

BERNEX VAILLY - PLQ 30'022

ENQUÊTE PUBLIQUE - JUIN 2023

ETUDE GEOTECHNIQUE

Genève, le 02.11.2021
GE1678.100.3

CSD INGENIEURS SA

Avenue Industrielle 12

CH-1227 Carouge

t +41 22 308 89 00

f +41 22 308 89 11

e geneve@csd.ch

www.csd.ch

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|-----------|
| RESUME | 1 |
| 1. INTRODUCTION | 1 |
| 1.1 Présentation du projet | 1 |
| 1.2 Situation géographique | 1 |
| 2. CONTEXTE GEOLOGIQUE | 3 |
| 2.1 Géologie locale | 3 |
| 2.2 Classes sismiques des sols | 4 |
| 3. INVESTIGATIONS | 5 |
| 3.1 Investigations de sols | 5 |
| 3.2 Essais in situ | 5 |
| 3.3 Essais en laboratoire | 6 |
| 4. CARACTERISTIQUES ET PARAMETRES GEOTECHNIQUES | 7 |
| 5. PROFILS GEOLOGIQUES | 8 |
| 6. VALORISATION DES MATERIAUX | 8 |
| 6.1 Classes de portance | 8 |
| 6.2 Valorisation des déblais | 8 |
| 6.3 Recommandations spécifiques | 11 |
| 7. RECOMMANDATIONS CONSTRUCTIVES | 12 |
| 7.1 Terrassements | 12 |
| 7.2 Stockage | 12 |
| 7.3 Talus | 12 |
| 7.4 Soutènements | 13 |
| 7.5 Fondations | 13 |
| 8. CONCLUSIONS | 14 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| Tableau 1 Définition des classes de sols de fondation de la SIA 261 | 4 |
| Tableau 2 Sondages réalisés | 5 |
| Tableau 3 Essais in situ | 5 |
| Tableau 4 Essais de classification en laboratoire | 6 |
| Tableau 5 Essais pressiométriques | 6 |
| Tableau 6 Paramètres géotechniques | 7 |
| Tableau 7 Classes de portance au sens de la norme VSS SN 640 317b | 8 |
| Tableau 8 Possibilités de réutilisation des matériaux | 10 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|---|
| Figure 1 Situation géographique de la zone projet | 2 |
| Figure 2 Situation géographique de la zone projet (zoom). | 3 |
| Figure 3 Extrait de l'atlas géologique 1 / 25 000, feuille nr 12 Chancy. | 4 |

ANNEXES

| | | |
|----------|-------------------------------|----|
| ANNEXE A | Plan de situation des forages | 17 |
| ANNEXE B | Relevés de forages | 19 |
| ANNEXE C | Profils géologiques | 21 |
| ANNEXE D | Essais de laboratoire | 23 |

PREAMBULE

CSD confirme par la présente avoir exécuté son mandat avec la diligence requise. Les résultats et conclusions sont basés sur l'état actuel des connaissances tel qu'exposé dans le rapport et ont été obtenus conformément aux règles reconnues de la branche.

CSD se fonde sur les prémisses que :

- le mandant ou les tiers désignés par lui ont fourni des informations et des documents exacts et complets en vue de l'exécution du mandat,
- les résultats de son travail ne seront pas utilisés de manière partielle,
- sans avoir été réexaminés, les résultats de son travail ne seront pas utilisés pour un but autre que celui convenu ou pour un autre objet ni transposés à des circonstances modifiées.

Dans la mesure où ces conditions ne sont pas remplies, CSD décline toute responsabilité envers le mandant pour les dommages qui pourraient en résulter.

Si un tiers utilise les résultats du travail ou s'il fonde des décisions sur ceux-ci, CSD décline toute responsabilité pour les dommages directs et indirects qui pourraient en résulter.

RESUME

Le rapport d'étude géotechnique est l'interprétation de la campagne de 12 sondages effectués dans le cadre du projet d'établissement du PLQ (Plan localisé de quartier) du secteur de Vailly sur la commune de Bernex. Les formations géologiques identifiées sont la Moraine Würmienne et la Molasse Rouge du Chattien inférieur. La Moraine est peu profonde, dès 0.5 m sous le terrain naturel, et a une épaisseur 5 m et 12 m environ. La Molasse a une pente du sud-est au nord-ouest et est quasiment affleurante au niveau du sondage S3 (coin sud-est de la zone projet) alors qu'au coin opposé (nord-ouest), elle est profonde de 11 m à plus de 13 m sous le terrain naturel. Les potentiels de valorisation sont élevés pour la molasse gréseuse, moyens pour la moraine et faibles pour la molasse marneuse.

1. Introduction

1.1 Présentation du projet

L'entreprise Losinger Marazzi SA a mandaté CSD Ingénieurs pour les volets eau, sol, géotechnique (incluant déblais et remblais et gestion des matériaux), et OPAM dans le cadre de l'établissement des documents techniques du PLQ (Plan localisé de quartier) du secteur de Vailly, qui s'inscrit dans le périmètre du Grand Projet Bernex. La présente étude géotechnique est une sous-partie de l'étude de faisabilité et de valorisation des matériaux qui précède l'actualisation du PLQ et qui définit et révisé l'usage prévu de la zone projet. L'étude géotechnique vise à établir des propositions pour la gestion des matériaux.

1.2 Situation géographique

La zone projet consiste en trois parcelles, n°2347, 2408 et 7227, au droit des Route de Laconnex et Route de Chancy, sur la commune de Bernex (GE).

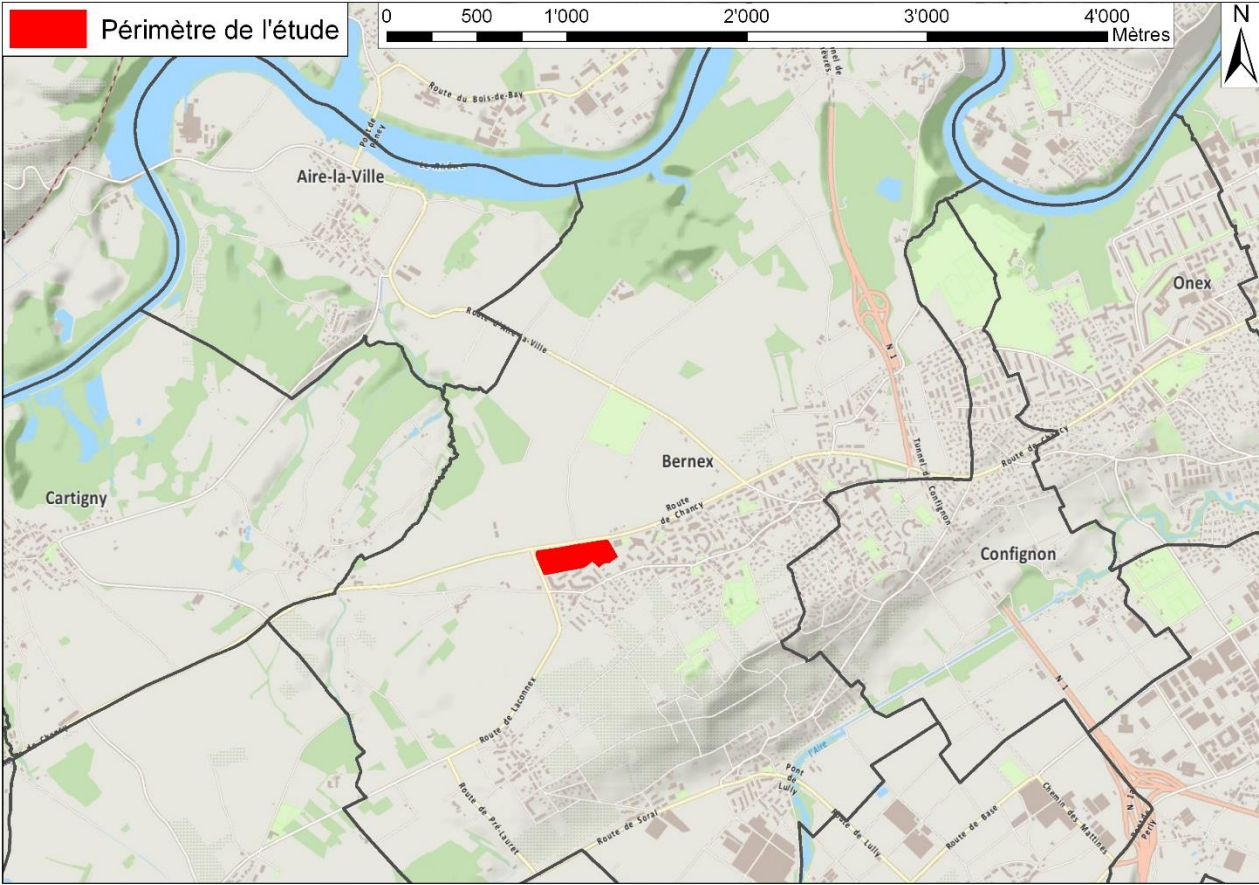


Figure 1 Situation géographique de la zone projet

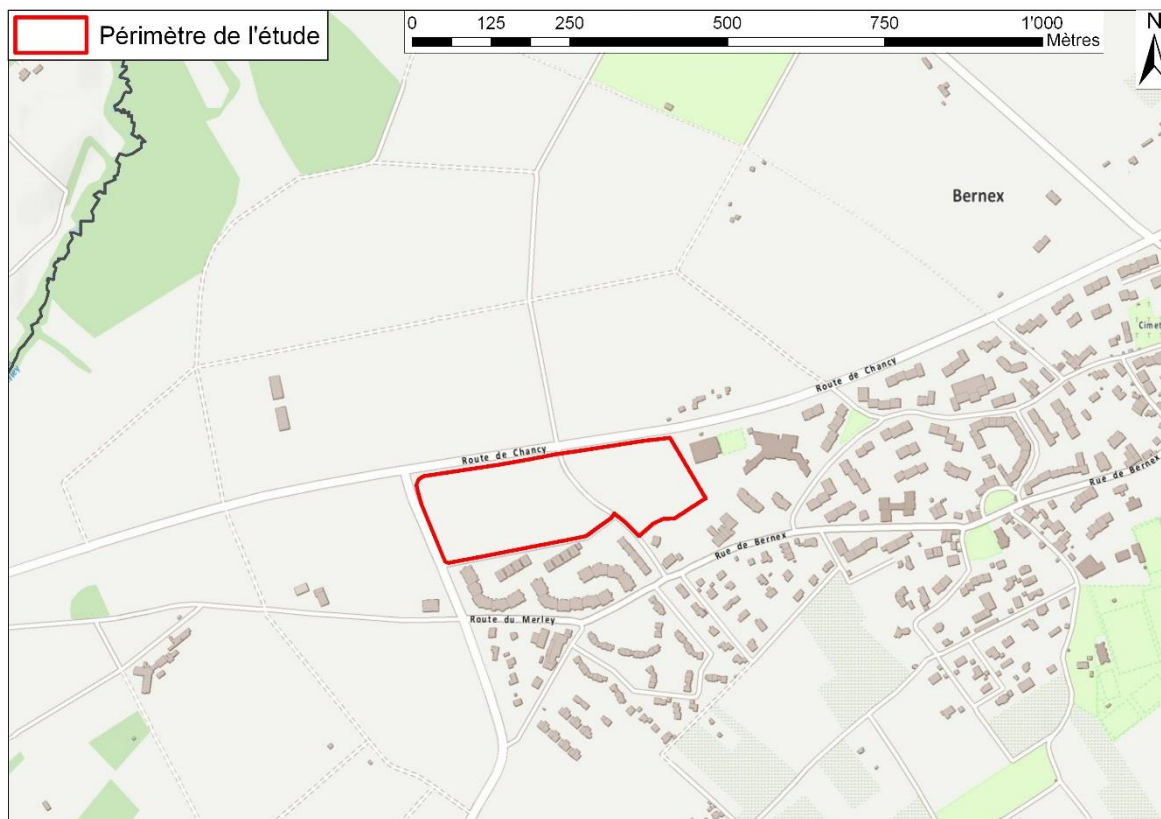


Figure 2 Situation géographique de la zone projet (zoom).

2. Contexte géologique

2.1 Géologie locale

L'atlas géologique au 1/25000 nous renseigne sur la géologie de la zone projet (indiquée par un point rouge sur la Figure 3). Il s'agit de Moraine de fond Würmienne (couche q4m indiquée sur la carte géologique).

La géologie de la zone projet consiste, sous la terre végétale et la sous-couche, en une couche de Moraine Würmienne limono-argileuse (7d) dure à très dure, d'au moins 5m d'épaisseur, surmontant de la Molasse marneuse (15₁) ou gréseuse (15₂). La Moraine Würmienne graveleuse (7a) n'est rencontrée que dans le sondage S5 sur 3 m et n'est par conséquent citée que sporadiquement dans ce rapport.

Lors du terrassement, la Moraine Würmienne est très vite rencontrée, dès 0.5 à 1.5 m de profondeur. Elle a une épaisseur variant de 5 m à 12 m environ. Le toit de la Molasse a une pente du sud-est au nord-ouest et la Molasse est quasiment affleurante au niveau du sondage S3 (coin sud-est de la zone projet). Du côté opposé, au coin nord-ouest de la zone projet, elle est profonde de 11 m à plus de 13 m sous le terrain naturel.

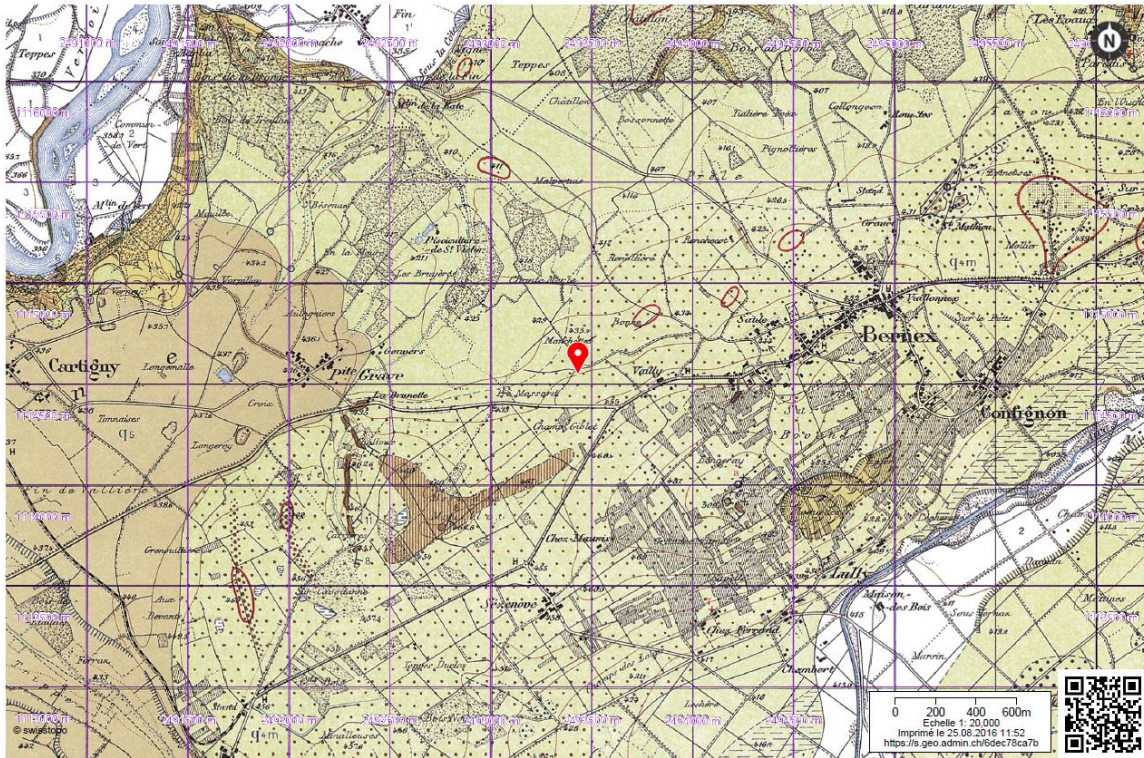


Figure 3 Extrait de l'atlas géologique 1 / 25 000, feuille nr 12 Chancy.

2.2 Classes sismiques des sols

Sept classes de sols de fondation sont définies par la norme SIA 261 (art. 16.2.2) :

| Classes | Description |
|----------|--|
| Classe A | Roche dure ou tendre sous une couverture maximale de 5 mètres de terrain meuble. |
| Classe B | Dépôts de sables et graviers cimentés et/ou sols préconsolidés d'une épaisseur de plus de 30 mètres. |
| Classe C | Dépôts de graviers et sables normalement consolidés et non cimentés et/ou matériel morainique, d'une épaisseur de plus de 30 mètres. |
| Classe D | Dépôts de sables fins, silts ou argiles non consolidés, d'une épaisseur de plus de 30 mètres. |
| Classe E | Couches superficielles des classes de sol de fondation C ou D d'une épaisseur comprise entre 5 et 30 mètres, surmontant une couche plus rigide des classes de sol de fondation A ou B. |
| Classe F | Dépôts à structure sensible et organiques d'une épaisseur supérieure à 10 mètres |

Tableau 1 Définition des classes de sols de fondation de la SIA 261

Selon les cartes du SITG, l'ensemble de la zone projet présente des sols de classe de fondation A (roche tendre sous une couverture maximale de 5 mètres de sol lâche.)

Il faut noter qu'il est possible de rencontrer des Alluvions Anciennes à l'extrémité nord du site. Le toit de cette formation se situe aux alentours de 400 msm (selon isolignes SITG, précision : 50 m). En raison de la possibilité de rencontrer ces matériaux, ils sont abordés dans le §6 Valorisation des matériaux, à titre indicatif.

3. Investigations

3.1 Investigations de sols

Une campagne de reconnaissance géotechnique a été effectuée sous la direction de CSD, comprenant 12 sondages carottés numérotés de S1 à S13. Le sondage S11 a été annulé car il a été jugé superflu lors de la campagne de reconnaissance. De plus, il existe une vingtaine de sondages historiques aux alentours du site. Les logs et plan de situation des sondages CSD et des sondages préexistants sont présentés en ANNEXE A et ANNEXE B.

Les sondages effectués sont les suivants :

| Nom | X | Y | Z (mesuré) | Profondeur (m) |
|-----|---------|---------|------------|----------------|
| S1 | 2493623 | 1114652 | 434.0 | 13.0 |
| S2 | 2493673 | 1114609 | 437.1 | 7.6 |
| S3 | 2493737 | 1114578 | 442.5 | 3.6 |
| S4 | 2493698 | 1114663 | 434.9 | 8.4 |
| S5 | 2493442 | 1114493 | 438.8 | 13.0 |
| S6 | 2493378 | 1114540 | 435.3 | 12.5 |
| S7 | 2493488 | 1114555 | 436.3 | 9.0 |
| S8 | 2493588 | 1114590 | 436.4 | 9.0 |
| S9 | 2493345 | 1114596 | 432.4 | 13.0 |
| S10 | 2493473 | 1114621 | 434.9 | 12.2 |
| S12 | 2493520 | 1114496 | 439.4 | 9.2 |
| S13 | 2493723 | 1114632 | 437.6 | 7.0 |

Tableau 2 Sondages réalisés

Aucune venue d'eau n'a été constatée au cours des sondages.

