

SAINT-QUENTIN-EN-YVELINES

LA VERRIERE (78) SECTEUR BOIS DE L'ETANG

RENOUVELLEMENT URBAIN DU SECTEUR BOIS DE L'ETANG



ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE MISSION G1 ES+PGC

| Rapport n° | Indice | Date | Établi par | Vérifié par | Nb pages | Modifications - Observations |
|-----------------|--------|------------|------------|-------------|------------|------------------------------|
| IAS2022-11-78/1 | 0 | 24/07/2023 | IAS | CGt | 22+Annexes | Première diffusion |

SOMMAIRE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUCTION | 4 |
| 1.1 | DEFINITION DE L'OPERATION | 4 |
| 1.2 | MISSIONS DEMANDEES | 4 |
| 1.3 | DOCUMENTS TRANSMIS | 4 |
| 1.4 | NORMES ET REFERENCES..... | 4 |
| 2 | DESCRIPTION SOMMAIRE DU SITE ET DU PROJET | 6 |
| 2.1 | DESCRIPTION DU SITE..... | 6 |
| 2.2 | DESCRIPTION DU PROJET..... | 8 |
| 3 | SYNTHESE DOCUMENTAIRE DES DONNEES EXISTANTES..... | 10 |
| 3.1 | SYNTHESE GEOTECHNIQUE | 10 |
| 3.2 | SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE | 10 |
| 3.3 | RISQUES NATURELS..... | 12 |
| 4 | SYNTHESE DES RESULTATS DES INVESTIGATIONS..... | 13 |
| 4.1 | CAMPAGNES DE SONDAGES GEOTECHNIQUES | 13 |
| 4.2 | SYNTHESE LITHOLOGIQUE ET GEOMECHANQUES DES TERRAINS TRAVERSES..... | 14 |
| 4.2.1 | REMBLAIS / LIMONS DES PLATEAUX..... | 14 |
| 4.2.2 | ARGILE A MEULIERE DE MONTMORENCY | 15 |
| 4.2.3 | SABLES ET GRES DE FONTAINEBLEAU | 15 |
| 4.3 | CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE | 16 |
| 4.4 | ESSAIS DE PERMEABILITE..... | 17 |
| 4.5 | ESSAIS EN LABORATOIRE | 18 |
| 4.6 | ESSAIS AU PENETROMETRE DYNAMIQUE..... | 19 |
| 5 | PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION | 21 |
| 5.1 | SYNTHESE GEOTECHNIQUE | 21 |
| 5.2 | RAPPEL DU PROJET ET DES CONTRAINTES GEOTECHNIQUES..... | 21 |
| 5.3 | PRINCIPE DE FONDATION..... | 23 |
| 5.4 | SUJETIONS VIS-A-VIS DE L'EAU SOUTERRAINE | 23 |
| 5.5 | TERRASSEMENTS ET SOUTENEMENTS..... | 24 |
| 5.6 | AVOISINANTS | 25 |
| 5.7 | SOL DU PROJET | 25 |
| 5.7.1 | PROJET SANS SOUS-SOL : | 25 |
| 5.7.2 | PROJET SANS SOUS-SOL : | 25 |
| 6 | AVIS SUR LA CAPACITE D'INFILTRATION | 25 |
| 7 | VOIRIES | 26 |
| 8 | ALEAS GEOTECHNIQUES ET CONDITIONS CONTRACTUELLES | 28 |

ANNEXES

ANNEXE 1 : PLAN D'IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS IN-SITU

ANNEXE 2 : COUPES DES SONDAGES

ANNEXE 3 : RESULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE

ANNEXE 4 : CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

1 INTRODUCTION

1.1 Définition de l'opération

Maître d'Ouvrage : Saint-Quentin-les-Yvelines

Marché : T22-030

Projet : Renouveau urbain du secteur Bois de l'Etang

Lieu : Bois l'Etang – La Verrière (78)

1.2 Missions demandées

Dans le cadre du renouvellement du secteur Bois de l'Etang dans la commune de La Verrière (78), **S.Q.Y.** a confié à **BUREAU SOL CONSULTANTS**, la mission de réaliser une étude géotechnique préalable – Mission G1 ES+PGC, selon la norme NFP 94-500 de novembre 2013.

1.3 Documents transmis

Pour mener à bien la présente étude, le document suivant nous a été transmis :

- Plan guide NPRU- Poste enfouissement en date de janvier 2021 réalisé par l'Agence RVA ;
- Plan guide NPRU – présentation du projet en date de janvier 2021 – réalisé par l'Agence RVA.

1.4 Normes et références

La présente étude est fondée sur les documents de références listés ci-après et généralement utilisés dans les études géotechniques :

- [1] NF P 94-500, 30 novembre 2013 – Missions d'ingénierie géotechnique – Classification et spécifications,
- [2] NF EN 1990, mars 2003 – Eurocodes structuraux – Bases de calcul des structures, et son annexe nationale NF EN 1990/NA de décembre 2011,
- [3] NF EN 1997 - 1, juin 2005 – Eurocode 7 : Calcul géotechnique – Partie 1 : Règles générales, et son amendement NF EN 1997-1/A1 d'Avril 2014,
- [4] NF EN 1997 – 1/NA : septembre 2018 – Annexe nationale à la NF EN 1997-1 :2005, et son amendement NF EN 1997-1/A1 d'Avril 2014,
- [5] NF EN 1997 - 2. Septembre 2007 – Eurocode 7 : Calcul géotechnique – Partie 2 : reconnaissance des terrains et essais,
- [6] NF P 94-261, juin 2013 – Norme d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations Superficielles, et son amendement NF P 94-261/A1 du 12 Octobre 2016,
- [7] NF DTU 13.1 - Septembre 2019 - Travaux de bâtiment - Fondations superficielles,
- [8] NF P 94-262, juillet 2012 – Norme d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations profondes, et son amendement NF P 94-262/A1 de Juillet 2018,

- [9] NF DTU 13.2 - Mai 2020 - Travaux de bâtiment — Fondations Profondes,
[10]NF EN 14199, Septembre 2015 - Exécution des travaux géotechniques spéciaux – Micropieux,
[11]NF EN 1536+A1, Novembre 2015 - Exécution des travaux géotechniques spéciaux - Pieux forés,
[12]NF P 11-213-1, mars 2005 – DTU 13.3 – Dallage – Conception, calcul et exécution,
[13]NF P 94-282, Mars 2009 - Calcul géotechnique – Ouvrages de soutènement – Écrans, et son amendement NF P 94-282/A1 de 2015,
[14]Note CNJOG du 24 février 2014 – Prise en compte des niveaux d’eaux selon l’Eurocode 7,
[15]NF EN 206 /CN+A1 de décembre 2014 – Béton — Spécification, performance, production et conformité.

2 DESCRIPTION SOMMAIRE DU SITE ET DU PROJET

2.1 Description du site

Le zone d'étude se situe en limite Est de la commune de LA VERRIERE (78) sur le pourtour Nord de l'étang des Noés.

La commune de LA VERRIERE, est située au cœur de l'agglomération de Saint-Quentin-en-Yvelines mais qui souffre d'un relatif enclavement

LA VERRIERE est composée de quatre quartiers :

- le village : secteur pavillonnaire.
- Orly Parc : quartier proche de la gare, constitué de deux résidences autour des établissements MGEN.
- **le Bois de l'Étang : constitué des résidences Seqens et de la résidence Adoma objet du présent rapport. ;**
- l'Agiot : zone d'activités industrielles, artisanales et commerciales.

Le quartier du Bois de l'Étang est un quartier de 4,5 ha (13 ha dans le périmètre de projet), composé de 616 logements sociaux gérés par le bailleur SEQENS (4 barres et 6 tours livrées en 1973), de 805 place de parkings (dont 138 boxes) et de 2 261 habitants. Ce quartier est limitrophe du sud de la commune d'Élancourt et du nord du Mesnil-Saint-Denis, à proximité immédiate de l'étang des Noés et des espaces boisés qui l'accompagnent.

Il est adossé au nord sur les voies ferrées et à l'est sur la RD 58, axe nord-sud permettant de relier les communes de la Vallée de Chevreuse, au sud, de Plaisir au nord, en traversant l'agglomération saint-quentinoise.

La du quartier est soumis à des contraintes majeures de constructibilité, causé par la présence notamment de réseaux, rendant difficile les évolutions sur le quartier :

- Un gazoduc (réseau de transport de gaz haute pression),
- Un oléduct (réseau de transport pétrolier de Gargenville),
- Un aqueduc historique du XVIIème siècle, géré par le SMAGER (Syndicat Mixte d'Aménagement et de Gestion des Rigoles),
- 3 lignes à haute tension traversent le quartier de part en part, marquant une limite entre le quartier et le reste de la commune de LA VERRIERE ;
- Un emplacement réservé,
- Un espace boisé classé et soumis à demande d'autorisation si aménagement,
- Une frange boisée inconstructible,
- Une voie ferrée, source de nuisances sonores importantes pour le quartier.

Le site est actuellement occupé par deux écoles maternelles, une école élémentaire, une mosquée, un gymnase, un centre commercial, un centre social et culturel, un ensemble de bâtiments de logement, transformateurs, des box, des espaces de jeux et sportifs ainsi que des voiries et parking.

L'emprise du site est d'environ 137 000 m² environ. Le site présente en partie ou en totalité sur les parcelles cadastrales suivantes :

- Au Le Mesnil-Saint-Denis, section Z, parcelles 133, 134, 127, 132, 1132, 87, 130, 1133 ;
- A La Verrière, section AA, parcelles 43, 51, 52, 54, 55, 57, 53, 36, 35, 48, 49, 37, 38, 45, 8, 44, 47, 46, 42, 40, 56, 5, 14, 39 et 50 et section AB, parcelles 89, 88, 87, 86, 85, 174, 177, 176, 27, 26, 23.



Figure 1 : Vue aérienne du site



Figure 2 : Localisation IGN de la zone d'étude

Le terrain naturel existant est relativement plat à l'échelle de la zone d'étude. Selon les données de l'IGN, le niveau du terrain est établi vers :

- ~174 m NGF en partie nord, nord-est,
- ~169 m NGF, en partie sud, sud-ouest,
- ~170-172 m NGF en partie est,
- ~167 m NGF en partie sud-est, vers l'étang de Noës.

2.2 Description du projet

Le projet prévoit le renouvellement du secteur Bois l'Étang au niveau de la commune de La Verrière (78). Cette opération s'inscrit dans le Nouveau Programme National de Renouvellement Urbain (NPNRU) qui est un dispositif coordonné par l'Agence Nationale pour la Rénovation Urbaine (ANRU).

Dans le cadre de ce renouvellement, il est prévu les réalisations suivantes, selon les plans communiqués :

- la démolition de certaines constructions existantes (*école maternelle, espace de jeux et logements, ...*),
- la construction de logements neufs,
- la construction de nouveaux commerces,
- la construction d'un nouveau groupe scolaire,
- la création d'espaces publics.

Ce projet est phasé, durant une première phase, le cœur de projet prévoit :

- l'ensemble de la requalification et la résidentialisation de 7 bâtiments de logements sociaux SEQENS (tours B, C, D, E, F et barres J et K).
- les aménagements de l'ensemble des espaces publics de maillage et de désenclavement du quartier ou nécessaires à l'adossement des résidentialisations de logements sociaux
- la création d'un nouvel équipement de proximité (groupe scolaire mutualisé avec une maison de quartier).
- la démolition des bâtiments A, G et H de SEQENS.
- la création de la nouvelle polarité commerciale en entrée de quartier le long de la route départementale puis la démolition du centre commercial actuel.
- la construction d'une première tranche de logements neufs en diversification.

La phase 2 correspond à l'enfouissement de la ligne très haute tension (cette phase ne fait pas partie de notre mission) et au développement des programmes immobiliers de logements permis par cet enfouissement.

Les caractéristiques finales du projet (emprise précise des bâtiments, présence ou absence de niveaux enterrés, les cotes NGF des planchers bas...) ne sont pas définies au moment de l'édition de ce document, ainsi notre étude conservera un caractère préalable en phase avec les objectifs de notre mission.

La figure ci-après présente le programme qui nous a été transmis :

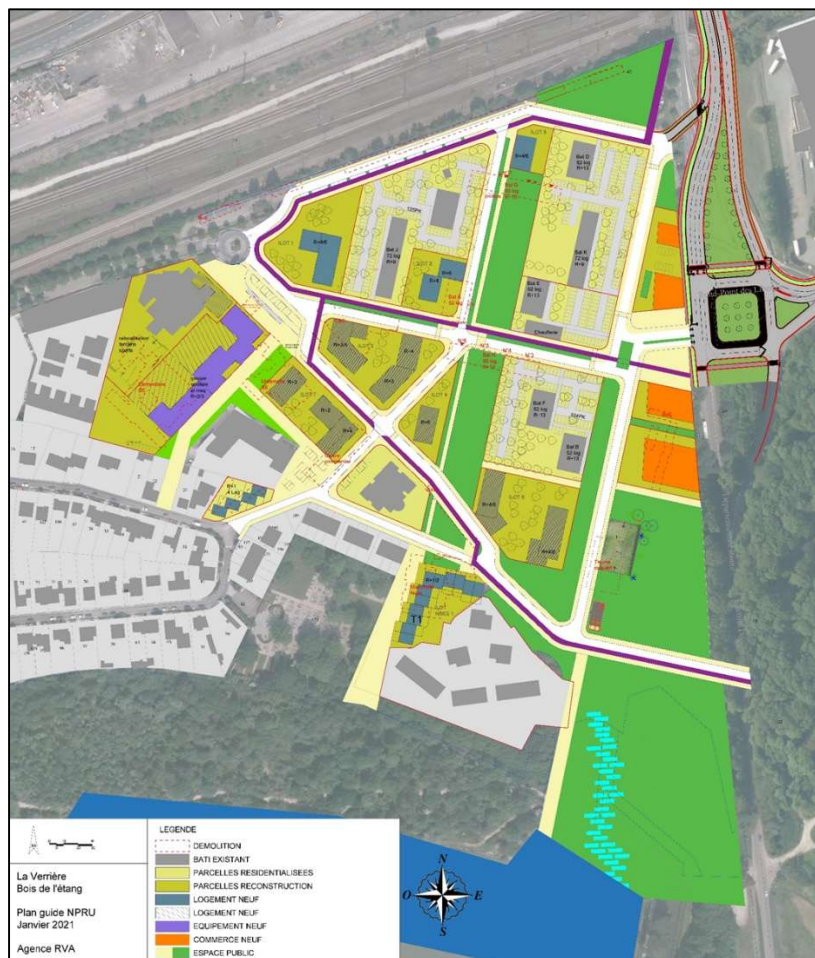


Figure 3 : Plan guide NPRU du projet – source : Agence RVA, janvier 2021

3 SYNTHÈSE DOCUMENTAIRE DES DONNÉES EXISTANTES

3.1 Synthèse Géotechnique

D'après la carte géologique de **RAMBOUILLET** imprimée au 1/50 000^{ème}, les informations recueillies sur le site internet du BRGM et notre expérience locale, on devrait rencontrer les horizons suivants au droit du site :

- Remblais d'aménagement ;
- Limons des Plateaux (LP) ;
- Argiles à meulière de Montmorency (g₂b₂) ;
- Sables et Grès de Fontainebleau (g₂a₂).

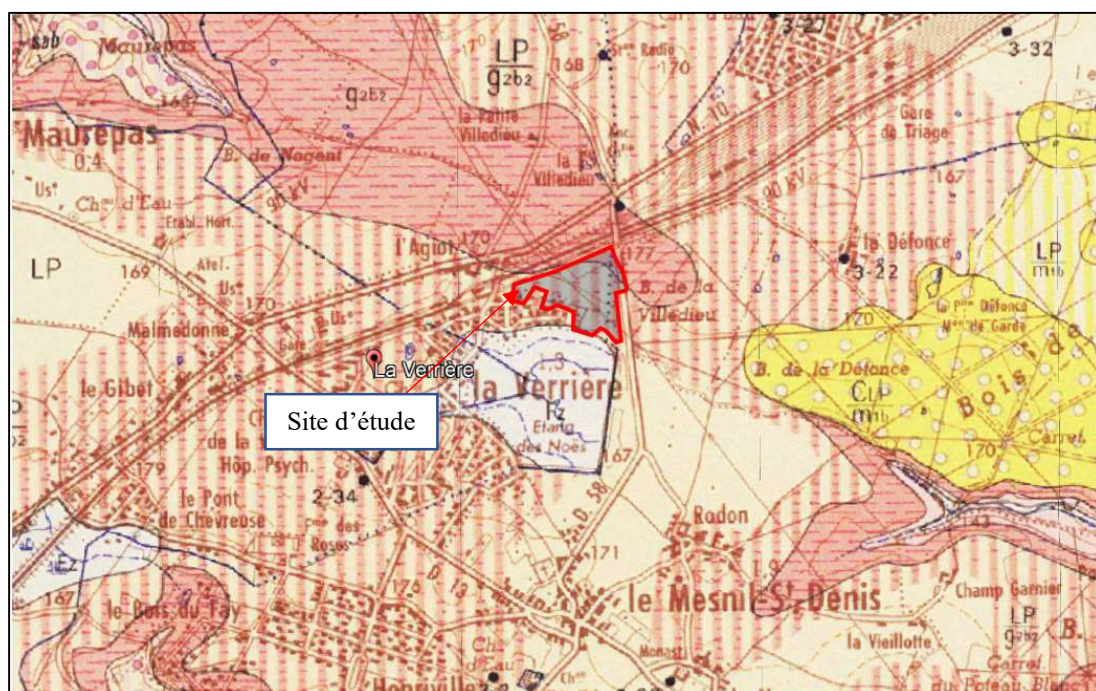


Figure 3 : Extrait de la carte de Rambouillet au 1/50 000^{ème}

3.2 Synthèse Hydrogéologique

Selon le contexte géologique du site, il est probable de rencontrer une nappe circulant à la base des Sables de Fontainebleau, vers 130 NGF. Ceci reste une estimation basée sur l'étude bibliographique.

Néanmoins, dans ce contexte, des circulations et accumulations d'eau peuvent se produire au sein des terrains superficiels aux interfaces « Limons des Plateaux/Argiles à Meulière » à la faveur des passages les plus perméables.

La zone d'étude n'est pas concernée par un PPRI, elle n'est par ailleurs pas concernée par les débordements de nappe ni par les inondations de cave.

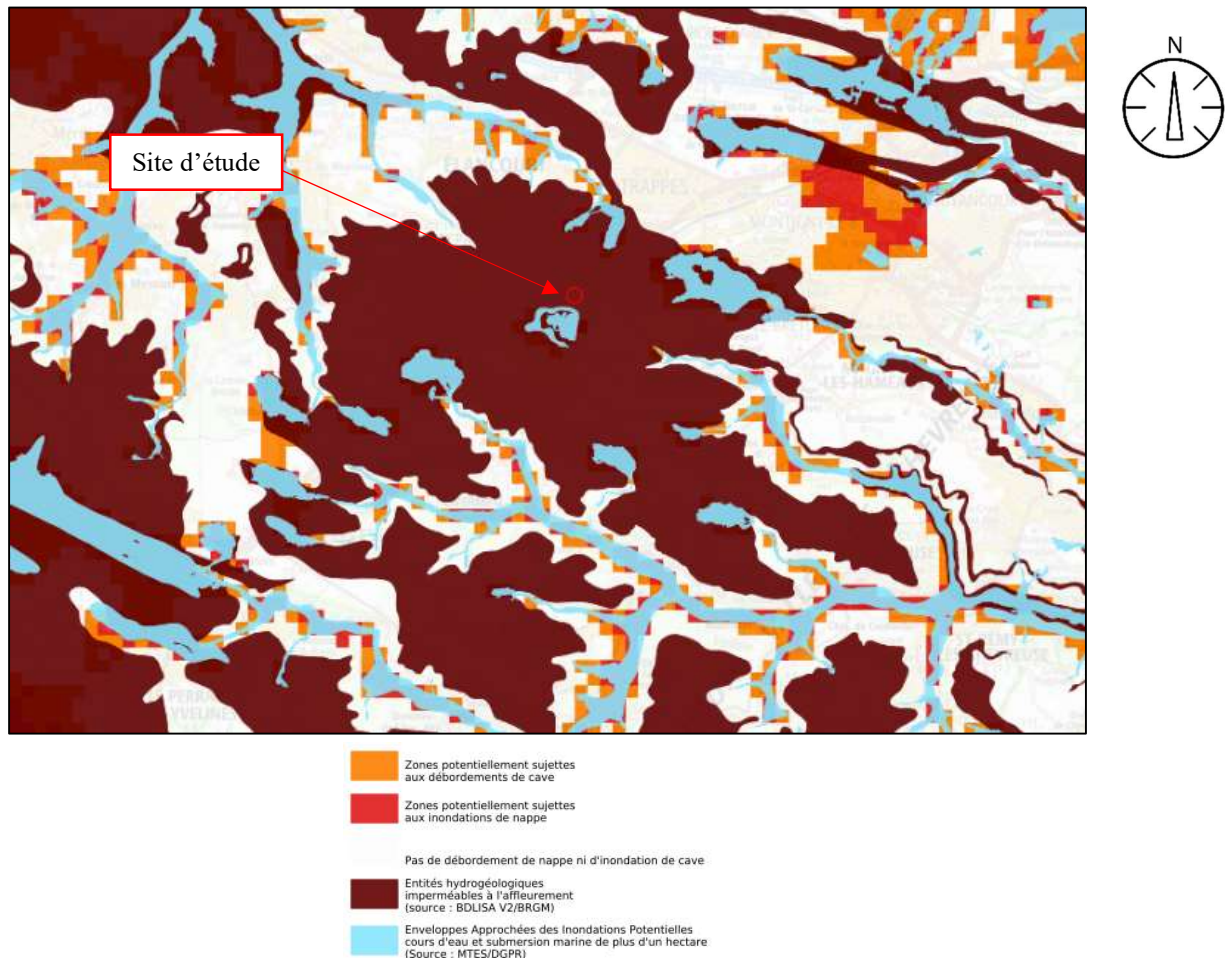


Figure 5 : Extrait de la carte des zone sensibles aux remontées de nappes

A ce titre, il convient de noter la présence de l'étang des Noés à environ 200 m au Sud de la zone d'étude. Cet étang, appartient au réseau hydraulique des étangs, rigoles et aqueducs de Versailles qui mène les eaux de pluie des Étang de Hollande jusqu'au Parc de Versailles.

Construit sur les ordres de Louis XIV et à partir des plans de Vauban, ce système était destiné à alimenter les grandes eaux du parc du château.

Nous signalons par ailleurs, que des accumulations et circulations d'eau anarchiques peuvent se développer au sein des terrains de subsurfaces, particulièrement en période climatique humide.

3.3 Risques naturels

D'après les informations recueillies sur le site Internet : georisques.gouv.fr, la zone d'étude se trouve dans une zone d'aléa fort vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles ;

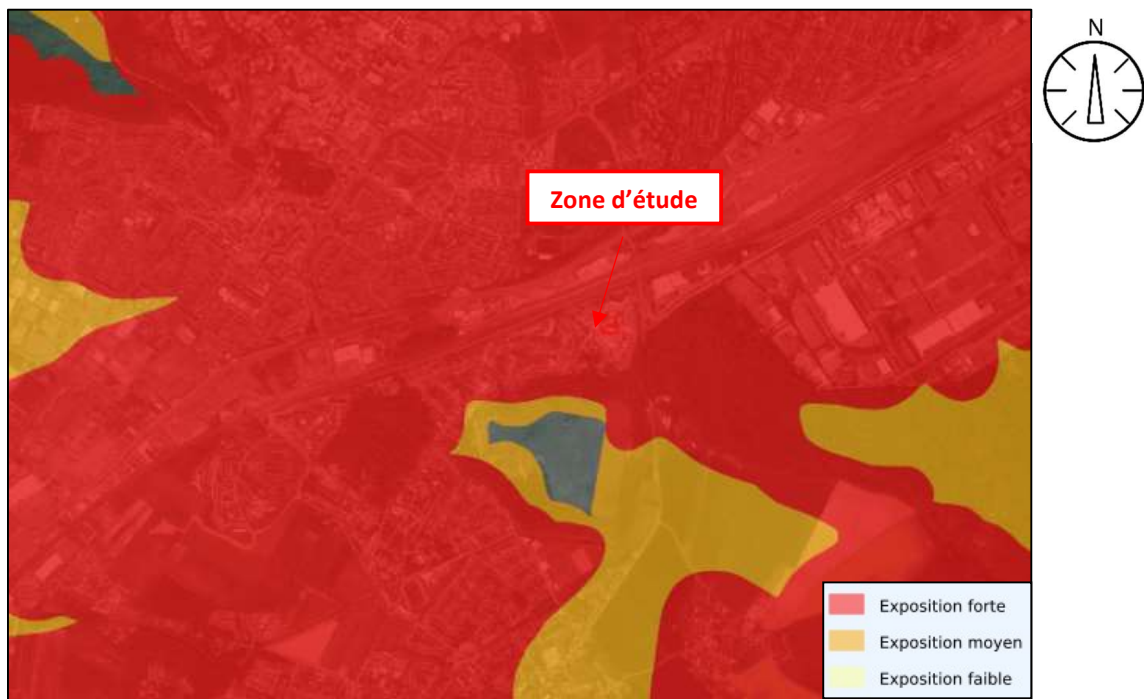


Figure 6 : Extrait de la carte du phénomène de retrait-gonflement des argiles

- en aléa très faible, soit en zone 1, vis-à-vis de la prévention du risque sismique et au sens des décrets n° 2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010. Aucune préconisation n'est demandée en aléa très faible ;
- en dehors du périmètre connu des anciennes exploitations souterraine ou à ciel ouvert selon l'IGC de Versailles ;
- en dehors du périmètre connu de recherche des poches de dissolution du gypse Ludien et en aléa faible vis-à-vis du risque de dissolution du gypse antéludien.

4 SYNTHÈSE DES RESULTATS DES INVESTIGATIONS

4.1 Campagnes de sondages géotechniques

La campagne de sondage s'est déroulée en Avril 2023. La liste des sondages et essais in situ est indiqué dans le tableau ci-dessous :

| Sondages | Désignation | Prof. [m] | Commentaires |
|---|-------------|-----------|---|
| 12 sondages pressiométriques | SP1-Pz | 17,20 | 14 essais pressiométriques Equipé d'un piézomètre crépiné sur toute la hauteur |
| | SP2 | 10,48 | 7 essais pressiométriques Equipé d'un piézomètre crépiné sur toute la hauteur |
| | SP3-Pz | 10,47 | 7 essais pressiométriques |
| | SP4 | 17,04 | 14 essais pressiométriques |
| | SP5 | 10,02 | 7 essais pressiométriques |
| | SP6 | 11,42 | 7 essais pressiométriques |
| | SP7-Pz | 10,20 | 7 essais pressiométriques Equipé d'un piézomètre crépiné sur toute la hauteur |
| | SP8 | 10,06 | 7 essais pressiométriques |
| | SP9-Pz | 17,03 | 14 essais pressiométriques Equipé d'un piézomètre crépiné sur toute la hauteur |
| | SP10-Pz | 10,20 | 7 essais pressiométriques Equipé d'un piézomètre crépiné sur toute la hauteur |
| | SP11 | 17,04 | 14 essais pressiométriques |
| | SP12 | 10,48 | 7 essais pressiométriques |
| 10 essais au pénétromètre dynamique lourd | PD1 | 1,70 | Refus à 1,70 m |
| | PD2 | 1,10 | Refus à 1,10 m |
| | PD3 | 0,90 | Refus à 0,90 m |
| | PD4 | 2,50 | Refus à 2,50 m |
| | PD5 | 2,0 | Refus à 2,00 m |
| | PD6 | 2,0 | Refus à 2,00 m |
| | PD7 | 0,8 | Refus à 0,80 m |
| | PD8 | 2,00 | Refus à 2,00 m |
| | PD9 | 2,20 | Refus à 2,20 m |
| | PD10 | 4,30 | Refus à 4,30 m |
| 10 sondages à la tarière mécanique | TH1 à TH10 | 2,00 | Prélèvement d'échantillon pour analyse en laboratoire |
| 6 essais d'infiltration de type Nasberg | K1 à K6 | 0,50-1,50 | / |

Les sondages pressiométriques ont été réalisés en destructif au tricône de diamètre Ø 66 mm ou à la tarière Ø 80 mm par l'intermédiaire de deux ateliers de sondage de type EMCI 4,50 et COMACCHIO GEO205.

Les profils pressiométriques obtenus ont également été reportés en annexe. Sur ces profils, ont été portés en fonction de la profondeur, (échelle verticale du 1/100^{ème}) les renseignements suivants :

- La nature des terrains telle qu'elle apparaît au travers des cuttings,
- L'interprétation géologique,
- Le mode de forage et le type de sonde utilisée,
- La pression limite du sol exprimée en MPa (1 bar = 0,1 MPa),
- Le module de déformation pressiométrique exprimé en MPa également.

Ces essais ont été conduits conformément à la norme NF EN ISO 22476-4.

Afin de déterminer plus précisément la position des niveaux décomprimés, le forage pressiométrique a fait l'objet d'un enregistrement en continu des paramètres de forage :

- Va : vitesse d'avance de l'outil (en m/h)
- Po : pression sur l'outil (en bar)
- Pi : pression d'injection (en bar)
- Cr : couple de rotation (en bar)

4.2 Synthèse lithologique et géomécaniques des terrains traversés

La coupe de sol et les limites de couche présentées sur les sondages pressiométriques et semi-destructifs enregistrés (voir annexe) sont établies à partir des cuttings remontés à la surface.

Cette méthode est approximative et ne permet pas une précision équivalente à celle d'un sondage carotté.

4.2.1 Remblais / Limons des Plateaux

Des matériaux sableux à limono-argileux de couleur marron ont été rencontrés jusque vers 0,5 à 2,0/3,0 m de profondeur environ en fonction des emplacements.

Ces matériaux correspondraient à des remblais et/ou à des limons des plateaux.

Enfin, nous rappelons que les remblais peuvent être rencontrés selon les aménagements antérieurs du site en-dehors de nos points de sondages et présenter localement des surépaisseurs. Nous rappelons que les remblais peuvent renfermer aléatoirement tant des niveaux indurés de toutes dimensions que des passages totalement décomprimés.

Par ailleurs, les formations limoneuses peuvent présenter des surépaisseurs. De plus, les limons sont des matériaux sensibles à l'eau dans la mesure où ils sont susceptibles de perdre toute consistance pour une faible augmentation de leur teneur en eau.

Les 18 essais pressiométriques effectués dans cette formation mettent en évidence des matériaux de faible à médiocre compacité, comme indiquées ci-après dans l'analyse des mesures effectuées :

| Données | Valeur minimale | Valeur maximum | Moyenne arithmétique | Moyenne harmonique | Ecart type |
|------------------------------|-----------------|----------------|----------------------|--------------------|------------|
| Module pressiométrique (MPa) | 0,24 | 0,77 | 0,57 | --- | 0,156 |
| Pression Limite (MPa) | 31, | 15,4 | --- | 21,7 | 13,133 |

4.2.2 Argile à meulière de Montmorency

Sous les remblais et limons, nous observons jusque vers 9,0/12,5 m de profondeur environ des matériaux principalement argileux avec des passages plus sableux et renfermant de manière aléatoire des blocs et banc de meulière indurés passages caillouteux, de couleur marron ocre.

Nous insistons sur la possibilité de rencontrer des blocs de meulière particulièrement résistants, de toute dimension, au sein de cette formation. Par ailleurs cette formation est susceptible de présenter une forte hétérogénéité et ainsi renfermer des niveaux argileux voire sableux altérés. Cette formation est connue pour l'irrégularité de ses faciès.

Les 79 essais pressiométriques effectués dans cette formation mettent en évidence des matériaux de moyennes à bonnes compacité avec aléatoirement des passages indurés (meulière), comme indiquées ci-après dans l'analyse des mesures effectuées :

| Données | Valeur minimale | Valeur maximum | Moyenne arithmétique | Moyenne harmonique | Ecart type |
|------------------------------|-----------------|----------------|----------------------|--------------------|------------|
| Module pressiométrique (MPa) | 0,79 | 3,8 | 1,67 | --- | 0,772 |
| Pression Limite (MPa) | 8,8 | 69,6 | --- | 21,7 | 13,133 |

4.2.3 Sables et Grès de Fontainebleau

Sous les argiles à meulière, soit à partir de 9,0/12,5 m de profondeur, des sables de couleur beige-jaunâtre, renfermant des blocs et bancs grès ont été recoupés jusqu'à la base des sondages dont le plus profond a été arrêté vers 17 m de profondeur

Cette formation se rattache aux Sables et Grès de Fontainebleau, dont la puissance peut atteindre plusieurs dizaines de mètres. Ces matériaux peuvent contenir des niveaux de grès indurés ainsi que des passages très denses.

Les 14 essais pressiométriques effectués dans cette formation mettent en évidence des matériaux de denses avec des valeurs pressiométriques moyennes à bonnes, comme indiquées ci-après dans l'analyse des mesures effectuées :

| Données | Valeur minimale | Valeur maximum | Moyenne arithmétique | Moyenne harmonique | Ecart type |
|------------------------------|-----------------|----------------|----------------------|--------------------|------------|
| Module pressiométrique (MPa) | 2,45 | 5,4 | 3,73 | --- | 0,805 |
| Pression Limite (MPa) | 32,7 | 70,2 | --- | 49,7 | 11,522 |

Afin d'établir une synthèse des essais pressiométriques réalisés sur l'ensemble du site, nous insérons sur les figures ci-après une répartition des pressions limites et des modules pressiométriques (Valeurs de PI^* et E_M en fonction des profondeurs).

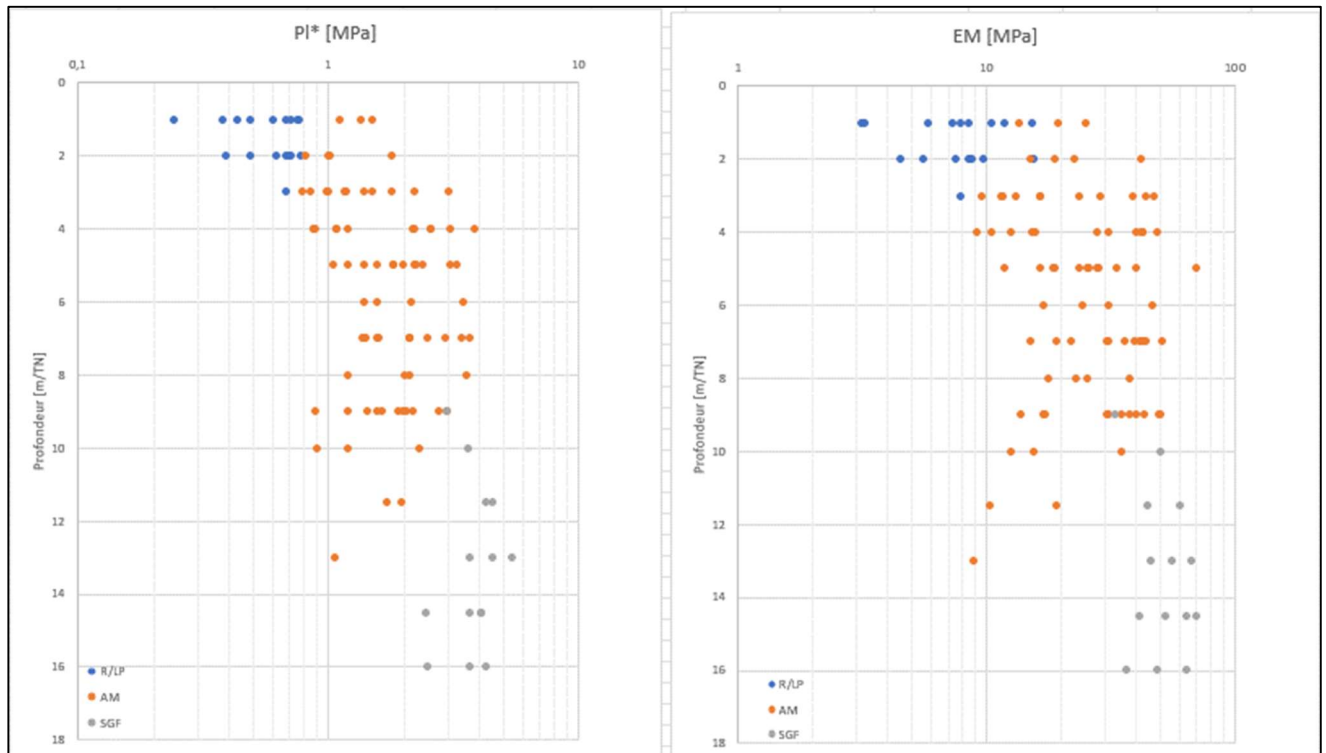


Figure 7 : Répartition des modules pressiométriques (à gauche) et des pressions limites (à droite) mesurés en fonction des Profondeur par rapport au terrain naturel – échelle semi-logarithmique

4.3 Contexte hydrogéologique

Deux piézomètres ont été mis en place lors de notre intervention noté SP2-PZ2 et SP4-PZ4 descendu à 10 à 17 m. Les mesures suivantes ont été relevée en fin de chantier.

| Sondages | Profondeur niveau d'eau (m/TN) | Date de relevé |
|----------|--------------------------------|----------------|
| SP1-Pz | Sec | 21/06/2023 |
| SP3-Pz | Sec | |
| SP7-Pz | Sec | |
| SP9-Pz | Sec | |
| SP10-Pz | Sec | |

Dans ce secteur, la nappe phréatique se situe normalement en profondeur, à la base des Sables de Fontainebleau vers 134 NGF soit à plus de 30 m de profondeur.

