



AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS

Avenue du Stade / Rue de la Carterie

VALSERHONE (01200)

ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE

PHASES ETUDE DE SITE ET PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION

(G1 ES + PGC) – CREATION DE BATIMENT DE LOGEMENTS

ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION PHASE AVANT-PROJET (G2 AVP) – TERRASSEMENTS ET VOIRIES

DOSSIER	23	YG	113	A	a	GE	BZO	IRT	PIECE	1/1	AGENCE	LYON
06/10/2023	1673	B. ZUCCHERO				C. NICOLAS			40+Ann.		PREMIERE DIFFUSION	
DATE	CHRONO	REDACTION				VERIFICATION			Nb pages		MODIFICATIONS-OBSERVATIONS	

GEOTECHNIQUE·RISQUES NATURELS·INVESTIGATIONS·REHABILITATION DES SOLS·ENVIRONNEMENT·EAU



ABO ERG GEOTECHNIQUE · SAS au capital de 368 000 € · SIRET 339 110 611 00128 · code NAF 7112B-RC LYON 2011 B 01213 · www.abo-erg.fr
agence LYON · Les Bâtiments des Erables · Bât B 1^{er} étage · 36-36bis av G. De Gaulle · 69110 SAINTE-FOY-LES-LYON · ☎ 04 78 95 64 65 · lyon@erg-sa.fr

BASTIA · BORDEAUX · GRENOBLE · LYON · MARSEILLE · MONTPELLIER · NANCY · NICE · PARIS · STRASBOURG · TOULON · TOULOUSE



S O M M A I R E

SOMMAIRE	2
1 CONTENU DE LA MISSION	3
1.1 Cadre de l'intervention.....	3
1.2 Documents transmis.....	3
1.3 Description du projet.....	3
1.4 Situation géographique - contexte topographique.....	6
1.5 But de la mission	8
1.6 Moyens mis en œuvre	9
2 ENQUETE DOCUMENTAIRE- CONTEXTE GEOLOGIQUE	11
2.1 Enquête documentaire	11
2.2 Contexte géologique.....	13
2.3 Contexte hydrogéologique.....	15
3 RESULTATS DES INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES	16
3.1 Résultats des sondages de reconnaissance géologique PM1 et PM8	16
3.2 Résultats du sondage carotté SC1	17
3.3 Résultats des essais pressiométriques SP01 à SP05.....	17
3.4 Résultats des essais en laboratoire	19
3.4.1 Identifications GTR.....	19
3.4.2 Résistance à la compression uniaxiale.....	21
4 CONTEXTE GEOTECHNIQUE - PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION....	22
4.1 Premier modèle géologique - Identification des risques géotechniques majeurs	22
4.1.1 Modèle géologique préalable.....	22
4.1.2 Identification des risques géotechniques	24
4.2 Première approche du mode de fondation envisageable pour le projet	25
4.3 Terrassements – Soutènements.....	27
4.4 Dispositions relatives à la gestion des eaux	28
4.5 Prise en compte des règles parasismiques	29
5 Recommandations relatives aux voiries.....	30
5.1 Préambule.....	30
5.2 Recommandations relatives à la mise en œuvre d'une nouvelle couche de forme et d'une nouvelle structure de chaussée.....	30
5.2.1 Terrassements	30
5.2.2 Décapage du terrain et classement de la PST.....	31
5.3 Exemple de prédimensionnement de la structure de chaussée	32
6 PHASAGE DES ETUDES ET MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE A REALISER	35
CLASSIFICATION ET ENCHAINEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE.....	36
Tableau 2 - Classification des missions types d'ingénierie géotechnique	37
ANNEXES.....	40

1 CONTENU DE LA MISSION

1.1 Cadre de l'intervention

A la demande et pour le compte de Dynacité Logements, la Société ABO-ERG Géotechnique a effectué une étude géotechnique préalable, phases Étude de Site et Principes Généraux de Construction (G1 ES et PGC) pour la création de bâtiments de logements et une étude géotechnique de conception phase Avant-Projet (G2 AVP) pour les terrassements et voiries, dans le cadre du projet d'aménagement d'un nouveau quartier à VALSERHONE (01).

1.2 Documents transmis

Les documents qui nous ont été communiqués et ont été utilisés dans le cadre de la présente étude sont les suivants :

- [A] : Plans de composition du projet, établi par le groupement Insolites architecture / Trace Paysage / Terre Eco / Ubiquiste / Suez Consulting et datés du 04/2023 ;
- [B] : Plan de division du site d'étude avec position des réseaux et points topographiques, établi par Citerra, réf. 4220041.C.0070.11 ;
- [C] : Etude géotechnique préalable G1 ES et PGC, établie par GEOTEC, réf. 2022/06729/LYON, datée du 21/12/2022 ;
- [D] : Rapport et plans de géolocalisation et géoréférencement des réseaux enterrés, indice A, établi par I.R.E. 01, daté du 05/10/2022.

1.3 Description du projet

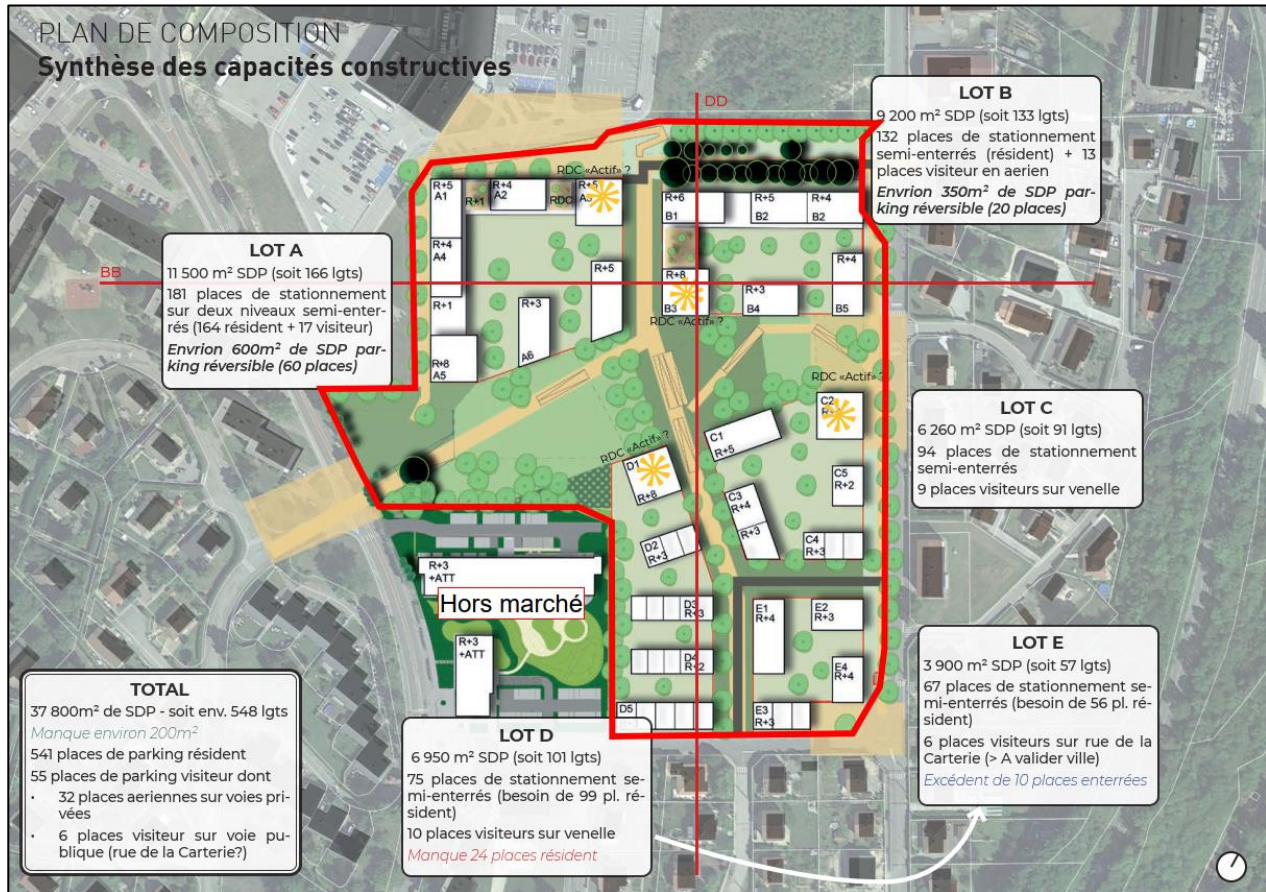
Le projet consiste en la reconversion du complexe sportif de Rugby Gérard Armand pour l'aménagement d'un nouveau quartier en 5 lots (A à E), à proximité de l'Avenue du stade et de la Rue de la Carterie sur la commune de VALSERHONE (01200).

Dans le cadre de ce projet, il est notamment prévu la réalisation des travaux suivants, répartis sur 5 lots :

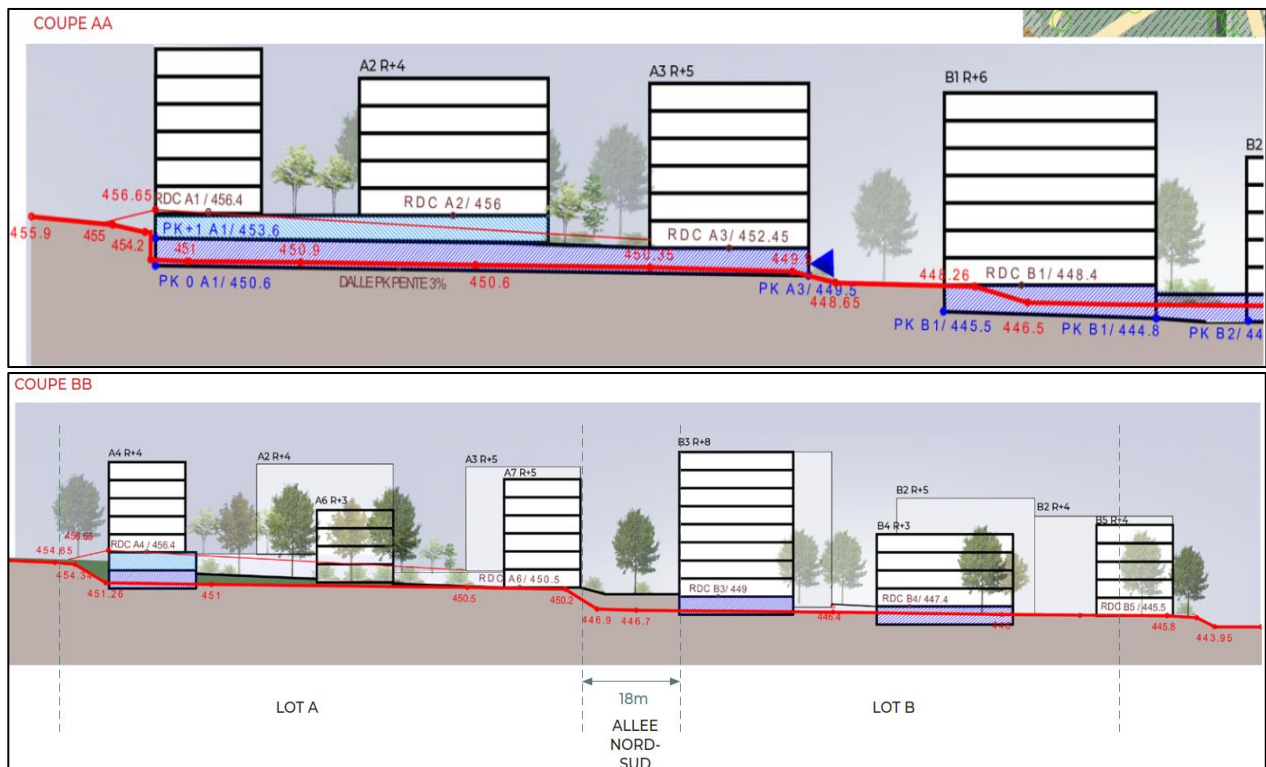
- Création de 548 logements répartis sur les ouvrages suivants :
 - 1 bâtiment en RdC ;
 - 2 bâtiments en R+1 ;
 - 2 bâtiments en R+2 ;
 - 9 bâtiments en R+3 ;
 - 8 bâtiments en R+4 ;
 - 5 bâtiments en R+5 ;
 - 1 bâtiment en R+6 ;
 - 3 bâtiments en R+8 ;
- Environ 600 places de stationnement (aériens et garages enterrés au droit des bâtiments projetés – 1 à 2 niveau(x) de sous-sol(s)) ;
- Création de nouvelles voiries ;
- Création d'une rampe d'accès non PMR de 83 ml environ avec mise en œuvre d'un mur de soutènement d'une hauteur 1 m, en partie Nord-Ouest du site, pour liaison avec le centre commercial.

Les caractéristiques précises du projet (géométrie définitive des ouvrages, altimétries définitives des niveaux bas, descentes de charges, ampleur précise des terrassements, etc...) ne sont pas définies à ce niveau du projet. Dans le cadre de la réalisation des deux niveaux de sous-sols, des excavations en déblais de grandes ampleurs sont à prévoir. Ainsi, des terrassements de l'ordre de 5 m à 6 m de profondeur par rapport au niveau du terrain naturel actuel sont à envisager dans ce cadre. Des terrassements en déblais sont également à prévoir dans le cadre de la démolition du bâtiment existant.

La nature et l'implantation prévisionnelle des aménagements et ouvrages prévus sont détaillées dans le plan masse et les coupes du projet ci-dessous.



Extrait du plan masse du projet – issu du plan de composition [A]





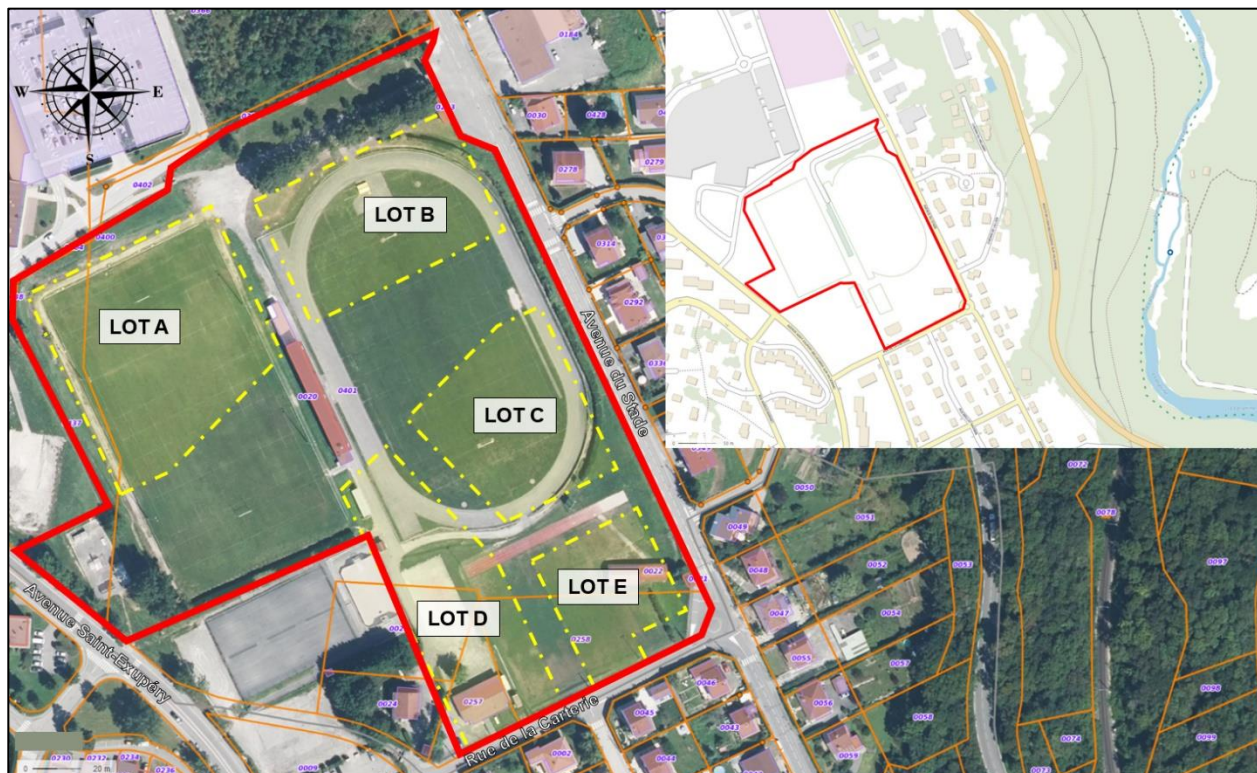
Profils en long (coupes AA à EE) du projet – extrait du document [A]

A ce stade du projet, les altimétries envisagées des niveaux bas sont les suivantes (d'après les coupes ci-dessus) :

- Lot A : 449.5 à 450.6 m NGF ;
- Lot B : 444.4 à 445.5 m NGF ;
- Lot C : non communiqué ;
- Lot D : 444.2 à 446.2 m NGF ;
- Lot E : ~ 443 m NGF.

1.4 Situation géographique - contexte topographique

Le projet est situé au droit du complexe sportif Gérard Armand, délimité à l'Est par l'Avenue du Stade, à l'Ouest par l'Avenue de Saint-Exupéry et au Sud par la Rue de la Carterie, sur la commune nouvelle de VALSERHONE (01200) – anciennement Bellegarde-sur-Valserine.



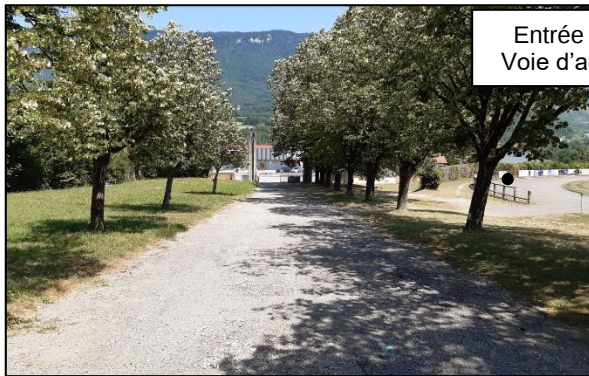
Plan de situation du site – vue satellite du secteur – source : Géoportail.fr

Le contexte topographique est aménagé selon deux plateformes globalement planes :

- Une plateforme haute, en partie Ouest du site (*secteur lot A*), correspondant à un terrain d'entraînement, à une altimétrie comprise entre 450.2 m NGF et 451.0 m NGF au droit du terrain enherbés, et jusqu'à 453.1 à 455.1 m NGF en tête des talus rocheux au Nord-Ouest. Les talus rocheux en limite Nord-Ouest du site présentent une hauteur comprise entre 2.5 m et 4 m.
- Une plateforme basse, en partie Est et Sud du site (*secteur lot B à E*), correspondant à second terrain de sport et des pistes d'athlétisme, à une altimétrie comprise entre 443.7 m NGF et 447.0 m NGF
- Ces deux plateformes sont séparées par un talus penté entre 22° et 30° environ sur une hauteur variant entre 2.2 m à 3.3 m environ.
- Un talus enherbé d'environ 1 m de hauteur sépare la voie d'accès / ancien terrain de tennis (secteur lot D) et la zone d'entraînement en espaces verts (secteur lot E) ;
- Enfin, un talus enherbé est présent en périphérie du bâtiment (salle de musculation, vestiaires) en limite Sud-Est du site, sur une hauteur d'environ 1.0 / 1.5 m.

Le site est actuellement occupé par un complexe sportif composé de terrains de sports enherbés, de pistes d'athlétisme en gravillons et stabilisé, de voies en enrobé, d'un bâtiment de tribunes couvertes et de vestiaires, et de deux bâtiments en RdC (club-house, vestiaires et sanitaires). Les ouvrages et bâtiments en place seront a priori démolis dans le cadre du réaménagement du site.

L'altimétrie au droit du site est comprise entre 443.95 m NGF et 456.65 m NGF environ (*source : coupes du document [A]*).



Entrée site Nord-Est
Voie d'accès lot A et B



Terrain rugby plateau bas
Lots B et C



Terrain rugby plateforme haute
Lot A



Terrain rugby plateforme haute
Lot A



Talus et tribunes entre
plateforme haute et basse



Talus en limite Lot D / E



Lot D





Photographies générales du site lors de la visite du 12/07/2023 (Source : ABO-ERG Géotechnique)

Définition de la ZIG selon la NF P 94-500 : Volume du terrain au sein duquel il y a interaction entre l'ouvrage ou l'aménagement du terrain (du fait de sa réalisation et de son exploitation) et l'environnement (sols et ouvrages environnants).

Notons la présence des éléments suivants, pouvant être considérés comme appartenant à la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG) du projet :

- Le site d'étude actuel (complexe sportif Gérard Armand) comprenant notamment les ouvrages suivants :
 - Partie Ouest – plateforme haute : le terrain d'entraînement, un talus rocheux subverticale, des barrières, un talus enherbé à la limite avec la plateforme basse ;
 - Partie Nord : voie d'accès en enrobé, des arbres, pistes d'athlétisme en stabilisé, portail d'accès,
 - Partie Est – plateforme basse : des tribunes couvertes avec vestiaires et sanitaires au RdC, une cuve fioul enterrée, le terrain de sport, du mobilier urbain, un talus enherbé en mitoyenneté avec la chaussée de l'Avenue du Stade en aval, un bâtiment modulaire en simple RdC ;
 - Partie Sud : Un terrain d'entraînement, une piste d'athlétisme, des voies en enrobé, un clubhouse (bâtiment RdC), une salle de musculation avec vestiaires (bâtiment en RdC, des talus enherbés de faibles hauteurs (~ 1 m), un muret de soutènement en béton ;
 - Les nombreux réseaux enterrés du site (électrique, eaux pluviales, arrosage, eau potable, eaux usées, éclairage principalement)
 - Les clôtures, portails et murs délimitant le site ;
- L'Avenue du Stade, l'Avenue de Saint-Exupéry et Rue de la Carterie et leurs réseaux enterrés ;
- En limite Sud-Ouest du site : les parcelles n°487 à 497 (hors 495) de la section AB, et la parcelle AB-09, sur lesquelles un lotissement est actuellement en cours de construction (deux immeubles en R+4 avec niveau enterré à ce jour).

L'emprise de la ZIG du projet sera à préciser lors des études de conception (mission G2) en fonction de l'implantation et des caractéristiques des ouvrages projetés.

1.5 But de la mission

La présente étude est établie par ABO-ERG Géotechnique dont la mission est de :

- Pour les bâtiments (mission G1) :
 - Préciser ponctuellement la nature et les caractéristiques géomécaniques des sols au droit de sondages réalisés sur l'emprise du projet ;
 - Fournir les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'étude préliminaire (horizons porteurs potentiels pour les fondations, etc...) ;
 - Identifier les contraintes géotechniques du site susceptibles d'avoir une incidence sur le projet ;

- Proposer, en première approche, les principes généraux de construction envisageables, en ce qui concerne le mode de fondation des bâtiments notamment ;
- Pour les espaces publics (mission G2 AVP) :
 - Préciser ponctuellement la nature et les caractéristiques géomécaniques des sols au droit de sondages réalisés sur l'emprise du projet ;
 - Identifier les contraintes géotechniques du site susceptibles d'avoir une incidence sur le projet ;
 - Donner les premières recommandations relatives aux terrassements ;
 - Donner les premières recommandations relatives à l'assise et au dimensionnement des voiries.

Ces missions correspondent à des études géotechniques préalable G₁ en phases Étude de Site (ES) et Principes Généraux de Construction (PGC) ou G₂ AVP en phase avant-projet, suivant le texte de la norme NF P 94-500 des missions types d'ingénierie géotechnique datée de novembre 2013.

Des études et investigations complémentaires devront dans tous les cas être entreprises ultérieurement (études géotechniques de conception phase avant-projet - G₂ AVP, puis projet - G₂ PRO), lorsque les caractéristiques du projet auront été définies.

L'étude de la stabilité générale du site, la conception et le pré-dimensionnement des fondations, terrassements, soutènements et dispositifs de protection contre les eaux (étude de conception G₂) ne fait pas partie de la présente mission.

1.6 Moyens mis en œuvre

Dans cet objectif et conformément au contrat de prestations de services réf YG230319, les investigations géotechniques suivantes ont été effectuées entre le 02/08/2023 et le 31/08/2023 :

- Huit sondages de reconnaissance géologique, notés PM1 à PM8, descendus jusqu'aux refus creusement obtenus entre 0.5 m et 1.6 m de profondeur/TN, avec :
 - Six fouilles à la pelle mécanique (notés PM1 / PM4 à PM8) ;
 - Deux sondages à la tarière mécanique (notés PM2 / PM3) ;
- Un sondage de reconnaissance géologique carotté, noté SC01, descendu à 10.5 m de profondeur/TN, avec prise d'échantillons et la mise en place d'un équipement piézométrique (tube PVC 52/60 mm, bouche à clé avec massif béton) ;
- Cinq sondages de reconnaissance géologique pressiométriques, notés SP01 à SP05, descendus à 15 m de profondeur et comportant 10 essais pressiométriques chacun, avec enregistrement des paramètres de foration ;
- Sept sondages de reconnaissances géologiques destructifs, notés SD1 à SD7, descendus à 15 m de profondeur, avec enregistrement des paramètres de foration ;
- Un sondage de reconnaissance géologique destructif, noté SD8, avec enregistrement des paramètres de foration et la mise en place d'un équipement piézométrique (tube PVC 52/60 mm, tête métallique hors sol avec massif béton) ;
- Une campagne d'investigations géophysiques par sismique réfraction selon 12 profils, notés P1 à P12.
- Des essais en laboratoire comportant :
 - Cinq identifications GTR (teneur en eau, granulométrie, Valeur au Bleu) au droit d'échantillons remaniés prélevés au droit des sondages PM1 à PM8 ;
 - Deux essais de détermination de la résistance à la compression uniaxiale au droit d'échantillons rocheux intacts prélevés dans le sondage SC01.

Nous avons également exploité les sondages et essais réalisés en novembre 2022 dans le cadre de l'étude géotechnique préalable G1 PGC réalisée par GEOTEC [C], à savoir :

- Trois sondages pressiométriques, notés SP1 à SP3, descendus entre 10 m et 25 m de profondeur/TN ;
- Un sondage carotté, noté SC1, descendu à 10m de profondeur/TN, avec équipement piézométrique ;
- Cinq fouilles de reconnaissance géologique à la pelle mécanique, notées F1 à F5 ;
- Un sondage de reconnaissance géologique au carottier battu, noté ST6 ;
- Six essais de pénétration dynamique, notés P1 à P6 ;
- Des essais en laboratoire comportant quatre identifications GTR.

Un plan d'implantation ainsi que les coupes et résultats de ces sondages ont été reportés en annexe au présent document.

Les profondeurs des sondages sont données par rapport au niveau du terrain tel qu'il se présentait le jour de l'intervention (Terrain Naturel actuel = TN).

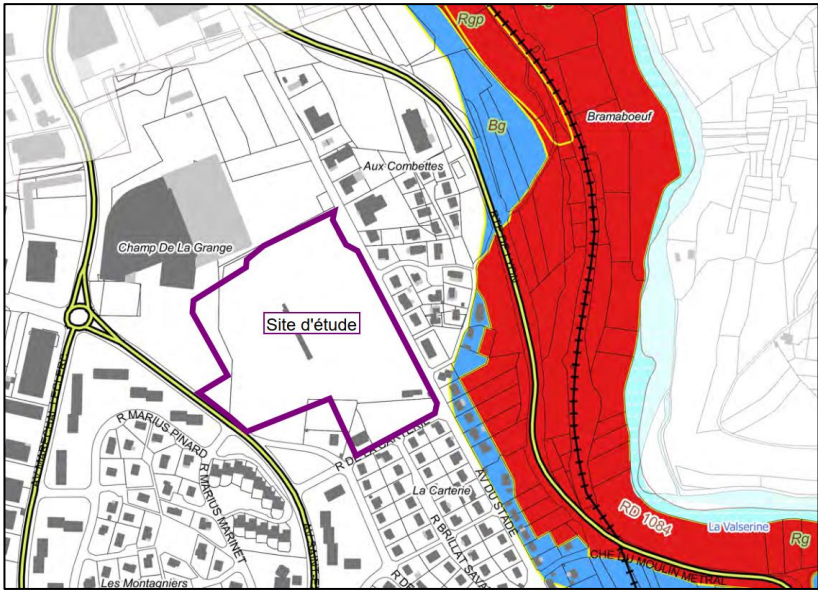
La cote altimétrique d'entrée en terre des sondages a été déterminée par interpolation à partir du plan topographique transmis (document [A] et [D]). Les sondages ont ainsi été réalisés depuis les cotes altimétriques suivantes (précision de l'ordre de ± 0.2 m) :

Sondage	SP01	SP02	SP03	SP04	SP05	SC01	SD1	SD2	SD3	SD4	SD5
Cote altimétrique (NGF)	450.5	446.5	445.9	446.6	445.6	449.9	450.4	451.3	445.8	446.6	446.2
Sondage	SD6	SD7	SD8	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8
Cote altimétrique (NGF)	446.8	445.5	445.6	451.2	446.6	445.9	446.6	445.6	447.8	445.8	451.1

Cotes altimétriques des sondages

2 ENQUETE DOCUMENTAIRE - CONTEXTE GEOLOGIQUE

2.1 Enquête documentaire

RISQUES	SOURCE	ANALYSE DES RISQUES
	Georisques.gouv.fr	 Site d'étude ☒ Mouvements de terrain recensés dans un rayon de moins de 1.0 km (à 0.9 km au Sud-Est – glissements de terrains d'un talus de remblais de la RN84). ☐ Aucun mouvement de terrain recensé dans un rayon de moins de 500 m
Mouvements de terrain	Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) – Commune de Valsenhône	 Zonage mouvements de terrain, crues torrentielles et ruissellements ■ R - zone rouge - inconstructible ■ B - zone bleue - constructible sous conditions g : glissement de terrain p : éboulement et chutes de blocs f : affaissement, effondrement t : crue torrentielle v : ruissellement de versant NB : une zone peut être concernée par plusieurs aléas et donc plusieurs réglementation. Voir le règlement.

		Site d'étude situé hors zonage des risques de mouvements de terrain (glissements de terrains, éboulements, chutes de blocs, affaissement, effondrement).
Cavités	Georisques.gouv.fr	☒ Plusieurs cavités recensées dans un rayon de 500 m (cavités naturelles de type grotte, gouffre, émergence) ☐ Cavité non recensée dans un rayon de moins de 500 m
Inondation	Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) – Commune de Valsérhône	Commune de Valsérhône concernée par un PPRN. Le site d'étude est situé hors zone d'aléa et hors zone réglementaire des risques de crues torrentielles et ruissellements de versants (zone blanche) – voir zonage du PPRN ci-dessous (§ Mouvements de terrains)
Aléa gonflement des argiles	Georisques.gouv.fr	☐ Aléa fort ☐ Aléa moyen ☒ Aléa faible ☐ A priori nul
Remontée de nappes	Georisques.gouv.fr	Non concerné.

Radon	Georisques.gouv.fr	☐ Potentiel de catégorie 1 ☒ Potentiel de catégorie 2 ☐ Potentiel de catégorie 3 <i>L'étude spécifique de ce risque, de la compétence d'un spécialiste, est exclue du cadre des missions géotechniques et en particulier n'entre pas dans le cadre de la présente étude.</i>
Risque sismique	Georisques.gouv.fr	☐ Zone 1 : sismicité très faible ☐ Zone 2 : sismicité faible ☒ Zone 3 : sismicité modérée ☐ Zone 4 : sismicité moyenne ☐ Zone 5 : sismicité forte

Les cavités et mouvements de terrains identifiés sont suffisamment éloignés pour ne pas avoir d'influence sur le projet.

2.2 Contexte géologique

La figure ci-dessous indique les structures géologiques présentes au droit ou à proximité du projet. Il s'agit d'un extrait des cartes du BRGM n°653, feuille de SAINT JULIEN EN GENEVOIS :



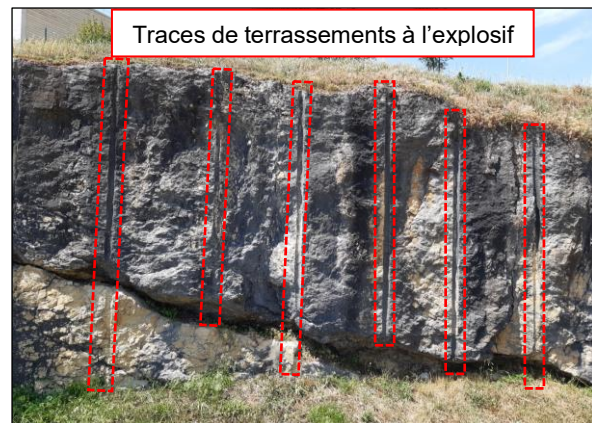
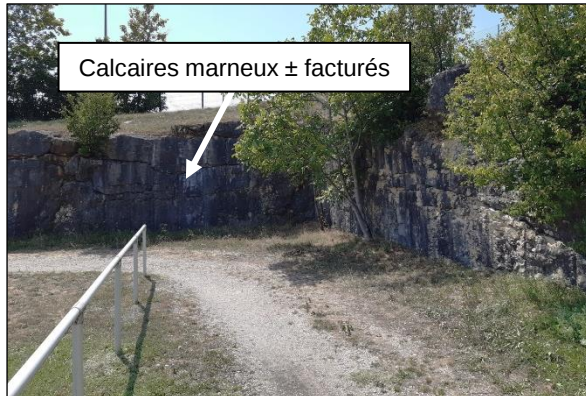
Extrait de la carte géologique n°653 – feuille de SAINT JULIEN EN GENEVOIS – source : infoterre.brgm.fr

D'après la carte géologique, les formations géologiques observables au droit du site sont les suivantes :

- En partie supérieure :
 - Des dépôts glacio-lacustres de Bellegarde / St Jean de Gonville et Mucier (notés GLy2a), composés d'argiles et de silts lités ;

- Des alluvions torrentielles de Confort (notées J_{y3}), composées de galets, graviers et de quelques blocs, à matrice sableuse ;
- Reposant sur un substratum rocheux de calcaires urgonien de l'Hauterivien / sup-Barrémien (noté nU). Ces formations calcaires peuvent être sujettes à des phénomènes de karstification (création de cavités par érosion et dissolution des carbonates du calcaire dans l'eau).

Lors de notre visite de site, des affleurements rocheux de calcaires marneux ont été observés en partie haute du site (*secteur Nord-Ouest du site – Lot A*), à la limite entre le terrain de rugby du plateau haut et la Rue Carrefour (voir photos ci-dessous). Des traces tubulaires au droit des affleurements témoignent d'excavations à l'explosif dans le talus rocheux en place lors de l'aménagement du site.



Photographies des affleurements rocheux du plateau haut le 12/07/2023 (secteur lot A)

D'une manière générale, des hétérogénéités de nature et de compacité des sols sont attendues dans ce contexte géologique (variations latérales et verticales des faciès et des caractéristiques mécaniques).

Compte-tenu de l'aménagement du site, la présence d'infrastructures enterrées (réseaux, anciennes substructures) et de remblais est à envisager sur l'emprise du projet, notamment au droit des zones aménagées.

En raison des futures démolitions, la présence de terrains remaniés devra être envisagée au droit des ouvrages non conservés.

Les sondages existants réalisés en novembre 2022 par GEOTEC dans le cadre de son étude G1 au droit du site ont mis en évidence la lithologie suivante :

- En partie supérieure, des formations superficielles composées de limons argilo-sableux et d'argiles sableuses à quelques graviers et blocs, peu à très peu compacts, jusqu'à 1.5 m à 3.5 m de profondeur/TN ;
- Puis, des argiles ± marneuses et des sables limoneux et graveleux à blocs et passages calcaires, de bonne à très bonnes compacités jusqu'à 9.0 m à 12.5 m de profondeur/TN ;

- Au-delà, le substratum calcaire $\pm$ altéré et fracturé, de très fortes compacités et recoupés jusqu'à au moins 25 m de profondeur/TN (arrêts des sondages).

2.3 Contexte hydrogéologique

D'après la carte IGN du secteur, la rivière de la Valserine s'écoule entre 250 m et 350 m à l'Est et en aval du site d'étude.

Des sources karstiques (pertes de la Valserine) sont également identifiées le long de la rivière de la Valserine.

Lors de la réalisation des différents sondages sur site, les niveaux d'eau en fin de foration (niveaux non stabilisés) suivants ont été observés :

Secteur	N° sondage	Date relevé	Profondeur du niveau d'eau (m/TN)
Lot B (bâtiment B5)	SD3	25/08/2023	8.6
Lot D (bâtiment D3)	SD6	25/08/2023	12.7

Les niveaux d'eau relevés au droit des sondages destructifs sont à prendre avec précaution et ne sont pas représentatifs des niveaux réels pouvant se développer dans les terrains du site. A noter que ces sondages ont été forés à l'air. Aucun niveau d'eau n'a été observé au droit des autres sondages lors de la foration.

Au droit des piézomètres installés sur le complexe sportif Gérard Armand, le relevé des niveaux piézométriques de ces ouvrages a permis de mettre en évidence les résultats suivants :

Secteur	Nom ouvrage	Date relevé	Profondeur du niveau piézométrique (m/sol)
Lot A / B	SC01	25/08/2023	sec
		22/09/2023	7.12
Lot E (bâtiment E3)	SD8	23/08/2023	4.27
		16/05/2023	4.91



SC01 – bouche à clef



SD8 – Tête hors-sol

Photographie des têtes de piézomètres installés en SC01 et SD8

Les piézomètres mis en place dans les sondages SC01 / SD8 / SC1 permettront au Maître d'œuvre ou au Maître d'Ouvrage de procéder à des relevés piézométriques périodiques (ABO-ERG a été missionnée pour réaliser un relevé tous les 1.5 mois pendant une durée de 4 mois), afin d'apprécier les fluctuations des circulations d'eau et/ou de la nappe et d'émettre un avis sur les côtes caractéristiques EB, HE, EE (au sens du DTU 14.1 et des EUROCODES), à considérer dans la conception du projet.

La présente étude n'aborde pas le problème de l'inondabilité éventuelle du site, qui n'entre pas dans le cadre de la mission d'ABO-ERG GEOTECHNIQUE.

3 RESULTATS DES INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

3.1 Résultats des sondages de reconnaissance géologique PM1 et PM8

Six fouilles à la pelle mécanique, notées PM1 et PM4 à PM8, ont été réalisées par ABO-ERG au droit du site d'étude le 04/07/2023 à l'aide d'une pelle de 3.0 t équipée d'un godet de 40 cm de largeur.