3.2 Essais in situ

Les protocoles des essais in situ sur carotte sont représentés dans l'ANNEXE B et sont résumés ci-dessous.

| Type de sol | C _{up} (kN/m ²) | nb | C _{us} (kN/m ²) | nb | N _{SPT} | nb | w (%) | nb | Consistance |
|---|---|------------------|---|------------------|-------------------|----|----------------------|----|---------------------|
| 7a : Moraine würmienne | >500 | 4 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | Nd |
| 7d : Moraine würmienne | 75 - >500 (>350) | Tous les 20cm | >250 | Tous les 50cm | 25 - >50 (>47) | 19 | 9.3 - 12.8 (10.7) | 4 | Dure |
| 15 ₁ : Molasse marneuse ou gréseuse altérée | 150 - >500 (>400) | Tous les 20cm | 150 - >250 (>230) | Tous les 50cm | >50 | 3 | - | 0 | Dure à très dure |
| 15 ₂ : Molasse gréseuse | >500 | 2 | >250 | 2 | >50 | 1 | - | 0 | Dure à très dure |

Tableau 3 Essais in situ

3.3 Essais en laboratoire

Les rapports des essais granulométriques en laboratoire sont donnés en ANNEXE D et les principales caractéristiques sont résumées dans le tableau suivant :

| Essai | S9_6c | S7_6d | S5_6d | S2_6e |
|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| N° de laboratoire | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Forage/Fouille | S9 | S7 | S5 | S2 |
| Profondeur d'échantillonnage (m) | 4.0 - 4.4 | 2.0 – 2.8 | 4.6 - 4.8 | 4.1 - 4.3 |
| Grains < 0.02 mm (%) | 28.07 | 62.28 | 36.76 | 48.05 |
| Grains < 0.06 mm (5) | 36.68 | 78.11 | 45.16 | 60.17 |
| W _L (%) | 16.5 | 25.6 | 22.6 | 24.1 |
| W _P (%) | 9.9 | 13.2 | 11.8 | 11.6 |
| I _P (%) | 6.6 | 12.4 | 10.8 | 12.4 |
| Teneur en eau w (%) | 11.0 | 12.8 | 9.7 | 9.3 |
| Classification USCS | GC-GM | CL | GC | CL |
| Classification genevoise | 7d | 7d | 7d | 7d |
| Classification géologique | Moraine würmienne limono-argileuses | Moraine würmienne limono-argileuse | Moraine würmienne limono-argileuse | Moraine würmienne limono-argileuse |

Tableau 4 Essais de classification en laboratoire

Le tableau suivant fournit les paramètres résultants des essais pressiométriques. Les résultats complets se trouvent dans l'ANNEXE D

| Essai | | | |
|---|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| N° de laboratoire | 1 | 2 | 3 |
| Forage/Fouille | S1 | S7 | S9 |
| Profondeur d'échantillonnage (m) | 9.3 | 7.2 | 9.1 |
| Pression limite* P _l *[MPa] | 1.60 | 1.88 | >2.52 |
| Pression de fluage P _f [MPa] | 1.33 | 1.52 | >2.52 |
| Module de déformation E [MPa] | 11.54 | 17.06 | 62.08 |
| E/P _l *[-] | 7.2 | 9.1 | - |
| Classification genevoise | 7d | 7d | 7d |
| Classification géologique | Moraine würmienne limono-argileuses | Moraine würmienne limono-argileuse | Moraine würmienne limono-argileuse |

Tableau 5 Essais pressiométriques

4. Caractéristiques et paramètres géotechniques

Moraine Würmienne (7d) : Elle consiste en des limons à galets hétérométriques assez abondants, parfois sableux, beige foncé à brun clair. Les 2 à 5 m supérieurs de cette formation présentent des N_{spt} entre 25-37, soit une classe de portance VSS S2 (moyenne) à S3 (bonne). Hormis les mètres supérieurs, la valeur de N_{spt} est constamment supérieure à 50, soit une classe de portance S3 (bonne). La qualité de cette formation en tant que sol de fondation est par conséquent bonne.

Sa carrossabilité est bonne par temps sec mais mauvaise en présence d'eau. Son aptitude au terrassement devient rapidement difficilement exploitable dès que les premiers mètres sont excavés en raison de la forte compacité et dureté. Ce dépôt présente une sensibilité à l'eau moyenne à forte et une sensibilité au gel (G3) moyenne. Il est moyennement bon à bon en tant que matériau de remblai.

La classification USCS de ce dépôt a été faite sur 4 échantillons et varie entre CL, GC et GC-GM.

15₁ Molasse Rouge du Chattien, marneuse: Saine, dure, parfois perte de cohésion, couleur plutôt ocre. Les matériaux molassiques sont difficilement à très difficilement exploitables, cependant les horizons marneux pouvant être moyennement tendres, sont potentiellement plus faciles à excaver. La molasse marneuse s'altère rapidement au contact de l'eau et l'air, et a tendance à gonfler au contact de l'eau. Des microfractures peuvent se créer lors de l'excavation dues au délitage et au gonflement. La carrossabilité de la molasse marneuse est bonne par temps sec et mauvaise en présence d'eau.

15₂ Molasse Rouge du Chattien, gréseuse: Saine, dure à très dure, $N_{spt}>50$, couleur plutôt rouge. La molasse gréseuse, de par sa dureté, est difficilement à très difficilement exploitable. Elle garde une assez bonne carrossabilité même par temps de pluie.

| | Toit de formation, z [m] | γ [kN/m ³] | c' [kN/m ²] | ϕ' [°] | E_0 [MPa] | Contrainte admissible sous fondations superficielles (ELS) [kN/m ²] |
|--|--------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------|-------------|---|
| Moraine Würmienne 7d | 0.5-1.5 | 22-24 | 5 -10 | 28-32 | 20-60 | 250-300 |
| Molasse marneuse 15₍₁₎ | 1->13 | 23 | - | - | 30-60 | - |
| Molasse gréseuse 15₍₂₎ | 1->13 | 23 | - | - | 100-300 | - |

Tableau 6 Paramètres géotechniques

Avec :

z : Niveau supérieur de la couche

γ : Poids volumique du sol

ϕ' : Angle de frottement effectif

c' : Cohésion effective

E_0 : Module de déformation

5. Profils géologiques

Les profils géologiques sont présentés en ANNEXE C . Issus d'une modélisation géologique 3D, les profils intègrent les informations recueillies par les sondages en termes de nature et de profondeur des couches. De plus, les profils d'excavation des bâtiments projetés sont représentés en traitillés. Ils servent de base pour calculer les volumes de matériaux excavés dans chaque couche, et permettent de prévoir les méthodes d'excavation en fonction des couches qui seront rencontrées. Ces aspects sont traités dans le rapport de gestion des matériaux d'excavation édité par CSD dans le cadre de l'établissement du PLQ Vailly.

6. Valorisation des matériaux

6.1 Classes de portance

Selon la norme VSS SN 640 317b, la Moraine Würmienne (limons à galets) a une classe de portance S0 à S2, la définition des classes de portance est précisée dans le tableau suivant.

| Tragfähigkeitsklasse <i>Classe de portance</i> | M_{E1} [kN · m ⁻²] | E_{v1} [kN · m ⁻²] | CBR [%] | k [MN · m ⁻³] |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|------------|------------------------------|
| S0 <i>sehr geringe Tragfähigkeit</i> <i>Portance très faible</i> | < 6000 | < 4500 | < 3 | < 15 |
| S1 <i>geringe Tragfähigkeit</i> <i>Portance faible</i> | 6000... 15 000 | 4500... 11 250 | 3... 6 | 15... 30 |
| S2 <i>mittlere Tragfähigkeit</i> <i>Portance moyenne</i> | > 15 000... 30 000 | > 11 250... 22 500 | > 6... 12 | > 30... 60 |
| S3 <i>hohe Tragfähigkeit</i> <i>Portance élevée</i> | > 30 000... 60 000 | > 22 500... 45 000 | > 12... 25 | > 60... 100 |
| S4 <i>sehr hohe Tragfähigkeit</i> <i>Portance très élevée</i> | > 60 000 | > 45 000 | > 25 | > 100 |

Tableau 7 Classes de portance au sens de la norme VSS SN 640 317b

6.2 Valorisation des déblais

Habituellement, la valorisation des matériaux se produit sous la forme d'une mise en remblais. Les exigences sur le compactage sont données dans la norme SN640 585 et la portance dépend de la qualité des matériaux remblayés, de leurs conditions de stockage et de leur mise en place.

Seuls les sols de classe de portance S2 (et plus : S3, S4) sont de qualité suffisante pour servir au compactage et sont carrossables dans certaines conditions et avec des risques de déformation. Les sols S0 et S1 sont de qualité insuffisante et leur portance doit être améliorée avant revalorisation.





La classe de portance exacte devra être définie lors du terrassement au moyen de planches d'essais et la portance mesurée avec des essais de plaques ou des essais CBR.

Les potentiels de valorisation des matériaux en place excavés sur le site peuvent être définis comme suit :

- **Moraine würmienne limono-argileuse 7d:** Ces matériaux peuvent être utilisés comme remblai d'exigence faible à moyenne sans stabilisation ou comme remblai d'exigences plus élevées, couche de forme de chaussée ou de parc arboré et couche de fondation moyennant stabilisation à la chaux. Ces matériaux peuvent également être utilisés pour produire des graves par lavage des fines.

- **Alluvions Anciennes 9a** : Cette formation n'a pas été rencontrée dans les sondages (préexistants ou récents) de la zone de projet et sont donc uniquement repris dans le tableau ci-dessous à titre indicatif.
- **Molasse marneuse 15₁** : La Molasse marneuse se dégrade rapidement au contact de l'eau ou de l'air et n'est par conséquent pas valorisable, même avec des mesures de stabilisation (qui impliquerait de mélanger de la marne concassée ce qui contribuerait encore plus à la dégrader en argile). Au contact de l'eau, les marnes ont tendances à gonfler ce qui exclut également un traitement avec un additif aqueux.
- **Molasse gréseuse 15₂** : La molasse gréseuse peut être revalorisée directement après concassage, pour utilisation en tant que remblais et en tant que couche de fondation ($E > 80\text{MPa}$) pour autant que l'on respecte soigneusement les consignes de stockage et compactage. Elle ne peut par contre pas être réutilisée en tant que granulats à cause de la perte importante de sable durant le lavage et/ou criblage. De plus la réutilisation de molasse gréseuse ayant un faible module de déformation en tant que couche de forme est possible mais déconseillée.

| Type de formation géologique <i>(selon classification des sols genevois)</i> | Utilisation | | | | | | Granulats |
|---|---|---|---|--|---|--|--------------------------|
| | Remblais selon exigences de portance | | | Couches d'infrastructures routières <i>(exigences de portance équivalente quel que soit le trafic)</i> | | | |
| | Faible <i>(Aménagements paysagers, parafoUILLES,...)</i> | Moyenne <i>(buttes antibruit, infrastructures sportives,...)</i> | Elevée <i>(remblayages sous bâtiments, digues,...)</i> | Couche de forme <i>(module de déformation < 80 MPa)</i> | Couche de fondation <i>(module de déformation > 80 MPa)</i> | | |
| 7d Moraine wurmienne limono-argileuse <i>Sensible aux variations de teneur en eau</i> | | | Stabilisation au ciment et/ou à la chaux | Stabilisation au ciment et/ou à la chaux | | Stabilisation au ciment et/ou à la chaux | Mélangé avec du 4a/6a/9a |
| 9a Alluvions anciennes | | | | | | | Lavage et/ou criblage |
| 15 ₁ Molasse marneuse <i>Altération à l'eau et à l'air</i> | | | | | | | |
| 15 ₂ Molasse gréseuse ^(*) | | | | | | | |

| | |
|---|--|
|  | Aucune valorisation possible |
|  | Valorisation après traitement |
|  | Valorisation directe |
|  | Valorisation possible mais non recommandée |
| G | Sensibilité au gel-dégel |

^(*) Blocs → concassage

Tableau 8 Possibilités de réutilisation des matériaux

6.3 Recommandations spécifiques

Il est recommandé :

- De ne pas utiliser de matériaux revalorisés dans le mètre supérieur de la superstructure de cheminements, voie d'accès des secours, terrasses pavées,... en raison de la sensibilité au gel des matériaux (trop de fines) et du risque de tassement.
- Lors de la phase « études » : effectuer une étude de valorisation des déblais pour évaluer l'intérêt économique de la valorisation des déblais. L'utilisation de ces sols graveleux en les améliorant par une stabilisation au ciment (dans ce cas les sols pourraient être utilisés sur le site, ou fournis à d'autres chantiers) sera à étudier.
- Lors de la phase « travaux » : effectuer un suivi géotechnique quotidien pour identifier et séparer les volumes de sol qui peuvent être valorisés de ceux qui doivent être mis en décharge. Ceci est particulièrement important lors de l'excavation de Molasse où les horizons marneux ne peuvent pas être revalorisés.

Il convient de souligner que les matériaux à valoriser doivent être inertes et non pollués. Il est recommandé de conserver tout matériau à valoriser en tas soigneusement compactés, nivelé à la pelleteuse pour éviter l'érosion et le ramollissement sous l'effet des précipitations météoriques. La surface devrait avoir une pente de minimum 5% permettant l'évacuation des eaux de surface. Idéalement le tas sera recouvert d'une bâche plastique. Un matériau détrempe ne se prête pas au compactage et nécessitera un soin particulier lors de sa mise en place pour la réutilisation du matériau.

En cas de stabilisation avec un liant, il est recommandé de se référer à la norme SN 640 500 «Stabilisation». Il faut notamment procéder à des essais préalables pour apprécier l'aptitude du sol à être stabilisé et choisir un liant approprié.

7. Recommandations constructives

7.1 Terrassements

Hormis les couches superficielles, il faut considérer les matériaux meubles de la moraine comme pouvant être difficilement exploitables au sens de la norme SNV 670 360, nécessitant d'utiliser des engins d'excavation puissants. Les entreprises soumissionnaires devront être rendues attentives à la dureté de certaines couches, qui peut réduire les rendements escomptés de terrassement.

D'une façon générale, ces terrains présentent une fraction élevée en limons et sont, de ce fait, sensibles à l'eau. En présence d'eau, ils s'altèrent rapidement en surface, puis se ramollissent en profondeur. Dans la mesure du possible, les travaux de terrassement s'effectueront par des conditions météorologiques favorables. Par ailleurs, nous proposons d'excaver les derniers 20 à 30 cm de terrain meuble juste avant la mise en place du béton de propreté.

Les marnes et grès issus de la molasse seront exploitables par des machines lourdes (pelles lourdes, marteaux hydrauliques, éventuellement ripper). Les finitions et rigoles de drainage pourront être taillées à l'aide d'un marteau hydraulique ou d'une fraise montés sur des machines lourdes. La meilleure solution technico-économique devra être recherchée en phase de préparation de l'exécution.

Lors de l'excavation et pendant toute la durée de l'ouverture des fouilles, un soin particulier devra être apporté à l'évacuation des eaux météoriques et de percolation de manière à ce qu'elles soient évacuées sans délais et ne stagnent pas. L'évacuation se fera soit gravitairement, tant que les niveaux des collecteurs le permettra, ou sinon par pompage. Les fonds de fouille dans les zones marneuses devront également être rapidement protégés de l'humidité par la pose d'un béton de propreté et les zones de roche altérées devront être purgées.

7.2 Stockage

La terre végétale est à stocker en tas de maximum 1.5 m de hauteur, la sous-couche en tas de 2.5 m. En ce qui concerne les autres tas, il faut que le tas soit stable, quelle que soit sa hauteur. Dans tous les cas, les talus sont à protéger des eaux de surface soit en compactant bien, soit en installant un géotextile soigneusement fixé en tête de talus pour éviter que l'eau ne ruisselle en dessous.

7.3 Talus

Il est admis que la nappe phréatique est particulièrement basse au droit du site et qu'aucune eau interstitielle ne sera présente dans les talus.

Les pentes de talus admissibles pour des talus provisoires de hauteur maximale de 3 m sont :

- Moraine 1 V : 1H
- Molasse 3V : 2H

Si les talus ont une hauteur supérieure à 3m, il convient de prévoir une berme intermédiaire de 1.5m de largeur.

En raison des hétérogénéités possibles, la tenue des talus dans la sous-couche et les formations de retrait devra être examinée soigneusement en fonction des conditions locales (cohésion effective).

Tous les talus seront protégés d'une altération en surface par la pose d'un géotextile ou d'un plastique. Les venues d'eau localisées devront être captées et évacuées.

7.4 Soutènements

Un soutènement semi-vertical ou vertical peut être nécessaire au droit de la Route de Chancy (côté nord) et de la Route de Laconnex (côté ouest), si la place ne permet pas de faire des talus. Cela peut également s'avérer plus intéressant économiquement, de limiter le volume d'excavation.

Les terrains ayant une tenue à court terme suffisamment bonne, les parois clouées gunitées peuvent être mises en œuvre au fur et à mesure de l'avancement des terrassements. Il faut compter que pour une paroi berlinoise verticale de 6m de hauteur, 2 rangées de tirants d'ancrages seront nécessaires, espacés d'environ 2.5m, avec 20cm d'épaisseur de gunite renforcée de treillis K335.

L'application de gunite de protection et le clouage des parements peuvent également s'avérer nécessaires pour la zone en rocher (molasse) en fonction du pendage découvert.

Une étude technico-économique déterminera le profil d'excavation le moins coûteux, parmi les variantes suivantes :

- Excavation avec des talus
- Pré-terrassement, puis excavation subverticale avec mise en place d'une paroi clouée
- Excavation avec la paroi clouée (éventuellement berlinoise) depuis le haut

Les parois de fouille de hauteur supérieure à 5 m devront faire l'objet d'une surveillance des déformations par des contrôles périodiques, sur la base de repères géométriques placés hors de l'emprise de la fouille. Une surveillance par mesures inclinométriques dans des tubes placés au périmètre de la fouille permettra de contrôler les déformations des parois en fonction de l'avancement des terrassements. Rappelons enfin que la mise en place d'ancrages sous les fonds voisins nécessite l'accord des propriétaires concernés.

7.5 Fondations

Les terrains meubles présentent une bonne compacité et des fondations superficielles peuvent être envisagées pour les bâtiments. Pour leur prédimensionnement on peut admettre un taux de contrainte admissible sous les semelles de l'ordre de 250-300 kN/m², dès une profondeur d'appui d'au moins 2.00m sous le terrain naturel. Le taux de contrainte admissible sera de l'ordre de 300kN/m² dans la moraine de fond, et de 400kN/m² dans la molasse. La valeur de la contrainte admissible dépend également des dimensions des semelles (ponctuelles, filantes).

Les fondations ne devront pas s'appuyer sur les remblais, mais devront avoir un niveau d'appui plus profond sur le terrain naturel.

Il est important de mentionner que les sondages ont montré la présence de zones localisées moins compactes, même au sein des moraines, où ce taux de contrainte admissible ne peut pas être utilisé tel quel. Une inspection des fonds de fouille sera nécessaire pour valider les hypothèses et déterminer, si nécessaire, les zones où des sols moins compacts doivent être purgés et remplacés par de la grave compactée.

Un calcul des tassements devra être fait, selon les charges effectives des structures, pour contrôler que les tassements, totaux et différentiels, resteront dans un ordre de grandeur admissible. L'ouvrage reposant potentiellement sur 2 horizons (moraine Würmienne et molasse), le risque de tassement différentiel est réel et devra être étudié. Des mesures constructives possibles pour limiter les mouvements différentiels sont par exemple :

- diminuer le taux de contrainte dans la moraine
- reporter toutes les charges sur la molasse par puits ou pieux courts.

La structure de l'ouvrage sera également déterminante en ce qui concerne la capacité de celui-ci à reprendre des tassements différentiels.

8. Conclusions

Cette étude a permis de reconnaître les conditions géologiques, hydrogéologiques et géotechniques de la parcelle. Les principales incidences de la nature du sous-sol sur le projet de construction sont résumées comme suit:

- Globalement les terrains présentent une bonne compacité ; ils sont favorables pour la réalisation de fondations superficielles, mais certaines zones localisées moins compactes devront vraisemblablement être purgées et remplacées par de la grave compactée. Les fondations sur deux lithologies différentes nécessiteront des adaptations du système de fondation afin d'éviter les problèmes de tassements différentiels.
- Une partie des déblais est suffisamment graveleuse pour envisager une réutilisation comme matériaux de remblai ou pour être stabilisée au ciment.
- Des talus pourront être réalisés ; au besoin, par exemple par manque de place, la mise en place de parois clouées gunitées ou de paroi berlinoises peut s'avérer nécessaire ; une optimisation devra être faite lors de l'élaboration du projet définitif.
- Les terrains meubles seront à considérer comme difficilement exploitables normalement au sens de la norme SNV 670 360, nécessitant d'utiliser des engins puissants ; l'exploitation de la molasse nécessitera l'usage de machines lourdes, voire au marteau hydraulique.

La géologie et les recommandations du présent rapport sont basées sur les informations ponctuelles recueillies sur le site. Il conviendra d'en vérifier le bien-fondé pendant le chantier et de les adapter à la réalité si nécessaire. Une étude des possibilités de valorisation des sols est recommandée, de même qu'un suivi géotechnique régulier des travaux de terrassements.

CSD INGENIEURS SA



André Racloz



Eric Säuberli

Genève, le 02.11.2021

Pour préserver l'environnement, CSD imprime ses documents sur du papier 100 % recyclé (ISO 14001).