En revanche, en période climatique humide, des circulations et accumulations d'eau peuvent se produire au sein des terrains superficiels au sein des argiles à meulière, à la faveur des passages sableux les plus perméables.

4.4 Essais de perméabilité

Les résultats des essais de perméabilité réalisés ainsi que leur interprétation sont repris dans le tableau suivant :

| Sondage | Type de l'essai réalisé | Profondeur de l'essai [m/TN] | Formation testée | Perméabilité mesurée [m/s] |
|---------|-------------------------|------------------------------|--------------------|----------------------------|
| K2 | | 0,5-1,5 | Argiles à Meulière | $1,5 \cdot 10^{-7}$ |
| K3 | | 0,5-1,5 | Argiles à Meulière | $1,4 \cdot 10^{-7}$ |
| K5 | | 0,5-1,5 | Argiles à Meulière | $5,6 \cdot 10^{-7}$ |

Il s'agit d'essai de perméabilité ponctuel, n'intéressant qu'un volume de sol limité à l'encaissant immédiat de la cavité d'essai. Les valeurs obtenues peuvent donc fortement varier suivant la granulométrie du sol.

Les terrains en subsurface jusque vers 1,5 m de profondeur, s'apparentent à des limons-argileux et à des argiles limoneuses, présentant une perméabilité limitée autour de 10^{-7} m/s/

A titre informatif, nous retranscrivons ici le tableau de Musy et Soutter de 1991.

Ordres de grandeur de la conductivité hydraulique dans différents sols (d'après Musy et Soutter (1991), cité dans Barraud (2006)).

| K (m/s) | 10^{-1} | 10^{-2} | 10^{-3} | 10^{-4} | 10^{-5} | 10^{-6} | 10^{-7} | 10^{-8} | 10^{-9} | 10^{-10} | 10^{-11} |
|-----------------------------|-------------------------------------|-----------|--|-----------|--|-----------|------------------------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| Types de sols | Gravier sans sable ni éléments fins | | Sable avec gravier, Sable grossier à sable fin | | Sable très fin Limon grossier à limon argileux | | Argile limoneuse à argile homogène | | | | |
| Possibilités d'infiltration | Excellentes | | Bonnes | | Moyennes à faibles | | Faibles à nulles | | | | |

4.5 Essais en laboratoire

Des échantillons remaniés ont été prélevés au droit des sondages TH1 à TH10. Sur ces échantillons, une série d'essais a été réalisée portant sur la mesure de la teneur en eau naturelle, l'identification des sols selon la classification GTR92 et caractéristiques géomécaniques.

La description des matériaux prélevés et les résultats des essais sont présentés dans le tableau ci-dessous :

| Sondage | TH1 | TH2 | TH3 | TH4 | TH5 | TH6 | TH7 | TH8 | TH9 | TH10 |
|---|------------------------------------|--|------------------------------|---------------------------|---------------------|------------------------|----------------------------|------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Nature de sol | Remblai sablo-limoneux gris marron | Argile marron beige à passage grisâtre | Remblais argileux à meulière | Limon marron à cailloutis | Argile beige à brun | Argile sableuse marron | Argile légèrement sableuse | Argile limoneuse | Remblais limoneux sableux | Sable fin légèrement argileux |
| Prof. [m/TN] | 0,0-1,0 | 0,0-1,0 | 0,0-1,0 | 0,0-1,0 | 0,0-1,0 | 0,0-1,0 | 0,0-1,0 | 0,0-1,0 | 0,0-1,0 | 0,0-1,0 |
| W _n en % (teneur en eau) | 14,8 | 34,3 | 16,2 | 18,2 | 23,6 | 28,0 | 18,1 | 21,6 | 14,0 | 15,4 |
| Passant à 2 mm | 78,6 | 96,0 | 80,2 | 83,6 | 89,6 | 93,9 | 88,1 | 94,3 | 70,7 | 81,5 |
| Passant à 80 µm | 50,7 | 79,3 | 57,6 | 62,3 | 76,6 | 62,9 | 66,2 | 75,3 | 50,5 | 35,9 |
| W _l en % (limite de liquidité) | / | 100,3 | / | / | 39,1 | 16,0 | 43,6 | 53,0 | / | / |
| W _p en % (limite de plasticité) | / | 40,3 | / | / | 19,9 | 100,0 | 18,9 | 21,5 | / | / |
| I _p en % (indice de plasticité) | / | 60,1 | / | / | 19,2 | 93,9 | 24,8 | 31,6 | / | / |
| I _c en % (Indice de consistance) | / | 1,05 | / | / | 0,60 | 0,43 | 0,86 | 0,87 | / | / |
| VBS (g/100g) | 0,85 | / | 2,63 | 1,40 | / | / | / | / | 0,82 | 0,60 |
| Sous-classe de sol selon GTR | A ₁ | A ₄ | A ₂ | A ₁ | A ₂ th | A ₂ th | A ₂ th | A ₃ h | A ₁ | A ₁ |

Suivant la classification du Guide Technique pour les Remblais et la norme NF P 11-300, les terrains superficiels du site se positionnent en sous-classe :

- A₁ soit des sols argileux peu plastiques. Ce type de sols est très sensible aux variations de teneur en eau et généralement pas sensible au phénomène de retrait-gonflement. Selon le GTR, ce type de sol change brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau.
- A₂ soit des sols argileux moyennement plastiques. Ce type de sols est moyennement sensible aux variations de teneur en eau et généralement peu sensible au phénomène de retrait-gonflement.
- Localement A₃ soit des sols argileux très plastiques. Ces sols cohérents à teneur en eau faible et moyenne, ils sont collants ou glissants à l'état humide. Ce sont donc des sols très sensibles aux variations de teneur en eau. De plus, ils sont également souvent sensibles à l'aléa retrait-gonflement.
- Localement A₄ soit des sols argileux extrêmement plastiques et donc très sensibles aux variations de teneur en eau. Ils sont très cohérents et presque imperméables, s'ils changent de teneur en eau, c'est extrêmement lentement, et avec d'importants retraits-gonflement.

4.6 Essais au pénétromètre dynamique

Les diagrammes de pénétration dynamique présentent les valeurs de la résistance dynamique de pointe (R_d) en fonction de la profondeur, à partir du terrain naturel actuel. A partir des pénétrogrammes, la compacité relative des terrains a été déterminée. Les valeurs de résistance dynamique (R_d) mesurées peuvent être interprétées de la façon suivante :

| Rd (MPa) | Compacité |
|----------|-------------|
| 0 | Nulle |
| 0 à 2 | Très faible |
| 2 à 4 | Médiocre |
| 4 à 8 | Moyenne |
| >8 | Élevée |

Les 10 essais au pénétromètre dynamique lourd ont mis en évidence les caractéristiques suivantes :

| Profondeur | PD1 | PD2 | PD3 | PD4 | PD5 | PD6 | PD7 | PD8 | PD9 | PD10 |
|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----|-----|---------------|------------------|------------------|------------------|
| 0-0,50 m | | | | | | | | | | |
| 0,50-1,0 m | | | | | | | | | | |
| 1,0-1,50 m | | Refus à 1,1 m | Refus à 1,0 m | | | | Refus à 0,8 m | | | |
| 1,50-2,0 m | Refus à 1,7 m | | | | | | | | Arrêt volontaire | |
| 2,0 -2,5 m | | | | Refus à 2,5 m | | | | Arrêt volontaire | | Arrêt volontaire |

Selon ces résultats, sous les 50 cm de terrains présentant des caractéristiques mécaniques apparentes plutôt très faible à médiocre, il a été mis en évidence de sols de portance faible à tout au plus médiocre jusque vers 1 m de profondeur. Au-delà, les sols semblent présenter une bonne densité.

Par ailleurs, les essais pénétrométriques étant des sondages dits « aveugles », la géologie des terrains ainsi que les limites de couches sont interprétées ou extrapolées à partir des diagrammes et notamment des valeurs de compacité du sol. La nature des terrains et leur compacité devront, par conséquent, être confirmées lors des travaux.

5 PRINCIPES GÉNÉRAUX DE CONSTRUCTION

5.1 Synthèse géotechnique

Selon la campagne d'investigation réalisée et les études documentaires menées au droit du site, il en ressort que le contexte géotechnique identifié successivement au droit du projet est le suivant :

❖ **remblais et matériaux limono-argileux**, de faible à médiocre compacité, jusque vers 0,8 m à 2,0/3,0 m de profondeur environ.

Nous rappelons que les formations limoneuses peuvent présenter des surépaisseurs. De plus, les limons sont des matériaux sensibles à l'eau dans la mesure où ils sont susceptibles de perdre toute consistance pour une faible augmentation de leur teneur en eau.

Par ailleurs, il n'est pas exclu qu'une partie de ces limons corresponde à des remblais.

Nous rappelons aussi que les remblais peuvent renfermer aléatoirement tant des niveaux indurés de toutes dimensions que des passages totalement décomprimés.

Ces matériaux peuvent présenter localement des épaisseurs variables (surprofondeurs possibles) selon la présence de réseaux enterrés, l'historique du site et notamment au droit et aux abords des anciennes constructions ;

❖ **des argiles plus ou moins sableuses (Argiles à Meulière de Montmorency)**, de moyenne à bonne compacité avec la présence de niveaux de meulière très indurés ont été reconnus jusque vers 9,0/12,5 m de profondeur environ ;

❖ **des sables fin jaunâtres (Sables de Fontainebleau)**, denses, renfermant des passages indurés de grès ont été reconnus jusque à partir d'environ 9,0/12,5 m de profondeur et jusqu'à au moins 17,0 m de profondeur ;

Lors des relevés piézométriques effectués le 21 juin 2023, aucun niveau d'eau n'a été mis en évidence au droit des différents piézomètres descendus entre 10 et 17 m de profondeur. Dans ce secteur, la nappe phréatique se situe normalement en profondeur, à la base des Sables de Fontainebleau vers 134 NGF soit à plus de 30 m de profondeur.

En revanche, en période climatique humide, des circulations et accumulations d'eau peuvent se produire au sein des terrains superficiels au sein des argiles à meulière, à la faveur des passages sableux les plus perméables.

5.2 Rappel du projet et des contraintes géotechniques

Nous rappelons que dans le cadre du renouvellement urbain du Quartier de Bois de l'Étang, il est prévu :

- la démolition de certaines constructions existantes (*école maternelle, espace de jeux et logements, ...*),
- la construction de logements neufs,
- la construction de nouveaux commerces,
- la construction d'un nouveau groupe scolaire,
- la création d'espaces publics.

Ce projet est phasé, durant une première phase, le cœur de projet prévoit :

- l'ensemble de la requalification et la résidentialisation de 7 bâtiments de logements sociaux SEQENS (tours B, C, D, E, F et barres J et K).
- les aménagements de l'ensemble des espaces publics de maillage et de désenclavement du quartier ou nécessaires à l'adossement des résidentialisations de logements sociaux
- la création d'un nouvel équipement de proximité (groupe scolaire mutualisé avec une maison de quartier).
- la démolition des bâtiments A, G et H de SEQENS.
- la création de la nouvelle polarité commerciale en entrée de quartier le long de la route départementale puis la démolition du centre commercial actuel.
- la construction d'une première tranche de logements neufs en diversification.

La phase 2 correspond à l'enfouissement de la ligne très haute tension (cette phase ne fait pas partie de notre mission) et au développement des programmes immobiliers de logements permis par cet enfouissement.

Les caractéristiques finales du projet (emprise précise des bâtiments, présence ou absence de niveaux enterrés, les cotes NGF des planchers bas...) ne sont pas définies au moment de l'édition de ce document, ainsi notre étude conservera un caractère préalable en phase avec les objectifs de notre mission.

Dans la suite de la présente étude, nous étudierons deux scénarios, à savoir :

- des bâtiments sans sous-sol avec un niveau de RdC établi approximativement au même niveau que le terrain naturel existant.
- des bâtiments établis sur 1 niveau enterré avec un plancher bas du R-1 établi vers 3m de profondeur.

Les principales contraintes du site sont liées à la présence :

- de remblais superficiels d'une compacité faible à médiocre jusque vers 0,8 à 2,0/3,0 m de profondeur ;
- de blocs très indurés aléatoires et de toute dimensions au sein des Argiles à Meulière
- d'Argiles à meulière potentiellement sensibles aux phénomènes de retrait-gonflement.
- de bâtiments existants établis sur des niveaux enterrés dont le mode de fondations n'est pas connu, et au droit desquels des épaisseurs de remblais sont attendues.

5.3 Principe de fondation

Dans ce contexte, il est envisageable de s'orienter vers un système de fondations superficielles de type semelles filantes et/ou isolée avec rattrapage en gros béton ou par l'intermédiaire de puits béton, ancrées suffisamment profond, au-delà des remblais et limons mis en évidence jusque vers 0,8 m à 2,0/3,0 m de profondeur environs au sein des matériaux argileux (Argiles à Meulière).

En première approche, et sous réserve de sondages spécifiques et complémentaires dans le cadre de la mission G_{2-AVP}, la contrainte de calcul à l'ELS sera comprise dans l'encadrement suivant, pour une charge verticale centrée :

Dans les Argiles à Meulières reconnus au-delà de 0,8/3,0 m de profondeur :

$$0,25 \text{ MPa} \leq q'_{\text{ELS}} \leq 0,50 \text{ MPa}$$

$$\text{Rappel : } 0,1 \text{ MPa} = 1 \text{ bar} = 10 \text{ t/m}^2$$

Elle pourra être précisée qu'à l'issue de l'étude géotechnique de conception (G2).

En fonction des charges prévisionnelles du projet, la fourchette basse de l'encadrement de la contrainte de calcul pourrait être insuffisante (suivant l'élévation du projet et sa conception). Dans ce cas, il conviendra de prévoir un système de fondation profondes de type micropieux ou pieux.

5.4 Sujétions vis-à-vis de l'eau souterraine

Nous rappelons qu'aucun niveau d'eau n'a été mise en évidence au droit des piézomètres installés jusque vers 10 et 17 m de profondeur. La nappe n'influencera pas le projet dans l'hypothèse qu'il comportera un seul niveau enterré, mais des accumulations et circulations d'eau anarchiques piégées dans les argiles à meulière sont à prendre en compte, aussi bien en phase provisoire que définitive.

Phase provisoire

En phase provisoire, des moyens de pompage pourront s'avérer nécessaires pour capter les eaux météoriques pouvant s'accumuler en fond de fouille et les accumulations d'eau piégée dans les argiles à meulière.

Si nécessaire, le fond de fouille sera dressé avec de légères pentes afin de diriger les eaux vers les points de pompage. Le dispositif de pompage nécessitera alors un raccordement à un exutoire efficace. Des problèmes de traficabilité seront probables, nécessitant la mise en œuvre de dispositions spécifiques (plateforme en matériaux d'apport, etc...).

Phase définitive

En phase définitive, dans la mesure où le projet n'est concerné que par des circulations et accumulation d'eau, il conviendra de protéger les sous-sols via un système de drainage. Dans ce cas, on prévoira, à minima :

Drainage vertical :

Un drainage vertical soigné des voiles contre-terre de type Delta-MS®, ou alvéodrain ou équivalent, et raccordé à un système de récupération en pied (barbacanes par exemple). Ce dispositif sera descendu à la base du sous-sol et arrêté au-dessus des fondations.

Le système de drainage mis en œuvre devra être raccordé à un exutoire efficace (réseau d'évacuation E.P, par exemple).

Drainage horizontal :

Un dallage réalisé sur une couche de forme drainante devra être mis en œuvre.

Ce drainage horizontal servira donc à recueillir les circulations anarchiques, elles-mêmes drainées depuis les parois, ainsi que les éventuelles remontées d'eau verticales.

L'ensemble sera raccordé à une fosse avec et rejet des eaux vers un exutoire efficace et autorisé.

A cet égard, nous signalons que ces arrivées d'eau ne seront pas pérennes dans le temps dans la mesure où il s'agit uniquement d'eau d'infiltration issue de la pluviométrie. De plus, une grande partie sera drainée lors de la phase travaux, ce qui limitera encore les faibles débits à prévoir en phase définitive.

Enfin, dans la mesure où les sols en présence (argile) ne présentent pas une capacité d'infiltration suffisante pour permettre l'infiltration des eaux, nous recommandons de prévoir une évacuation des eaux récoltés vers les réseaux EU/EP, si accord des services compétents.

La protection des éventuels locaux nobles vis-à-vis de l'eau dépendra du choix du Maître d'Ouvrage. Si celui-ci n'accepte aucune trace d'humidité dans ces locaux, il convient de prévoir un couvelage ou tout autre système équivalent (doublage + cunettes par exemple).

5.5 Terrassements et soutènements

Avant les travaux de terrassement, il conviendra de recenser la position de l'ensemble des réseaux enterrés et veiller à leur neutralisation, à leur pontage ou leur dévoiement.

Dans le cas où le projet comporte un sous-sol, par hypothèse nous considérons le niveau bas du projet vers 3 m/TN. De ce fait, la réalisation des bâtiments projetés nécessitera des terrassements pouvant atteindre jusqu'à 3 m de profondeur environ. Les matériaux concernés par les opérations de terrassements seront principalement des limons et argiles à meulière.

Les déblais pourront être réalisés avec une pelle mécanique de bonne puissance jusqu'au niveau de fond de fouille. Il n'est toutefois pas à exclure la présence de niveaux indurés ou de blocs de meulières pouvant ponctuellement nécessiter le recours à des engins désagrégateurs de type BRH.

Les caractéristiques du projet, notamment les cotes de fond de fouille, ne nous ont pas été communiquées mais les fouilles recouperont des limons et des argiles dont il conviendra d'assurer la stabilité.

Il conviendra d'assurer la stabilité de ces matériaux :

- soit, dans les zones de recul suffisant et en l'absence de surcharges en tête, par un talutage de pente adapté,

- soit, lorsque les contraintes du site ne permettent pas la première solution, par un soutènement adapté au contexte et conforme à la norme NF-P 94 282.

5.6 Avoisinants

En présence d'avoisinants, il conviendra de retenir une technique spécifique (puits blindés alternés, des tranchées blindées, écran semi-continu...) conformément à la norme NF-P 94 282. La réalisation de voiles exécutés par passes alternées est exclue en présence d'avoisinant.

Nous rappelons que dans tous les cas, il est exclu de réaliser un terrassement sans assurer la stabilité des ouvrages mitoyens et existants par un dispositif adapté, pour interdire tout mouvement, même en phase provisoire. On exclura des solutions techniques pouvant induire des efforts parasites sur les structures avoisinantes.

5.7 Sol du projet

5.7.1 Projet sans sous-sol :

Pour un projet sans sous-sol, on s'orientera en première approche vers un plancher porté par les fondations.

5.7.2 Projet sans sous-sol :

Dans ce contexte, et à ce stade d'avancement du projet, on pourra envisager en fonction des résultats d'essais en laboratoire complémentaires permettant d'apprécier la sensibilité sols présentes en fond de fouille vis-à-vis des phénomènes de retrait-gonflement :

- soit un dallage sur terre-plein, conformément au DTU 13.3 après le décapage superficiel des terres remaniées, les sols du projet reposeront sur une couche de forme drainante (tapis drainant,
- soit un plancher porté par les fondations sur biocofra ou vide technique

6 AVIS SUR LA CAPACITE D'INFILTRATION

Les sondages et essais d'eau réalisés au droit des terrains de subsurface jusque vers 1,5 m de profondeur s'apparentant globalement à des limons-argileux et à des argiles limoneuses (remblais et limons des plateaux) ont permis d'évaluer une perméabilité de l'ordre de 10^{-7} m/s (d'autant plus que nous sommes en limite d'interprétabilité de l'essai compte tenu des très faibles valeurs mesurées).

Nous rappelons que les remblais sont par nature hétérogènes et qu'il est généralement déconseillé d'y infiltrer de l'eau en raison de :

- l'hétérogénéité de leur faciès entraînant des variations importantes de perméabilité et ne permettant pas de dimensionner et d'assurer la pérennité d'un ouvrage d'infiltration,
- des risques d'affouillements par entrainement de fines.

Par ailleurs, nous attirons l'attention des concepteurs sur les points suivants :

- les ouvrages d'infiltration doivent être éloignés d'au moins 5 m vis-à-vis des fondations existantes ou à créer,

- nous rappelons que les limons sont sensibles à l'eau dans la mesure où ils sont susceptibles de perdre toute consistance dans le cas où leur teneur en eau deviendrait trop importante.

Dans ce contexte, compte-tenu de la présence de terrains très peu perméables à faible profondeur, il est déconseillé de prévoir des infiltrations dans les sols en place puisque ces derniers présentent des capacités d'absorption limitées.

Enfin, nous rappelons qu'afin de dimensionner convenablement ces ouvrages d'infiltration, il convient de déterminer le débit maximal de rejet pluvial actuel. Cet élément est fonction des paramètres suivants :

- du temps de concentration. Ce dernier, correspondant au temps de parcours d'une goutte d'eau entre le point amont et aval. Il est souvent négligé compte tenu des faibles distances à considérer,
- du débit de pointe. Celui-ci est défini à partir de plusieurs données statistiques calculées par METEO FRANCE sur la durée et l'intensité des pluies,
- la surface imperméabilisée à considérer.

En tout état de cause, les dispositifs d'infiltration devront être étudiés par une entreprise spécialisée.

7 VOIRIES

Avant les travaux en déblai, il conviendra de recenser la position de l'ensemble des réseaux enterrés et de veiller à leur neutralisation, à leur pontage ou à leur dévoiement.

Dans le cadre de l'étude de la voirie, nous supposons par la suite que le niveau fini de la voirie sera quasiment identique à celui du terrain naturel existant.

Nous rappelons que les principes suivants doivent être appliqués :

- le dimensionnement devra être adapté en fonction de l'objectif de trafic à atteindre, de la durée de vie souhaitée pour la chaussée, et du type d'entretien,
- le raccordement entre les différentes structures devra donc tenir compte des structures existantes et du niveau fini du projet,
- - une attention particulière doit être portée à la réalisation de la couche d'accrochage afin de garantir une bonne liaison de l'interface roulement/base.

Remarque : la durée de vie n'exclut pas un entretien, plus ou moins régulier, de la couche de roulement.

Pour la voirie, les résultats des essais GTR mettent en évidence la présence de matériaux de type A₁ et A₂ (majoritairement) et des matériaux de type A₃ et A₄ (localement).

En phase chantier, compte tenu de la sensibilité à l'eau des matériaux constituant la PST, des problèmes de traficabilité sont à craindre en période humide, et pourraient nécessiter de prévoir des pistes provisoires et/ou de plateforme de travail, soit en matériaux d'apport (cloutage, ...), soit par traitement des sols du site (sous réserve de leur aptitude au traitement).

Les terrains superficiels de type A₃ et A₄ ne sont pas réutilisables. Ils devront être purgés du site.

Afin d'assurer la circulation des engins et des machines en phases travaux en raison pluvieuse, il pourra être recommandé, de devoir améliorer la portance de l'arase par la mise en œuvre d'empierrement cloutées ou tout autre dispositif équivalent.

Une mesure de portance par des essais poinçonnement (IPI) ou par essais à la plaque (EV2) en début de travaux permettra de s'assurer des conditions de traficabilité de chantier et d'adapter la méthode et l'épaisseur des couches (purge des sols meubles et remaniés, substitution).

Dans le cas d'une couche de forme en matériaux d'apport granulaires, les critères de réception à retenir sur la couche de forme, à l'aide d'essais à la plaque, pour une PF2 sont :

- Module EV2 \geq 50 MPa,
- Rapport EV2/EV1 $<$ 2.

Dans le cas où les portances souhaitées ne seraient pas atteintes, une adaptation de la structure support devra être envisagée.

8 ALEAS GEOTECHNIQUES ET CONDITIONS CONTRACTUELLES

1. Les reconnaissances de sol procèdent par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (exemple : hétérogénéités locales) qui peuvent entraîner des adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.
2. Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite suite à une communication ou reproduction partielle ne saurait engager BUREAU SOL CONSULTANTS.
3. Des modifications dans l'implantation, la conception ou l'importance des constructions ainsi que dans les hypothèses prises en compte et en particulier dans les indications de la partie « Présentation » du présent rapport peuvent conduire à des remises en cause des prescriptions. Une nouvelle mission devra alors être confiée à BUREAU SOL CONSULTANTS afin de réadapter ces conclusions ou de valider par écrit le nouveau projet.
4. De même des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des fondations et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances de sol (exemple dissolutions, cavités, hétérogénéités localisées, venues d'eau etc...) peuvent rendre caduques certaines des recommandations figurant dans le rapport.
5. **Il est rappelé que la mission G1 ES-PGC doit être complétée par les missions G2 AVP, G2 PRO, G3 et G4 afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours d'exécution ou après réception des ouvrages. BUREAU SOL CONSULTANTS reste à disposition des intervenants, et notamment de l'équipe de maîtrise d'œuvre, pour l'exécution de ces missions complémentaires.**

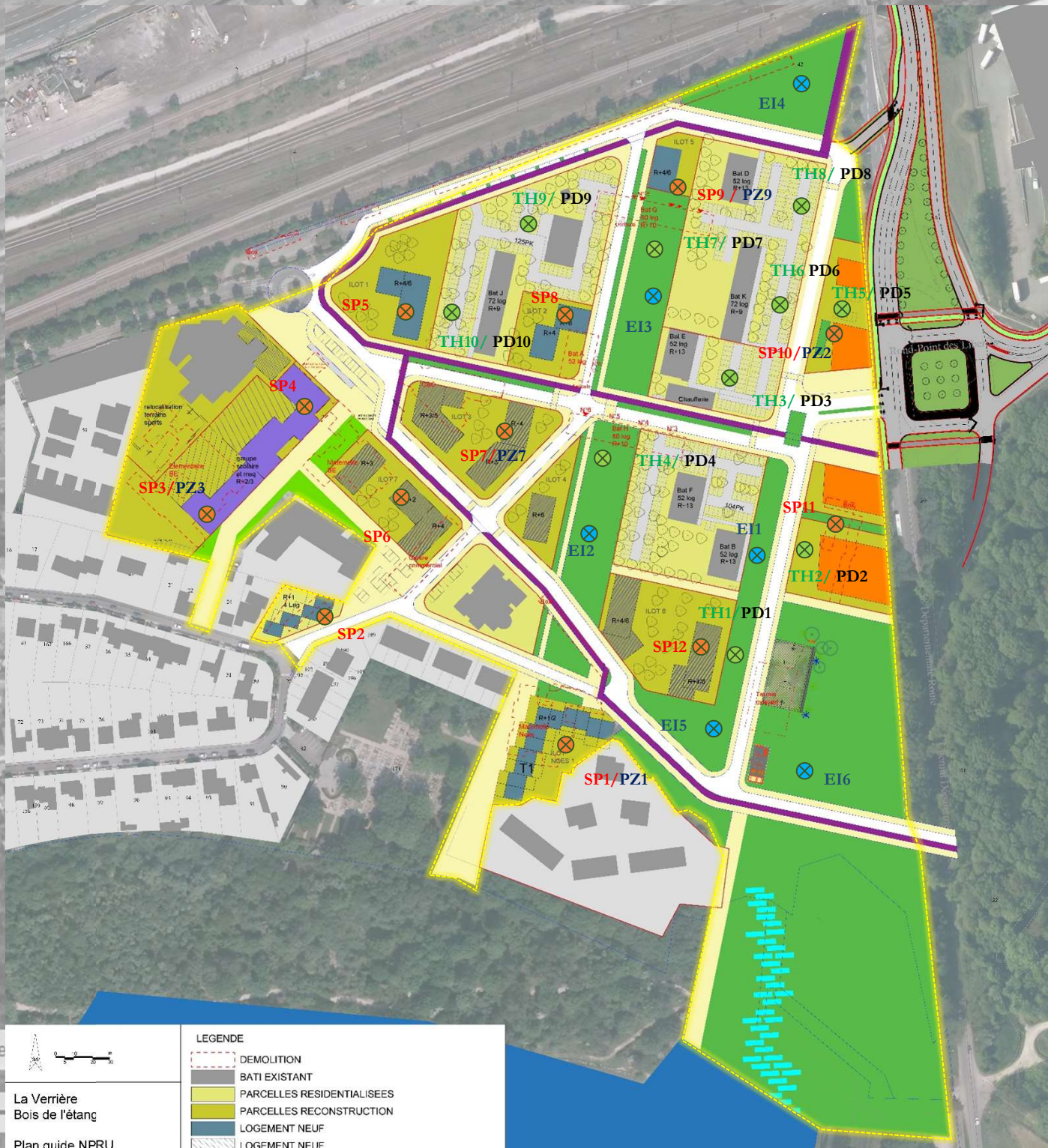
Les Ulis, le 24 juillet 2023

I. AYOUIL
Ingénieur rédacteur

C. GOUJON BELLEVUE
Ingénieur relecteur

ANNEXE 1

PLAN D'IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS IN-SITU



LEGENDE

- DEMOLITION
- BATI EXISTANT
- PARCELLES RESIDENTIALISEES
- PARCELLES RECONSTRUCTION
- LOGEMENT NEUF
- LOGEMENT NEUF

La Verrière
Bois de l'étang

Plan guide NPRU



échelle 1 : 4 500

100 m

SP3/PZ3

SP4

SP5

SP6

SP2

SP7/PZ7

SP8

SP9 / PZ9

TH9/ PD9

TH10/ PD10

TH4/ PD4

TH1/ PD1

SP1/PZ1

SP12

EI4

TH8/ PD8

TH7/ PD7

TH6 PD6

TH5/ PD5

TH3/ PD3

EI1

EI2

TH2/ PD2

EI5

EI3

EI6

EI3

ANNEXE 2
COUPES ET RESULTATS DES SONDAGES

Date : 13/04/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : COMACCHIO - GEO 205

Profondeur : 0.00 m 17.20 m

Echelle : 1 / 100

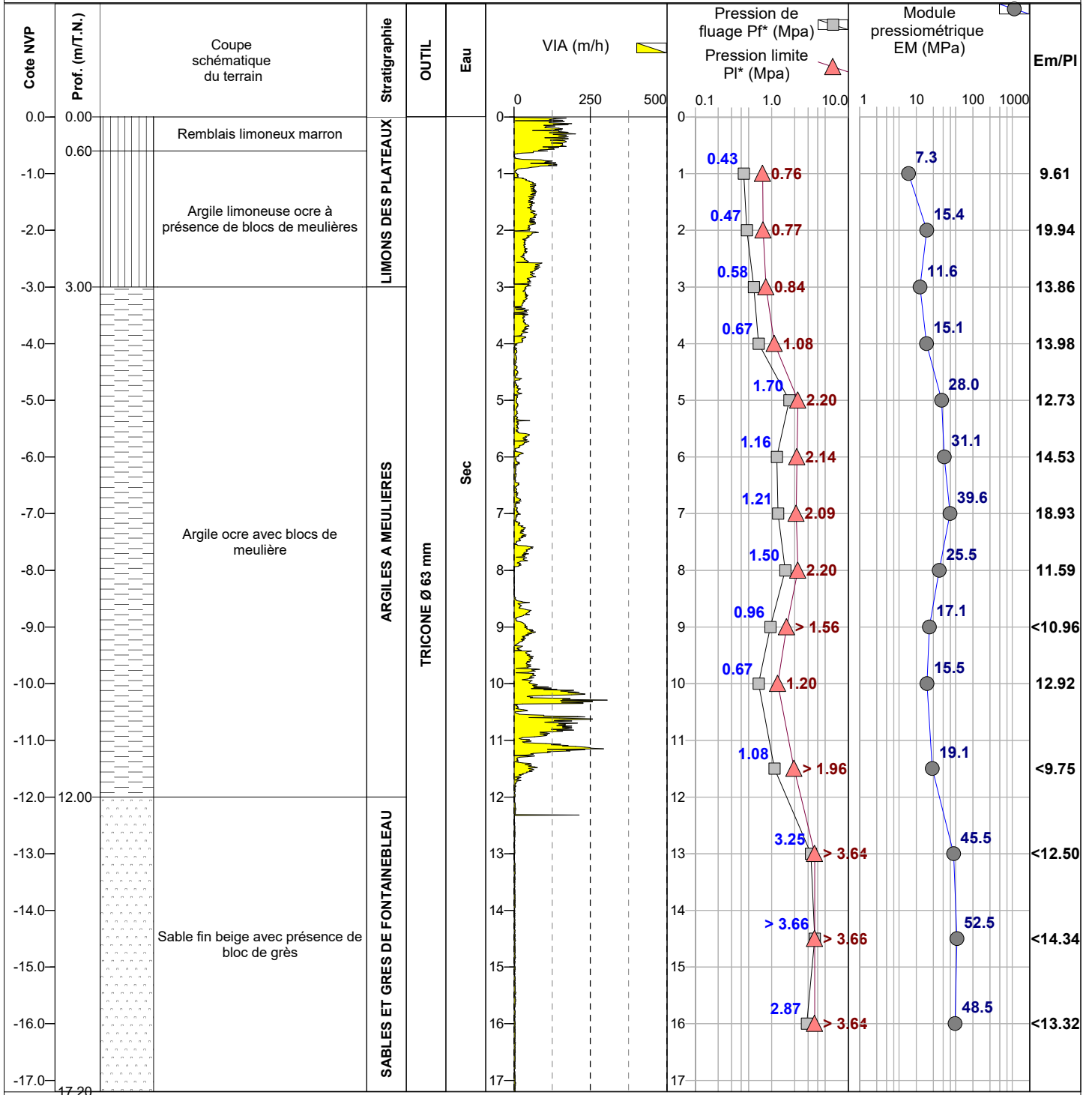
Page : 1 / 1

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque : Equipé d'un piezomètre crépiné toute hauteur avec bouche à clef.



