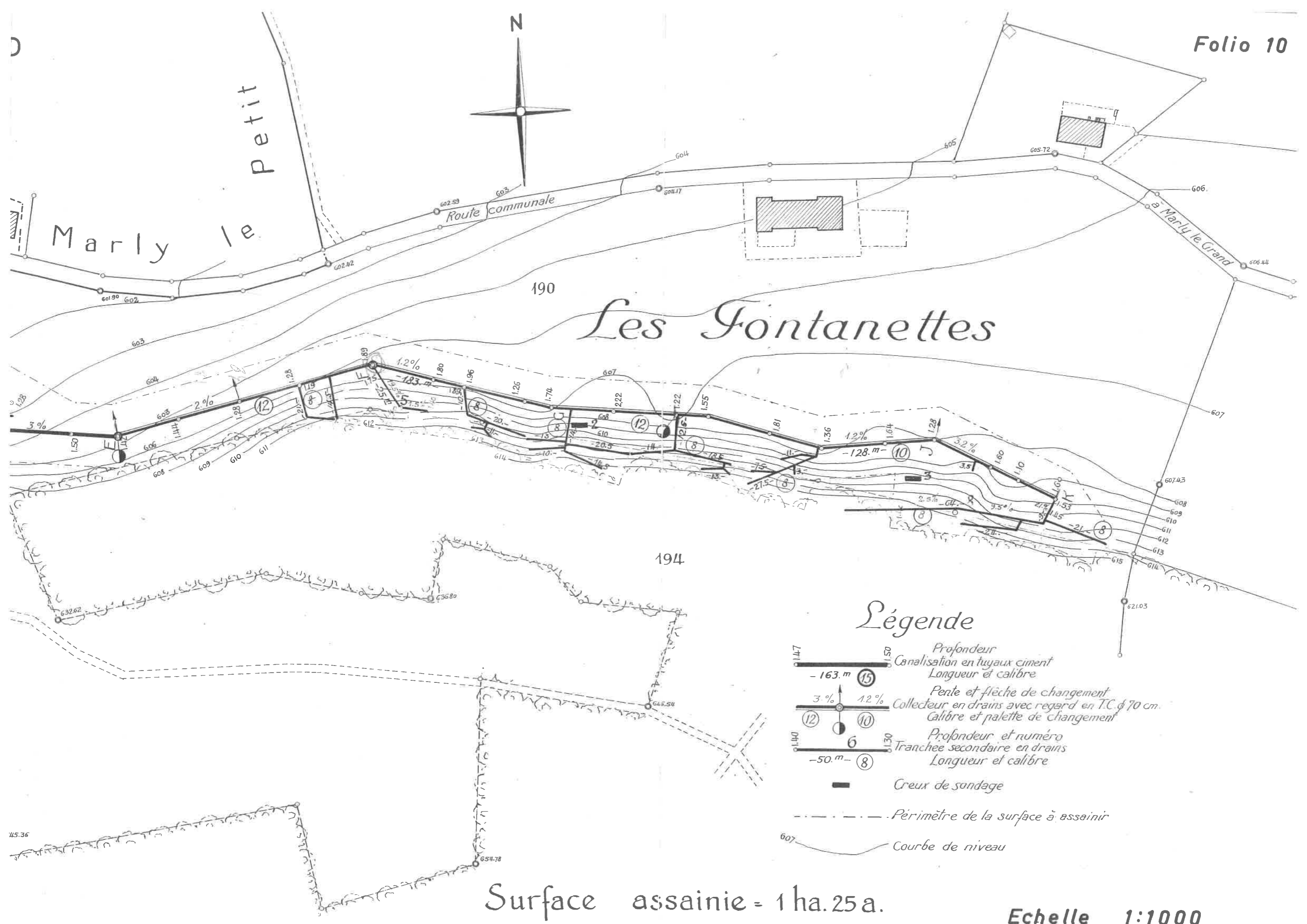
194

Légende

- Profondeur
Canalisation en tuyaux ciment
Longueur et calibre
- Pente et flèche de changement
Collecteur en drains avec regard en T.C. de 70 cm.
Calibre et palette de changement
- Profondeur et numéro
Tranchee secondaire en drains
Longueur et calibre
- Creux de sondage
- Périmètre de la surface à assainir
- Courbe de niveau

Surface assainie = 1 ha.25 a.

Echelle 1:1000



Annexe 9

Photos aériennes anciennes exploitation de gravier Gros Esert et vallon de Chésalles

Année 1943



Année 1968



2517053.4B
Marly-Matran, Nouvelle liaison routière
Axe 1250 / Ensemble du tracé
Etude géologique et géotechnique

Année 1974

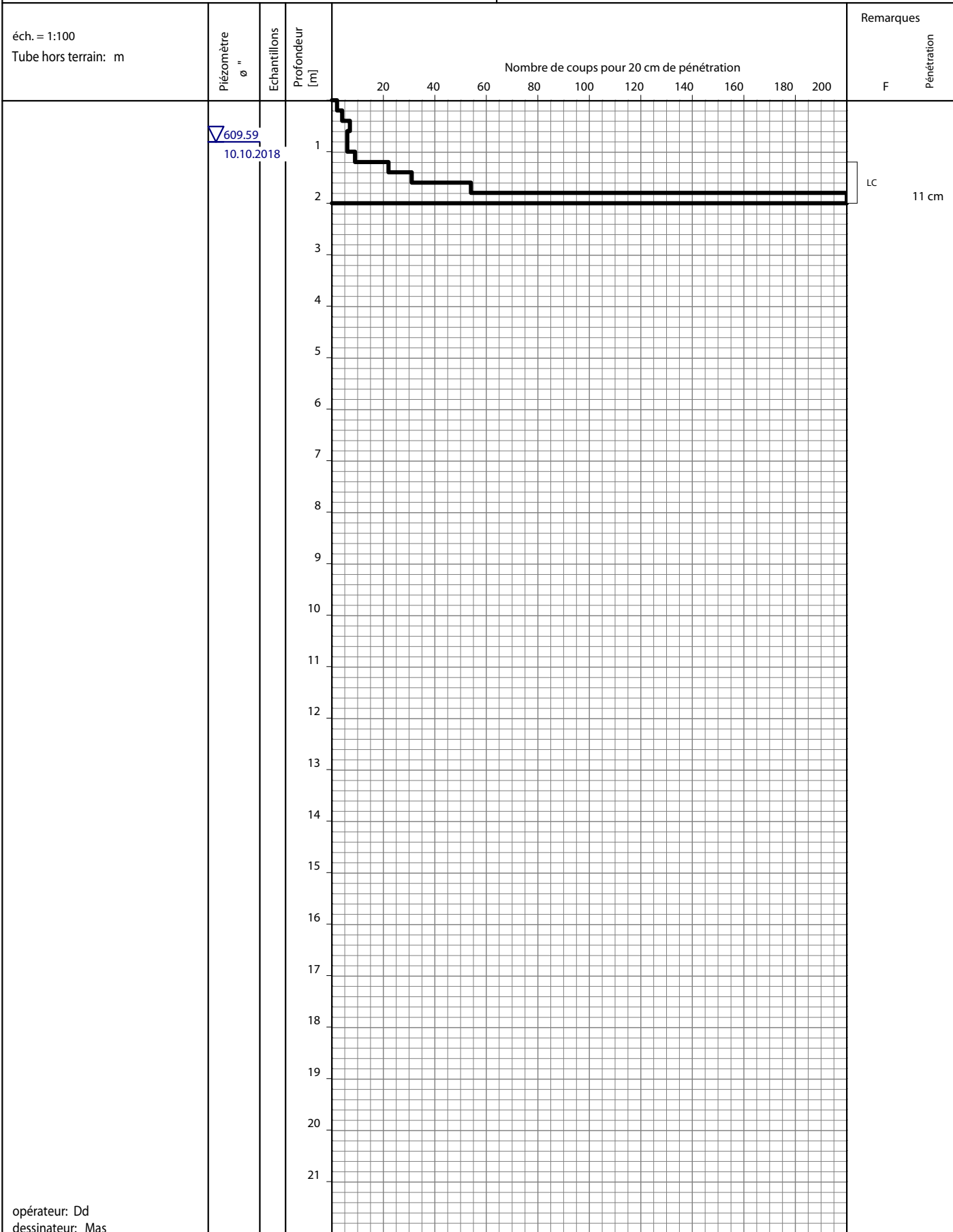


Année 1981



Date: 10.10.2018 Mandat No.: 2517053.4
 Objet: Marly-Matran, Nouvelle jonction, Géotechnique
 Type: VAWÉ selon SN 670 314
 (non tubé, pointe 10 cm², masse 30 kg, hauteur de chute 20 cm)
 F Nombre de coups après le retrait de la sonde (frottement latéral)
 C Crissement pendant le retrait de la sonde (caractéristique pour le gravier)
 LC Léger crissement
 Altitude du terrain env.: 610.40 m s.m. Coordonnées env.: 2'578'178 / 1'180'140

Sondage au pénétromètre P 01/18



opérateur: Dd
 dessinateur: Mas

Date: 10.10.2018 Mandat No.: 2517053.4
Objet: Marly-Matran, Nouvelle jonction, Géotechnique

Type: VAWE selon SN 670 314
(non tubé, pointe 10 cm², masse 30 kg, hauteur de chute 20 cm)

F Nombre de coups après le retrait de la sonde (frottement latéral)
C Crissement pendant le retrait de la sonde (caractéristique pour le gravier)
LC Léger crissement