ANNEXES

| | | |
|----------|-------------------------------|----|
| ANNEXE A | Plan de situation des forages | 17 |
| ANNEXE B | Relevés de forages | 19 |
| ANNEXE C | Profils géologiques | 21 |
| ANNEXE D | Essais de laboratoire | 23 |

ANNEXE A PLAN DE SITUATION DES FORAGES

PLQ Vailly - Bernex

Implantation des sondages

CSDINGENIEURS+ Av industrielle 12
1227 Carouge
tel : 022 308 89 00

GE1678

| Date | Dess. | Contr. | Echelle : 1 : 2'500 (A3) |
|------------|-------|--------|--------------------------|
| 05.09.2018 | MHe | MaV | |



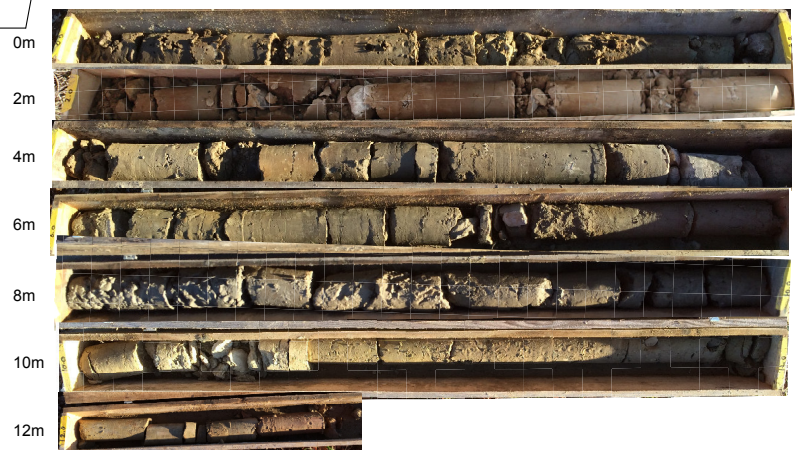
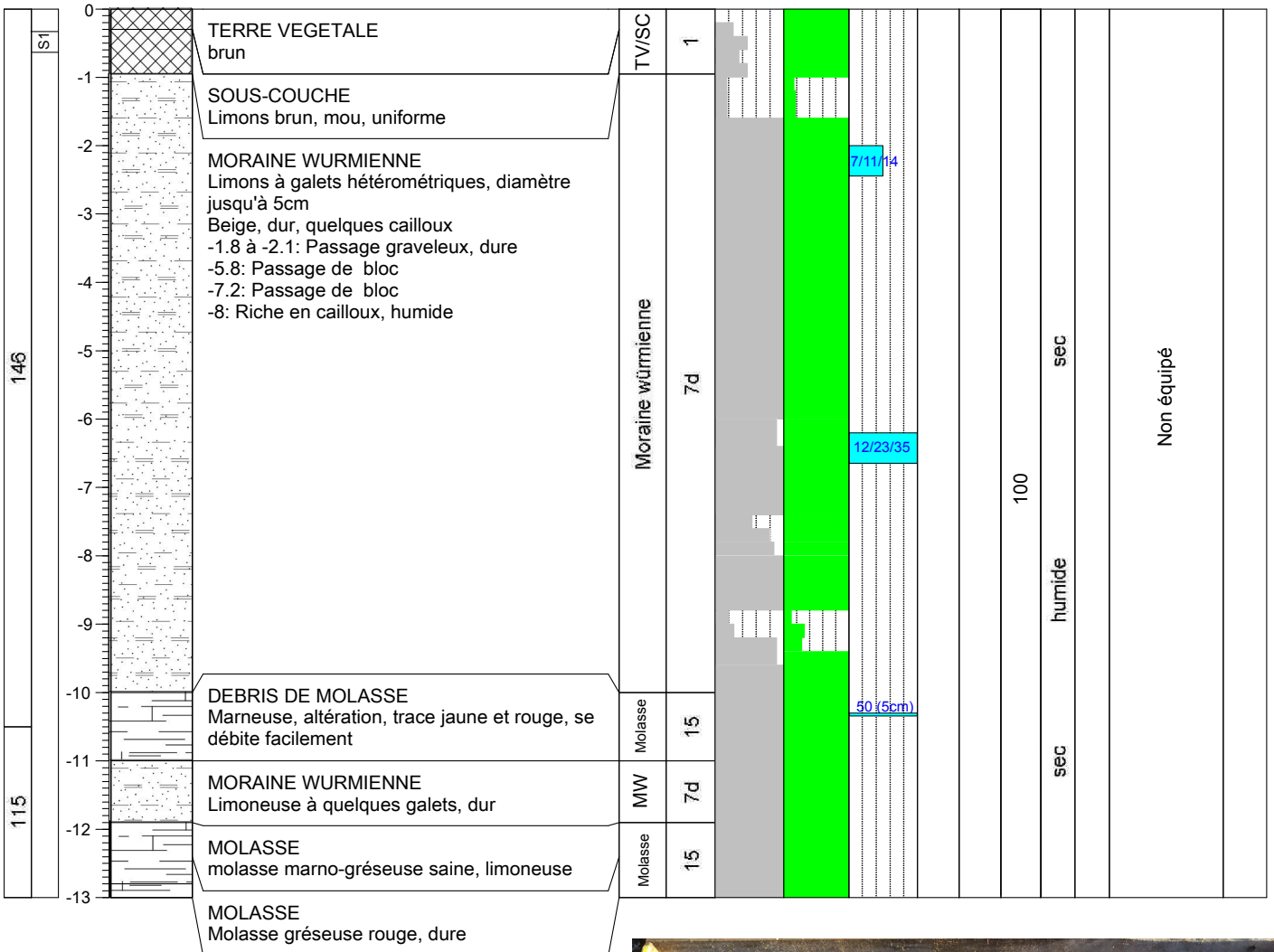
ANNEXE B RELEVES DE FORAGES

CSD Ingénieurs SA
Avenue Industrielle 12
1227 Carouge
Tél. 0223088900
Fax. 0223088911
ge@csd.ch
www.csd.ch

Coordonnées : x= 2493623 m y= 1114652 m
Cote terrain : approx. 434 [msm]
Inclinaison : vertical
Longueur : 13 m
Méthode de forage : carottier simple

N° mandat : GE1678.300
Date des travaux : 20-22.01.2016
Maison de forage : ISR
Levé géologique : MHe / MaV
Echelle : 1:100

| Diam.(mm) | Echantillons | Profondeur (m) | Profil | Description lithologique / Nature du terrain | Géologie | Géotype / USCS | Cup (kN/m ²) | Cus (kN/m ²) | SPT | RQD (%) | Nb. fract. / m | Récupération (%) | Niveau d'eau | Venue / perte d'eau | Equipement | Cote tube : | Essai d'eau |
|-----------|--------------|----------------|--------|--|----------|----------------|--------------------------|--------------------------|-----|---------|----------------|------------------|--------------|---------------------|------------|-------------|-------------|
|-----------|--------------|----------------|--------|--|----------|----------------|--------------------------|--------------------------|-----|---------|----------------|------------------|--------------|---------------------|------------|-------------|-------------|



Remarques :

Dessin : MHe

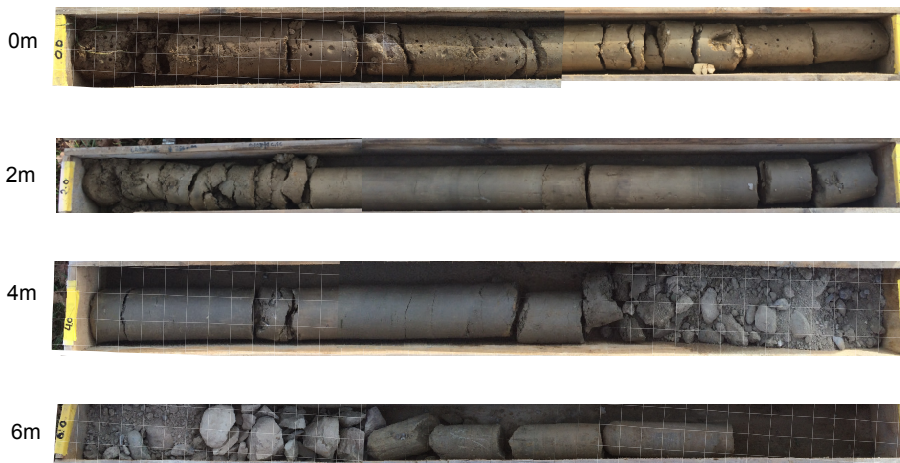
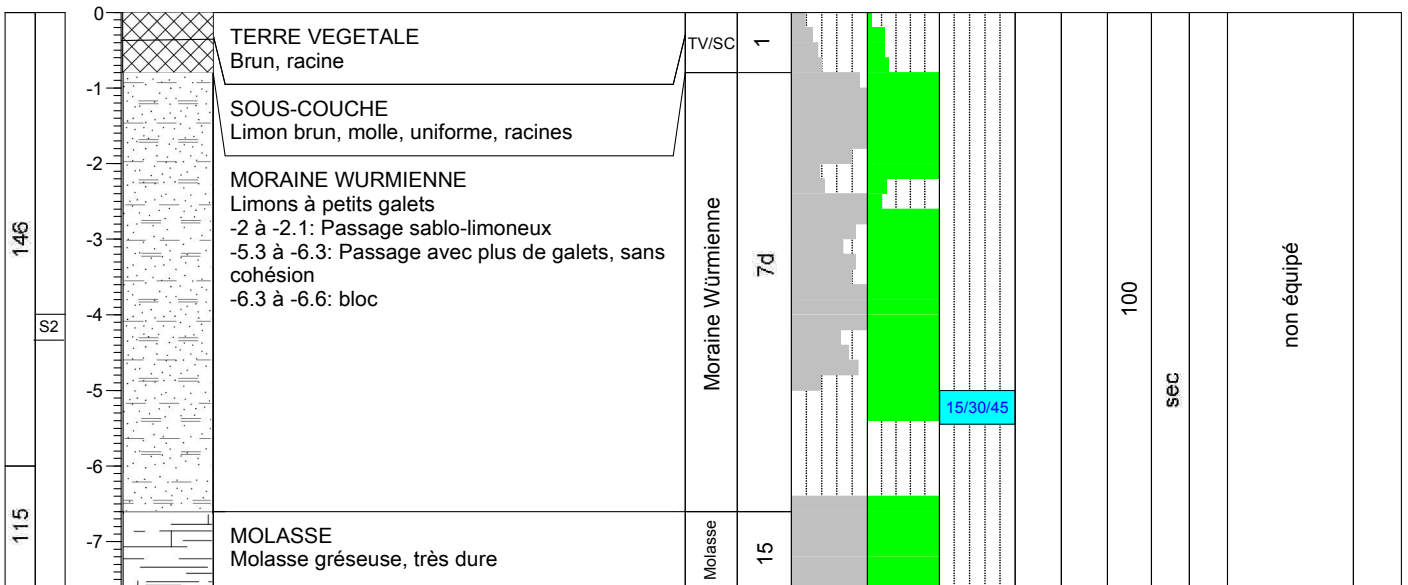
CSD Ingénieurs SA

Avenue Industrielle 12
1227 Carouge
Tél. 0223088900
Fax. 0223088911
ge@csd.ch
www.csd.ch

Coordonnées : x= 2493673 m y= 1114609 m
Cote terrain : approx. 437.1 [msm]
Inclinaison : vertical
Longueur : 7.6 m
Méthode de forage : carottier simple

N° mandat : GE1678.300
Date des travaux : 28-29.01.2016
Maison de forage : ISR
Levé géologique : MHe/MaV
Echelle : 1:100

| Diam.(mm) | Echantillons | Profondeur (m) | Profil | Description lithologique / Nature du terrain | Géologie | Géotype / USCS | Cup (kN/m2) | | Cus (kN/m2) | | SPT | | RQD (%) | Nb. fract. / m | Récupération (%) | Niveau d'eau | Venue / perte d'eau | Equipement | Cote tube : | Essai d'eau |
|-----------|--------------|----------------|--------|--|----------|----------------|-------------|-----|-------------|-----|-----|----|---------|----------------|------------------|--------------|---------------------|------------|-------------|-------------|
| | | | | | | | 100 | 400 | 50 | 200 | 10 | 40 | | | | | | | | |



PLQ Vailly - Bernex
S3

CSD Ingénieurs SA

Avenue Industrielle 12

1227 Carouge

Tél. 0223088900

Fax. 0223088911

ge@csd.ch

www.csd.ch

Coordonnées : x= 2493737 m y= 1114578 m

Cote terrain : appro. 442.5 [msm]

Inclinaison : vertical

Longueur : 3.6 m

Méthode de forage : carottier simple

N° mandat : GE1678.300

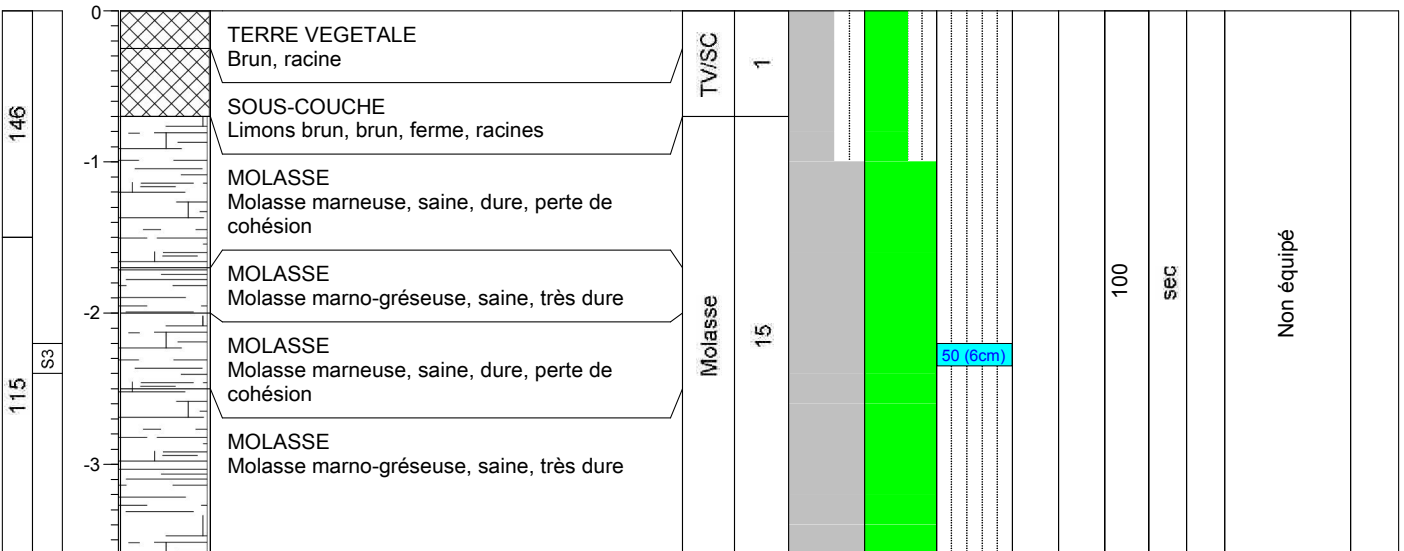
Date des travaux : 28-29.01.2016

Maison de forage : ISR

Levé géologique : MHe/MaV

Echelle : 5:100

| Diam. (mm) | Echantillons | Profondeur (m) | Profil | Description lithologique / Nature du terrain | Géologie | Géotype / USCS | Cup (kN/m ²) | Cus (kN/m ²) | SPT | RQD (%) | Nb. fract. / m | Récupération (%) | Niveau d'eau | Venue / perte d'eau | Equipment | Cote tube : | Essai d'eau |
|------------|--------------|----------------|--------|--|----------|----------------|--------------------------|--------------------------|-----|---------|----------------|------------------|--------------|---------------------|-----------|-------------|-------------|
|------------|--------------|----------------|--------|--|----------|----------------|--------------------------|--------------------------|-----|---------|----------------|------------------|--------------|---------------------|-----------|-------------|-------------|



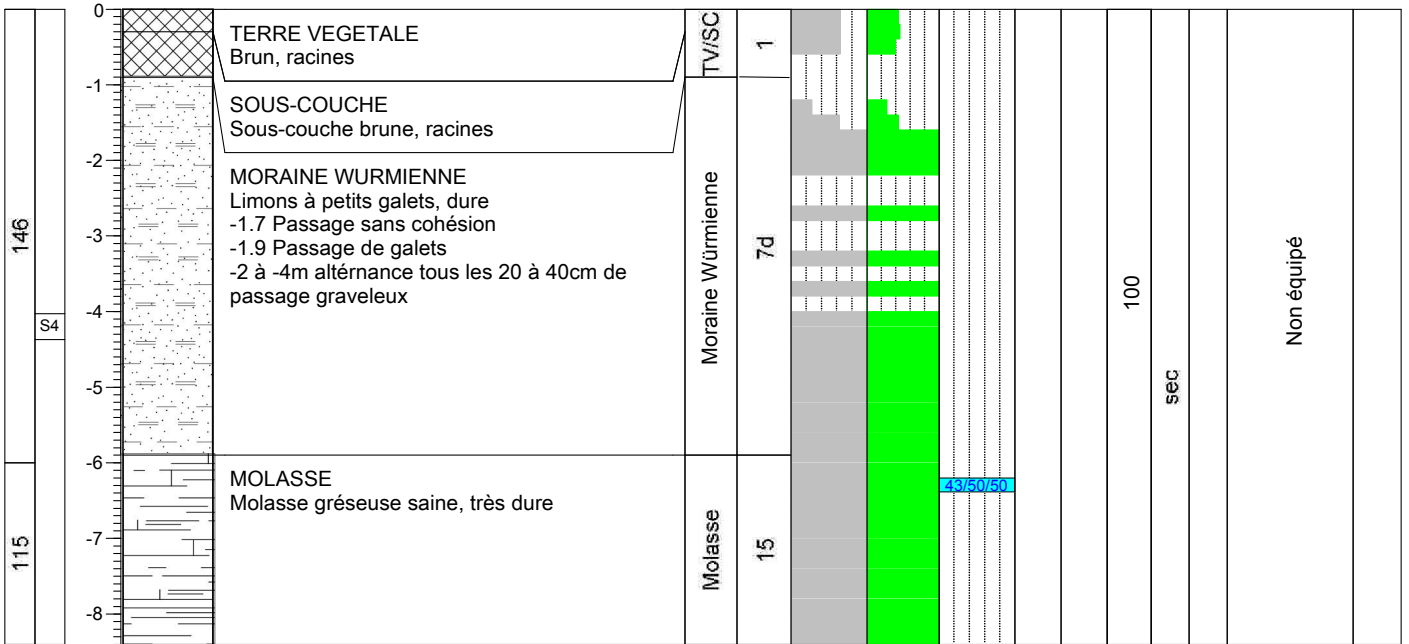
CSD Ingénieurs SA

Avenue Industrielle 12
1227 Carouge
Tél. 0223088900
Fax. 0223088911
ge@csd.ch
www.csd.ch

Coordonnées : x= 2493698 m y= 1114663 m
Cote terrain : approx. 434.9 [msm]
Inclinaison : vertical
Longueur : 8.4 m
Méthode de forage : carottier simple

N° mandat : GE1678.300
Date des travaux : 28-29.01.2016
Maison de forage : ISR
Levé géologique : MHe/MaV
Echelle : 1:100

| Diam. (mm) | Echantillons | Profondeur (m) | Profil | Description lithologique / Nature du terrain | Géologie | Géotype / USCS | Cup (kN/m2) | Cus (kN/m2) | SPT | RQD (%) | Nb. fract. / m | Récupération (%) | Niveau d'eau | Venue / perte d'eau | Equipment | Cote tube : | Essai d'eau |
|------------|--------------|----------------|--------|--|----------|----------------|-------------|-------------|-----|---------|----------------|------------------|--------------|---------------------|-----------|-------------|-------------|
|------------|--------------|----------------|--------|--|----------|----------------|-------------|-------------|-----|---------|----------------|------------------|--------------|---------------------|-----------|-------------|-------------|



Remarques :

Dessin :MHe

CSD Ingénieurs SA

Avenue Industrielle 12

1227 Carouge

Tél. 0223088900

Fax. 0223088911

ge@csd.ch

www.csd.ch

Coordonnées : x= 2493442 m y= 1114493 m

Cote terrain : approx. 438.8 [msm]