Les sondages de reconnaissance géologique, notés PM2 et PM3, ont été réalisés au droit des pistes d'athlétisme actuelle de la plateforme basse, avec une tarière de diamètre 63 mm.

Les sondages PM1 et PM8 ont été réalisés au droit des espaces verts de la plateforme haute (secteur lot A). Les autres sondages (PM2 à PM7) ont été réalisés au droit des espaces verts de la plateforme basse.

Les coupes et photographies des sondages sont fournies en annexes de ce rapport.

Les sondages PM1 à PM8 ont mis en évidence la lithologie suivante :

- **De 0.0 à 0.1 / 0.6 m de profondeur/TN** : Une épaisseur de limon sableux marron végétalisé (terre végétale) ;
- **De 0.0 / 0.3 à 0.1 / 1.2 m de profondeur/TN** : Localement, une épaisseur de remblais composés de graviers et cailloux anguleux à matrice sableuse beige à noir. Ces formations correspondent à d'anciens remblais mis en œuvre lors de l'aménagement et des terrassements du site actuel.
- **De 0.2 / 0.3 à 0.6 / 0.8 m de profondeur/TN** : Localement, des sables légèrement limoneux blanc-beige clair à galets et graviers arrondis.
- **De 0.1 / 0.6 à au moins 0.5 / 1.6 m de profondeur/TN (termes des sondages – refus)** : Des limons argileux bariolés gris-marron, de consistance raide / argilo-marneuse. Ces formations pourraient correspondre à la partie supérieure et très altérée des marnes calcaires sous-jacentes (frange d'altération). Cet horizon n'a pas été reconnu au droit des sondages PM6 / PM7.

Les sondages PM1 à PM8 ont obtenus des refus de creusement entre 0.5 m et 1.6 m de profondeur/TN, au droit de formations très denses / raides ou potentiellement rocheuse (toit du substratum).

Les lithologies rencontrées au droit de l'ensemble des sondages géologiques à la pelle mécanique disponibles sont résumées dans le tableau suivant (les profondeurs correspondent à la base des couches de sols ; elles sont données en mètres par rapport au niveau du terrain naturel lors de nos investigations) :

[illegible]

3.2 Résultats du sondage carotté SC01

Un sondage carotté, noté SC01, a été réalisé avec une sondeuse GEO 205 au droit de la chaussée actuelle du Chemin de Villeneuve et à l'arrière du mur de soutènement. Un carottier conventionnel double T6 Ø116 mm, utilisant de l'eau comme fluide de forage.

La coupe et les photographies de ce sondage sont fournies en annexes de ce rapport. Les profondeurs des sondages sont données par rapport au niveau du terrain actuel (voie en enrobé).

Le sondage carotté de reconnaissance géologique SC01 a mis en évidence les lithologies suivantes :

- **De 0.0 à 0.05 m de profondeur/TA** : Une couche d'enrobé noir ;
- **De 0.05 à 0.2 m de profondeur/TA** : Une épaisseur de remblais composés de graviers anguleux et concassés à fine matrice sableuse gris-marron (couche de forme présumée) ;
- **De 0.2 à 0.3 m de profondeur/TA** : Un bloc calcaire.
- **De 0.3 à 0.7 m de profondeur/TA** : Des limons légèrement argileux marron à quelques cailloutis ;
- **De 0.7 à 10.5 m de profondeur/TA** : Des formations rocheuses de marnes calcaires et calcaires marneux, de teinte grise à beige-orangé, plus ou moins fracturés. Des traces de remplissage argileux verdâtres sont visibles au droit des fractures des formations rocheuses.

Les formations rocheuses recoupées présentent globalement une bonne qualité ($85 \% \leq RQD^{(*)} \leq 100 \%$). Localement, quelques passages présentent une altération et fracturation plus importantes, avec une mauvaise qualité rocheuse ($0 \% \leq RQD^{(*)} \leq 56 \%$), notamment à 3.3-3.85 m/TA et à 5.7-7.7 m de profondeur/TA.

Le sondage SC01 a été arrêté volontairement à 10.5 m de profondeur/TA.

(*) : RQD = Rock Quality Designation (qualité de la masse rocheuse)

3.3 Résultats des sondages destructifs SP01 à SP05 et SD1 à SD8

Treize sondages destructifs ont été exécutés à l'aide d'une sondeuse GEO 205, équipée, en rotation, d'un tricone de diamètre 66 mm, utilisant de l'eau comme fluide de forage, et un marteau fond de trou / ODEX utilisant de l'air comme fluide de forage.

Des essais pressiométriques, exécutés suivant le mode opératoire de la norme NF EN ISO 22476-4, ont été réalisés dans les sondages SP01 à SP05. Les grandeurs représentatives des caractéristiques mécaniques des sols testés sont le module de déformation pressiométrique E_M (MPa), et la pression limite nette pressiométrique p^*_i (MPa).

Les différentes reconnaissances mettent en évidence la lithologie suivante :

- **Formation 1** : En partie supérieure, sous une couche de terre végétale limoneuse marron de 0.1 / 0.2 m d'épaisseur, des sables de teinte noire (secteur pistes d'athlétisme) à brun / marron, plus ou moins graveleux (graviers et cailloux), sur une épaisseur variable, jusqu'à 0.5 m à 2.3 m de profondeur/TN. Cet horizon est caractérisé par des consistances globalement lâches à moyennement denses, avec des valeurs de résistance mécaniques faibles à moyennes ($0.19 \leq p^*_i \leq 1.47 \text{ MPa}$) et des modules pressiométriques très faibles à faibles ($0.3 \leq E_M \leq 10 \text{ MPa}$).

Au droit et à proximité des espaces aménagés, cet horizon est assimilé à d'anciens remblais liés à l'aménagement et aux terrassements du site actuel, et pourrait avoir été pour partie remanié. Localement, une surépaisseur importante de remblais serait recoupée jusqu'à 3.5 m de profondeur/TA (secteur SD2 – partie Ouest de la plateforme haute). Cette surépaisseur de remblais localement est à considérer avec prudence compte-tenu de la nature des sondages, ne permettant pas délimiter précisément la lithologie des remblais / terrains en place (cuttings de forage).

Pour les autres sondages, cet horizon est assimilé aux formations de recouvrement superficielles du site, issues d'une forte altération des marnes et calcaires sous-jacents.

Les vitesses d'avancement du forage sont globalement moyennes à très élevées dans cet horizon, témoignant d'une compacité faible à moyenne des terrains traversés.

- **Formation 2 :** Au-delà, le substratum rocheux du site, composés de marnes calcaires et de calcaires marneux plus ou moins fracturés et altérés, de teinte beige clair à gris, et localement jaunâtre, jusqu'à au moins 15 m de profondeur/TN. Du fait des disparités observés dans cette formation, nous pouvons distinguer deux horizons principaux. Ces formations sont caractérisées par :

- Formation 2a – en tête et jusqu'à 2.5 / 4.5 m de profondeur/TN : La frange d'altération des calcaires marneux, caractérisée par des consistances tendres à raides, avec des valeurs de résistances mécaniques variables, faibles à élevées ($0.91 \leq p_l^* \leq 4.83 \text{ MPa}$) et des modules pressiométriques faibles à élevés ($9 \leq E_M \leq 93 \text{ MPa}$).

Les vitesses d'avancement du forage sont globalement faibles à moyennes dans cet horizon, témoignant d'une bonne compacité des terrains traversés.

- Formation 2b : Au-delà, de 2.5 / 5.0 à au moins 15 m de profondeur/TN (termes des sondages) : Des calcaires marneux fracturés à sain, à quelques passages plus marneux ou fragmenté, caractérisé par des consistances très raides, avec des valeurs de résistances mécaniques très élevées ($4.81 \leq p_l^* \leq 4.91 \text{ MPa}$) et des modules pressiométriques élevée à très élevées ($63 \leq E_M \leq +500 \text{ MPa}$), témoignant de la nature rocheuse des formations traversées.

Localement, quelques passages d'altération / fracturation plus importants, à remplissage argileux ou sableux, sont observés dans cet horizon rocheux et sont caractérisés par des consistances plus tendres avec des valeurs de résistances mécaniques limitée ($1.21 \leq p_l^* \leq 1.61 \text{ MPa}$) et des modules pressiométriques plus faibles ($12.5 \leq E_M \leq 15.5 \text{ MPa}$). On observe notamment un passage mou entre 10.5 m et 11.5 m de profondeur/TN au droit du sondage SP01 et à 5.5 m/TN au droit du sondage SP03.

Les vitesses d'avancement du forage sont globalement très faibles dans cet horizon, témoignant d'une bonne compacité des terrains traversés. On observe néanmoins localement quelques passages de foration rapide sur des faibles épaisseurs, témoignant de passages mous, pouvant correspondre à une zone de fracturation à remplissage argileux ou sableux par exemple.

Aucune anomalie majeure n'est observée lors de la foration de l'ensemble des sondages destructifs (SP01 à SP05 et SD1 à SD8), pouvant laisser présager la présence de cavités karstiques en profondeur sur l'emprise du projet. Les rares variations dans les enregistrements des paramètres de foration témoignent d'une facturation naturelle des calcaires marneux, à remplissage de fines (argiles ou sables), sur de faibles épaisseurs (0.1 m à 0.4 m en moyenne).

Les descriptions lithologiques faites ci-dessus sont à considérer avec prudence. En effet, celles-ci sont faites à partir de l'analyse des cuttings de forage extrait lors de la foration.

Ces résultats sont globalement cohérents avec les premiers résultats des sondages avec essais pressiométriques, notés SP1 à SP3, réalisés par GEOTEC en novembre 2022, mettant en évidence les résultats suivants :

- En tête, des formations de recouvrement argilo-sableuses présentant des caractéristiques mécaniques faibles à très faibles ($0.19 \leq p_l^* \leq 1.47 \text{ MPa}$; $0.3 \leq E_M \leq 10 \text{ MPa}$) jusqu'à 1.5 m à 3.5 m de profondeur/TN
- Puis une frange d'altération composée d'argiles marneuses et de sables limoneux graveleux / caillouteux à blocs et passages rocheux et des caractéristiques mécaniques hétérogènes, moyennes à élevées ($1.65 \leq p_l^* \leq 4.9 \text{ MPa}$; $15 \leq E_M \leq 334 \text{ MPa}$) jusqu'à 9 m à 12.5 m de profondeur/TN.
- Au-delà, le substratum calcaire plus ou moins fracturé, présentant des caractéristiques mécaniques très élevées ($p_l^* \geq 4.9 \text{ MPa}$; $69 \leq E_M \leq 480 \text{ MPa}$) jusqu'aux termes des sondages entre 10 m et 25 m de profondeur/TN.

3.4 Investigations géophysiques – sismique réfraction

Dans le cadre de la campagne de reconnaissance géophysique, 7 profils sismiques ont été réalisés pour estimer la profondeur du toit du substratum rocheux à l'échelle du site. Les résultats de ces reconnaissances (plan d'implantation des profils, résultats des modèles sismiques, interprétations détaillées des résultats) sont détaillés dans le compte rendu en annexe du présent rapport – *prestation réalisée par ABO-INNOGEO*.

Dans l'ensemble, il n'a pas été détectée d'anomalie majeure au droit du site du projet d'aménagement. En synthèse, les investigations géophysiques ont mis en évidence trois horizons principaux :

- En partie supérieure, des formations de recouvrement, caractérisées par des vitesses sismiques faibles (**500 à 600 m/s**), témoignant d'une faible compacité de ces terrains.
La base de cet horizon est reconnue entre 0.5 m et 2 m de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel, et ponctuellement jusqu'à 3 m de profondeur/TA.
Ces formations sont à rattacher aux épaisseurs de remblais sablo-graveleux et de limons argileux reconnus au droit des sondages à la pelle mécanique et des sondages destructifs (formation 1).
- Puis, un horizon d'altération, caractérisé par des vitesses sismiques intermédiaires (**1500 à 1850 m/s**), témoignant d'une bonne compacité et d'une altération / fragmentation du substratum rocheux.
Cet horizon est reconnu sur une épaisseur d'environ 1 m à 2 m en partie Nord et Ouest du site, à plus de 10 m en partie Sud et Est du site (plateforme basse).
Cet horizon est à rattacher à la frange d'altération en tête des calcaires marneux (formation 2a) et reconnus au droit des sondages destructifs.
- Au-delà, un horizon rocheux caractérisé par des vitesses sismiques élevées à très élevées (**2900 à 4600 m/s**) jusqu'à la base des profils sismiques, témoignant de la raideur des formations rocheuses. Cet horizon est à rattacher aux calcaires marneux plus ou moins fracturés (vitesses de 2900 à 3200 m/s) à sains (vitesses sismiques de 4100 à 4700 m/s), et reconnus au droit des sondages destructifs et carottés (formation 2b).

3.5 Résultats des essais en laboratoire

3.5.1 Identifications GTR

Cinq identifications GTR (teneur en eau, granulométrie, Valeur au Bleu) ont été réalisés sur des échantillons prélevés dans les sondages à la pelle mécanique PM4 à PM8.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-dessous et sont également disponibles en annexes de ce rapport :

Sond.	Prof.	Lithologie	D _{max}	Passant à 2 mm	Passant à 80 µm	Teneur en eau	VBS	IPI	Classe GTR (NF P 11-300)
[-]	[m/TA]	[-]	[mm]	[%]	[%]	[%]	[-]	[-]	[-]
PM4	0.6-1.6	Limon argileux grisâtre	25.5	86.5	77.5	13.7	1.9	21	A _{1 m}
PM5	0.4-1.0	Limon légèrement argileux grisâtre	8.7	91.2	82.7	12.9	1.7	21	A _{1 m}
PM6	0.2-0.6	Sable légèrement limoneux beige clair à graviers	37.3	59.0	28.2	2.3	0.1	35	B _{5 s}
PM7	0.3-0.8	Sable limoneux beige à graviers	35.8	62.0	32.8	3.1	0.3	31	A _{1 m}
PM8	0.6-1.3	Limon argileux grisâtre à quelques graviers	26.7	78.1	75.0	15.6	2.2	18	A _{1 m}

Les échantillons prélevés ponctuellement au droit des sondages à la pelle mécanique sont représentatifs des sols extraits lors des sondages ponctuels.

Les échantillons prélevés ont globalement mis en évidence des sols globalement fins à tendance limono-argileuse et localement sablo-limoneuse à quelques graviers, de classe A₁ dans un état hydrique moyen (*m*) selon le guide GTR du LCPC/SETRA et la norme NF P 11-300.

Localement (*secteur PM6*), les essais ont mis en évidence des sols à tendance sableuse légèrement limoneuse à graviers, de classe B₅ selon le guide GTR du LCPC/SETRA et la norme NF P 11-300.

La forte proportion de fines (diamètre < 80 µm) dans les matériaux de classe A₁ les rend particulièrement sensibles aux variations de teneur en eau, les faisant changer rapidement de consistance. La portance de ces matériaux est généralement moyenne et peut être amenée à chuter drastiquement suivant l'état hydrique dans lequel se trouve le matériau (*cas de matériaux dans un état hydrique très humide*). Les échantillons testés ont été prélevés par temps sec (condition favorable) et présentaient un état hydrique moyen (*m*) et une bonne portance (≥ 18).

La forte proportion de fines dans les matériaux de classe GTR B₅ les rend sensibles à l'eau et rapproche leur comportement de sols de classe A₁. Leur portance est généralement moyenne et est directement dépendante de leur pourcentage de fines (diamètre < 80 µm) et de l'état hydrique dans lequel se trouvent les matériaux. Cette dernière peut être amenée à chuter drastiquement l'état hydrique dans lequel se trouve le matériau (*cas de matériaux dans un état hydrique très humide*). L'échantillon testé présentait un état hydrique sec (*s*) et une bonne portance (>30) au moment du prélèvement (temps sec).

Les résultats des essais sont cohérents avec les résultats des essais en laboratoire réalisés lors de la mission G1 ES-PGC de GEOTEC. Lors de cette première campagne de sondage, les échantillons prélevés avaient mis en évidence des terrains à tendance sablo-limoneuse et argilo-limoneuse à quelques graviers, et de classe A₁ / B₅ et localement A₃ selon la classification du GTR.

3.5.2 Résistance à la compression uniaxiale

Deux essais de détermination de la résistance en compression uniaxiale ($R_{\text{compression}}$) ont été réalisés sur des échantillons rocheux prélevés au droit du sondage SC01.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau ci-dessous et sont également disponibles en annexes de ce rapport :

Sond.	Prof.	Lithologie	Masse volumique du matériau	R_c
[-]	[m/TN]	[-]	[g/cm ³]	[MPa]
SC1	1.55-1.70	Marne calcaire fracturée grise	2.66	16.1
SC1	8.40-8.60	Marne calcaire fracturée grise	2.59	9.0

La densité des matériaux testé est globalement élevée (~ 2.6) et représentative d'une roche calcaire tendre ou d'une marne calcaire dure. Cette densité témoigne d'une roche peu poreuse (absence de vide rempli d'air ou d'eau).

La rupture des échantillons a eu lieu à une contrainte mécanique de :

- 16.1 MPa à 1.55-1.7 m de profondeur/TN : résistance mécanique faible (*classe RC5 d'après le tableau d'Atkinson*) ;
- 9.0 MPa à 8.4-8.6 m de profondeur/TN : résistance mécanique faible (*classe RC5 d'après le tableau d'Atkinson*).

CLASSES	VALEURS DE RESISTANCE EN COMPRESSION UNIAXIALE σ_c	TERMES DESCRIPTIFS DE RESISTANCE
RC 1	$\sigma_c > 200 \text{ MPa}$	Résistance extrêmement élevée
RC 2	$100 \text{ MPa} < \sigma_c < 200 \text{ MPa}$	Résistance très élevée
RC 3	$50 \text{ MPa} < \sigma_c < 100 \text{ MPa}$	Résistance élevée
RC 4	$25 \text{ MPa} < \sigma_c < 50 \text{ MPa}$	Résistance moyenne
RC 5	$5 \text{ MPa} < \sigma_c < 25 \text{ MPa}$	Résistance faible
RC 6	$1 \text{ MPa} < \sigma_c < 5 \text{ MPa}$	Résistance très faible
RC 7	$\sigma_c < 1 \text{ MPa}$	Résistance extrêmement faible

Classe de résistance en compression uniaxiale - tableau d'Atkinson

4 CONTEXTE GEOTECHNIQUE - PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION

Au niveau de la mission d'ingénierie géotechnique préalable réalisée de type G₁ phases ES et PGC, seules les premières indications géotechniques d'aménagement peuvent être présentées. Il sera nécessaire de les préciser lors des phases de conception du projet (étude des fondations, terrassements, soutènements et dispositifs de protection contre les eaux - étude des quantités, coût et délais d'exécution des ouvrages géotechniques), puis d'exécution, conformément à l'enchainement nécessaire des missions géotechniques (celles-ci seront de type G₂, G₃, et G₄, voire G₅, au sens de la norme NF P 94-500 des missions types d'ingénierie géotechnique de novembre 2013).

En ce qui concerne le présent document, il s'agit d'une mission d'ingénierie géotechnique préalable G₁, relative au projet de construction de nouveaux bâtiments de logements, selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013.

4.1 Premier modèle géologique - Identification des risques géotechniques majeurs

4.1.1 Modèle géologique préalable

Les investigations géotechniques réalisées dans le cadre de la présente étude et de la précédente étude (GEOTEC [C]) indiquent la présence des formations suivantes au droit du site :

- **Formation 1 : Formations de recouvrement**

Sous une épaisseur superficielle de terre végétale limoneuse, de 0.3 m d'épaisseur, ou d'enrobé de 0.05 m d'épaisseur, des formations superficielles de recouvrement composés :

- En partie supérieure, des sables plus ou moins fins et limoneux à graviers et cailloux sur la plateforme basse, et de cailloux et graviers calibrés à matrice sableuse beige sur la plateforme haute (terrain d'entraînement), de consistance moyennement dense.

La partie supérieure de ces terrains et jusqu'à au moins 0.5 m à 1.5 m/TN pourrait correspondre à des remblais liés à l'aménagement du site actuel (voiries, bâtiments, réseaux, terrassements et remblaiement pour obtenir des plateformes planes).

- Des limons argileux bariolés gris-marron/brun, de consistance raide (état hydrique moyen à sec lors de la réalisation des sondages en août 2023) à quelques graviers.

Cet horizon est caractérisé par des compacités et des caractéristiques mécaniques globalement faibles à très faibles. La base de cet horizon est attendue variable au droit du site et est estimée entre 0.5 m et 3.7 m de profondeur par rapport au niveau du terrain naturel actuel.

- **Formation 2 : Substratum rocheux plus ou moins altéré et fracturé**

Puis, des formations rocheuses plus ou moins altérées et fragmentées composés de calcaires marneux et de marnes calcaires, à quelques passages de remplissage argileux ou sableux. D'une manière générale, ces formations ont tendance à gagner en raideur et en compacité avec la profondeur.

Nous pouvons distinguer deux horizons principaux au sein du substratum :

- Formation 2a : En partie supérieure, la frange d'altération du substratum, composés de graves calcaires à matrice argilo-marneuse et de calcaires marneux très fracturé ou altéré / fragmenté, et présentant des consistances tendres à raides, et des caractéristiques mécaniques très hétérogènes, moyens à élevées. De fortes disparités de nature et de compacité sont attendues dans cet horizon (passages

gravelo-argileux peu compact et passages rocheux ou blocailleux très compactes par exemple).

La base de cet horizon est estimée entre 2.5 m et 4.5 m de profondeur par rapport au niveau du terrain naturel actuel – avant terrassements.

- **Formation 2b :** Au-delà, des calcaires marneux et marnes calcaires plus ou moins fracturés à sains, présentant des consistances rocheuses et très raides et des caractéristiques mécaniques très élevées. Cet horizon est observé jusqu'aux termes de l'ensemble des sondages, arrêtés entre 10 m et 25 m de profondeur/TN.

La profondeur de transition des différents horizons a été déterminée sur la base des sondages carottés et sondages pressiométriques et destructifs. La profondeur de transition entre les différents horizons est dans tous les cas à considérer avec prudence.

Formation	F1	F2a	F2b
Nature	Formations de recouvrement Sable limono-graveleux et limon argileux Profondeur (m) [cote altimétrique m NGF]	Frange d'altération Calcaires marneux / marnes calcaires altérés et très fracturés Profondeur (m) [cote altimétrique m NGF]	Substratum Calcaire marneux plus ou moins fracturés à sain Profondeur (m) [cote altimétrique m NGF]
Compacités	Très faibles à faibles	Moyennes à élevées	Elevées à très élevées
Consistance	Moyennement dense (sables graveleux) et mou à raide (limons argileux)	Tendre à raide	Très raide
SC01+Pz (Lot A / B)	0.0 à 0.7 [450.4 à 450.1]	0.7 à 3.85 [450.4 à 450.1]	A partir de 3.85 [446.9] Terme sondage à 10 m
SP01 (Lot A)	0.0 à 1.5 [450.5 à 449.0]	1.5 à 4.0 [449.0 à 446.5]	A partir de 4.0 [446.9] Terme sondage à 15 m
SP02 (Lot B)	0.0 à 0.5 [446.5 à 446.0]	-	A partir de 0.5 [446.0] Terme sondage à 15 m
SP03 (Lot C)	0.0 à 1.9 [445.9 à 444.0]	1.9 à 4.5 [444.0 à 441.4]	A partir de 4.5 [441.4] Terme sondage à 15 m
SP04 (Lot D)	0.0 à 0.8 [446.6 à 445.8]	0.8 à 2.5 [445.8 à 444.1]	A partir de 2.5 [444.1] Terme sondage à 15 m
SP05 (Lot E)	0.0 à 1.8 [445.6 à 443.8]	1.8 à 2.3 [443.8 à 443.3]	A partir de 2.3 [443.3] Terme sondage à 15 m
SD1 (Lot A)	0.0 à 0.7 [450.4 à 450.1]	0.7 à 3.5 [450.1 à 446.9]	A partir de 3.5 [446.9] Terme sondage à 15 m
SD2 (Lot A)	0.0 à 0.3 [451.3 à 451.0]	0.3 à 3.5 [451.0 à 447.8]	A partir de 3.5 [447.8] Terme sondage à 15 m
SD3 (Lot B)	0.0 à 2.3 [445.8 à 443.5]	2.3 à 3.8 [443.5 à 442.0]	A partir de 3.8 [442.0] Terme sondage à 15 m
SD4 (Lot B)	0.0 à 1.4 [446.6 à 445.2]	-	A partir de 1.4 [445.2] Terme sondage à 15 m
SD5 (Lot C)	0.0 à 2.2 [446.2 à 444.0]	2.2 à 4.0 [444.0 à 442.2]	A partir de 4.0 [442.2] Terme sondage à 15 m
SD6 (Lot D)	0.0 à 3.7 [446.8 à 443.1]	-	A partir de 3.7 [443.1] Terme sondage à 15 m
SD7 (Lot E)	0.0 à 0.5 [445.5 à 445.0]	-	A partir de 0.5 [445.0] Terme sondage à 15 m

SD8+Pz (Lot E)	0.0 à 1.1 [445.6 à 444.5]	1.1 à 4.5 [444.5 à 441.1]	A partir de 4.5 [441.1] Terme sondage à 10 m
SP1 (GEOTEC)	0.0 à 1.9 [444.5 à 442.6]	1.9 à 9.0 [442.6 à 435.5]	A partir de 9.0 [435.5] Terme sondage à 20 m
SP2 (GEOTEC) (Lot A)	0.0 à 1.5 [451.0 à 449.5]	-	A partir de 1.5 [449.5] Terme sondage à 10 m
SP3 (GEOTEC) (Lot D)	0.0 à 3.5 [446.6 à 443.1]	-	A partir de 3.5 [443.1] Terme sondage à 25 m
SC1 (GEOTEC) (Lot D)	0.0 à 2.2 [446.9 à 444.7]	2.2 à 9.25 [444.7 à 437.6]	A partir de 9.25 [4437.6] Terme sondage à 10 m

Pour rappel, un niveau d'eau stabilisé a été mis en évidence le 22/09/23 à 7.1 m/TN au droit de SC01 (*partie haute du site – secteur lot A/B*) et à 4.9 m/TN au droit de SD8 (*partie basse du site – secteur lot E*) au droit des ouvrages piézométriques installés.

Des circulations d'eau sont également au sein des formations superficielles et de recouvrement du site, notamment à la faveur d'épisodes climatiques défavorables (pluies intenses et/ou prolongées).

4.1.2 Identification des risques géotechniques

Rappelons que le projet consistera en la construction de nombreux nouveaux bâtiments, du simple RdC à R+8, et présentant un à deux niveau(x) de sous-sol(s) enterrés. A ce stade du projet, l'altimétrie des niveaux bas des bâtiments n'est totalement calée (cf. §1.3). Il est également prévu 600 places de stationnement, des nouvelles voiries et une rampe d'accès.

Compte tenu des résultats des investigations réalisées, les principaux risques géotechniques identifiés sont les suivants :

- Compte-tenu de l'historique et de l'aménagement du site, des épaisseurs variables de remblais pourraient être recoupées en partie supérieure du site, notamment au droit et à proximité des ouvrages existants (voiries, bâtiments, réseaux enterrés, terrains sportifs remblayés). Ces remblais peuvent présenter des hétérogénéités de nature et de compacité. La présence de remblais est bien évidemment possible en d'autres secteurs.
- Les formations sablo-limoneuses et limono-argileuses de la formation 1 présentent des compacités limitées et une certaine compressibilité, pouvant être incompatible avec l'apport de fortes charges.
- Les limons argileux / argiles limoneuses et marneuses de la formation 1 pourraient être sensibles aux variations hydriques.
- Le substratum de calcaires marneux présente une frange d'altération en tête (formation 2a) présentant une épaisseur très variable. Cette frange altérée est susceptible de présenter des hétérogénéités de consistance et de nature (passage argilo-marneux moins consistant contenu au sein des calcaires rocheux ou blocs très raides et compacts par exemple). On ne peut exclure que des passages meubles et de compacités plus faibles puissent être recoupés en profondeur au sein de cet horizon d'altération.
- D'importantes surprofondeurs de cette frange d'altération sont observés localement (plus d'une dizaine de mètres au droit du profil de sismique réfraction SRT07/SRT08 par exemple). De fait, la profondeur du substratum calcaire ± facturé à sain (formation 2b) est variable sur l'emprise du projet, et pourrait potentiellement être recoupée à des profondeurs plus ou moins importantes entre les points de sondage.

- Un niveau d'eau est recoupé à moyenne profondeur et pourrait avoir un impact sur le projet dans le cas de la réalisation de niveaux enterrés. Un suivi piézométrique sera réalisé au droit des ouvrages piézométriques installés en SC01 et SD8.
- Des terrains remaniés seront en place suite aux démolitions des ouvrages actuels (bâtiments, réseaux enterrés, voies d'accès notamment)
- Le risque sismique devra être pris en compte dans la conception du projet (*zone sismique 3*) en fonction de la catégorie des différents ouvrages projetés (*classes des différents ouvrages à préciser par la maîtrise d'œuvre ou la maîtrise d'ouvrage – paramètres non géotechniques*).

4.1.3 Avis sur le risque karstique au droit du projet

Les différentes investigations géotechniques et géophysiques réalisés au droit du site lors des différentes campagnes, ont mis en évidence des formations de calcaires marneux et marnes calcaires, de fortes densités et de très bonnes compacités. Les sondages réalisés ont mis en évidence l'existence de zones de fractures au sein des calcaires, sur des faibles épaisseurs (de l'ordre de 0.1 m à 0.5 m environ) et à remplissage argileux ou sableux. Aucune cavité karstique pouvant avoir une incidence sur le projet n'a été mise en évidence au droit des sondages réalisés et jusqu'à une profondeur de 15 m/TN.

A ce stade du projet et des investigations, le risque karstique semble pouvoir être considéré comme faible au droit des futurs bâtiments.

Dans le cadre de l'étude de conception phase avant-projet (G2 AVP) des bâtiments, il conviendra dans tous les cas de réaliser des sondages profonds complémentaires au droit des futurs ouvrages, quand leurs implantations, géométries et altimétries du niveau bas auront été fixées définitivement.

4.2 Première approche du mode de fondation envisageable pour le projet

Pour rappel, le projet consistera en la construction de nombreux nouveaux bâtiments, du simple RdC à R+8, et présentant un à deux niveau(x) de sous-sol(s) enterrés. La plupart des bâtiments projetés seront en R+3 à R+5.

A ce stade, nous ne connaissons pas les caractéristiques précises des ouvrages prévus (altimétries définitives des niveaux bas, géométrie et implantation définitive, descentes de charges exhaustives ...). Dans le cadre de la réalisation des deux niveaux de sous-sols, des excavations en déblais de grandes ampleurs sont à prévoir. Ainsi, des terrassements de l'ordre de 5 m à 6 m de profondeur par rapport au niveau du terrain naturel actuel sont à envisager dans ce cadre. Des terrassements en déblais sont également à prévoir dans le cadre de la démolition des bâtiments existants (tribunes couvertes, vestiaires, club-house ...).

Le mode de fondation des bâtiments projetés va dépendre de leurs caractéristiques techniques (altimétrie du niveau bas, descentes de charges notamment) et du contexte géomécanique au droit de leur implantation.

Comme vu précédemment, le contexte géotechnique du site est caractérisé en partie supérieure par la présence des formations de recouvrement (formation 1) composées de remblais sablo-graveleux, de sables limono-graveleux et de limons argileux à quelques graviers, peu compacts et jugés compressibles, sur une épaisseur variable de 0.5 m à 3.5 m de profondeur/TN, reposant un substratum rocheux, composé d'une frange d'altération (formation 2a) en partie supérieure, de compacités hétérogènes, moyennes à élevées, jusqu'à 2.3 m à 9.25 m de profondeur/TN. Au-delà, la frange plus ou moins fracturée à saine des calcaires marneux et marnes calcaires, (formation 2b), de fortes compacités et de consistance très raide et rocheuse, est recoupée jusqu'à au moins 15-25 m de profondeur/TN (termes des sondages les plus profonds).

L'attention est attirée sur l'hétérogénéité des terrains traversés au sein de la frange d'altération calcaire de la formation 2a (présence de blocs et galets très compacts et de passages de sables et argiles de compacité moindre). Ainsi, en fonction du calage des niveaux bas, il sera indispensable de prévoir un maillage de sondages serré lors des études de conception G2 ultérieures pour préciser le contexte géomécanique au droit de l'ensemble des ouvrages projetés.

D'une manière générale, il conviendra de rechercher un ancrage des fondations des ouvrages au sein du substratum calcaire marneux plus ou moins altéré et fracturé (formation 2), au-delà des formations de recouvrement de sables limono-graveleux et de limons argileux à graviers de la formation 1.

La profondeur du toit de ce substratum calcaire $\pm$ altéré et fracturé (formation 2) est atteinte à partir de 0.5 m à 3.7 m de profondeur en référence aux sondages réalisés dans le cadre de la présente étude (cf. tableau ci-dessus au 4.1.1.).

En première approche et dans le cas de bâtiments présentant des descentes de charges modérées à élevées (RdC à R+4), il semble possible, à ce stade préliminaire, de s'orienter vers un mode de fondation superficielle à semi profonde ancrée au sein des calcaires marneux et marnes calcaires très altérés (formation 2a) ou des calcaires marneux plus ou moins fracturés (formation 2b), avec un ancrage d'au moins 0.3 m (calcaires massifs – formation 2b) à 0.5 m (calcaires altérés et très fracturés – formation 2a), et à une profondeur minimale d'assise de 1 m à 3 m par rapport au niveau du terrain naturel actuel (avants terrassements). Compte-tenu de l'ampleur des excavations prévues dans le cadre de la réalisation des niveaux de sous-sols, cet horizon d'assise devrait être atteint lors des terrassements.

Dans ce cadre, un mode de fondations superficielles par semelles isolées et/ou filantes pourrait être étudié.

Des investigations complémentaires pourront être à prévoir dans le cadre des études géotechniques ultérieures pour mieux préciser le modèle géotechnique et confirmer la faisabilité de ce mode de fondation, en fonction des caractéristiques du projet (descentes de charges, calage des niveaux bas ...).

Dans le cas de bâtiments présentant des descentes de charges très élevées (R+5 à R+8), les altérations calcaires et marneuses de la formation 2a pourraient être incompatibles avec le projet en termes de portance et de tassements. Si ceux-ci n'étaient pas compatibles avec le projet, il semble nécessaire de s'orienter vers une répartition des charges en profondeur au sein des calcaires marneux $\pm$ fracturés et très compacts de la formation 2b. En fonction des variations du toit du substratum au droit des différents lots du projet (cf. tableau du §4.1.1), il pourra être étudié une solution de fondations superficielles (type semelles) à profondes (type pieux), notamment dans le cas d'efforts sismiques importants.

Les profondeurs d'assise pourront varier en plus ou en moins, en fonction d'anomalies non décelées lors de la réalisation des sondages (terrains remaniés, anciens remblais, hétérogénéités de nature et de compacité au sein des calcaires altérés et fracturés de la formation 2a, frange sableuse de faible compacité ou compressibles, présence locale de poches inconsistantes, variation du toit du substratum calcaire par exemple). Le niveau d'assise des fondations devra être adapté en conséquence, ce qui pourrait nécessiter des adaptations.

La contrainte admissible de sol (portance) et d'une manière générale l'ensemble des données géomécaniques (frottement axial par exemple) devront être précisés dans le cadre des études de conception G2 ultérieures, en fonction des caractéristiques des ouvrages (descentes de charges notamment) et sur la base d'investigations complémentaires.

A ce stade compte-tenu de l'ampleur des terrassements prévus et contexte géotechniques des terrains formations recoupés, il semble possible de s'orienter vers un dallage sur terre-plein pour le niveau bas des bâtiments projetés.

Les ouvrages devront être fortement rigidifiés dans ce contexte. Dans le cas de la présence d'un niveau de nappe souterraine (à préciser – suivi piézométrique en cours) au droit du projet, des dispositions spécifiques pourraient être nécessaires (cuvelage étanche du niveau bas par exemple).

Ainsi, les premiers principes de fondations évoqués ci-dessus en première approche, en fonction des sondages disponibles, devront effectivement être précisés dans le cadre des études géotechniques de conception (G₂) ultérieures sur la base d'investigations géotechniques

complémentaires, lorsque l'implantation exacte, les niveaux de plancher et les descentes de charges du projet seront définis.

4.3 Terrassements – Soutènements

Compte-tenu de la nature du projet, nous pouvons faire l'hypothèse que les niveaux bas du projet atteindraient une profondeur comprise entre 5 m et 6 m par rapport au niveau du terrain naturel actuel pour les ouvrages en R-2 et de l'ordre de 3 m pour ouvrages en R-1.

L'ampleur exacte des terrassements en remblais n'est pas connue à ce stade du projet et serait a priori limitée ($\leq +1.0$ m environ) – à confirmer par le maître d'ouvrage suite à l'avancement du projet.

L'usage du brise roche (BRH) ou de dents de déroctage, à envisager dans ce contexte (présence du substratum calcaire marneux et marno-calcaire, présence de blocs volumineux ou de niveaux graveleux denses et indurés), pour la réalisation des terrassements généraux serait fait avec les précautions suffisantes en regard de l'environnement et du contexte général du projet. Dans ce cas, il y aurait lieu d'effectuer des mesures de vibrations sur les structures existantes avoisinantes et de vérifier le respect des seuils de tolérance fixés notamment par la circulaire ministérielle de juillet 1986.

Les investigations géophysiques par sismique réfraction ont permis d'estimer la rippabilité des formations rocheuses calcaires en place, sur la base de la table Caterpillar pour un tracteur D9G (390 CV) avec une défonceuse 9B une dent. Ainsi pour les formations de recouvrement (formation 1) et la frange d'altération calcaire (formation 2a), les matériaux pourront être défonçable (au tracteur). Au-delà, pour le substratum calcaire $\pm$ fracturé (formation 2b), ces matériaux ne pourront être défonçable qu'après tirs d'ébranlement. Ainsi, dans le cas de terrassements au sein des calcaires marneux compacts de la formation 2b, il pourra être envisagé une méthode de terrassements à l'explosif (micro-minage par exemple). La méthodologie employée devra dans tous les cas tenir compte des ouvrages avoisinants (bâtiments et voiries notamment).

Le contexte hydrogéologique devra être vérifié dans le cadre des études de conception G2. Un suivi du piézomètre installé est dans tous les cas à prévoir.