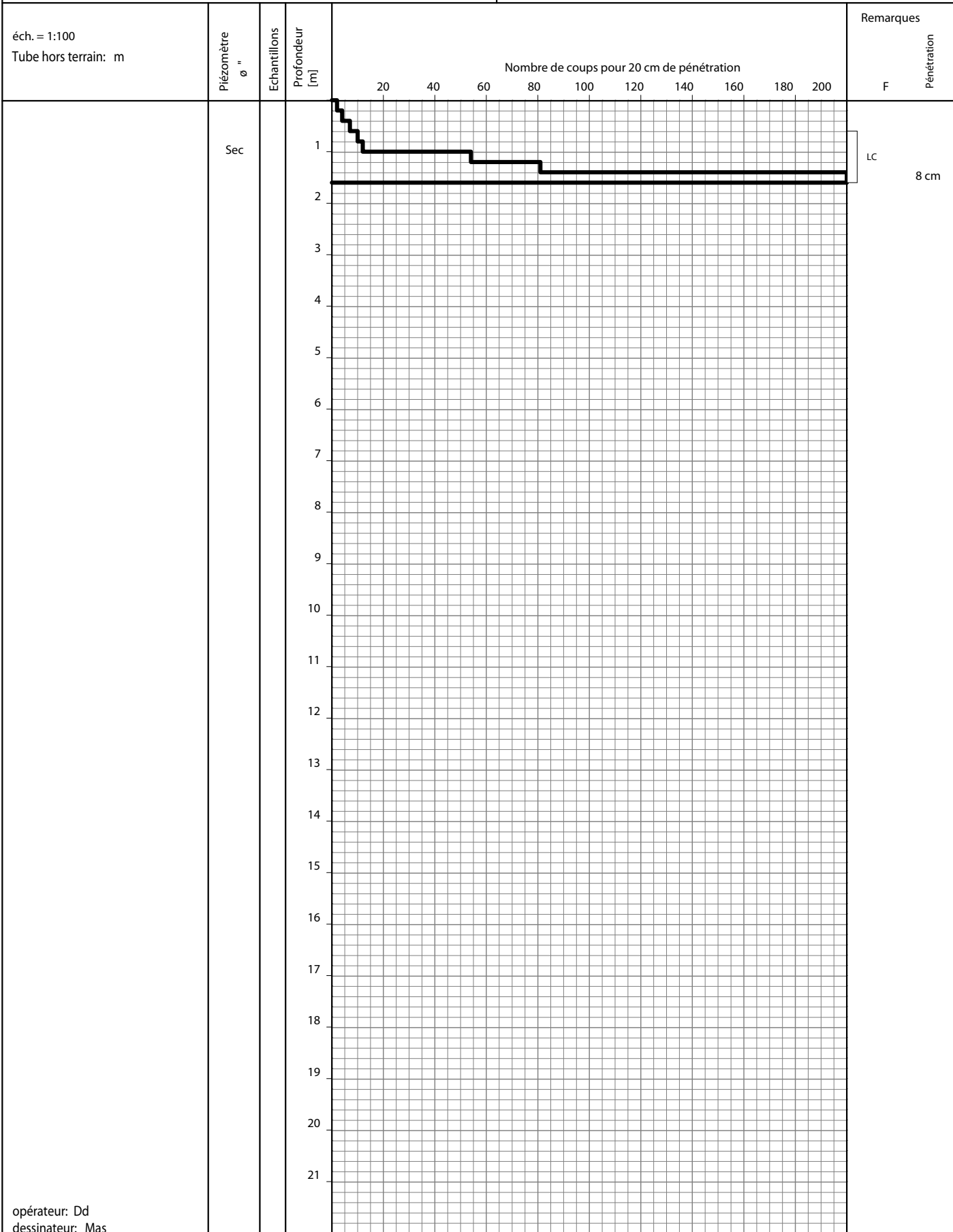
Altitude du terrain env.: 606.14 m s.m. Coordonnées env.: 2'578'192 / 1'180'145

Sondage au pénétromètre P 02/18

éch. = 1:100 Tube hors terrain: m		Plézomètre Ø "	Echantillons	Profondeur [m]	Nombre de coups pour 20 cm de pénétration											Remarques		
					20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	F	Pénétration		
		Sec		1													LC	17 cm
				2														
				3														
				4														
				5														
				6														
				7														
				8														
				9														
				10														
				11														
				12														
				13														
				14														
				15														
				16														
				17														
				18														
				19														
				20														
				21														
opérateur: Dd dessinateur: Mas																		

Date: 10.10.2018 Mandat No.: 2517053.4
 Objet: Marly-Matran, Nouvelle jonction, Géotechnique
 Type: VAWE selon SN 670 314
 (non tubé, pointe 10 cm², masse 30 kg, hauteur de chute 20 cm)
 F Nombre de coups après le retrait de la sonde (frottement latéral)
 C Crissement pendant le retrait de la sonde (caractéristique pour le gravier)
 LC Léger crissement
 Altitude du terrain env.: 610.30 m s.m. Coordonnées env.: 2'578'210 / 1'180'130

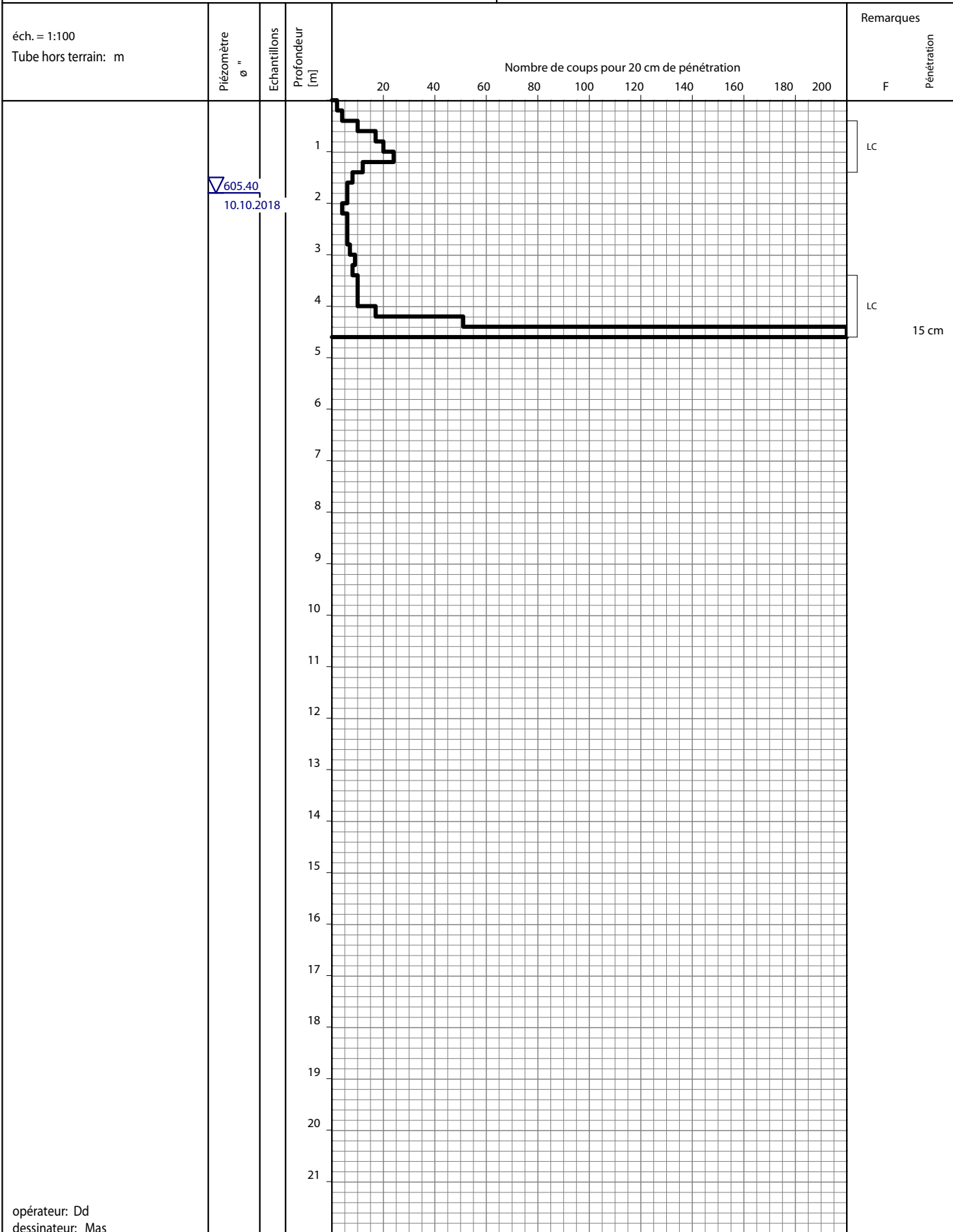
Sondage au pénétromètre P 03/18



opérateur: Dd
 dessinateur: Mas

Date: 10.10.2018 Mandat No.: 2517053.4
 Objet: Marly-Matran, Nouvelle jonction, Géotechnique
 Type: VAWÉ selon SN 670 314
 (non tubé, pointe 10 cm², masse 30 kg, hauteur de chute 20 cm)
 F Nombre de coups après le retrait de la sonde (frottement latéral)
 C Crissement pendant le retrait de la sonde (caractéristique pour le gravier)
 LC Léger crissement
 Altitude du terrain env.: 607.20 m s.m. Coordonnées env.: 2'578'227 / 1'180'141