Inclinaison : vertical

Longueur : 13 m

Méthode de forage : carottier simple

N° mandat : GE1678.300

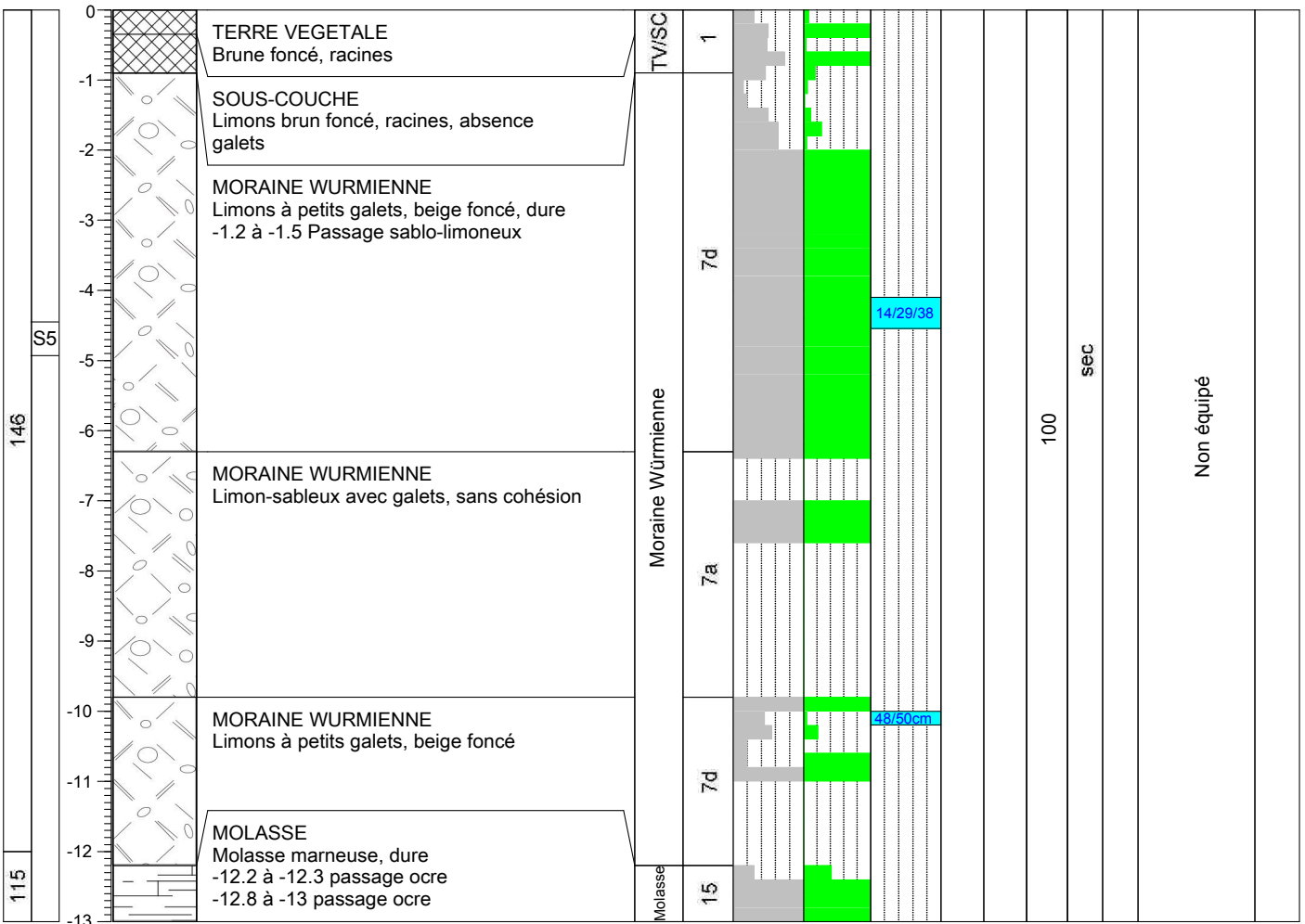
Date des travaux : 28-29.01.2016

Maison de forage : ISR

Levé géologique : MHe/MaV

Echelle : 1:100

| Diam.(mm) | Echantillons | Profondeur (m) | Profil | Description lithologique / Nature du terrain | Géologie | Géotype / USCS | Cup (kN/m ²) | Cus (kN/m ²) | SPT | RQD (%) | Nb. fract. / m | Récupération (%) | Niveau d'eau | Venue / perte d'eau | Equipement | Cote tube : | Essai d'eau |
|-----------|--------------|----------------|--------|--|----------|----------------|--------------------------|--------------------------|-----|---------|----------------|------------------|--------------|---------------------|------------|-------------|-------------|
|-----------|--------------|----------------|--------|--|----------|----------------|--------------------------|--------------------------|-----|---------|----------------|------------------|--------------|---------------------|------------|-------------|-------------|



Remarques :

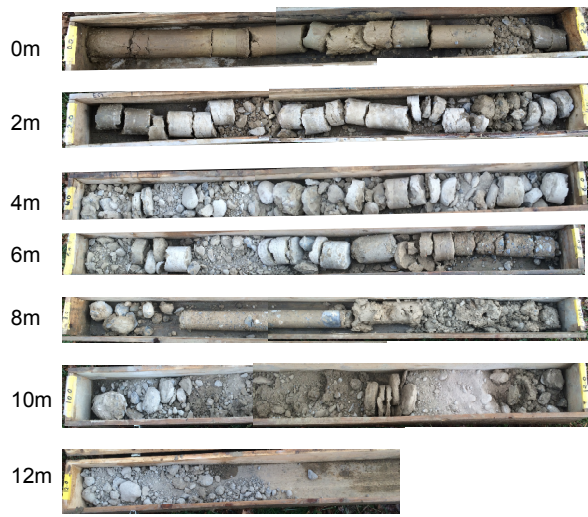
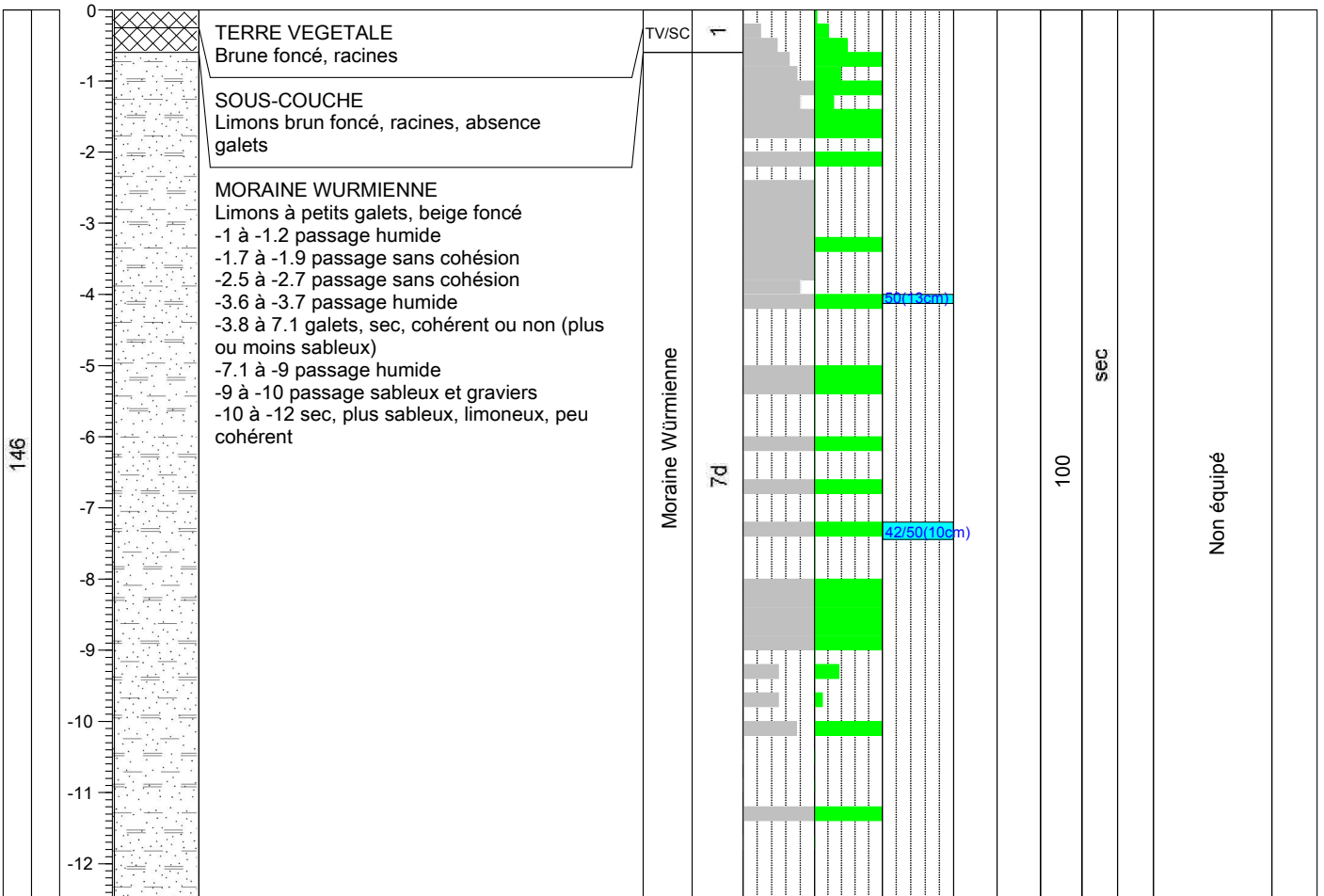
Dessin : MHe

CSD Ingénieurs SA
Avenue Industrielle 12
1227 Carouge
Tél. 0223088900
Fax. 0223088911
ge@csd.ch
www.csd.ch

Coordonnées : x= 2493378 m y= 1114540 m
Cote terrain : approx. 435.3 [msm]
Inclinaison : vertical
Longueur : 12.5 m
Méthode de forage : carottier simple

N° mandat : GE1678.300
Date des travaux : 01.02.2016
Maison de forage : ISR
Levé géologique : MHe/MaV
Echelle : 1:100

| Diam.(mm) | Echantillons | Profondeur (m) | Profil | Description lithologique / Nature du terrain | Géologie | Géotype / USCS | Cup (kN/m ²) | Cus (kN/m ²) | SPT | RQD (%) | Nb. fract. / m | Récupération (%) | Niveau d'eau | Venue / perte d'eau | Equipement | Cote tube : | Essai d'eau |
|-----------|--------------|----------------|--------|--|----------|----------------|--------------------------|--------------------------|-----|---------|----------------|------------------|--------------|---------------------|------------|-------------|-------------|
|-----------|--------------|----------------|--------|--|----------|----------------|--------------------------|--------------------------|-----|---------|----------------|------------------|--------------|---------------------|------------|-------------|-------------|



Remarques :

Dessin : MHe

CSD Ingénieurs SA

Avenue Industrielle 12
1227 Carouge
Tél. 0223088900
Fax. 0223088911
ge@csd.ch
www.csd.ch

Coordonnées : x= 2493488 m y= 1114555 m
Cote terrain : approx. 436.3 [msm]
Inclinaison : vertical
Longueur : 9 m
Méthode de forage : carottier simple

N° mandat : GE1678.300
Date des travaux : 03-04.02.2016
Maison de forage : ISR
Levé géologique : MHe/MaV
Echelle : 1:100

| Diam. (mm) | Echantillons | Profondeur (m) | Profil | Description lithologique / Nature du terrain | Géologie | Géotype / USCS | Cup (kN/m ²) | Cus (kN/m ²) | SPT | RQD (%) | Nb. fract. / m | Récupération (%) | Niveau d'eau | Venue / perte d'eau | Equipment | Cote tube : | Essai d'eau | |
|------------|--------------|----------------|--------|--|-------------------|----------------|--------------------------|--------------------------|-----|----------------------|----------------|------------------|--------------|---------------------|-----------|-------------|-------------|--|
| | | | | <p>0 -1 TERRE VEGETALE Brun foncé, racines</p> <p>-1 -2 SOUS-COUCHE Limons bruns foncés, racines</p> <p>-2 -9 MORAINE WURMIENNE Limons à quelques cailloux, beige foncée Très homogène, dure</p> | Moraine Würmienne | 7d | | | | 23/38/50 32/45/50 | | 100 | sec | | | Non équipé | | |



Remarques :

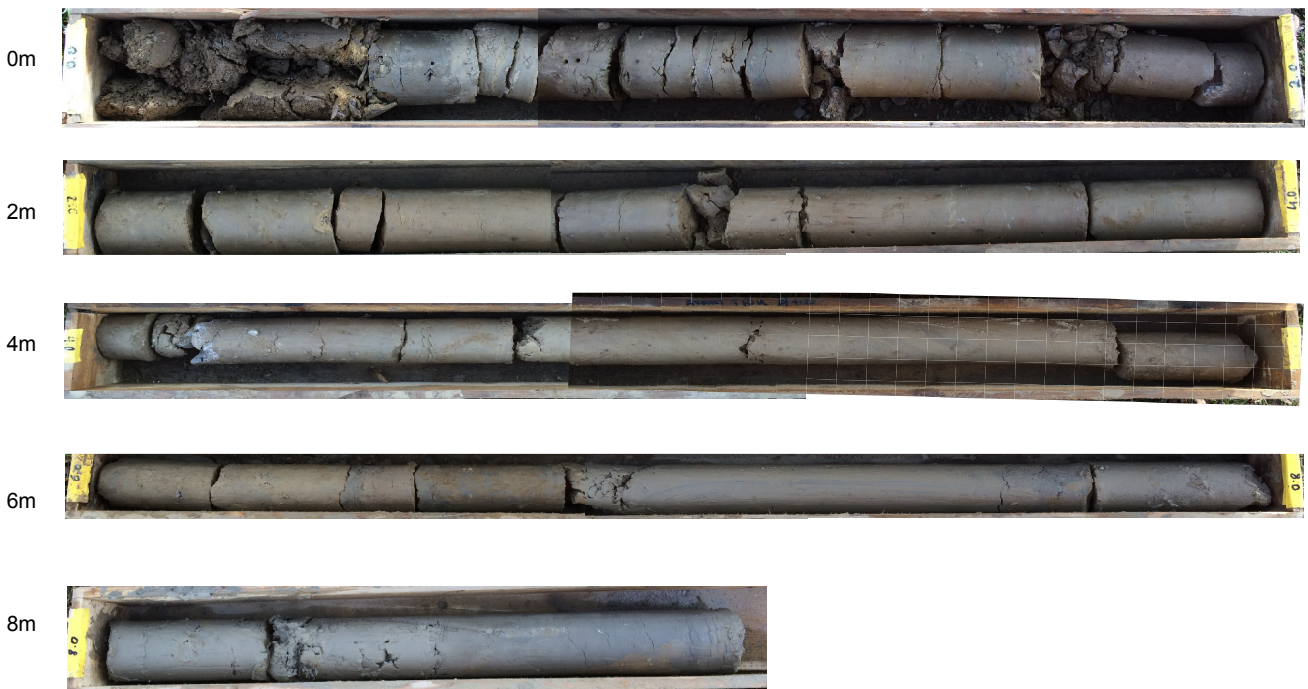
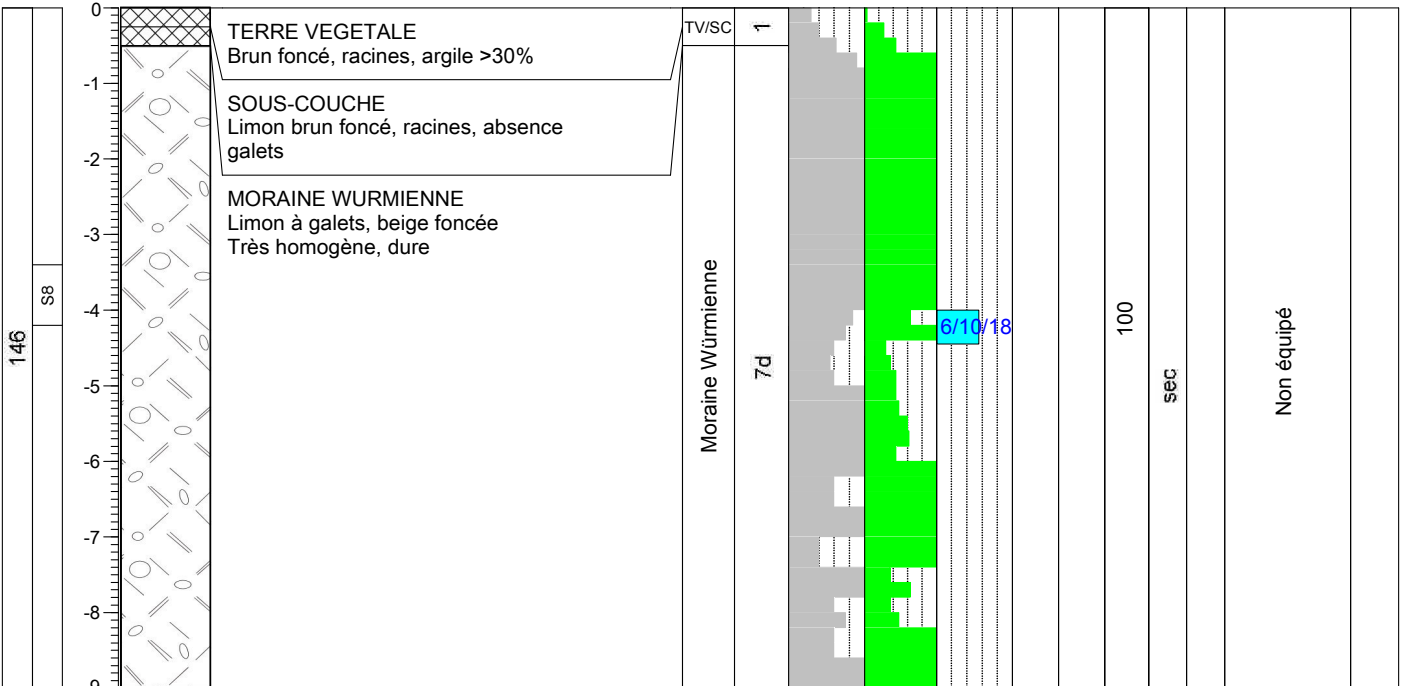
Dessin : MHe

CSD Ingénieurs SA
Avenue Industrielle 12
1227 Carouge
Tél. 0223088900
Fax. 0223088911
ge@csd.ch
www.csd.ch

Coordonnées : x= 2493588 m y= 1114590 m
Cote terrain : approx. 436.4 [msm]
Inclinaison : vertical
Longueur : 9 m
Méthode de forage : carottier simple

N° mandat : GE1678.300
Date des travaux : 03-04.02.2016
Maison de forage : ISR
Levé géologique : MHe/MaV
Echelle : 1:100

| Diam. (mm) | Echantillons | Profondeur (m) | Profil | Description lithologique / Nature du terrain | Géologie | Géotype / USCS | Cup (kN/m ²) | Cus (kN/m ²) | SPT | RQD (%) | Nb. fract. / m | Récupération (%) | Niveau d'eau | Venue / perte d'eau | Equipment | Cote tube : | Essai d'eau |
|------------|--------------|----------------|--------|--|----------|----------------|--------------------------|--------------------------|-----|---------|----------------|------------------|--------------|---------------------|-----------|-------------|-------------|
|------------|--------------|----------------|--------|--|----------|----------------|--------------------------|--------------------------|-----|---------|----------------|------------------|--------------|---------------------|-----------|-------------|-------------|



Remarques :

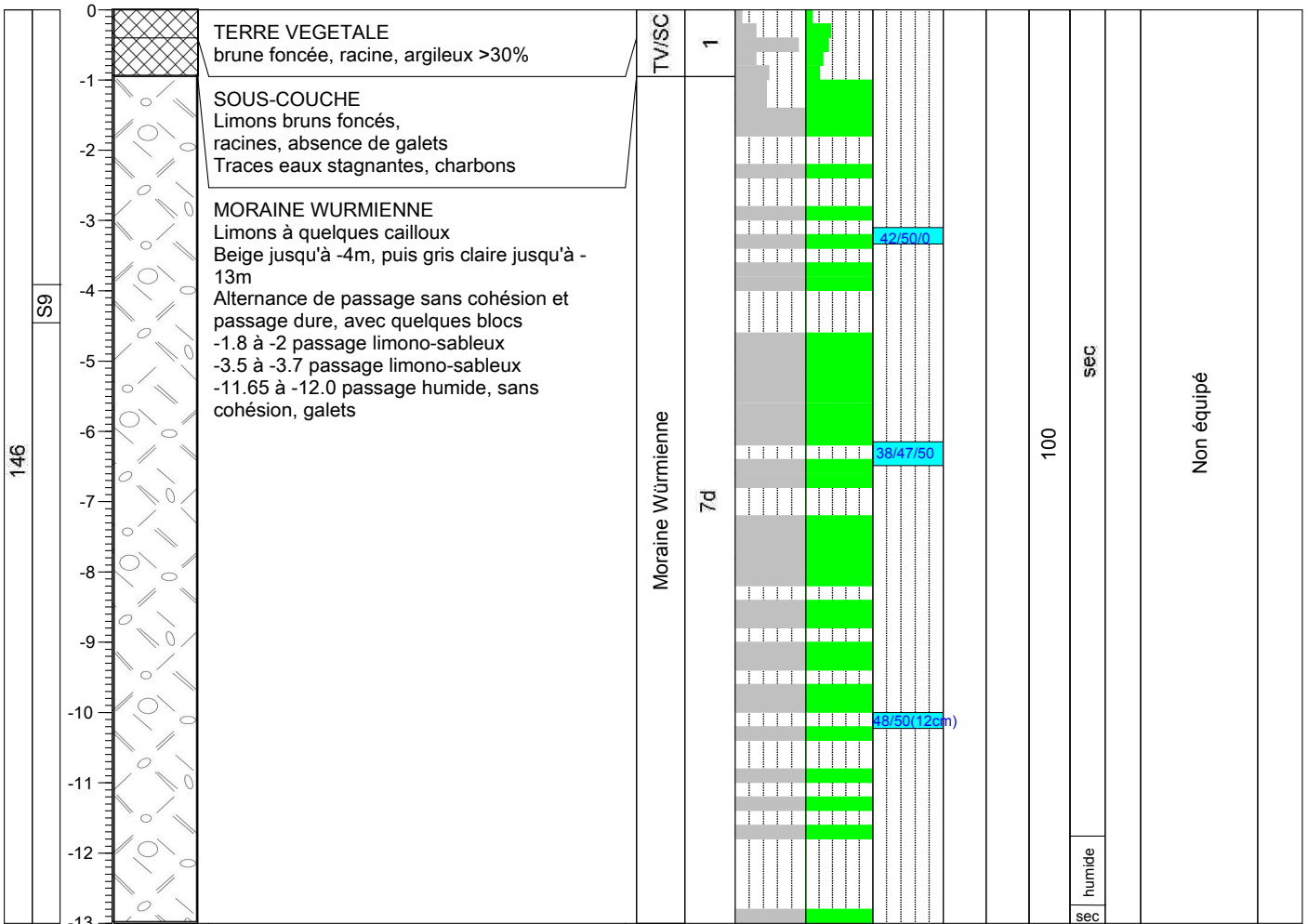
Dessin :MHe

CSD Ingénieurs SA
Avenue Industrielle 12
1227 Carouge
Tél. 0223088900
Fax. 0223088911
ge@csd.ch
www.csd.ch