Date : 13/04/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : COMACCHIO - GEO 205

Profondeur : 0.00 m 17.20 m

Echelle : 1 / 100

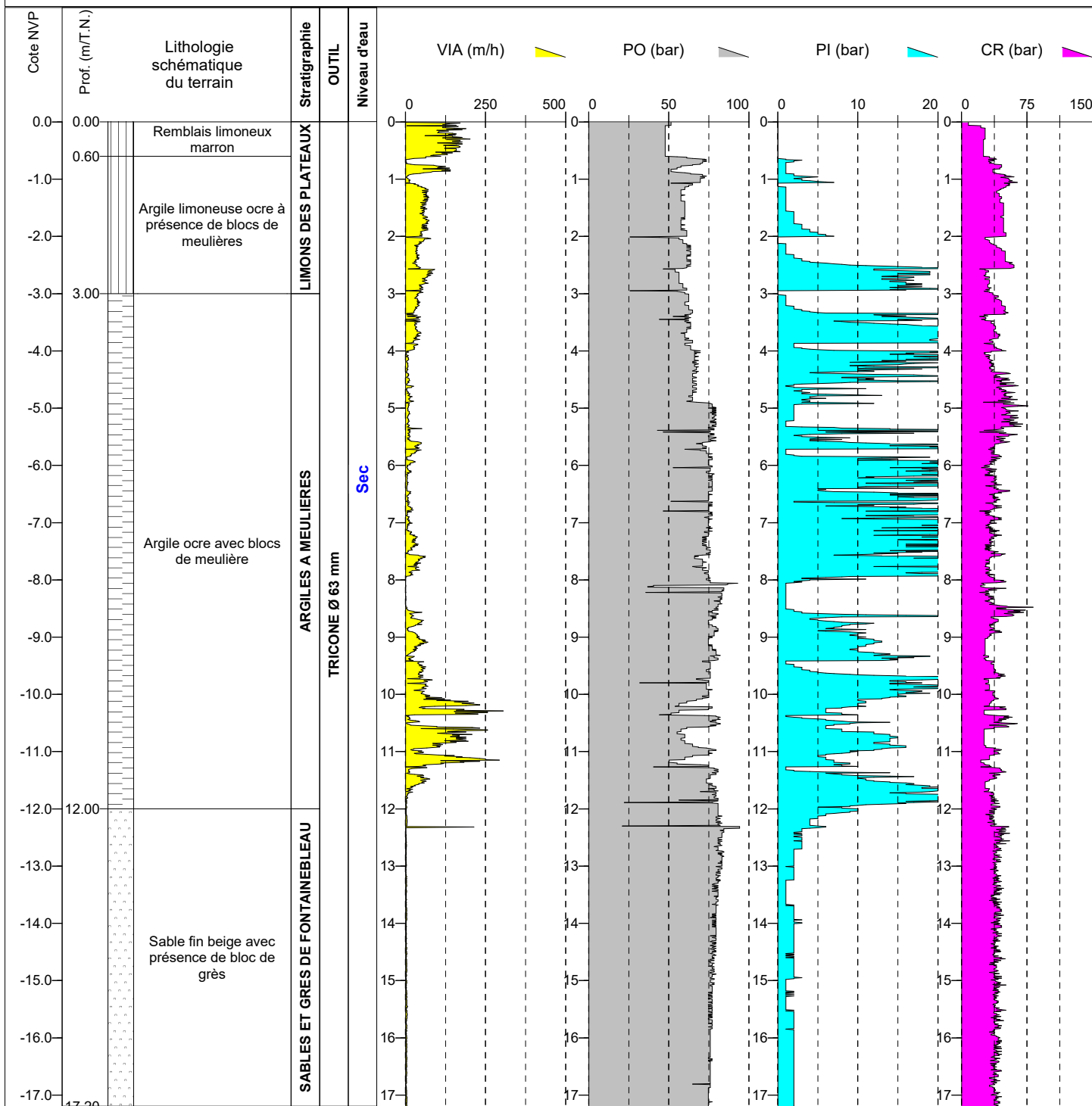
Page : 1 / 1

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque : Equipé d'un piezomètre crépiné toute hauteur avec bouche à clef.



Date : 18/04/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : COMACCHIO - GEO 205

Profondeur : 0.00 m 10.48 m

Echelle : 1 / 100

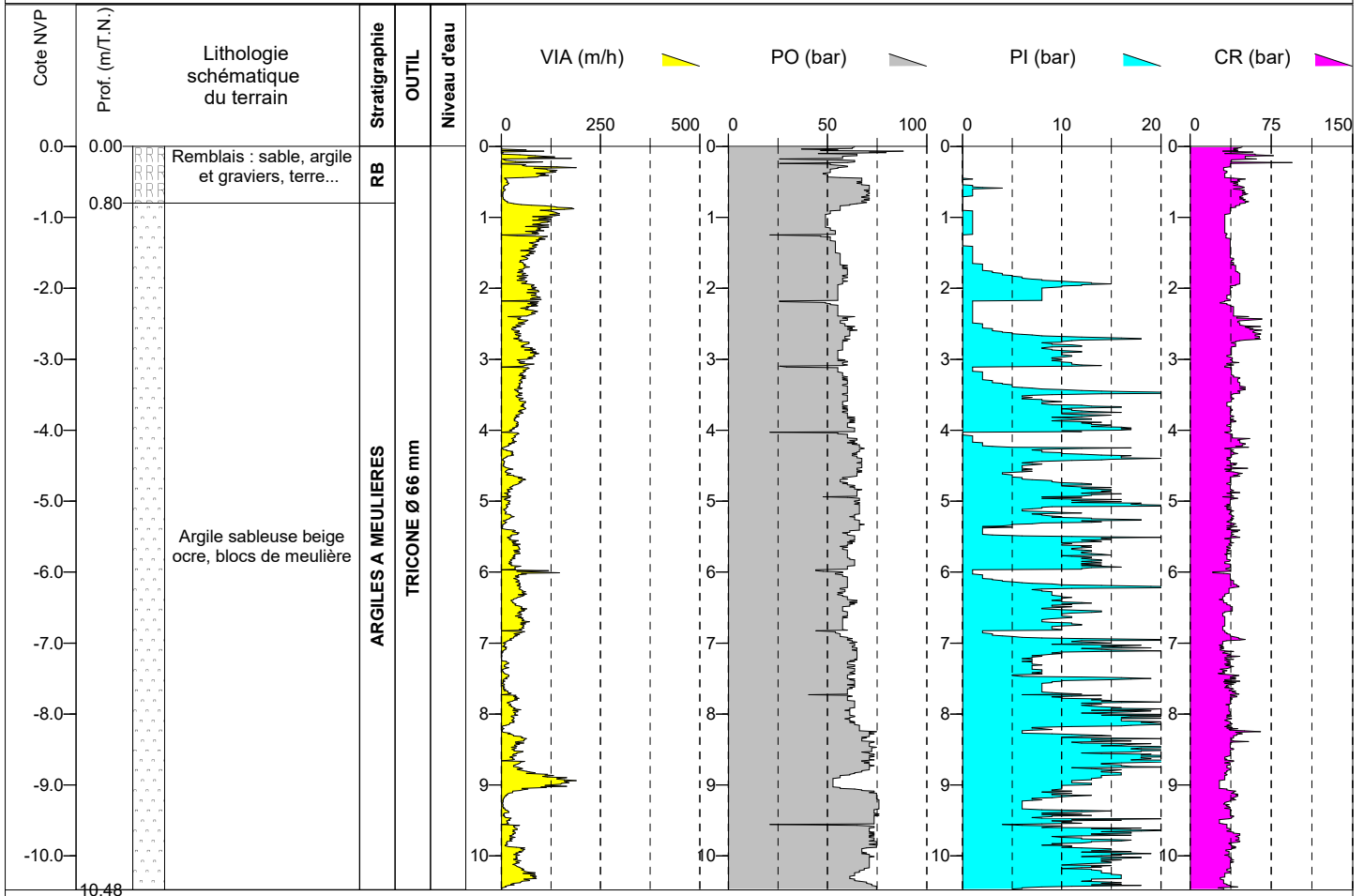
Page : 1 / 1

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque :



Date : 10/05/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : COMACCHIO - GEO 205

Profondeur : 0.00 m 10.47 m

Echelle : 1 / 100

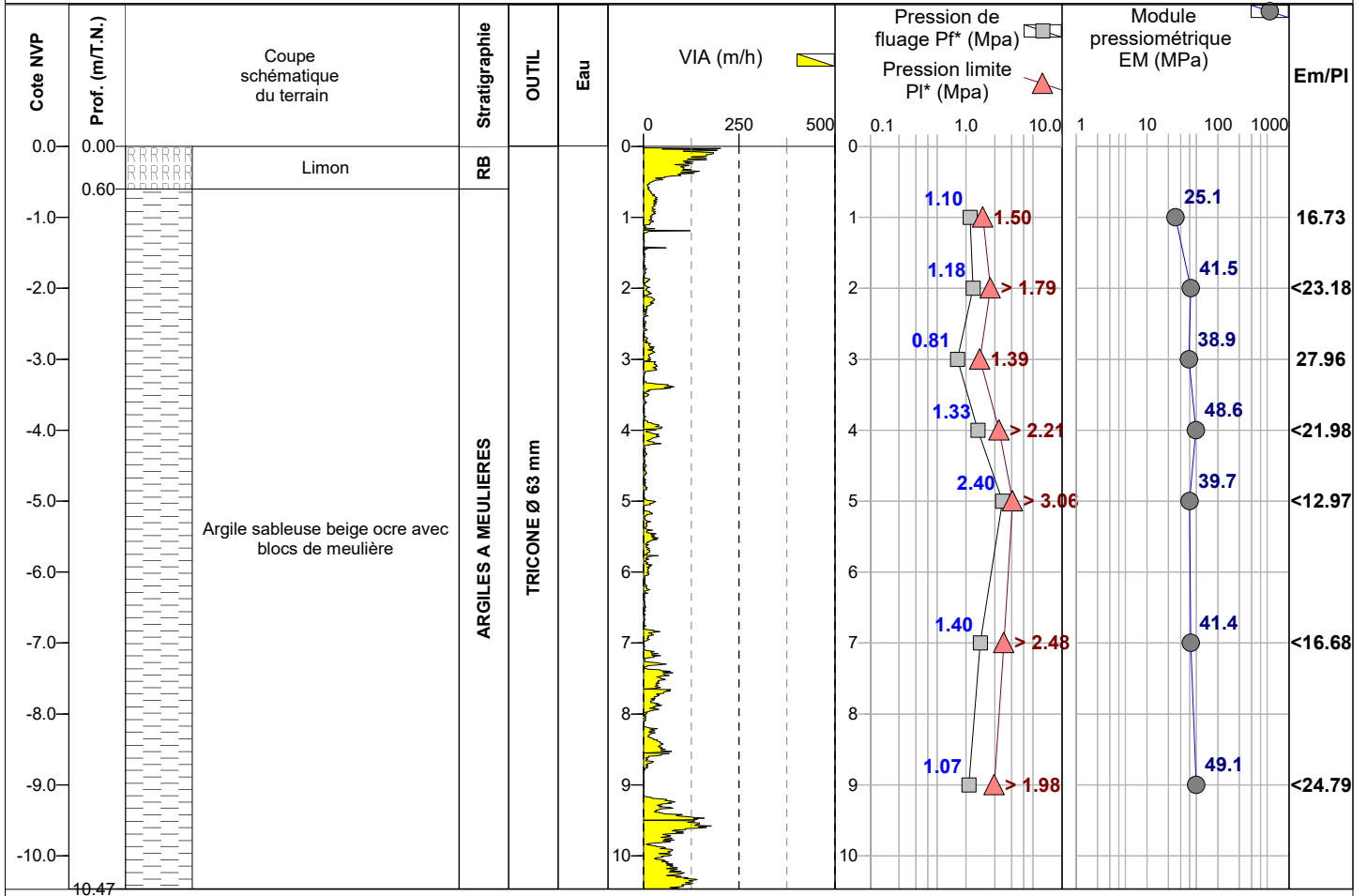
Page : 1 / 1

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque :



Date : 10/05/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : COMACCHIO - GEO 205

Profondeur : 0.00 m 10.47 m

Echelle : 1 / 100

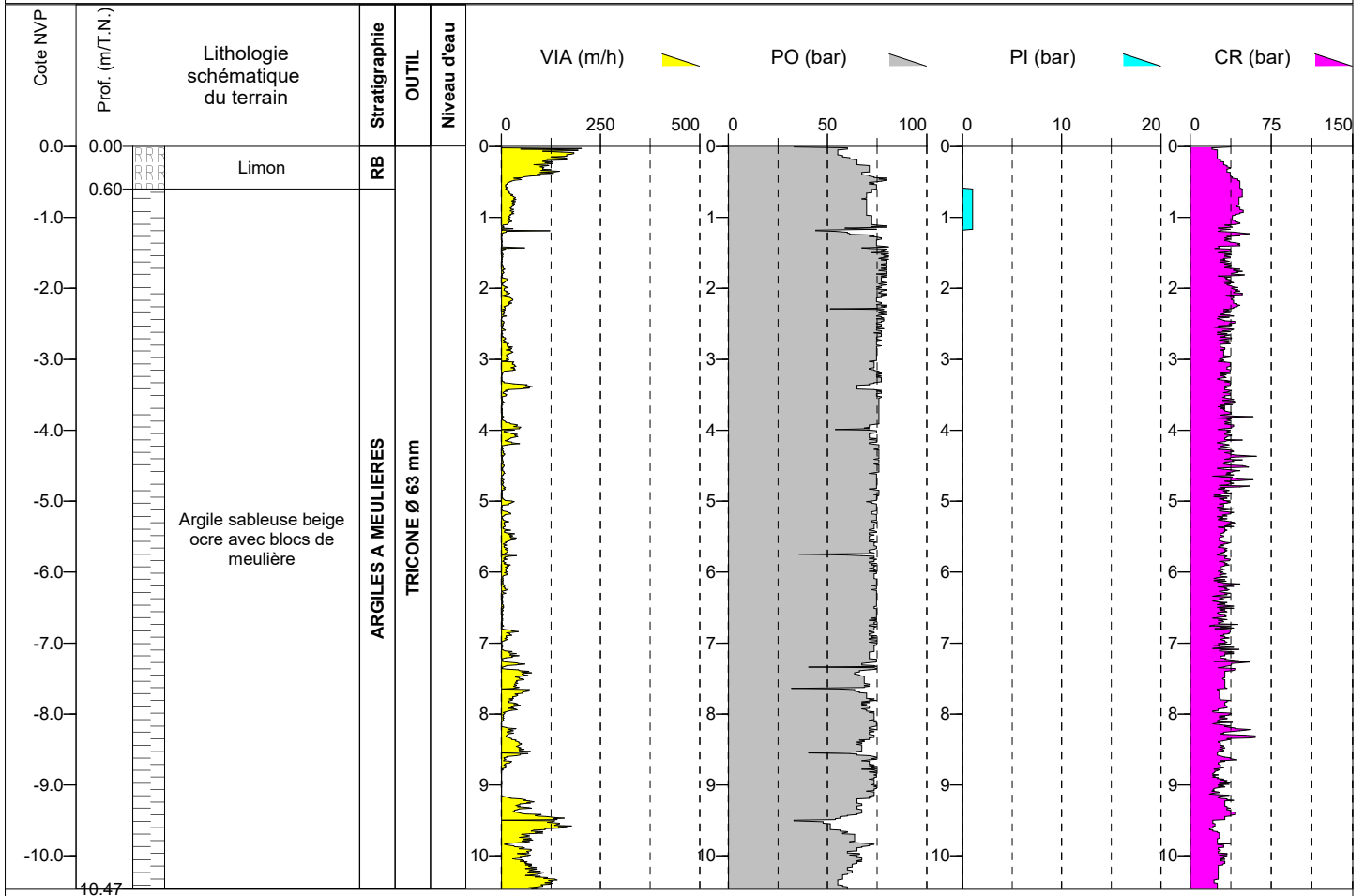
Page : 1 / 1

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque :



Date : 28/04/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : COMACCHIO - GEO 205

Profondeur : 0.00 m 17.04 m

Echelle : 1 / 100

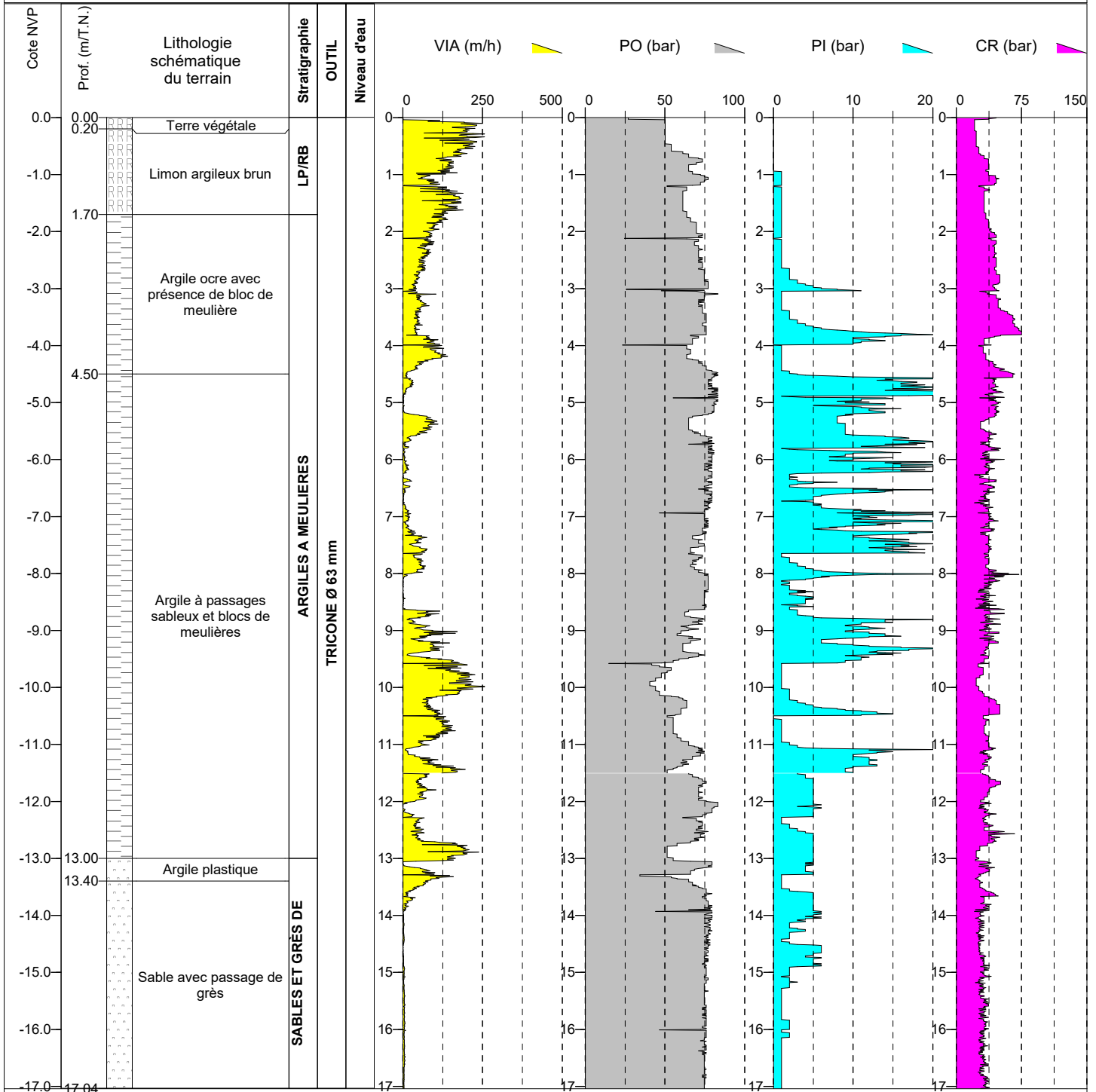
Page : 1 / 1

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque :



Date : 19/04/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : COMACCHIO - GEO 205

Profondeur : 0.00 m 10.02 m

Echelle : 1 / 100

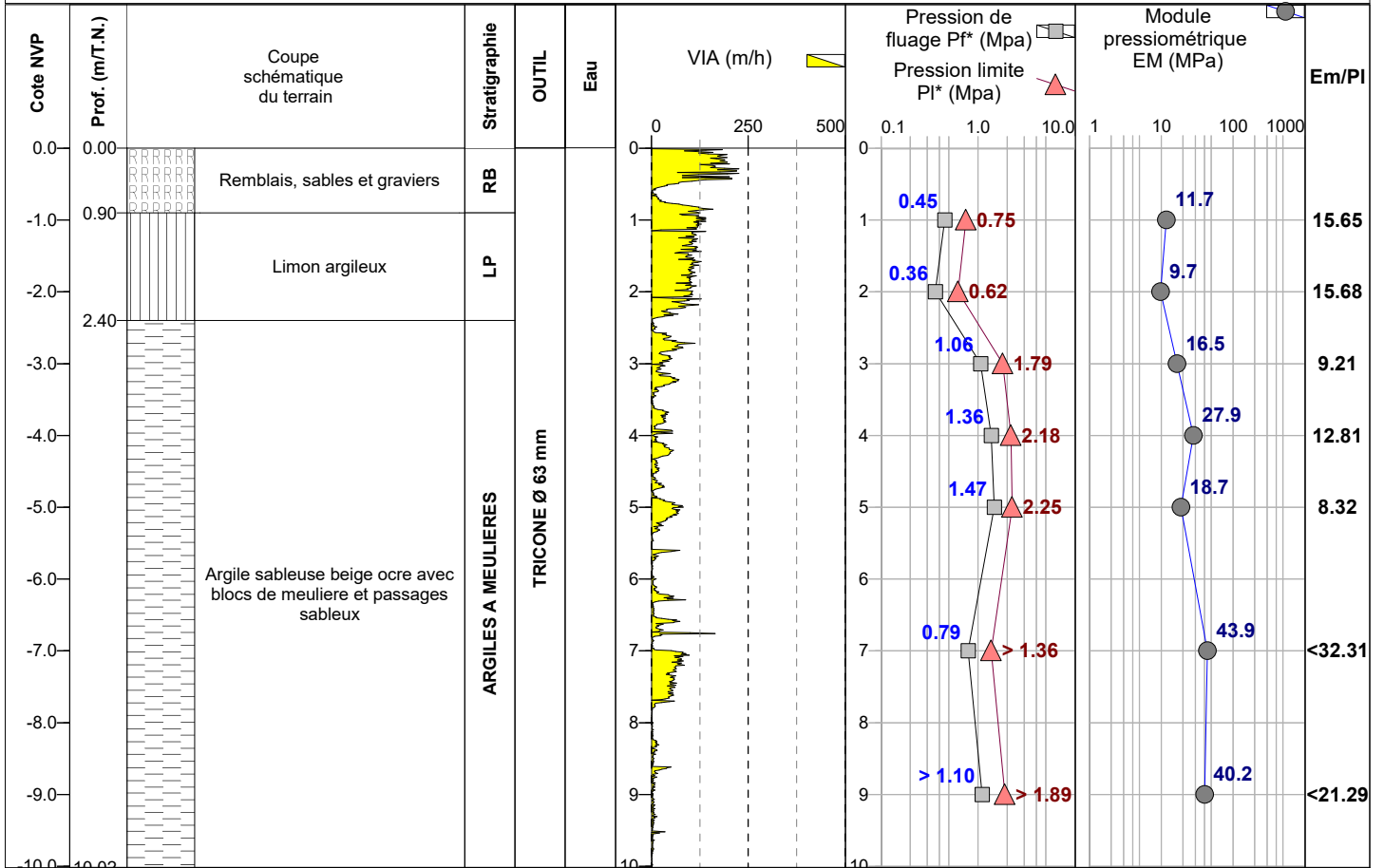
Page : 1 / 1

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque :



SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Date : 19/04/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

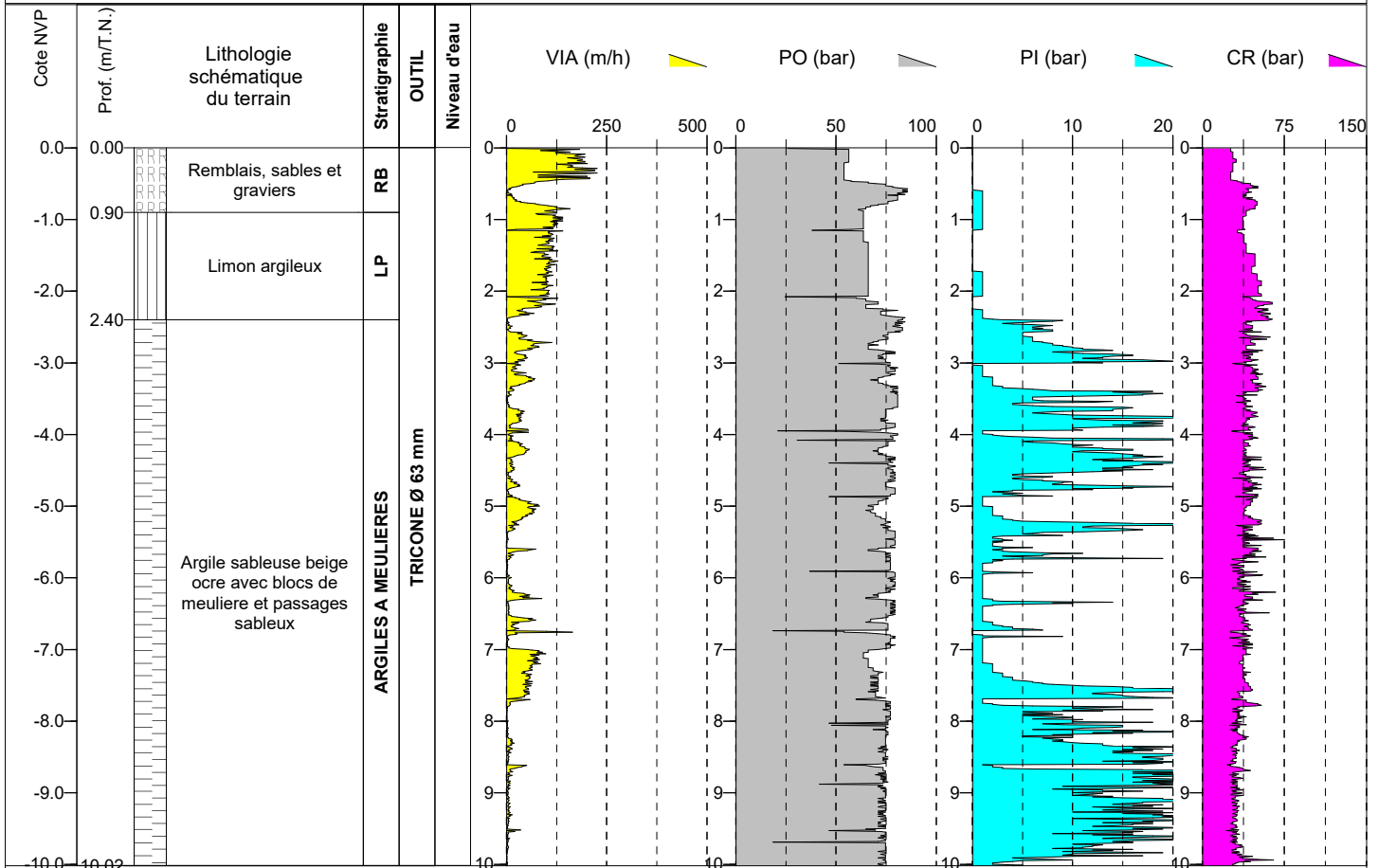
Machine : COMACCHIO - GEO 205

Profondeur : 0.00 m 10.02 m

Echelle : 1 / 100

Page : 1 / 1

Remarque :



Date : 11/05/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : COMACCHIO - GEO 205

Profondeur : 0.00 m 11.42 m

Echelle : 1 / 100

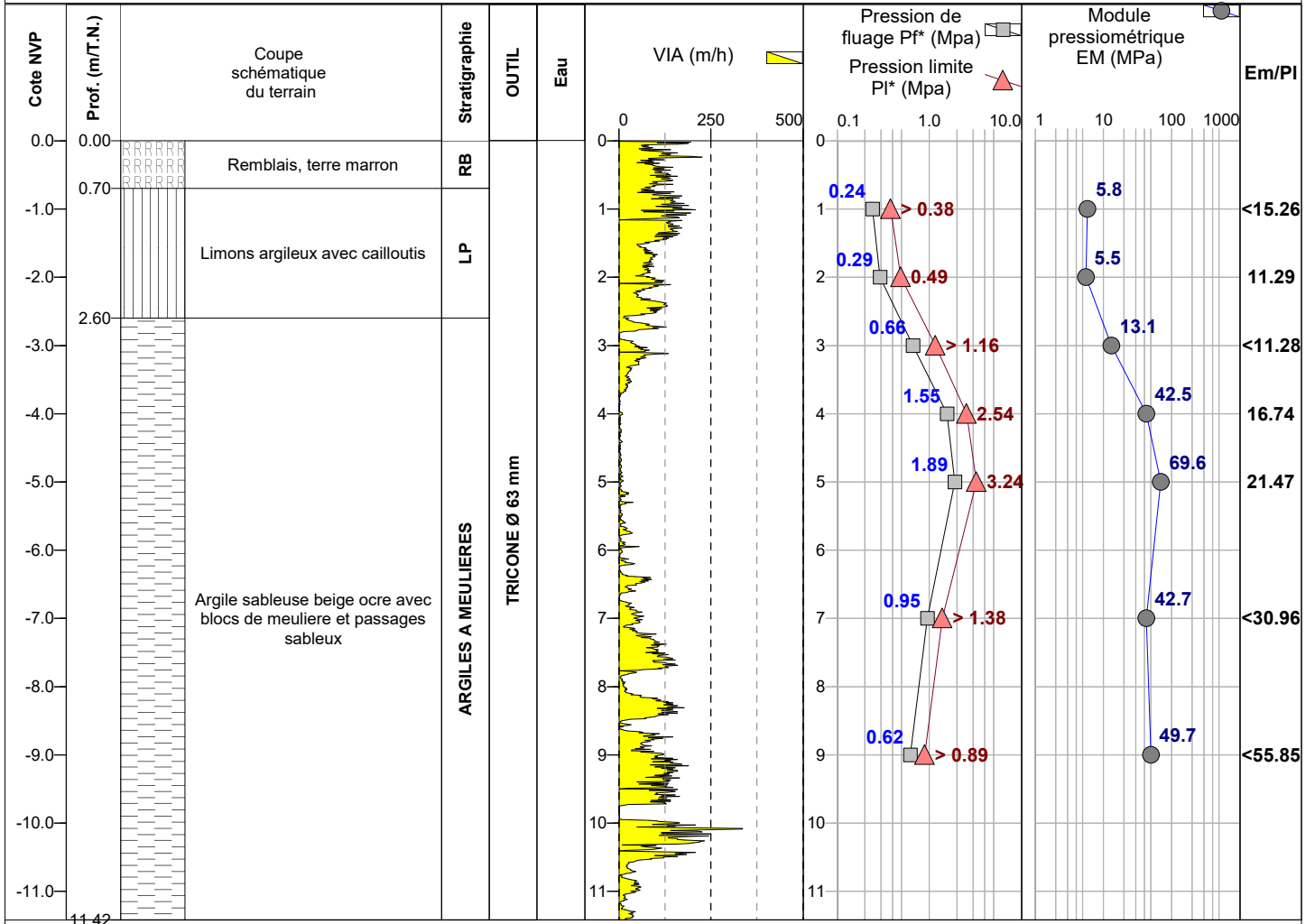
Page : 1 / 1

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque :



Date : 11/05/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : COMACCHIO - GEO 205

Profondeur : 0.00 m 11.42 m

Echelle : 1 / 100

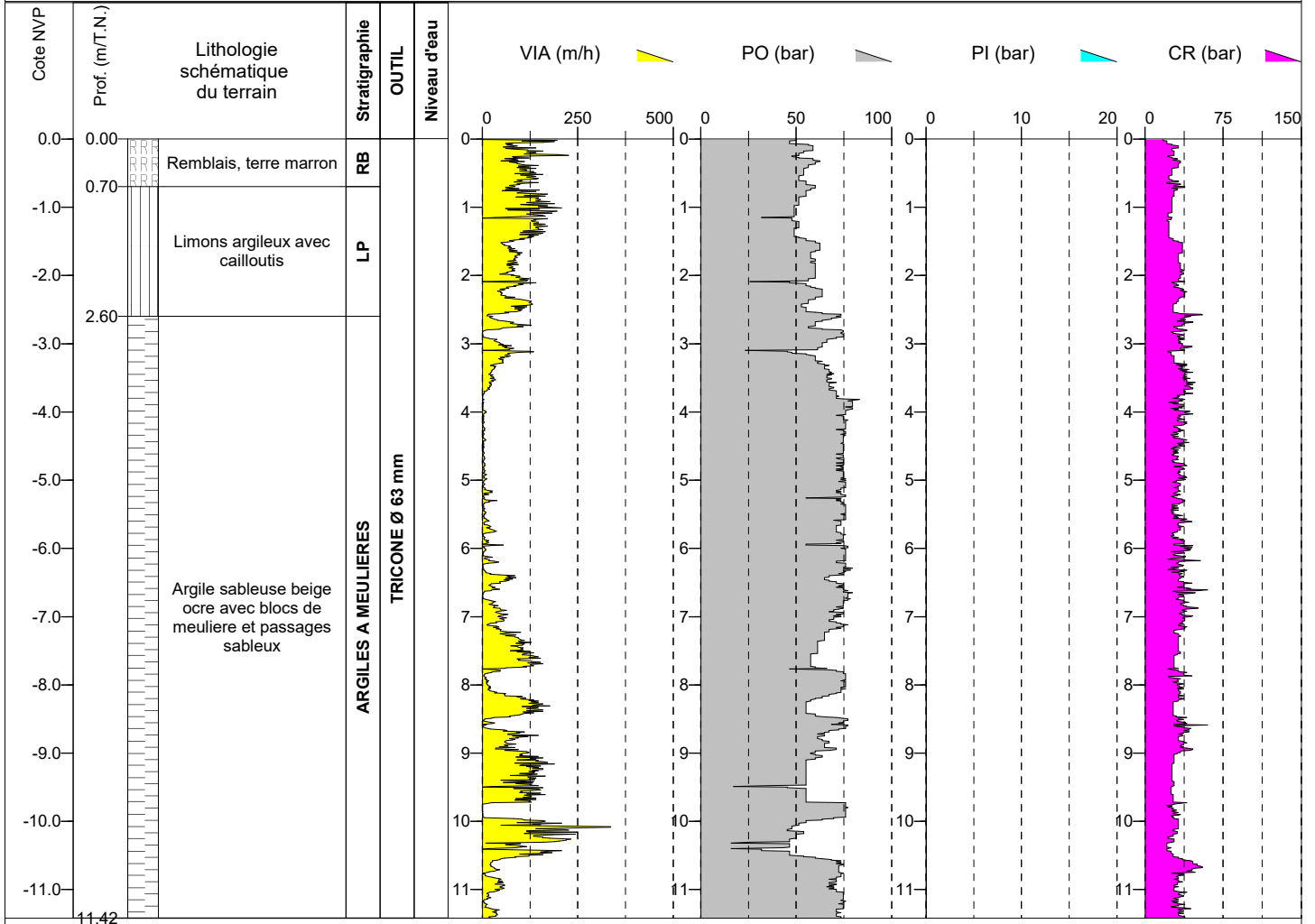
Page : 1 / 1

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque :



Date : 11/05/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : COMACCHIO - GEO 205

Profondeur : 0.00 m 1.31 m

Echelle : 1 / 100

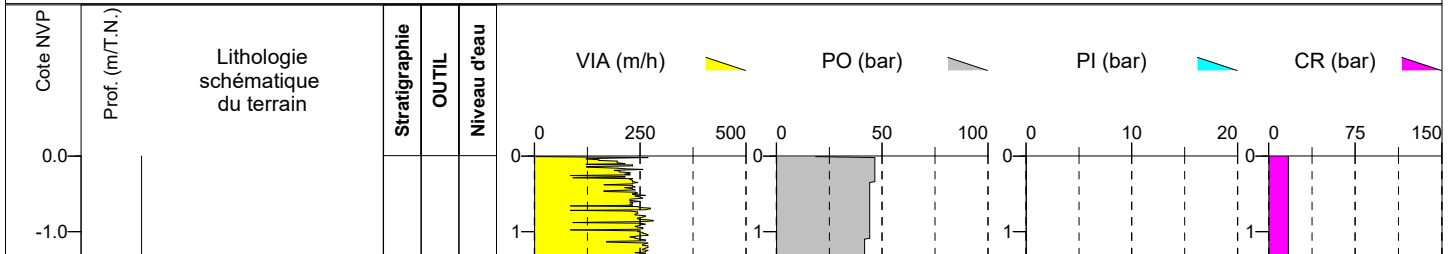
Page : 1 / 1

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque :



Date : 26/04/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : COMACCHIO - GEO 205