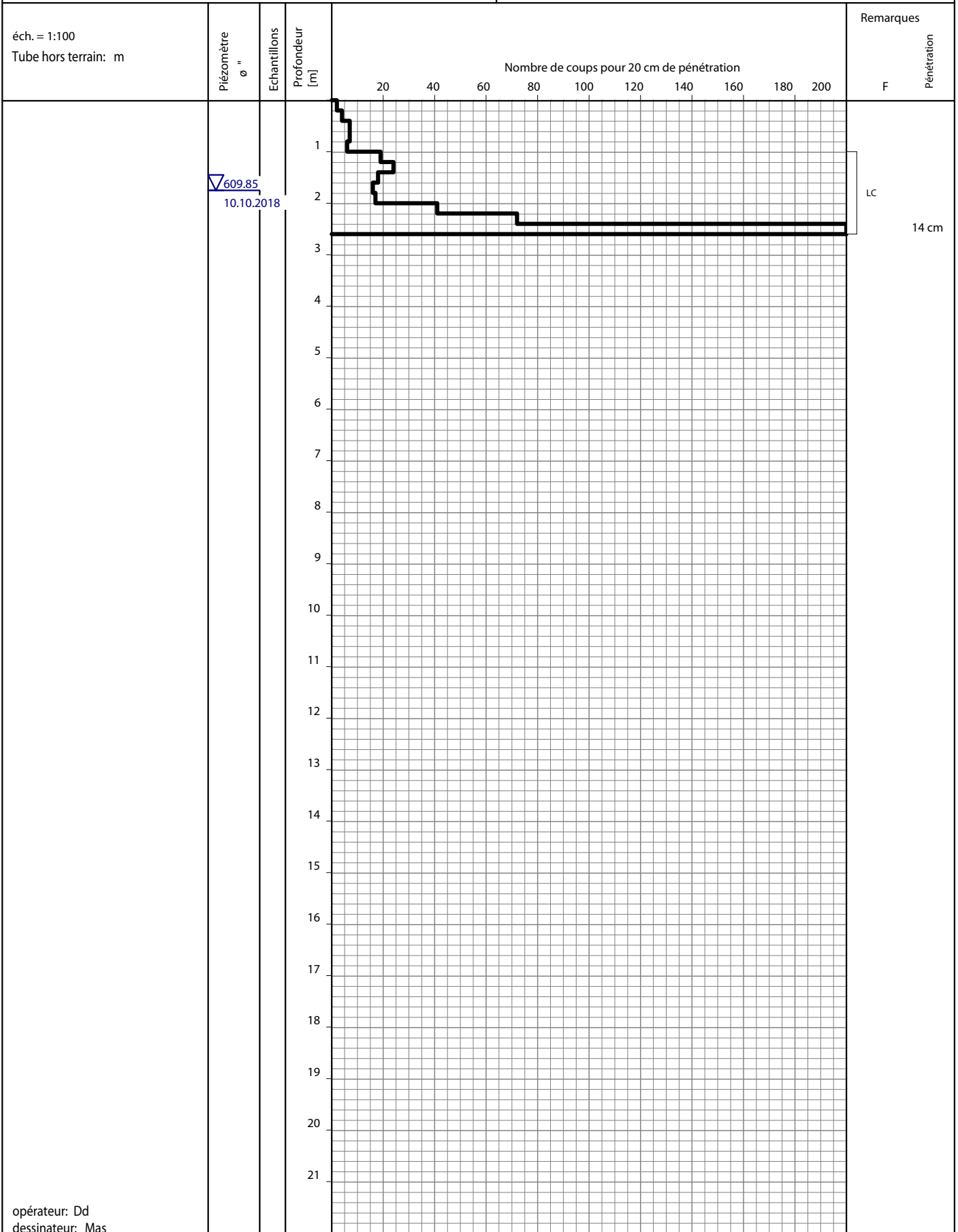
Sondage au pénétromètre P 04/18



opérateur: Dd
 dessinateur: Mas

Date: 10.10.2018 Mandat No.: 2517053.4
 Objet: Marly-Matran, Nouvelle jonction, Géotechnique
 Type: VAWÉ selon SN 670 314
 (non tubé, pointe 10 cm², masse 30 kg, hauteur de chute 20 cm)
 F Nombre de coups après le retrait de la sonde (frottement latéral)
 C Crissement pendant le retrait de la sonde (caractéristique pour le gravier)
 LC Léger crissement
 Altitude du terrain env.: 611.60 m s.m. Coordonnées env.: 2'578'229 / 1'180'126

Sondage au pénétromètre P 05/18

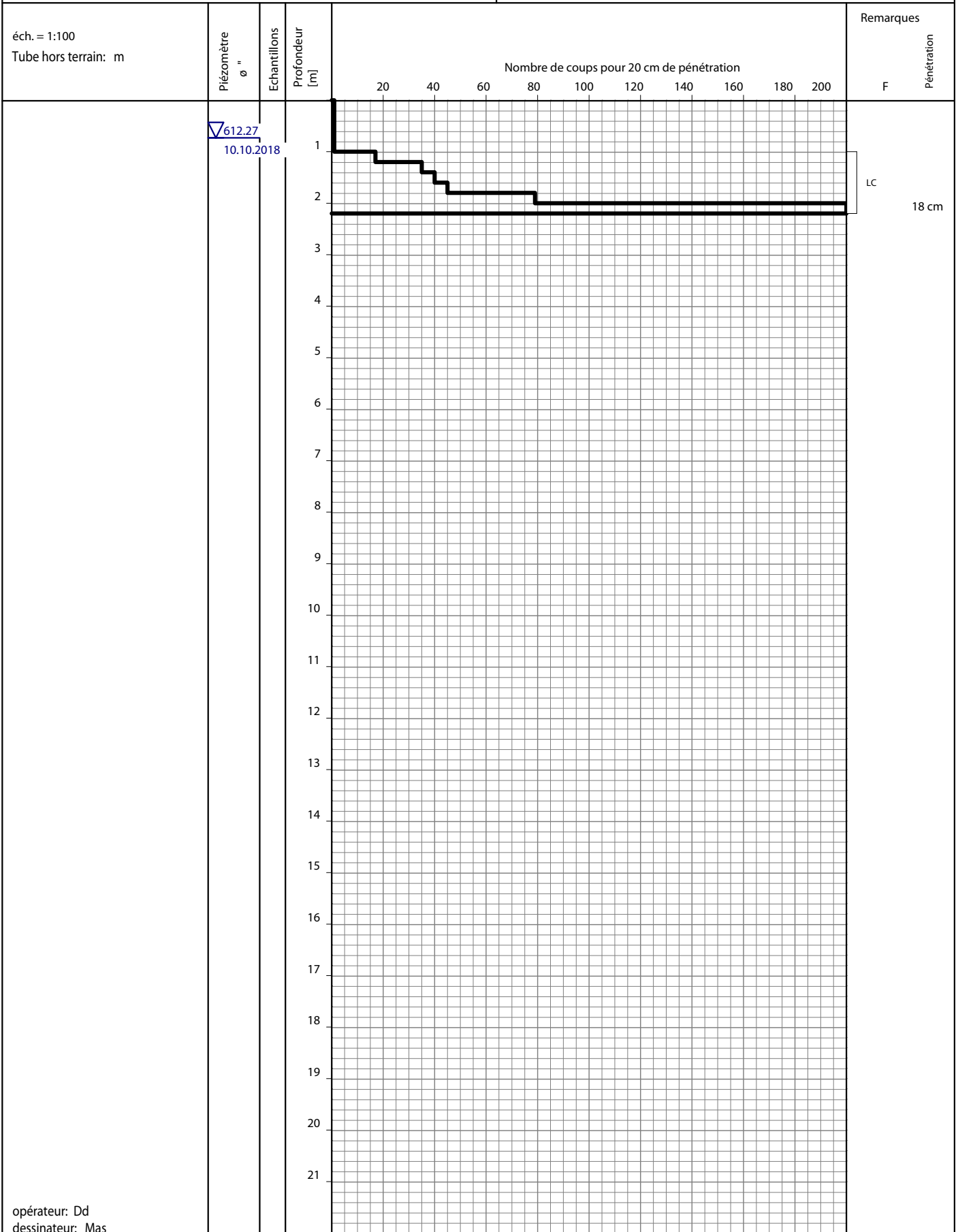


▽609.85
10.10.2018

opérateur: Dd
dessinateur: Mas

Date: 10.10.2018 Mandat No.: 2517053.4
 Objet: Marly-Matran, Nouvelle jonction, Géotechnique
 Type: VAWÉ selon SN 670 314
 (non tubé, pointe 10 cm², masse 30 kg, hauteur de chute 20 cm)
 F Nombre de coups après le retrait de la sonde (frottement latéral)
 C Crissement pendant le retrait de la sonde (caractéristique pour le gravier)
 LC Léger crissement
 Altitude du terrain env.: 613.00 m s.m. Coordonnées env.: 2'578'251 / 1'180'119

Sondage au pénétromètre P 06/18



opérateur: Dd
 dessinateur: Mas

Date: 10.10.2018 Mandat No.: 2517053.4
 Objet: Marly-Matran, Nouvelle jonction, Géotechnique
 Type: VAWÉ selon SN 670 314
 (non tubé, pointe 10 cm², masse 30 kg, hauteur de chute 20 cm)
 F Nombre de coups après le retrait de la sonde (frottement latéral)
 C Crissement pendant le retrait de la sonde (caractéristique pour le gravier)
 LC Léger crissement
 Altitude du terrain env.: 606.20 m s.m. Coordonnées env.: 2'578'301 / 1'180'121