Dans le cas où les terrassements seraient réalisés hors d'eau, les parois décaissées dans le cadre du projet devront faire l'objet de dispositions spécifiques (talutages de pente adaptés à la tenue des terrains si l'emprise le permet vis-à-vis des limites de propriétés et des mitoyens, protection contre les eaux, blindages et protections provisoires), et/ou de soutènement spécifiques si nécessaire.

Dans le cas de terrassements en déblais d'ampleur limitée (≤ 3.0 m) – bâtiments sans niveau enterré ou avec un niveau de sous-sol semi-enterré par exemple –, il pourrait être envisager la mise en œuvre de talutage, si l'emprise des mitoyens le permet. Les pentes de talutages provisoires suivantes seraient à respecter suivants les matériaux rencontrés :

- **3H/2V** (3 m horizontal / 2 m vertical) dans les formations de recouvrement de sables limono-graveleux et limons argileux de la formation 1 ;
- **1H/1V** dans les formations d'altération calcaires et marneuses de formation 2a ;
- **1H/3V** dans les formations rocheuses massives $\pm$ fracturées de la formation 2b.

Pour les terrassements plus conséquents (> 3.0 m) ou pour les terrassements et ouvrages en limite de propriété (bâtiments au Nord notamment), il conviendrait de s'orienter vers des soutènements provisoires de type paroi berlinoise butonnées ou ancrées – à étudier dans le cadre des études de conception G2. Rappelons que la mise en œuvre d'éventuels soutènements ancrés est soumis à l'obtention des autorisations de tréfond.

Dans le cas où les terrassements étaient concernés par un niveau d'eau (à préciser lors du suivi des piézomètres installés – suivi piézométrique en cours), des dispositions spécifiques (pompage, écrans provisoires étanches, cloutage du fond de fouille) seront à envisager.

Les terrassements et éventuels ouvrages de soutènement devront être définis et conçus au niveau G_2 de manière à éviter tout déplacement et mouvement des terrains amont, des éventuelles fondations mitoyennes et de leurs terrains d'assise et de manière à garantir la stabilité générale du site. Ces ouvrages seront dimensionnés et drainés pour permettre de reprendre la poussée des terres, les surcharges en tête et de maîtriser les eaux et les gradients hydrauliques éventuels souterrains, et éviter toute chute de matériaux en fond de fouille vis-à-vis de la sécurité du chantier et des ouvrages (biens et personnes).

Il est rappelé que l'étude approfondie des conditions de terrassement et de soutènement (conception G_2 en phase avant-projet puis projet G_2 AVP/PRO, exécution G_3) n'est pas l'objet de la présente mission. Les éléments de principe précédents, d'un caractère général, sont donnés dans le cadre de la présente mission G_1 phase PGC, et ne sont pas destinés, à ce niveau, à servir de base à la conception de marchés, notamment forfaitaires.

4.4 Dispositions relatives à la gestion des eaux

Aux abords des ouvrages sera mis en place un dispositif d'évacuation des eaux de ruissellement et de toiture (contre-pente, cunette bétonnée, dallage périphérique étanche ou tout autre dispositif approprié) permettant d'éviter toute réinjection des eaux dans le sol d'assise des fondations qui pourraient être nuisibles à la bonne tenue de ces dernières.

Dans le cas où le projet ne serait pas concerné par un risque de remontée de nappe, un système de drainage périphérique et en sous-face, avec évacuation latérale et gravitaire (ou au moyen d'une pompe de relevage si nécessaire) vers un exutoire adapté, sera étudié et mis en place notamment en face arrière des éventuelles parois enterrées de la construction, de manière à évacuer les eaux d'infiltration et de circulation de manière efficace (utilisation d'ENKADRAIN ou matériau similaire, drain de pied, drain en sous-face, etc....).

Dans le cas où le projet serait concerné par un risque de remontée de nappe il conviendra de prévoir la mise en œuvre de dispositifs de protection spécifiques (cuvelage étanche, radiers dimensionnés de manière à reprendre les sous pressions).

Selon le degré de protection souhaité des éventuelles parties enterrées, on se référera, dans tous les cas, au DTU 14.1.

On s'attachera également à gérer les écoulements de surface par la canalisation et l'évacuation, si possible en aval du site, des eaux issues des surfaces de ruissellement amont.

L'exutoire devra se faire dans un endroit adapté, sans risque de déstabilisation de l'endroit concerné et du voisinage, ceci en conformité avec les dispositions réglementaires (loi sur l'eau, etc..).

Comme vu précédemment, des dispositions spécifiques sont par ailleurs à prévoir pour limiter les variations de teneur en eau des sols.

4.5 Prise en compte des règles parasismiques

La commune de **VALSERHONE** (01) se trouve en **zone 3** dite de « **risque modéré** » selon le zonage sismique de la France établi par la délégation aux risques majeurs du ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, d'où une accélération maximale de référence : **agr = 1.1 m/s²**.

Il conviendra de prendre en compte les prescriptions parasismiques en vigueur, tant en infrastructure qu'en superstructure, en fonction de la catégorie des ouvrages projetées (*paramètre non géotechnique – à définir par la maîtrise d'œuvre et/ou la maîtrise d'ouvrage*).

On retiendra, à ce stade des études, un sol de **classe A** (formations rocheuses à faible profondeur) pour les ouvrages fondés au sein du substratum rocheux plus ou moins fracturé et altéré.

Compte-tenu de la présence de formations rocheuses à faible profondeur au droit du site, le risque de liquéfaction des sols peut être considéré comme négligeable au droit du site.

5 RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX VOIRIES

5.1 Préambule

Rappelons que le géotechnique du site est caractérisé en partie supérieure par la présence de formations limono-argileuse jusqu'à 0.5 / 1.6 m de profondeur/TN, et localement de formations sablo-limoneuses (secteur PM6 / PM7) jusqu'à 0.6 / 0.8 m de profondeur/TN, reposant sur des formations rocheuses plus ou moins altérés et facturées, et très compactes au-delà.

D'après les essais réalisés, les terrains recoupés par les terrassements des voiries sont des sols à tendance limono-sableuse et sablo-limoneuse, et sont attendues comme très sensibles aux variations hydriques, pouvant faire chuter rapidement leur portance, et de classe A₁ et B₅ selon la classification GTR du LCPC/SETRA et la norme NF P 11-300.

Nous émettons dans la suite de ce chapitre des recommandations dans le cadre de la création des nouvelles chaussées et des espaces de parking extérieurs du projet d'aménagement du quartier Musinens.

5.2 Recommandations relatives à la mise en œuvre d'une nouvelle couche de forme et d'une nouvelle structure de chaussée

5.2.1 Terrassements

L'ampleur et les profondeurs des excavations en déblais prévues dans le cadre du projet ne nous ont pas été communiquées. Des terrassements seront néanmoins réalisés dans le cadre de la requalification et restructuration des voies, de la dépose des revêtements existants, des réfections des revêtements et couche de forme des voiries.

D'une manière générale, si l'on souhaite mettre en place une nouvelle couche de forme et une nouvelle structure de chaussée, il est probable que des épaisseurs de purge de l'ordre de 0.3 à 0.5 m soient nécessaires.

Ainsi, les terrassements réalisés dans le cadre du projet intéresseront principalement en partie supérieure les épaisseurs terre végétale limono-sableuse et de remblais graveleux-sableux, puis des formations sablo-limoneuses à graviers (secteur PM6 / PM7) et de limons argileux.

Les terrains sablo-graveleux (remblais + secteur PM6 / PM7) présentent une mauvaise tenue en fouille (terrains bouillants et instables – risque d'éboulements des terrains excavés lors des terrassements en phase chantier) et pourraient nécessiter la mise en œuvre de blindages, en fonction de l'ampleur des terrassements prévues, notamment dans le cas de la pose de réseaux enterrés profonds. Une bonne tenue en fouille est attendue au droit des formations limono-argileuse.

Les terrassements seront réalisés à l'aide d'une pelle mécanique de forte puissance.

D'anciennes infrastructures massives, des blocs, des passages graveleux cimentés peuvent être rencontrés lors des terrassements. Ils pourront justifier la mise en œuvre de matériels spécifiques de type brise roche hydraulique.

L'usage du brise-roche, si nécessaire (niveaux graveleux indurés, blocs, présence d'infrastructures enterrées, décroulage et rabotage des enrobés existants), sera fait avec les précautions suffisantes en regard de l'environnement et du contexte général du projet. Dans ce cas, il y aurait lieu d'effectuer des mesures de vibration sur les structures existantes avoisinantes, et de vérifier le respect des seuils de tolérance fixés par la circulaire ministérielle de juillet 1986.

Les parois décaissées dans le cadre du projet devront faire l'objet de dispositions spécifiques (talutages de pente adaptée à la tenue des terrains si l'emprise le permet vis-à-vis des limites de propriétés et des mitoyens, protection contre les eaux, blindages et protections provisoires), et/ou

de soutènement spécifiques si nécessaire en fonction de l'ampleur réelle des terrassements prévus.

Les ouvrages de blindage seront définis et conçus de manière à éviter tout déplacement et mouvement des terres, des fondations mitoyennes et de leurs terrains d'assise.

Ces ouvrages seront dimensionnés pour permettre de reprendre la poussée des terres et des mitoyens. Ils devront prendre en compte également les charges et surcharges en tête (surcharges routières et ouvrages existants voisins notamment).

Il est rappelé que l'étude approfondie des conditions de terrassement et de soutènement (conception G₂ en phase projet G₂ PRO, exécution G₃) n'est pas l'objet de la présente mission. Les éléments de principe précédents, d'un caractère général, sont donnés dans le cadre de la présente mission, et ne sont pas destinés, à ce niveau, à servir de base à la conception de marchés, notamment forfaitaires.

5.2.2 Décapage du terrain et classement de la PST

Comme vu précédemment, la PST principale du site (voiries, parking, voies piétonnes) pourrait être majoritairement constituée de sable légèrement limoneux à graviers localement (*partie Nord du site - secteur PM6 / PM7*) et de limons argileux sur le reste du site.

Ces matériaux de classe GTR A₁ et B₅ étant particulièrement sensibles aux conditions météorologiques, leur état hydrique peut évoluer rapidement. Il est donc conseillé de réaliser les travaux en conditions météorologiques favorables afin d'obtenir un état hydrique moyen à sec permettant d'obtenir une portance suffisante à la circulation d'engins sur la PST sans difficulté.

Avant la mise en œuvre des nouvelles structures de chaussée, il conviendra :

- Au droit des espaces verts et voies existantes, de purger l'épaisseur de terre végétale, et de remblais éventuels (ancienne couche de forme notamment) ; une épaisseur de purge minimale de l'ordre de **0.30 m** à **0.50 m** est prévisible.
- L'épaisseur de décapage devra, si nécessaire, être adaptée en cas de d'épaisseurs de remblais médiocres (présence de débris anthropiques, terrains lâches ou décomprimés par exemple) ou de terre végétale.

En fonction du niveau final de plateforme finale souhaitée et de la PST effective en phase travaux, l'épaisseur de décapage et de la couche de forme à mettre en œuvre pourra être amenée à augmenter.

Ensuite, après recompactage du fond de terrassement, il convient de considérer que la plateforme obtenue sera vraisemblablement :

- De niveau **PST2/AR1** en conditions hydriques sèches à moyennes ;
- De niveau **PST1/AR1** en conditions hydriques humides ;
- La portance est toutefois susceptible de chuter en **PST0/AR0** en conditions défavorables (conditions hydriques très humides).

Notons que le cas d'une PST0/AR0 n'autorise pas de mise en place de couche de forme sans préparation préalable. Il conviendra donc de prévoir dans ce cas une amélioration de sol (en première approche, une épaisseur de 0.3 à 0.4 m de matériaux d'apport insensibles à l'eau et non gélifs de classe B₃ ou D₂ et de type 0/40 mm ou équivalent), de manière à pouvoir reclasser la plateforme en PST1/AR1.

Les épaisseurs de cette couche d'amélioration devront être adaptées suivant les terrains mis à jour en fond de terrassement et des résultats des essais à la plaque (si les critères requis ne sont pas atteints par exemple – dans ce cas, des purges-substitution pourraient s'avérer nécessaires) mais aussi en fonction des altimétries envisagées et de la géométrie du projet.

La réalisation de planches d'essais et d'essais de réception à la plaque (portance de **30 MPa** minimum) devra être prévue pour valider le reclassement de la plateforme et permettra de vérifier, et si nécessaire, d'adapter les recommandations précédentes dans les différents secteurs du projet. En effet, la portance du fond de terrassement dépendra principalement de son état hydrique au moment de la réalisation des travaux.

Les conditions de mise en œuvre des matériaux d'apport seront celles énoncées dans le guide GTR du LCPC/SETRA. Ce guide précise, suivant l'état hydrique des sols à employer et les conditions météorologiques du moment, les épaisseurs de couches élémentaires, les énergies de compactage, les traitements spécifiques à prévoir, etc...

Le contrôle de compactage, permettant de confirmer la classe de PST à prendre en compte, devra être effectué :

- Pour chaque couche par essais à la plaque ;
- En partie supérieure de substitution, par essais de pénétration dynamique.

Ces dispositions seront associées à un drainage de la plateforme.

La maîtrise de la préparation de la plateforme appartiendra à l'Entreprise qui réalisera les travaux et dépendra notamment des conditions hydriques au moment des travaux, des moyens et des matériaux de remblais à sa disposition. Elle prévoira donc les moyens et la méthode en conséquence.

Ce rapport porte à connaissance la présence d'un fond de forme constitué de matériaux peu sensibles à l'eau, et potentiellement hétérogènes en surface (présence d'anciens remblais en partie supérieure du site et dont l'état, la consistance et la portance peuvent être variables).

5.3 Exemple de prédimensionnement de la structure de chaussée

En considérant un niveau de portance PST2/AR1, atteint en conditions favorables ou après mise en œuvre des techniques présentées précédemment, les structures de voiries (couches de fondations et de base), en matériaux B₃₁ ou D₂₁ (selon la classification GTR) ou similaire, seront mises en place, sur un géotextile anti-contaminant. Ce géotextile contribuera à l'amélioration de la portance en évitant la contamination de la couche de forme par d'éventuelles particules fines.

Le prédimensionnement de chaussée proposé ci-dessous est basé sur une hypothèse de sol en fond de forme de **niveau de portance PF2 à long terme** et une hypothèse de sol en fond de forme de **niveau PST2/AR1** (portance obtenue suite à la mise en œuvre des techniques précédemment décrites), au sens du GTR du LCPC/SETRA et selon le manuel de dimensionnement des chaussées neuves à faible trafic du CEREMA / IDRRIM. Cette mise en œuvre sera conforme aux réglementations en vigueur.

Les éléments de prédimensionnement, donnés ci-après, sont basés sur les recommandations de ces mêmes documents.

A titre d'exemple, il a été formulé les hypothèses suivantes (*paramètres non géotechniques, à valider et adapter par la maîtrise d'œuvre et/ou maîtrise d'ouvrage au niveau des études de conception G₂ et d'exécution G₃*), quant au trafic de véhicules lourds sur les chaussées projetées :

	Voirie / parking
Trafic à la mise en service t (poids lourds/jour/sens)	11 à 25
Classe de trafic	t ₅₊
Classe de plate-forme à long terme PF*	PF2
Taux de croissance annuel τ (%)	2 (*)
Choix de la structure	Grave non traitée (GNT) ou tout GB
Durée de service n (ans)	20
Facteur de cumul C	23.8 (**)
Coefficient d'agressivité moyen (CAM)	0.3 (enrobé) ou 0.4 (GNT)

(*) Valeur minimale suivant le manuel du Cerema dans le cas d'un taux et d'un type de croissance non connu

$$^{(*)} \text{ Avec } C = n \times \left(1 + \frac{(n-1) \times r}{2} \right)$$

Suivant les hypothèses du tableau ci-dessus, le trafic cumulé serait :

$$N_{PL} = TMJA_d \times 365 \text{ jours} \times C = 217\,175 \text{ PL}$$

Ainsi, le nombre d'essieux sur la durée de dimensionnement est :

$$NE_{GNT-sols} = N_{PL} \times CAM = 86\,870 \text{ essieux standards 13t}$$

$$NE_{matériaux \text{ bitumineux}} = 65\,152 \text{ essieux standards 13t}$$

Ces données seront à préciser et à adapter au niveau des études de conception G₂ d'exécution (G₃), en fonction des conditions réelles de trafic sur les chaussées.

Pour un sol de portance PF2 en **PST2/AR1**, les structures de chaussée qui pourraient être adoptées sont les suivantes :

- **Cas 1 : Grave non traitée de classe 2 (GNT2) :**

Épaisseur couches	Matériau	Épaisseur [m]
Corps de chaussée	Enduit superficiel (ES)	≤ 0.04
	Grave Non Traitée de classe 2 (GNT2)	0.45
Couche de forme non traitée	Grave Non Traitée de classe 2 (GNT2) Ø 0/31.5 mm	0.50 ou 0.40 (*)

(*) Sous réserve d'intercaler un géotextile à l'interface PST – couche de forme

- **Cas 2 : Tout Grave bitume de classe 2 (GB2) :**

Épaisseur couches	Matériau	Épaisseur [m]
Corps de chaussée	Béton Bitumineux Mince (BBM)	0.04
	Grave Bitume classe 2 (GB2)	0.13
Couche de forme non traitée	Grave Non Traitée de classe 2 (GNT2) Ø 0/31.5 mm	0.50 ou 0.40 (*)

(*) Sous réserve d'intercaler un géotextile à l'interface PST – couche de forme

- **Cas 3 : Tout Grave bitume de classe 3 (GB3) :**

Épaisseur couches	Matériau	Épaisseur [m]
Corps de chaussée	Béton Bitumineux Mince (BBM)	0.04
	Grave Bitume classe 3 (GB3)	0.12
Couche de forme non traitée	Grave Non Traitée classe (GNT) Ø 0/31.5 mm	0.50 ou 0.40 (*)

(*) Sous réserve d'intercaler un géotextile à l'interface PST – couche de forme

Les épaisseurs pourront varier en fonction de la cote du projet.

La mise hors-gel de la structure de chaussée devra être vérifiée et pourrait nécessiter des approfondissements de l'assise de la voirie (nécessité de la mise en œuvre d'une couche de forme épaisse en matériaux insensibles à l'eau) – à vérifier si nécessaire dans le cadre des études ultérieures.

Comme vu précédemment et afin de passer d'un niveau de portance PST0/AR0 à un niveau de portance minimum PST1/AR1, rappelons qu'il devra s'ajouter si nécessaire :

Couche	Matériau	Épaisseur [m]
Amélioration	GNT2 Ø0/31.5 mm par exemple	0.3 à 0.4 (*)

(*) Voir plus, selon nécessité (état hydrique réel du fond de terrassement lors de la réalisation des travaux)

Les couches de base et fondation devront être constituées de matériaux insensibles D₂₁ ou similaires (GNT 0/20 mm, GNT 0/31.5 mm) ; les caractéristiques requises par le GTR 2000 sont les suivantes :

- $VBS \leq 0,1$
- $\text{tamisat à } 80 \mu\text{m} \leq 12 \%$
- $D_{\text{max}} \leq 50 \text{ mm}$
- $\text{tamisat à } 2 \text{ mm} \leq 70 \%$
- $LA \leq 45$
- $MDE \leq 45$
- $FS \leq 60$

Les couches de base et de fondation seront mises en place selon les directives énoncées dans le guide GTR du LCPC/SETRA. Ce guide précise, suivant l'état hydrique des sols à employer et les conditions météorologiques du moment, les épaisseurs de couches élémentaires, les énergies de compactage, les traitements spécifiques à prévoir.

Le contrôle de compactage de la couche de forme sera effectué par essais à la plaque suivant le procédé LCPC. Nous proposons les critères de réception suivants :

- Module sous chargement : **$50 \text{ MPa} \leq EV2 \leq 80 \text{ MPa}$** ;
- Rapport des modules : **$EV2 / EV1 < 2.0$** .

Le dimensionnement au gel de la structure de chaussée devra être mené dans le cadre d'études ultérieures (matériaux de la PST composés de sols fins réputés gélifs)

Dans tous les cas, on veillera à protéger les voiries des eaux d'infiltrations notamment, en assurant l'évacuation des eaux superficielles. Pour cela, il faut évacuer le plus rapidement possible les eaux de la surface de la chaussée (dévers, ouvrages de collecte et d'évacuation des eaux superficielles).

De même, selon les conditions hydriques lors des travaux, il est important de protéger les voiries vis à vis des effets des eaux internes traduisant des difficultés, des défauts d'exécution ou des dégradations sur l'ouvrage terminé.

Dans le cas de déblais dans des sols sensibles à l'eau, perméables (essorage lent), la réalisation de fossés ou de tranchées drainantes latérales est à prévoir.

De plus, en période de travaux, il appartiendra à l'entreprise de terrassements d'assurer une parfaite gestion des eaux : création de fossés de drainage et de collecte des eaux d'infiltration, de ruissellement et de pluie, fermeture et glaçage des plateformes avant toute période pluvieuse, dressage des plateformes avec des pentes suffisantes, etc... (liste non exhaustive).

6 PHASAGE DES ETUDES ET MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE A REALISER

La réalisation de missions d'ingénierie géotechnique devra accompagner la réalisation de ce projet, au fur et à mesure de son élaboration, depuis l'étude de sa faisabilité, sa conception puis sa réalisation. Ces missions devront suivre l'enchaînement logique de la norme NF P 94-500 des missions types d'ingénierie géotechnique.

En particulier et comme vu précédemment, cette étude géotechnique préalable de niveau G₁ devra être complétée par des études géotechniques de conception de type G₂, en phase avant-projet puis projet, à entreprendre lorsque les caractéristiques techniques des ouvrages seront définies (altimétrie des niveaux bas, implantation et géométrie des ouvrages, descentes de charges notamment).

Cette étude permettra de vérifier, de préciser et d'adapter les premières recommandations de principe de la présente étude, notamment :

- De préciser la nature et les caractéristiques mécaniques des terrains sur la totalité de l'emprise de chacun des futurs ouvrages ;
- De définir les données géomécaniques nécessaires au dimensionnement des ouvrages géotechniques ;
- De préciser le mode de fondation de chaque ouvrage en fonction de sa géométrie, de son implantation, de l'altimétrie de son niveau bas et ses descentes de charge ;
- De préciser les niveaux d'eau remarquables à prendre en compte dans la conception du projet, et leur incidence sur les modes constructifs compte-tenu de la réalisation de deux niveaux enterrés.

Dans ce cadre, des investigations complémentaires sont à prévoir. Celles-ci seront à adapter et à préciser en fonction de l'implantation et des caractéristiques définitives des ouvrages. Elles devront a minima consister en des sondages de reconnaissance géologique (sondages à la pelle mécanique, sondages carottés), sondages pénétrométriques et des sondages pressiométriques profonds complémentaires au droit des futurs ouvrages afin de déterminer les profondeurs d'assises (toit de l'horizon d'ancrage), la portance des sols à considérer dans la conception du projet et leur persistance en profondeur.

Le contexte hydrogéologique doit être précisé par un suivi piézométrique, réalisé sur une période minimale de 12 mois, associé le cas échéant à une étude hydrogéologique spécifique pour préciser les niveaux d'eau remarquables et caractéristiques de la nappe (EE, EB et EH), à considérer dans la conception du projet.

Chaque ouvrage géotechnique (fondations, soutènements, terrassements, dispositifs de protection contre les eaux) devra ensuite faire l'objet de notes de calculs, au niveau conception (G₂ PRO) et exécution (G₃) ultérieures (calculs des fondations et soutènements, etc...).

B. ZUCCHERO

Ingénieur Géotechnicien



Extrait de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013

CLASSIFICATION ET ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

L'enchaînement des missions contribue à la maîtrise des risques géotechniques en vue de fiabiliser la qualité, le délai d'exécution et le coût réel des ouvrages géotechniques.

Tout ouvrage géotechnique est en interaction avec son environnement géotechnique. Le maître d'ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la maîtrise d'œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception puis de réalisation de l'ouvrage.

Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives de la maîtrise d'œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du maître de l'ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3 ; la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Toute mission d'ingénierie géotechnique doit s'appuyer sur des données géotechniques pertinentes issues de la réalisation de prestations d'investigations géotechniques spécifiées à l'Article 6.

Tableau 1 – 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 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 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

TABLEAU 2 - CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

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.

ETAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRELABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et 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.

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).

CONDITIONS GENERALES 1/2

1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'article L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment). ERG est en mesure d'établir un devis pour ces différents types de déclaration.

3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

Hors domaine sites et sols pollués, la mission (géotechnique par exemple) et les investigations éventuelles n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dégagée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés, à la pollution des sols et des nappes et à la présence d'amiante ou de matériaux amiantés. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions. Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client. Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude, les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

.../...

DOM10.6 - version I - 07/01/14

CONDITIONS GENERALES 2/2

11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission, le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission. Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

14. conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice « SYNTEC », l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non-paiement des prestations de la mission réalisée antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

Assurance décennale obligatoire

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Le client prendra en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 6 000 000 € pour les ouvrages de génie civil en convention spéciale Responsabilité Professionnelle de l'Ingénierie et 2 000 000 € en génie civil en convention spéciale Responsabilité Professionnelle de l'Economie de la Construction doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle sur cotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au-delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du Tribunal de Commerce de Lyon sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

A N N E X E S

- Plan d'implantation des sondages,
- Résultats des sondages de reconnaissance géologique PM1 à PM8,
- Coupe et photographies du sondage carotté SC01 et du piézomètre installé,
- Coupes et résultats des sondages pressiométriques SP01 à SP05 avec paramètres de foration,
- Coupes des sondages destructifs SD1 à SD8 et du piézomètre installé, avec paramètres de foration,
- Compte-rendu des reconnaissances géophysiques – sismique réfraction (ABO-INNOGEO),
- Résultats des essais en laboratoire – Identifications GTR,
- Résultats des essais en laboratoire – Résistance à la compression,
- Coupes et résultats des sondages pressiométriques SP1 à SP3 (GEOTEC – 2022),
- Coupe et photographies du sondage carotté SC1 et du piézomètre installé (GEOTEC – 2022),
- Liste des abréviations utilisées dans les coupes de sondage.

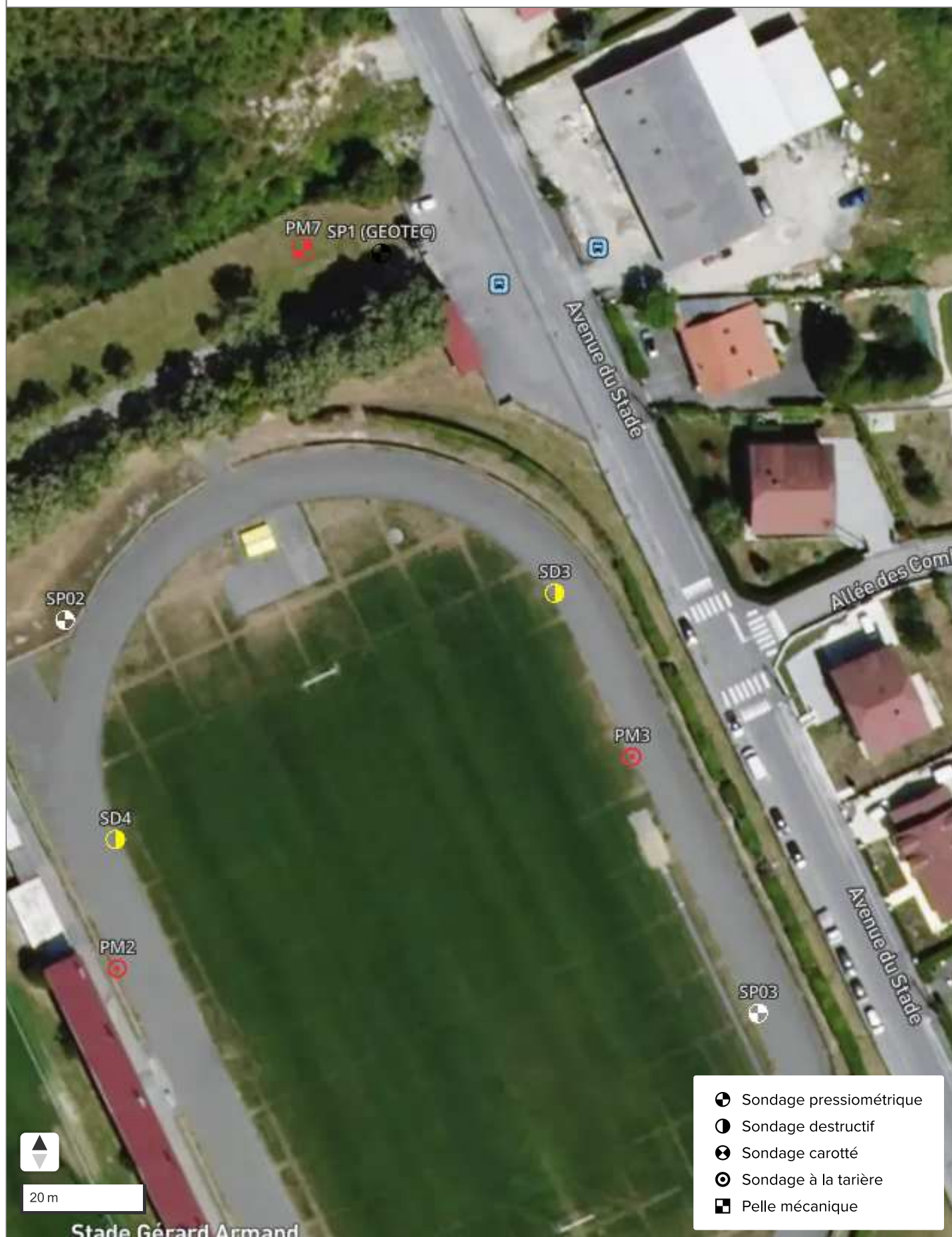
PLAN D'IMPLANTATION



PLAN D'IMPLANTATION



PLAN D'IMPLANTATION



PLAN D'IMPLANTATION



 ERG GÉOTECHNIQUE		Aménagement du quartier Musinens VALSERHONE (01200) DYNACITE LOGEMENTS				04/08/2023 23YG113Aa		PM1											
Début		02/08/2023		Machine		PELLE 3T		Opérateur		JVTP/PHN		X(m)		1917 424,55		Syst.		RGF93 / CC46	
Fin		02/08/2023		Prof. atteinte (m)		1,2		Y(m)		5 217 513,62		Précision		Mètre					
Niveau d'eau		☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec										Élévation Z (m)		+ 451,2		Syst.		NGF	
Données		PM1		Type		Lithologie		Inclinaison (°)		-		/verticale		Azimut (°)		/Nord			
Élévation		Prof.		Lithologie		Descriptions													
451,2		0				Terre végétale limono-sableuse marron													
451,1						0,1 m													
						Cailloux et graviers calibrés à matrice sableuse beige, géotextile à 0.35 m de profondeur													
		1				1,2 m													
450																			
Commentaires		Refus rocher à 1.2 m de profondeur/TN																	
Edité par ERG		Aménagement du quartier Musinens																	
Bastien ZUCCHERO		b-zucchero@erg-sa.fr www.soilcloud.fr																	

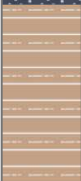
Début	02/08/2023	Machine	PELLE 3T	Opérateur	JVTP/PHN	X(m)	1917424,55	Syst.	RGF93 / CC46
Fin	02/08/2023	Prof. atteinte (m)		1,2		Y(m)	5217513,62	Précision	Mètre
Niveau d'eau	☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec					Élévation Z (m)	+ 451,2	Syst.	NGF
Données	PM1	Type	Lithologie					Précision	Mètre
						Inclinaison (°)	-	/verticale	
						Azimut (°)		/Nord	



ABO ERG GÉOTECHNIQUE		Aménagement du quartier Musinens				04/08/2023		PM2											
		VALSERHONE (01200)				23YG113Aa													
Début		02/08/2023		Machine		PAGANI TG-63-150		Opérateur		JVTP/PHN		X(m)		1917 529,61		Syst.		RGF93 / CC46	
Fin		02/08/2023				Prof. atteinte (m)		0,8				Y(m)		5 217 525,64		Précision		Mètre	
Niveau d'eau		☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec										Élévation Z (m)		+ 446,6		Syst.		NGF	
Données		PM2		Type		Lithologie						Inclinaison (°)		-		/verticale			
												Azimut (°)				/Nord			
Élévation		Prof.		Lithologie		Descriptions													
446,6		0				Sable noir et graviers stabilisé													
446,5						0,1 m													
						Limon argileux bariolé marron-gris très raide													
						0,8 m													
445,8																			
Commentaires		Refus à 0.8 m de profondeur/TN (rocher?)																	
Edité par ERG		Aménagement du quartier Musinens																	
Bastien ZUCCHERO		b-zucchero@erg-sa.fr																	
		www.soilcloud.fr																	

ABO ERG GÉOTECHNIQUE		Aménagement du quartier Musinens				04/08/2023		PM2	
VALSERHONE (01200)				23YG113Aa					
DYNACITE LOGEMENTS									
Début	02/08/2023	Machine	PAGANI TG-63-150	Opérateur	JVTP/PHN	X(m)	1917 529,61	Syst.	RGF93 / CC46
Fin	02/08/2023	Prof. atteinte (m)			0,8	Y(m)	5 217 525,64	Précision	Mètre
Niveau d'eau	☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec					Élévation Z (m)	+ 446,6	Syst.	NGF
Données	PM2	Type	Lithologie					Précision	Mètre
						Inclinaison (°)	-	/verticale	
						Azimut (°)		/Nord	



 ERG GÉOTECHNIQUE		Aménagement du quartier Musinens VALSERHONE (01200) DYNACITE LOGEMENTS			04/08/2023 23YG113Aa		PM3												
Début		02/08/2023		Machine		PAGANI TG-63-150		Opérateur		JVTP/PHN		X(m)		1917 610,54		Syst.		RGF93 / CC46	
Fin		02/08/2023		Prof. atteinte (m)		0,5		Y(m)		5 217 562,19		Précision		Mètre					
Niveau d'eau		☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec										Élévation Z (m)		+ 445,9		Syst.		NGF	
Données		PM3		Type		Lithologie				Inclinaison (°)		-		/verticale					
										Azimut (°)				/Nord					
Élévation		Prof.		Lithologie		Descriptions													
445,9		0				Sable noir et graviers stabilisé													
						0,2 m													
445,7						Limon argileux bariolé marron-gris très raide													
						0,5 m													
445,4																			
Commentaires		Refus à 0.5 m de profondeur/TN (rocher?)																	
Edité par ERG		Aménagement du quartier Musinens																	
Bastien ZUCCHERO		b-zucchero@erg-sa.fr www.soilcloud.fr																	

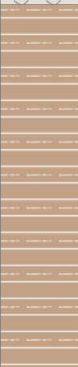
ABO ERG GÉOTECHNIQUE		Aménagement du quartier Musinens VALSERHONE (01200) DYNACITE LOGEMENTS				04/08/2023 23YG113Aa		PM3		
Début	02/08/2023	Machine	PAGANI TG-63-150		Opérateur	JVTP/PHN	X(m)	1917 610,54	Syst.	RGF93 / CC46
Fin	02/08/2023	Prof. atteinte (m)				0,5	Y(m)	5 217 562,19	Précision	Mètre
Niveau d'eau	☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec					Élévation Z (m)		+ 445,9	Syst.	NGF
Données	PM3	Type	Lithologie				Inclinaison (°)	-	/verticale	
							Azimut (°)		/Nord	



ABO ERG GÉOTECHNIQUE		Aménagement du quartier Musinens				04/08/2023		PM4											
		VALSERHONE (01200)																	
		DYNACITE LOGEMENTS				23YG113Aa													
Début		02/08/2023		Machine		PELLE 3T		Opérateur		JVTP/PHN		X(m)		1917 579,57		Syst.		RGF93 / CC46	
Fin		02/08/2023		Prof. atteinte (m)		1,6		Y(m)		5 217 453,23		Précision		Mètre					
Niveau d'eau		☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec										Élévation Z (m)		+ 446,6		Syst.		NGF	
Données		PM4		Type		Lithologie						Inclinaison (°)		-		/verticale			
												Azimut (°)				/Nord			
Élévation		Prof.		Lithologie		Descriptions												Echantillons	
446,6		0				Limon sableux marron-bun à graves et cailloux													
						0,6 m												0,6 m	
446		1				Limon argileux bariolé gris-marron très raide												0,6-1,6	
						1,6 m												1,6 m	
445																			
Commentaires		Refus rocher à 1.6 m de profondeur/TN																	
Edité par ERG		Aménagement du quartier Musinens																	
Bastien ZUCCHERO		b-zucchero@erg-sa.fr																	
		www.soilcloud.fr																	

 ERG GÉOTECHNIQUE		Aménagement du quartier Musinens VALSERHONE (01200) DYNACITE LOGEMENTS			04/08/2023 23YG113Aa		PM4		
Début	02/08/2023	Machine	PELLE 3T	Opérateur	JVTP/PHN	X(m)			1917 579,57
Fin	02/08/2023	Prof. atteinte (m)		1,6		Y(m)	5 217 453,23	Précision	Mètre
Niveau d'eau	☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec					Élévation Z (m)	+ 446,6	Syst.	NGF
Données	PM4		Type	Lithologie				Inclinaison (°)	-
						Azimet (°)		/verticale	/Nord



 ERG GÉOTECHNIQUE		Aménagement du quartier Musinens VALSERHONE (01200) DYNACITE LOGEMENTS			04/08/2023 23YG113Aa		PM5														
Début		02/08/2023		Machine		PELLE 3T		Opérateur		JVTP/PHN		X(m)		1917 641,17		Syst.		RGF93 / CC46			
Fin		02/08/2023		Prof. atteinte (m)		1,0		Y(m)		5 217 386,80		Précision		Mètre							
Niveau d'eau		☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec										Élévation Z (m)		+ 445,6		Syst.		NGF			
Données		PM5		Type		Lithologie		Inclinaison (°)		-		/verticale				Précision		Mètre			
								Azimut (°)				/Nord									
Élévation		Prof.		Lithologie		Descriptions										Echantillons					
445,6		0				Terre végétale limono-sableuse marron															
						0,3 m															
445,3						Blocs et cailloux															
						0,4 m										0,4 m					
445,2						Limon argileux bariolé gris-marron très raide															
						1 m										1 m					
444,6		1																			
Commentaires		Refus à 1.0 m de profondeur/TN, trop compact																			
Edité par ERG		Aménagement du quartier Musinens																			
Bastien ZUCCHERO		b-zucchero@erg-sa.fr www.soilcloud.fr																			