Coordonnées : x= 2493345 m y= 1114596 m
Cote terrain : appro. 432.4 [msm]
Inclinaison : vertical
Longueur : 13 m
Méthode de forage : carottier simple

N° mandat : GE1678.300
Date des travaux : 03-04.02.2016
Maison de forage : ISR
Levé géologique : MHe/MaV
Echelle : 1:100

| Diam.(mm) | Echantillons | Profondeur (m) | Profil | Description lithologique / Nature du terrain | Géologie | Géotype / USCS | Cup (kN/m ²) | Cus (kN/m ²) | SPT | RQD (%) | Nb. fract. / m | Récupération (%) | Niveau d'eau | Venue / perte d'eau | Equipement | Cote tube : | Essai d'eau |
|-----------|--------------|----------------|--------|--|----------|----------------|--------------------------|--------------------------|-----|---------|----------------|------------------|--------------|---------------------|------------|-------------|-------------|
|-----------|--------------|----------------|--------|--|----------|----------------|--------------------------|--------------------------|-----|---------|----------------|------------------|--------------|---------------------|------------|-------------|-------------|



Remarques :

Dessin : MHe

CSD Ingénieurs SA

Avenue Industrielle 12
1227 Carouge
Tél. 0223088900
Fax. 0223088911
ge@csd.ch
www.csd.ch

Coordonnées : x= 2493473 m y=1114621 m

Cote terrain : approx. 434.9 [msm]

Inclinaison : vertical

Longueur : 12.2 m

Méthode de forage : carottier simple

N° mandat : GE1678.300

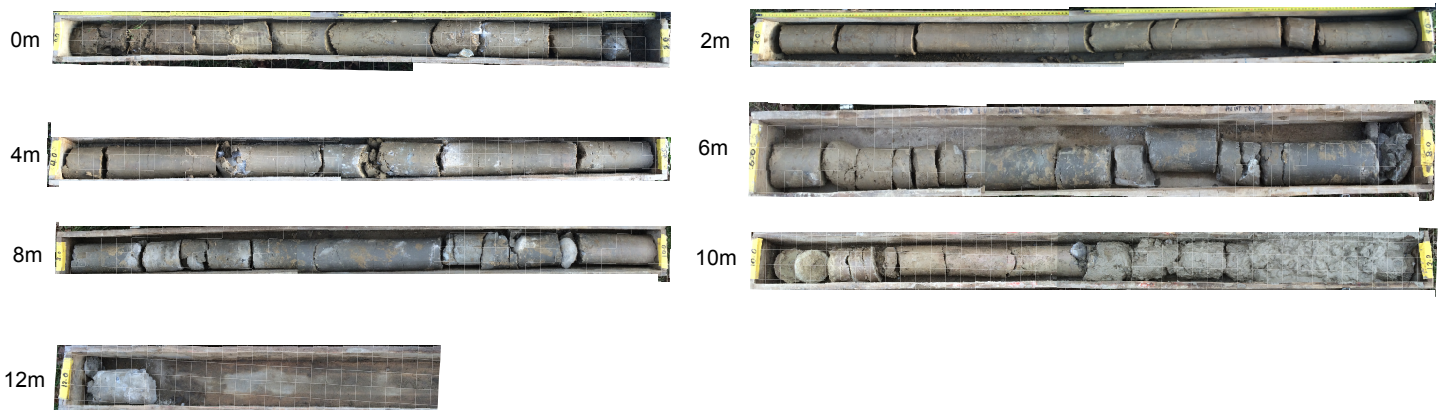
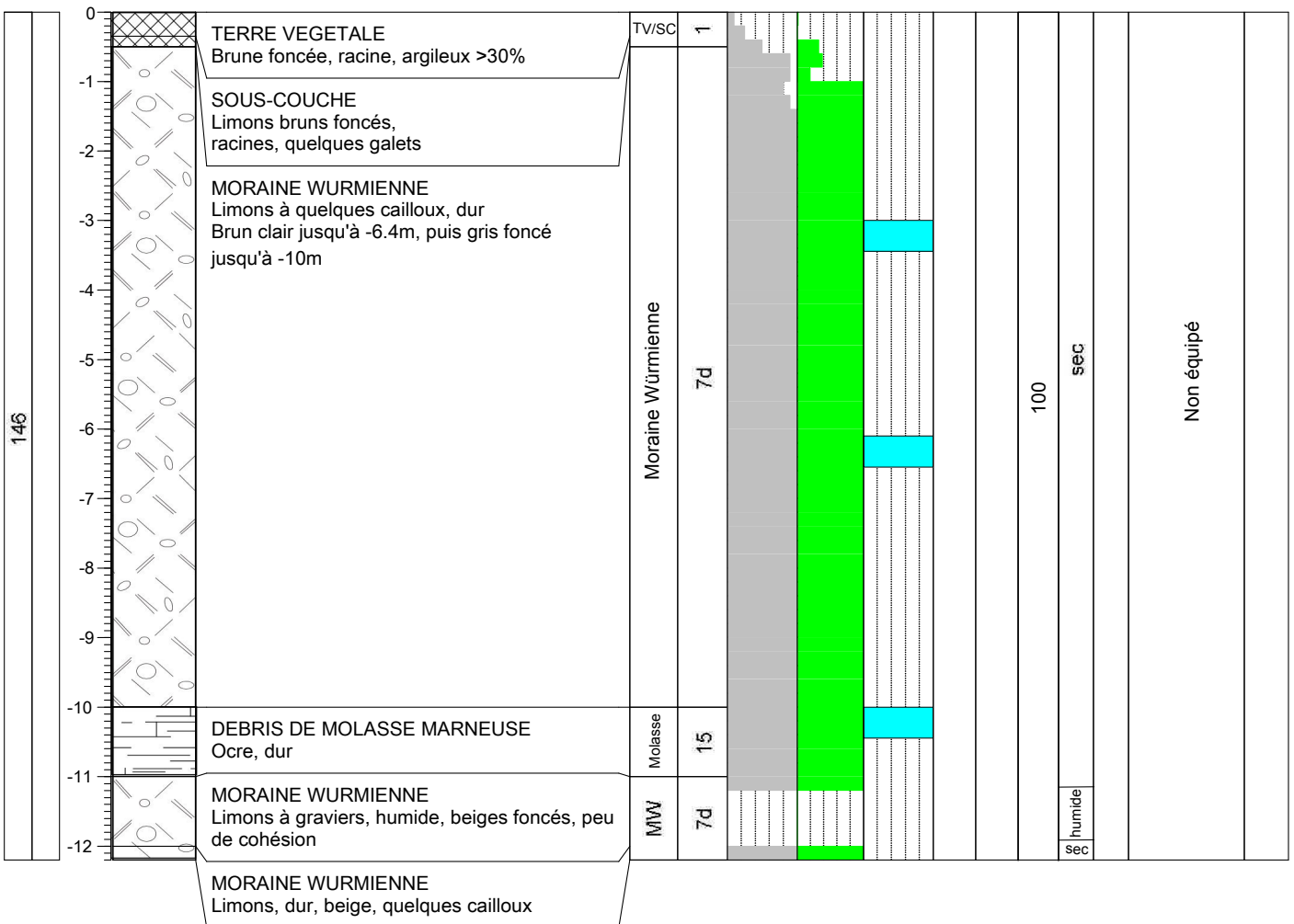
Date des travaux : 03-04.02.2016

Maison de forage : ISR

Levé géologique : MHe/MaV

Echelle : 1:100

| Diam. (mm) | Echantillons | Profondeur (m) | Profil | Description lithologique / Nature du terrain | Géologie | Géotype / USCS | Cup (kN/m ²) | Cus (kN/m ²) | SPT | RQD (%) | Nb. fract. / m | Récupération (%) | Niveau d'eau | Vene / perte d'eau | Equipement | Cote tube : | Essai d'eau |
|------------|--------------|----------------|--------|--|----------|----------------|--------------------------|--------------------------|-----|---------|----------------|------------------|--------------|--------------------|------------|-------------|-------------|
|------------|--------------|----------------|--------|--|----------|----------------|--------------------------|--------------------------|-----|---------|----------------|------------------|--------------|--------------------|------------|-------------|-------------|



Remarques :

Dessin : MHe

CSD Ingénieurs SA

Avenue Industrielle 12

1227 Carouge

Tél. 0223088900

Fax. 0223088911

ge@csd.ch

www.csd.ch

Coordonnées : x= 2493520 m y= 1114496 m

Cote terrain : approx. 439.4 [msm]

Inclinaison : vertical

Longueur : 9.2 m

Méthode de forage : carottier simple

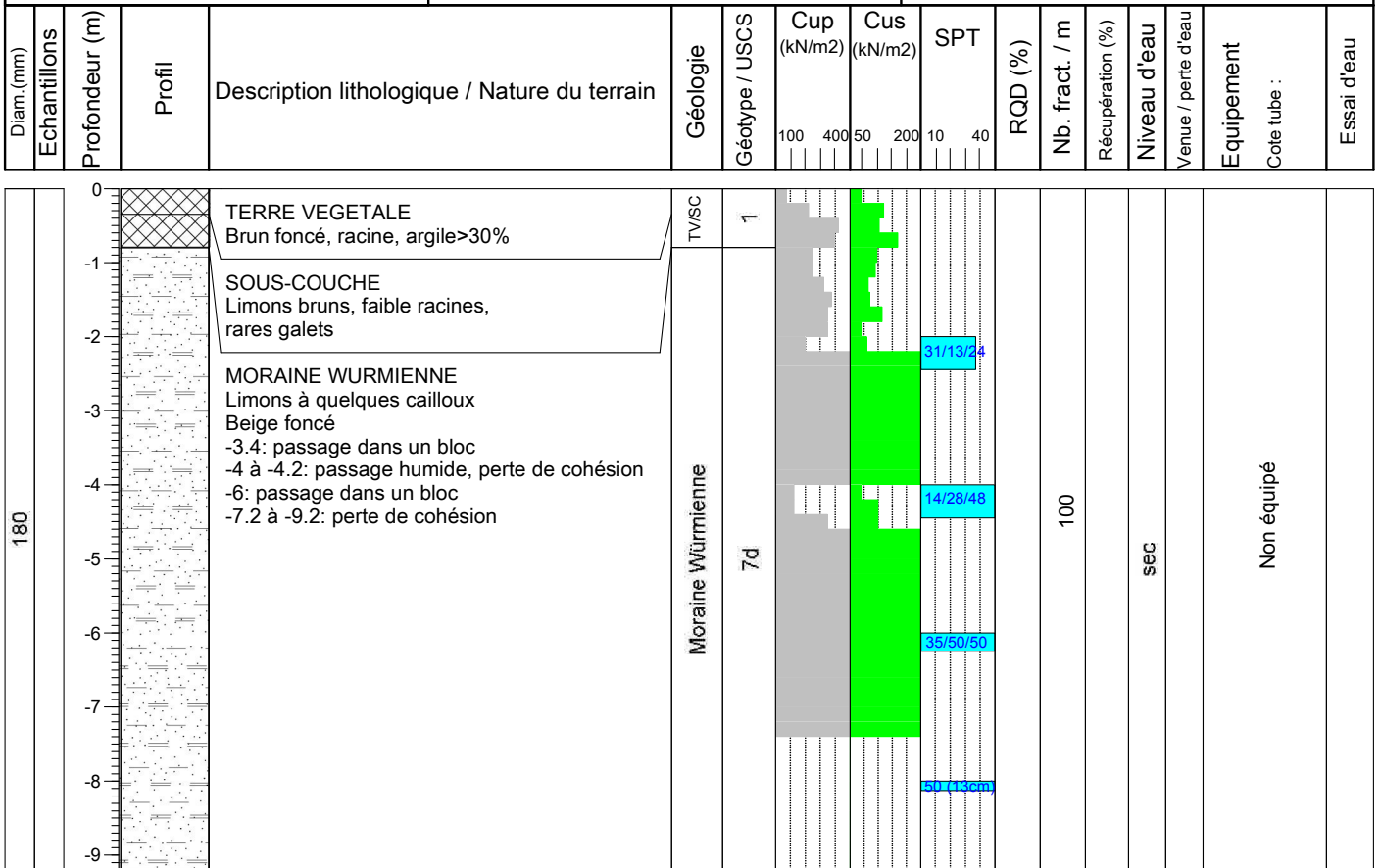
N° mandat : GE1678.300

Date des travaux : 24-26.02.2016

Maison de forage : ISR

Levé géologique : MHe/MaV

Echelle : 1:100



0m



2m



4m



6m



8m



Remarques :

Dessin : MHe

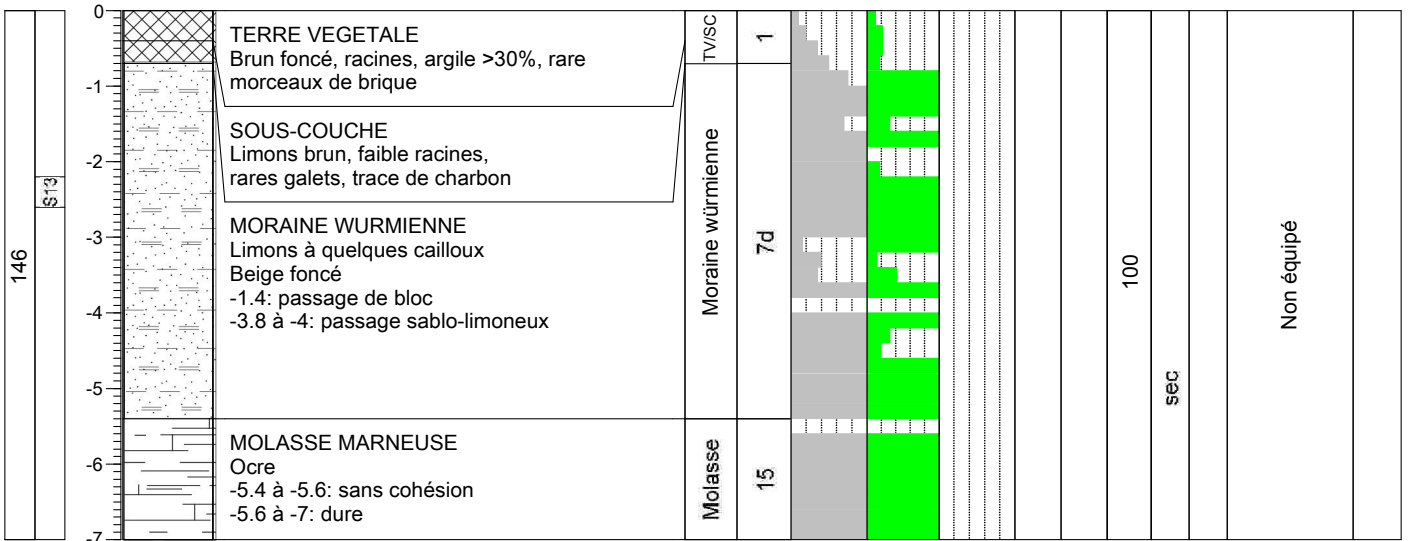
CSD Ingénieurs SA

Avenue Industrielle 12
1227 Carouge
Tél. 0223088900
Fax. 0223088911
ge@csd.ch
www.csd.ch

Coordonnées : x= 2493723 m y= 1114632 m
Cote terrain : approx. 437.6 [msm]
Inclinaison : vertical
Longueur : 7 m
Méthode de forage : carottier simple

N° mandat : GE1678.300
Date des travaux : 12-15.02.2016
Maison de forage : ISR
Levé géologique : MHe/MaV
Echelle : 1:100

| Diam. (mm) | Echantillons | Profondeur (m) | Profil | Description lithologique / Nature du terrain | Géologie | Géotype / USCS | | Cup (kN/m ²) | | Cus (kN/m ²) | | SPT | | RQD (%) | Nb. fract. / m | Récupération (%) | Niveau d'eau | Venue / perte d'eau | Equipement | Cote tube : | Essai d'eau |
|------------|--------------|----------------|--------|--|----------|----------------|--|--------------------------|-----|--------------------------|-----|-----|----|---------|----------------|------------------|--------------|---------------------|------------|-------------|-------------|
| | | | | | | | | 100 | 400 | 50 | 200 | 10 | 40 | | | | | | | | |



0m



2m



4m



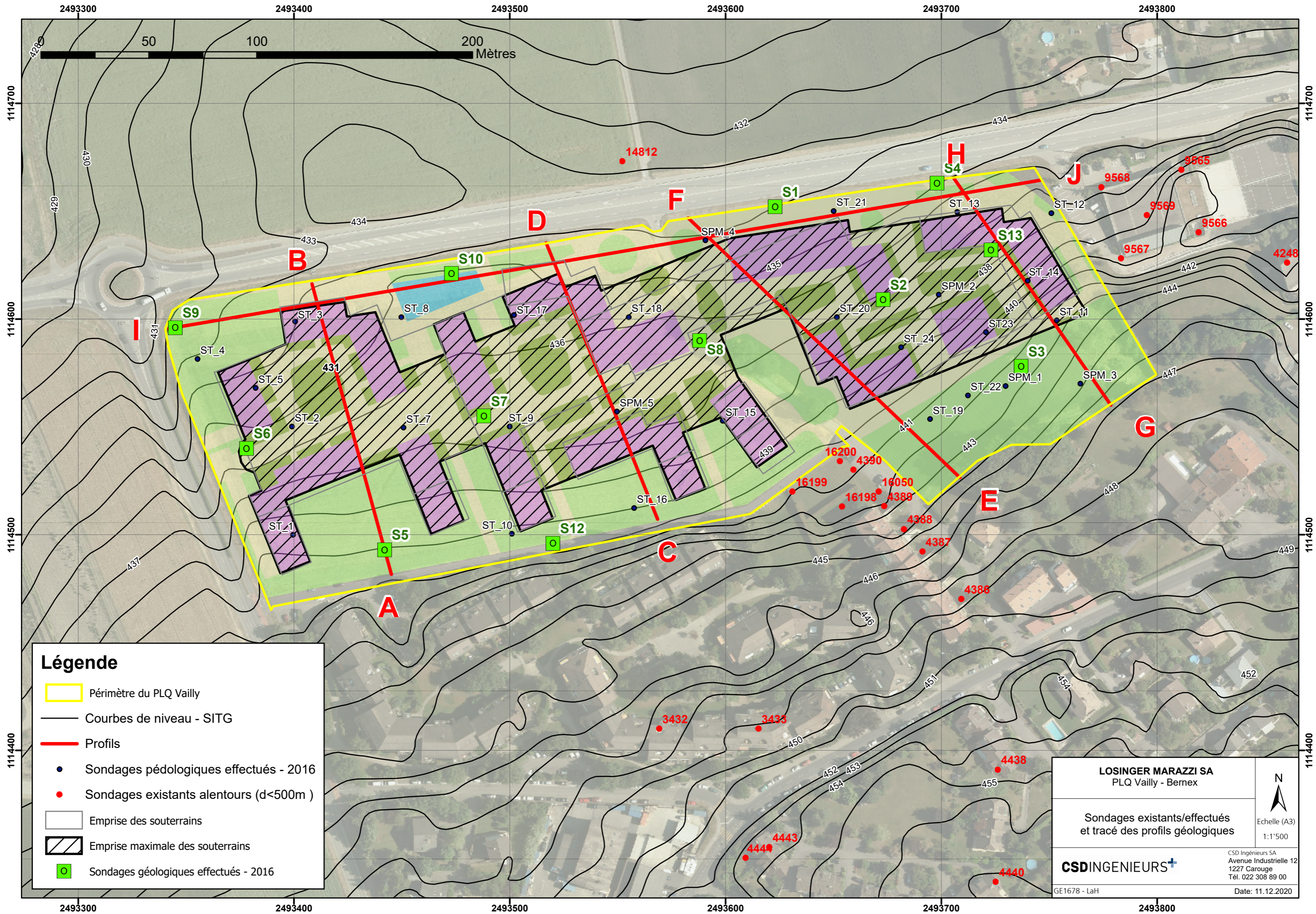
6m



Remarques :