Profondeur : 0.00 m 10.20 m

Echelle : 1 / 100

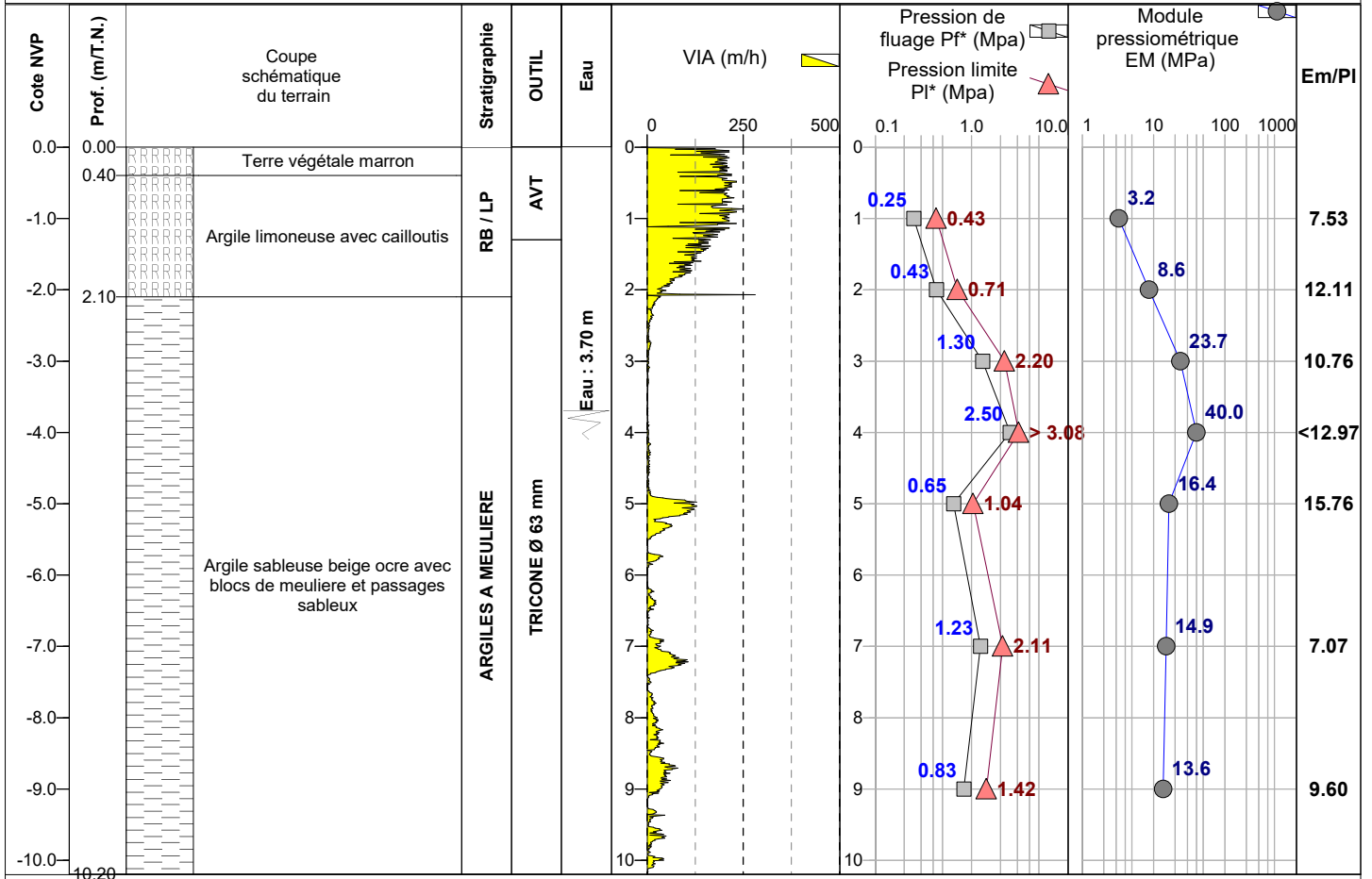
Page : 1 / 1

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque :



Date : 26/04/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : COMACCHIO - GEO 205

Profondeur : 0.00 m 10.20 m

Echelle : 1 / 100

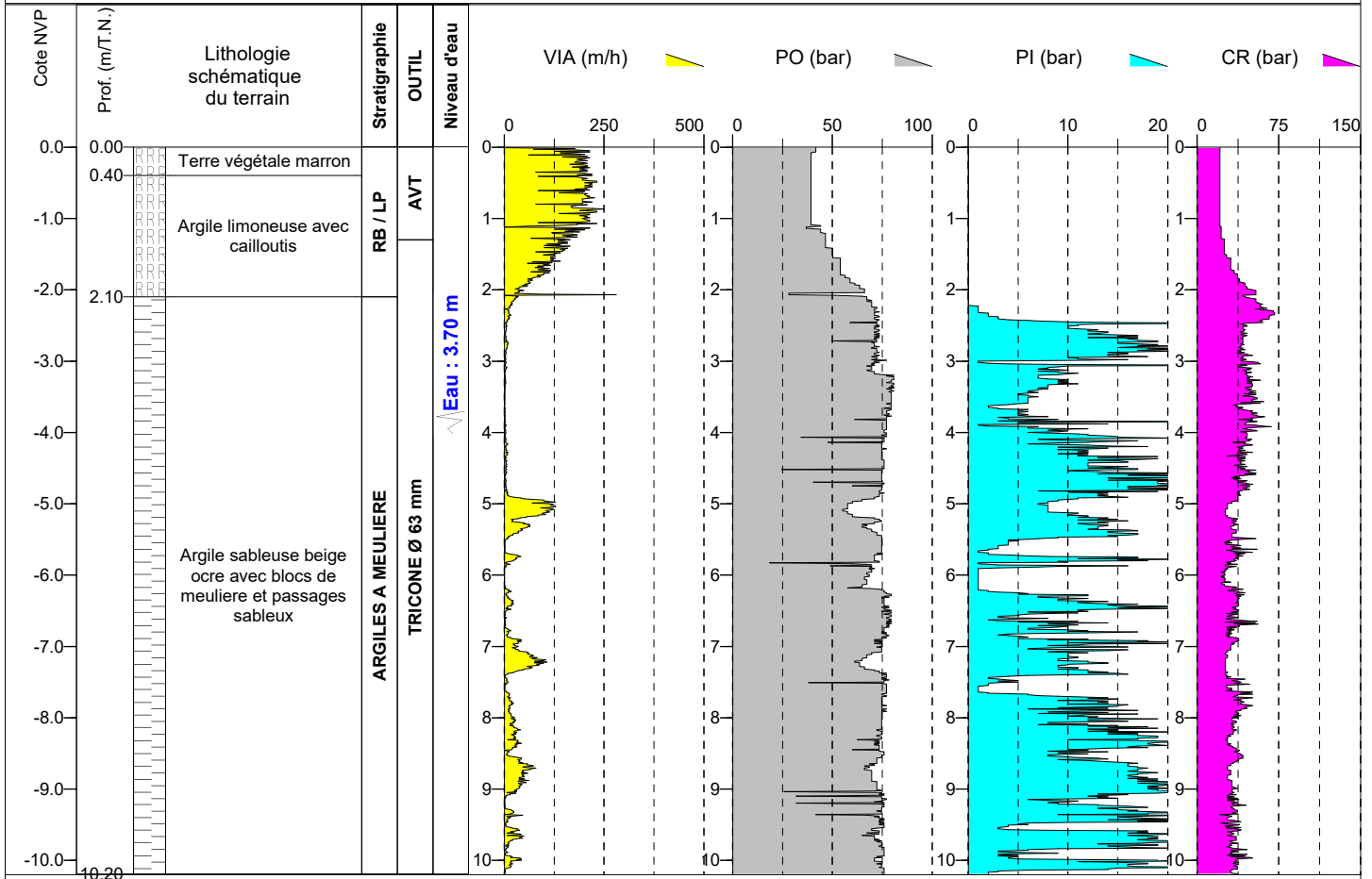
Page : 1 / 1

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque :



Date : 20/04/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : COMACCHIO - GEO 205

Profondeur : 0.00 m 10.06 m

Echelle : 1 / 100

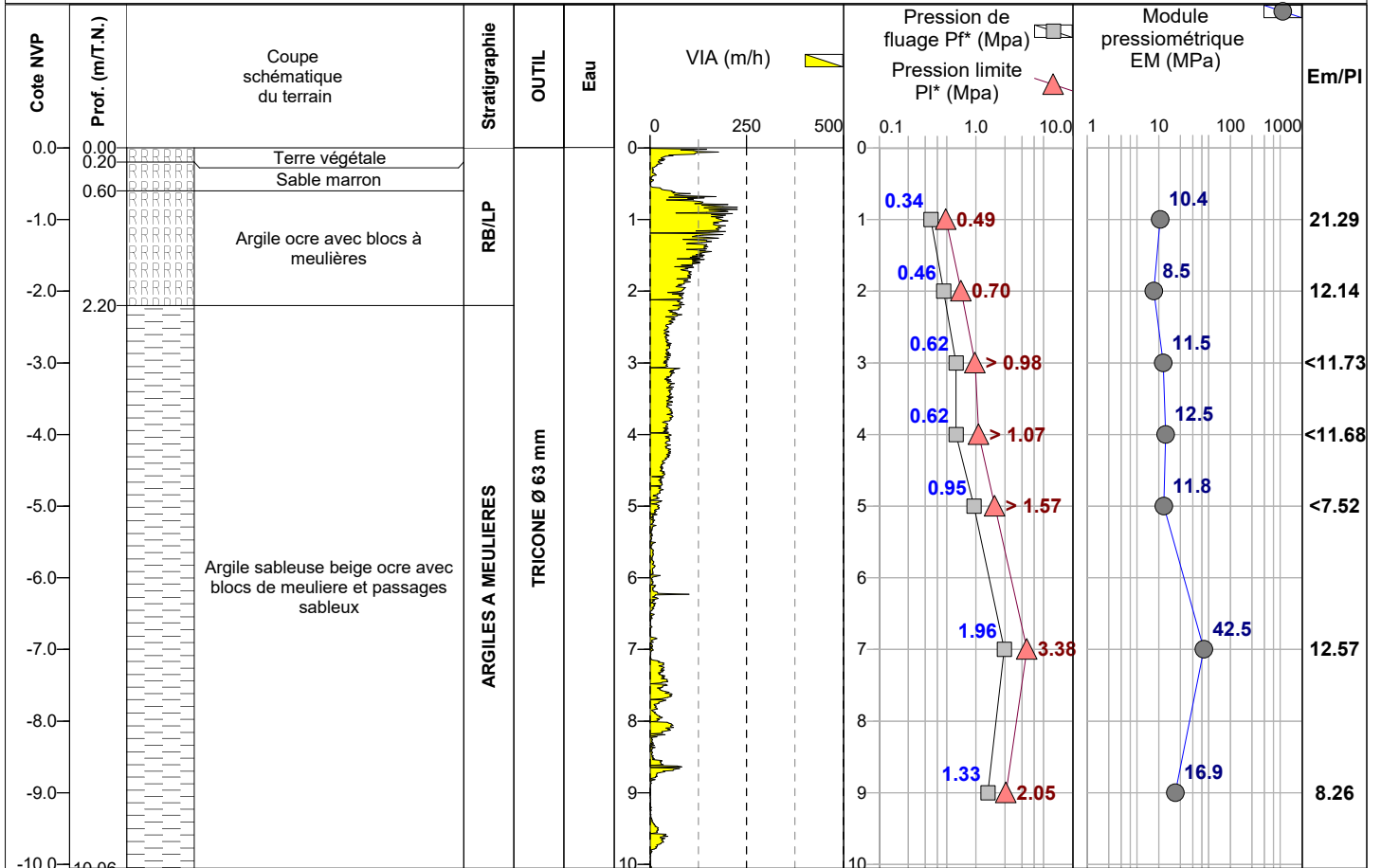
Page : 1 / 1

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque :



SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Date : 20/04/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

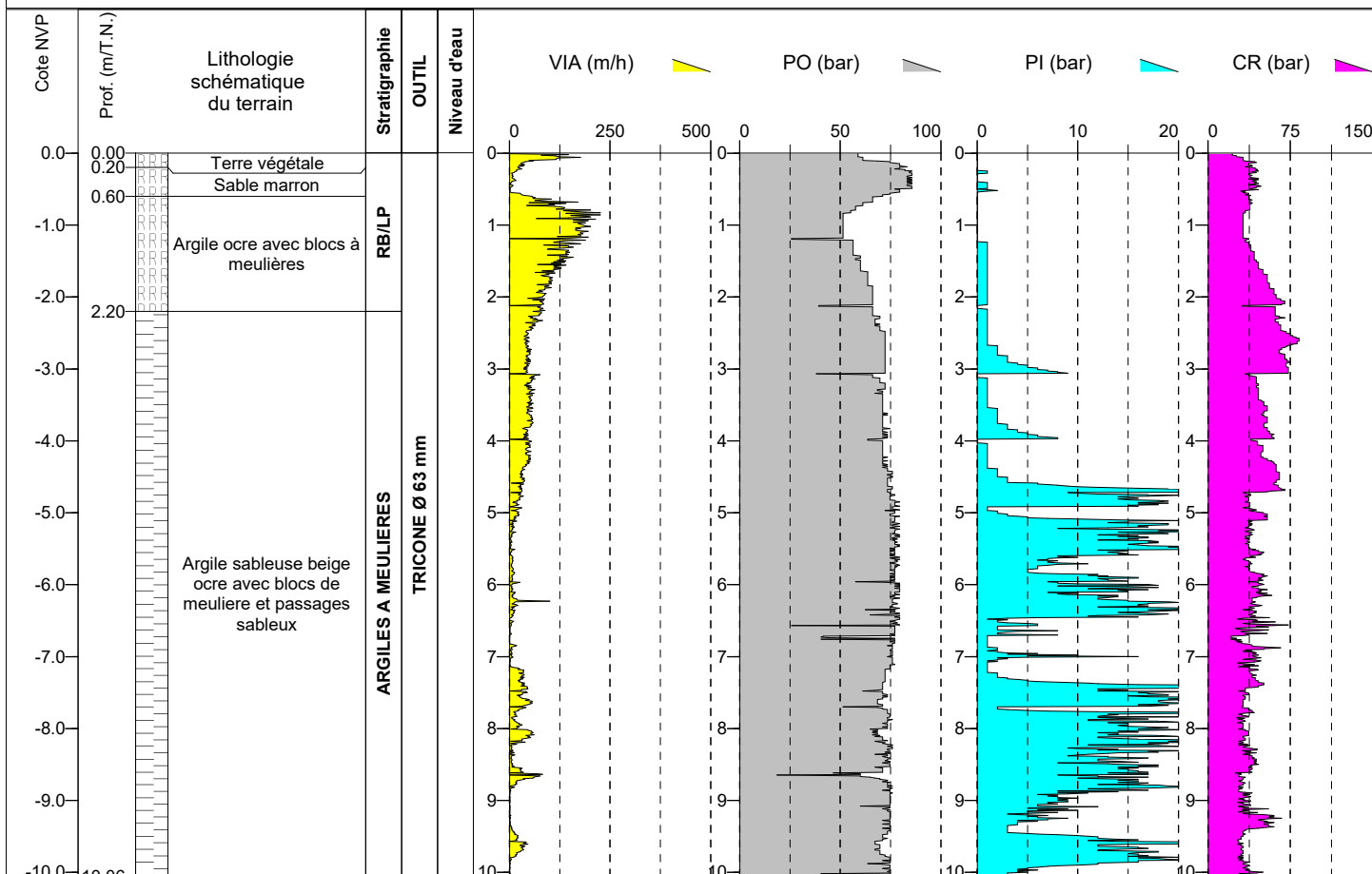
Machine : COMACCHIO - GEO 205

Profondeur : 0.00 m 10.06 m

Echelle : 1 / 100

Page : 1 / 1

Remarque :



Date : 21/04/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : COMACCHIO - GEO 205

Profondeur : 0.00 m 17.03 m

Echelle : 1 / 100

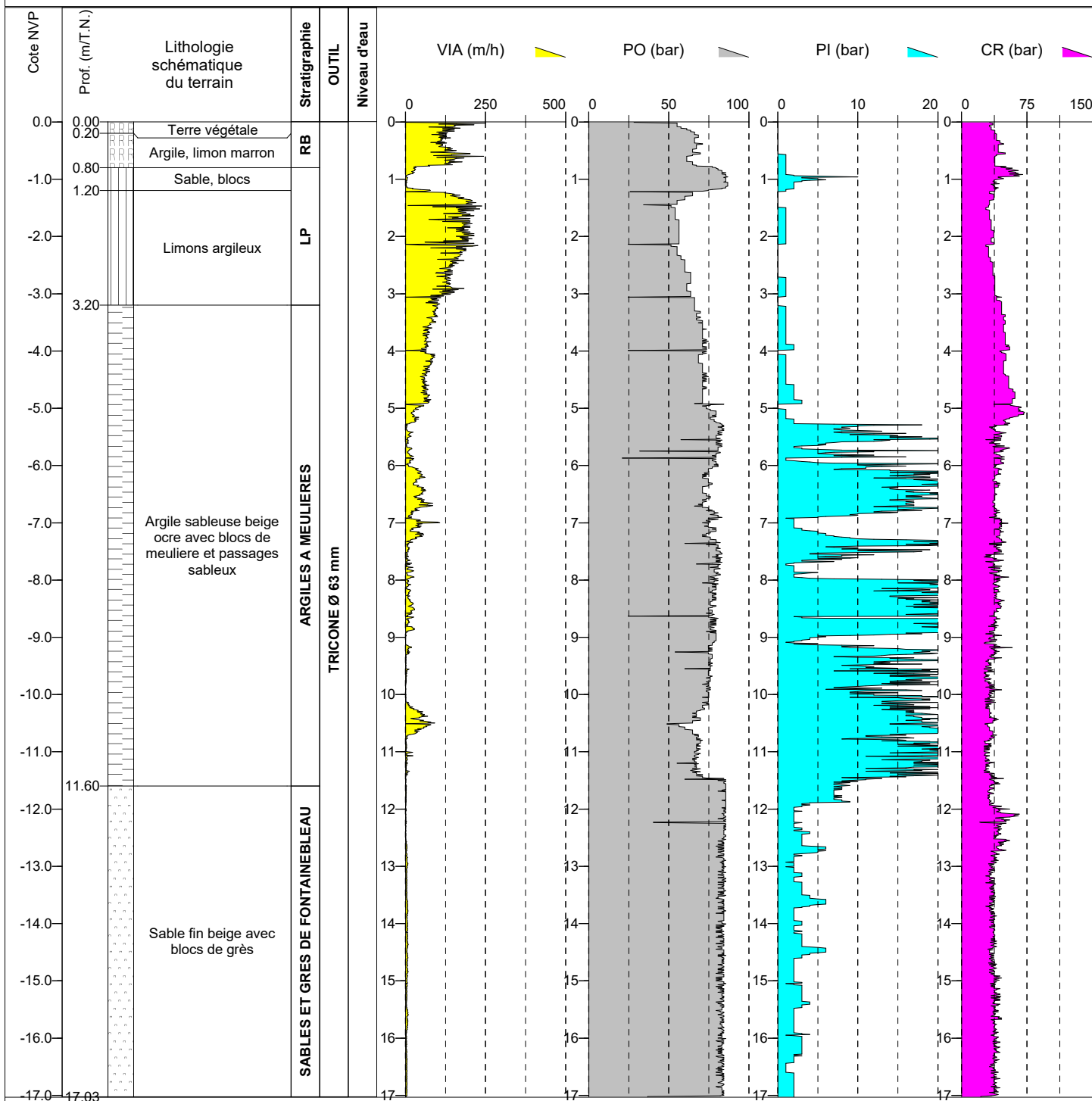
Page : 1 / 1

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque :



Date : 17/05/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : COMACCHIO - GEO 205

Profondeur : 0.00 m 10.20 m

Echelle : 1 / 100

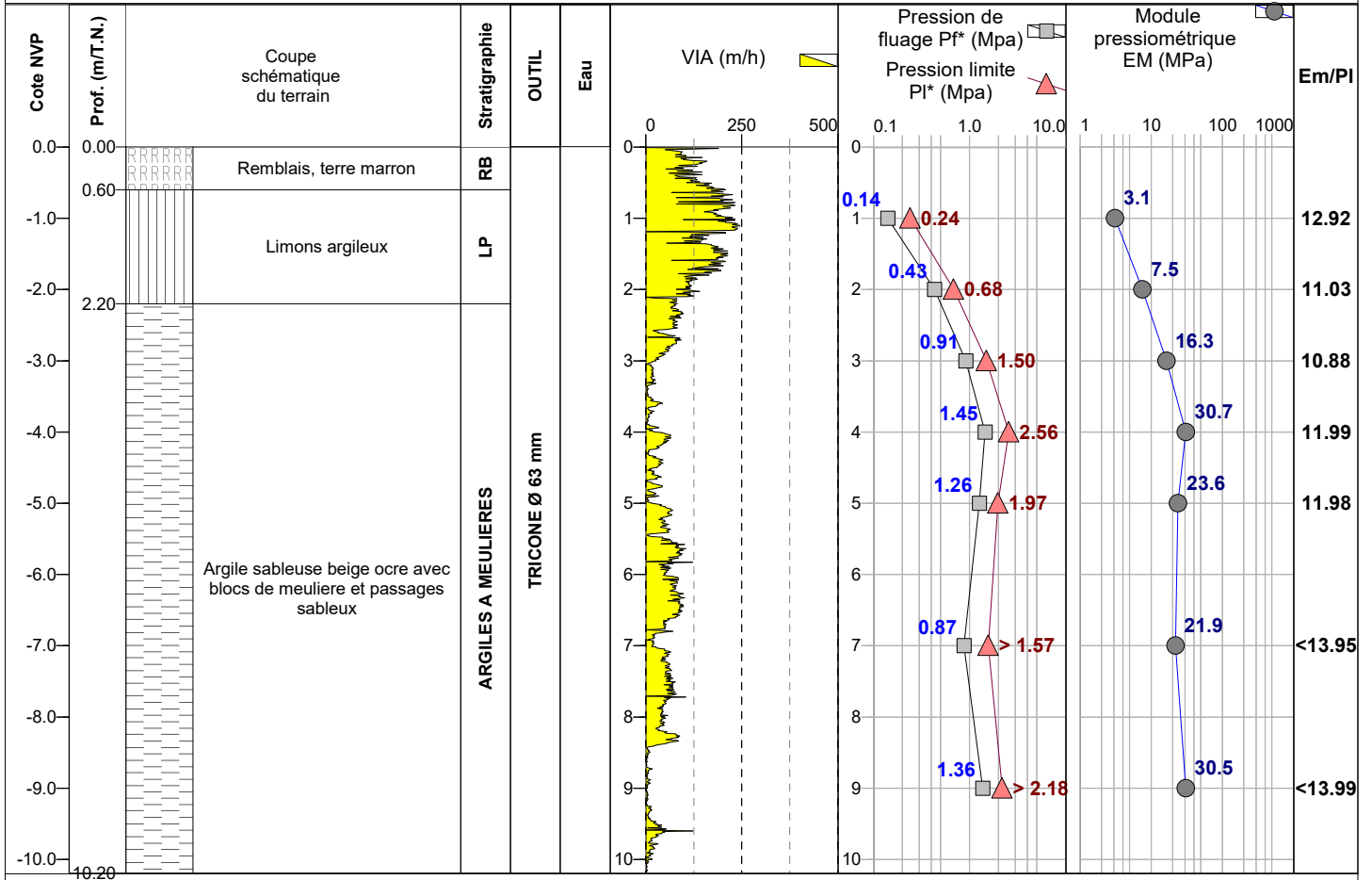
Page : 1 / 1

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque :



Date : 17/05/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : COMACCHIO - GEO 205

Profondeur : 0.00 m 10.20 m

Echelle : 1 / 100

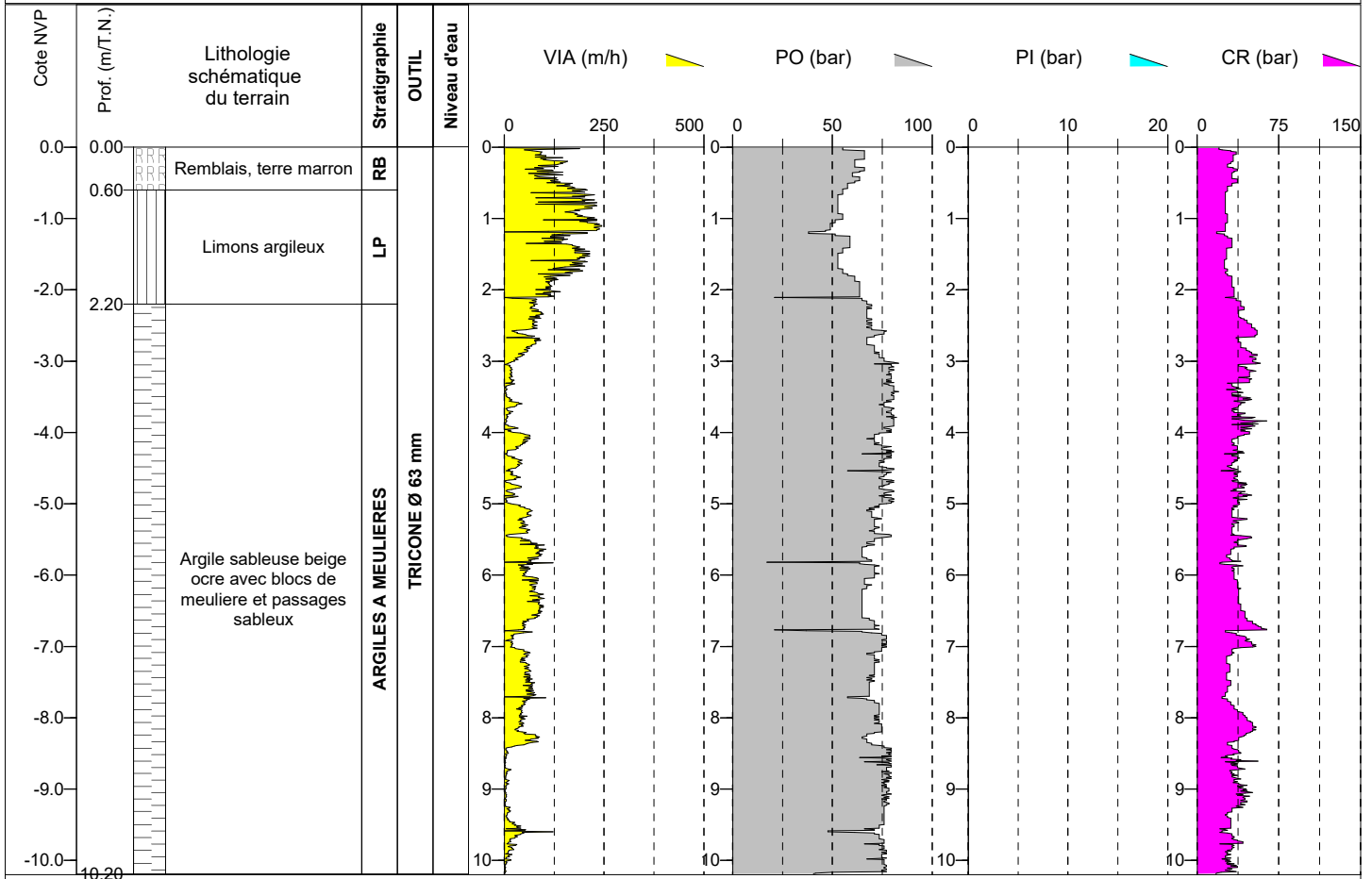
Page : 1 / 1

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque :



Date : 15/05/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : COMACCHIO - GEO 205

Profondeur : 0.00 m 17.04 m

Echelle : 1 / 100

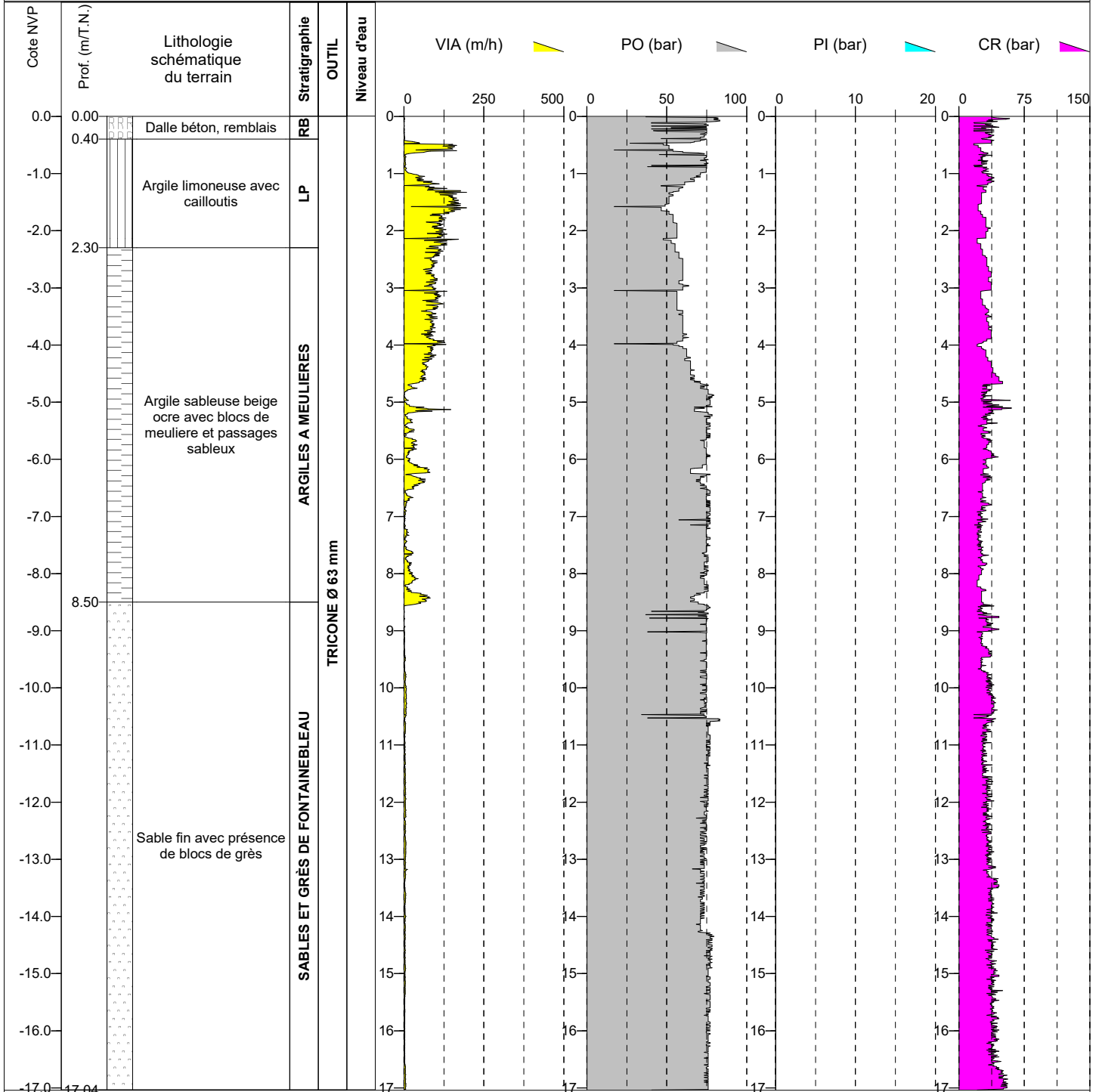
Page : 1 / 1

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque :



Date : 16/05/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : COMACCHIO - GEO 205

Profondeur : 0.00 m 1.31 m

Echelle : 1 / 100

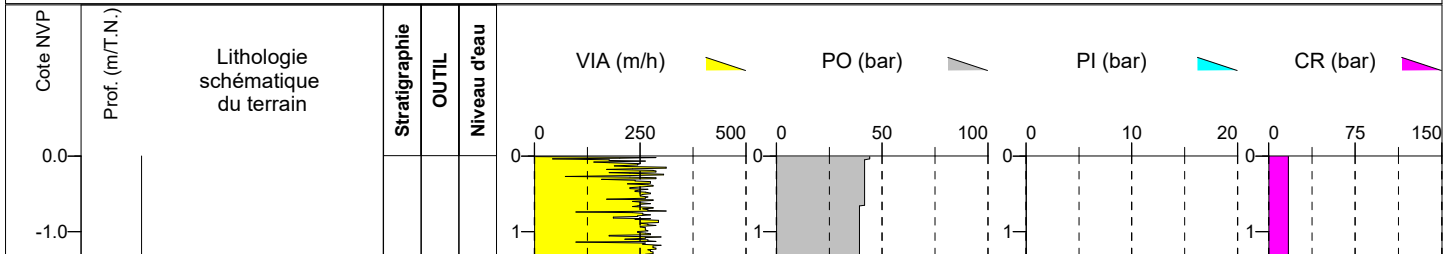
Page : 1 / 1

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque :



Date : 12/05/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : COMACCHIO - GEO 205

Profondeur : 0.00 m 10.48 m

Echelle : 1 / 100

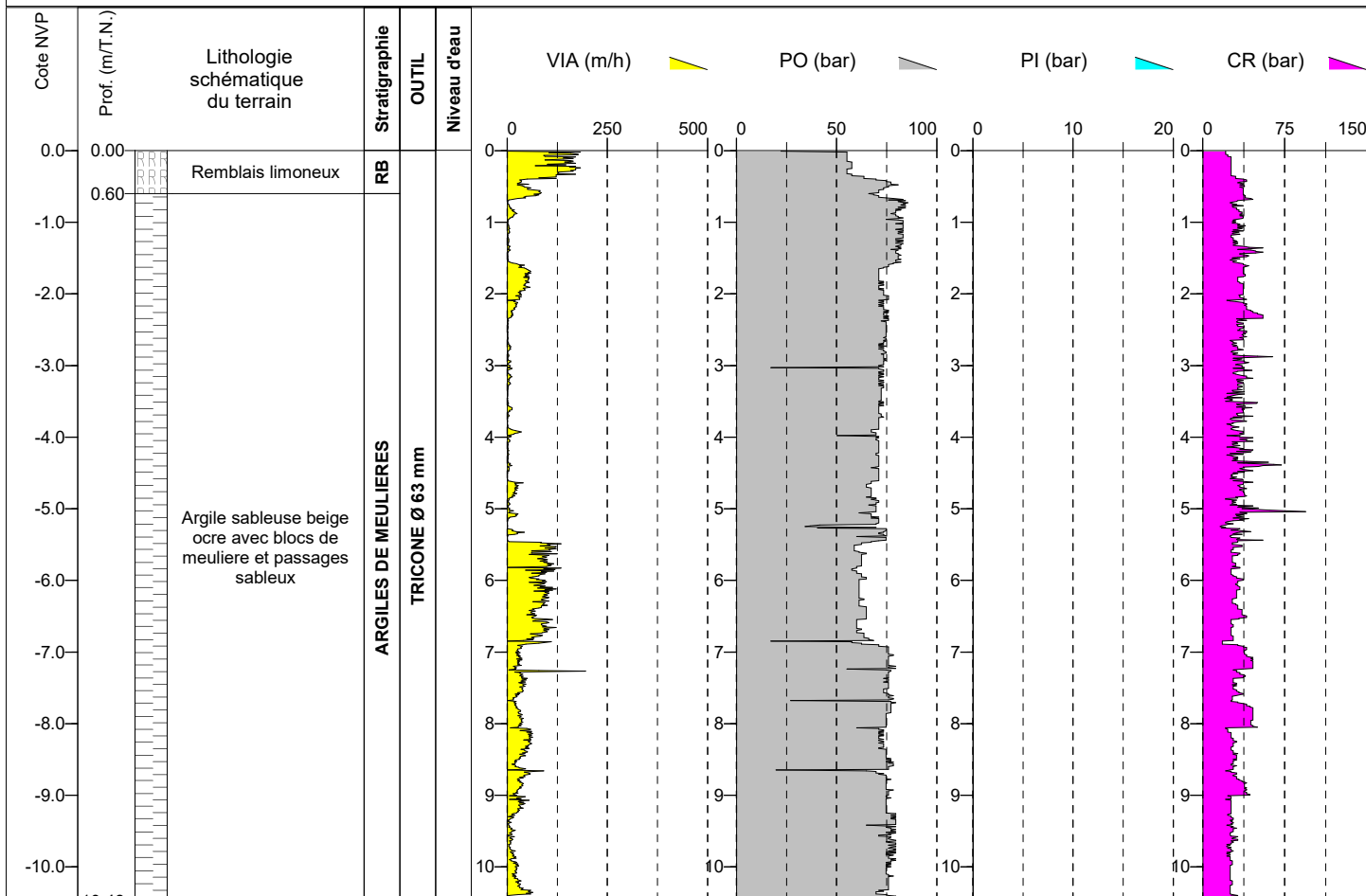
Page : 1 / 1

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque :



Date : 12/05/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : COMACCHIO - GEO 205

Profondeur : 0.00 m 1.31 m

Echelle : 1 / 100

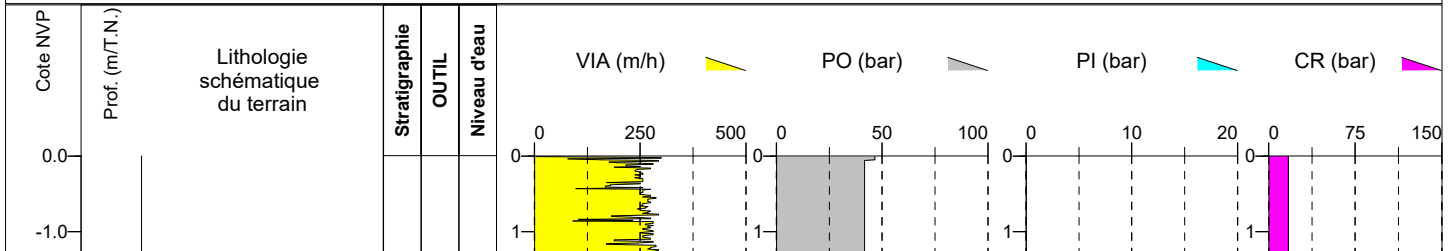
Page : 1 / 1

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque :



Date : 19/05/2023

Machine : GEOTOOL

Cote X :

Profondeur : 0.00 m 1.70 m

Cote Y :

Echelle : 1 / 15

Cote Z :

Page : 1 / 1

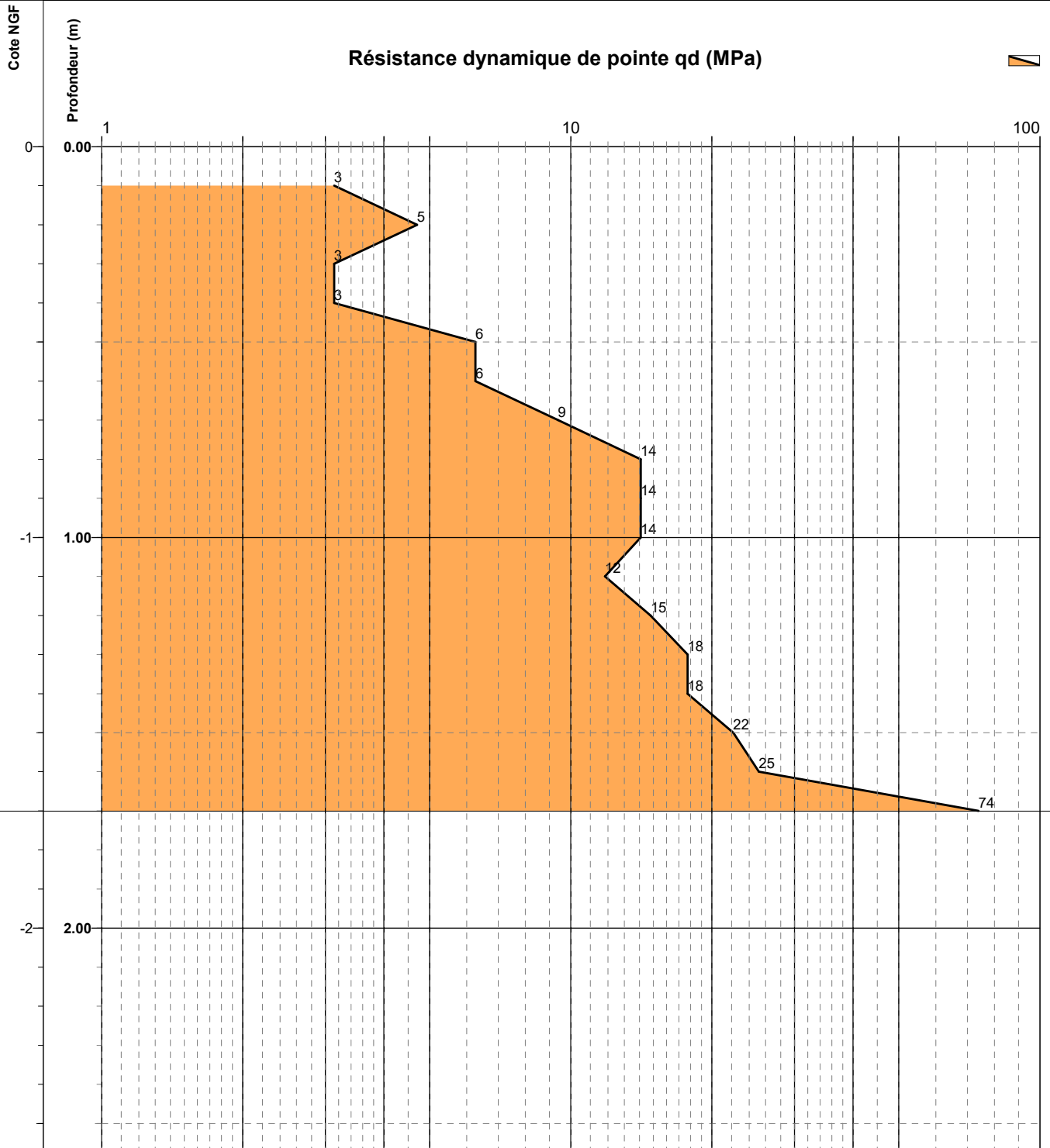
Inclinaison :

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque : Refus à 1.70 m.