ABO ERG GÉOTECHNIQUE		Aménagement du quartier Musinens		04/08/2023		PM5			
		VALSERHONE (01200)		23YG113Aa					
		DYNACITE LOGEMENTS							
Début	02/08/2023	Machine	PELLE 3T	Opérateur	JVTP/PHN	X(m)	1917 641,17	Syst.	RGF93 / CC46
Fin	02/08/2023	Prof. atteinte (m)		1,0		Y(m)	5 217 386,80	Précision	Mètre
Niveau d'eau	☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec					Élévation Z (m)	+ 445,6	Syst.	NGF
Données	PM5	Type	Lithologie			Inclinaison (°)	-	Précision	Mètre
						Azimet (°)		/verticale	/Nord
									
									
Edité par ERG									
Aménagement du quartier Musinens									
Bastien ZUCCHERO		b-zucchero@erg-sa.fr		www.soilcloud.fr					

ABO ERG GÉOTECHNIQUE		Aménagement du quartier Musinens			04/08/2023		PM6												
		VALSERHONE (01200)			23YG113Aa														
		DYNACITE LOGEMENTS																	
Début		02/08/2023		Machine		PELLE 3T		Opérateur		JVTP/PHN		X(m)		1917 495,02		Syst.		RGF93 / CC46	
Fin		02/08/2023		Prof. atteinte (m)		0,6		Y(m)		5 217 612,18		Précision		Mètre					
Niveau d'eau		☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec										Élévation Z (m)		+ 447,8		Syst.		NGF	
Données		PM6		Type		Lithologie				Inclinaison (°)		-		/verticale					
										Azimut (°)				/Nord					
Élévation		Prof.		Lithologie		Descriptions										Echantillons			
447,8		0				Terre végétale limono-sableuse marron													
						0,2 m										0,2 m			
447,6						Sable légèrement limoneux blanc à galets et cailloux arrondis													
						0,6 m										0,2-0,6 0,6 m			
447,2																			
Commentaires		Refus rocher à 0.6 m de profondeur/TN																	
Edité par ERG		Aménagement du quartier Musinens																	
Bastien ZUCCHERO		b-zucchero@erg-sa.fr																	
		www.soilcloud.fr																	

ABO ERG GÉOTECHNIQUE		Aménagement du quartier Musinens				04/08/2023		PM7											
		VALSERHONE (01200)				23YG113Aa													
Début		02/08/2023		Machine		PELLE 3T		Opérateur		JVTP/PHN		X(m)		1917 555,21		Syst.		RGF93 / CC46	
Fin		02/08/2023		Prof. atteinte (m)		0,8						Y(m)		5 217 640,91		Précision		Mètre	
Niveau d'eau		☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec										Élévation Z (m)		+ 445,8		Syst.		NGF	
Données		PM7		Type		Lithologie						Inclinaison (°)		-		/verticale			
												Azimut (°)				/Nord			
Élévation		Prof.		Lithologie		Descriptions												Echantillons	
445,8		0				Terre végétale limono-sableuse marron													
						0,3 m												0,3 m	
445,5						Sable légèrement limoneux blanc à galets et cailloux arrondis													
						0,8 m												0,3-0,8 0,8 m	
445																			
Commentaires		Refus rocher à 0.8 m de profondeur/TN																	
Edité par ERG		Aménagement du quartier Musinens																	
Bastien ZUCCHERO		b-zuccher@erg-sa.fr www.soilcloud.fr																	

ABO ERG GÉOTECHNIQUE		Aménagement du quartier Musinens			04/08/2023		PM7		
		VALSERHONE (01200)			23YG113Aa				
		DYNACITE LOGEMENTS							
Début	02/08/2023	Machine	PELLE 3T	Opérateur	JVTP/PHN	X(m)	1917 555,21	Syst.	RGF93 / CC46
Fin	02/08/2023	Prof. atteinte (m)		0,8		Y(m)	5 217 640,91	Précision	Mètre
Niveau d'eau	☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec					Élévation Z (m)	+ 445,8	Syst.	NGF
Données	PM7	Type	Lithologie		Inclinaison (°)			-	Précision
						Azimet (°)		/verticale	/Nord
									
									
Edité par ERG									
Bastien ZUCCHERO					Aménagement du quartier Musinens				
b-zucchero@erg-sa.fr					www.soilcloud.fr				

 ERG GÉOTECHNIQUE		Aménagement du quartier Musinens VALSERHONE (01200) DYNACITE LOGEMENTS			04/08/2023 23YG113Aa		PM8												
Début		02/08/2023		Machine		PELLE 3T		Opérateur		JVTP/PHN		X(m)		1917 463,65		Syst.		RGF93 / CC46	
Fin		02/08/2023		Prof. atteinte (m)		1,3		Y(m)		5 217 434,42		Précision		Mètre					
Niveau d'eau		☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec										Élévation Z (m)		+ 451,1		Syst.		NGF	
Données		PM8		Type		Lithologie				Inclinaison (°)		-		/verticale					
										Azimut (°)				/Nord					
Élévation		Prof.		Lithologie		Descriptions												Echantillons	
451,1		0				Terre végétale limono-sableuse													
451						0,1 m													
																			
																			
																			
																			
																			
																			
																			
																			
																			
																			
																			
																			
450,5																			
																			
																			
																			
																			
																			
																			
																			
																			
																			
																			
																			
																			
																			
																			

ABO ERG GÉOTECHNIQUE		Aménagement du quartier Musinens VALSERHONE (01200) DYNACITE LOGEMENTS				04/08/2023 23YG113Aa		PM8		
Début	02/08/2023	Machine	PELLE 3T	Opérateur	JVTP/PHN	X(m)	1917 463,65	Syst.	RGF93 / CC46	
Fin	02/08/2023	Prof. atteinte (m)		1,3		Y(m)	5 217 434,42	Précision	Mètre	
Niveau d'eau	☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec					Élévation Z (m)	+ 451,1	Syst.	NGF	
Données	PM8	Type	Lithologie					Précision	Mètre	
						Inclinaison (°)	-	/verticale		
						Azimet (°)		/Nord		



ABO ERG GÉOTECHNIQUE		Aménagement du quartier Musinens				04/08/2023		SC01 + PZ								
		VALSERHONE (01200)														
		DYNACITE LOGEMENTS				23YG113Aa										
Début	23/08/2023	Machine	GEO 205	Opérateur	CAST	X(m)	1917 482,16	Syst.	RGF93 / CC46							
Fin	24/08/2023	Prof. atteinte (m)			10,5	Y(m)	5 217 592,16	Précision	Mètre							
Niveau d'eau	☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec					Élévation Z (m)	+ 449,9	Syst.	NGF							
Données	SC01 + PZ	Type	Lithologie				Inclinaison (°)	-	/verticale							
							Azimut (°)		/Nord							
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions			Outils	Tubages	Remblais	Echantillons	Taux de récupération	RQD					
	0		Enrobé noir 0,05 m			Carottier T6 Ø116 mm	PW Ø127/140 mm	Ciment	Echantillon 1	0,7 m	0,7 m					
449,6	Graviers anguleux et concassés à fine matrice sableuse gris-marron (remblais) 0,2 m			0,3 m	100,0 %			100,0 %								
449,2	Bloc calcaire 0,3 m			Argile	1,7 m			100,0 %				85,0 %				
	1		Limon légèrement argileux marron à quelques cailloutis 0,7 m					1,5 m				1,7 m	100,0 %	65,0 %		
	2							1,7 m				100,0 %	100,0 %			
	3							3,3 m				3,3 m	100,0 %	51,0 %		
	4							3,85 m				3,85 m	100,0 %	100,0 %		
	5		Marne calcaire et calcaire marneux, patine grise à beige-orangé plus ou moins fracturées, traces de remplissage argileux des fractures localement					4,8 m				4,8 m	100,0 %	94,0 %		
	6							5,7 m				5,7 m	100,0 %	56,0 %		
	7							7,3 m				7,3 m	100,0 %	7,7 m	7,7 m	
	8							8,2 m				8,6 m	100,0 %	89,0 %	8,6 m	8,6 m
	9							8,6 m				8,9 m	100,0 %	100,0 %	8,9 m	8,9 m
	10				10 m	10,5 m	100,0 %	95,0 %	10,5 m	10,5 m						
			10,5 m			10,5 m	10,5 m			10,5 m	10,5 m					
439,4																
Edité par ERG																
Aménagement du quartier Musinens																
Bastien ZUCCHERO		b-zucchero@erg-sa.fr														
www.soilcloud.fr																

ABO ERG GÉOTECHNIQUE		Aménagement du quartier Musinens VALSERHONE (01200) DYNACITE LOGEMENTS				04/08/2023 23YG113Aa		SC01 + PZ		
Début	23/08/2023	Machine	GEO 205	Opérateur	CAST	X(m)	1917 482,16	Syst.	RGF93 / CC46	
Fin	24/08/2023	Prof. atteinte (m)		10,5		Y(m)	5 217 592,16	Précision	Mètre	
Niveau d'eau	☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec					Élévation Z (m)	+ 449,9	Syst.	NGF	
Données	SC01 + PZ	Type	Lithologie			Inclinaison (°)	-	Précision	Mètre	
						Azimut (°)		/verticale		
								/Nord		



		Aménagement du quartier Musinens VALSERHONE (01200) DYNACITE LOGEMENTS		04/08/2023 23YG113Aa		SC01 + PZ	
<i>Début</i> 23/08/2023	<i>Machine</i> GEO 205	<i>Opérateur</i> CAST	<i>X(m)</i> 1917 482,16	<i>Syst.</i> RGF93 / CC46			
<i>Fin</i> 24/08/2023	<i>Prof. atteinte (m)</i> 10,5		<i>Y(m)</i> 5 217 592,16	<i>Précision</i> Mètre			
<i>Niveau d'eau</i> ☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec			<i>Élévation Z (m)</i> + 449,9	<i>Syst.</i> NGF			
<i>Données</i> SC01 + PZ			<i>Type</i> Lithologie	<i>Précision</i> Mètre			
			<i>Inclinaison (°)</i> -	<i>/verticale</i>			
			<i>Azimut (°)</i>	<i>/Nord</i>			



Début	23/08/2023	Machine	GEO 205	Opérateur	CAST	X(m)	1917 482,16	Syst.	RGF93 / CC46
Fin	24/08/2023	Prof. atteinte (m)	10,5			Y(m)	5 217 592,16	Précision	Mètre
Niveau d'eau	☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec					Élévation Z (m)	+ 449,9	Syst.	NGF
Données	PZO-SC1+PZ	Type	Piézomètre ouvert			Inclinaison (°)	-	Précision	Mètre
						Azimut (°)		/verticale	
								/Nord	

Sondage

Prof.	P	10,77 m
Diamètre	D	66,0 mm

Niveau d'eau

En cours de forage	H _w	- m
Après équipement	H _w	- m

Tube

☒ PVC		
Diamètre intérieur	D _t	52,0 mm
Diamètre extérieur	D _t	60,0 mm
Crépines	De	1,5 à 10,0 m
	Fente	- mm

Développement ☒ Oui Air lift

Bouchon de fond ☒ Oui

Hauteur hors sol H_t - m

Remblais

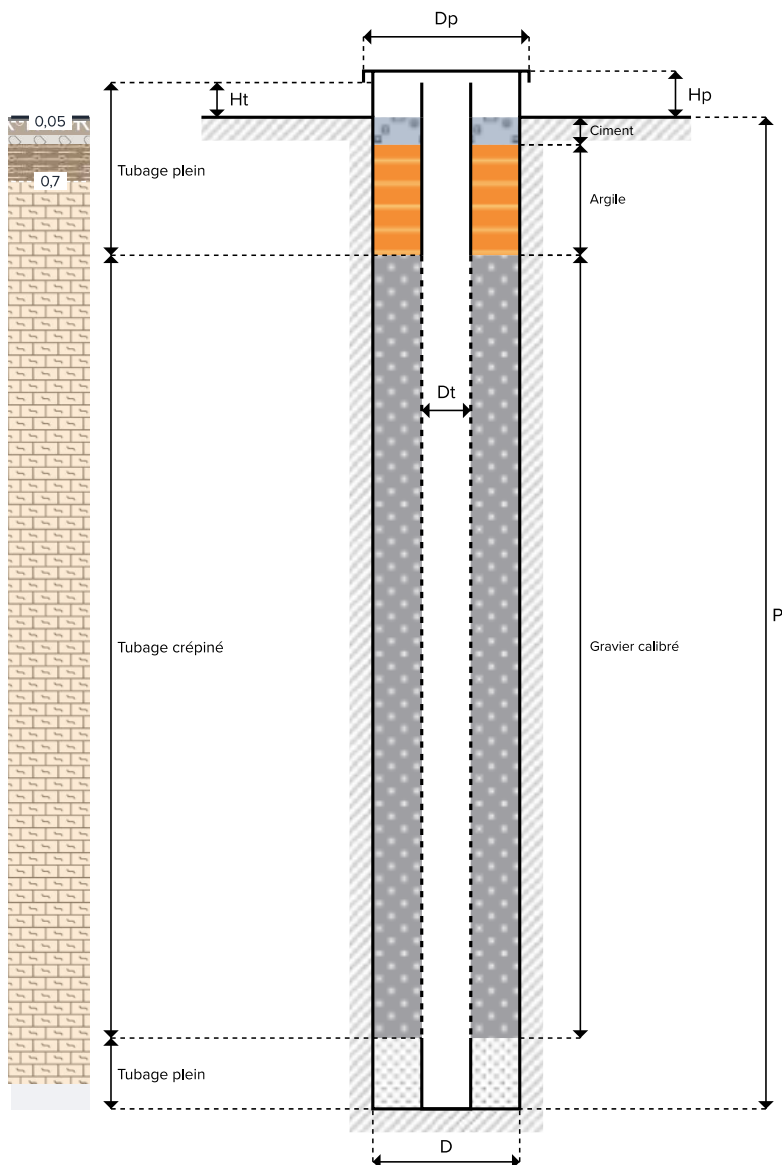
Ciment	De	0,0 à 0,3 m
Argile	De	0,3 à 1,5 m
Gravier calibré	De	1,5 à 10,0 m

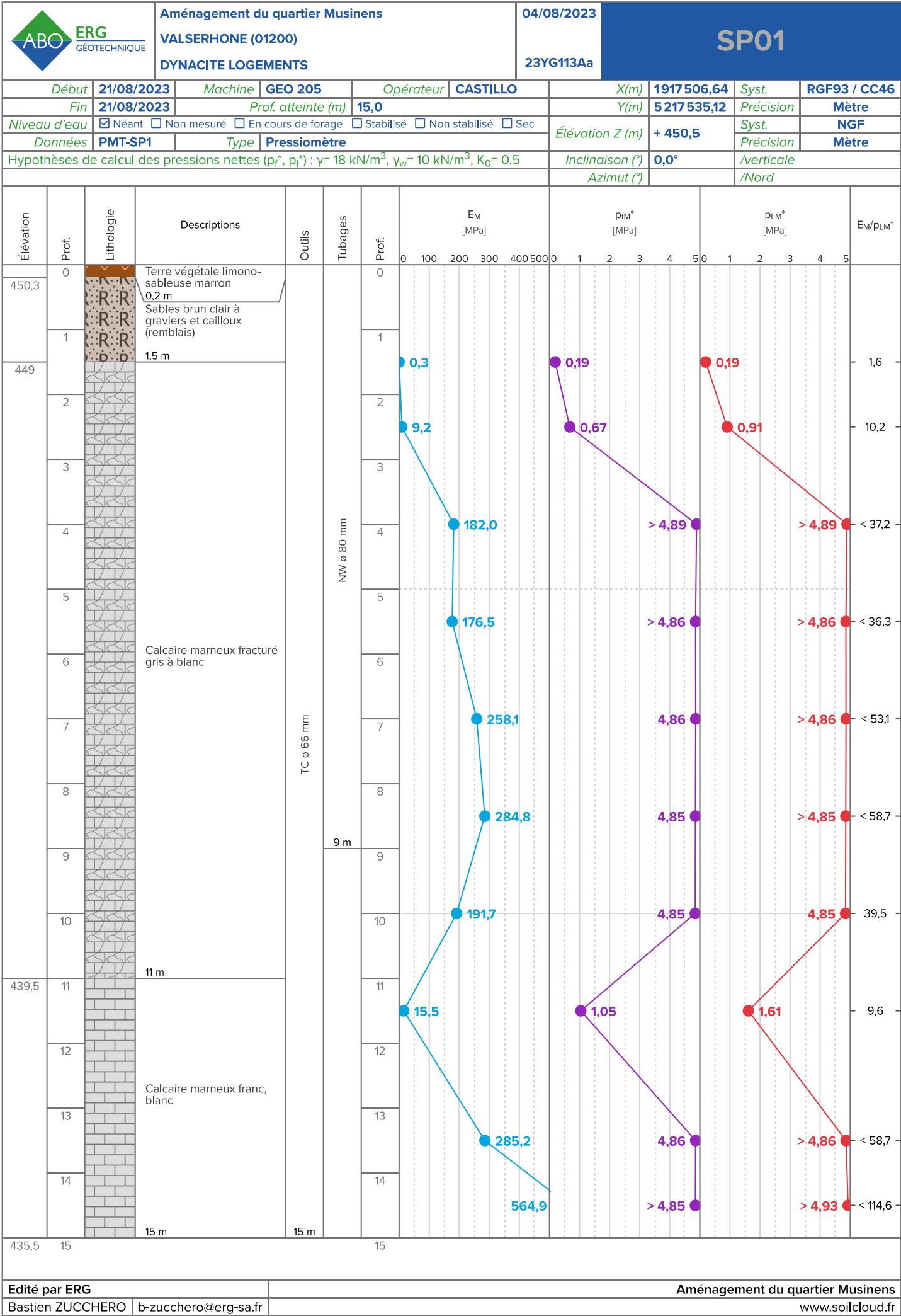
Protection

Tête métallique	☒ Non	
Cadenas	☒ Non	
Bouche à clef	☒ Oui	
Regard béton	☒ Non	
Diamètre protection	D _p	- mm
Hauteur hors sol	H _p	- m

Réception Piézomètre

Profondeur Eau - Début réception	- m
Profondeur Eau - Fin réception	- m
Durée réception	- h







Dossier
ERG
Description du dossier
Client
Observation

Forage
VALSERHONE SP01 15M
Machine
GEO 205
Outil de forage
Tricône
Diamètre de l'outil
66 mm

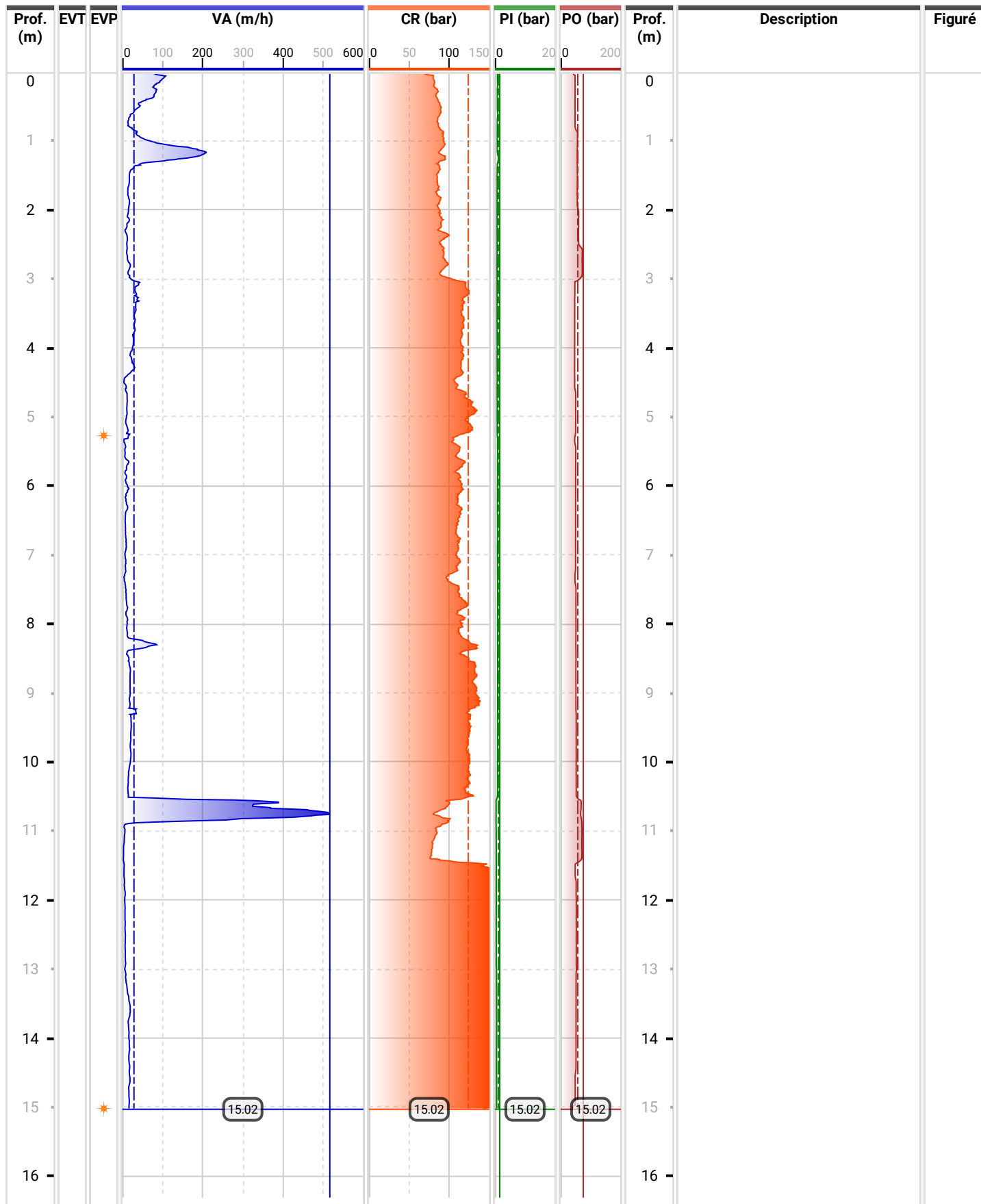
Sondage pressiométrique Ménard

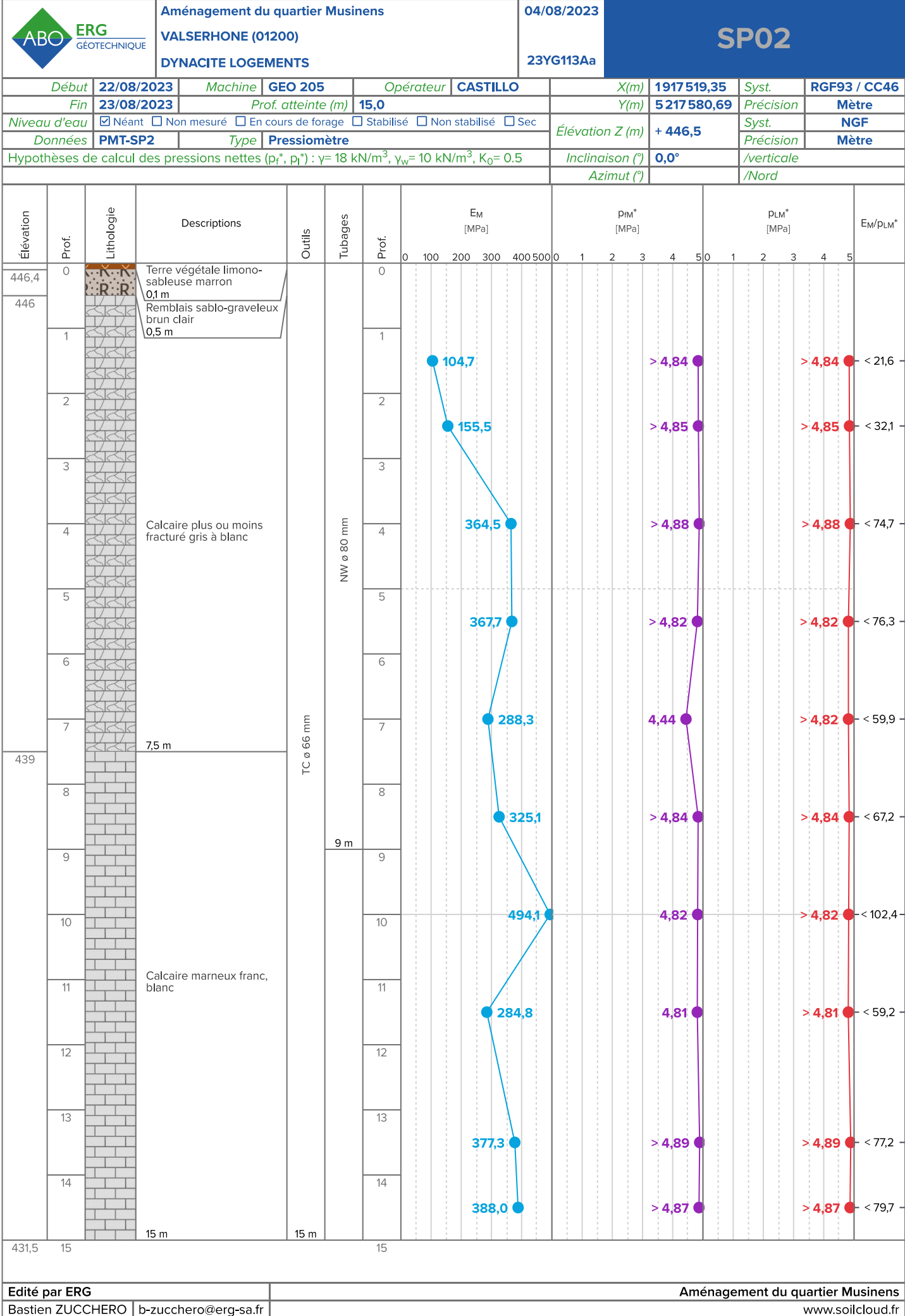
Date de début
21/08/2023
Cote début
0 m
Date de fin
22/08/2023
Cote fin
15.02 m

Altitude undefined

Y

X







Dossier

ERG

Description du dossier

Client

Observation

Forage

VALSERHONE SP02 15M

Machine

GEO 205

Outil de forage

Tricône

Diamètre de l'outil

66 mm

Sondage pressiométrique Ménard

Date de début

22/08/2023

Date de fin

23/08/2023

Cote début

0 m

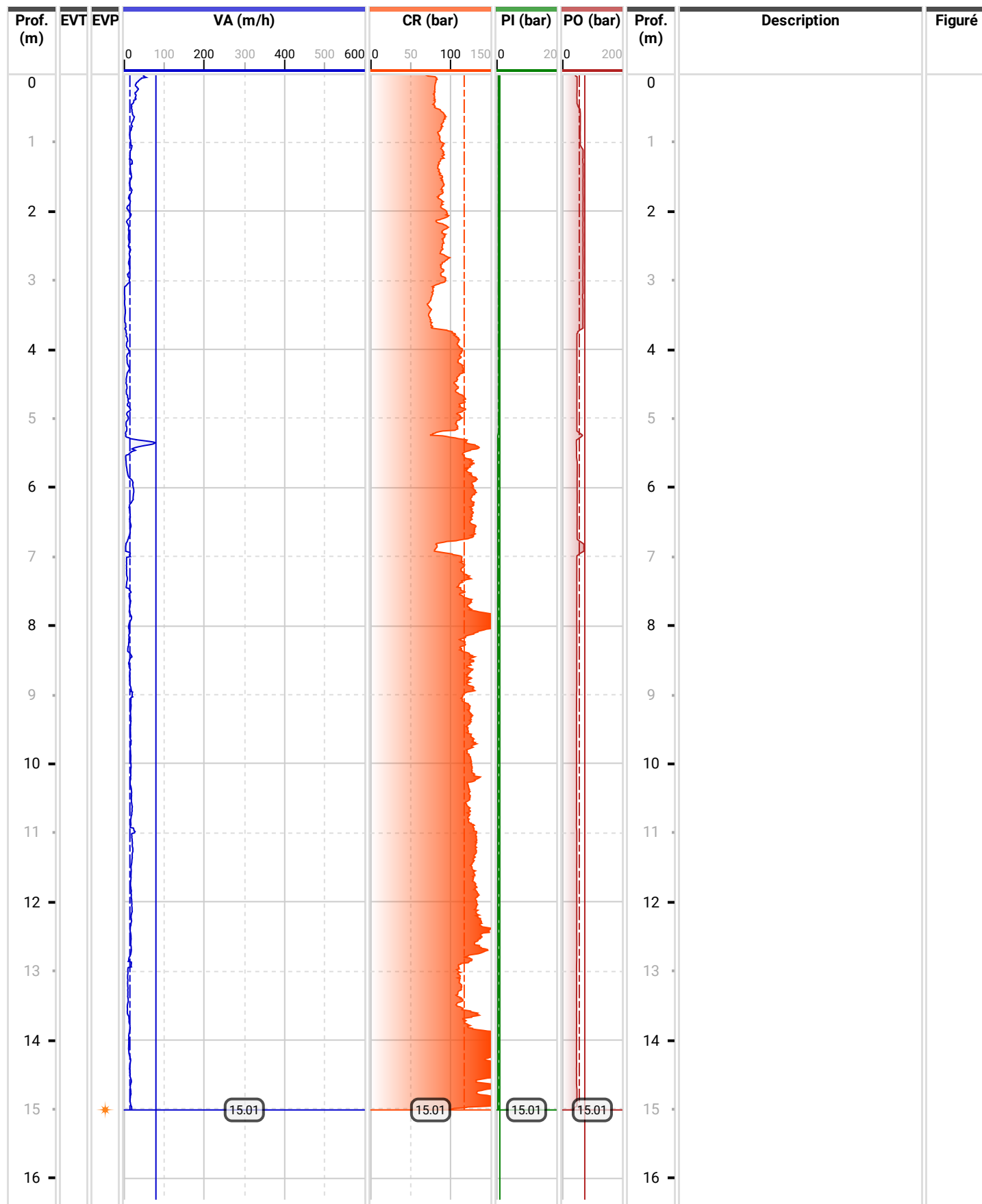
Cote fin

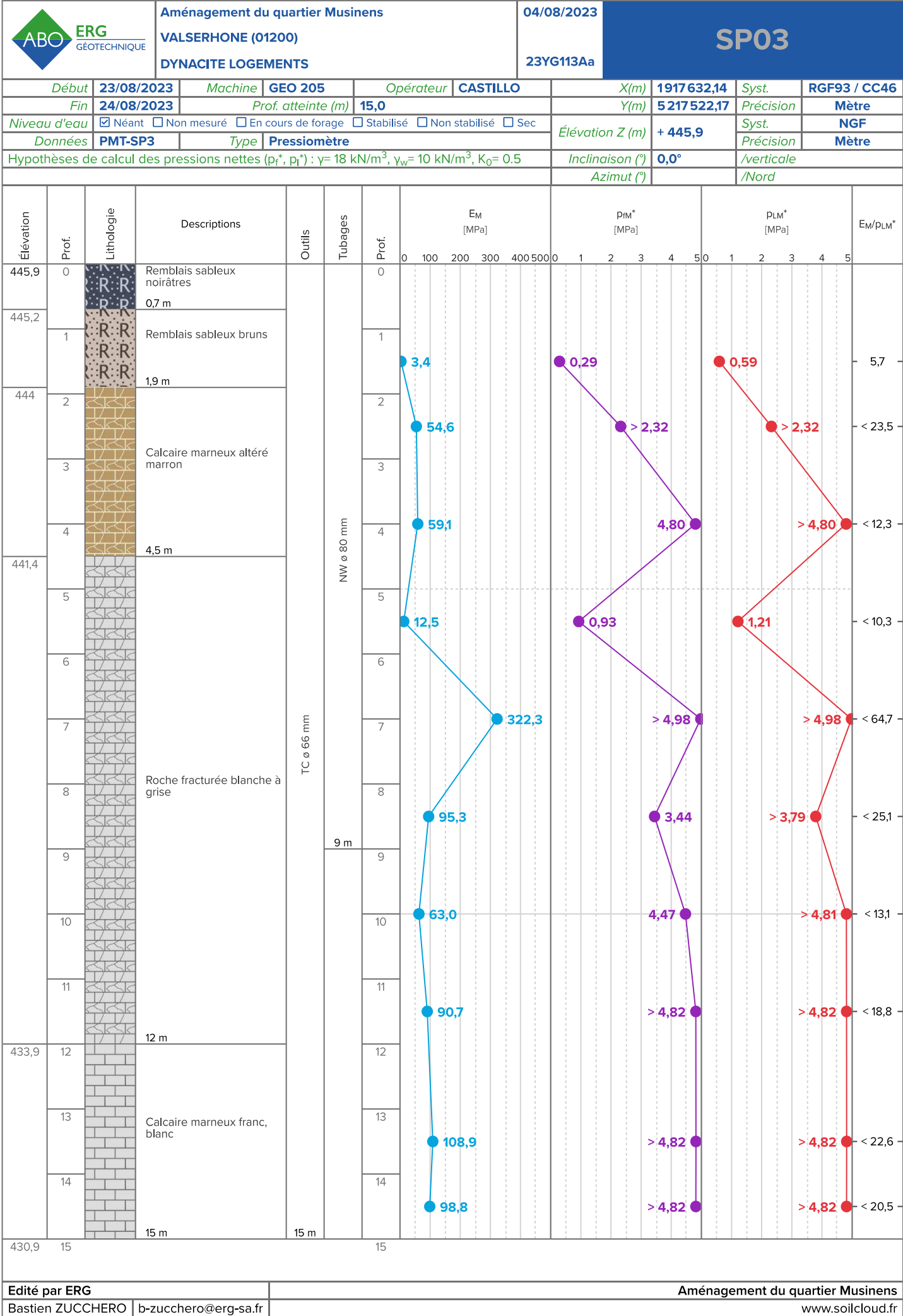
15.01 m

Altitude undefined

Y

X







Dossier
ERG
Description du dossier
Client
Observation

Forage
VALSERHONE SP03 15M
Machine
GEO 205
Outil de forage
Tricône
Diamètre de l'outil
66 mm

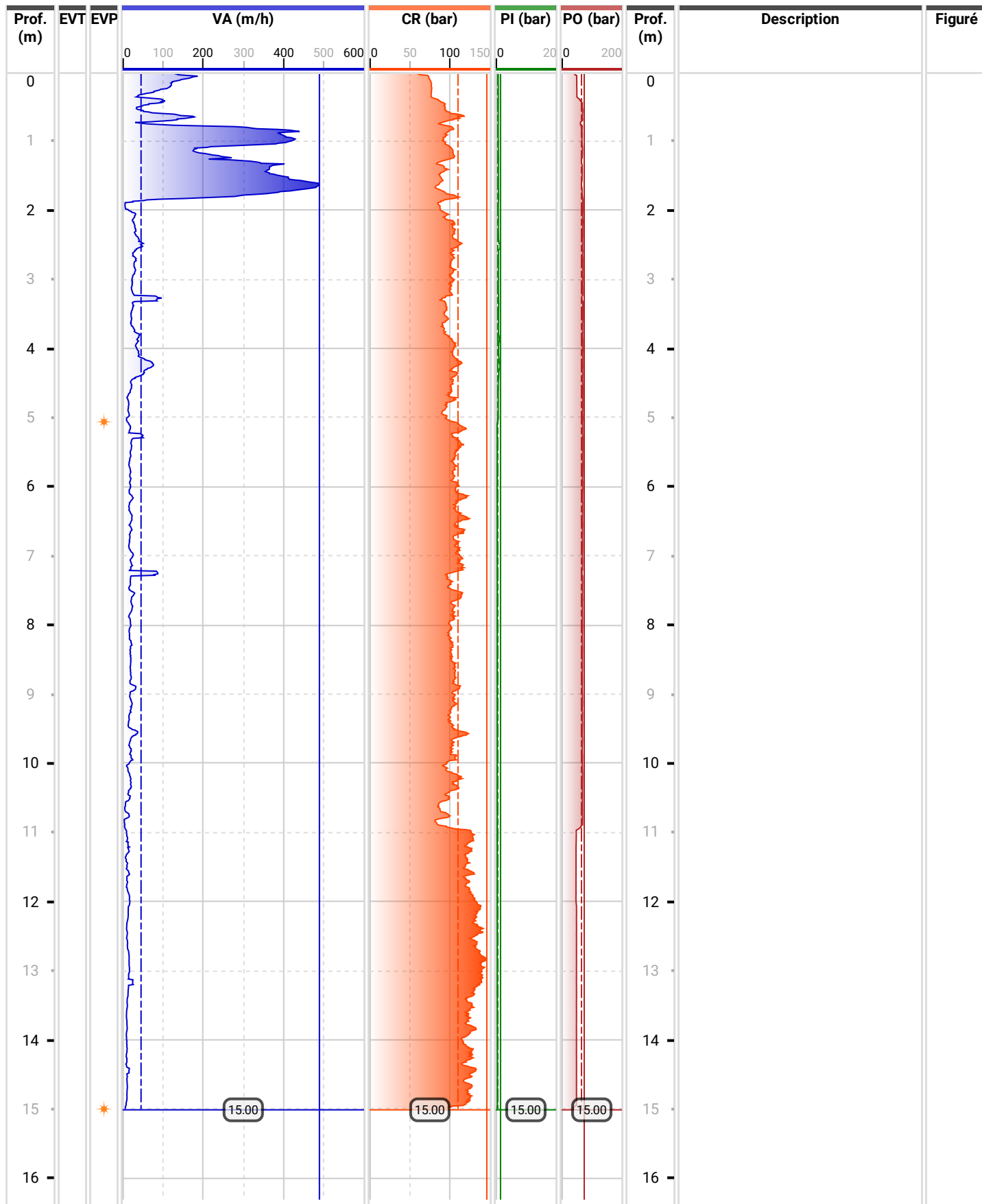
Sondage pressiométrique Ménard

Date de début
23/08/2023
Cote début
0 m
Date de fin
24/08/2023
Cote fin
15 m

Altitude undefined

Y

X



*I = Essai inexploitable



Dossier
ERG
Description du dossier
Client
Observation

Forage
VALSERHONE SP04 15M
Machine
GEO 205
Outil de forage
Tricône
Diamètre de l'outil
66 mm