Sondage au pénétromètre P 07/18

éch. = 1:100 Tube hors terrain: m	Piézomètre Ø "	Echantillons	Profondeur [m]	Nombre de coups pour 20 cm de pénétration											Remarques					
				20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	F	Pénétration					
Pointe blanche			0	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	C	4 cm	
			1																	
			2																	
			3																	
			4																	
			5																	
			6																	
			7																	
			8																	
			9																	
			10																	
			11																	
			12																	
			13																	
			14																	
			15																	
			16																	
			17																	
			18																	
			19																	
			20																	
		21																		

opérateur: Dd
 dessinateur: Mas

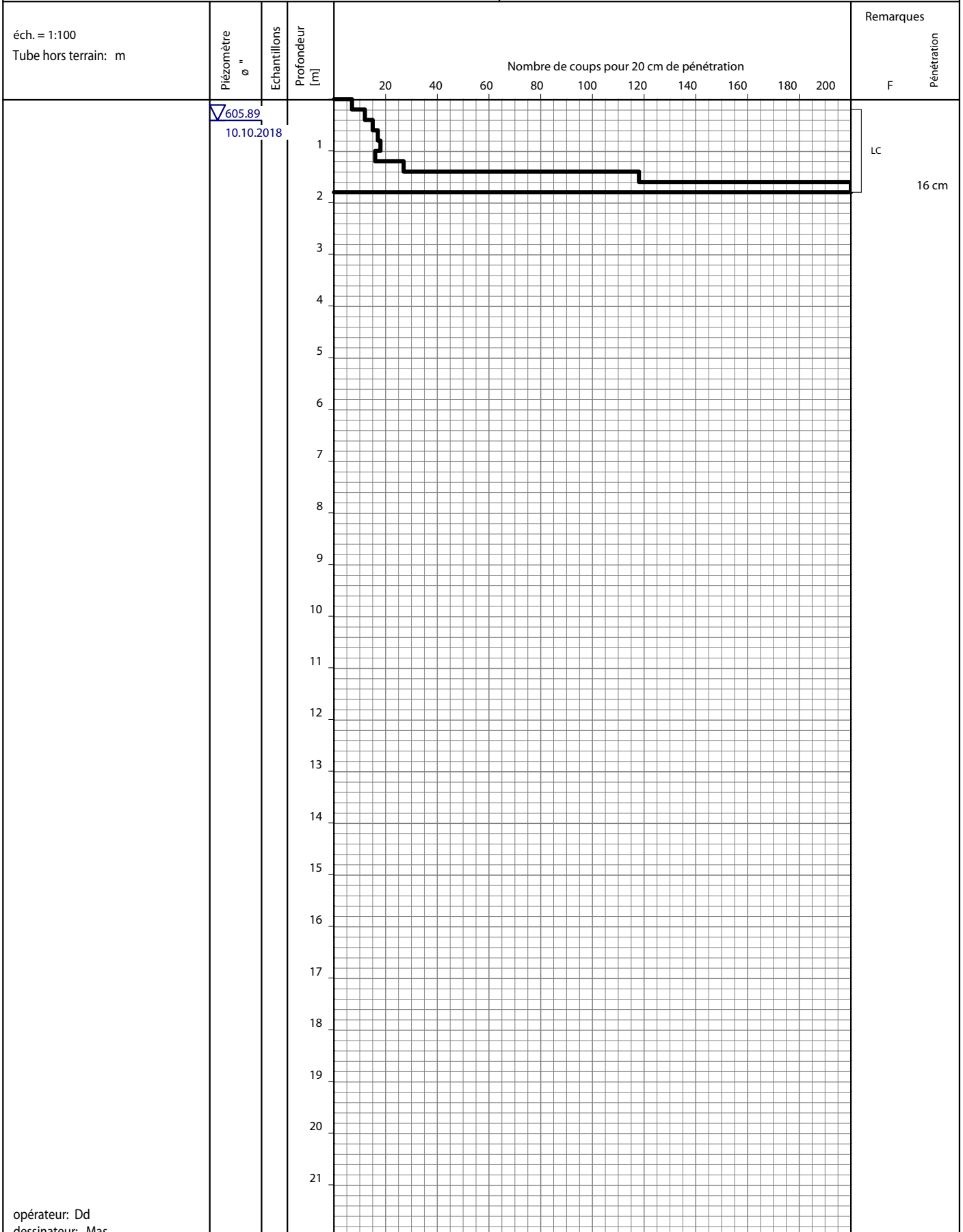
Date: 10.10.2018	Mandat No.: 2517053.4	<h1 style="margin: 0;">GEOTEST</h1> <p style="margin: 0; font-size: small;">GEOLOGIE / INGENIERIE / GEPHYSIQUE / ENVIRONNEMENT</p>
Objet: Marly-Matran, Nouvelle jonction, Géotechnique		
Type: VAWE selon SN 670 314 (non tubé, pointe 10 cm ² , masse 30 kg, hauteur de chute 20 cm)		<h2 style="margin: 0;">Sondage au pénétromètre P 07B/18</h2>
F	Nombre de coups après le retrait de la sonde (frottement latéral)	
C	Crissement pendant le retrait de la sonde (caractéristique pour le gravier)	
LC	Léger crissement	
Altitude du terrain env.: 606.20 m s.m.		Coordonnées env.: 2'578'301 / 1'180'121

éch. = 1:100 Tube hors terrain: m	Piézomètre Ø "	Echantillons	Profondeur [m]	Nombre de coups pour 20 cm de pénétration													Remarques	
				20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	F	Pénétration			
Pointe blanche			1														C	18 cm
			2															
			3															
			4															
			5															
			6															
			7															
			8															
			9															
			10															
			11															
			12															
			13															
			14															
			15															
			16															
			17															
			18															
			19															
			20															
			21															

opérateur: Dd
dessinateur: Mas

Date: 10.10.2018	Mandat No.: 2517053.4
Objet: Marly-Matran, Nouvelle jonction, Géotechnique	
Type: VAWÉ selon SN 670 314 (non tubé, pointe 10 cm ² , masse 30 kg, hauteur de chute 20 cm)	
F	Nombre de coups après le retrait de la sonde (frottement latéral)
C	Crissement pendant le retrait de la sonde (caractéristique pour le gravier)
LC	Léger crissement
Altitude du terrain env.: 606.30 m s.m.	Coordonnées env.: 2'578'339 / 1'180'112

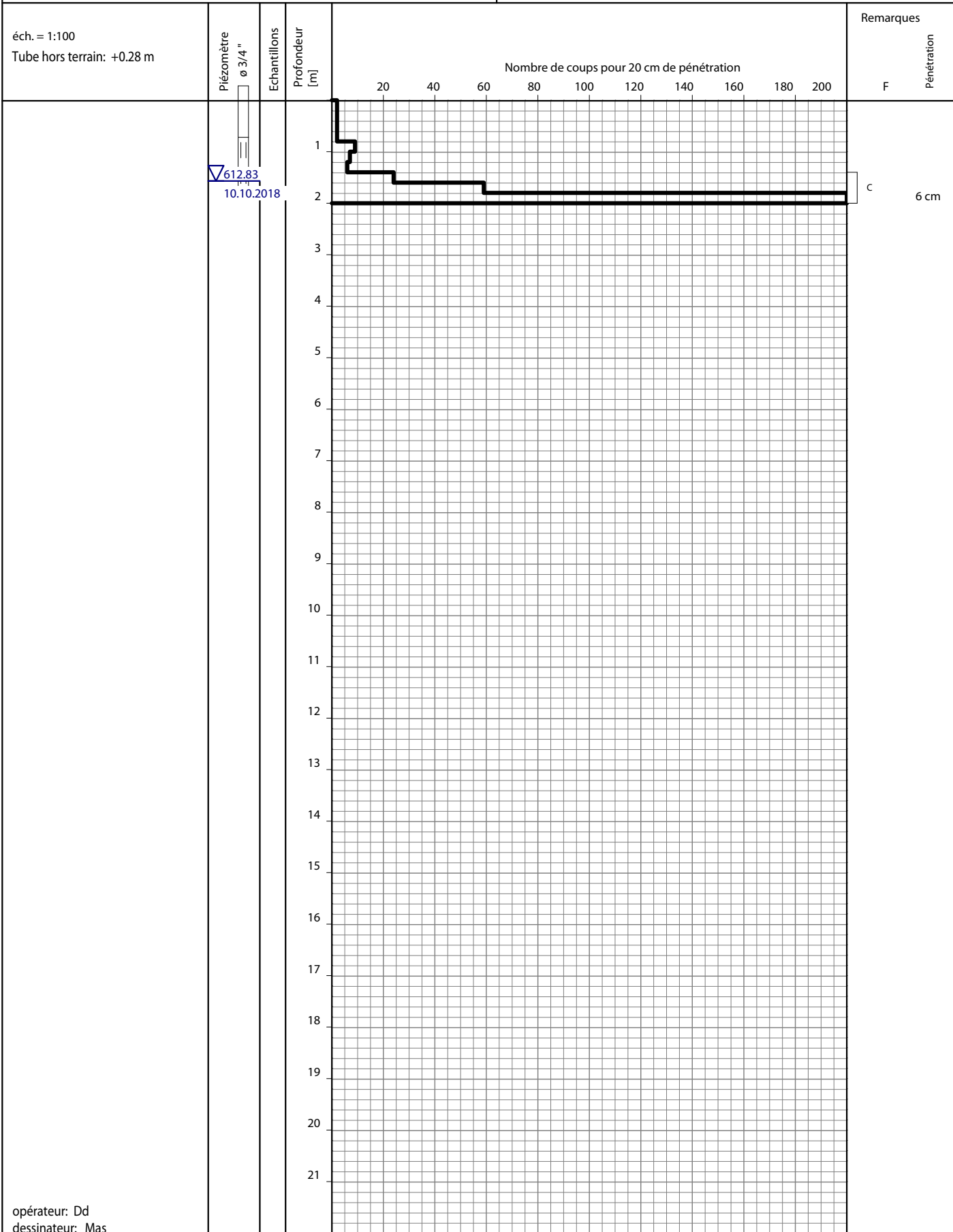
Sondage au pénétromètre P 08/18



opérateur: Dd
dessinateur: Mas

Date: 10.10.2018 Mandat No.: 2517053.4
 Objet: Marly-Matran, Nouvelle jonction, Géotechnique
 Type: VAWE selon SN 670 314
 (non tubé, pointe 10 cm², masse 30 kg, hauteur de chute 20 cm)
 F Nombre de coups après le retrait de la sonde (frottement latéral)
 C Crissement pendant le retrait de la sonde (caractéristique pour le gravier)
 LC Léger crissement
 Altitude du terrain env.: 614.40 m s.m. Coordonnées env.: 2'578'340 / 1'180'097