Dessin : MHe

ANNEXE C PROFILS GEOLOGIQUES



Légende

- Périmètre du PLQ Vailly
- Courbes de niveau - SITG
- Profils
- Sondages pédologiques effectués - 2016
- Sondages existants alentours (d<500m)
- Emprise des souterrains
- Emprise maximale des souterrains
- Sondages géologiques effectués - 2016

LOSINGER MARAZZI SA
PLQ Vailly - Bernex

Sondages existants/effectués
et tracé des profils géologiques

N
Echelle (A3)
1:1'500

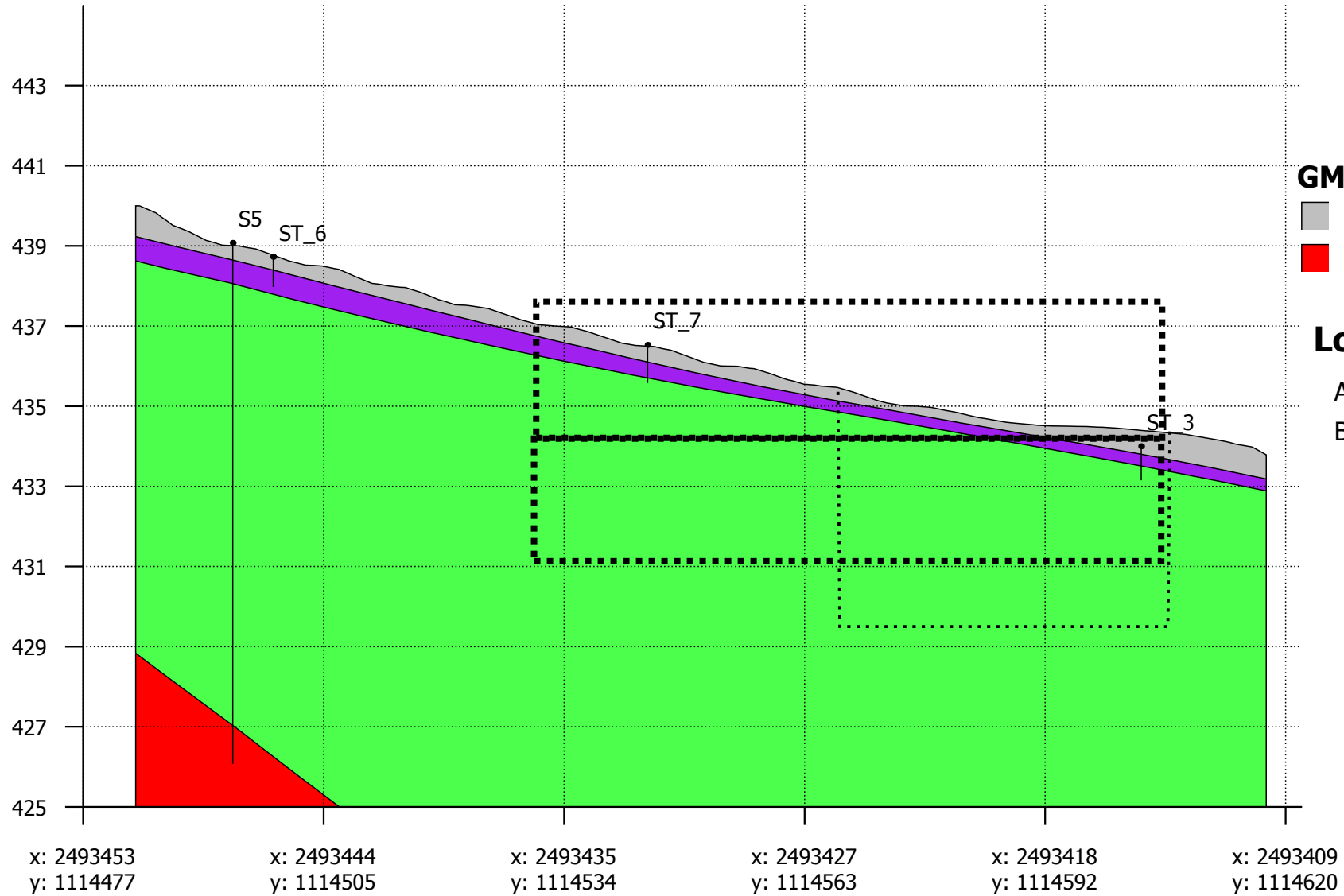
CSDINGENIEURS+

CSD Ingénieurs SA
Avenue Industrielle 12
1227 Carouge
Tél. 022 308 89 00

GE1678 - LaH

Date: 11.12.2020

A



B

Profil AB

Légende

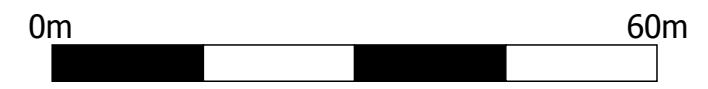
- GM**
- 1 (grey)
 - 2 (purple)
 - 15-1 (light red)
 - 15-2 (red)
 - 7d (green)

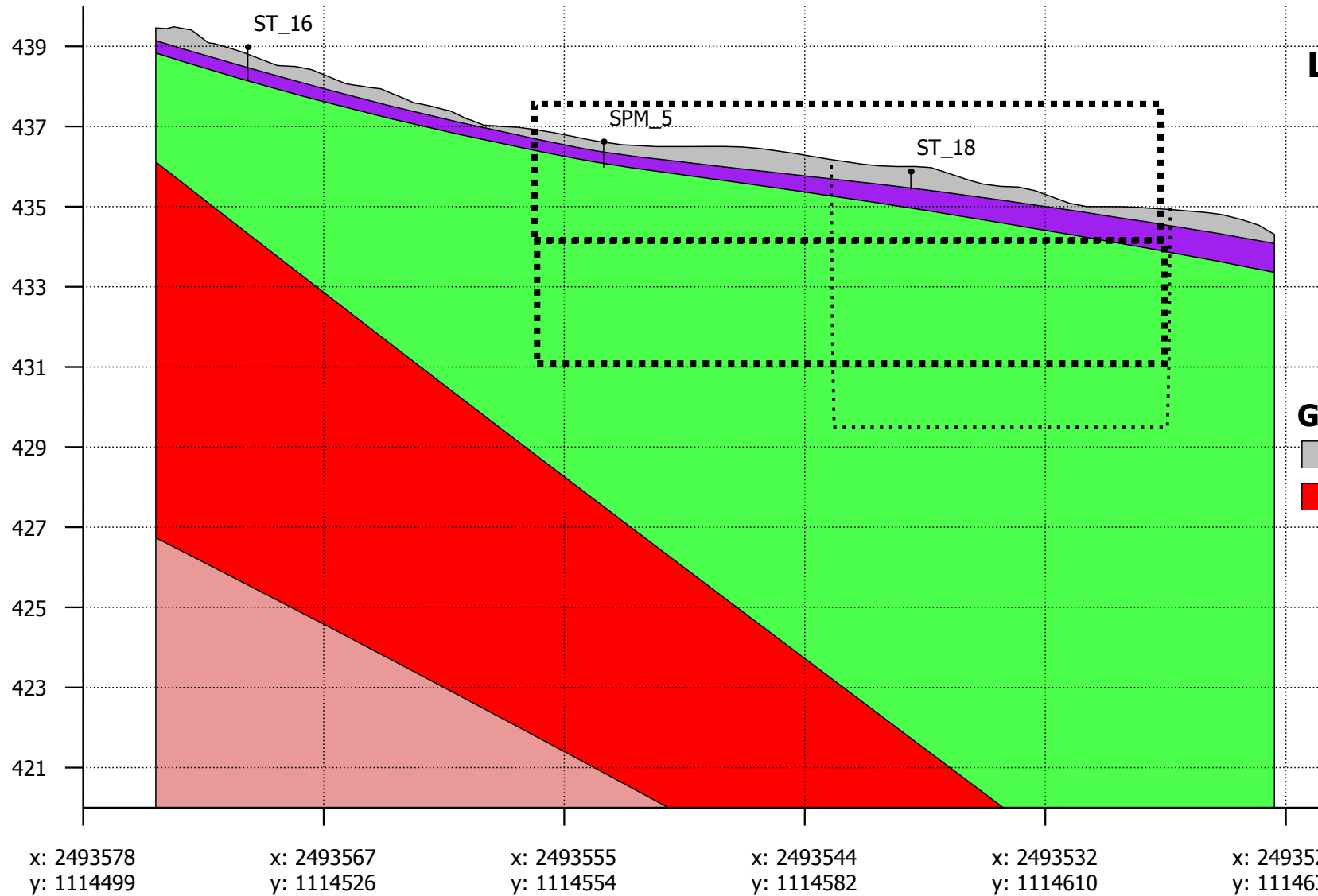
Location

A: 2493453, 1114477
B: 2493409, 1114622

Scale: 1:750

Vertical exaggeration: 5x



C**D**


Profil CD

Location

C: 2493578, 1114499
 D: 2493519, 1114642

Légende

GM

- | | | |
|--|--|--|
|  1 |  2 |  15-1 |
|  15-2 |  7d | |

Scale: 1:750

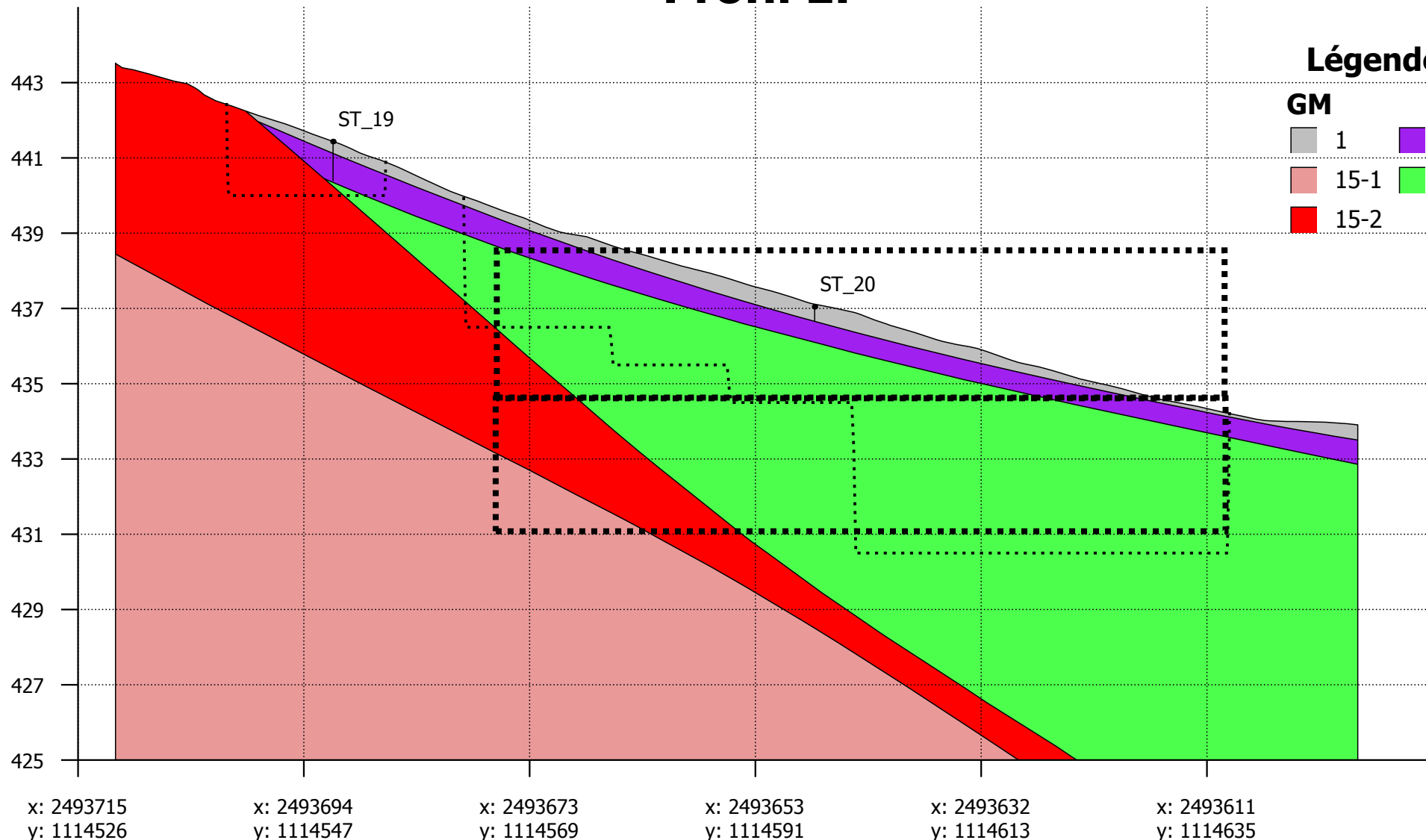
Vertical exaggeration: 5x



E

Profil EF

F



Location

E: 2493715, 1114526
 F: 2493591, 1114656

Scale: 1:750

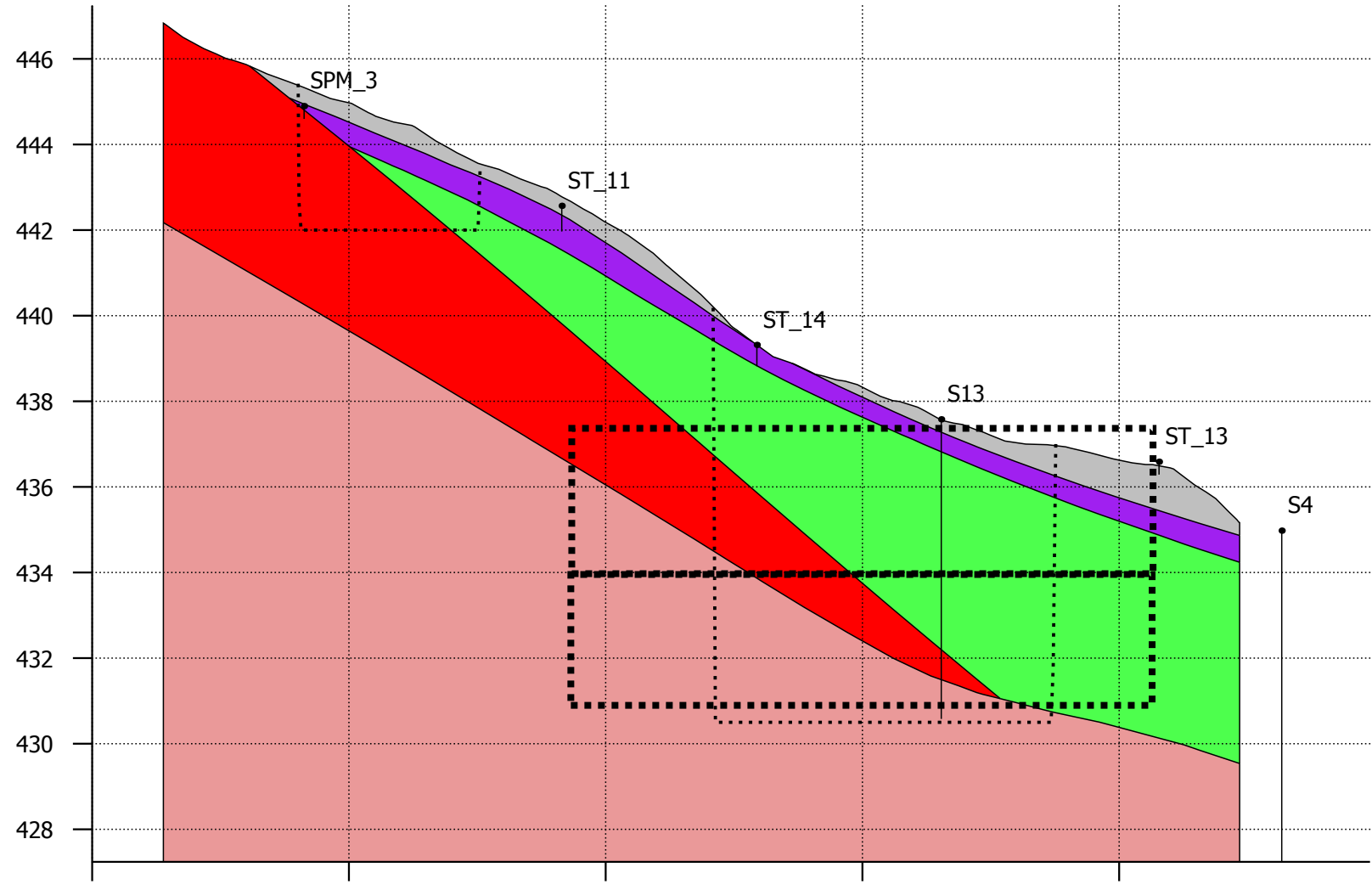
Vertical exaggeration: 5x



G

H

Profil GH



Légende

- GM**
- 1 (grey)
 - 2 (purple)
 - 15-1 (pink)
 - 7d (light blue)
 - 15-2 (red)

x: 2493790 y: 1114558 x: 2493772 y: 1114582 x: 2493755 y: 1114607 x: 2493737 y: 1114631 x: 2493719 y: 1114655

Location

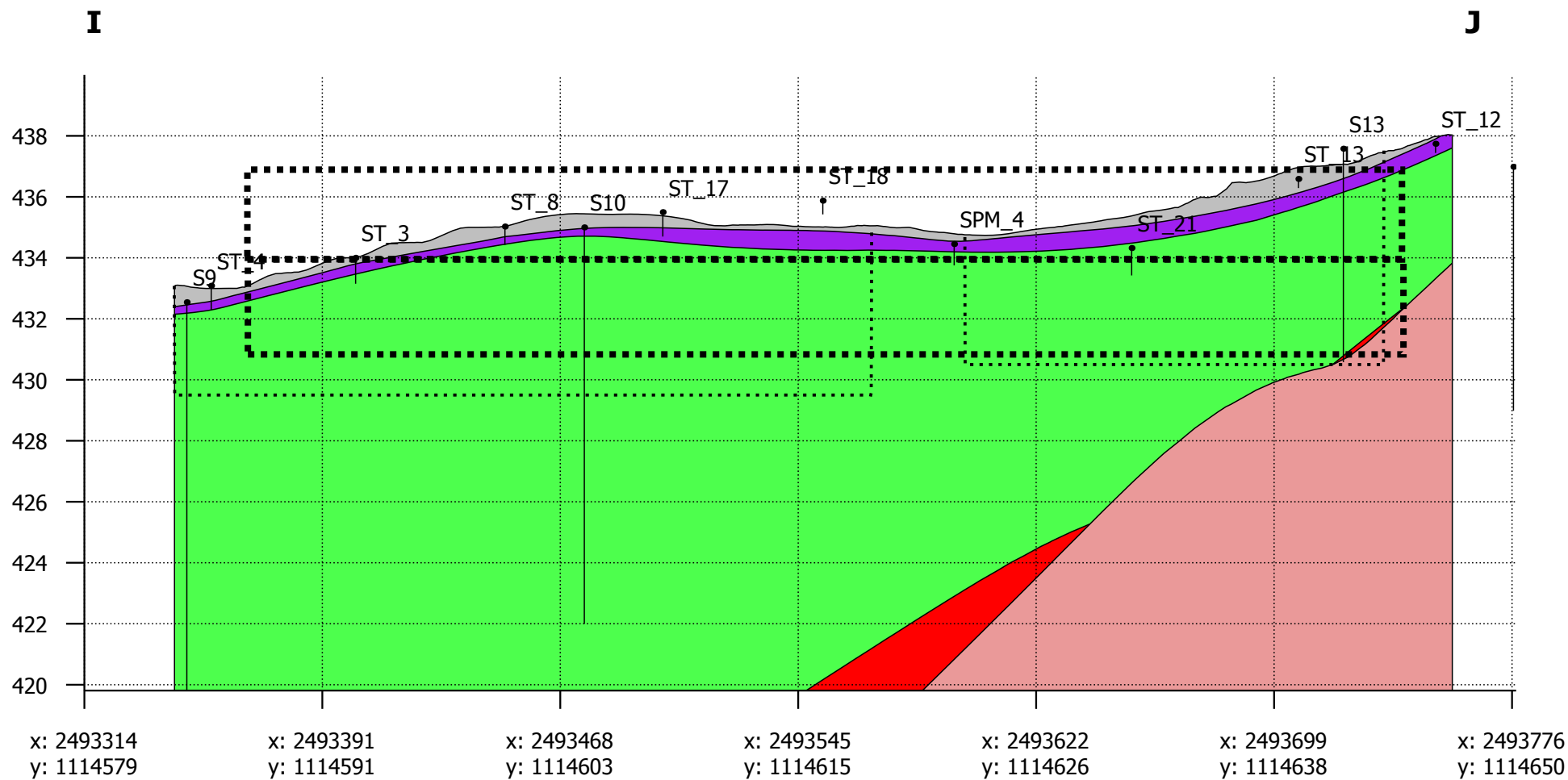
G: 2493790, 1114558
 H: 2493702, 1114678