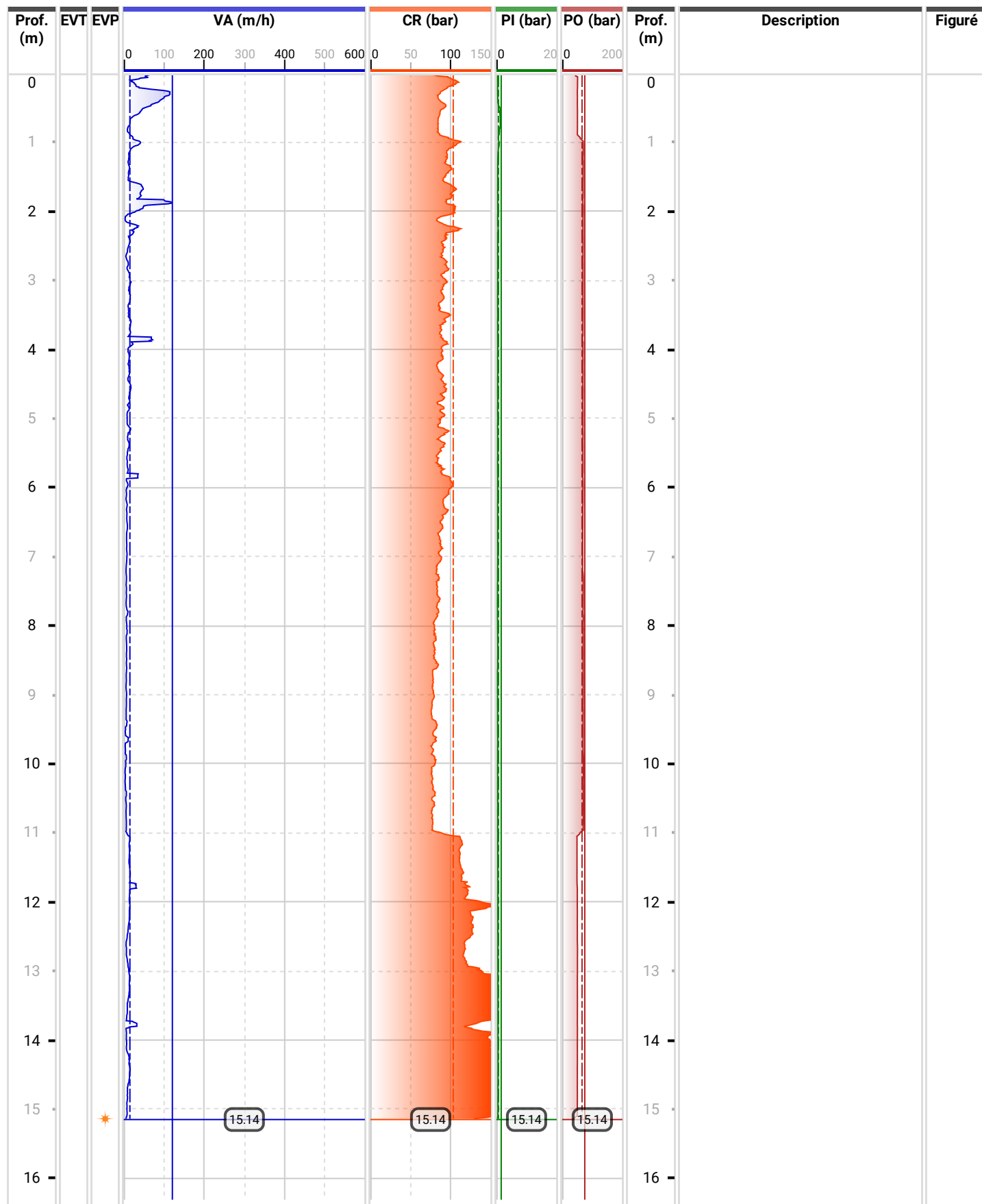
Sondage pressiométrique Ménard

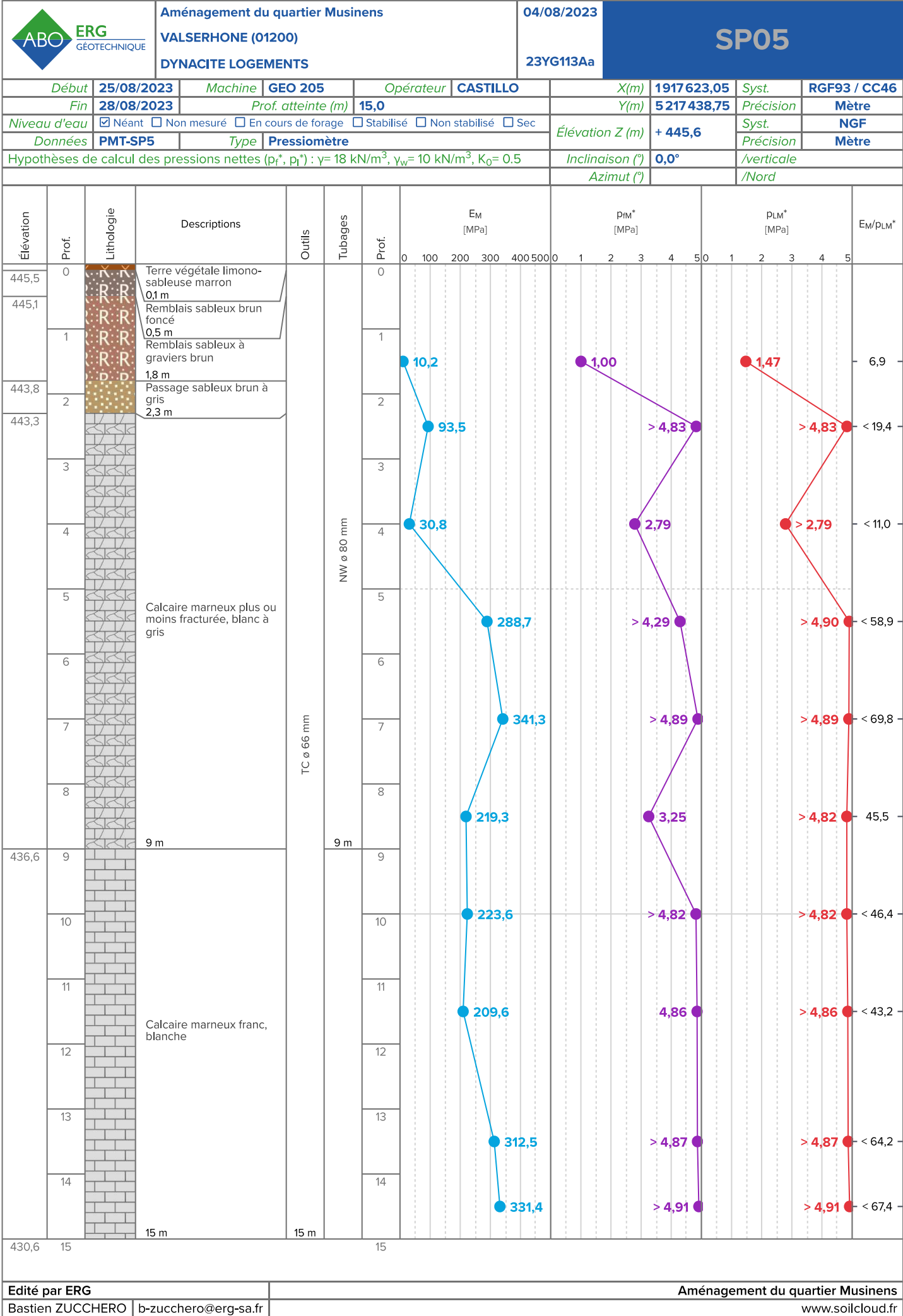
Date de début
28/08/2023
Cote début
0 m
Date de fin
29/08/2023
Cote fin
15.14 m

Altitude undefined

Y

X







Dossier

ERG

Description du dossier

Client

Observation

Forage

VALSERHONE SP05 15M

Machine

GEO 205

Outil de forage

Tricône

Diamètre de l'outil

66 mm

Sondage pressiométrique Ménard

Date de début

25/08/2023

Date de fin

28/08/2023

Cote début

0 m, 9.25 m

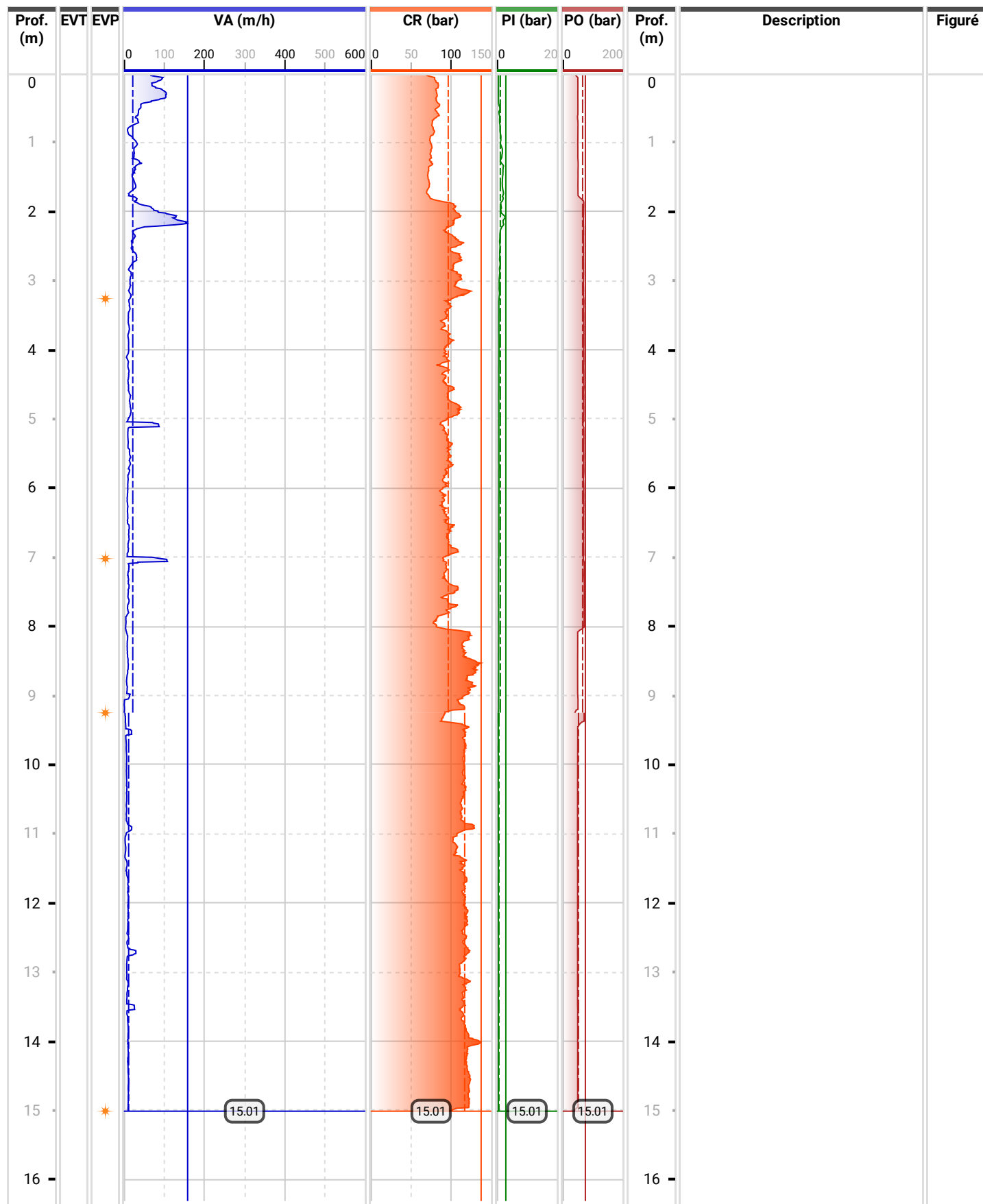
Cote fin

9.25 m, 15.01 m

Altitude undefined

Y

X



ABO ERG GÉOTECHNIQUE		Aménagement du quartier Musinens				04/08/2023		SD1			
VALSERHONE (01200)		DYNACITE LOGEMENTS				23YG113Aa					
Début	24/08/2023	Machine	GEO 205	Opérateur	CASTILLO	X(m)	1917 467,97	Syst.	RGF93 / CC46		
Fin	24/08/2023	Prof. atteinte (m)			15,23	Y(m)	5 217 565,89	Précision	Mètre		
Niveau d'eau	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☒ Sec					Élévation Z (m)	+ 450,4	Syst.	NGF		
Données	SD1	Type	Lithologie				Inclinaison (°)	0,0°	Précision	Mètre	
						Azimet (°)		/verticale			
								/Nord			
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions					Outils	Tubages		
450,3	0		Terre végétale limoneuse marron 0,1 m					MFT ø 68 mm	NW ø 76/92 mm		
449,7			Sable légèrement argileux jaune (remblais) 0,7 m								
	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7		Calcaire marneux fracturé, sec avec passages argileux								
	8										
	9										
	10										
	11										
	12										
437,8			12,6 m								
	13		Remontée de sable Blocs calcaires, marnes calcaires à remplissage sableux								
	14		14,3 m								
436,1			Calcaire marneux franc, blanc								
	15		15,23 m								
435,17										15,23 m	
Edité par ERG			Aménagement du quartier Musinens								
Bastien ZUCCHERO			b-zucchero@erg-sa.fr			www.soilcloud.fr					



Dossier

ERG

Description du dossier

Client

Observation

Forage

VALSERHONE SD1

Machine

GEO 205

Outil de forage

Taillant à boutons MFT

Diamètre de l'outil

68 mm

Sondage pressiométrique Ménard

Date de début

24/08/2023

Date de fin

24/08/2023

Cote début

0 m

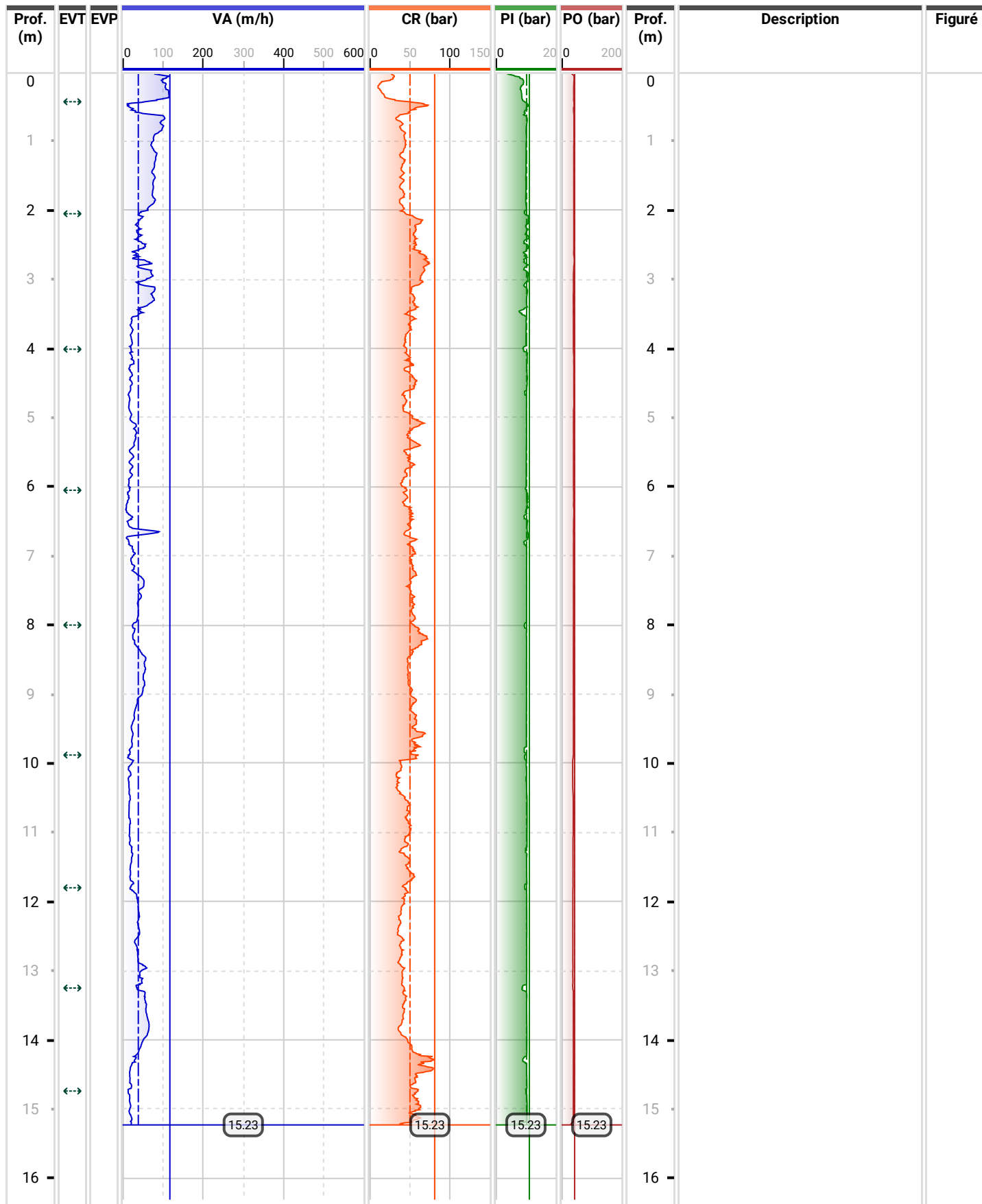
Cote fin

15.23 m

Altitude undefined

Y

X



ABO ERG GÉOTECHNIQUE		Aménagement du quartier Musinens			04/08/2023		SD2			
VALSERHONE (01200)		DYNACITE LOGEMENTS		23YG113Aa						
Début	24/08/2023	Machine	GEO 205	Opérateur	MAST	X(m)	1917 451,56	Syst.	RGF93 / CC46	
Fin	24/08/2023	Prof. atteinte (m)		15,42		Y(m)	5 217 467,35	Précision	Mètre	
Niveau d'eau	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☒ Sec					Élévation Z (m)	+ 451,3	Syst.	NGF	
Données	SD2		Type	Lithologie				Précision	Mètre	
						Inclinaison (°)	0,0°	/verticale		
						Azimut (°)		/Nord		
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions					Outils	Tubages	
451,3	0		Graviers, sable (remblais - piste)					MFT ø 68 mm	NW ø 76/92 mm	
451			0,3 m							
	1		Cailloux et graviers à matrice sableuse (remblais présumés)							
	2									
	3									
			3,5 m						4,5 m	
447,8	4		Calcaire marneux très fracturé, nombreux remplissages sableux							
	5									
	6									
	7									
	8									
	9									
	10									
	11									
	12		Calcaire marneux fracturé beige							
439,1			12,2 m							
438,5	13		Calcaire marneux blanc plus sain							
	14									
	15									
			15,42 m						15,42 m	
435,88										
Edité par ERG			Aménagement du quartier Musinens							
Bastien ZUCCHERO			b-zucchero@erg-sa.fr		www.soilcloud.fr					



Dossier

ERG

Description du dossier

Client

Observation

Forage

VALSERHONE SD2

Machine

GEO 205

Outil de forage

Taillant à boutons MFT

Diamètre de l'outil

68 mm

Sondage pressiométrique Ménard

Date de début

24/08/2023

Date de fin

24/08/2023

Cote début

0 m

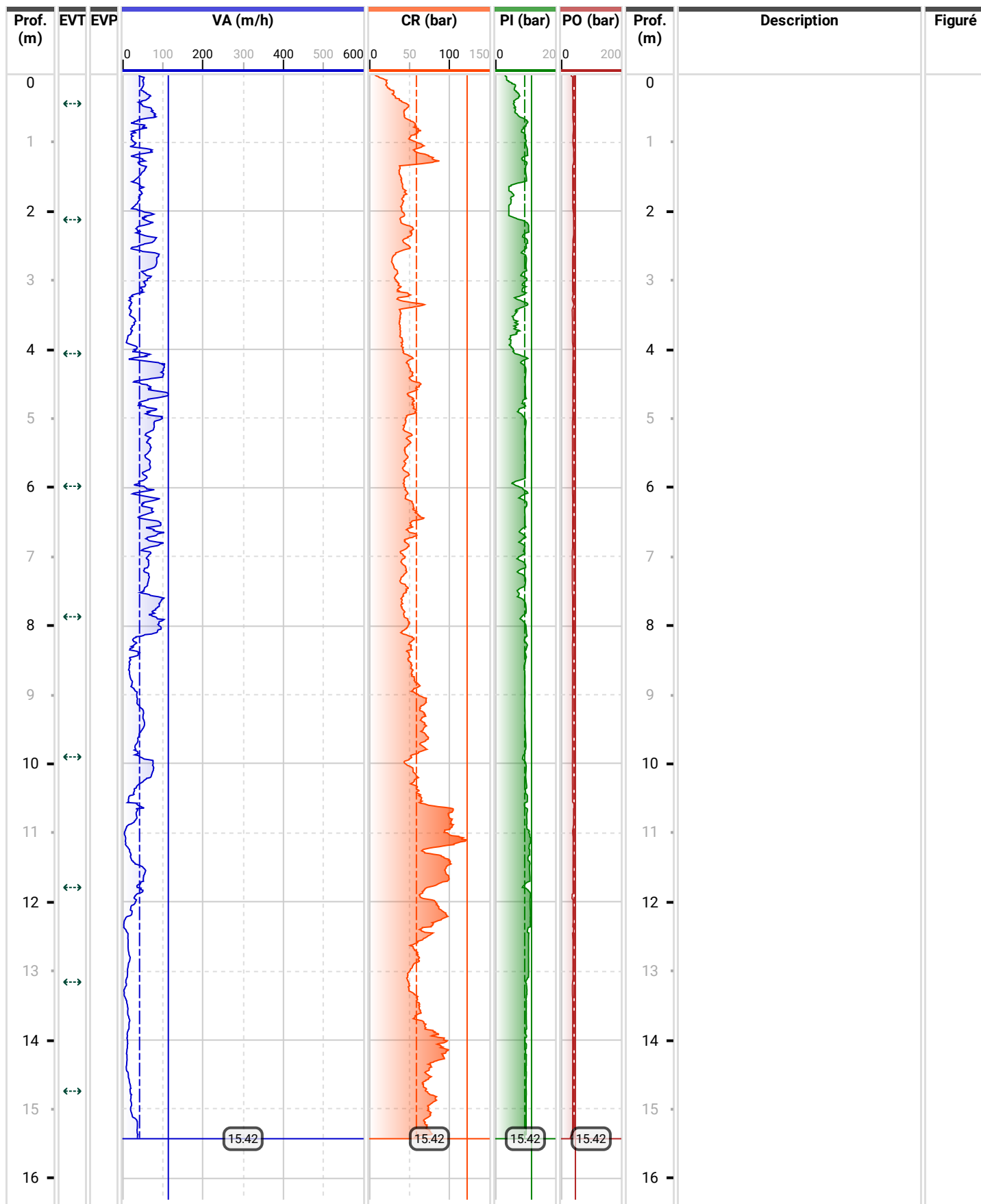
Cote fin

15.42 m

Altitude undefined

Y

X



ABO ERG GÉOTECHNIQUE		Aménagement du quartier Musinens				04/08/2023		SD3		
VALSERHONE (01200)		DYNACITE LOGEMENTS				23YG113Aa				
Début	25/08/2023	Machine	GEO 205	Opérateur	MAST	X(m)	1917 597,30	Syst.	RGF93 / CC46	
Fin	25/08/2023	Prof. atteinte (m)				15,11	Y(m)	5 217 587,71	Précision	Mètre
Niveau d'eau	☐ Néant ☐ Non mesuré ☒ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec					Élévation Z (m)	+ 445,8	Syst.	NGF	
Données	SD3	Type	Lithologie				Inclinaison (°)	0,0°	Précision	Mètre
						Azimut (°)	/verticale			
						/Nord				
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions					Outils	Tubages	Niveau d'eau
445,75	0		Sable fin noir et graviers stabilisé 0,05 m					TC ø 72 mm	NW ø 76/92 mm	
	1		Sable jaune et graves (remblais présumé)							
	2		2,3 m							
443,5								MFT ø 68 mm	6 m	
	3									
	4									
	5		Calcaire marneux très fracturé, remplissage sable argileux ocre							
	6									
	7									
	8		8,6 m							
437,2										
	9							TC ø 72 mm	15,11 m	
	10									
	11		Calcaire marneux fracturé, quelques remplissages argileux							
	12									
	13									
	14	14 m								
431,8		Calcaire marneux moins fracturé								
	15	15,11 m								
430,69										
1 25/08/2023 - en fin de forage 8,6m										
Edité par ERG			Aménagement du quartier Musinens							
Bastien ZUCCHERO			b-zucchero@erg-sa.fr							
www.soilcloud.fr										



Dossier

ERG

Description du dossier

Client

Observation

Forage

VALSERHONE SD3

Machine

GEO 205

Outil de forage

Taillant à boutons MFT

Diamètre de l'outil

68 mm

Sondage pressiométrique Ménard

Date de début

25/08/2023

Date de fin

25/08/2023

Cote début

0 m

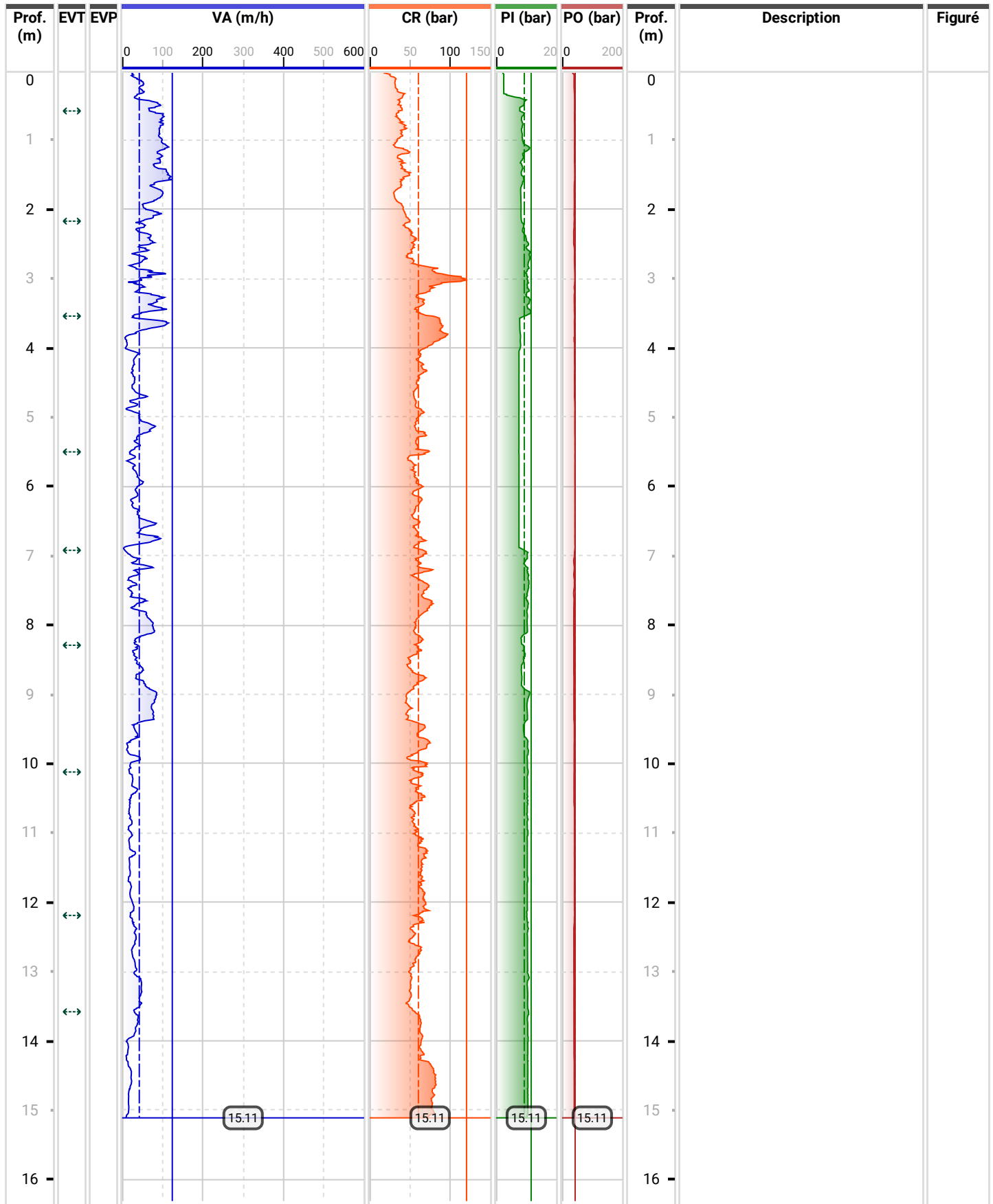
Cote fin

15.11 m

Altitude undefined

Y

X



www.soilcloud.fr



Dossier
ERG
Description du dossier
Client
Observation

Forage
VALSERHONE SD4 15M
Machine
GEO 205
Outil de forage
Tricône
Diamètre de l'outil
66 mm

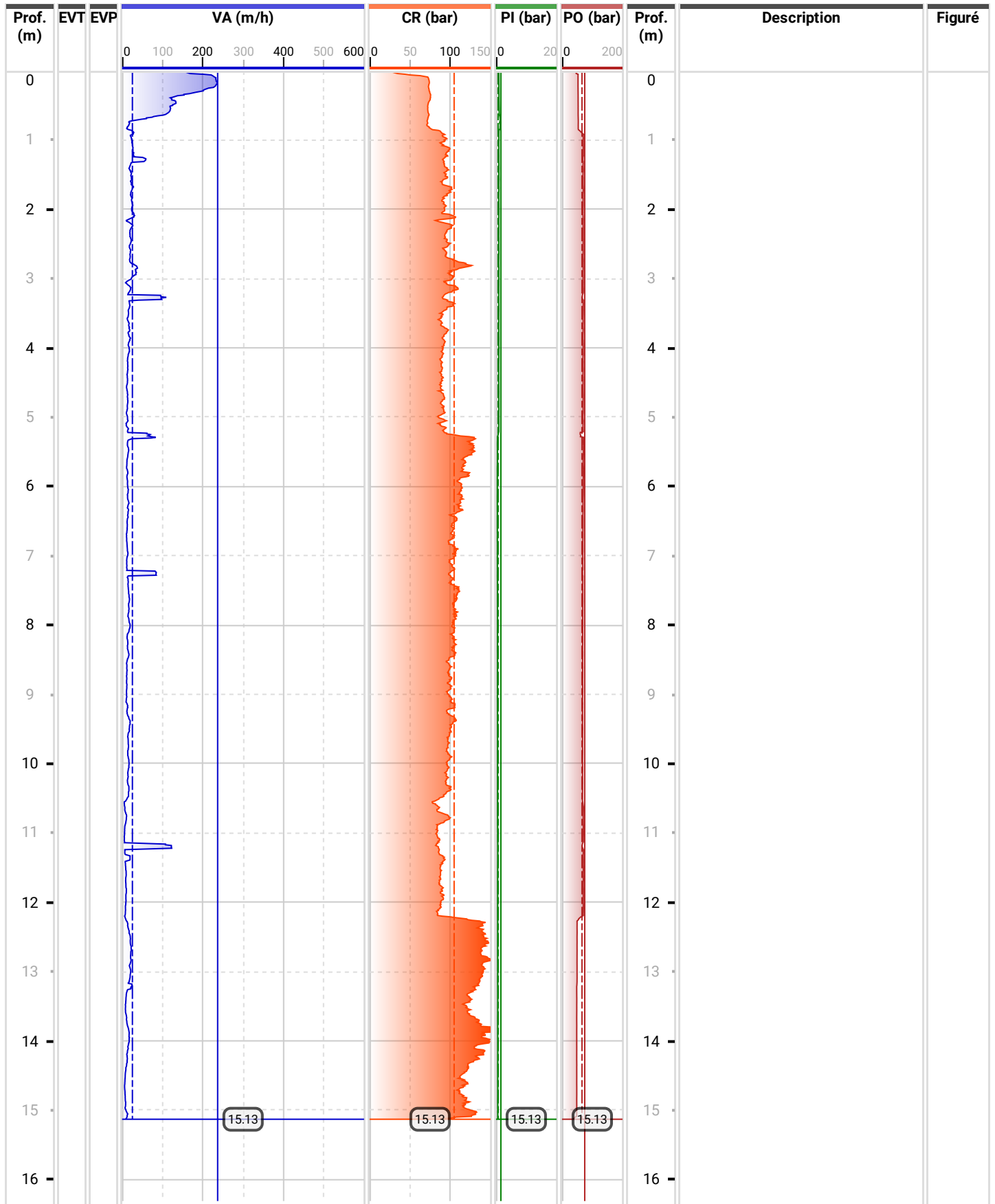
Sondage pressiométrique Ménard

Date de début
24/08/2023
Cote début
0 m
Date de fin
25/08/2023
Cote fin
15.13 m

Altitude undefined

Y

X



ABO ERG GÉOTECHNIQUE		Aménagement du quartier Musinens				04/08/2023		SD5		
VALSERHONE (01200)		DYNACITE LOGEMENTS				23YG113Aa				
Début	25/08/2023	Machine	GEO 205	Opérateur	CASTILLO	X(m)	1917 610,14	Syst.	RGF93 / CC46	
Fin	25/08/2023	Prof. atteinte (m)		15,22		Y(m)	5 217 473,53	Précision	Mètre	
Niveau d'eau	☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec					Élévation Z (m)	+ 446,2	Syst.	NGF	
Données	SD5	Type	Lithologie			Inclinaison (°)	0,0°	Précision	Mètre	
						Azimet (°)		/Nord		
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions					Outils	Tubages	
446,1	0		Terre végétale limono-sableuse marron					TC ø 66 mm	NW ø 80 mm	9 m
			0,1 m							
	1		Sable brun clair à graviers							
	2		2,2 m							
444	3									
	4		Calcaire marneux très altéré à veines argileuses, marron à gris							
	5									
	6									
	7		7,3 m							
438,9	8									
	9									
	10									
	11		Calcaire marneux altéré gris							
	12									
	13									
	14									
	15		15,22 m							
430,98								15 m		
Edité par ERG			Aménagement du quartier Musinens							
Bastien ZUCCHERO b-zucchero@erg-sa.fr			www.soilcloud.fr							