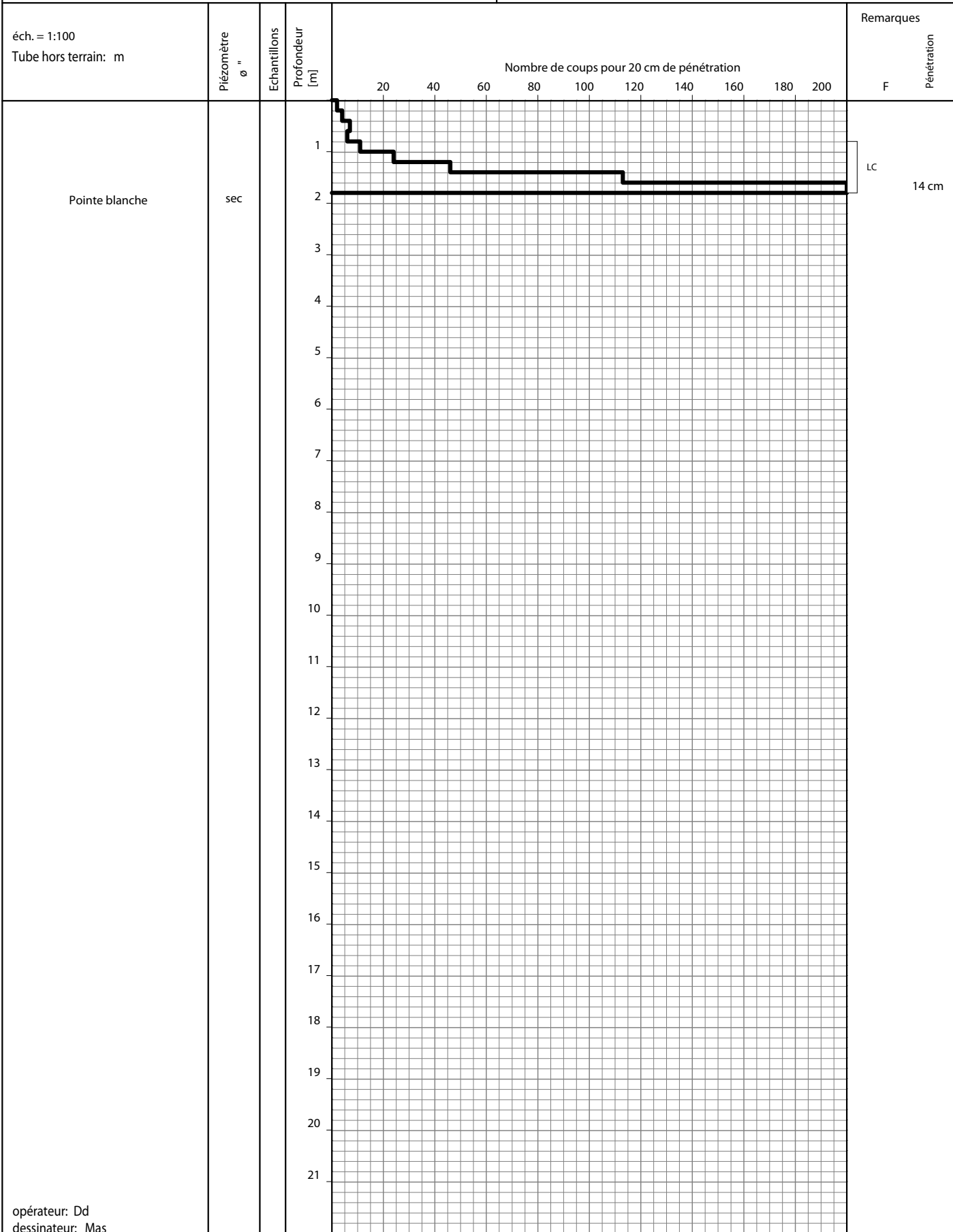
Sondage au pénétromètre P 09/18



opérateur: Dd
 dessinateur: Mas

Date: 10.10.2018 Mandat No.: 2517053.4
 Objet: Marly-Matran, Nouvelle jonction, Géotechnique
 Type: VAWÉ selon SN 670 314
 (non tubé, pointe 10 cm², masse 30 kg, hauteur de chute 20 cm)
 F Nombre de coups après le retrait de la sonde (frottement latéral)
 C Crissement pendant le retrait de la sonde (caractéristique pour le gravier)
 LC Léger crissement
 Altitude du terrain env.: 609.96 m s.m. Coordonnées env.: 2'578'494 / 1'180'054

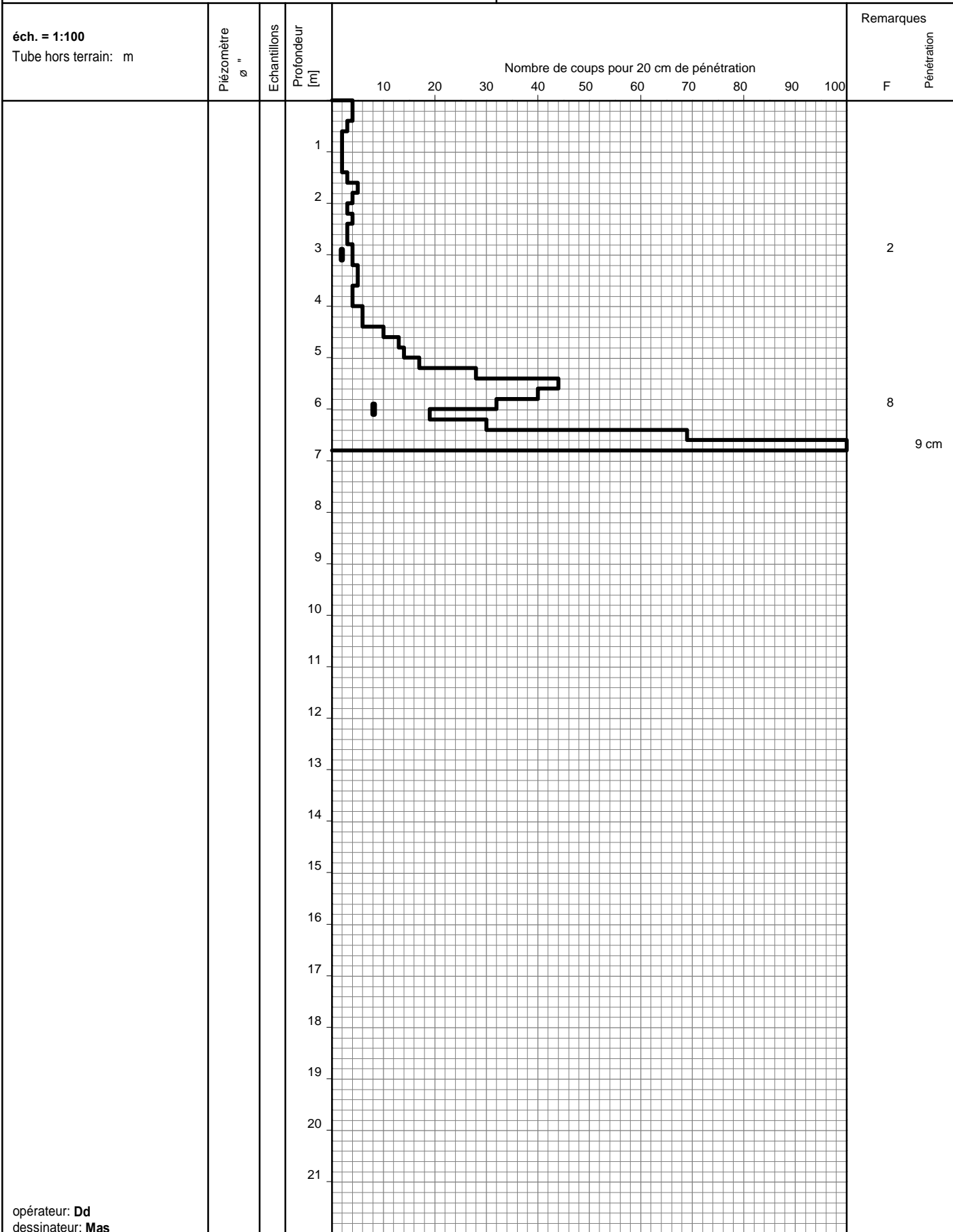
Sondage au pénétromètre P 10/18



opérateur: Dd
 dessinateur: Mas

Date: **20.02.2019** Mandat No.: **2517053.4b**
 Objet: **Marly-Matran, Nouvelle jonction, Géotechnique**
 Type: DPSH-A (ultra lourd) selon EN ISO 22476-2:2005
 (non tubé, pointe 16 cm², masse 63.5 kg, hauteur de chute 50 cm)
 F Nombre de coups après le retrait de la sonde (frottement latéral)
 C Crissement pendant le retrait de la sonde (caractéristique pour le gravier)
 LC Léger crissement
 Altitude du terrain env.: **613.65 m s.m.** Coordonnées env.: **2°57'516 / 1°18'047**