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDA

| | | | |
|--|----------------------|--------------------|----------|
| Aire de la section droite de la pointe | 0.002 m ² | Masse d'une tige | 5.55 kg |
| Hauteur de chute du mouton | 0.75 m | Masse de la pointe | 0.687 kg |
| Masse enclume | 25 kg | Masse mouton | 63.5 kg |

Date : 19/05/2023

Machine : GEOTOOL

Cote X :

Profondeur : 0.00 m 1.10 m

Cote Y :

Echelle : 1 / 15

Cote Z :

Page : 1 / 1

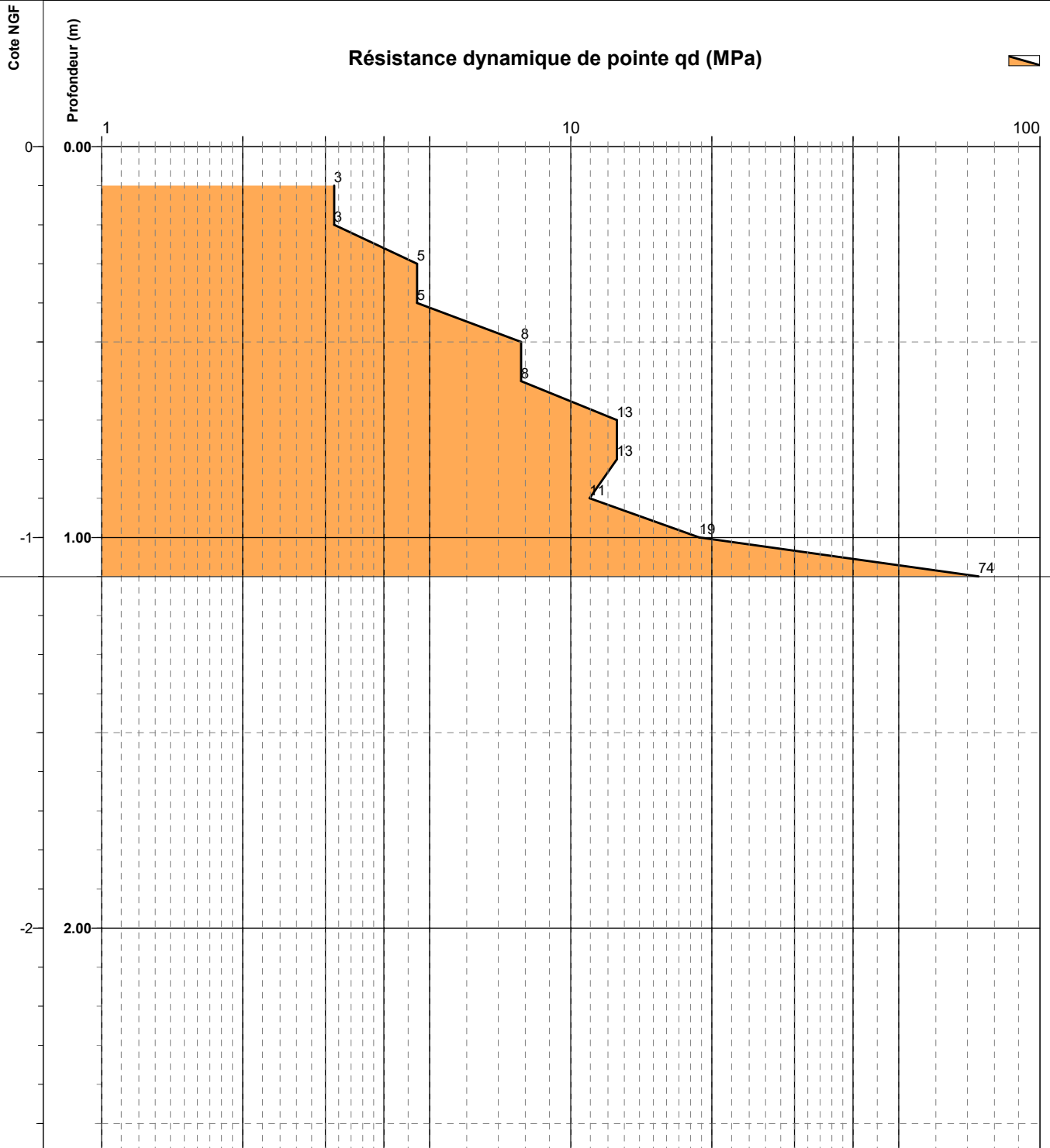
Inclinaison :

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque : Refus à 1.10 m.



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDA

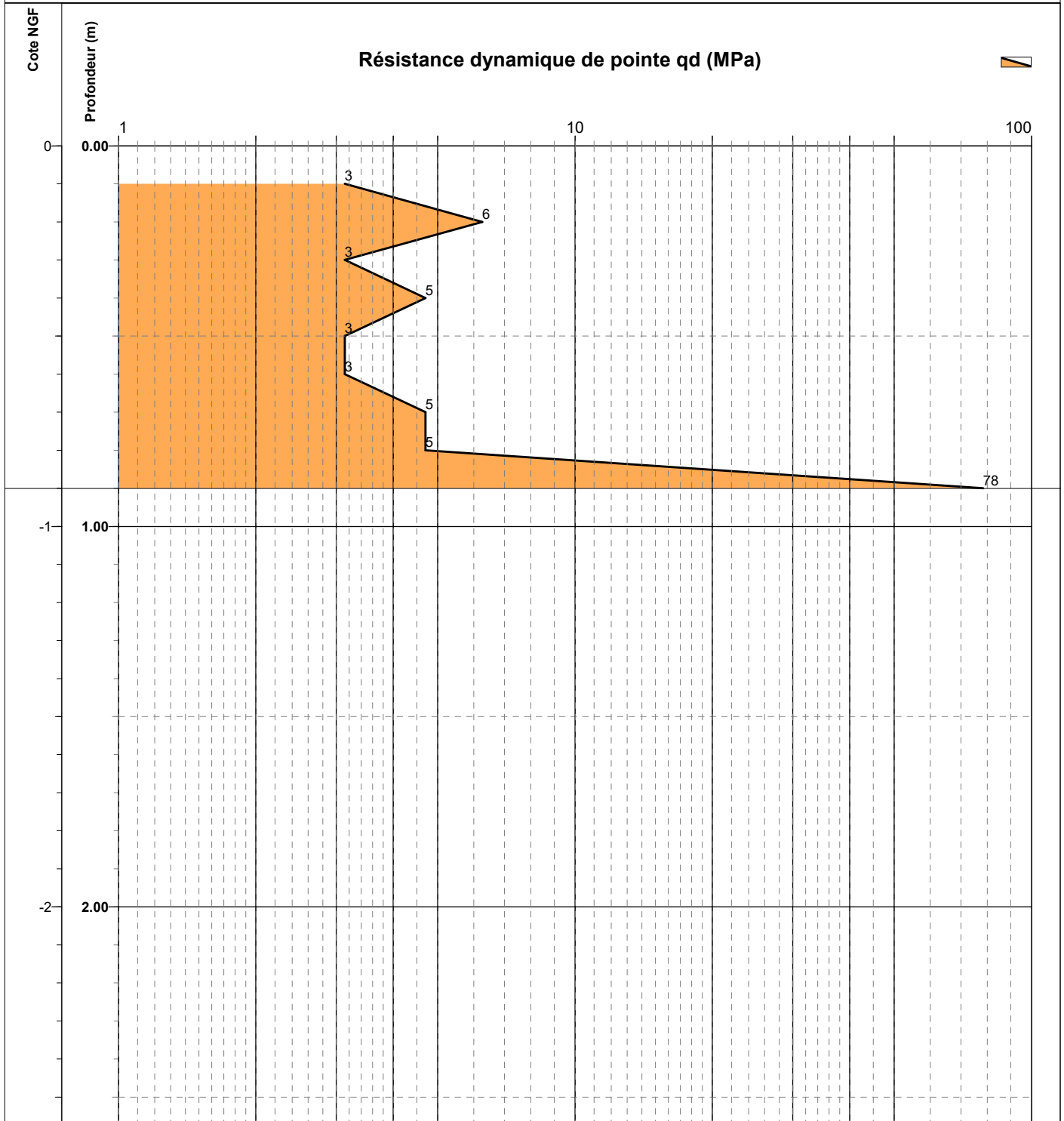
| | | | |
|--|----------------------|--------------------|----------|
| Aire de la section droite de la pointe | 0.002 m ² | Masse d'une tige | 5.55 kg |
| Hauteur de chute du mouton | 0.75 m | Masse de la pointe | 0.687 kg |
| Masse enclume | 25 kg | Masse mouton | 63.5 kg |

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque : Refus à 0.9 m.



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDA

| | | | |
|--|----------------------|--------------------|----------|
| Aire de la section droite de la pointe | 0.002 m ² | Masse d'une tige | 5.55 kg |
| Hauteur de chute du mouton | 0.75 m | Masse de la pointe | 0.687 kg |
| Masse enclume | 25 kg | Masse mouton | 63.5 kg |

Date : 28/04/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : GEOTOOL

Profondeur : 0.00 m 2.50 m

Echelle : 1 / 15

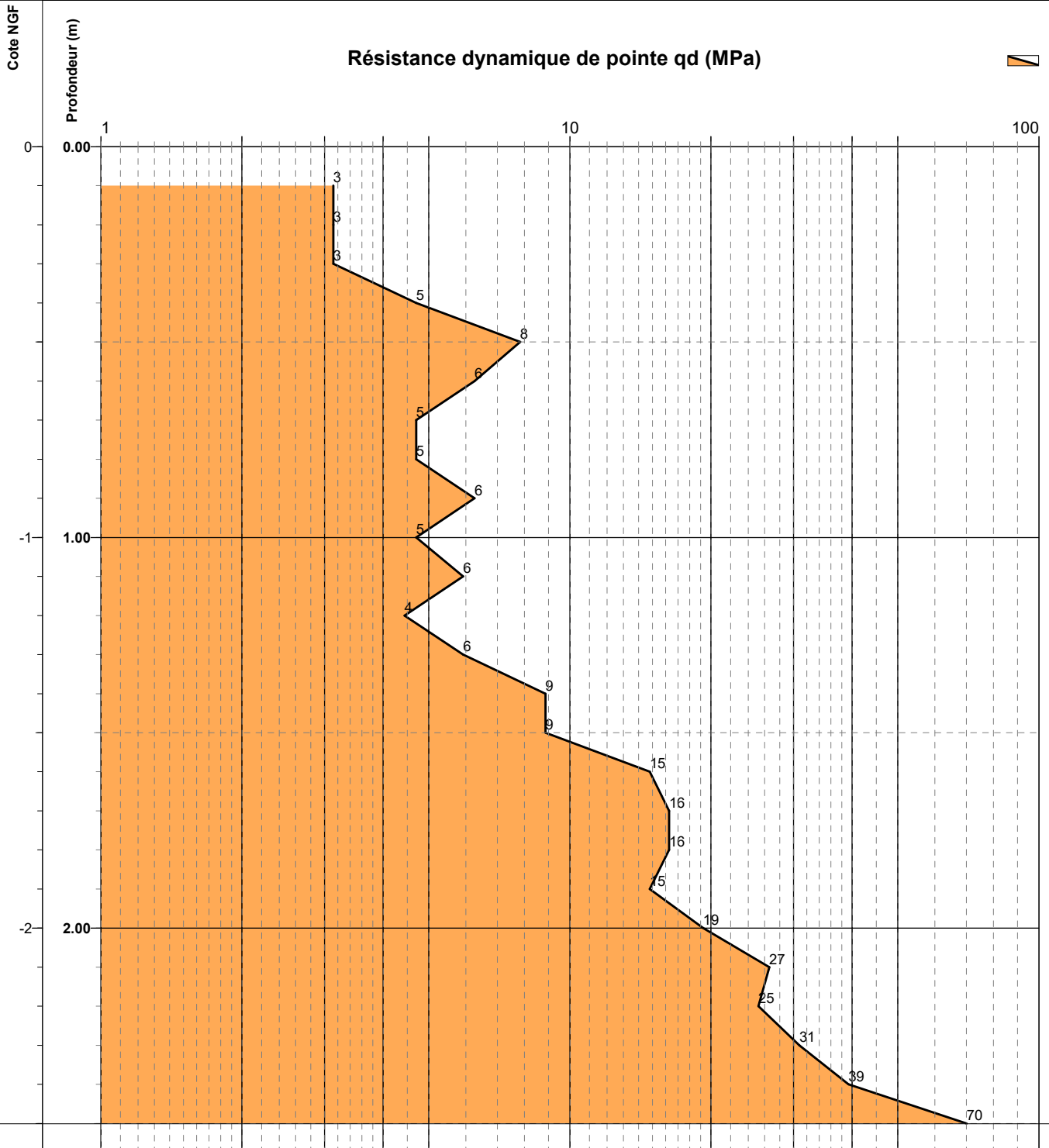
Page : 1 / 1

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque : Refus à 2.50 m.



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDA

| | | | |
|--|----------------------|--------------------|----------|
| Aire de la section droite de la pointe | 0.002 m ² | Masse d'une tige | 5.55 kg |
| Hauteur de chute du mouton | 0.75 m | Masse de la pointe | 0.687 kg |
| Masse enclume | 25 kg | Masse mouton | 63.5 kg |

Date : 17/05/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : GEOTOOL

Profondeur : 0.00 m 2.00 m

Echelle : 1 / 15

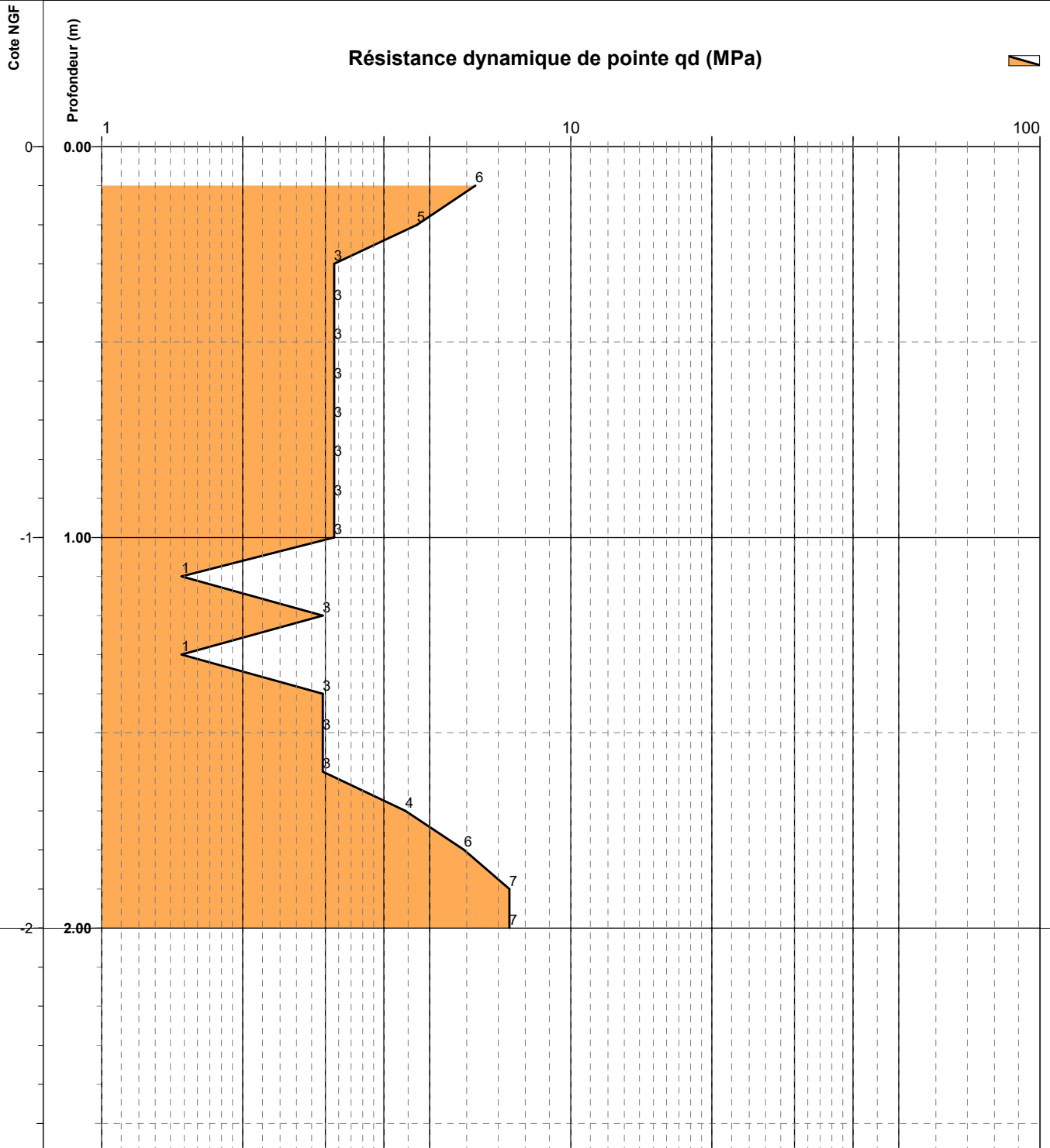
Page : 1 / 1

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque :



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDA

| | | | |
|--|----------------------|--------------------|----------|
| Aire de la section droite de la pointe | 0.002 m ² | Masse d'une tige | 5.55 kg |
| Hauteur de chute du mouton | 0.75 m | Masse de la pointe | 0.687 kg |
| Masse enclume | 25 kg | Masse mouton | 63.5 kg |

Date : 17/05/2023

Machine : GEOTOOL

Cote X :

Profondeur : 0.00 m 2.00 m

Cote Y :

Echelle : 1 / 15

Cote Z :

Page : 1 / 1

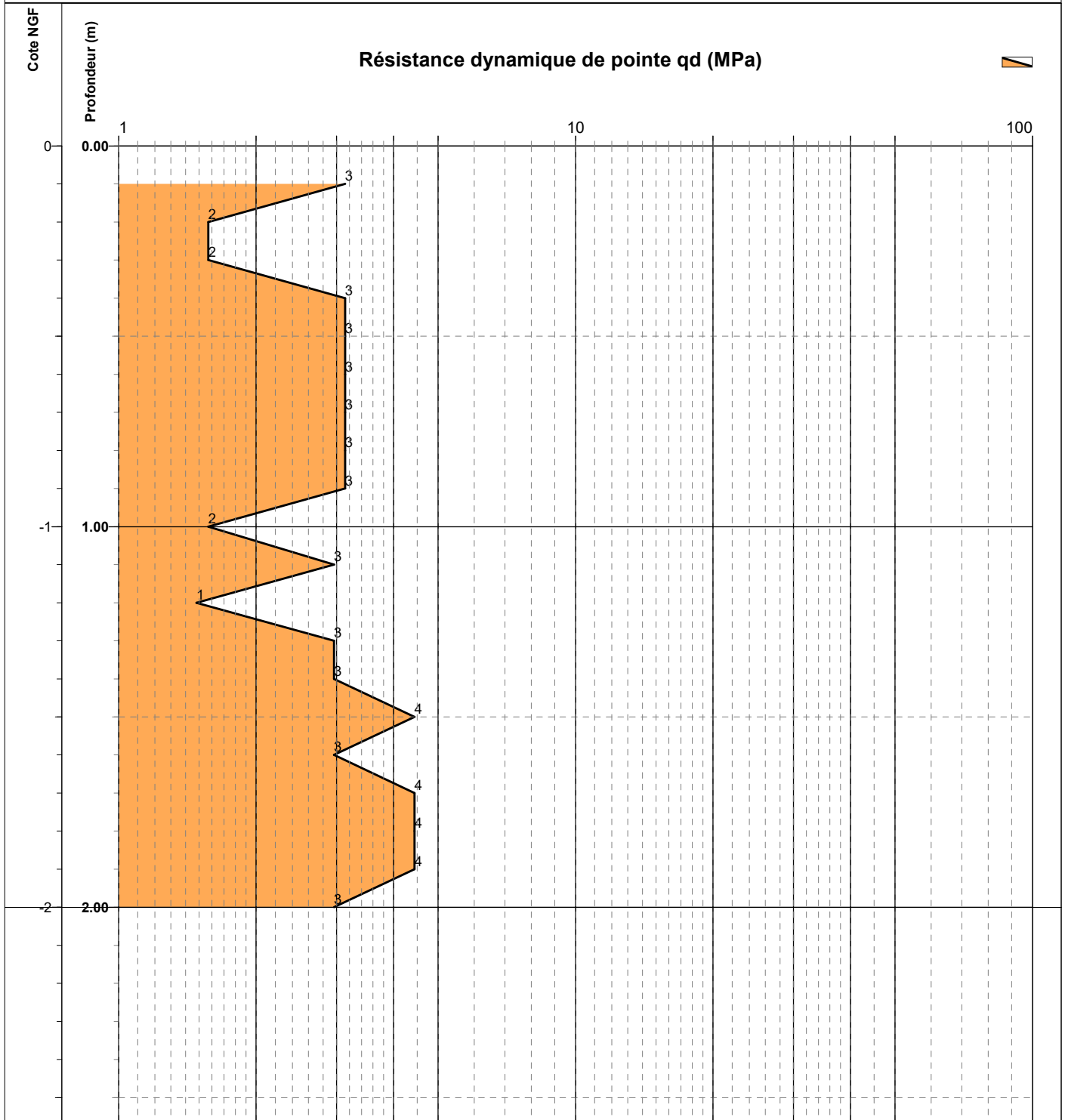
Inclinaison :

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque :



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDA

| | | | |
|--|----------------------|--------------------|----------|
| Aire de la section droite de la pointe | 0.002 m ² | Masse d'une tige | 5.55 kg |
| Hauteur de chute du mouton | 0.75 m | Masse de la pointe | 0.687 kg |
| Masse enclume | 25 kg | Masse mouton | 63.5 kg |

Date : 19/05/2023

Machine : GEOTOOL

Cote X :

Profondeur : 0.00 m 0.80 m

Cote Y :

Echelle : 1 / 15

Cote Z :

Page : 1 / 1

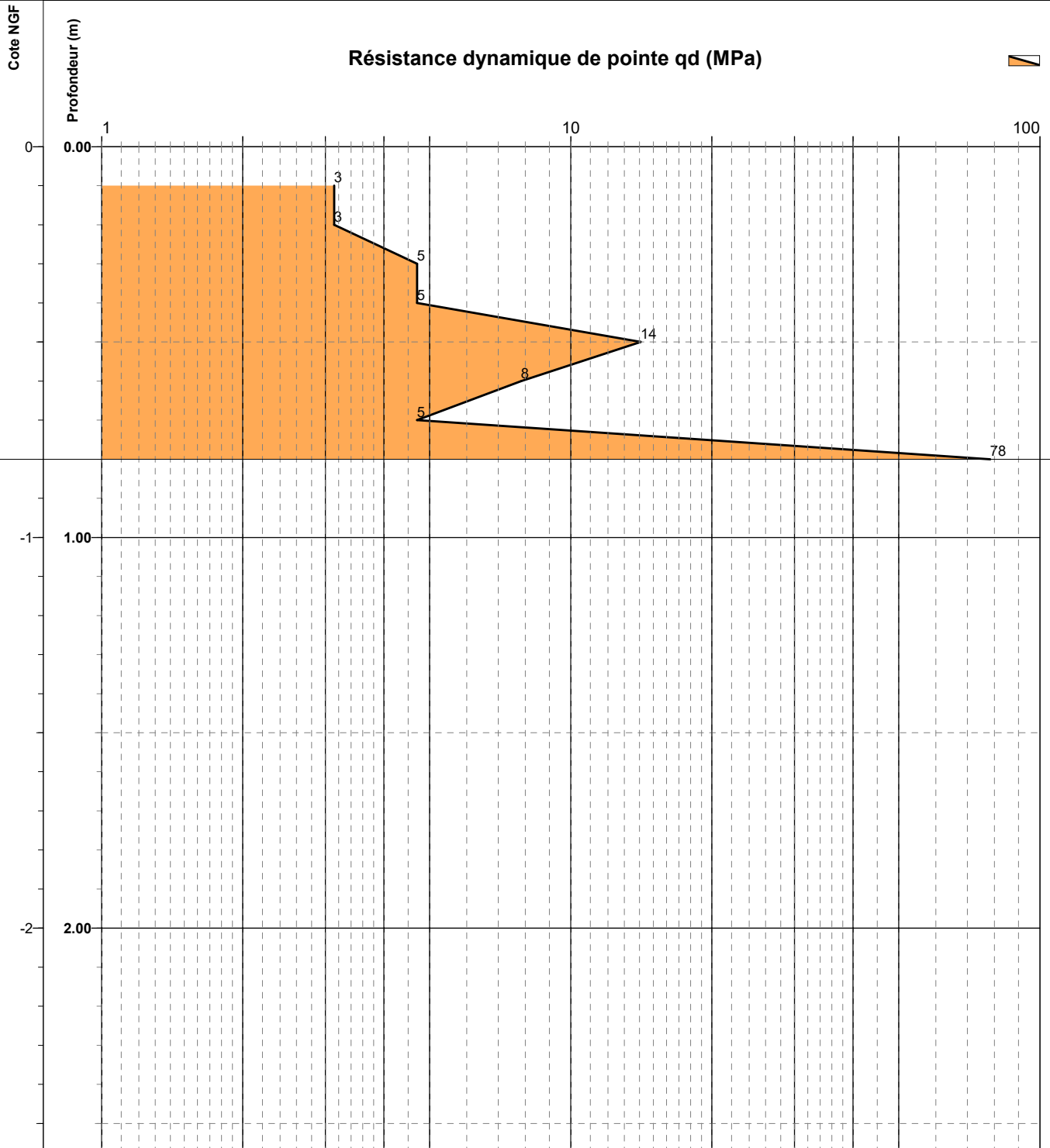
Inclinaison :

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque : Refus à 0.8 m.



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDA

| | | | |
|--|----------------------|--------------------|----------|
| Aire de la section droite de la pointe | 0.002 m ² | Masse d'une tige | 5.55 kg |
| Hauteur de chute du mouton | 0.75 m | Masse de la pointe | 0.687 kg |
| Masse enclume | 25 kg | Masse mouton | 63.5 kg |

Date : 19/05/2023

Machine : GEOTOOL

Cote X :

Profondeur : 0.00 m 2.00 m

Cote Y :

Echelle : 1 / 15

Cote Z :

Page : 1 / 1

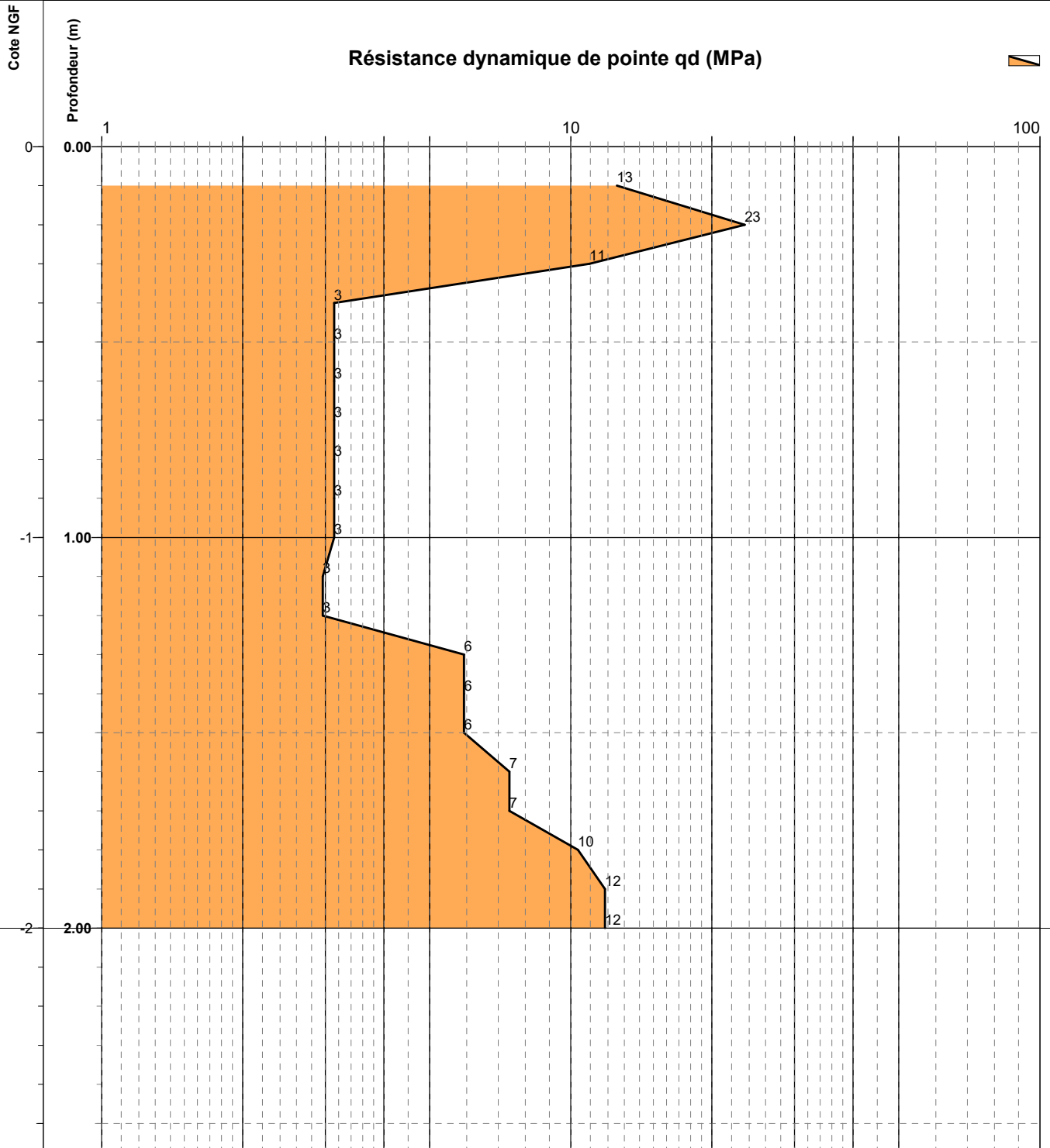
Inclinaison :

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque :



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDA

| | | | |
|--|----------------------|--------------------|----------|
| Aire de la section droite de la pointe | 0.002 m ² | Masse d'une tige | 5.55 kg |
| Hauteur de chute du mouton | 0.75 m | Masse de la pointe | 0.687 kg |
| Masse enclume | 25 kg | Masse mouton | 63.5 kg |

Date : 28/04/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : GEOTOOL

Profondeur : 0.00 m 2.20 m

Echelle : 1 / 15

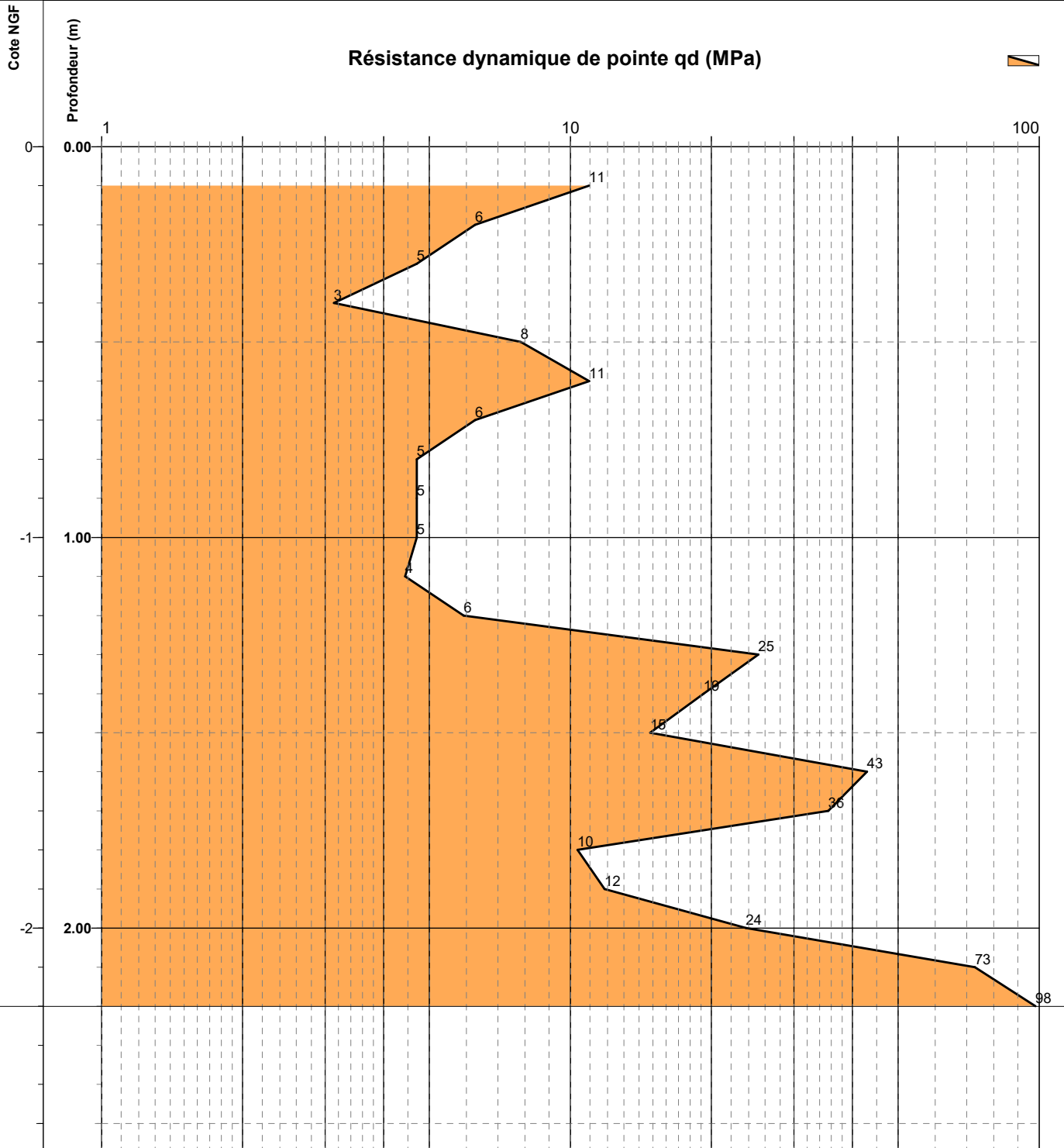
Page : 1 / 1

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque : Refus à 2.20 m.