Dossier

ERG

Description du dossier

Client

Observation

Forage

VALSERHONE SD5

Machine

GEO 205

Outil de forage

Taillant à boutons MFT

Diamètre de l'outil

68 mm

Sondage pressiométrique Ménard

Date de début

25/08/2023

Date de fin

25/08/2023

Cote début

0 m

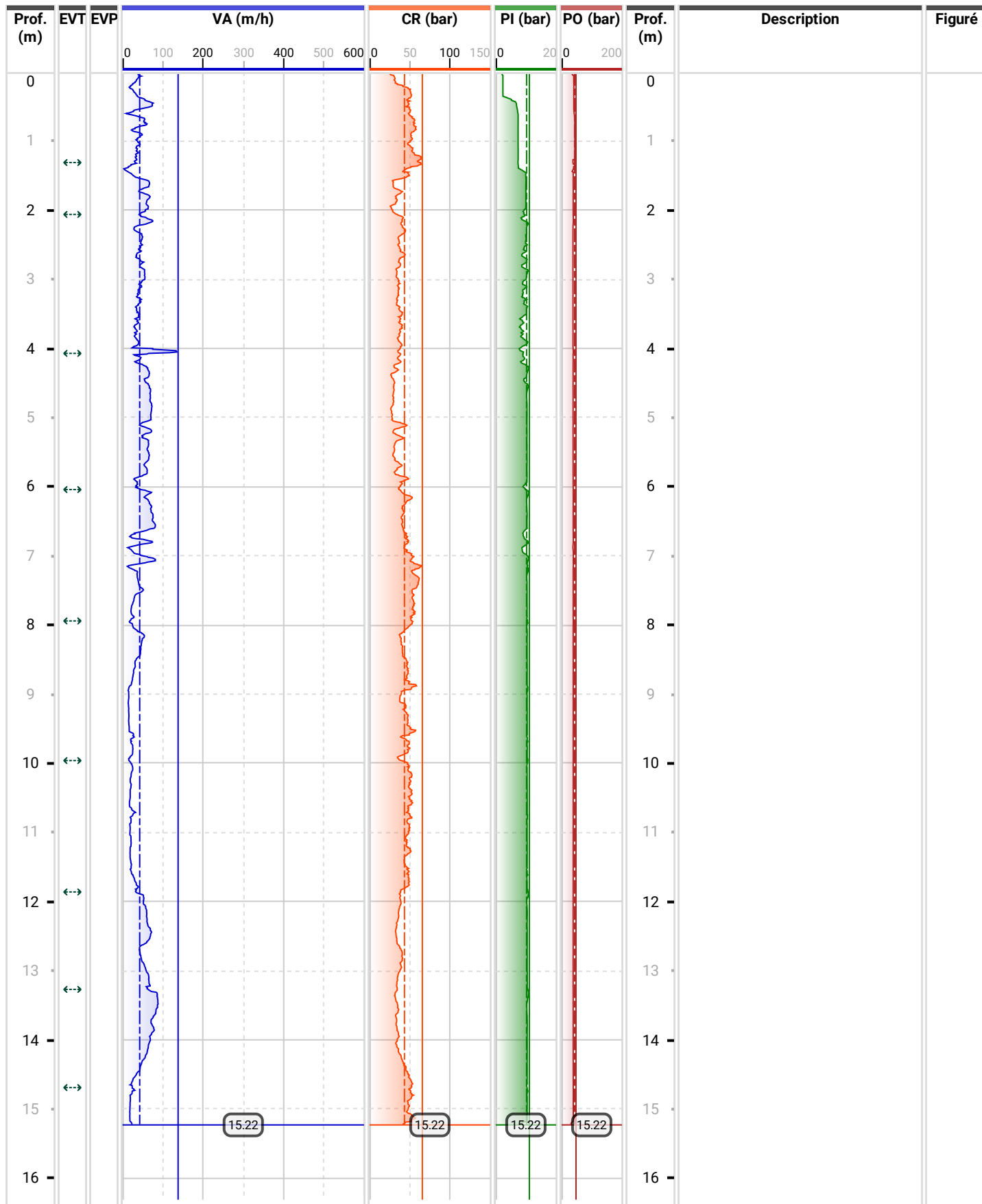
Cote fin

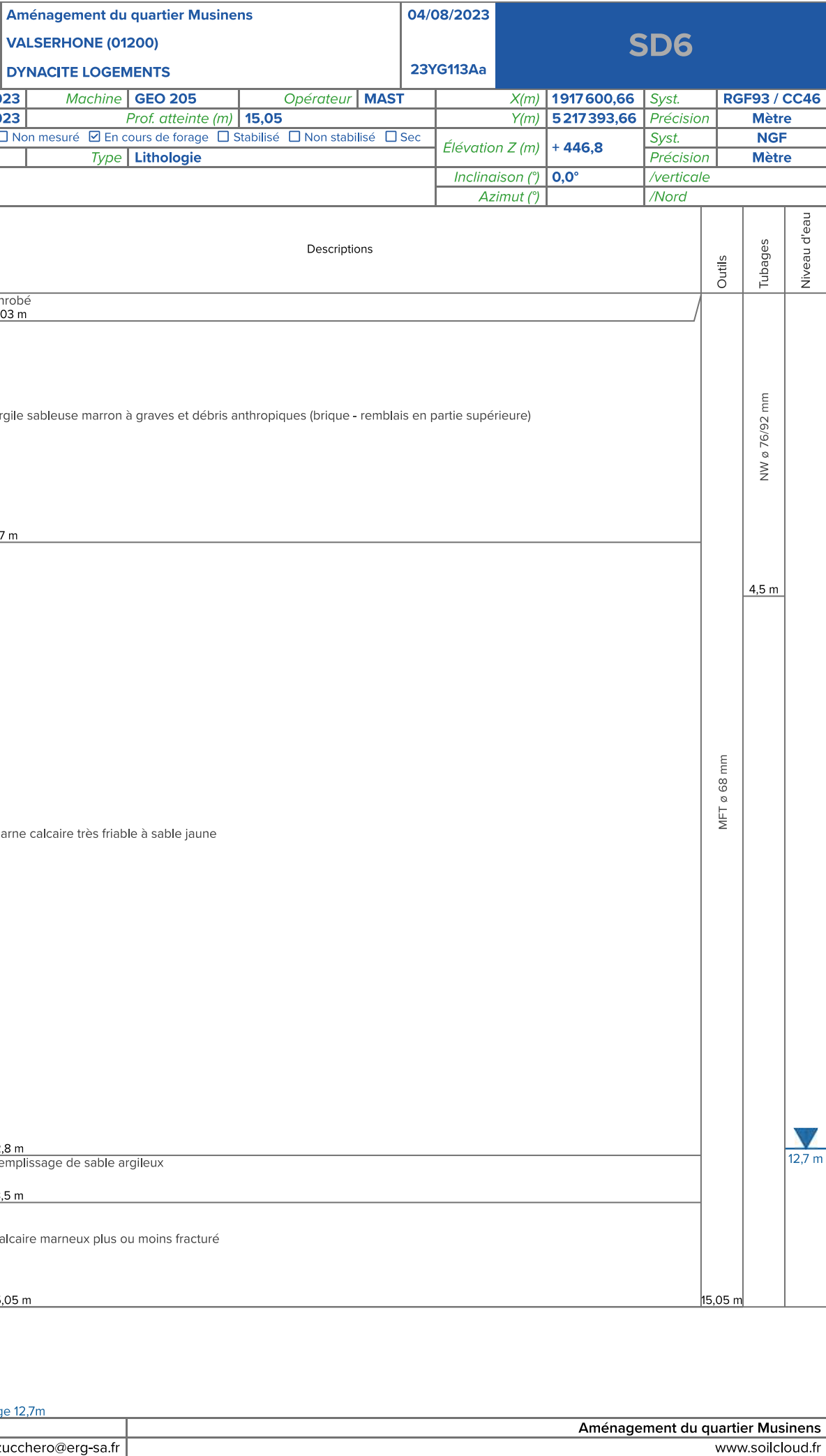
15.22 m

Altitude undefined

Y

X







Dossier

ERG

Description du dossier

Client

Observation

Forage

VALSERHONE SD6

Machine

GEO 205

Outil de forage

Taillant à boutons MFT

Diamètre de l'outil

68 mm

Sondage pressiométrique Ménard

Date de début

25/08/2023

Cote début

0 m, 13.2 m

Date de fin

25/08/2023

Cote fin

13.46 m, 15.05 m

Altitude undefined

Y

X



 ERG GÉOTECHNIQUE		Aménagement du quartier Musinens VALSERHONE (01200) DYNACITE LOGEMENTS			04/08/2023 23YG113Aa		SD7														
Début		22/08/2023		Machine		GEO 205		Opérateur		MAST		X(m)		1917 667,78		Syst.		RGF93 / CC46			
Fin		23/08/2023		Prof. atteinte (m)		15,15		Y(m)		5 217 452,62		Précision		Mètre							
Niveau d'eau		☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☒ Sec										Élévation Z (m)		+ 445,5		Syst.		NGF			
Données		SD7		Type		Lithologie				Inclinaison (°)		0,0°		/verticale							
										Azimut (°)				/Nord							
Élévation		Prof.		Lithologie		Descriptions												Outils			
445,35		0				Terre végétale limoneuse à graviers arrondis 0,15 m															
		1																			
		2				Calcaire marneux fracturé, passages sablo-argileux															
		3																			
		4				4,1 m															
441,4		5																			
		6				Calcaire marneux raide, beige															
		7																			
		8				7,4 m															
438,1		9																			
		10																			
		11				Calcaire marneux raide, blanc, à passages ocres															
		12																			
		13																			
		14																			
		15				15,15 m												15,15 m			
430,35																					
Edité par ERG												Aménagement du quartier Musinens									
Bastien ZUCCHERO b-zucchero@erg-sa.fr												www.soilcloud.fr									



Dossier

ERG

Description du dossier

Client

Observation

Forage

VALSERHONE SD7

Machine

GEO 205

Outil de forage

Tricône à picots TCI

Diamètre de l'outil

66 mm

Sondage pressiométrique Ménard

Date de début

22/08/2023

Date de fin

23/08/2023

Cote début

0 m

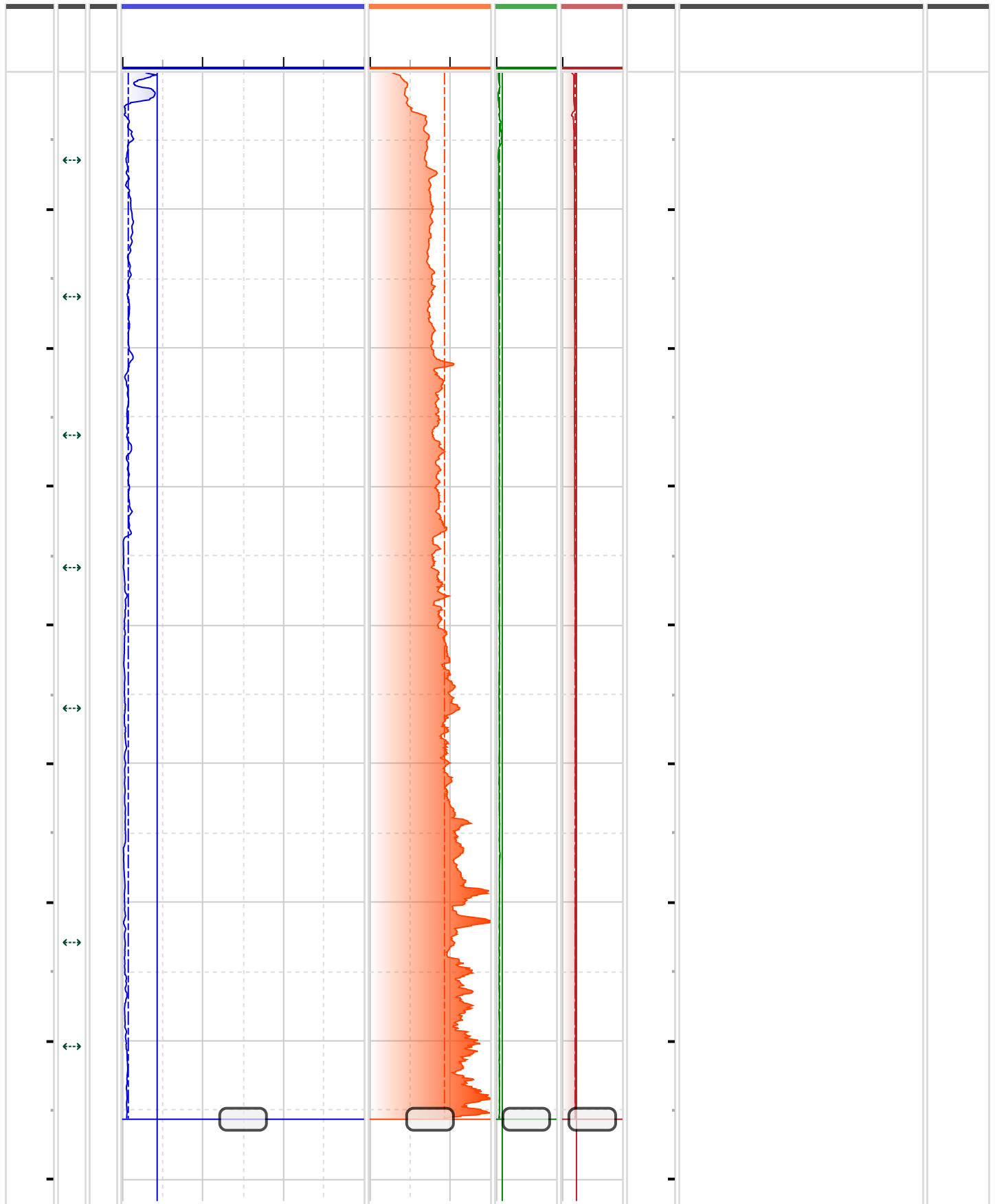
Cote fin

15.12 m

Altitude undefined

Y

X





www.soilcloud.fr

ABO ERG GÉOTECHNIQUE		Aménagement du quartier Musinens			04/08/2023		SD8 + PZ		
VALSERHONE (01200)			23YG113Aa						
DYNACITE LOGEMENTS									
Début	22/08/2023	Machine	GEO 205	Opérateur	MAST	X(m)	1917 665,94	Syst.	RGF93 / CC46
Fin	22/08/2023	Prof. atteinte (m)			9,88	Y(m)	5 217 399,93	Précision	Mètre
Niveau d'eau	☐ Néant ☐ Non mesuré ☒ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec					Élévation Z (m)	+ 445,6	Syst.	NGF
Données	PZO-SD8 + PZ	Type	Piézomètre ouvert					Précision	Mètre
						Inclinaison (°)	0,0°	/verticale	
						Azimet (°)		/Nord	

Sondage

Prof.	P	10,25	m
Diamètre	D	66,0	mm

Niveau d'eau

En cours de forage	H _w	-	m
Après équipement	H _w	4,28	m

Tube

☒ PVC

Diamètre intérieur	D _i	52,0	mm
Diamètre extérieur	D _e	60,0	mm
Crépines	De	1,5 à 10,1	m
	Fente	-	mm

Développement ☒ Oui

Bouchon de fond ☒ Oui

Hauteur hors sol	H _t	0,45	m
------------------	----------------	------	---

Remblais

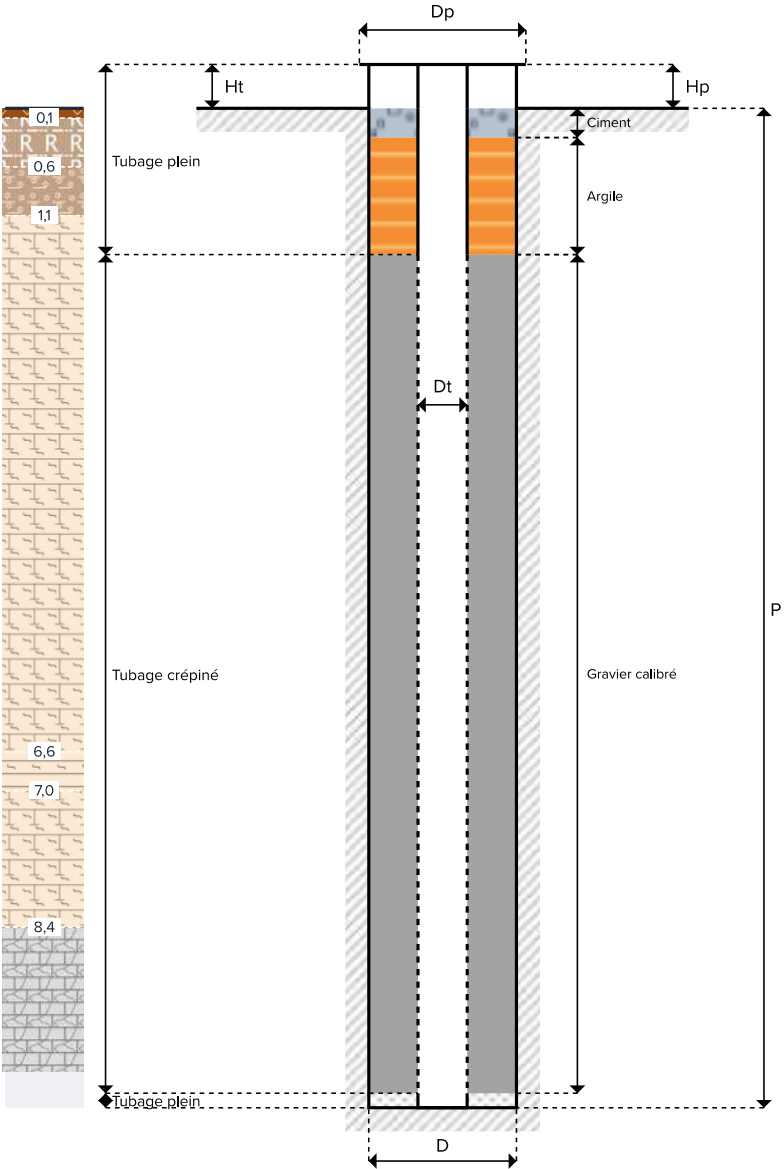
Ciment	De	0,0 à 0,3	m
Argile	De	0,3 à 1,5	m
Gravier calibré	De	1,5 à 10,1	m

Protection

Tête métallique	☒ Oui		
Cadenas	☒ Oui		
Bouche à clef	☒ Non		
Regard béton	☒ Non		
Diamètre protection	D _p	-	mm
Hauteur hors sol	H _p	0,425	m

Réception Piézomètre

Profondeur Eau - Début réception	-	m
Profondeur Eau - Fin réception	-	m
Durée réception	-	h





Dossier

ERG

Description du dossier

Client

Observation

Forage

VALSERHONE SD8+PZ

Machine

GEO 205

Outil de forage

Taillant à boutons MFT

Diamètre de l'outil

90 mm

Sondage pressiométrique Ménard

Date de début

22/08/2023

Date de fin

22/08/2023

Cote début

0 m

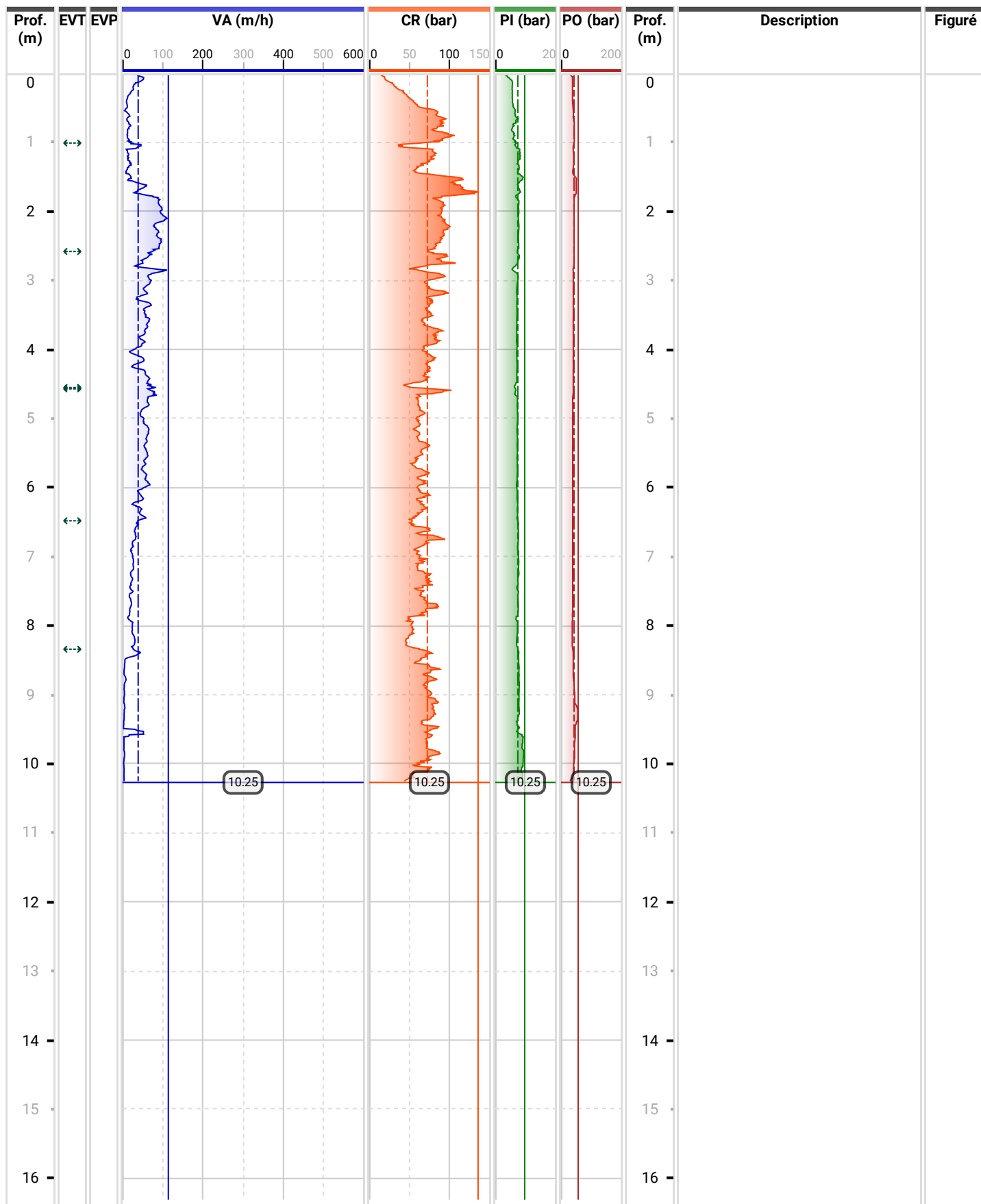
Cote fin

10.25 m

Altitude undefined

Y

X



COMPTE RENDU D'ÉTUDE

VALSRHÔNE (01)
Stade Gérard Armand

RECONNAISSANCES GÉOPHYSIQUES

SISMIQUE RÉFRACTION

10 août 2023

CLIENT

ERG GÉOTECHNIQUE

Date	Type	Numéro	Ind.	Page	Auteur	Contrôle	Validation
08/09/23	NTE	110-2023-045-01	A	17	Bodard	Chappaz	Bodard

ABO-INNOGEO SARL

Siège social : Savoie Technolac | 27, allée du lac d'Aiguebelette 73375 Le Bourget du lac
SARL au capital de 40 000 € | RCS Chambéry 508 761 079 00021 | APE 71.12B
Tél. : +33 (0)4 79 25 01 40 | Fax : +33 (0)4 79 62 51 04
info@innogeo.fr | www.innogeo.fr



SOMMAIRE

1	FICHE RÉCAPITULATIVE ÉTUDE	3
2	CONTEXTE.....	4
3	MESURES SUR SITE.....	5
3.1	Matériel mis en œuvre.....	5
3.2	Configuration des dispositifs de mesure	5
3.3	Implantation des profils géophysiques	5
3.4	Paramètres d'acquisition	6
3.5	Difficultés rencontrées sur site	6
4	TRAITEMENT DES DONNÉES	7
4.1	Étapes de traitement	7
4.2	Qualité des données	7
5	RÉSULTATS.....	8
6	CONCLUSIONS.....	10

LISTES DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude (Source : Géoportail).....	4
Figure 2 : Localisation des profils sismiques	6
Figure 3 : Table Caterpillar pour tracteur D9G (390 CV) avec défonceuse 9B une dent.....	9
Tableau 1 : Coordonnées des géophones extrêmes des profils sismiques (WGS84).....	5

LISTE DES PLANCHES

Planche 1 : Implantation des profils sismiques	12
Planche 2 : Coupes sismiques.....	13
Planche 3 : Coupes sismiques.....	14

ANNEXES

Annexe 1 : Principe technique de la sismique réfraction.....	16
--	----

1 FICHE RÉCAPITULATIVE ÉTUDE

Nom de l'étude	VALSERHÔNE (01) STADE GÉRARD ARMAND
Référence ABO-INNOGEO	NTE 110-2023-045-01-A
Offre	2023-110-080-01B datant du 07 juillet 2023
Projet	110-2023-045
Client	ERG Géotechnique
Référence marché / commande	Bon pour accord sur offre ABO INNOGEO en date du 12/07/2023

Date d'intervention	10 août 2023		
Site	Projet immobilier logement Dynacité, VALSERHÔNE (01)		
Objectif	Reconnaissance géologique par sismique réfraction		
Chef de projet	Christophe Bodard	Chargé d'étude	Alexandre Jaguelin
Méthodes mises en œuvre	Sismique réfraction		
Programme réalisé (Quantité, matériel, ...)	» Acquisition de 12 bases sismiques de 60m » Enregistreur sismique : Geometrics Geode ; » Bases sismiques de 24 géophones espacés de 2,5 mètres » 7 tirs sismiques : 2 tirs déportés, 2 tirs en bout, tir au ¼, milieu et ¾ de la base		
Commentaires	-		

Résultats	L'objectif des mesures géophysiques est de définir la profondeur du toit du massif rocheux. Ce compte rendu correspond à la présentation des résultats des reconnaissances géophysiques sans intégration des données issues de sondages mécaniques. L'interprétation des mesures sismiques permet de mettre en évidence un modèle de terrain correspondant à quatre gammes de vitesses. Les vitesses les plus faibles caractérisent les terrains de couvertures, les vitesses intermédiaires correspondent soit à ces mêmes terrains plus compacts soit à la frange très altérée du massif rocheux, et les vitesses les plus fortes au massif rocheux plus ou moins altéré. Sur la base du rapport GEOTEC - Dossier N°2022/06729/LYON- Indice A - VALSERHÔNE (01) - FV transmis par ABO ERG GEOTECHNIQUE, nous pouvons supposer que les terrains superficiels sont composés d'abord de limons argilo-sableux et des argiles sableuses marron-brun à quelques graviers/blocs, puis des argiles marron-beige plus ou moins marneuses et des sables limoneux beiges, graveleux à caillouteux à blocs et passées calcaires. Le massif rocheux correspondrait quant à lui à du calcaire. L'estimation de la rippabilité des terrains au droit des reconnaissances sismiques est basée sur la table Caterpillar pour tracteur D9G (390 CV) avec défonceuse 9B une dent. Alors que les terrains de vitesses sismiques inférieures à 1850 m/s apparaissent « défonçable avec 1 tracteur », pour les terrains calcaires de vitesses supérieures à 2900 m/s des tirs d'ébranlement seront a priori nécessaires.
-----------	--

2 CONTEXTE

À la demande de la société ABO ERG Géotechnique, ABO-INNOGEO a réalisé le 10 août 2023 une reconnaissance géophysique par sismique réfraction. Cette étude intervient dans le cadre du projet immobilier logement Dynacité, situé sur la commune de Valsenhône (01) (cf. Figure 1).

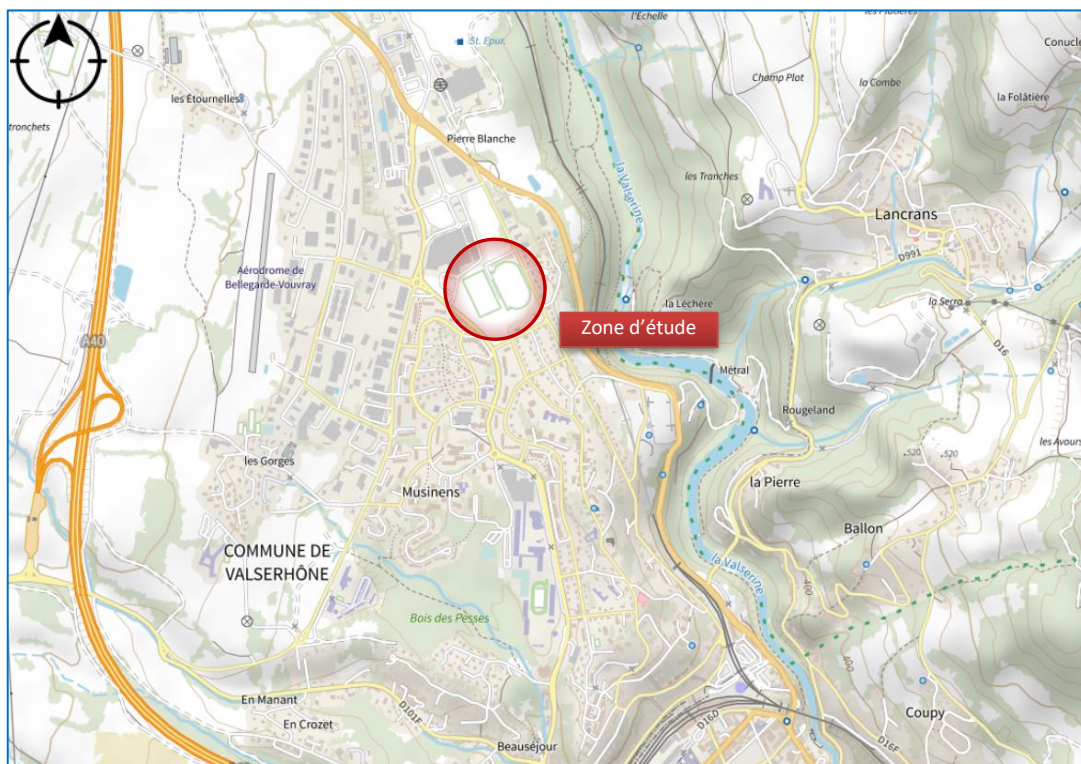


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude (Source : Géoportail)

L'objectif des mesures géophysiques est de définir la profondeur du toit du massif rocheux.

Ce compte rendu correspond à la présentation des résultats des reconnaissances géophysiques sans intégration des données issues de sondages mécaniques.

La prestation d'ABO-INNOGEO est une prestation d'investigation géophysique (ex G0) sans réalisation de mission d'ingénierie géotechnique selon la norme NFP 94500 révisée en 2013.

Remarque :

Les auscultations ou investigations mises en œuvre pour la présente étude ne se substituent pas aux autres auscultations ou investigations nécessaires à la solution du problème posé. En effet les techniques géophysiques présentent des limites liées aux principes physiques et procédés métrologiques mis en œuvre. Ceux-ci ne peuvent décrire de façon exhaustive et certaine les caractéristiques du sous-sol et des structures. Il peut subsister de ce fait une part d'incertitude et un facteur de risque découlant de l'éventualité de la présence d'anomalies non détectables à l'aide des techniques déployées ou d'une description imprécise et/ou incertaine d'une caractéristique ou d'une anomalie détectée.

3 MESURES SUR SITE

3.1 Matériel mis en œuvre

- » Enregistreur sismique Geometrics Geode ;
- » Géophones de fréquence 10 Hz ;
- » Source sismique : masse à main de 4 kg ;
- » Système de déclenchement : capteur piézo électrique ;

3.2 Configuration des dispositifs de mesure

- » 24 géophones espacés de 2,5 mètres ;
- » Nombre de tirs par dispositif : 7 tirs ;
 - 2 tirs déportés ou offset à une distance de l'ordre de 15 m du capteur extrême ;
 - 2 tirs bout ;
 - 1 tir au $\frac{1}{4}$ et 1 tir au $\frac{3}{4}$ du dispositif ;
 - 1 tir au milieu du dispositif.

3.3 Implantation des profils géophysiques

Au total, 12 bases sismiques réfraction ont été réalisées, réparties sur l'ensemble du site.

Les coordonnées des extrémités des profils levées avec un GPS de précision métrique sont présentées dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Coordonnées des géophones extrêmes des profils sismiques (WGS84)

Profil	Géophone	Latitude	Longitude
P1	1	46.12320	5.81387
P1	24	46.12272	5.81424
P2	1	46.12314	5.81389
P2-3	24-1	46.12332	5.81456
P3-4	24-1	46.12356	5.81536
P4	24	46.12374	5.81604
P5	1	46.12357	5.81602
P5	24	46.12395	5.81569
P6	1	46.12322	5.81518
P6	24	46.12369	5.81484
P7	1	46.12289	5.81563
P7-8	24-1	46.12239	5.81594
P8	24	46.12194	5.81632
P9	1	46.12204	5.81674
P9-10	24-1	46.12250	5.81656
P10	24	46.12307	5.81637
P11	1	46.12266	5.81689
P11-12	24-1	46.12224	5.81649
P12	24	46.12187	5.81602

L'implantation des profils de mesures est présentée sur la Figure 2 page suivante.

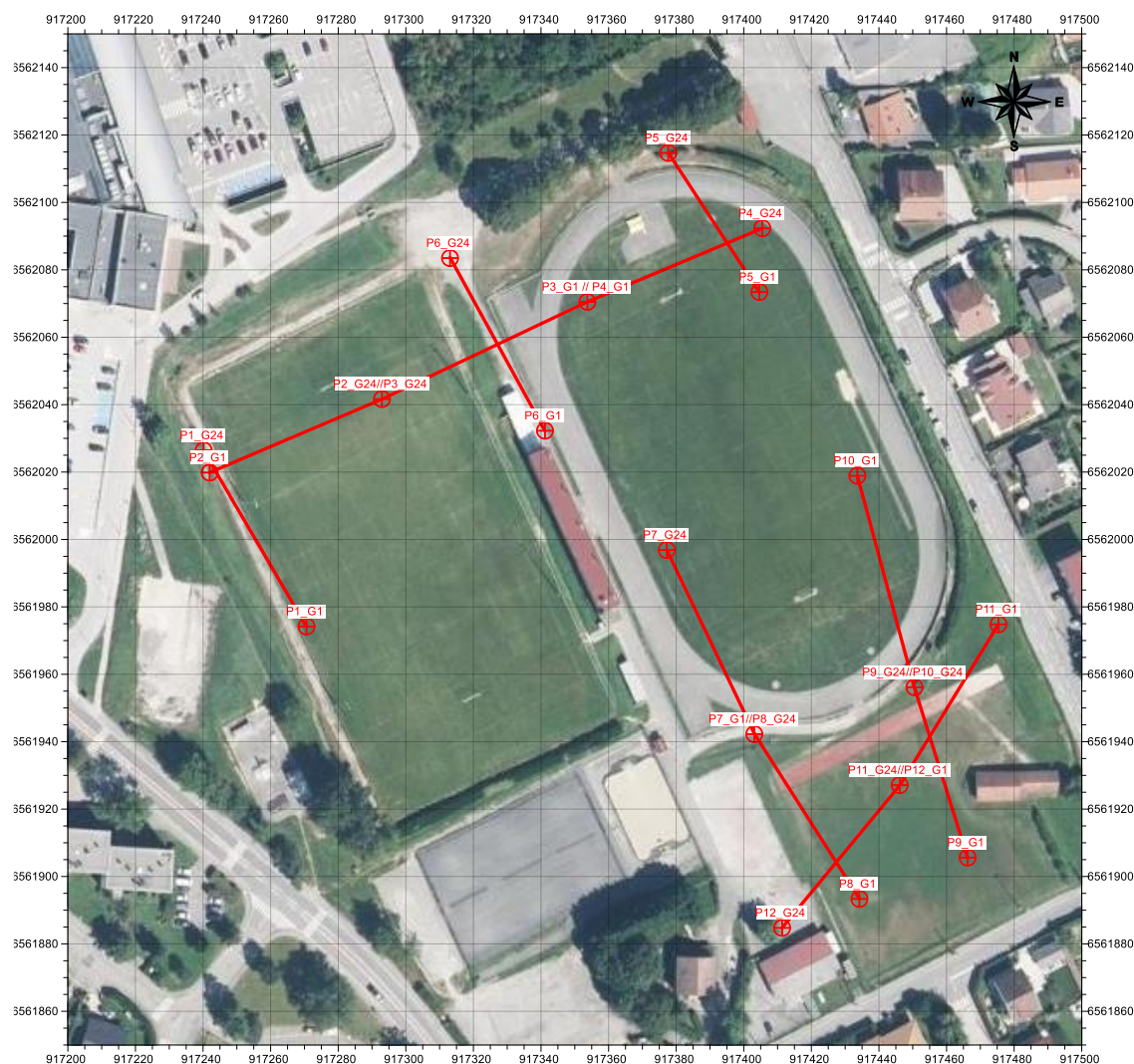


Figure 2 : Localisation des profils sismiques

3.4 Paramètres d'acquisition

» Longueur d'enregistrement	:	300 ms ;
» Pas d'échantillonnage	:	62,5 μ s ;
» Délai	:	5 ms ;
» Filtres en acquisition	:	Non.

3.5 Difficultés rencontrées sur site

Sans objet

4 TRAITEMENT DES DONNÉES

Les mesures ont été sauvegardées sur site et exploitées en bureau d'étude à l'aide de la suite logiciel Seismager.

4.1 Étapes de traitement

1. Intégration des positions des géophones et des points de tir dans les données sismiques ;
2. Application d'un filtre passe bande sur les données ;
Suivant qualité des signaux
3. Pointé des temps des premières arrivées ;
Le pointé a été interrompu dès qu'un doute apparaissait sur le départ de l'onde réfractée afin de ne pas pointer une onde réfléchie plus énergétique présente sur les films sismiques
4. Réalisation des hodochrones ;
5. Contrôle des temps aller / retour ;
6. Inversion des données sismiques par tomographie sismique :
 - a. Pré-interprétation type « plus / minus » pour établissement du modèle de vitesses ;
 - b. Établissement du modèle d'entrée sur la base d'une première inversion ;
 - c. Inversion des données sur la base du modèle d'entrée ;
 - d. Établissement du modèle en couches ;
 - e. Inversion finale.

4.2 Qualité des données

Les mesures sont de bonne qualité, nous notons cependant ponctuellement des signaux plus dégradés notamment pour les capteurs les plus éloignés du point de tir.

5 RÉSULTATS

La planche 1 présente l'implantation des reconnaissances sismiques. Les coupes issues du traitement des mesures géophysiques sont présentées sur les Planches 2 et 3.

Les coupes sismiques présentent la répartition des vitesses sismiques pour les ondes de compression au droit des profils de mesure.

Par rapport aux descriptions ci-après, nous rappelons que le substratum sismique correspond au niveau sismique le plus profond atteint au droit d'une base sismique donnée, sa nature et ses vitesses peuvent donc varier d'une base sismique à une autre.

L'analyse des reconnaissances géophysiques met en évidence un modèle de terrain correspondant à 4 gammes de vitesses sismiques :

- » Terrains de vitesses comprises entre 500 et 600 m/s. Ces terrains correspondent aux terrains superficiels peu compactes et présentent une épaisseur maximale de quelques mètres.
- » Terrains de vitesses comprises entre 1500 à 1850 m/s : Il s'agit soit de terrains superficiels plus compactes ou bien de la frange très altérée et/ou fracturé du massif rocheux.
Son épaisseur varie de 1 à 2 mètres à l'ouest du profil SRT02 / SRT03 / SRT04 à plus d'une dizaine de mètres au nord du profil SRT07 / SRT08.
- » Terrains de vitesses comprises entre 2900 à 3200 m/s : il s'agit à priori de la frange altérée du massif rocheux.
Cette gamme de vitesse correspond au substratum sismique sur les bases sismiques SRT03 à SRT08 et SRT10 à SRT11. Au droit des autres bases sismiques, elle présente une épaisseur allant de 2 mètres, à l'ouest du profil SRT02 / SRT03 / SRT04, à environ 5 mètres au sud du profil SRT09 / SRT10.
- » Terrains de vitesses comprises entre 4100 à 4600 m/s : il s'agit à priori du massif rocheux sain.
Cette gamme de vitesse correspond au substratum sismique sur les bases sismiques SRT01, SRT02, SRT03 (en partie), SRT09 et SRT12.
La transition entre cette gamme de vitesse et la gamme 2900 / 3200 m/s n'est pas clairement identifiée mais nous pouvons émettre l'hypothèse que la frange altérée du massif rocheux s'épaissit au droit des bases sismiques où les terrains de vitesse 4100 / 4600 m/s ne sont pas atteints.

Sur la base du rapport GEOTEC - Dossier N°2022/06729/LYON- Indice A – VALSERHÔNE (01) – FV transmis par ABO ERG GEOTECHNIQUE, nous pouvons supposer que les terrains superficiels sont composés d'abord de limons argilo-sableux et des argiles sableuses marron-brun à quelques graviers/blocs, puis des argiles marron-beige plus ou moins marneuses et des sables limoneux beiges, graveleux à caillouteux à blocs et passées calcaires. Le massif rocheux correspondrait quant à lui à du calcaire.

L'estimation de la rippabilité des terrains au droit des reconnaissances sismiques est basée sur la table Caterpillar pour tracteur D9G (390 CV) avec défonceuse 9B une dent (cf. Figure 3). Il conviendra de les valider en fonction des moyens matériels définitifs mis en œuvre pour les travaux.

- » Deux premières gammes de vitesse sismique, vitesses inférieures à 1850 m/s, quel que soit la nature des matériaux : « défonçable (1 tracteur) » ;

- Deux dernières gammes de vitesse sismique, vitesses supérieures à 2900 m/s, en supposant que ces vitesses correspondent au calcaire : « Défonçable seulement après tirs d'ébranlement » pour ignées et métamorphiques ;

TABLE CATERPILLAR POUR TRACTEUR D 9G (390 CV) AVEC DÉFONCEUSE 9B UNE DENT.

TIRÉE DE L'OUVRAGE : RECONNAISSANCE GÉOLOGIQUE ET GÉOTECHNIQUE DES TRACÉS DE ROUTES ET AUTOROUTES ÉDITÉ PAR LE LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES EN 1982.