Sondage au pénétromètre P 11/19



opérateur: **Dd**
 dessinateur: **Mas**

Date: **20.02.2019** Mandat No.: **2517053.4b**

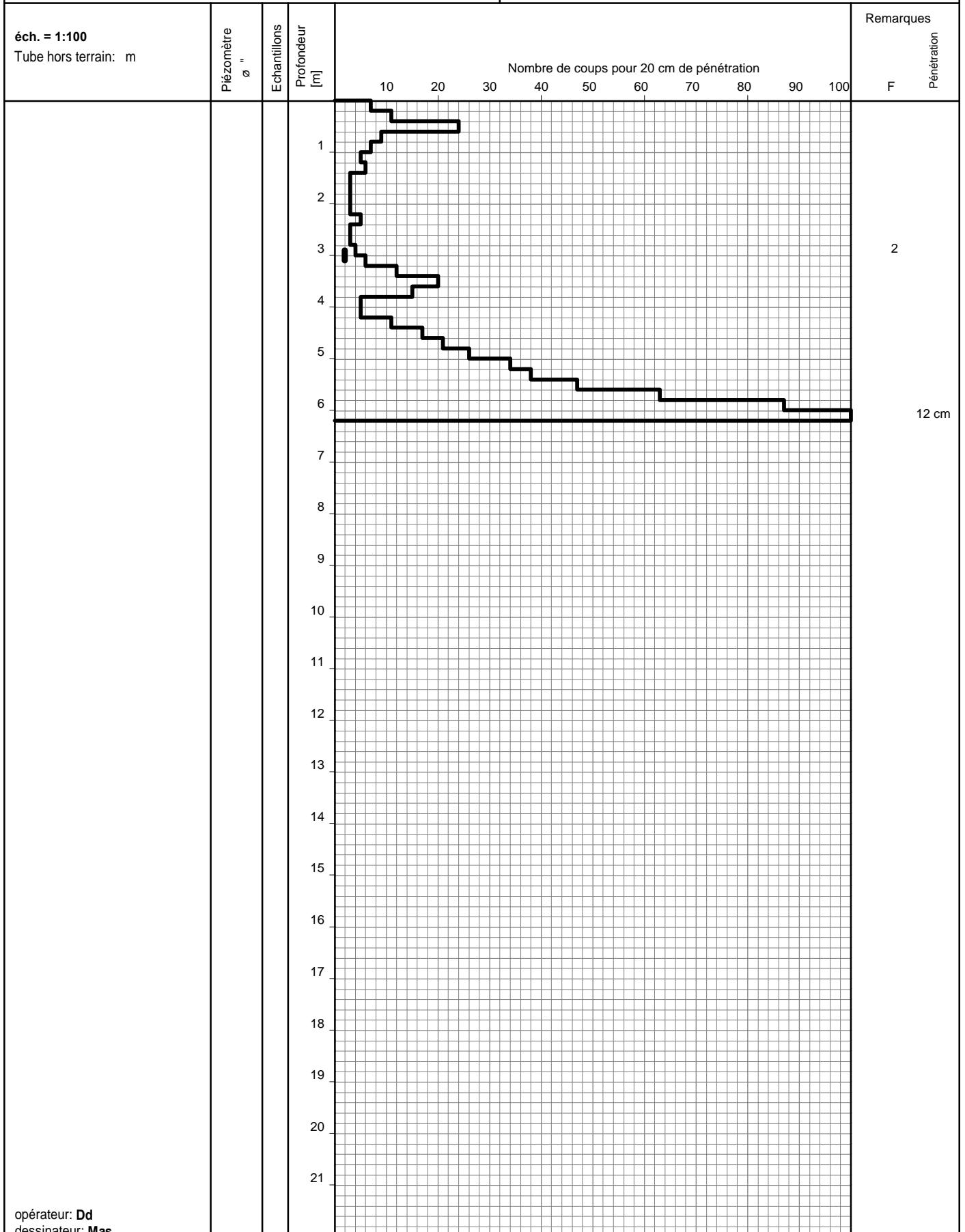
Objet: **Marly-Matran, Nouvelle jonction, Géotechnique**

Type: DPSH-A (ultra lourd) selon EN ISO 22476-2:2005
(non tubé, pointe 16 cm², masse 63.5 kg, hauteur de chute 50 cm)

F Nombre de coups après le retrait de la sonde (frottement latéral)
C Crissement pendant le retrait de la sonde (caractéristique pour le gravier)
LC Léger crissement

Altitude du terrain env.: **624.81 m s.m.** Coordonnées env.: **2°57'531 / 1°18'001**

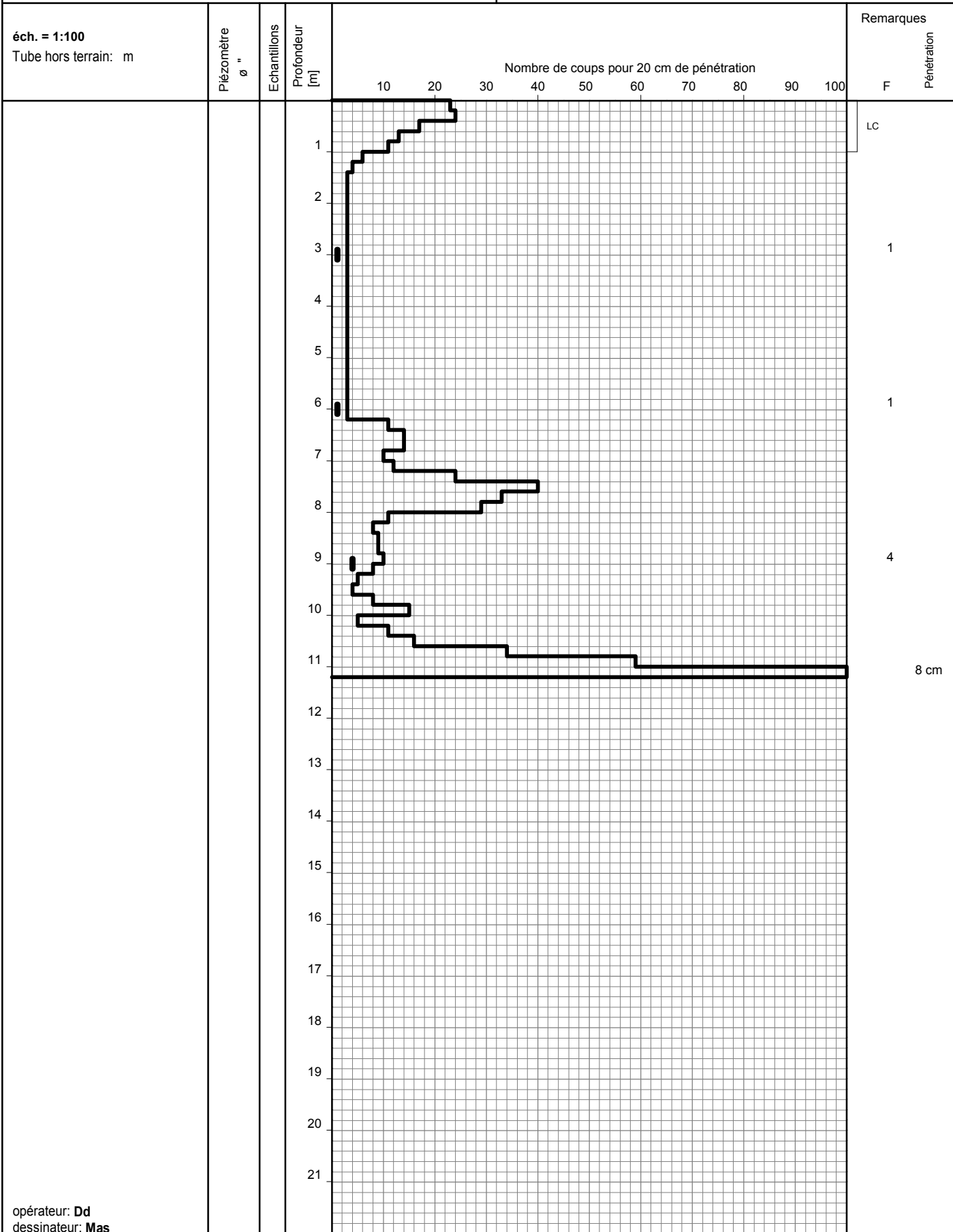
Sondage au pénétromètre P 12/19



opérateur: **Dd**
dessinateur: **Mas**

Date: **20.02.2019** Mandat No.: **2517053.4b**
 Objet: **Marly-Matran, Nouvelle jonction, Géotechnique**
 Type: DPSH-A (ultra lourd) selon EN ISO 22476-2:2005
 (non tubé, pointe 16 cm², masse 63.5 kg, hauteur de chute 50 cm)
 F Nombre de coups après le retrait de la sonde (frottement latéral)
 C Crissement pendant le retrait de la sonde (caractéristique pour le gravier)
 LC Léger crissement
 Altitude du terrain env.: **620.50 m s.m.** Coordonnées env.: **2°57'8"606 / 1°18'0"031**