Scale: 1:750

Vertical exaggeration: 5x



Profil IJ



Légende

GM

- | | |
|---|--|
| 1 | 2 |
| 15-1 | 7d |
| 15-2 | |

Location

I: 2493314, 1114579
 J: 2493778, 1114650

Scale: 1:2'000
 Vertical exaggeration: 10x



ANNEXE D ESSAIS DE LABORATOIRE

CSD INGENIEURS SA
Marc Vallet
Avenue Industrielle 12
1227 Carouge

*Rapport d'essais no MT00878

| | | | |
|--------------------|----------------------------|---------------------------|--|
| *No de mandat eub: | MT00878 | No de projet: GE01678.300 | *prélèvement par client. |
| Objet / Chantier: | PLQ Vailly-Sol-Materiaux | | *Réception des échant.: 22. fév. 2016 |
| Elem. de constr.: | | | *Expéd. des résultats: 26. fév. 2016 |
| Client: | CSD INGENIEURS SA, Carouge | | |
| Mandant: | | | |

Description des échantillons:

| *No | Prélèvement | Profondeur | Description | Coordonnées |
|-----|-------------|------------|-------------|-------------|
| 1 | S9_6c | 4.0-4.4 m | | |
| 2 | S7_6d | | | |
| 3 | S5_6d | 4.6-4.8 m | | |
| 4 | S2_6e | 4.1-4.3 m | | |

Note: Les affirmations de ce bulletin sont seulement valables en considérant l'ensemble. Citations et publications partielles doivent être autorisées par eub. Les résultats de ce bulletin se réfèrent seulement aux objets examinés. Toutes les données et documents essentiels pour la réalisation de ce rapport sont archivés par eub pendant 13 ans.
Les indications avec * sont de eub, les autres du client. Informations sur la précision de mesure données sur demande.

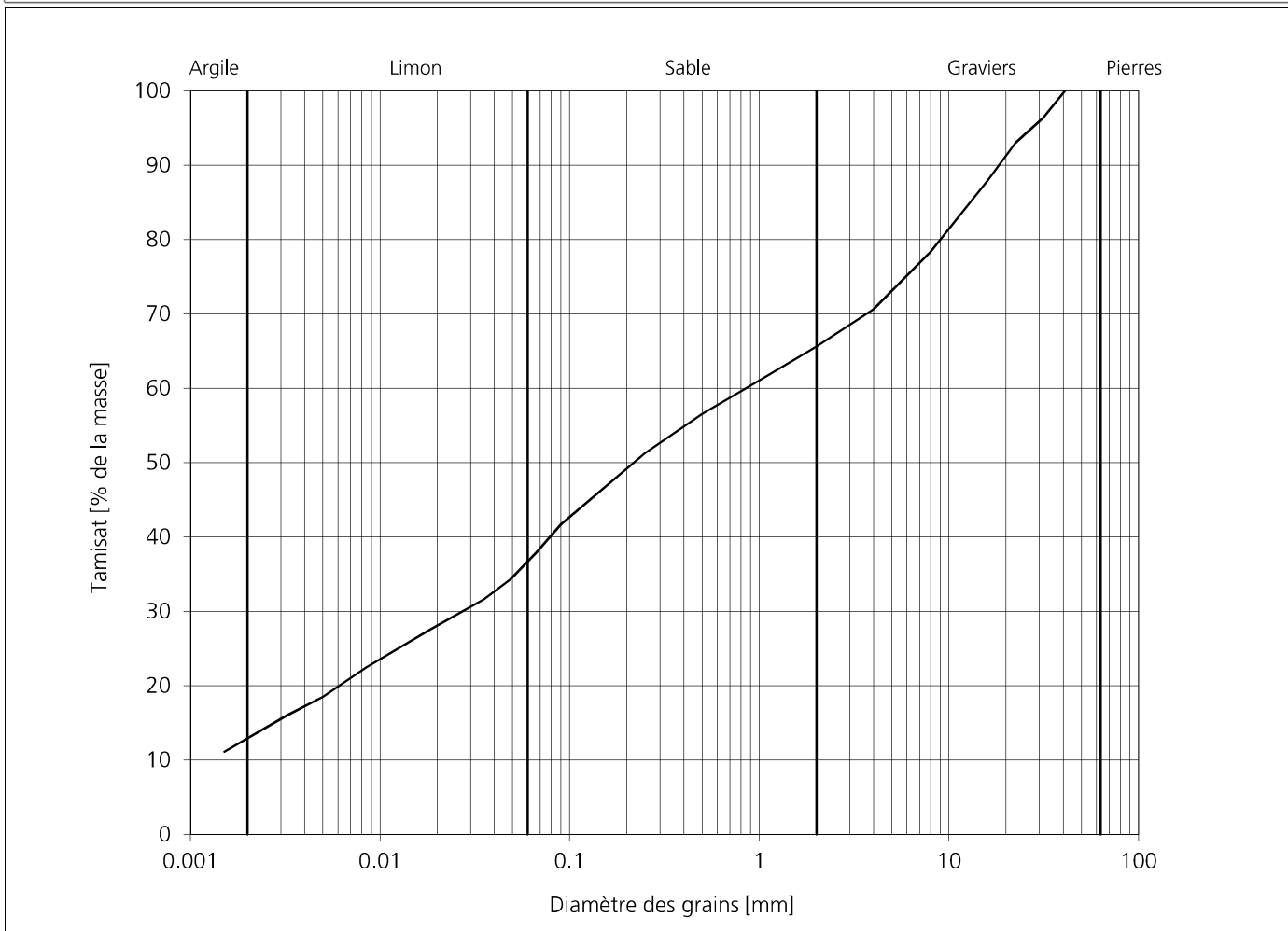
*Berne, le 26. février 2016

M.Niederer
Chef de laboratoire eub

Granulométrie

EN 933-1, SN 670816 a, SN 670345 a, SN 670004-2b-NA

| | |
|--|---------------------------|
| No de mandat eub: MT00878 | No de projet: GE01678.300 |
| Objet / Chantier: PLQ Vailly-Sol-Materiaux | |
| Client: CSD INGENIEURS SA, Carouge | |
| No de lab.: 1 | Prélèvement: S9_6c |
| Profondeur: 4.0-4.4 m | Description: |
| Coordonnées: | |



| Composition | | Paramètres de granulométrie | | Limites de consistance (Atterberg) | |
|-----------------|-------|-----------------------------|---------|---------------------------------------|--------------|
| Argile: | 12.9% | Grain maximal: | 40.9 mm | Limite de liquidité w_L [%]: | 16.5% |
| Limon: | 24.3% | < 0.02 mm: | 28.07% | Limite de plasticité w_P [%]: | 9.9% |
| Sable: | 28.4% | < 0.06 mm: | 36.68% | Indice de plasticité I_P [%]: | 6.6% |
| Graviers: | 34.4% | d_{10} [mm]: | | Coefficients de classification | |
| Pierres: | | d_{30} [mm]: | 0.027 | Coeff. d'uniformité C_u : | |
| Matière organ.: | | d_{50} [mm]: | 0.22 | Courbure C_c : | |
| Teneur en eau: | 11.0% | d_{60} [mm]: | 0.85 | Classification USCS | GC-GM |

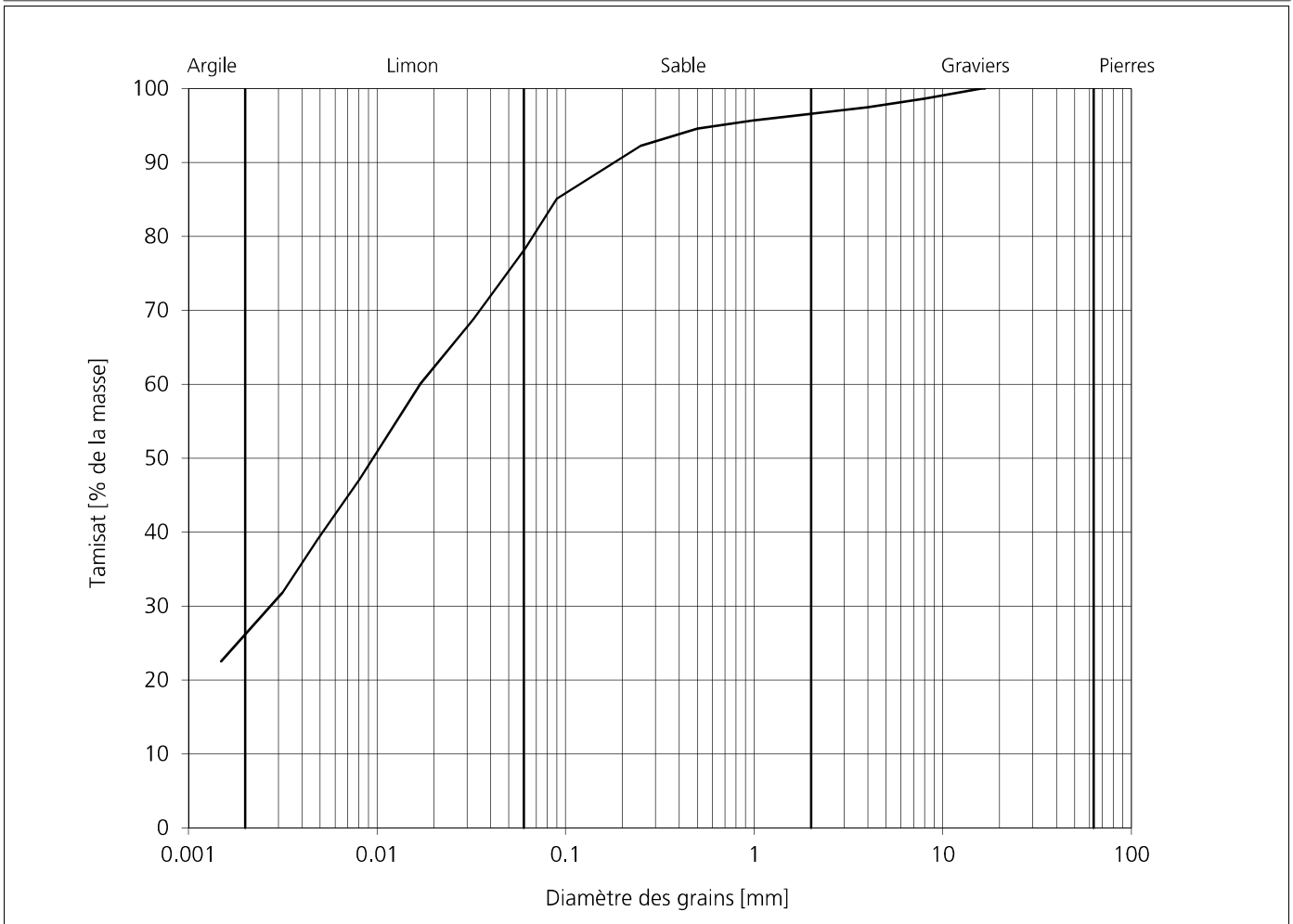
Remarques:

2421

Granulométrie

EN 933-1, SN 670816 a, SN 670345 a, SN 670004-2b-NA

| | |
|--|---------------------------|
| No de mandat eub: MT00878 | No de projet: GE01678.300 |
| Objet / Chantier: PLQ Vailly-Sol-Materiaux | |
| Client: CSD INGENIEURS SA, Carouge | |
| No de lab.: 2 | Prélèvement: S7_6d |
| Profondeur: | Description: |
| | Coordonnées: |



| Composition | | Paramètres de granulométrie | | Limites de consistance (Atterberg) | |
|-----------------|-------|-----------------------------|---------|---------------------------------------|-----------|
| Argile: | 26.2% | Grain maximal: | 16.7 mm | Limite de liquidité w_L [%]: | 25.6% |
| Limon: | 52.8% | < 0.02 mm: | 62.28% | Limite de plasticité w_P [%]: | 13.2% |
| Sable: | 17.7% | < 0.06 mm: | 78.11% | Indice de plasticité I_P [%]: | 12.4% |
| Graviers: | 3.4% | d_{10} [mm]: | | Coefficients de classification | |
| Pierres: | | d_{30} [mm]: | 0.003 | Coeff. d'uniformité C_u : | |
| Matière organ.: | | d_{50} [mm]: | 0.01 | Courbure C_c : | |
| Teneur en eau: | 12.8% | d_{60} [mm]: | 0.017 | Classification USCS | CL |

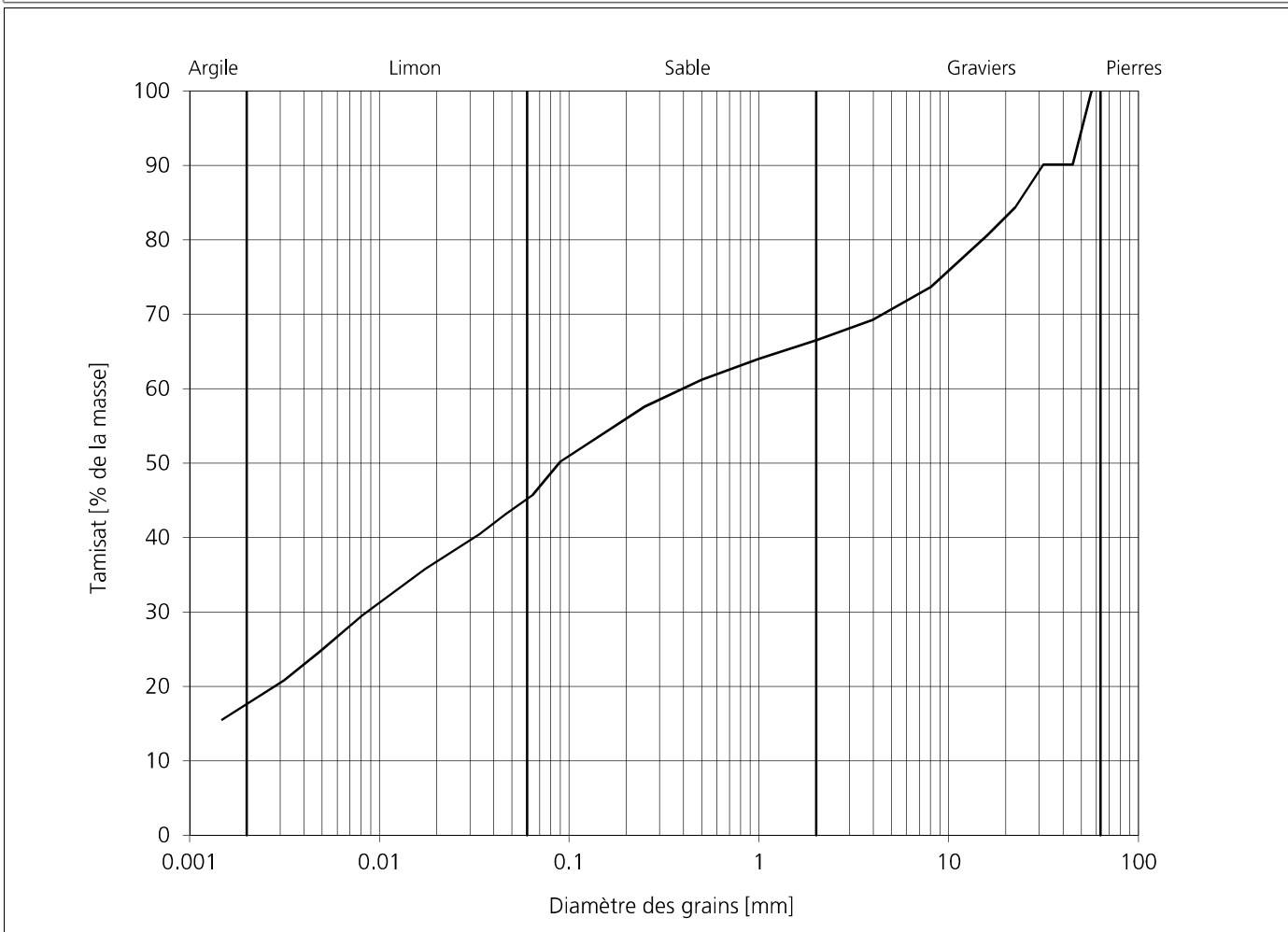
Remarques:

2421

Granulométrie

EN 933-1, SN 670816 a, SN 670345 a, SN 670004-2b-NA

| | |
|--|---------------------------|
| No de mandat eub: MT00878 | No de projet: GE01678.300 |
| Objet / Chantier: PLQ Vailly-Sol-Materiaux | |
| Client: CSD INGENIEURS SA, Carouge | |
| No de lab.: 3 | Prélèvement: S5_6d |
| Profondeur: 4.6-4.8 m | Description: |
| Coordonnées: | |



| Composition | | Paramètres de granulométrie | | Limites de consistance (Atterberg) | |
|-----------------|-------|-----------------------------|---------|---------------------------------------|-----------|
| Argile: | 17.6% | Grain maximal: | 56.5 mm | Limite de liquidité w_L [%]: | 22.6% |
| Limon: | 27.9% | < 0.02 mm: | 36.76% | Limite de plasticité w_P [%]: | 11.8% |
| Sable: | 21.0% | < 0.06 mm: | 45.16% | Indice de plasticité I_P [%]: | 10.8% |
| Graviers: | 33.5% | d_{10} [mm]: | | Coefficients de classification | |
| Pierres: | | d_{30} [mm]: | 0.009 | Coeff. d'uniformité C_u : | |
| Matière organ.: | | d_{50} [mm]: | 0.089 | Courbure C_c : | |
| Teneur en eau: | 9.7% | d_{60} [mm]: | 0.4 | Classification USCS | GC |