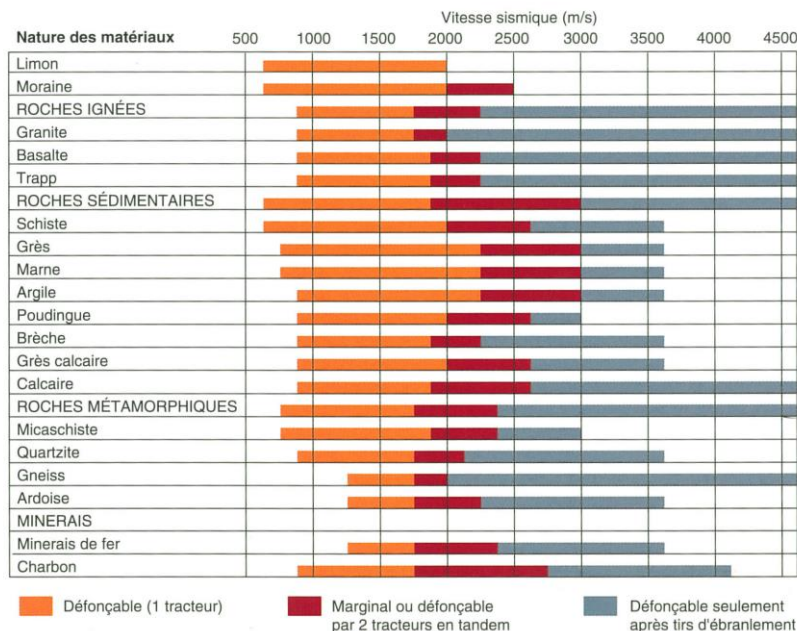


Figure 3 : Table Caterpillar pour tracteur D9G (390 CV) avec défonceuse 9B une dent

6 CONCLUSIONS

À la demande de la société ABO ERG Géotechnique, ABO-INNOGEO a réalisé le 10 août 2023 une reconnaissance géophysique par sismique réfraction. Cette étude intervient dans le cadre du projet immobilier logement Dynacité, situé sur la commune de Valserhône (01)

L'objectif des mesures géophysiques est de définir la profondeur du toit du massif rocheux.

Ce compte rendu correspond à la présentation des résultats des reconnaissances géophysiques sans intégration des données issues de sondages mécaniques.

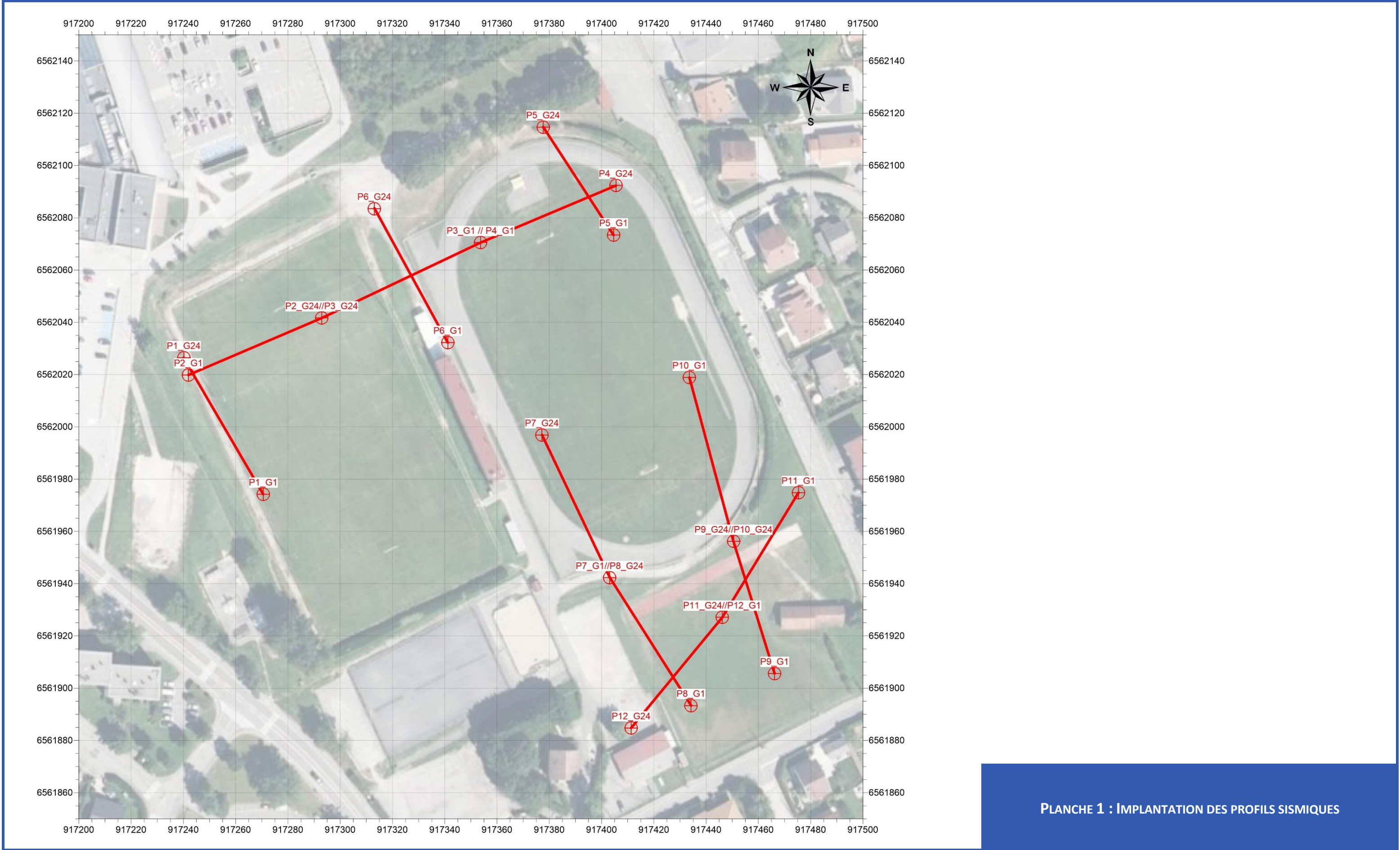
L'interprétation des mesures sismiques permet de mettre en évidence un modèle de terrain correspondant à quatre gammes de vitesses. Les vitesses les plus faibles caractérisent les terrains de couvertures, les vitesses intermédiaires correspondent soit à ces mêmes terrains plus compacts soit à la frange très altérée du massif rocheux, et les vitesses les plus fortes au massif rocheux plus ou moins altéré.

Sur la base du rapport GEOTEC - Dossier N°2022/06729/LYON– Indice A – VALSERHÔNE (01) – FV transmis par ABO ERG GEOTECHNIQUE, nous pouvons supposer que les terrains superficiels sont composés d'abord de limons argilo-sableux et des argiles sableuses marron-brun à quelques graviers/blocs, puis des argiles marron-beige plus ou moins marneuses et des sables limoneux beiges, graveleux à caillouteux à blocs et passées calcaires. Le massif rocheux correspondrait quant à lui à du calcaire.

L'estimation de la rippabilité des terrains au droit des reconnaissances sismiques est basée sur la table Caterpillar pour tracteur D9G (390 CV) avec défonceuse 9B une dent. Alors que les terrains de vitesses sismiques inférieures à 1850 m/s apparaissent « défonçable avec 1 tracteur », pour les terrains calcaires de vitesses supérieures à 2900 m/s des tirs d'ébranlement seront a priori nécessaires.

Avertissement : Les auscultations ou investigations mises en œuvre pour la présente étude ne se substituent pas aux autres auscultations ou investigations nécessaires à la solution du problème posé. En effet les techniques géophysiques présentent des limites liées aux principes physiques et procédés métrologiques mis en œuvre. Ceux-ci ne peuvent décrire de façon exhaustive et certaine les caractéristiques du sous-sol et des structures. Il peut subsister de ce fait une part d'incertitude et un facteur de risque découlant de l'éventualité de la présence d'anomalies non détectables à l'aide des techniques déployées ou d'une description imprécise et/ou incertaine d'une caractéristique ou d'une anomalie détectée.

PLANCHES



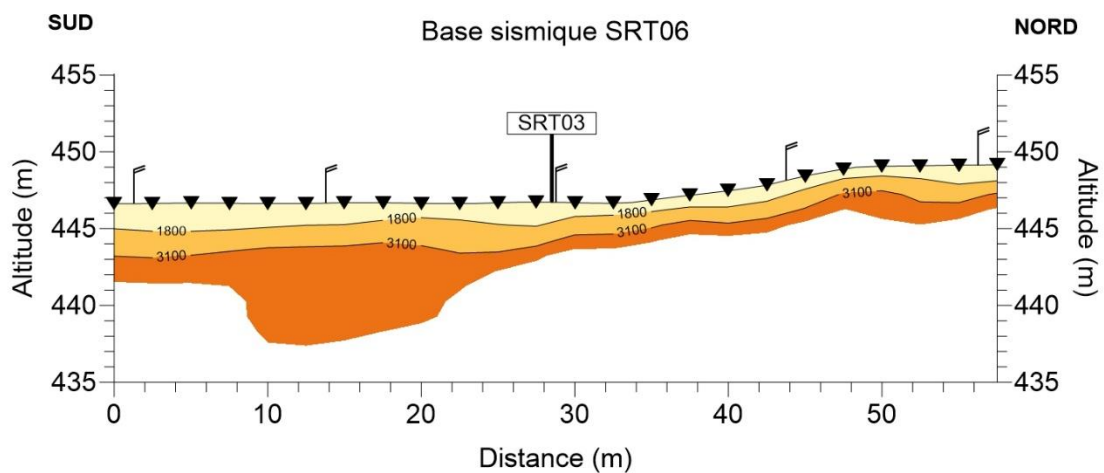
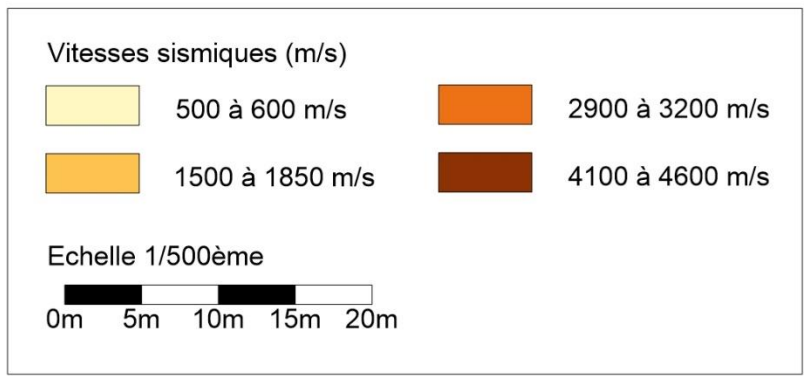
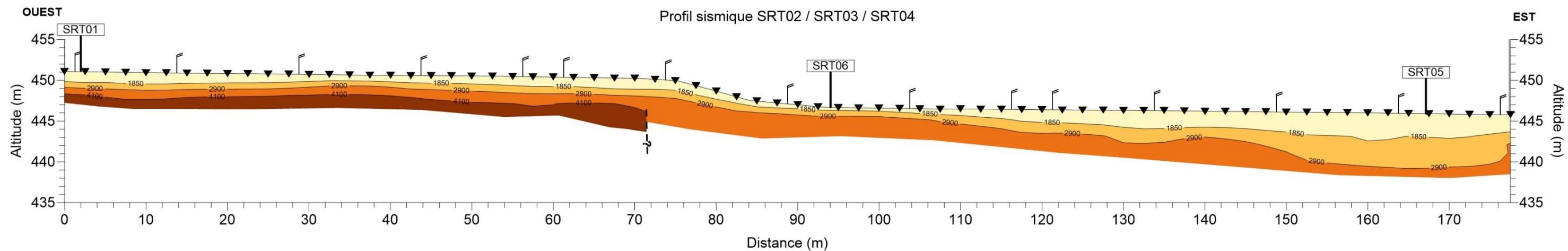
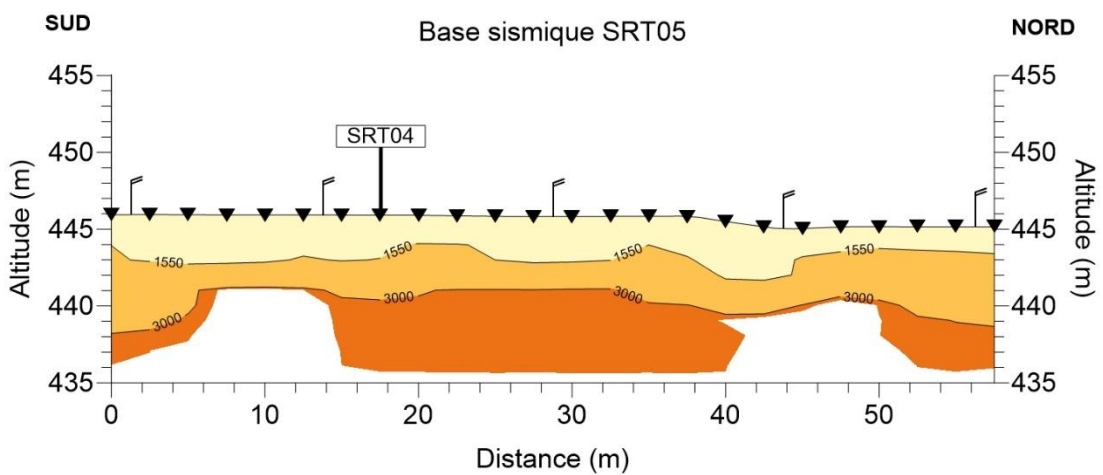
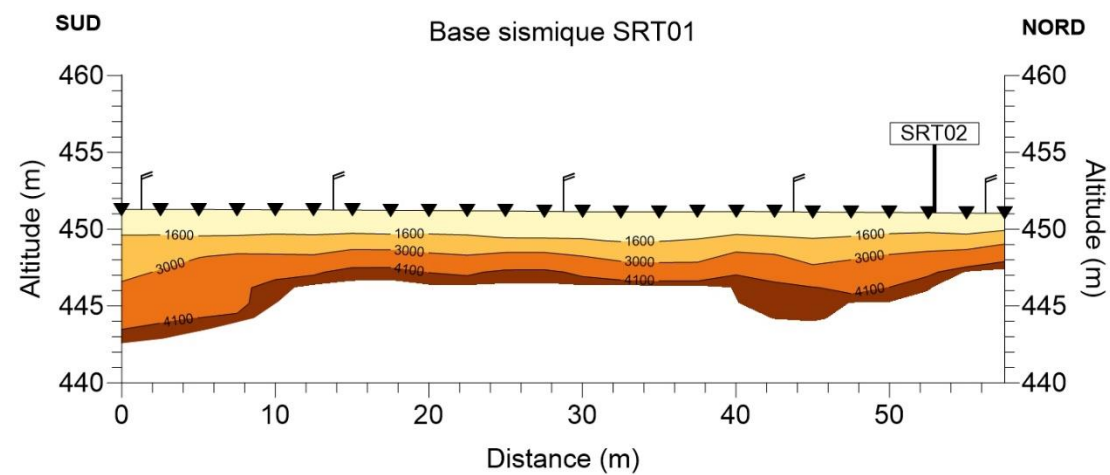
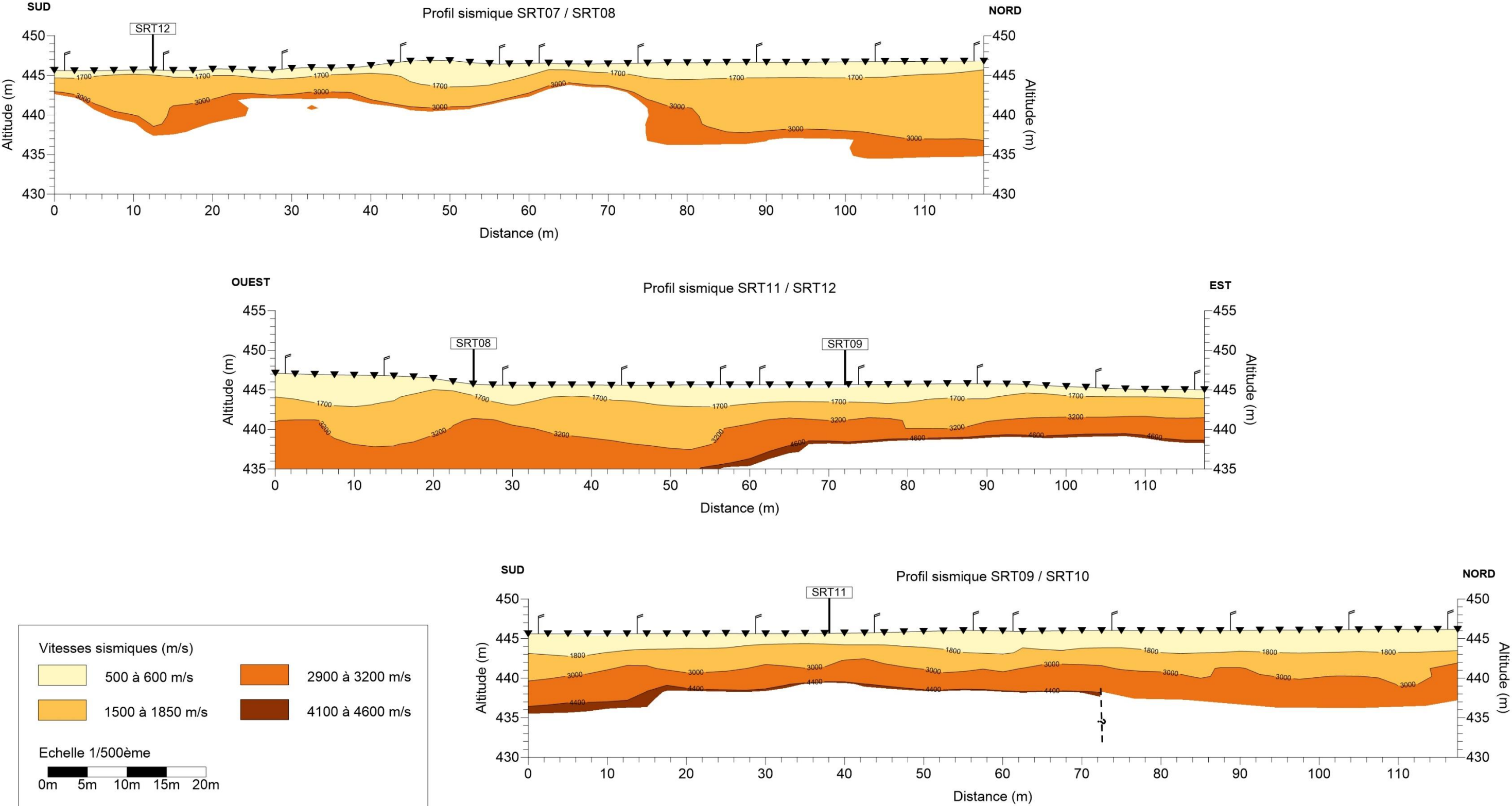


PLANCHE 2 : COUPES SISMQUES
MODÈLES SISMQUES DE VITESSE SANS INTERPRÉTATION GÉOLOGIQUE
PARTIE NORD DE DE LA ZONE D'ÉTUDE



ANNEXES

ANNEXE 1 | PRINCIPE TECHNIQUE DE LA SISMIQUE RÉFRACTION

Synthèse méthode	
Principe technique	Mesure du temps d'arrivée des ondes sismiques réfractées
Objectifs	➤ Détermination de la lithologie en termes de vitesse sismique ; ➤ Caractérisation de la rippabilité des terrains
Limitation	➤ Vitesses sismiques non croissantes avec la profondeur ➤ Bruit vibratoire important

Principe théorique

La sismique réfraction est une méthode de reconnaissance géophysique du sous-sol fondée sur l'étude de la propagation des ondes sismiques élastiques. L'objectif de l'essai est de caractériser la nature et la structure des différentes couches du sous-sol dont on détermine ainsi l'état mécanique (altération, fissuration, fracturation), les épaisseurs et les vitesses sismiques des ondes de compression ou de cisaillement, elles-mêmes reliées aux propriétés mécaniques du matériau.

La sismique réfraction peut aussi bien être appliquée en milieu terrestre qu'en milieu aquatique. Son application ne peut être envisagée que si la vitesse sismique augmente avec la profondeur, si les contrastes de vitesse entre couches sont suffisamment marqués et si les couches du sous-sol sont relativement tabulaires.

Réalisation sur site

L'essai consiste à mettre en place à la surface du sol, un profil rectiligne de capteurs sismiques, appelée dispositif sismique, reliés par un câble de mesure à un enregistreur sismique.

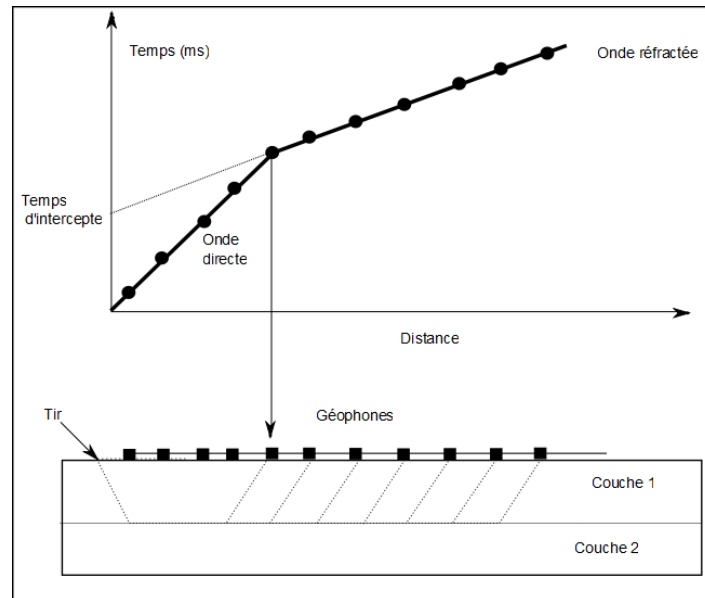
La source sismique est actionnée en différents points le long du dispositif et on enregistre le temps de propagation entre la source et chaque capteur. La source sismique et l'enregistreur sont synchronisés pour mesurer précisément l'instant de l'émission sismique.

L'enregistreur numérique à échantillonnage rapide permet également de sommer plusieurs émissions sismiques afin d'augmenter le rapport signal sur bruit. Typiquement, on utilise des dispositifs de 12 à 48 capteurs espacés de 2,5 à 20 mètres pour des profondeurs de reconnaissance variant de 15 m à 100 m.

La profondeur maximale opérationnelle de reconnaissance est fonction de la taille du dispositif mis en œuvre et de la source sismique mise en œuvre (masse à main, chute de poids accélérée, explosif, source vibrante, ...).

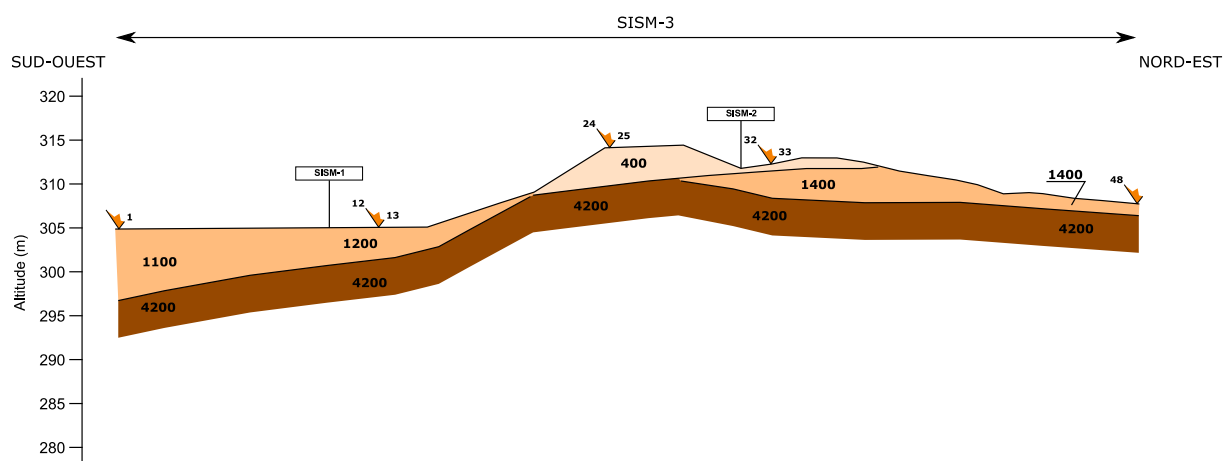
Traitement et interprétation

Après acquisition, les temps de propagation sont reportés sur un graphique hodochrone pour permettre le traitement des mesures.



Sismique réfraction | Création du graphique hodochrone

L'interprétation, peut être menée par la méthode du plus-moins ou bien par inversion des temps d'arrivée, permet d'obtenir la coupe sismique des terrains au droit du profil sismique. La coupe sismique est interprétée géologiquement sur la base des données géologiques connues pour le site, sondages mécaniques, et des objectifs de l'étude.



Sismique réfraction | Exemple de coupe sismique

CHANTIER	AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS	
LIEU	VALSERHONE (01200)	
CLIENT	DYNACITE	
N° DOSSIER	23 YG 0113 Aa	

PM4 sondage	ER échantillon	0,60	à	1,60
description lithologique				
limon argileux grisâtre				
Date prélèvement	05/09/2023			

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX

Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C	opérateur	L DE SOUSA	date essai	11/09/2023
-----------------------	-------	-----------	------------	------------	------------

essai 1				essai 2			
n° tare	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁	n° tare	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
A3	2843	2544,6	364,4				

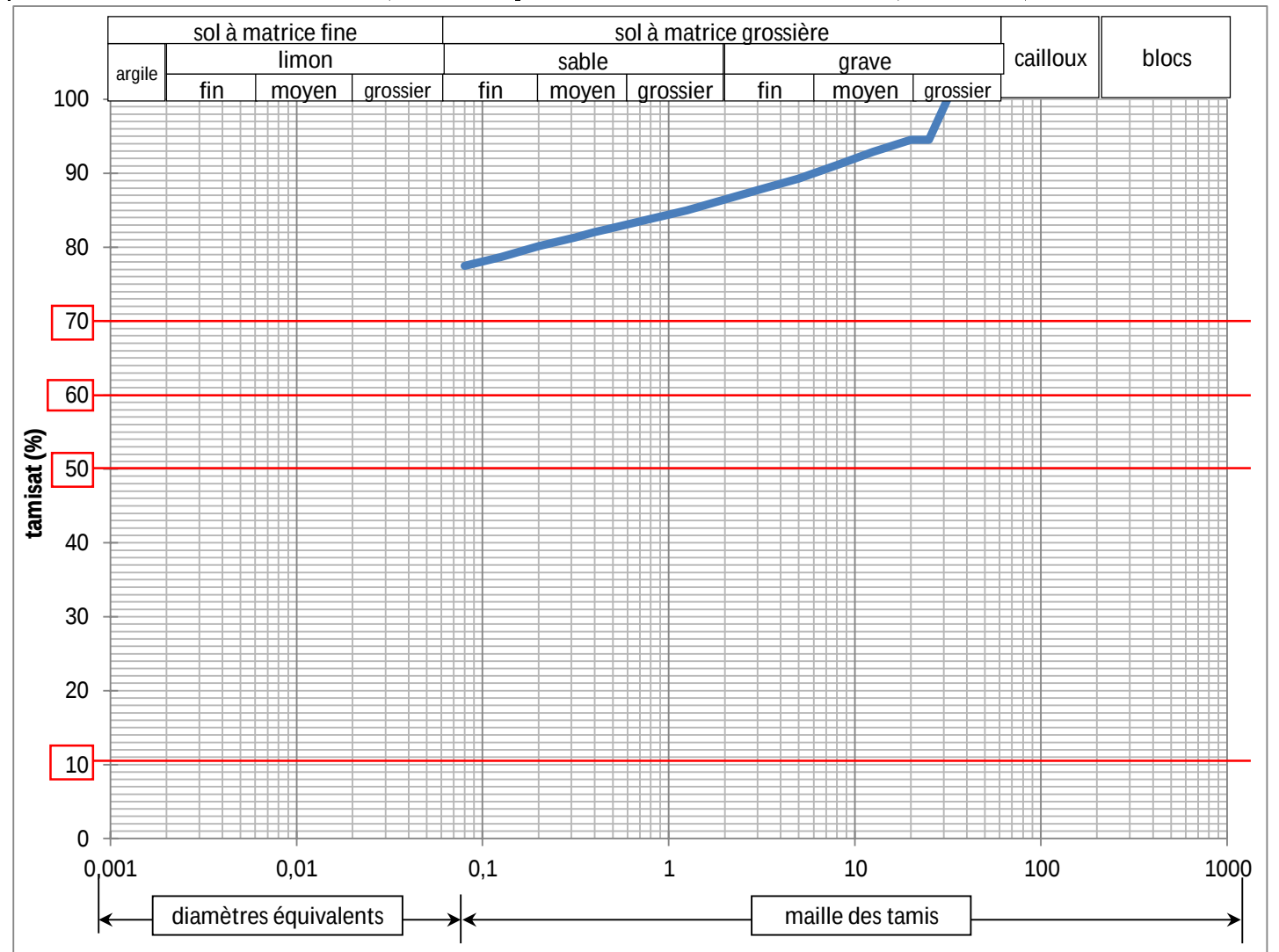
teneur en eau (%) w			COMMENTAIRES
moyenne	essai 1	essai 2	
13,7	13,7		

CHANTIER		AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS		
LIEU		VALSERHONE (01200)		
CLIENT		DYNACITE		
N° DOSSIER		23 YG 0113 Aa		
PM4 sondage	ER échantillon	0,60	à	1,60
description lithologique				
limon argileux grisâtre				
Date prélèvement		05/09/2023		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE
Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur	N RICHER	date essai	13/09/2023
-----------------------	-------	-----------	----------	------------	------------

w_{nat}	13,7%	NF P 94-050	D_{max}	25,547 mm	classification NF P 11-300
w_L	I	NF P 94-052 & NF P 94-051	D_{70}		
I_p	I		D_{60}		
VB_s	1,9	NF P 94-068	D_{50}		classe/sous classe état hydrique
passant à 2mm	86,5%		D_{15}		
passant à 80 µm	77,5%		D_{10}		d _m (mm) 31,5



diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)
100		20	94,54	0,8	83,83				
80		12,5	92,89	0,5	82,60				
63		8	91,10	0,4	82,04				
50		5	89,28	0,315	81,31				
40		3,15	87,84	0,2	80,12				
31,5	100,00	2	86,46	0,125	78,66				

CHANTIER		AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS							
LIEU		VALSERHONE (01200)							
CLIENT		DYNACITE							
N° DOSSIER		23 YG 0113 Aa							
PM4 sondage		ER échantillon		0,60		à		1,60	
description lithologique									
limon argileux grisâtre									
Date prélèvement									
25	94,54	1,25	84,99	0,08	77,48				

CHANTIER	AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS		
LIEU	VALSERHONE (01200)		
CLIENT	DYNACITE		
N° DOSSIER	23 YG 0113 Aa		
PM4 sondage	ER échantillon	0,60 à 1,60 profondeurs (m)	
description lithologique			
limon argileux grisâtre			
Date prélèvement	05/09/2023		
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE Norme NFP-94-068			

opérateur	L DE SOUSA	date essai	14/09/2023
-----------	------------	------------	------------

w_{nat}	13,7%	NF P 94-050
-----------	-------	-------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S.
40,435	89,28	85	1,9

Remarque

CHANTIER LIEU CLIENT N° DOSSIER	AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS VALSERHONE (01200) DYNACITE 23 YG 0113 Aa	
PM4 sondage	ER échantillon	0,60 à 1,60 profondeurs (m)
description lithologique limon argileux grisâtre		
Date prélèvement 05/09/2023		
Indice Portant Immédiate Norme NFP- 94-078		

opérateur	L DE SOUSA	date essai	11/09/2023
-----------	------------	------------	------------

CARACTERISTIQUES DU COMPACTAGE:

X	Proctor normal:
	Proctor modifié

TENEUR en EAU du COMPACTAGE:

	Optimum proctor
X	Naturelle

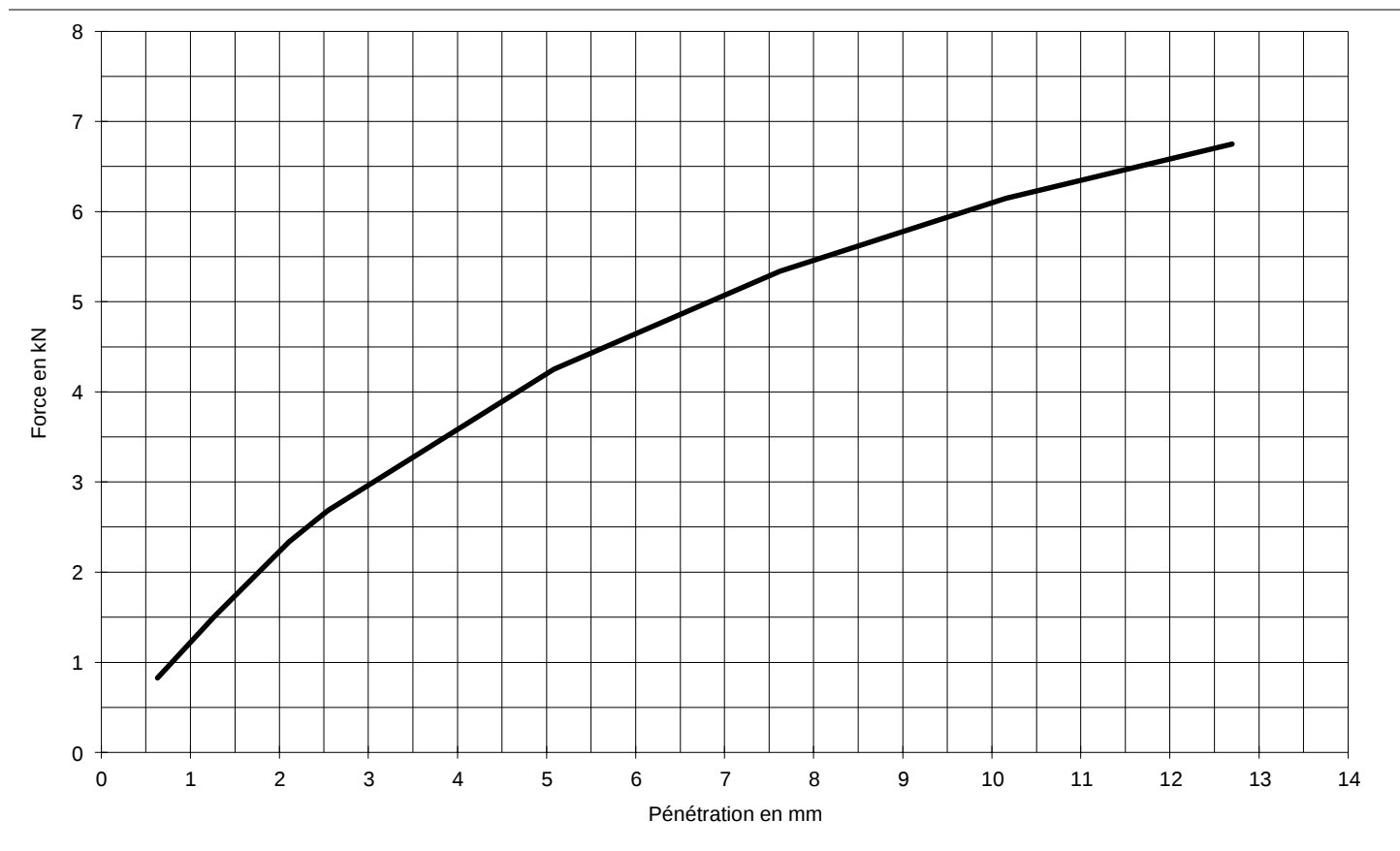
Temps	Pénétration en mm	Divisions	Force en kN
30 sec	0,63	6	0,82
1 min	1,27	11	1,51
1 min 40	2,11	17	2,34
2 min	2,54	19,5	2,68
4 min	5,08	31	4,25
6 min	7,62	39,5	5,34
8 min	10,16	46	6,15
10 min	12,70	51	6,75

PARAMETRES DU SOL:

Teneur en eau:	13,6%
Densité sèche:	1,73

RESULTATS:

Pénétration: en mm	Force en kN	Indice unitaire	Indice IPI
2.5 mm	2,68	20,07	21
5 mm	4,25	21,34	



Remarque:

CHANTIER	AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS	
LIEU	VALSERHONE (01200)	
CLIENT	DYNACITE	
N° DOSSIER	23 YG 0113 Aa	

PM5 sondage	ER échantillon	0,40	à	1,00
description lithologique				
limon légèrement argileux grisâtre				
Date prélèvement	05/09/2023			