Sondage au pénétromètre P 13/19



opérateur: **Dd**
 dessinateur: **Mas**

Annexe 12 : Mesures in situ des niveaux piézométriques

Piézomètre	F03			F04			F05			F06			F08			P09			F10			F11			Remarques			
	Altitude terrain [m s. m.]	608.81		626.34		625.20		597.04		606.51		614.40		623.42		622.04												
Tube hors terrain [m]	0.5		0.70		0.82		0.60		0.93		0.28		0.79		0.72													
Altitude piézo. [m s. m.]	609.31		627.04		626.02		597.64		607.44		614.68		624.21		622.76													
Dates	Mesure ¹⁾	Prof.	Altitude ²⁾	Mesure ¹⁾	Prof.	Altitude ²⁾	Mesure ¹⁾	Prof.	Altitude ²⁾	Mesure ¹⁾	Prof.	Altitude ²⁾	Mesure ¹⁾	Prof.	Altitude ²⁾	Mesure ¹⁾	Prof.	Altitude ²⁾	Mesure ¹⁾	Prof.	Altitude ²⁾	Mesure ¹⁾	Prof.	Altitude ²⁾	Mesure ¹⁾	Prof.	Altitude ²⁾	Remarques
28.11.2017	6.60	6.10	602.71	10.27	9.57	616.77	14.70	13.88	611.32																			Mesure par foreur; Météo: lég. pluvieux
29.11.2017										6.00	5.40	591.64																Mesure par foreur; Météo: lég. pluvieux
19.12.2017	8.32	7.82	600.99	10.37	9.67	616.67	14.76	13.94	611.26	6.35	5.75	591.29	1.93	1.00	605.51													Mesure par Geotest (scy), période pluvieuse
08.01.2018	7.70	7.20	601.61	9.99	9.29	617.05	14.77	13.95	611.25	6.47	5.87	591.17	1.92	0.99	605.52													Mesure par Geotest (scy), fonte neige
23.01.2018	3.83	3.33	605.48	9.22	8.52	617.82	14.74	13.92	611.28	6.45	5.85	591.19	1.72	0.79	605.72													Mesure par Geotest (scy), période pluvieuse
21.02.2018	4.77	4.27	604.54	8.32	7.62	618.72	14.50	13.68	611.52	6.44	5.84	591.20	1.96	1.03	605.48													Mesure par Geotest (scy), période sèche
07.03.2018	4.86	4.36	604.45	8.33	7.63	618.71	14.44	13.62	611.58	6.47	5.87	591.17	2.16	1.23	605.28													Mesure par Geotest (scy), fonte neige
17.04.2018	4.77	4.27	604.54	7.99	7.29	619.05	14.27	13.45	611.75	6.37	5.77	591.27	2.15	1.22	605.29													Mesure par Geotest (scy), période sèche
15.05.2018	5.40	4.90	603.91	8.35	7.65	618.69	14.27	13.45	611.75	6.46	5.86	591.18	1.95	1.02	605.49													Mesure par Geotest (scy), période lég. pluvieux
08.06.2018	5.61	5.11	603.70	8.65	7.95	618.39	14.36	13.54	611.66	6.47	5.87	591.17	1.96	1.03	605.48													Mesure par Geotest (scy), période lég. pluvieux
12.07.2018	5.22	4.72	604.09	8.61	7.91	618.43	14.44	13.62	611.58	6.43	5.83	591.21	2.10	1.17	605.34													Mesure par Geotest (scy), période sèche
16.08.2018	5.89	5.39	603.42	8.95	8.25	618.09	14.50	13.68	611.52	6.51	5.91	591.13	2.18	1.25	605.26													Mesure par Geotest (scy), période sèche
13.09.2018	6.06	5.56	603.25	9.18	8.48	617.86	14.54	13.72	611.48	6.52	5.92	591.12	2.13	1.20	605.31													Mesure par Geotest (scy), période sèche
11.10.2018	sec à 6.10			9.49	8.79	617.55	14.60	13.78	611.42	sec à 6.55			2.11	1.18	605.33	1.73	1.45	612.95										Mesure par Geotest (scy), période sèche
20.11.2018	sec à 6.10			9.90	9.20	617.14	14.67	13.85	611.35	sec à 6.55			2.01	1.08	605.43	1.74	1.46	612.94										mesure par Geotest (ra), période lég. pluvieuse / neigeuse
25.02.2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.62	9.83	613.59	13.60	12.88	609.16			Mesure par Geotest (mk), période sèche	
25.03.2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.94	10.15	613.27	13.59	12.87	609.17			Mesure par Geotest (scy), période lég. pluvieuse	
Min	3.83	3.33	605.48	7.99	7.29	619.05	14.27	13.45	611.75	6.00	5.40	591.64	1.72	0.79	605.72	1.73	1.45	612.95	10.62	9.83	613.59	13.59	12.87	609.17				
Max	8.32	7.82	600.99	10.37	9.67	616.67	14.77	13.95	611.25	6.52	5.92	591.12	2.18	1.25	605.26	1.74	1.46	612.94	10.94	10.15	613.27	13.60	12.88	609.16				
Variation	-4.49	-4.49	-4.49	-2.38	-2.38	-2.38	-0.50	-0.50	-0.50	-0.52	-0.52	-0.52	-0.46	-0.46	-0.46	-0.01	-0.01	-0.01	-0.32	-0.32	-0.32	-0.01	-0.01	-0.01				

1) mesure par rapport au haut du tube
 2) altitude de la nappe phréatique

Date 21.02.2019	ESSAI D'INFILTRATION
Tranchée N° Tr13/19	
Essai No 1	

Dimensions de la tranchée :

Longueur haut (m): 1.00 Largeur haut (m): 0.70 Profondeur (m): 0.50
 Longueur bas (m): 1.00 Largeur bas (m) : 0.70

Relevé du terrain		Abaissement du niveau d'eau									
Profond. dès [m]:	Matériau	Date	Heure	t (min)	t (sec)	d(t) (sec)	Niveau (m)	h (m)	d(h) (m)	K _{Porchet} (m/sec)	K _{VAWE} (m/sec)
0.0	Sable peu limoneux, peu graveleux, avec humus, avec racines, brun	21.02.19	10:30:00				0.500				
		21.02.19	10:30:30	0.5	30	30	0.480	0.020	-0.020	-6.36E-04	-2.10E-04
		21.02.19	10:31:00	1	60	30	0.465	0.035	-0.015	-4.41E-04	-1.46E-04
0.2	Sable très graveleux, avec pierres, rares, blocs, beige-gris	21.02.19	10:31:30	1.5	90	30	0.450	0.050	-0.015	-4.14E-04	-1.39E-04
		21.02.19	10:32:00	2	120	30	0.440	0.060	-0.010	-2.63E-04	-8.94E-05
		21.02.19	10:32:30	2.5	150	30	0.430	0.070	-0.010	-2.53E-04	-8.73E-05
1 - 1.6	Sable fin à moyen, très peu graveleux, quelques pierres, gris-beige	21.02.19	10:33:00	3	180	30	0.425	0.075	-0.005	-1.23E-04	-4.30E-05
		21.02.19	10:33:30	3.5	210	30	0.420	0.080	-0.005	-1.21E-04	-4.26E-05
		21.02.19	10:34:00	4	240	30	0.410	0.090	-0.010	-2.36E-04	-8.40E-05
		21.02.19	10:34:30	4.5	270	30	0.405	0.095	-0.005	-1.15E-04	-4.15E-05
		21.02.19	10:35:00	5	300	30	0.400	0.100	-0.005	-1.13E-04	-4.12E-05
		21.02.19	10:36:00	6	360	60	0.390	0.110	-0.010	-1.10E-04	-4.08E-05
		21.02.19	10:37:00	7	420	60	0.380	0.120	-0.010	-1.07E-04	-4.04E-05
		21.02.19	10:38:00	8	480	60	0.370	0.130	-0.010	-1.04E-04	-4.00E-05
		21.02.19	10:39:00	9	540	60	0.360	0.140	-0.010	-1.01E-04	-3.96E-05
		21.02.19	10:40:00	10	600	60	0.350	0.150	-0.010	-9.78E-05	-3.94E-05
K médian										-1.21E-04	-4.26E-05

Interprétation de l'essai

a) avec hypothèses de Porchet:

- milieu non saturé, homogène, isotrope
- gradient hydraulique $i = 1$

$K_{\text{prisme}} = -dV / dt \cdot (i \cdot S)$ où:

dV/dt = variation du volume d'eau

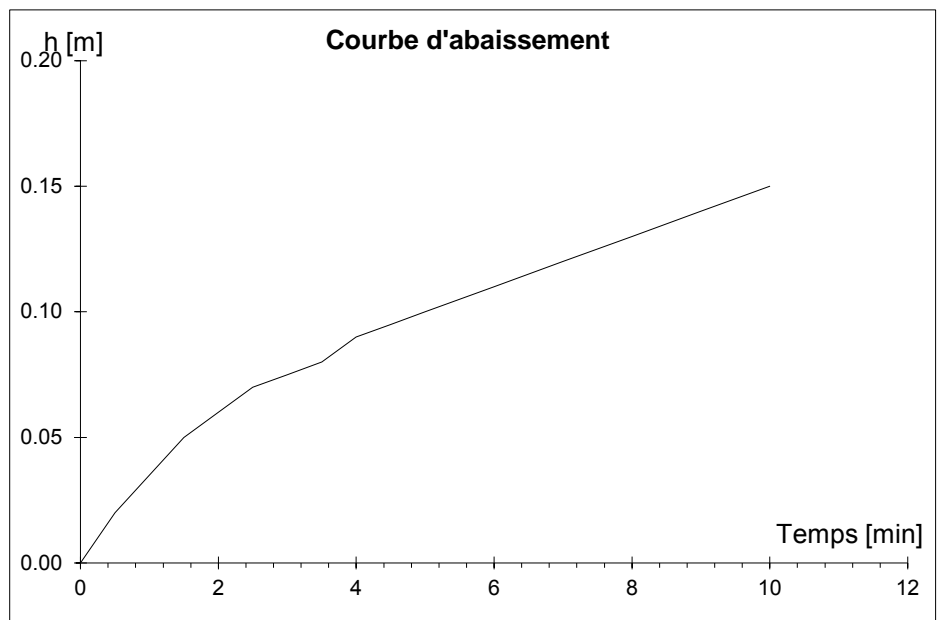
S = surface d'infiltration
 (fond + côtés verticaux ou obliques)

b) avec formule expérimentale du VAWE (EPFZ)

$$K = \frac{(1 + 2 \frac{h_m}{b})^2 \cdot h}{(27 \cdot \frac{h_m}{b} + 3) \cdot t}$$

où:

h_m = hauteur d'eau moyenne dans la tranchée
 b = racine carrée de la surface de la tranchée
 = 0.84



Date	21.02.2019	ESSAI D'INFILTRATION
Tranchée N°	Tr14/19	
Essai No	1	

Dimensions de la tranchée :

Longueur haut (m): 1.10 Largeur haut (m): 0.90 Profondeur (m): 0.30
 Longueur bas (m): 1.10 Largeur bas (m) : 0.60

Relevé du terrain		Abaissement du niveau d'eau									
Profond. dès [m]:	Matériau	Date	Heure	t (min)	t (sec)	d(t) (sec)	Niveau (m)	h (m)	d(h) (m)	K _{Porchet} (m/sec)	K _{VAVE} (m/sec)
0.0	Sable limoneux, très peu graveleux, avec humus, avec racines, brun	21.02.19	9:30:00				0.300				
		21.02.19	9:31:00	1	60	60	0.300				
		21.02.19	9:32:00	2	120	60	0.295	0.005	-0.005	-8.25E-05	-2.74E-05
0.3	Sable limoneux, peu graveleux, rares pierres, avec racines, brun	21.02.19	9:34:00	4	240	120	0.290	0.010	-0.005	-4.05E-05	-1.33E-05
		21.02.19	9:38:00	8	480	240	0.285	0.015	-0.005	-1.99E-05	-6.48E-06
		21.02.19	9:45:00	15	900	420	0.280	0.020	-0.005	-1.12E-05	-3.62E-06
0.6	Sable limoneux, graveleux, peu agileux, avec pierres, rares blocs, beige, humide à très humide	21.02.19	9:50:00	20	1200	300	0.275	0.025	-0.005	-1.54E-05	-4.95E-06
-		21.02.19	9:55:00	25	1500	300	0.270	0.030	-0.005	-1.51E-05	-4.85E-06
1.3	Venue d'eau à 1.3 m	21.02.19	10:00:00	30	1800	300	0.265	0.035	-0.005	-1.49E-05	-4.76E-06
		21.02.19	10:10:00	40	2400	600	0.260	0.040	-0.005	-7.32E-06	-2.34E-06
	<i>Remarques:</i>										
K médian										-1.51E-05	-4.85E-06

Interprétation de l'essai

a) avec hypothèses de Porchet:

- milieu non saturé, homogène, isotrope
- gradient hydraulique $i = 1$

$K_{\text{prisme}} = -dV / dt \cdot (i \cdot S)$ où:

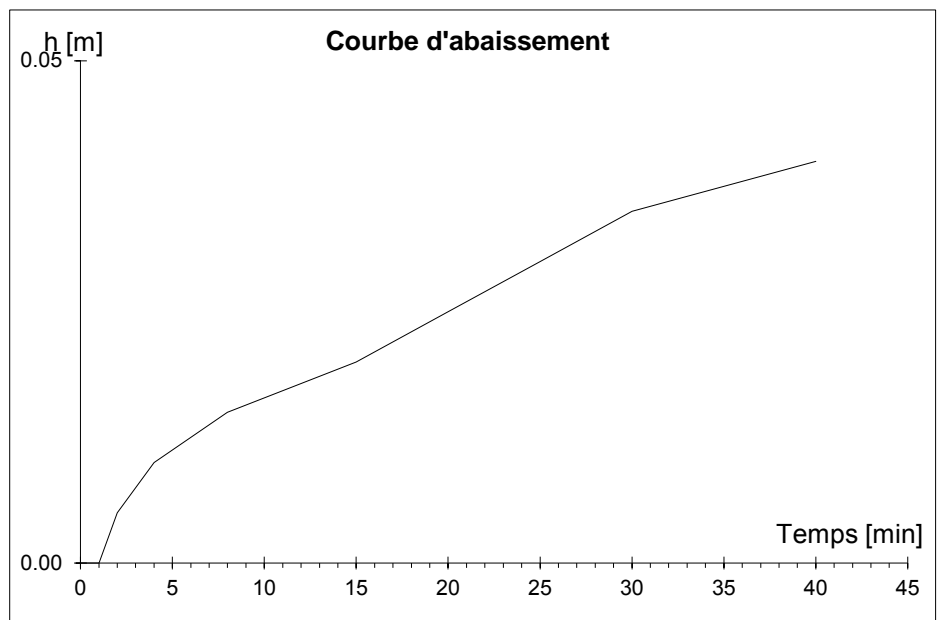
dV/dt = variation du volume d'eau

S = surface d'infiltration
 (fond + côtés verticaux ou obliques)

b) avec formule expérimentale du VAVE (EPFZ)

$$K = \frac{(1 + 2 \frac{h_m}{b})^2 \cdot h}{(27 \cdot \frac{h_m}{b} + 3) \cdot t} \quad \text{où:}$$

h_m = hauteur d'eau moyenne dans la tranchée
 b = racine carrée de la surface de la tranchée
 = 0.81



Date	21.02.2019	ESSAI D'INFILTRATION
Tranchée N°	Tr15/19	
Essai No	1	

Dimensions de la tranchée :

Longueur haut (m): 1.10 Largeur haut (m): 1.00 Profondeur (m): 0.40
 Longueur bas (m): 1.10 Largeur bas (m): 1.00

Relevé du terrain		Abaissement du niveau d'eau									
Profond. dès [m]:	Matériau	Date	Heure	t (min)	t (sec)	d(t) (sec)	Niveau (m)	h (m)	d(h) (m)	K _{Porchet} (m/sec)	K _{VAWE} (m/sec)
0.0	Sable limoneux, peu graveleux, avec humus, avec racines, brun	21.02.19	9:30:00				0.400				
		21.02.19	9:31:00	1	60	60	0.400				
0.2	Sable limoneux, très graveleux, avec pierres, avec racines	21.02.19	9:32:00	2	120	60	0.390	0.010	-0.010	-1.64E-04	-5.43E-05
		21.02.19	9:33:00	3	180	60	0.380	0.020	-0.010	-1.58E-04	-5.21E-05
		21.02.19	9:34:00	4	240	60	0.370	0.030	-0.010	-1.52E-04	-5.02E-05
0.4	Sable limoneux, peu argileux, très graveleux, avec pierres, quelques racines, beige, légèrement humide	21.02.19	9:35:00	5	300	60	0.360	0.040	-0.010	-1.47E-04	-4.86E-05
		21.02.19	9:36:00	6	360	60	0.350	0.050	-0.010	-1.42E-04	-4.73E-05
		21.02.19	9:37:00	7	420	60	0.340	0.060	-0.010	-1.38E-04	-4.61E-05
		21.02.19	9:38:00	8	480	60	0.330	0.070	-0.010	-1.34E-04	-4.51E-05
1	Sable limoneux, peu argileux, graveleux, quelques pierres, traces de charbon, beige, légèrement humide	21.02.19	9:39:00	9	540	60	0.320	0.080	-0.010	-1.30E-04	-4.42E-05
		21.02.19	9:40:00	10	600	60	0.310	0.090	-0.010	-1.26E-04	-4.34E-05
1.5	Remarques:	21.02.19	9:41:00	11	660	60	0.300	0.100	-0.010	-1.22E-04	-4.27E-05
		21.02.19	9:44:00	14	840	180	0.290	0.110	-0.010	-3.97E-05	-1.40E-05
		21.02.19	9:50:00	20	1200	360	0.260	0.140	-0.030	-5.64E-05	-2.06E-05
K médian									-1.34E-04	-4.51E-05	

Interprétation de l'essai

a) avec hypothèses de Porchet:

- milieu non saturé, homogène, isotrope
- gradient hydraulique $i = 1$

$K_{\text{prisme}} = -dV / dt \cdot (i \cdot S)$ où:

$dV/dt =$ variation du volume d'eau

$S =$ surface d'infiltration
 (fond + côtés verticaux ou obliques)

b) avec formule expérimentale du VAWE (EPFZ)

$$K = \frac{(1 + 2 \frac{h_m}{b})^2 \cdot h}{(27 \cdot \frac{h_m}{b} + 3) \cdot t}$$

où:

$h_m =$ hauteur d'eau moyenne dans la tranchée
 $b =$ racine carrée de la surface de la tranchée
 $= 1.05$