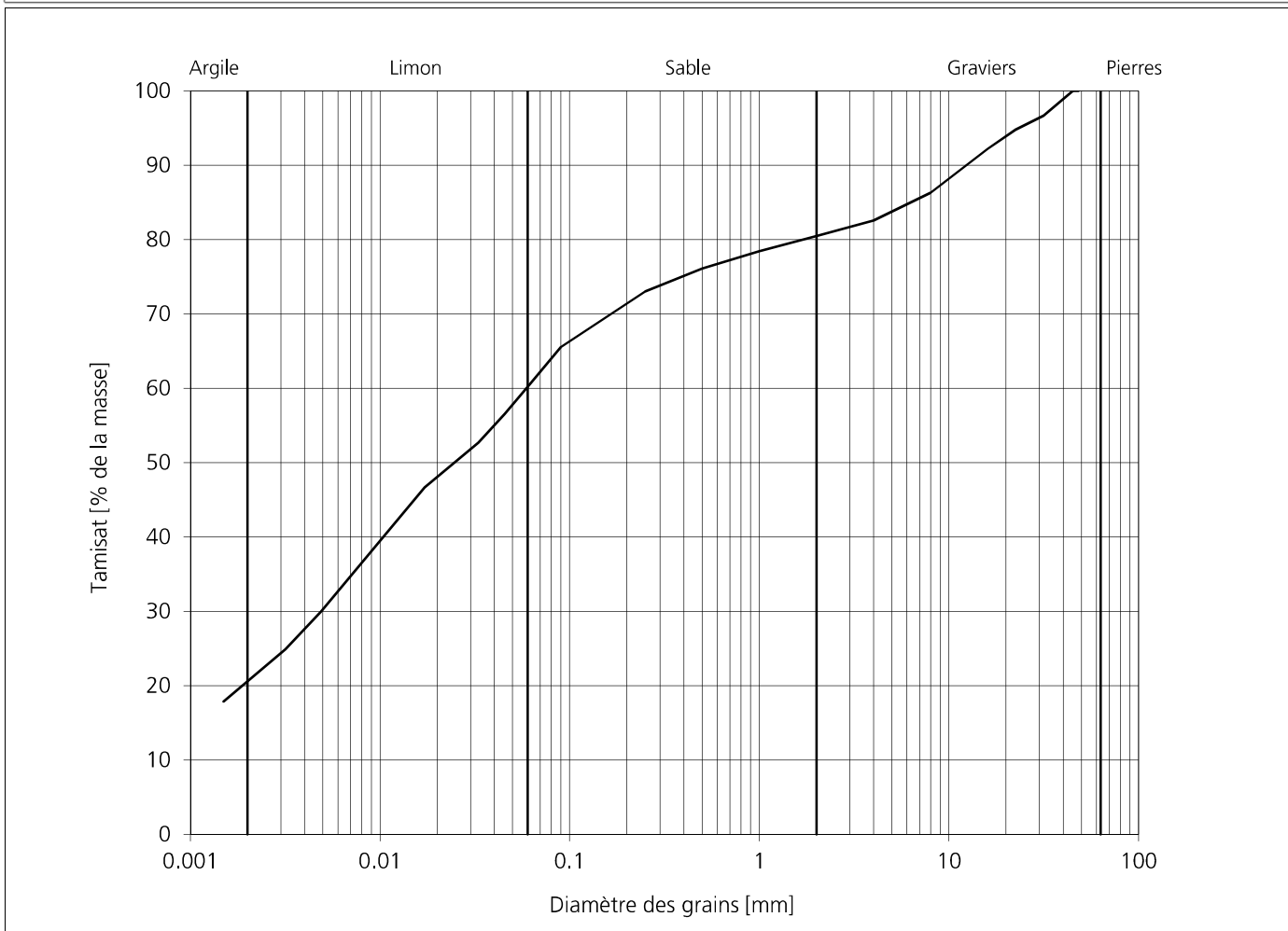
Remarques:

2421

Granulométrie

EN 933-1, SN 670816 a, SN 670345 a, SN 670004-2b-NA

| | |
|--|---------------------------|
| No de mandat eub: MT00878 | No de projet: GE01678.300 |
| Objet / Chantier: PLQ Vailly-Sol-Materiaux | |
| Client: CSD INGENIEURS SA, Carouge | |
| No de lab.: 4 | Prélèvement: S2_6e |
| Profondeur: 4.1-4.3 m | Description: |
| Coordonnées: | |



| Composition | | Paramètres de granulométrie | | Limites de consistance (Atterberg) | |
|-----------------|-------|-----------------------------|---------|---------------------------------------|-----------|
| Argile: | 20.6% | Grain maximal: | 48.2 mm | Limite de liquidité w_L [%]: | 24.1% |
| Limon: | 40.2% | < 0.02 mm: | 48.05% | Limite de plasticité w_P [%]: | 11.6% |
| Sable: | 19.7% | < 0.06 mm: | 60.17% | Indice de plasticité I_P [%]: | 12.4% |
| Graviers: | 19.5% | d_{10} [mm]: | | Coefficients de classification | |
| Pierres: | | d_{30} [mm]: | 0.005 | Coeff. d'uniformité C_u : | |
| Matière organ.: | | d_{50} [mm]: | 0.025 | Courbure C_c : | |
| Teneur en eau: | 9.3% | d_{60} [mm]: | 0.059 | Classification USCS | CL |

Remarques:

2421



ab ingénieurs sa

ESSAI PRESSIOMETRIQUE MENARD

(NFP

94-110)

CLIENT: ISR
 AFFAIRE: Bernex - PLA - Vully
 N° D'AFFAIRE: 4732

N° DE FORAGE: ? S1
 ENTREPRISE: ISR
 DATE et HEURE D'ESSAI: 22.01.16 9h15

| | | | |
|--|---|-----------------------------------|--|
| Matériel de forage: | <u>Foreuse carotté</u> | Outil de forage: | <u>φ 65 mm</u> |
| Forage fait avant l'essai: | de: <u>0,00</u> m à <u>9,6</u> m | nature du sol: | <u>moraine limoneuse argileuse à grains et blocs</u> |
| Type de sonde: | Gaine souple <input checked="" type="checkbox"/> <u>lamelles</u> Tube lanterné <input type="checkbox"/> <u>métalliques</u> | Cote conditionneur pression: | <u>Zc = 1,0...8</u> m / TN |
| | | Cote d'essai: | <u>Zs = 2...3</u> m / TN |
| Coefficient de dilatation des tubulures: | a = cm ³ /MPa | Différence de pression: | (gaz-liquide) = <u>0,1</u> Mpa |
| Volume initial de la cellule centrale de mesure: | V _s = <u>20</u> cm ³ | Résistance propre de la membrane: | P _m = Mpa |
| Localisation du forage: | X=....., Y=....., Z=..... | | |

V_{géo} (étalonnage air) = 19 cm³
 V_{géo} (étalonnage tube) = 175 200 cm³

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------------------------------------|--|----------------|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|--|
| ETALONNAGE A L'AIR | N° <u>01</u> Du <u>22.01.16</u> | Pression (KPa) et volume (cm ³) avant correction 100 KPa = 1bar | P _r | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 250 | | | |
| | V _r | | 0 | 35 | 58 | 85 | 122 | 167 | 212 | 258 | | | | |
| ETALONNAGE DANS TUBE | N° <u>01</u> Du <u>22.01.16</u> | | P _r | 0 | 250 | 500 | 750 | 1250 | 1500 | 1750 | 2000 | 2250 | 2500 | |
| | V _r | 0 | | | | | | | | | | | | |

| N° Palier | Pr (Kpa) | Vr (cm ³) _{30/60} | ΔV ^{60/30} (cm ³) | N° Palier | Pr (Kpa) | Vr (cm ³) _{30/60} | ΔV ^{60/30} (cm ³) |
|-----------|----------|--|--|-----------|----------|--|--|
| 1 | 1 | 60 / 84 | 24 | 17 | 17 | 486 / 504 | 18 |
| 2 | 2 | 107 / 113 | 6 | 18 | 18 | 530 / 551 | 21 |
| 3 | 3 | 124 / 126 | 2 | 19 | 19 | 574 / 599 | 25 |
| 4 | 4 | 137 / 140 | 3 | 20 | 20 | 626 / 652 | 26 |
| 5 | 5 | 150 / 155 | 5 | 21 | | / | |
| 6 | 6 | 165 / 170 | 5 | 22 | | / | |
| 7 | 7 | 185 / 191 | 6 | 23 | | / | |
| 8 | 8 | 205 / 213 | 8 | 24 | | | |
| 9 | 9 | 230 / 238 | 8 | 25 | | | |
| 10 | 10 | 256 / 266 | 10 | 26 | | | |
| 11 | 11 | 285 / 298 | 13 | 27 | | | |
| 12 | 12 | 316 / 330 | 14 | 28 | | | |
| 13 | 13 | 349 / 362 | 13 | 29 | | | |
| 14 | 14 | 382 / 395 | 13 | 30 | | | |
| 15 | 15 | 415 / 429 | 14 | 31 | | | |
| 16 | 16 | 450 / 464 | 14 | 32 | | | |

Opérateur: PDT Observations: Niveau de nappe: Z_w = -2,0 m

eau injectée pour le forage



INGENIEURS CIVILS
GEOTECHNIQUE
ENVIRONNEMENT

ab ingénieurs sa

David Amsler
ing. civil dipl. eptz
dr. ès. sc. tech.

Philippe Bombeli
ing. civil dipl. epti

Piero Fonzo
ing. civil dipl. eptz

Yves Giampietro
ing. civil dipl. hies

Alfredo Maruri
ing. civil dipl. epti

Laetitia Vulliez
ing. géotech. isfg

ISR Injectoboehr sa sa

A l'attention de M. Nicollet F.

Rue du Pré-Salomon, 18

1242 Satigny (GE)

Genève, le 27 janvier 2016

Réf : 4732 - PB / PDT/1

Concerne : 4732 – PLQ Vailly – Essai pressiométrique

Monsieur,

Suite à votre demande, veuillez trouver ci-dessous les résultats de l'essai pressiométrique réalisé dernièrement pour le projet cité en objet.

| N° forage | Date de réalisation des essais | Profondeur de l'essai par rapport au TN | Niveau d'eau pendant l'essai par rapport au TN | PI* (MPa) | Pf (MPa) | E (Mpa) | E/PI* (MPa) |
|-------------|--------------------------------|---|--|-----------|----------|---------|-------------|
| Forage n°11 | 22.01.2016 | 9.30m | -8.0m | 1.60 | 1.33 | 11.54 | 7.2 |

S1!! Correspond à la date (22/01).
Il n'existe pas de S11.

Nous vous souhaitons bonne réception de ces documents et vous adressons, Monsieur, nos meilleures salutations.

ab ingénieurs sa



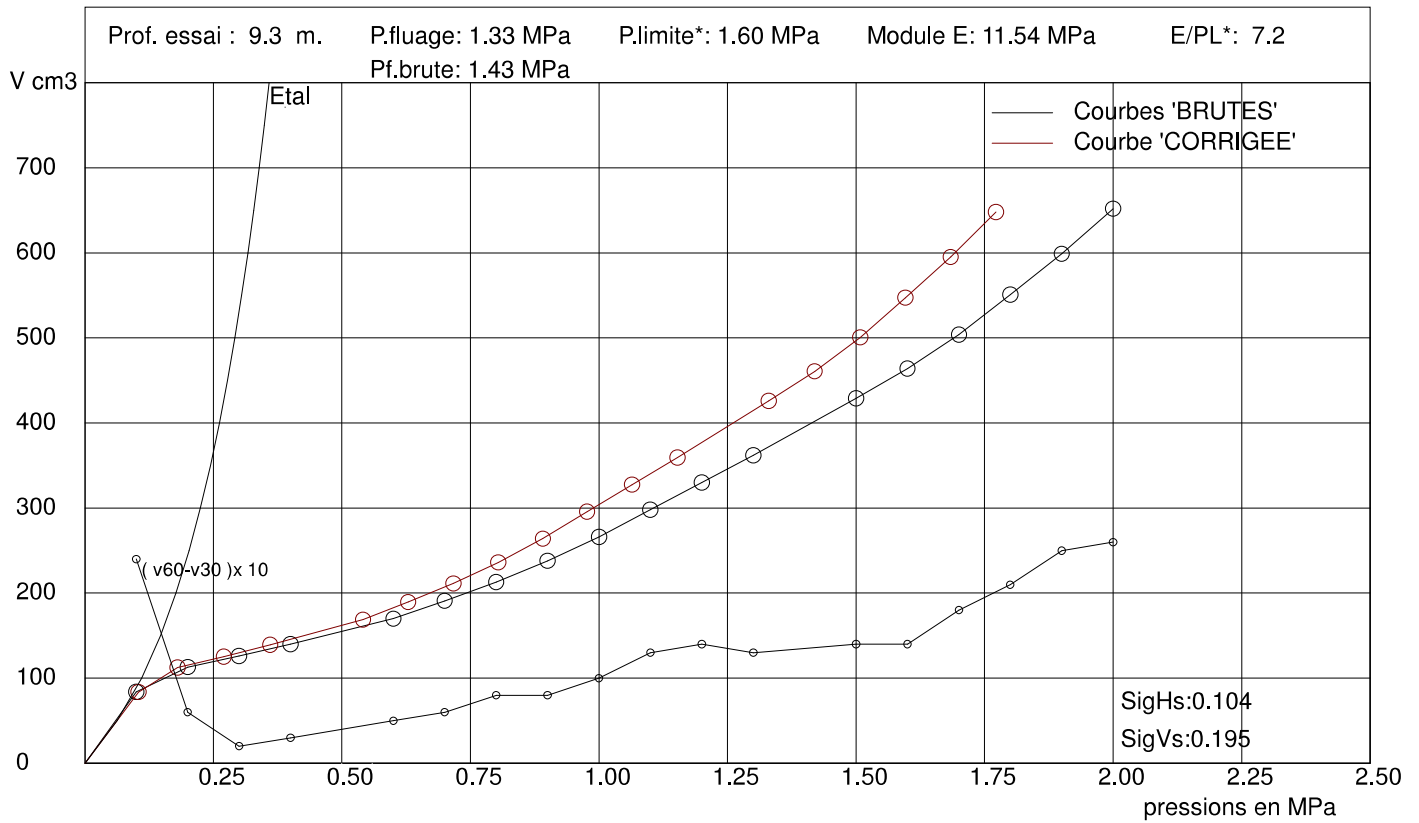
www.absa.ch

FORAGE n°11 : 1 ESSAIS PRESSIOMETRIQUES

S1

Chantier : PLQ Vailly
 Client : ISR injectobohr sa
 Dossier : 4732
 Essais effectués le 22.01.2016

Prof. forage : 9.3 m
 Coord. X / Y / Z
 / /





INGENIEURS CIVILS
GEOTECHNIQUE
ENVIRONNEMENT

ab ingénieurs sa

David Amstler
ing. civil dipl. eptz
dr. eng. sc. tech.

Philippe Bombati
ing. civil dipl. epti

Piero Fonzo
ing. civil dipl. eptz

Yves Giampietro
ing. civil dipl. hes

Alfredo Maruri
ing. civil dipl. epti

Laetitia Vulliez
ing. géotech. istg

ISR Injectobohr sa sa

A l'attention de M. Nicollet F.

Rue du Pré-Salomon, 18

1242 Satigny (GE)

Genève, le 05 février 2016

Réf : 4732 - PB / PDT/2

Concerne : 4732 – PLQ Vailly – Essai pressiométrique

Monsieur,

Suite à votre demande, veuillez trouver ci-dessous les résultats de l'essai pressiométrique réalisé dernièrement pour le projet cité en objet.

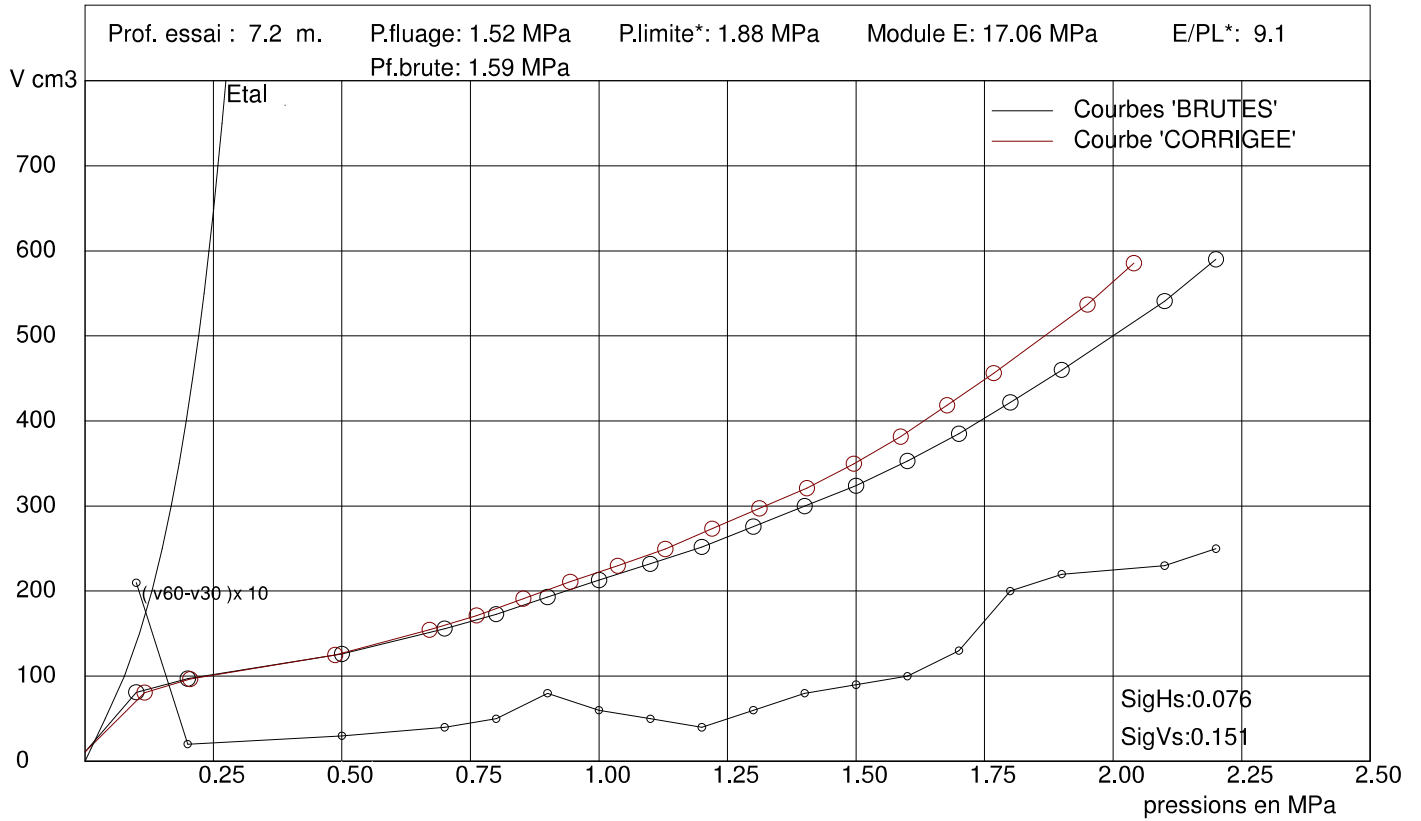
| N° forage | Date de réalisation des essais | Profondeur de l'essai par rapport au TN | Niveau d'eau pendant l'essai par rapport au TN | PI* (MPa) | Pf (MPa) | E (Mpa) | E/PI* (MPa) |
|-------------|--------------------------------|---|--|-----------|----------|---------|-------------|
| Forage n°07 | 04.02.2016 | 7.20m | Forage sec | 1.88 | 1.52 | 17.06 | 9.1 |

Nous vous souhaitons bonne réception de ces documents et vous adressons, Monsieur, nos meilleures salutations.

ab ingénieurs sa

Chantier : PLQ Vailly
 Client : ISR injectobohr sa
 Dossier : 4732
 Essais effectués le 04.02.2016

Prof. forage : 7.2 m
 Coord. X / Y / Z
 / /





INGENIEURS CIVILS
GEOTECHNIQUE
ENVIRONNEMENT

ab ingénieurs sa

David Amsler
ing. civil dipl. eptz
dr. es. sc. tech.

Philippe Bombeli
ing. civil dipl. eptz

Piero Fonzo
ing. civil dipl. eptz

Yves Giampietro
ing. civil dipl. hes

Alfredo Maruri
ing. civil dipl. eptz

Laetitia Vuillez
ing. géotech. istg

ISR Injectobohr sa sa

A l'attention de M. Nicollet F.

Rue du Pré-Salomon, 18

1242 Satigny (GE)

Genève, le 09 février 2016

Réf : 4732 - PB / PDT/3

Concerne : 4732 – PLQ Vailly – Essai pressiométrique

Monsieur,

Suite à votre demande, veuillez trouver ci-dessous les résultats de l'essai pressiométrique réalisé dernièrement pour le projet cité en objet. Le fluage n'a pas pu être atteint pour cet essai, la moraine limoneuse, peu sableuse surconsolidée, présente une consistance supérieure aux limites de pression pouvant être appliquées avec la sonde actuellement utilisée (gaine à lamelles métalliques).

| N° forage | Date de réalisation de l'essai | Profondeur de l'essai par rapport au TN | Niveau d'eau pendant l'essai par rapport au TN | PI* (MPa) | Pf (MPa) | E (Mpa) | E/PI* (MPa) |
|-------------|--------------------------------|---|--|-----------|----------|---------|-------------|
| Forage n°09 | 09.02.2016 | 9.10m | Forage sec | >2.52 | >2.52 | 62.08 | / |

Si vous le souhaitez nous pourrions essayer de réaliser un essai pressiométrique complémentaire avec une gaine tissée haute pression pour tenter de faire fluer la moraine en montant plus haut en pression.

Nous vous souhaitons bonne réception de ces documents et vous adressons, Monsieur, nos meilleures salutations.

ab ingénieurs sa



FORAGE n°9 : 3 ESSAIS PRESSIOMETRIQUES

Chantier : PLQ Vailly
 Client : ISR injectobohr sa
 Dossier : 4732
 Essais effectués le 09.02.2016

Prof. forage : 9.1 m
 Coord. X / Y / Z
 / /