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDA

| | | | |
|--|----------------------|--------------------|----------|
| Aire de la section droite de la pointe | 0.002 m ² | Masse d'une tige | 5.55 kg |
| Hauteur de chute du mouton | 0.75 m | Masse de la pointe | 0.687 kg |
| Masse enclume | 25 kg | Masse mouton | 63.5 kg |

Date : 28/04/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : GEOTOOL

Profondeur : 0.00 m 4.30 m

Echelle : 1 / 15

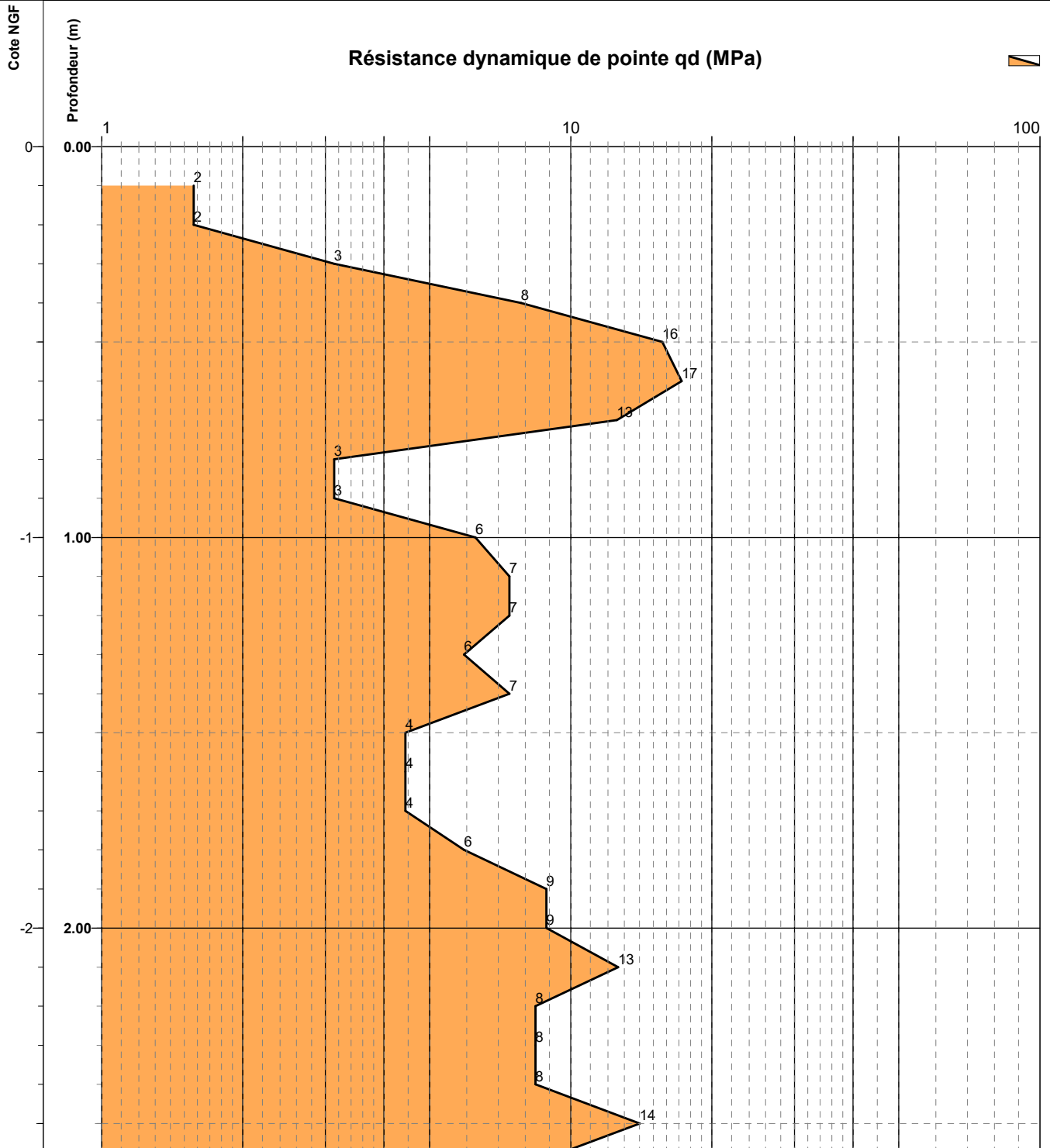
Page : 1 / 2

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque : Refus à 4.30 m.



Caractéristiques du pénétrömètre dynamique PDA

| | | | |
|--|----------------------|--------------------|----------|
| Aire de la section droite de la pointe | 0.002 m ² | Masse d'une tige | 5.55 kg |
| Hauteur de chute du mouton | 0.75 m | Masse de la pointe | 0.687 kg |
| Masse enclume | 25 kg | Masse mouton | 63.5 kg |

Date : 28/04/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : GEOTOOL

Profondeur : 0.00 m 4.30 m

Echelle : 1 / 15

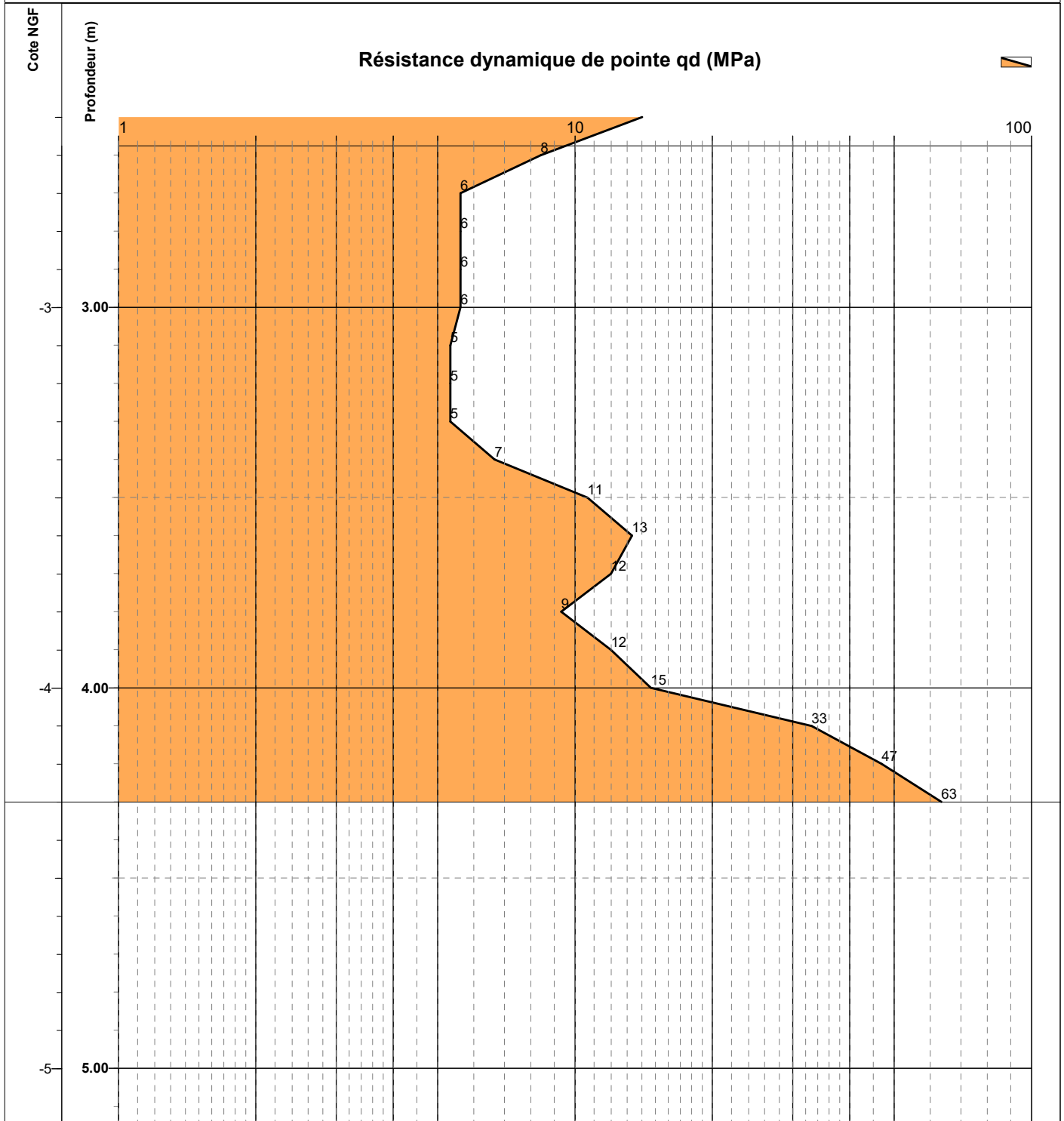
Page : 2 / 2

SITE : LA VERRIERE (78)

ETUDE : Quartier du Bois de l'Etang

CLIENT : SQY

Remarque : Refus à 4.30 m.



Caractéristiques du pénétromètre dynamique PDA

| | | | |
|--|----------------------|--------------------|----------|
| Aire de la section droite de la pointe | 0.002 m ² | Masse d'une tige | 5.55 kg |
| Hauteur de chute du mouton | 0.75 m | Masse de la pointe | 0.687 kg |
| Masse enclume | 25 kg | Masse mouton | 63.5 kg |

ANNEXE 3
RESULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE

| | | | |
|----------------|----------------|---------------------|----------|
| AFFAIRE | IAs 2022-11-78 | Opérateur | I DIALLO |
| SITE | LA VERRIERE | Vérificateur | I AYOUIL |
| Date | 05/07/2023 | | |

| | | | | | | |
|--------------------|--|--|---|---------------------------|-------------------------------|------------------------|
| Sondage | TH1 | TH2 | TH3 | TH4 | TH5 | TH6 |
| Profondeur | 0,0-1,0 | 0,0-1,0 | 0,0-1,0 | 0,0-1,0 | 0,0-1,0 | 0,0-1,0 |
| Description | Remblai sablo-limoneux gris-marron à graves et cailloux siliceux | Argile marron-beige à passage grisâtre et cailloutis | Remblai argileux à mélèze marron à passage sableux et cailloutis + débris de brique | Limon marron à cailloutis | Argile beige à brun plastique | Argile sableuse marron |

ESSAIS D'IDENTIFICATION ET DE CLASSIFICATION DES SOLS

| | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|
| Teneur en eau naturelle (0/D) | W _{nat} | (%) | 14,8 | 34,3 | 16,2 | 18,2 | 23,6 | 28,0 |
| Masse volumique humide | ρ _h | (g/cm ³) | | | | | | |
| Masse volumique sèche | ρ _d | (g/cm ³) | | | | | | |
| Indice des vides | e | | | | | | | |
| Degré de saturation | S _r | (%) | | | | | | |

Granulométrie par tamisage - Sédimentométrie

| | | | | | | | | |
|-------------------------|------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Diamètre maximal | D _{max} | (mm) | 20,0 | 15,0 | 18,0 | 17,0 | 19,0 | 16,0 |
| Passant à 50 mm | < 50 mm | (%) | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Passant à 2 mm | < 2 mm | (%) | 78,6 | 96,0 | 80,2 | 83,6 | 89,6 | 93,9 |
| Passant à 80 μm | < 80 μm | (%) | 50,7 | 79,3 | 57,6 | 62,3 | 76,6 | 62,9 |
| Passant à 2 μm | < 2 μm | (%) | | | | | | |

Valeur au Bleu de Méthylène

| | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------|----------|------|--|------|------|--|--|
| Valeur au Bleu de Méthylène | V.B.S | (g/100g) | 0,85 | | 2,63 | 1,40 | | |
|------------------------------------|-------|----------|------|--|------|------|--|--|

Limites d'Atterberg

| | | | | | | | | |
|------------------------------|----------------|-----|--|-------|--|--|------|------|
| Limite de liquidité | W _L | (%) | | 100,3 | | | 39,1 | 39,7 |
| Limite de plasticité | W _P | (%) | | 40,3 | | | 19,9 | 20,4 |
| Indice de plasticité | I _P | | | 60,1 | | | 19,2 | 19,3 |
| Indice de consistance | I _C | | | 1,05 | | | 0,60 | 0,43 |

Equivalent de sable

| | | | | | | | | |
|----------------------------|--------|-----|--|--|--|--|--|--|
| Equivalent de sable | SE(10) | (%) | | | | | | |
|----------------------------|--------|-----|--|--|--|--|--|--|

CLASSIFICATION (G.T.R 92 et NF P 11-300)

A1 A4 A2 A1 A2 th A2 th

ANALYSES CHIMIQUES

| | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------|-----|--|--|--|--|--|--|
| Teneur en matières organiques | MO | (%) | | | | | | |
| Teneur en carbonates | CaCO ₃ | (%) | | | | | | |

ESSAIS DE COMPACTAGE ET DE PORTANCE

| | | | | | | | | |
|--|------------------------------------|----------------------|--|--|--|--|--|--|
| Teneur en eau à l'OPN | W _{opn} | (%) | | | | | | |
| Densité sèche à l'OPN | ρ _d (W _{opn}) | (g/cm ³) | | | | | | |
| Indice Portant Immédiat à l'OPN | IPI (W _{opn}) | | | | | | | |
| Indice Portant Immédiat à W_{nat} | IPI (W _{nat}) | | | | | | | |
| Indice CBR Immédiat à W_{nat} | ICBR (W _{nat}) | | | | | | | |

ESSAIS DE PERMEABILITE

| | | | | | | | | |
|------------------------------------|---|-------|--|--|--|--|--|--|
| Coefficient de perméabilité | k | (m/s) | | | | | | |
|------------------------------------|---|-------|--|--|--|--|--|--|

ESSAIS TRIAXIAUX

| | | | | | | | | |
|---------|----------------------------|----------------------------|-------|-------|--|--|--|--|
| Type UU | Cohésion | C _{uu} | (kPa) | | | | | |
| | Angle de frottement | Φ _{uu} | (°) | | | | | |
| | Type CU+ | Cohésion | C' | (kPa) | | | | |
| | | Angle de frottement | Φ' | (°) | | | | |

CISAILLEMENT RECTILIGNE DIRECT A LA BOITE

| | | | | | | | | |
|---------|----------------------------|----------------------------|-------|-------|--|--|--|--|
| Type UU | Cohésion | C _{uu} | (kPa) | | | | | |
| | Angle de frottement | Φ _{uu} | (°) | | | | | |
| | Type CD | Cohésion | C' | (kPa) | | | | |
| | | Angle de frottement | Φ' | (°) | | | | |

COMPRESSIBILITE A L'OEDOMETRE

| | | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------|-------|--|--|--|--|--|--|
| Contrainte de préconsolidation | σ _p | (kPa) | | | | | | |
| Indice de compression | C _c | | | | | | | |
| Indice de gonflement | C _s | | | | | | | |

GONFLEMENT A L'OEDOMETRE

| | | | | | | | | |
|-------------------------------|----------------|-------|--|--|--|--|--|--|
| Pression de gonflement | σ _g | (kPa) | | | | | | |
| Rapport de gonflement | R _g | | | | | | | |

RETRAIT LINEAIRE

| | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----------------|-----|--|--|--|--|--|--|
| Limite de retrait effectif | W _{Re} | (%) | | | | | | |
| Facteur de retrait effectif | R _l | | | | | | | |

ESSAIS SUR LES ROCHES ET GRANULATS

| | | | | | | | | |
|---|-----------------|-----|--|--|--|--|--|--|
| Essai Los Angeles | LA | | | | | | | |
| Essai Micro-Deval | MDE | | | | | | | |
| Coefficient de dégradabilité | DG | | | | | | | |
| Coefficient de fragmentabilité | FR | | | | | | | |
| Résist. à la compression uniaxiale | σ _c | MPa | | | | | | |
| Module de Young | E | MPa | | | | | | |
| Coefficient de Poisson | ν | | | | | | | |
| Résistance à la traction indirecte | σ _{tb} | MPa | | | | | | |

| | | | |
|----------------|----------------|---------------------|----------|
| AFFAIRE | IAs 2022-11-78 | Opérateur | I DIALLO |
| SITE | LA VERRIERE | Vérificateur | I AYOUIL |
| Date | 05/07/2023 | | |

| | | | | | | |
|--------------------|---|------------------|--|---|--|--|
| Sondage | TH7 | TH8 | TH9 | TH10 | | |
| Profondeur | 0,0-1,0 | 0,0-1,0 | 0,0-1,0 | 0,0-1,0 | | |
| Description | Argile légèrement sableuse marron à rare cailloutis | Argile limoneuse | Remblai limoneux sableux marron à cailloutis | Sable fin légèrement argileux beige - grisâtre à cailloutis | | |

ESSAIS D'IDENTIFICATION ET DE CLASSIFICATION DES SOLS

| | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------|----------------------|------|------|------|------|
| Teneur en eau naturelle (0/D) | W _{nat} | (%) | 18,1 | 21,6 | 14,0 | 15,4 |
| Masse volumique humide | ρ _h | (g/cm ³) | | | | |
| Masse volumique sèche | ρ _d | (g/cm ³) | | | | |
| Indice des vides | e | | | | | |
| Degré de saturation | S _r | (%) | | | | |

Granulométrie par tamisage - Sédimentométrie

| | | | | | | |
|-------------------------|------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| Diamètre maximal | D _{max} | (mm) | 18,0 | 17,0 | 20,0 | 20,0 |
| Passant à 50 mm | < 50 mm | (%) | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Passant à 2 mm | < 2 mm | (%) | 88,1 | 94,3 | 70,7 | 81,5 |
| Passant à 80 μm | < 80 μm | (%) | 66,2 | 75,3 | 50,5 | 35,9 |
| Passant à 2 μm | < 2 μm | (%) | | | | |

Valeur au Bleu de Méthylène

| | | | | | | |
|------------------------------------|-------|----------|--|--|------|------|
| Valeur au Bleu de Méthylène | V.B.S | (g/100g) | | | 0,82 | 0,60 |
|------------------------------------|-------|----------|--|--|------|------|

Limites d'Atterberg

| | | | | | | |
|------------------------------|----------------|-----|------|------|--|--|
| Limite de liquidité | W _L | (%) | 43,6 | 53,0 | | |
| Limite de plasticité | W _P | (%) | 18,9 | 21,5 | | |
| Indice de plasticité | I _p | | 24,8 | 31,6 | | |
| Indice de consistance | I _c | | 0,86 | 0,87 | | |

Equivalent de sable

| | | | | | | |
|----------------------------|--------|-----|--|--|--|--|
| Equivalent de sable | SE(10) | (%) | | | | |
|----------------------------|--------|-----|--|--|--|--|

CLASSIFICATION (G.T.R 92 et NF P 11-300)

A2 th

A3 h

A1

A1

ANALYSES CHIMIQUES

| | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------|-----|--|--|--|--|
| Teneur en matières organiques | MO | (%) | | | | |
| Teneur en carbonates | CaCO ₃ | (%) | | | | |

ESSAIS DE COMPACTAGE ET DE PORTANCE

| | | | | | | |
|--|------------------------------------|----------------------|--|--|--|--|
| Teneur en eau à l'OPN | W _{opn} | (%) | | | | |
| Densité sèche à l'OPN | ρ _d (W _{opn}) | (g/cm ³) | | | | |
| Indice Portant Immédiat à l'OPN | IPI (W _{opn}) | | | | | |
| Indice Portant Immédiat à W_{nat} | IPI (W _{nat}) | | | | | |
| Indice CBR Immédiat à W_{nat} | ICBR (W _{nat}) | | | | | |

ESSAIS DE PERMEABILITE

| | | | | | | |
|------------------------------------|---|-------|--|--|--|--|
| Coefficient de perméabilité | k | (m/s) | | | | |
|------------------------------------|---|-------|--|--|--|--|

ESSAIS TRIAXIAUX

| | | | | | | |
|------------------|----------------------------|-----------------|-------|--|--|--|
| Type CU+ U | Cohésion | C _{uu} | (kPa) | | | |
| | Angle de frottement | Φ _{uu} | (°) | | | |
| | Cohésion | C' | (kPa) | | | |
| | Angle de frottement | Φ' | (°) | | | |

CISAILLEMENT RECTILIGNE DIRECT A LA BOITE

| | | | | | | |
|------------|----------------------------|-----------------|-------|--|--|--|
| Type CD | Cohésion | C _{uu} | (kPa) | | | |
| | Angle de frottement | Φ _{uu} | (°) | | | |
| | Cohésion | C' | (kPa) | | | |
| | Angle de frottement | Φ' | (°) | | | |

COMPRESSIBILITE A L'OEDOMETRE

| | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------|-------|--|--|--|--|
| Contrainte de préconsolidation | σ _p | (kPa) | | | | |
| Indice de compression | C _c | | | | | |
| Indice de gonflement | C _s | | | | | |

GONFLEMENT A L'OEDOMETRE

| | | | | | | |
|-------------------------------|----------------|-------|--|--|--|--|
| Pression de gonflement | σ _g | (kPa) | | | | |
| Rapport de gonflement | R _g | | | | | |

RETRAIT LINEAIRE

| | | | | | | |
|------------------------------------|-----------------|-----|--|--|--|--|
| Limite de retrait effectif | W _{Re} | (%) | | | | |
| Facteur de retrait effectif | R _l | | | | | |

ESSAIS SUR LES ROCHES ET GRANULATS

| | | | | | | |
|---|-----------------|-----|--|--|--|--|
| Essai Los Angeles | LA | | | | | |
| Essai Micro-Deval | MDE | | | | | |
| Coefficient de dégradabilité | DG | | | | | |
| Coefficient de fragmentabilité | FR | | | | | |
| Résist. à la compression uniaxiale | σ _c | MPa | | | | |
| Module de Young | E | MPa | | | | |
| Coefficient de Poisson | ν | | | | | |
| Résistance à la traction indirecte | σ _{tb} | MPa | | | | |

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

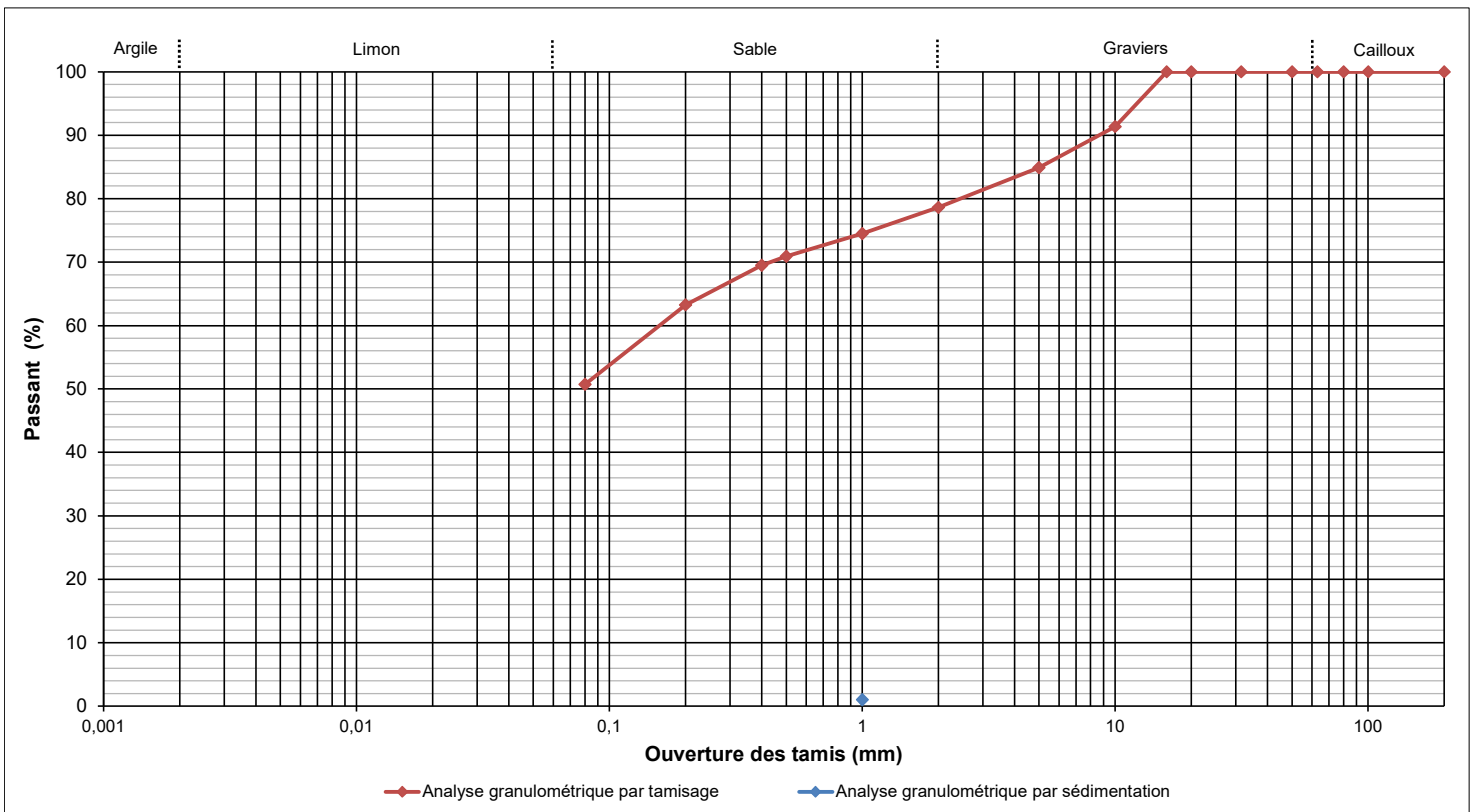
| | |
|------------------------|-----------------|
| AFFAIRE | IAs 2022-11-78 |
| SITE | SQY LA VERRIERE |
| Date | 23/06/2023 |
| Opérateur | ID |
| T°C de séchage | 105°C |
| Sédimentométrie | NON |

| | | |
|----------------------------------|--------------|-------|
| W% sur 0/D (NF P 94-050) | 14,8 | |
| W% sur 0/20 (NF P 94-050) | - | |
| Dmax (mm) | 20,0 | |
| Passants (en %) | 50 mm | 100,0 |
| | 2 mm | 78,6 |
| | 80 µm | 50,7 |
| | 2 µm | - |
| VBS (NF P 94-068) | 0,85 | |

| | |
|--------------------|---|
| Sondage | TH1 |
| Profondeur | 0,00 - 1,00 m |
| Description | Remblai sablo-limoneux gris-marron à graves et cailloux silex |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ø tamis (mm) | 200 | 100 | 80 | 63 | 50 | 31,5 | 20 | 16 | 10 | 5 | 2 | 1 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,08 |
| Passant (%) | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 91,4 | 84,9 | 78,6 | 74,5 | 70,9 | 69,5 | 63,3 | 50,7 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ø tamis (µm) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Passant (%) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |



| | | | | | | | | |
|--|-----------------------|---|-----------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---|
| Densimètre | H ₀ (cm) = | - | H ₁ (cm) = | - | h ₁ (cm) = | - | V _d (cm ³) = | - |
| Facteurs correcteurs | Cm = | - | Cd = | - | Eprouvette : A (cm ²) = | - | | |
| Masse volumique des grains (g/cm³) | #REF! | | | | | | | |

| Temps de lecture (min) | R | T°C | Ct | D (%) | D (µm) |
|------------------------|---|-----|----|-------|--------|
| 0,5 | - | - | - | - | - |
| 1 | - | - | - | - | - |
| 2 | - | - | - | - | - |
| 5 | - | - | - | - | - |
| 10 | - | - | - | - | - |
| 20 | - | - | - | - | - |
| 40 | - | - | - | - | - |
| 80 | - | - | - | - | - |
| 240 | - | - | - | - | - |
| 1440 | - | - | - | - | - |

| | |
|---------------------|--|
| Observations | |
|---------------------|--|

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

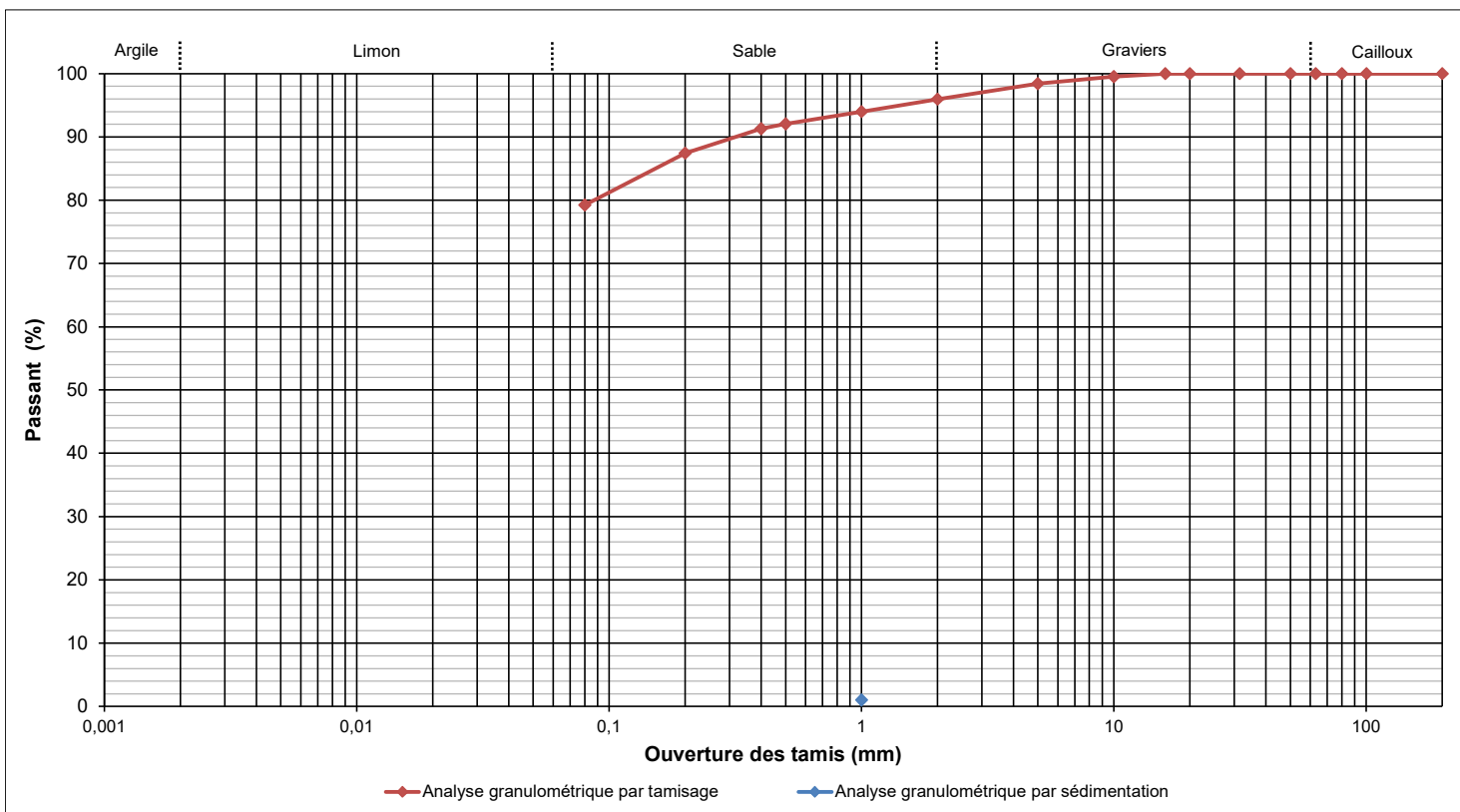
| | |
|------------------------|-----------------|
| AFFAIRE | IAs 2022-11-78 |
| SITE | SQY LA VERRIERE |
| Date | 23/06/2023 |
| Opérateur | ID |
| T°C de séchage | 105°C |
| Sédimentométrie | NON |

| | | |
|----------------------------------|--------------|-------|
| W% sur 0/D (NF P 94-050) | 34,3 | |
| W% sur 0/20 (NF P 94-050) | - | |
| Dmax (mm) | 15,0 | |
| Passants (en %) | 50 mm | 100,0 |
| | 2 mm | 96,0 |
| | 80 µm | 79,3 |
| | 2 µm | - |
| VBS (NF P 94-068) | - | |

| | |
|--------------------|--|
| Sondage | TH2 |
| Profondeur | 0,00 - 1,00 m |
| Description | Argile marron-beige à passage grisâtre et cailloutis |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ø tamis (mm) | 200 | 100 | 80 | 63 | 50 | 31,5 | 20 | 16 | 10 | 5 | 2 | 1 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,08 |
| Passant (%) | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 99,6 | 98,4 | 96,0 | 94,0 | 92,1 | 91,3 | 87,5 | 79,3 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ø tamis (µm) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Passant (%) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |



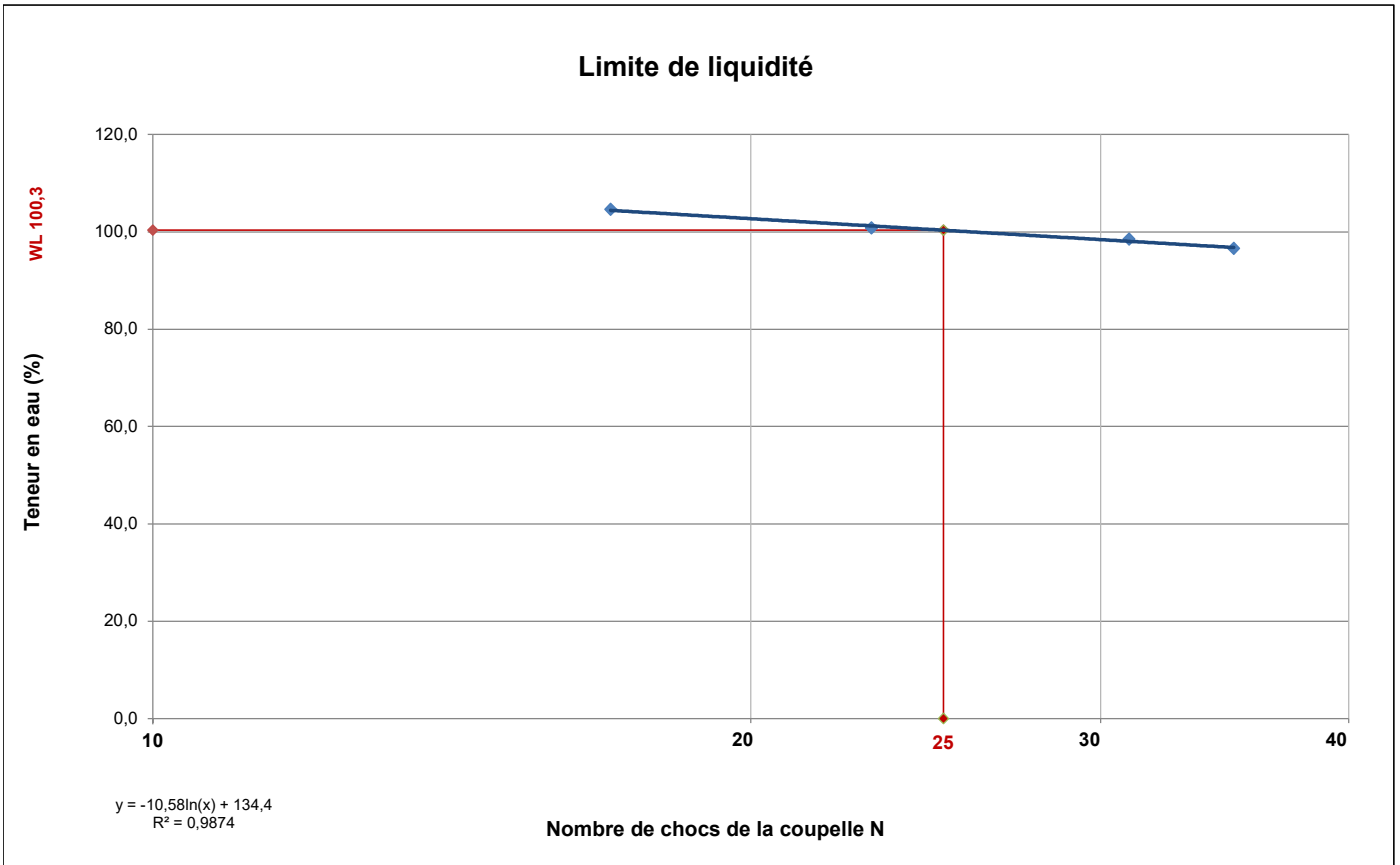
| | | | | | | | | |
|--|-----------------------|---|-----------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---|
| Densimètre | H ₀ (cm) = | - | H ₁ (cm) = | - | h ₁ (cm) = | - | V _d (cm ³) = | - |
| Facteurs correcteurs | C _m = | - | C _d = | - | Eprouvette : A (cm ²) = | - | | |
| Masse volumique des grains (g/cm³) | #REF! | | | | | | | |

| Temps de lecture (min) | R | T°C | Ct | D (%) | D (µm) |
|------------------------|---|-----|----|-------|--------|
| 0,5 | - | - | - | - | - |
| 1 | - | - | - | - | - |
| 2 | - | - | - | - | - |
| 5 | - | - | - | - | - |
| 10 | - | - | - | - | - |
| 20 | - | - | - | - | - |
| 40 | - | - | - | - | - |
| 80 | - | - | - | - | - |
| 240 | - | - | - | - | - |
| 1440 | - | - | - | - | - |

| | |
|---------------------|--|
| Observations | |
|---------------------|--|

| | |
|-----------------------|---|
| AFFAIRE | 2022-11-78 |
| SITE | LA VERRIERE |
| Date | 23/06/2023 |
| Opérateur | ID |
| T°C de séchage | 105°C |
| Sondage | TH2 |
| Profondeur | 0,00 - 1,00 m |
| Description | Argile marron -beige à passage grisâtre et cailloutis |

| Mesures N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------------|------|------|-------|-------|
| Nombre de coups N | 35 | 31 | 23 | 17 |
| Teneur en eau (%) | 96,6 | 98,5 | 100,8 | 104,6 |



| | | | | |
|-----------------------------|---------------|------|--------------------|------|
| Limite de plasticité | W1 (%) | 40,3 | Moyenne (%) | 40,3 |
| | W2 (%) | 40,3 | | |

| | | |
|--|--------------------------|-------|
| Teneur en eau sur 0/D (NF P 94-050) | W (%) | 34,3 |
| Teneur en eau sur 0/400µm (NF P 94-050) | W (%) | 37,6 |
| Limite de liquidité | W_L (%) | 100,3 |
| Limite de plasticité | W_P (%) | 40,3 |
| Indice de plasticité | I_P | 60,1 |
| Indice de consistance | I_C | 1,05 |

| | |
|---------------------|--|
| Observations | |
|---------------------|--|

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

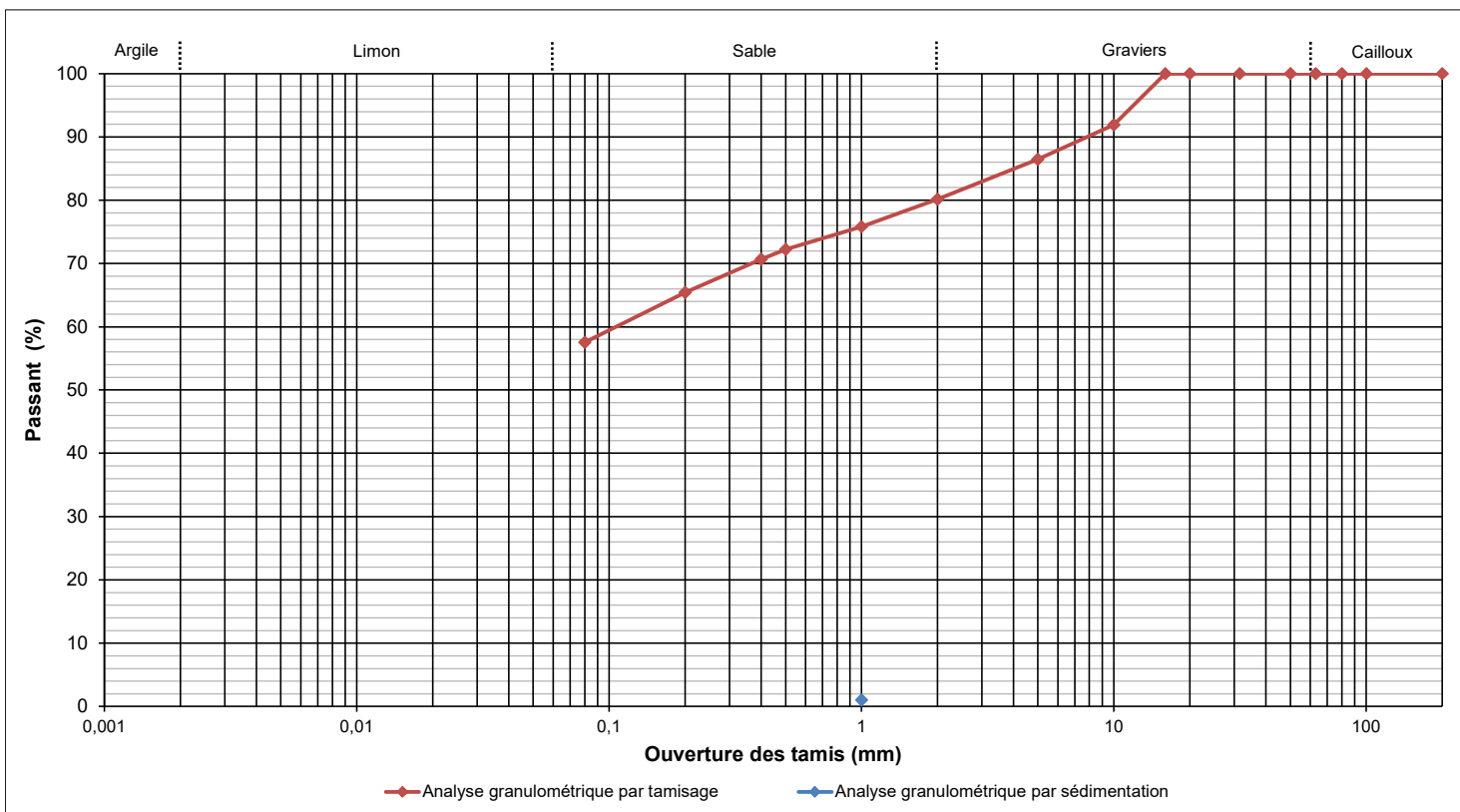
| | |
|------------------------|-----------------|
| AFFAIRE | IAs 2022-11-78 |
| SITE | SQY LA VERRIERE |
| Date | 23/06/2023 |
| Opérateur | ID |
| T°C de séchage | 105°C |
| Sédimentométrie | NON |

| | | |
|----------------------------------|--------------|-------|
| W% sur 0/D (NF P 94-050) | 16,2 | |
| W% sur 0/20 (NF P 94-050) | - | |
| Dmax (mm) | 18,0 | |
| Passants (en %) | 50 mm | 100,0 |
| | 2 mm | 80,2 |
| | 80 µm | 57,6 |
| | 2 µm | - |
| VBS (NF P 94-068) | 2,63 | |

| | |
|--------------------|--|
| Sondage | TH3 |
| Profondeur | 0,00 - 1,00 m |
| Description | Remblai argileux à mélière marron à passage sableux et cailloutis + débris de brique |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ø tamis (mm) | 200 | 100 | 80 | 63 | 50 | 31,5 | 20 | 16 | 10 | 5 | 2 | 1 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,08 |
| Passant (%) | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 91,9 | 86,4 | 80,2 | 75,8 | 72,2 | 70,6 | 65,4 | 57,6 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ø tamis (µm) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Passant (%) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |



| | | | | | | | | |
|--|-----------------------|---|-----------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---|
| Densimètre | H ₀ (cm) = | - | H ₁ (cm) = | - | h ₁ (cm) = | - | V _d (cm ³) = | - |
| Facteurs correcteurs | C _m = | - | C _d = | - | Eprouvette : A (cm ²) = | - | | |
| Masse volumique des grains (g/cm³) | #REF! | | | | | | | |

| Temps de lecture (min) | R | T°C | Ct | D (%) | D (µm) |
|------------------------|---|-----|----|-------|--------|
| 0,5 | - | - | - | - | - |
| 1 | - | - | - | - | - |
| 2 | - | - | - | - | - |
| 5 | - | - | - | - | - |
| 10 | - | - | - | - | - |
| 20 | - | - | - | - | - |
| 40 | - | - | - | - | - |
| 80 | - | - | - | - | - |
| 240 | - | - | - | - | - |
| 1440 | - | - | - | - | - |

| | |
|---------------------|--|
| Observations | |
|---------------------|--|

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

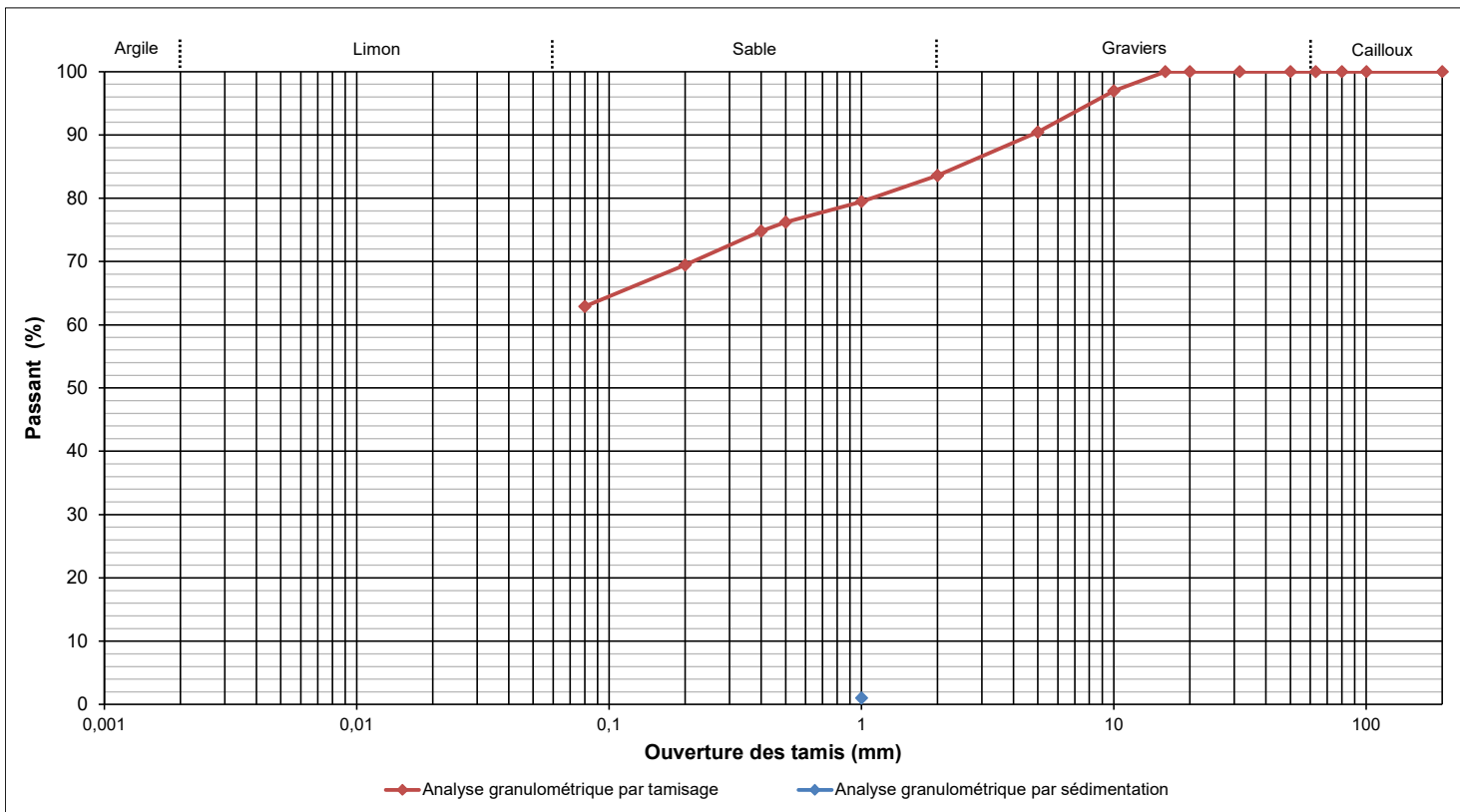
| | |
|------------------------|-----------------|
| AFFAIRE | IAs 2022-11-78 |
| SITE | SQY LA VERRIERE |
| Date | 23/06/2023 |
| Opérateur | ID |
| T°C de séchage | 105°C |
| Sédimentométrie | NON |

| | | |
|----------------------------------|--------------|-------|
| W% sur 0/D (NF P 94-050) | 18,2 | |
| W% sur 0/20 (NF P 94-050) | - | |
| Dmax (mm) | 17,0 | |
| Passants (en %) | 50 mm | 100,0 |
| | 2 mm | 83,6 |
| | 80 µm | 62,9 |
| | 2 µm | - |
| VBS (NF P 94-068) | 1,40 | |

| | |
|--------------------|---------------------------|
| Sondage | TH4 |
| Profondeur | 0,00 - 1,00 m |
| Description | Limon marron à cailloutis |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ø tamis (mm) | 200 | 100 | 80 | 63 | 50 | 31,5 | 20 | 16 | 10 | 5 | 2 | 1 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,08 |
| Passant (%) | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 96,9 | 90,5 | 83,6 | 79,5 | 76,2 | 74,8 | 69,4 | 62,9 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ø tamis (µm) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Passant (%) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |



| | | | | | | | | |
|--|-----------------------|---|-----------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---|
| Densimètre | H ₀ (cm) = | - | H ₁ (cm) = | - | h ₁ (cm) = | - | V _d (cm ³) = | - |
| Facteurs correcteurs | C _m = | - | C _d = | - | Eprouvette : A (cm ²) = | - | | |
| Masse volumique des grains (g/cm³) | #REF! | | | | | | | |

| Temps de lecture (min) | R | T°C | Ct | D (%) | D (µm) |
|------------------------|---|-----|----|-------|--------|
| 0,5 | - | - | - | - | - |
| 1 | - | - | - | - | - |
| 2 | - | - | - | - | - |
| 5 | - | - | - | - | - |
| 10 | - | - | - | - | - |
| 20 | - | - | - | - | - |
| 40 | - | - | - | - | - |
| 80 | - | - | - | - | - |
| 240 | - | - | - | - | - |
| 1440 | - | - | - | - | - |

| | |
|---------------------|--|
| Observations | |
|---------------------|--|

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

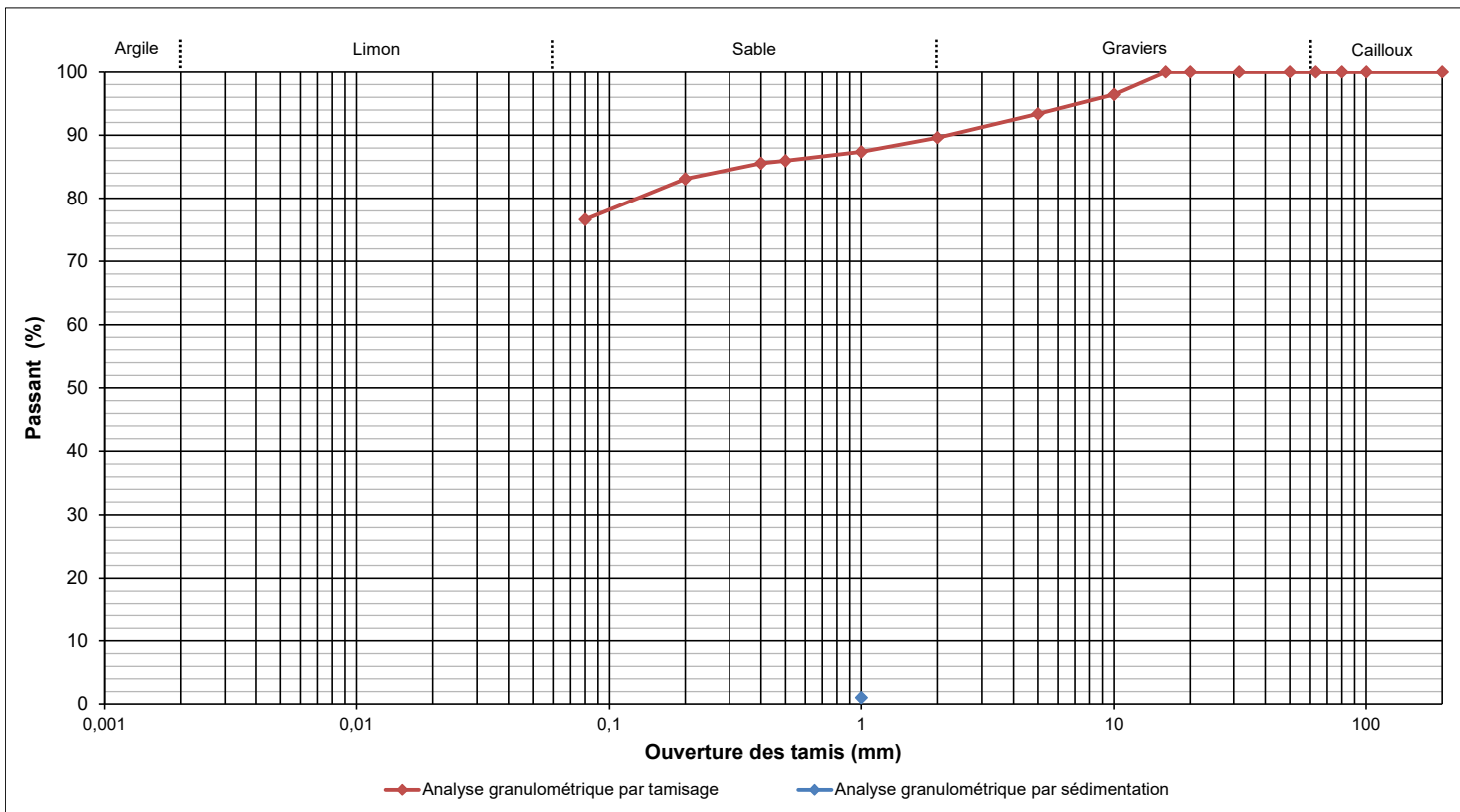
| | |
|------------------------|-----------------|
| AFFAIRE | IAs 2022-11-78 |
| SITE | SQY LA VERRIERE |
| Date | 23/06/2023 |
| Opérateur | ID |
| T°C de séchage | 105°C |
| Sédimentométrie | NON |

| | | |
|----------------------------------|--------------|-------|
| W% sur 0/D (NF P 94-050) | 23,6 | |
| W% sur 0/20 (NF P 94-050) | - | |
| Dmax (mm) | 19,0 | |
| Passants (en %) | 50 mm | 100,0 |
| | 2 mm | 89,6 |
| | 80 µm | 76,6 |
| | 2 µm | - |
| VBS (NF P 94-068) | - | |

| | |
|--------------------|-------------------------------|
| Sondage | TH5 |
| Profondeur | 0,00 - 1,00 m |
| Description | Argile beige à brun plastique |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ø tamis (mm) | 200 | 100 | 80 | 63 | 50 | 31,5 | 20 | 16 | 10 | 5 | 2 | 1 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,08 |
| Passant (%) | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 96,5 | 93,4 | 89,6 | 87,4 | 86,0 | 85,5 | 83,1 | 76,6 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ø tamis (µm) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Passant (%) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |



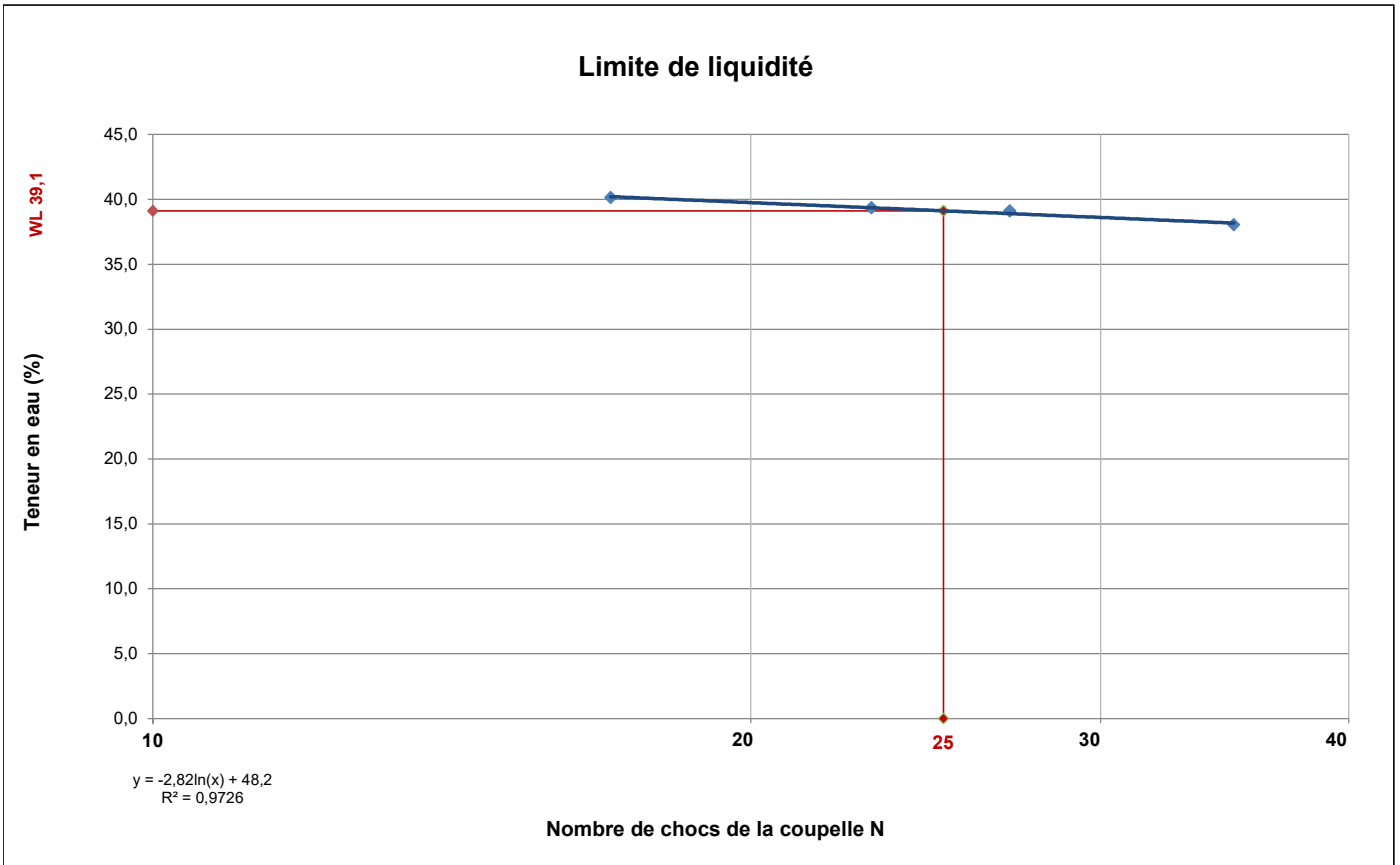
| | | | | | | | | |
|--|-----------------------|---|-----------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---|
| Densimètre | H ₀ (cm) = | - | H ₁ (cm) = | - | h ₁ (cm) = | - | V _d (cm ³) = | - |
| Facteurs correcteurs | C _m = | - | C _d = | - | Eprouvette : A (cm ²) = | - | | |
| Masse volumique des grains (g/cm³) | #REF! | | | | | | | |

| Temps de lecture (min) | R | T°C | Ct | D (%) | D (µm) |
|------------------------|---|-----|----|-------|--------|
| 0,5 | - | - | - | - | - |
| 1 | - | - | - | - | - |
| 2 | - | - | - | - | - |
| 5 | - | - | - | - | - |
| 10 | - | - | - | - | - |
| 20 | - | - | - | - | - |
| 40 | - | - | - | - | - |
| 80 | - | - | - | - | - |
| 240 | - | - | - | - | - |
| 1440 | - | - | - | - | - |

| | |
|---------------------|--|
| Observations | |
|---------------------|--|

| | |
|-----------------------|---|
| AFFAIRE | 2022-11-78 |
| SITE | LA VERRIERE |
| Date | 23/06/2023 |
| Opérateur | ID |
| T°C de séchage | 105°C |
| Sondage | TH5 |
| Profondeur | 0,00 - 1,00 m |
| Description | Argile marron -beige à passage grisatre et cailloutis |

| Mesures N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------------|------|------|------|------|
| Nombre de coups N | 35 | 27 | 23 | 17 |
| Teneur en eau (%) | 38,0 | 39,1 | 39,4 | 40,1 |



| | | | | |
|-----------------------------|---------------|------|--------------------|------|
| Limite de plasticité | W1 (%) | 19,9 | Moyenne (%) | 19,9 |
| | W2 (%) | 19,9 | | |

| | | |
|--|--------------------------|------|
| Teneur en eau sur 0/D (NF P 94-050) | W (%) | 23,6 |
| Teneur en eau sur 0/400µm (NF P 94-050) | W (%) | 27,6 |
| Limite de liquidité | W_L (%) | 39,1 |
| Limite de plasticité | W_P (%) | 19,9 |
| Indice de plasticité | I_P | 19,2 |
| Indice de consistance | I_C | 0,60 |

| | |
|---------------------|--|
| Observations | |
|---------------------|--|

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

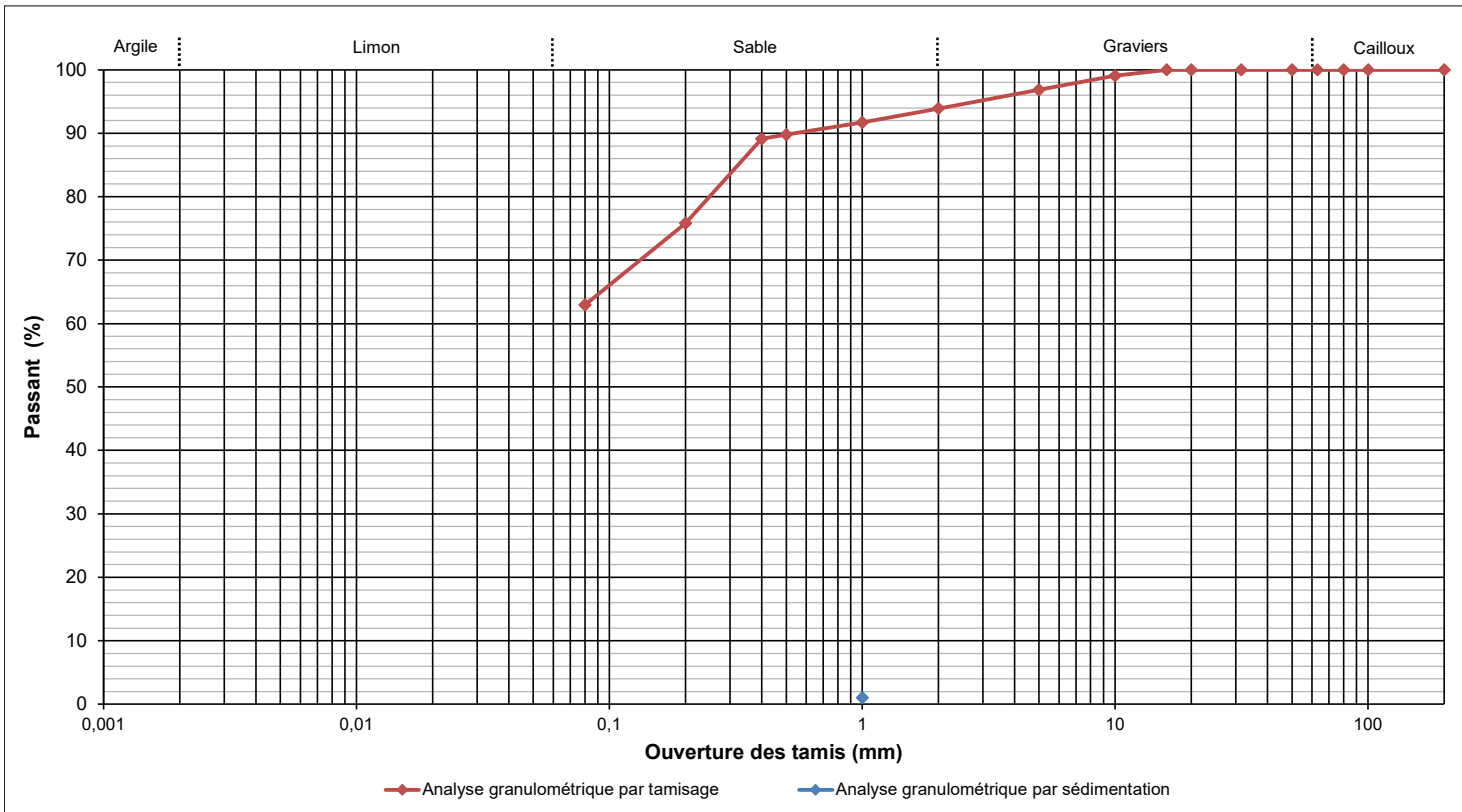
| | |
|------------------------|-----------------|
| AFFAIRE | IAs 2022-11-78 |
| SITE | SQY LA VERRIERE |
| Date | 23/06/2023 |
| Opérateur | ID |
| T°C de séchage | 105°C |
| Sédimentométrie | NON |

| | | |
|----------------------------------|--------------|-------|
| W% sur 0/D (NF P 94-050) | 28,0 | |
| W% sur 0/20 (NF P 94-050) | - | |
| Dmax (mm) | 16,0 | |
| Passants (en %) | 50 mm | 100,0 |
| | 2 mm | 93,9 |
| | 80 µm | 62,9 |
| | 2 µm | - |
| VBS (NF P 94-068) | - | |

| | |
|--------------------|------------------------|
| Sondage | TH6 |
| Profondeur | 0,00 - 1,00 m |
| Description | Argile sableuse marron |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ø tamis (mm) | 200 | 100 | 80 | 63 | 50 | 31,5 | 20 | 16 | 10 | 5 | 2 | 1 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,08 |
| Passant (%) | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 99,0 | 96,9 | 93,9 | 91,7 | 89,8 | 89,1 | 75,8 | 62,9 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ø tamis (µm) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Passant (%) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |



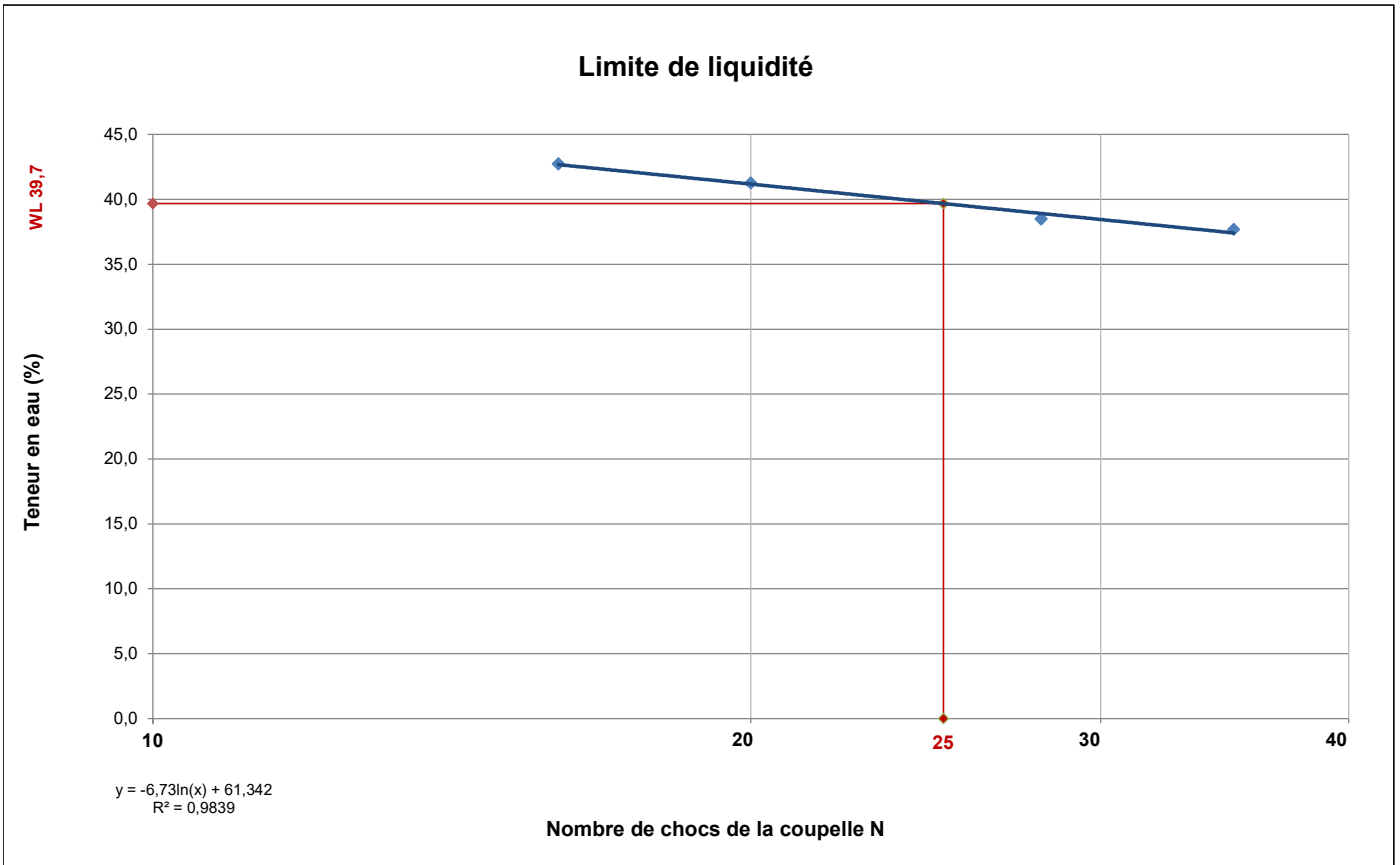
| | | | | | | | | |
|--|-----------------------|---|-----------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---|
| Densimètre | H ₀ (cm) = | - | H ₁ (cm) = | - | h ₁ (cm) = | - | V _d (cm ³) = | - |
| Facteurs correcteurs | C _m = | - | C _d = | - | Eprouvette : A (cm ²) = | - | | |
| Masse volumique des grains (g/cm³) | #REF! | | | | | | | |

| Temps de lecture (min) | R | T°C | Ct | D (%) | D (µm) |
|------------------------|---|-----|----|-------|--------|
| 0,5 | - | - | - | - | - |
| 1 | - | - | - | - | - |
| 2 | - | - | - | - | - |
| 5 | - | - | - | - | - |
| 10 | - | - | - | - | - |
| 20 | - | - | - | - | - |
| 40 | - | - | - | - | - |
| 80 | - | - | - | - | - |
| 240 | - | - | - | - | - |
| 1440 | - | - | - | - | - |

| | |
|---------------------|--|
| Observations | |
|---------------------|--|

| | |
|-----------------------|---|
| AFFAIRE | 2022-11-78 |
| SITE | LA VERRIERE |
| Date | 23/06/2023 |
| Opérateur | ID |
| T°C de séchage | 105°C |
| Sondage | TH2 |
| Profondeur | 0,00 - 1,00 m |
| Description | Argile marron -beige à passage grisâtre et cailloutis |

| Mesures N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------------|------|------|------|------|
| Nombre de coups N | 35 | 28 | 20 | 16 |
| Teneur en eau (%) | 37,7 | 38,5 | 41,3 | 42,7 |



| | | | | |
|-----------------------------|---------------|------|--------------------|------|
| Limite de plasticité | W1 (%) | 20,4 | Moyenne (%) | 20,4 |
| | W2 (%) | 20,4 | | |

| | | |
|--|--------------------------|------|
| Teneur en eau sur 0/D (NF P 94-050) | W (%) | 28,0 |
| Teneur en eau sur 0/400µm (NF P 94-050) | W (%) | 31,4 |
| Limite de liquidité | W_L (%) | 39,7 |
| Limite de plasticité | W_P (%) | 20,4 |
| Indice de plasticité | I_P | 19,3 |
| Indice de consistance | I_C | 0,43 |

| | |
|---------------------|--|
| Observations | |
|---------------------|--|

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

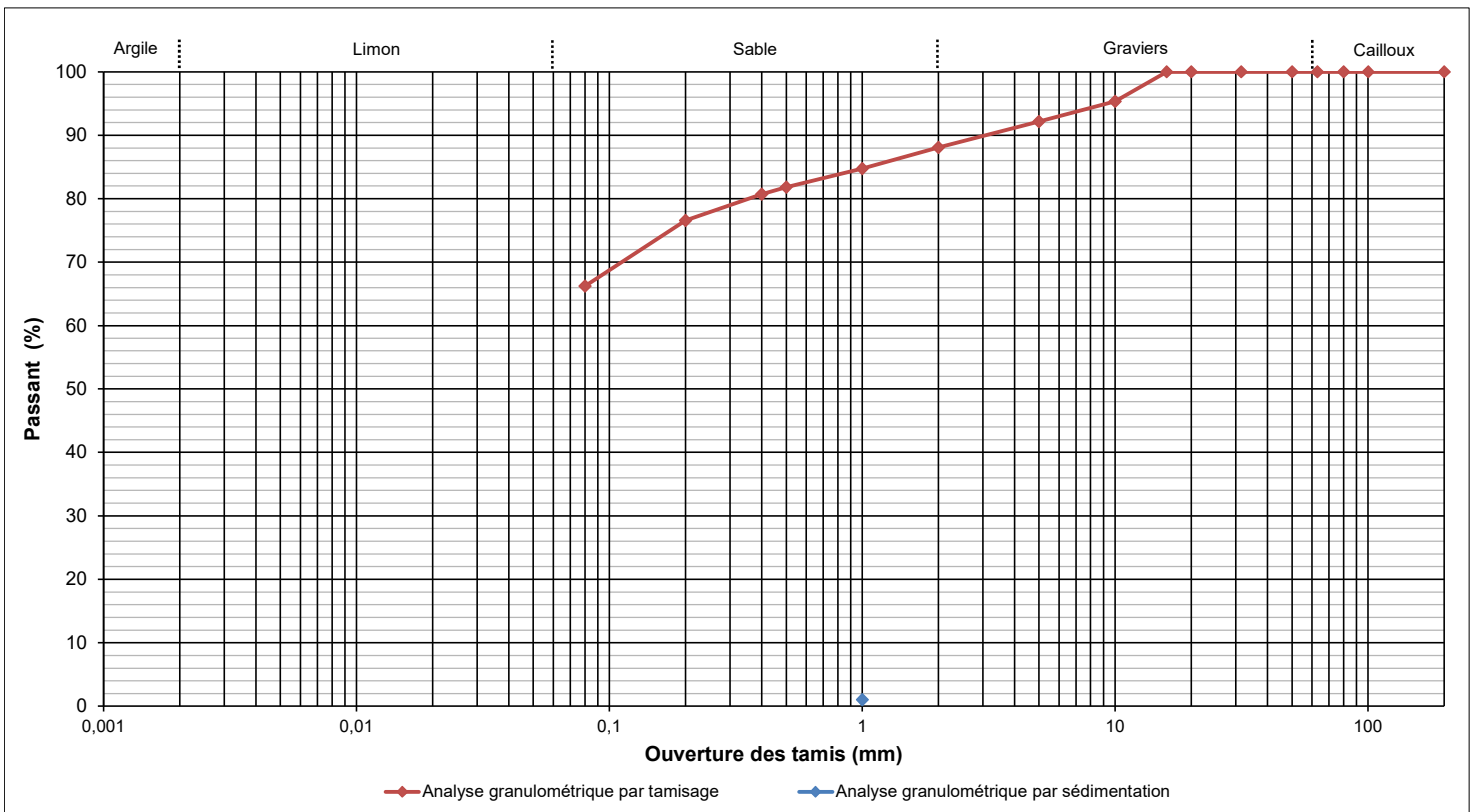
| | |
|------------------------|-----------------|
| AFFAIRE | IAs 2022-11-78 |
| SITE | SQY LA VERRIERE |
| Date | 23/06/2023 |
| Opérateur | ID |
| T°C de séchage | 105°C |
| Sédimentométrie | NON |

| | | |
|----------------------------------|--------------|-------|
| W% sur 0/D (NF P 94-050) | 18,1 | |
| W% sur 0/20 (NF P 94-050) | - | |
| Dmax (mm) | 18,0 | |
| Passants (en %) | 50 mm | 100,0 |
| | 2 mm | 88,1 |
| | 80 µm | 66,2 |
| | 2 µm | - |
| VBS (NF P 94-068) | - | |

| | |
|--------------------|---|
| Sondage | TH7 |
| Profondeur | 0,00 - 1,00 m |
| Description | Argile légèrement sableuse marron à rare cailloutis |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ø tamis (mm) | 200 | 100 | 80 | 63 | 50 | 31,5 | 20 | 16 | 10 | 5 | 2 | 1 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,08 |
| Passant (%) | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 95,3 | 92,2 | 88,1 | 84,8 | 81,8 | 80,7 | 76,6 | 66,2 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ø tamis (µm) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Passant (%) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |



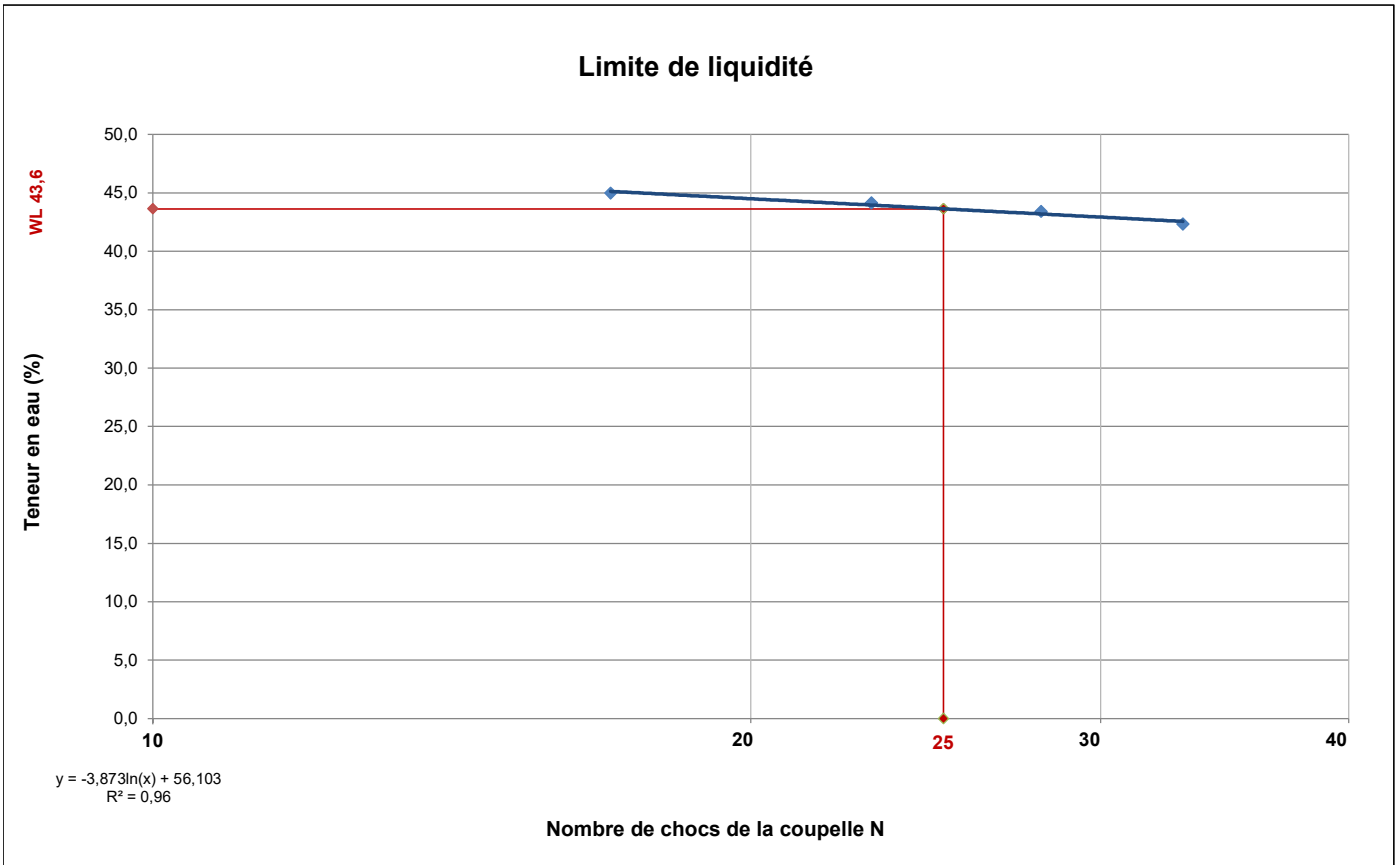
| | | | | | | | | |
|--|-----------------------|---|-----------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---|
| Densimètre | H ₀ (cm) = | - | H ₁ (cm) = | - | h ₁ (cm) = | - | V _d (cm ³) = | - |
| Facteurs correcteurs | C _m = | - | C _d = | - | Eprouvette : A (cm ²) = | - | | |
| Masse volumique des grains (g/cm³) | #REF! | | | | | | | |

| Temps de lecture (min) | R | T°C | Ct | D (%) | D (µm) |
|------------------------|---|-----|----|-------|--------|
| 0,5 | - | - | - | - | - |
| 1 | - | - | - | - | - |
| 2 | - | - | - | - | - |
| 5 | - | - | - | - | - |
| 10 | - | - | - | - | - |
| 20 | - | - | - | - | - |
| 40 | - | - | - | - | - |
| 80 | - | - | - | - | - |
| 240 | - | - | - | - | - |
| 1440 | - | - | - | - | - |

| | |
|---------------------|--|
| Observations | |
|---------------------|--|

| | |
|-----------------------|---|
| AFFAIRE | 2022-11-78 |
| SITE | LA VERRIERE |
| Date | 23/06/2023 |
| Opérateur | ID |
| T°C de séchage | 105°C |
| Sondage | TH7 |
| Profondeur | 0,00 - 1,00 m |
| Description | Argile marron -beige à passage grisâtre et cailloutis |

| Mesures N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------------|------|------|------|------|
| Nombre de coups N | 33 | 28 | 23 | 17 |
| Teneur en eau (%) | 42,3 | 43,4 | 44,1 | 45,0 |



| | | | | |
|-----------------------------|---------------|------|--------------------|------|
| Limite de plasticité | W1 (%) | 18,9 | Moyenne (%) | 18,9 |
| | W2 (%) | 18,9 | | |

| | | |
|--|--------------------------|------|
| Teneur en eau sur 0/D (NF P 94-050) | W (%) | 18,1 |
| Teneur en eau sur 0/400µm (NF P 94-050) | W (%) | 22,4 |
| Limite de liquidité | W_L (%) | 43,6 |
| Limite de plasticité | W_P (%) | 18,9 |
| Indice de plasticité | I_P | 24,8 |
| Indice de consistance | I_C | 0,86 |

| | |
|---------------------|--|
| Observations | |
|---------------------|--|

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

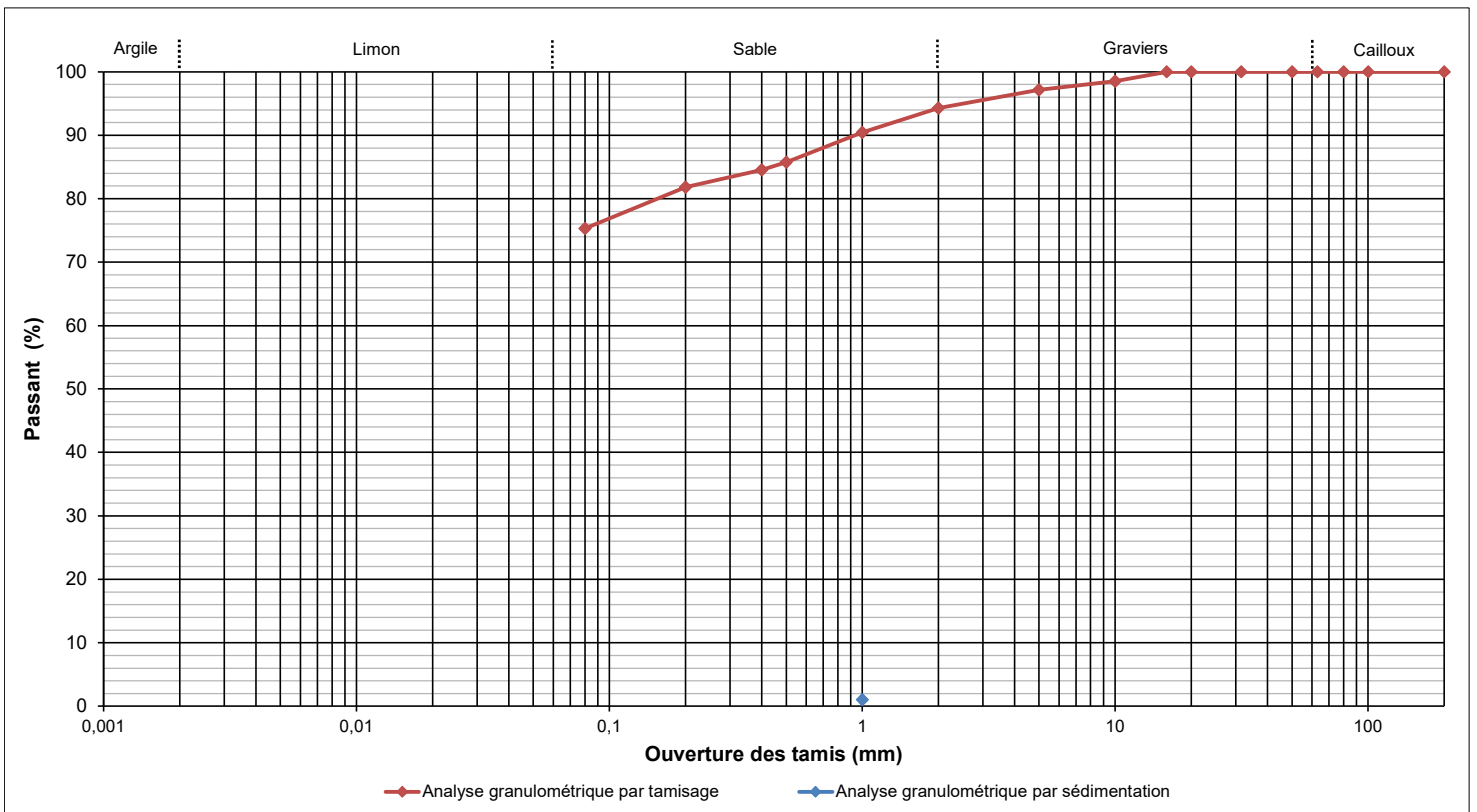
| | |
|------------------------|-----------------|
| AFFAIRE | IAs 2022-11-78 |
| SITE | SQY LA VERRIERE |
| Date | 23/06/2023 |
| Opérateur | ID |
| T°C de séchage | 105°C |
| Sédimentométrie | NON |

| | | |
|----------------------------------|--------------|-------|
| W% sur 0/D (NF P 94-050) | 21,6 | |
| W% sur 0/20 (NF P 94-050) | - | |
| Dmax (mm) | 17,0 | |
| Passants (en %) | 50 mm | 100,0 |
| | 2 mm | 94,3 |
| | 80 µm | 75,3 |
| | 2 µm | - |
| VBS (NF P 94-068) | - | |

| | |
|--------------------|------------------|
| Sondage | TH8 |
| Profondeur | 0,00 - 1,00 m |
| Description | Argile limoneuse |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ø tamis (mm) | 200 | 100 | 80 | 63 | 50 | 31,5 | 20 | 16 | 10 | 5 | 2 | 1 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,08 |
| Passant (%) | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 98,5 | 97,1 | 94,3 | 90,5 | 85,7 | 84,6 | 81,8 | 75,3 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ø tamis (µm) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Passant (%) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |



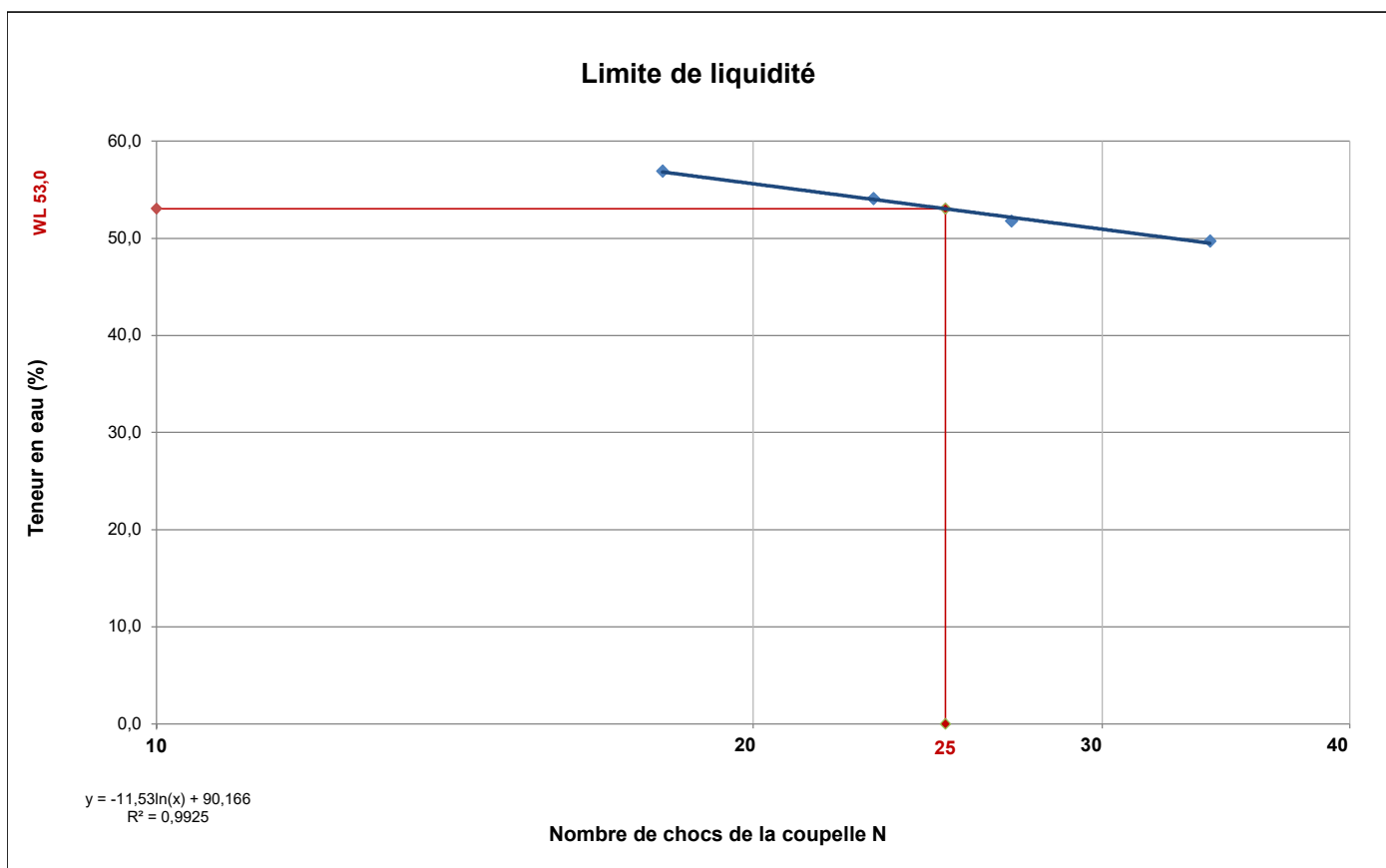
| | | | | | | | | |
|--|-----------------------|---|-----------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---|
| Densimètre | H ₀ (cm) = | - | H ₁ (cm) = | - | h ₁ (cm) = | - | V _d (cm ³) = | - |
| Facteurs correcteurs | C _m = | - | C _d = | - | Eprouvette : A (cm ²) = | - | | |
| Masse volumique des grains (g/cm³) | #REF! | | | | | | | |

| Temps de lecture (min) | R | T°C | Ct | D (%) | D (µm) |
|------------------------|---|-----|----|-------|--------|
| 0,5 | - | - | - | - | - |
| 1 | - | - | - | - | - |
| 2 | - | - | - | - | - |
| 5 | - | - | - | - | - |
| 10 | - | - | - | - | - |
| 20 | - | - | - | - | - |
| 40 | - | - | - | - | - |
| 80 | - | - | - | - | - |
| 240 | - | - | - | - | - |
| 1440 | - | - | - | - | - |

| | |
|---------------------|--|
| Observations | |
|---------------------|--|

| | |
|-----------------------|---|
| AFFAIRE | 2022-11-78 |
| SITE | LA VERRIERE |
| Date | 23/06/2023 |
| Opérateur | ID |
| T°C de séchage | 105°C |
| Sondage | TH8 |
| Profondeur | 0,00 - 1,00 m |
| Description | Argile marron -beige à passage grisâtre et cailloutis |

| Mesures N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------------|------|------|------|------|
| Nombre de coups N | 34 | 27 | 23 | 18 |
| Teneur en eau (%) | 49,7 | 51,8 | 54,1 | 56,9 |



| | | | | |
|-----------------------------|---------------|------|--------------------|------|
| Limite de plasticité | W1 (%) | 21,5 | Moyenne (%) | 21,5 |
| | W2 (%) | 21,5 | | |

| | | |
|--|--------------------------|------|
| Teneur en eau sur 0/D (NF P 94-050) | W (%) | 21,6 |
| Teneur en eau sur 0/400µm (NF P 94-050) | W (%) | 25,5 |
| Limite de liquidité | W_L (%) | 53,0 |
| Limite de plasticité | W_P (%) | 21,5 |
| Indice de plasticité | I_P | 31,6 |
| Indice de consistance | I_C | 0,87 |

| | |
|---------------------|--|
| Observations | |
|---------------------|--|

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

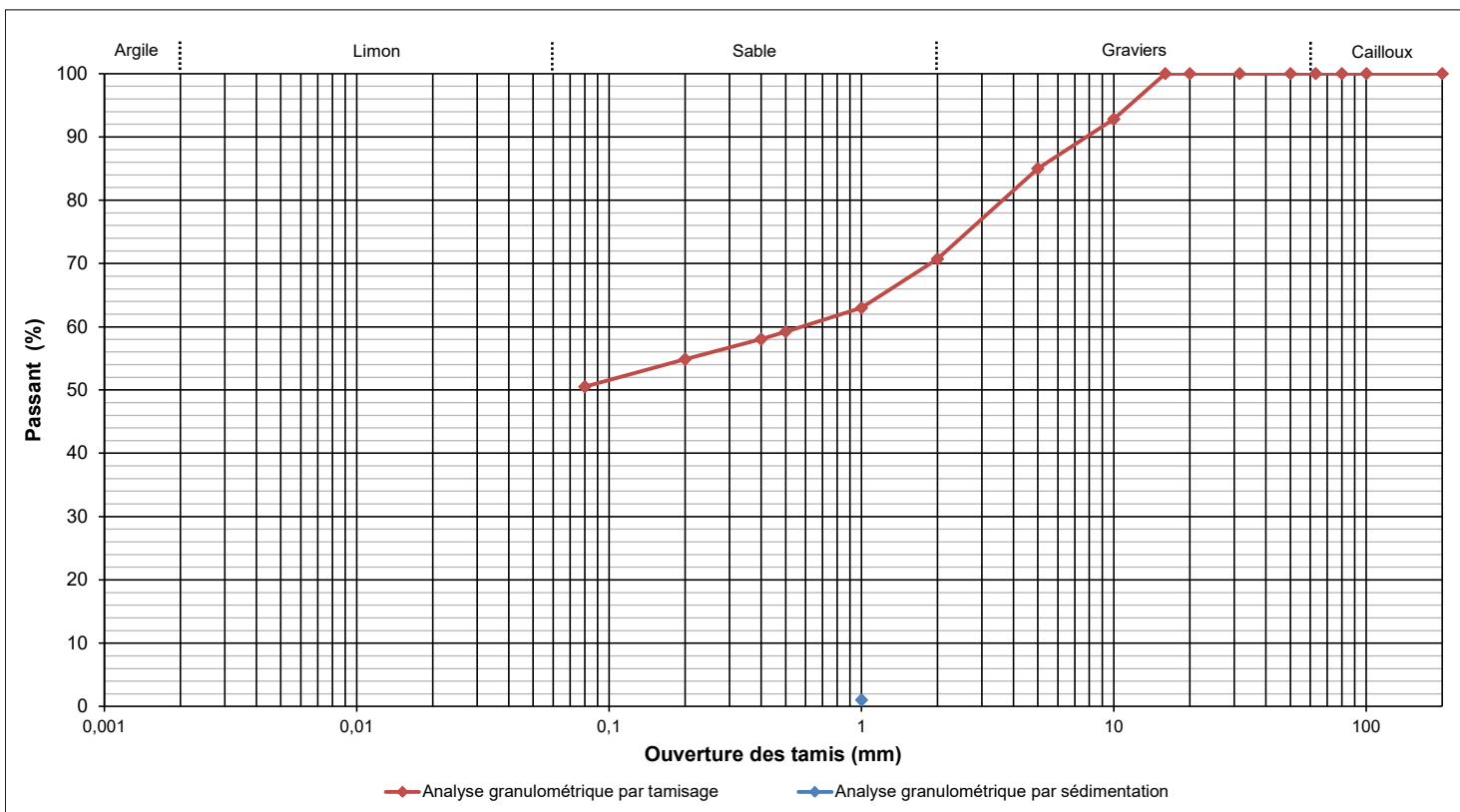
| | |
|------------------------|-----------------|
| AFFAIRE | IAs 2022-11-78 |
| SITE | SQY LA VERRIERE |
| Date | 23/06/2023 |
| Opérateur | ID |
| T°C de séchage | 105°C |
| Sédimentométrie | NON |

| | | |
|----------------------------------|--------------|-------|
| W% sur 0/D (NF P 94-050) | 14,0 | |
| W% sur 0/20 (NF P 94-050) | - | |
| Dmax (mm) | 20,0 | |
| Passants (en %) | 50 mm | 100,0 |
| | 2 mm | 70,7 |
| | 80 µm | 50,5 |
| | 2 µm | - |
| VBS (NF P 94-068) | 0,82 | |

| | |
|--------------------|---|
| Sondage | TH9 |
| Profondeur | 0,00 - 1,00 m |
| Description | Remblai limoneux sableux maron à cailloutis |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ø tamis (mm) | 200 | 100 | 80 | 63 | 50 | 31,5 | 20 | 16 | 10 | 5 | 2 | 1 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,08 |
| Passant (%) | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 92,8 | 85,0 | 70,7 | 63,0 | 59,2 | 58,1 | 54,9 | 50,5 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ø tamis (µm) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Passant (%) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |



| | | | | | | | | |
|--|-----------------------|---|-----------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---|
| Densimètre | H ₀ (cm) = | - | H ₁ (cm) = | - | h ₁ (cm) = | - | V _d (cm ³) = | - |
| Facteurs correcteurs | Cm = | - | Cd = | - | Eprouvette : A (cm ²) = | - | | |
| Masse volumique des grains (g/cm³) | #REF! | | | | | | | |

| Temps de lecture (min) | R | T°C | Ct | D (%) | D (µm) |
|------------------------|---|-----|----|-------|--------|
| 0,5 | - | - | - | - | - |
| 1 | - | - | - | - | - |
| 2 | - | - | - | - | - |
| 5 | - | - | - | - | - |
| 10 | - | - | - | - | - |
| 20 | - | - | - | - | - |
| 40 | - | - | - | - | - |
| 80 | - | - | - | - | - |
| 240 | - | - | - | - | - |
| 1440 | - | - | - | - | - |

| | |
|---------------------|--|
| Observations | |
|---------------------|--|

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

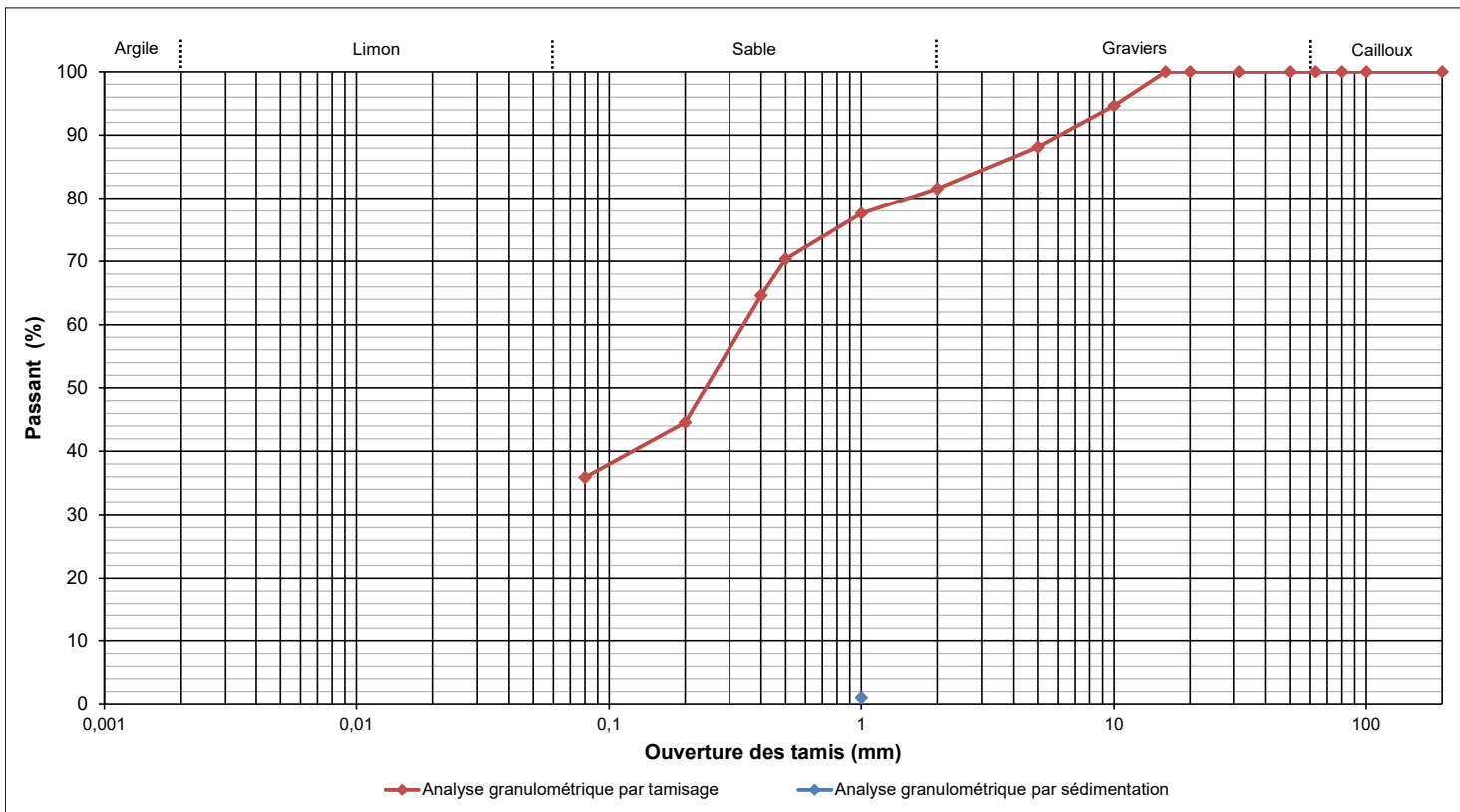
| | |
|------------------------|-----------------|
| AFFAIRE | IAs 2022-11-78 |
| SITE | SQY LA VERRIERE |
| Date | 23/06/2023 |
| Opérateur | ID |
| T°C de séchage | 105°C |
| Sédimentométrie | NON |

| | | |
|----------------------------------|--------------|-------|
| W% sur 0/D (NF P 94-050) | 15,4 | |
| W% sur 0/20 (NF P 94-050) | - | |
| Dmax (mm) | 20,0 | |
| Passants (en %) | 50 mm | 100,0 |
| | 2 mm | 81,5 |
| | 80 µm | 35,9 |
| | 2 µm | - |
| VBS (NF P 94-068) | 0,59 | |

| | |
|--------------------|--|
| Sondage | TH10 |
| Profondeur | 0,00 - 1,00 m |
| Description | Sable fin légèrement argileux beige -grisatre à cailloutis |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ø tamis (mm) | 200 | 100 | 80 | 63 | 50 | 31,5 | 20 | 16 | 10 | 5 | 2 | 1 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,08 |
| Passant (%) | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 94,6 | 88,1 | 81,5 | 77,6 | 70,3 | 64,6 | 44,6 | 35,9 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ø tamis (µm) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Passant (%) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |



| | | | | | | | | |
|--|-----------------------|---|-----------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---|
| Densimètre | H ₀ (cm) = | - | H ₁ (cm) = | - | h ₁ (cm) = | - | V _d (cm ³) = | - |
| Facteurs correcteurs | Cm = | - | Cd = | - | Eprouvette : A (cm ²) = | - | | |
| Masse volumique des grains (g/cm³) | #REF! | | | | | | | |

| Temps de lecture (min) | R | T°C | Ct | D (%) | D (µm) |
|------------------------|---|-----|----|-------|--------|
| 0,5 | - | - | - | - | - |
| 1 | - | - | - | - | - |
| 2 | - | - | - | - | - |
| 5 | - | - | - | - | - |
| 10 | - | - | - | - | - |
| 20 | - | - | - | - | - |
| 40 | - | - | - | - | - |
| 80 | - | - | - | - | - |
| 240 | - | - | - | - | - |
| 1440 | - | - | - | - | - |

| | |
|---------------------|--|
| Observations | |
|---------------------|--|

ANNEXE 4
CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES SELON LA NORME
NF P 94 500

Classification des missions d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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