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX

Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C	opérateur	L DE SOUSA	date essai	11/09/2023
-----------------------	-------	-----------	------------	------------	------------

essai 1				essai 2			
n° tare	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁	n° tare	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
M10	3276,1	2947,2	403,3				

teneur en eau (%) w			COMMENTAIRES
moyenne	essai 1	essai 2	
12,9	12,9		

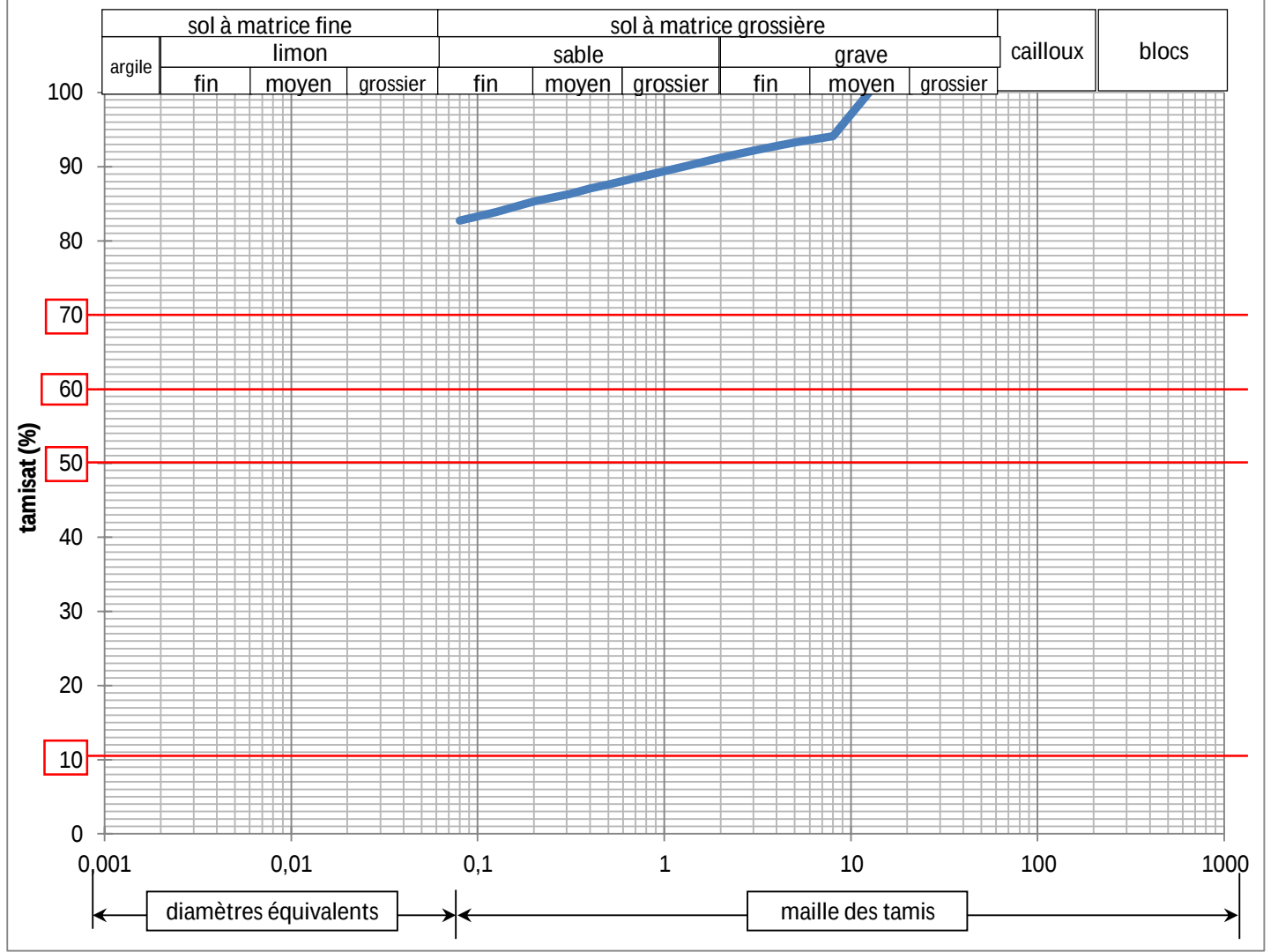
CHANTIER		AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS		
LIEU		VALSERHONE (01200)		
CLIENT		DYNACITE		
N° DOSSIER		23 YG 0113 Aa		
PM5 sondage	ER échantillon	0,40 à 1,00 profondeurs (m)		
description lithologique				
limon légèrement argileux grisâtre				
Date prélèvement		05/09/2023		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE

Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur	N RICHER	date essai	13/09/2023
-----------------------	-------	-----------	----------	------------	------------

w_{nat}	12,9%	NF P 94-050	D_{max}	8,690 mm	classification NF P 11-300
w_L	1	NF P 94-052 & NF P 94-051	D_{70}		
I_p	1		D_{60}		A1 m
VB_s	1,7	NF P 94-068	D_{50}		
passant à 2mm	91,2%		D_{15}		classe/sous classe état hydrique
passant à 80 µm	82,7%		D_{10}		
					d_m (mm) 12,5



diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)
100		20		0,8	88,82				
80		12,5	100,00	0,5	87,60				
63		8	94,09	0,4	87,07				
50		5	93,25	0,315	86,36				
40		3,15	92,27	0,2	85,28				
31,5		2	91,22	0,125	83,88				
25		1,25	89,94	0,08	82,71				

CHANTIER	AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS		
LIEU	VALSERHONE (01200)		
CLIENT	DYNACITE		
N° DOSSIER	23 YG 0113 Aa		
PM5 sondage	ER échantillon	0,40 à 1,00 profondeurs (m)	
description lithologique			
limon légèrement argileux grisâtre			
Date prélèvement	05/09/2023		
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE Norme NFP-94-068			

opérateur	L DE SOUSA	date essai	14/09/2023
-----------	------------	------------	------------

w_{nat}	12,9%	NF P 94-050
-----------	-------	-------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S.
41,367	93,25	75	1,7

Remarque

CHANTIER LIEU CLIENT N° DOSSIER	AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS VALSERHONE (01200) DYNACITE 23 YG 0113 Aa	
PM5 sondage	ER échantillon	0,40 à 1,00 profondeurs (m)
description lithologique limon légèrement argileux grisâtre		
Date prélèvement 05/09/2023		
Indice Portant Immédiat Norme NFP- 94-078		

opérateur	L DE SOUSA	date essai	11/09/2023
-----------	------------	------------	------------

CARACTERISTIQUES DU COMPACTAGE:

X	Proctor normal:
	Proctor modifié

TENEUR en EAU du COMPACTAGE:

	Optimum proctor
X	Naturelle

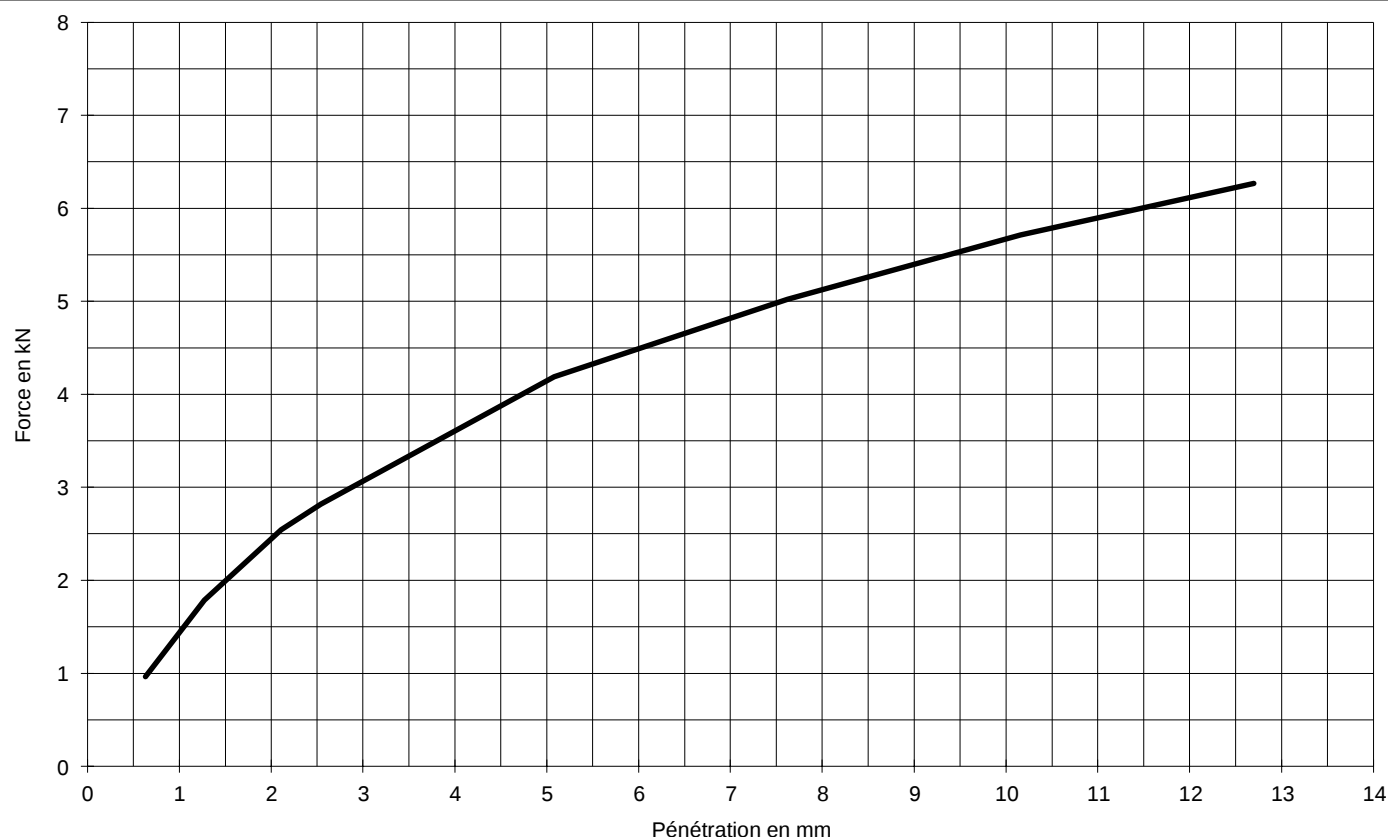
Temps	Pénétration en mm	Divisions	Force en kN
30 sec	0,63	7	0,96
1 min	1,27	13	1,79
1 min 40	2,11	18,5	2,54
2 min	2,54	20,5	2,82
4 min	5,08	30,5	4,19
6 min	7,62	37	5,02
8 min	10,16	42,5	5,71
10 min	12,70	47	6,27

PARAMETRES DU SOL:

Teneur en eau:	11,8%
Densité sèche:	1,73

RESULTATS:

Pénétration: en mm	Force en kN	Indice unitaire	Indice IPI
2.5 mm	2,82	21,10	21
5 mm	4,19	21,01	



Remarque:

CHANTIER	AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS	
LIEU	VALSERHONE (01200)	
CLIENT	DYNACITE	
N° DOSSIER	23 YG 0113 Aa	

PM6 <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	0,20 à 0,60 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique		
sable légèrement limoneux beige clair à graviers		
Date prélèvement	05/09/2023	

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX

Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C	opérateur	L DE SOUSA	date essai	11/09/2023
-----------------------	-------	-----------	------------	------------	------------

essai 1				essai 2			
n° tare	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁	n° tare	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
A6	3177,8	3114,3	364,6				

teneur en eau (%) w			COMMENTAIRES
moyenne	essai 1	essai 2	
2,3	2,3		

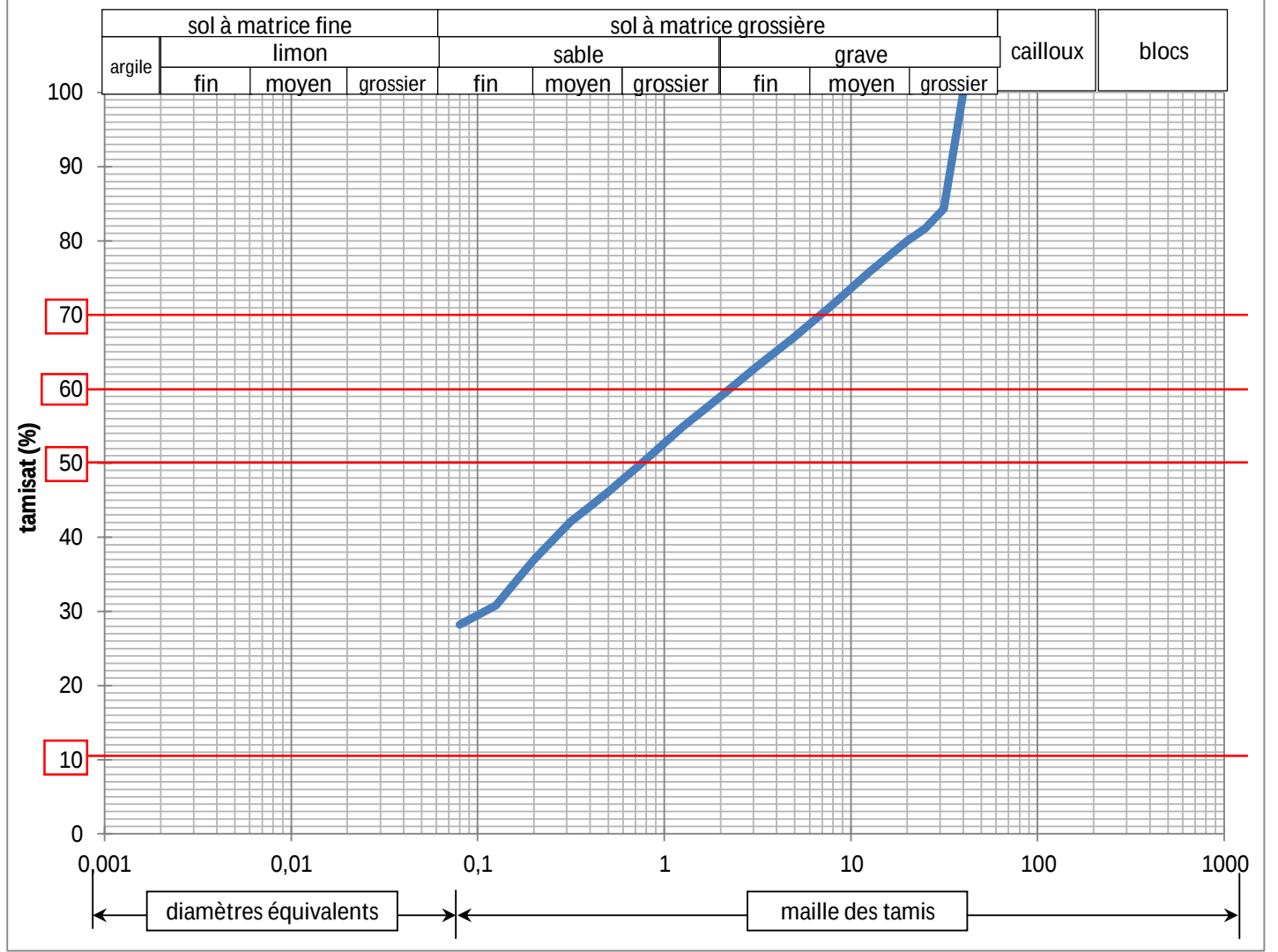
CHANTIER		AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS		
LIEU		VALSERHONE (01200)		
CLIENT		DYNACITE		
N° DOSSIER		23 YG 0113 Aa		
PM6 sondage	ER échantillon	0,20 à 0,60 profondeurs (m)		
description lithologique				
sable légèrement limoneux beige clair à graviers				
Date prélèvement		05/09/2023		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE

Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur	N RICHER	date essai	13/09/2023
-----------------------	-------	-----------	----------	------------	------------

w_{nat}	2,3%	NF P 94-050	D_{max}	37,290 mm	classification NF P 11-300
w_L	1	NF P 94-052 & NF P 94-051	D_{70}	7,013 mm	
I_p	1		D_{60}	2,276 mm	
VB_s	0,1	NF P 94-068	D_{50}	0,765 mm	
passant à 2mm	59,0%		D_{15}		classe/sous classe état hydrique
passant à 80 µm	28,2%		D_{10}		
					d_m (mm) 40



diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)
100		20	79,99	0,8	50,51				
80		12,5	75,74	0,5	46,16				
63		8	71,44	0,4	44,14				
50		5	67,07	0,315	42,11				
40	100,00	3,15	63,08	0,2	36,98				
31,5	84,32	2	59,03	0,125	30,82				
25	81,68	1,25	54,84	0,08	28,23				

CHANTIER	AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS		
LIEU	VALSERHONE (01200)		
CLIENT	DYNACITE		
N° DOSSIER	23 YG 0113 Aa		
PM6 sondage	ER échantillon	0,20 à 0,60 profondeurs (m)	
description lithologique			
sable légèrement limoneux beige clair à graviers			
Date prélèvement	05/09/2023		
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE Norme NFP-94-068			

opérateur	L DE SOUSA	date essai	14/09/2023
-----------	------------	------------	------------

w_{nat}	2,3%	NF P 94-050
-----------	------	-------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S.
101,907	67,07	15	0,1

Remarque

CHANTIER LIEU CLIENT N° DOSSIER	AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS VALSERHONE (01200) DYNACITE 23 YG 0113 Aa	
PM6 sondage	ER échantillon	0,20 à 0,60 profondeurs (m)
description lithologique sable légèrement limoneux beige clair à graviers		
Date prélèvement 05/09/2023		
Indice Portant Immédiate Norme NFP- 94-078		

opérateur	L DE SOUSA	date essai	11/09/2023
-----------	------------	------------	------------

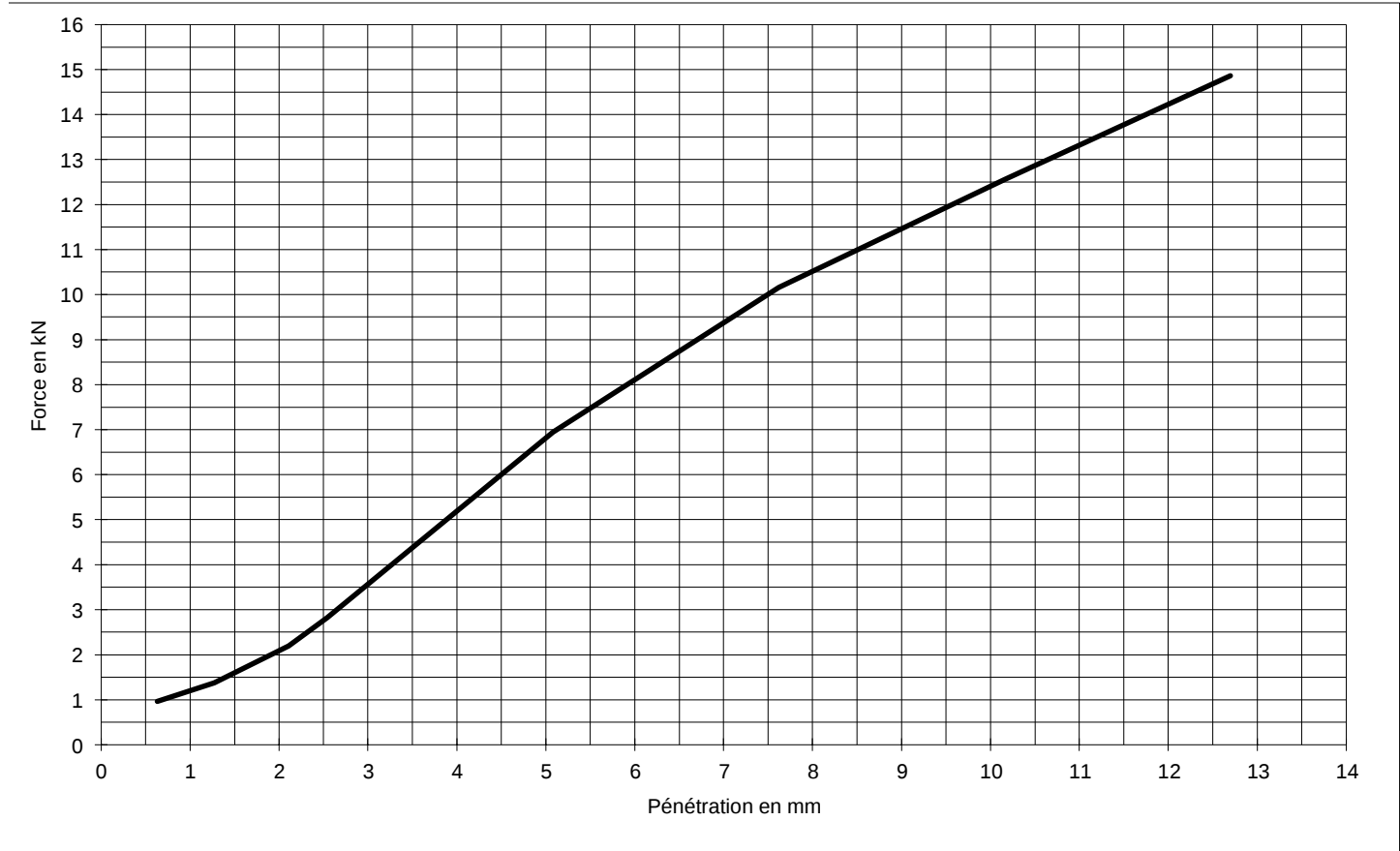
CARACTERISTIQUES DU COMPACTAGE:	
X	Proctor normal:
	Proctor modifié

TENEUR en EAU du COMPACTAGE:	
	Optimum proctor
X	Naturelle

PARAMETRES DU SOL:	
Teneur en eau:	2,5%
Densité sèche:	2,18

Temps	Pénétration en mm	Divisions	Force en kN
30 sec	0,63	7	0,96
1 min	1,27	10	1,37
1 min 40	2,11	16	2,20
2 min	2,54	20,5	2,82
4 min	5,08	52,5	6,94
6 min	7,62	77,5	10,16
8 min	10,16	96,5	12,56
10 min	12,70	115	14,86

RESULTATS:			
Pénétration: en mm	Force en kN	Indice unitaire	Indice IPI
2.5 mm	2,82	21,10	35
5 mm	6,94	34,85	



Remarque:

CHANTIER	AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS	
LIEU	VALSERHONE (01200)	
CLIENT	DYNACITE	
N° DOSSIER	23 YG 0113 Aa	

PM7 sondage	ER échantillon	0,30 à 0,80 profondeurs (m)
description lithologique		
sable limoneux beige à graviers		
Date prélèvement	05/09/2023	

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX

Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C	opérateur	L DE SOUSA	date essai	11/09/2023
-----------------------	-------	-----------	------------	------------	------------

essai 1				essai 2			
n° tare	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁	n° tare	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
A1	3224,9	3139,3	365,9				

teneur en eau (%) w			COMMENTAIRES
moyenne	essai 1	essai 2	
3,1	3,1		

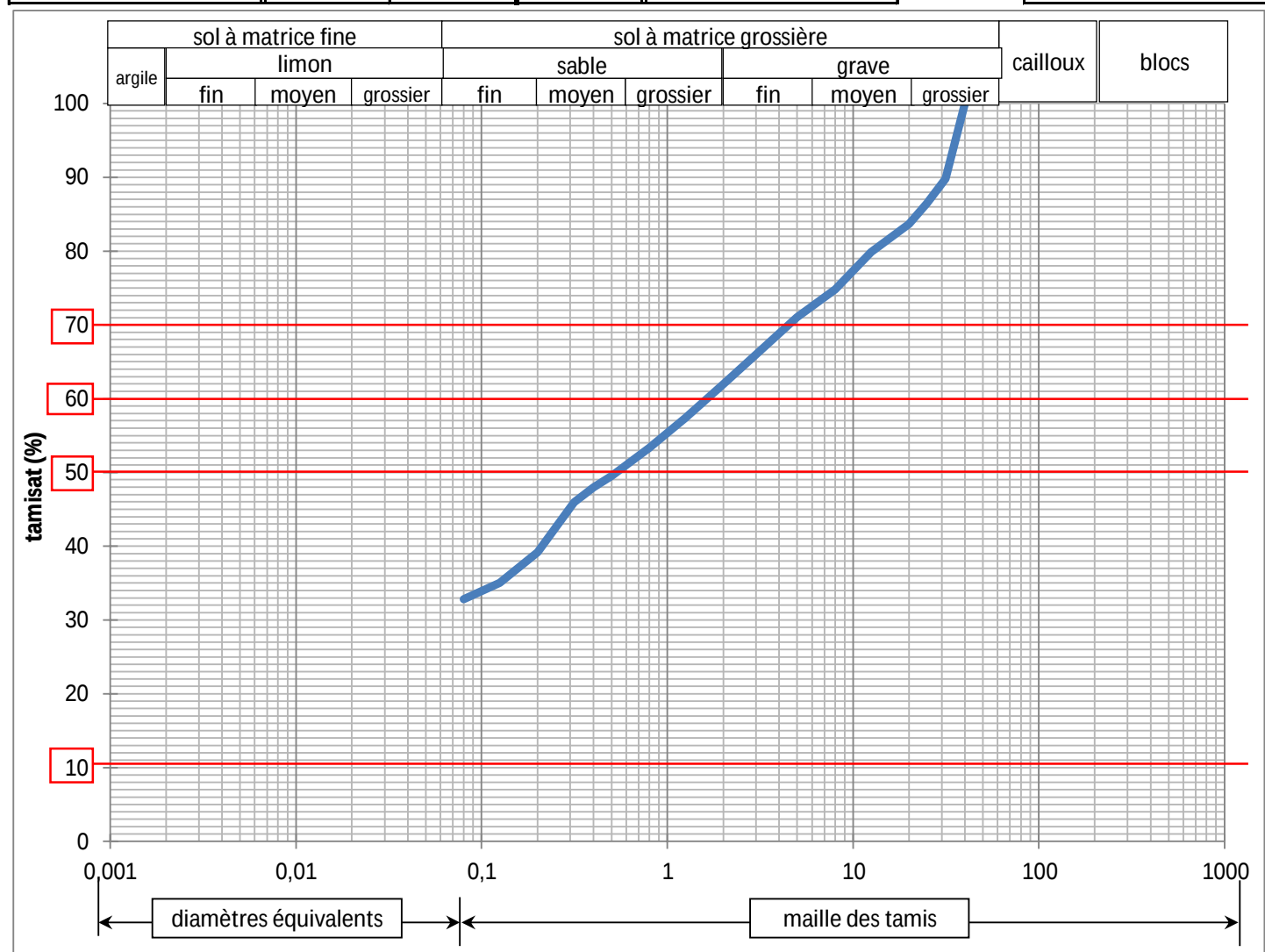
CHANTIER LIEU CLIENT N° DOSSIER	AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS VALSERHONE (01200) DYNACITE 23 YG 0113 Aa	
PM7 sondage	ER échantillon	0,30 à 0,80 profondeurs (m)
description lithologique sable limoneux beige à graviers		
Date prélèvement 05/09/2023		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE
 Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur	N RICHER	date essai	13/09/2023
-----------------------	-------	-----------	----------	------------	------------

w _{nat}	3,1%	NF P 94-050	D _{max}	35,839 mm	classification NF P 11-300 A1 m classe/sous classe état hydrique
w _L	1	NF P 94-052 & NF P 94-051	D ₇₀	4,580 mm	
I _p	1		D ₆₀	1,678 mm	
VB _s	0,3	NF P 94-068	D ₅₀	0,535 mm	
passant à 2mm	62,0%		D ₁₅		
passant à 80 µm	32,8%		D ₁₀		

d _m (mm)	40
---------------------	----



diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)
100		20	83,64	0,8	53,34				
80		12,5	79,87	0,5	49,55				
63		8	74,84	0,4	47,95				
50		5	71,03	0,315	45,95				
40	100,00	3,15	66,49	0,2	39,17				
31,5	89,79	2	61,96	0,125	35,03				
25	86,51	1,25	57,39	0,08	32,81				

CHANTIER	AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS		
LIEU	VALSERHONE (01200)		
CLIENT	DYNACITE		
N° DOSSIER	23 YG 0113 Aa		
PM7 sondage	ER échantillon	0,30	à 0,80 profondeurs (m)
description lithologique			
sable limoneux beige à graviers			
Date prélèvement	05/09/2023		
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE Norme NFP-94-068			

opérateur	L DE SOUSA	date essai	14/09/2023
-----------	------------	------------	------------

w_{nat}	3,1%	NF P 94-050
-----------	-------------	-------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S.
91,237	71,03	35	0,3

Remarque

CHANTIER LIEU CLIENT N° DOSSIER	AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS VALSERHONE (01200) DYNACITE 23 YG 0113 Aa	
PM7 sondage	ER échantillon	0,30 à 0,80 profondeurs (m)
description lithologique sable limoneux beige à graviers		
Date prélèvement 05/09/2023		
Indice Portant Immédiate Norme NFP- 94-078		

opérateur	L DE SOUSA	date essai	11/09/2023
-----------	------------	------------	------------

CARACTERISTIQUES DU COMPACTAGE:

X	Proctor normal:
	Proctor modifié

TENEUR en EAU du COMPACTAGE:

	Optimum proctor
X	Naturelle

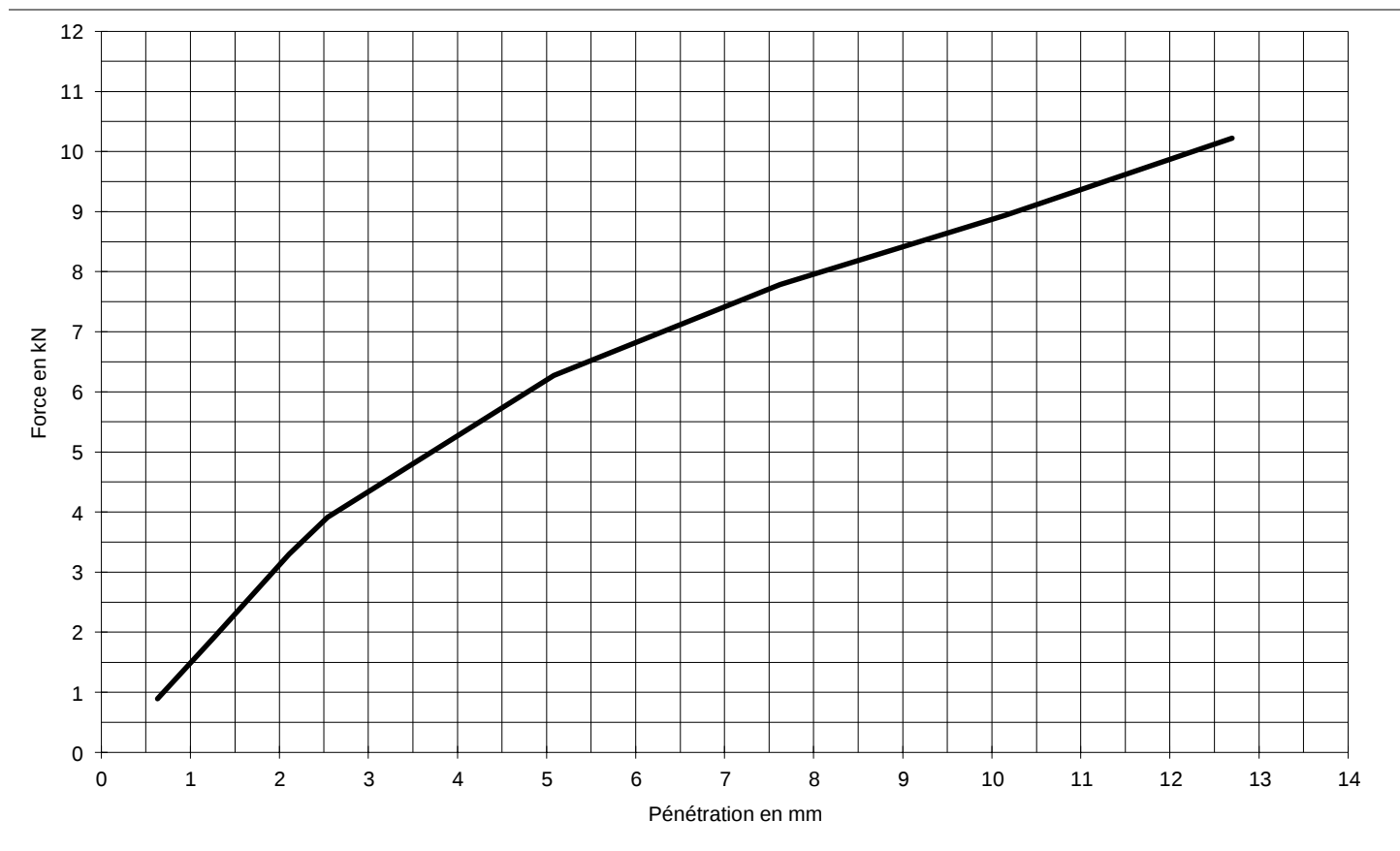
Temps	Pénétration en mm	Divisions	Force en kN
30 sec	0,63	6,5	0,89
1 min	1,27	14	1,92
1 min 40	2,11	24	3,30
2 min	2,54	28,5	3,92
4 min	5,08	47	6,27
6 min	7,62	59	7,79
8 min	10,16	68	8,94
10 min	12,70	78	10,22

PARAMETRES DU SOL:

Teneur en eau:	4,1%
Densité sèche:	2,16

RESULTATS:

Pénétration: en mm	Force en kN	Indice unitaire	Indice IPI
2.5 mm	3,92	29,34	31
5 mm	6,27	31,45	



Remarque:

CHANTIER	AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS		
LIEU	VALSERHONE (01200)		
CLIENT	DYNACITE		
N° DOSSIER	23 YG 0113 Aa		

PM8 <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	0,60 à 1,30 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique		
limon argileux grisâtre à quelques graviers		
Date prélèvement	05/09/2023	

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX

Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C	opérateur	L DE SOUSA	date essai	11/09/2023
-----------------------	-------	-----------	------------	------------	------------

essai 1				essai 2			
n° tare	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁	n° tare	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
plat 3	3801,1	3345,3	426				
teneur en eau (%) w				<u>COMMENTAIRES</u>			
moyenne	essai 1	essai 2					
15,6	15,6						

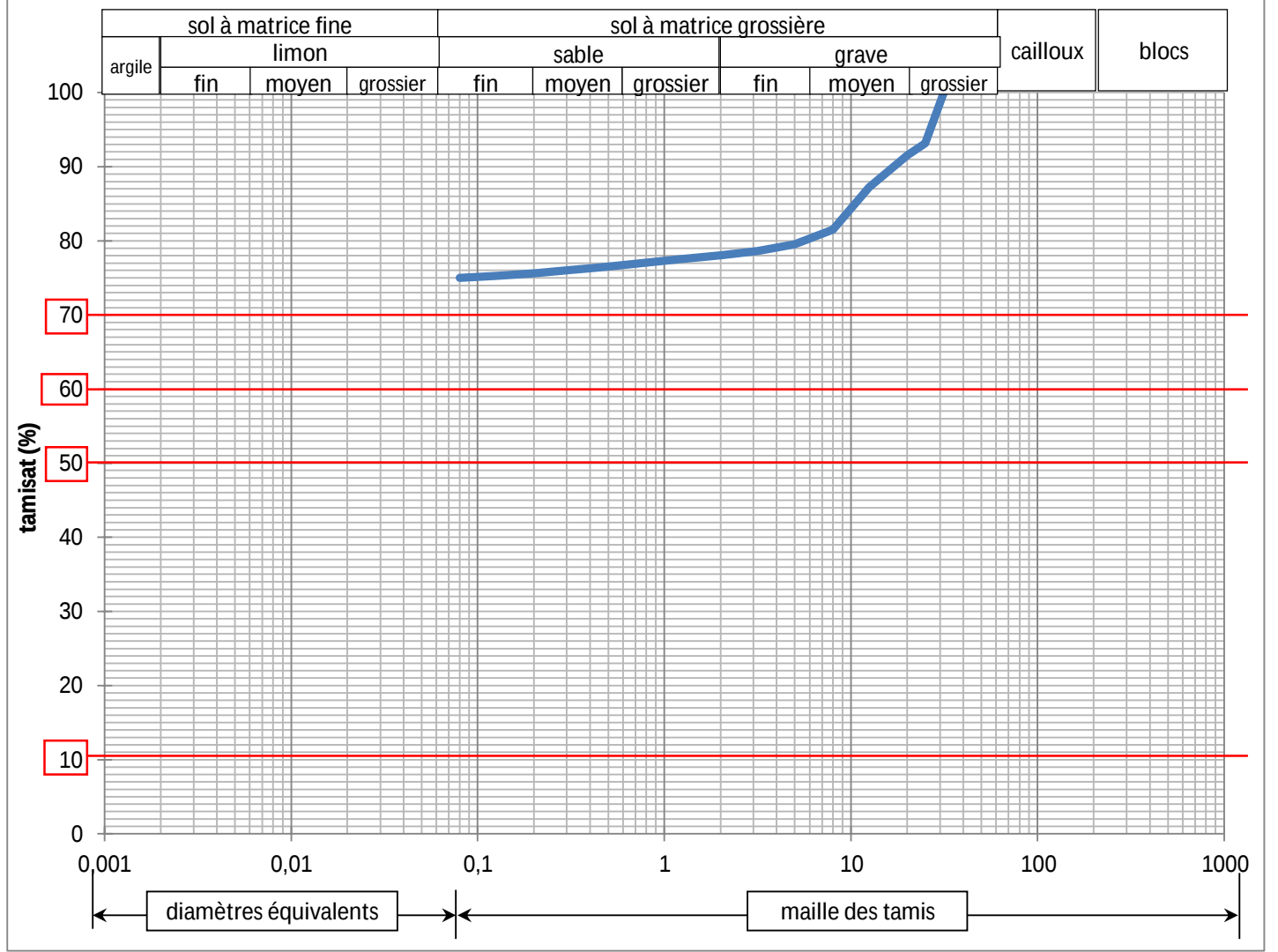
CHANTIER		AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS		
LIEU		VALSERHONE (01200)		
CLIENT		DYNACITE		
N° DOSSIER		23 YG 0113 Aa		
PM8 sondage	ER échantillon	0,60 à 1,30 profondeurs (m)		
description lithologique				
limon argileux grisâtre à quelques graviers				
Date prélèvement		05/09/2023		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE

Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur	N RICHER	date essai	13/09/2023
-----------------------	-------	-----------	----------	------------	------------

w_{nat}	15,6%	NF P 94-050	D_{max}	26,741 mm	classification NF P 11-300
w_L	1	NF P 94-052 & NF P 94-051	D_{70}		
I_p	1		D_{60}		A1 m
VB_s	2,2	NF P 94-068	D_{50}		
passant à 2mm	78,1%		D_{15}		classe/sous classe état hydrique
passant à 80 µm	75,0%		D_{10}		
					d_m (mm) 31,5



diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)	diamètre d (mm)	passant (%)
100		20	91,52	0,8	77,03				
80		12,5	87,21	0,5	76,51				
63		8	81,52	0,4	76,28				
50		5	79,53	0,315	76,07				
40		3,15	78,63	0,2	75,62				
31,5	100,00	2	78,06	0,125	75,25				
25	93,17	1,25	77,55	0,08	74,98				

CHANTIER	AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS		
LIEU	VALSERHONE (01200)		
CLIENT	DYNACITE		
N° DOSSIER	23 YG 0113 Aa		
PM8 sondage	ER échantillon	0,60 à 1,30 profondeurs (m)	
description lithologique			
limon argileux grisâtre à quelques graviers			
Date prélèvement	05/09/2023		
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE Norme NFP-94-068			

opérateur	L DE SOUSA	date essai	14/09/2023
-----------	------------	------------	------------

w_{nat}	15,6%	NF P 94-050
-----------	--------------	-------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S.
39,596	79,53	110	2,2

Remarque

CHANTIER LIEU CLIENT N° DOSSIER	AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS VALSERHONE (01200) DYNACITE 23 YG 0113 Aa	
PM8 sondage	ER échantillon	0,60 à 1,30 profondeurs (m)
description lithologique limon argileux grisâtre à quelques graviers		
Date prélèvement 05/09/2023		
Indice Portant Immédiate Norme NFP- 94-078		

opérateur	L DE SOUSA	date essai	11/09/2023
-----------	------------	------------	------------

CARACTERISTIQUES DU COMPACTAGE:

X	Proctor normal:
	Proctor modifié

TENEUR en EAU du COMPACTAGE:

	Optimum proctor
X	Naturelle

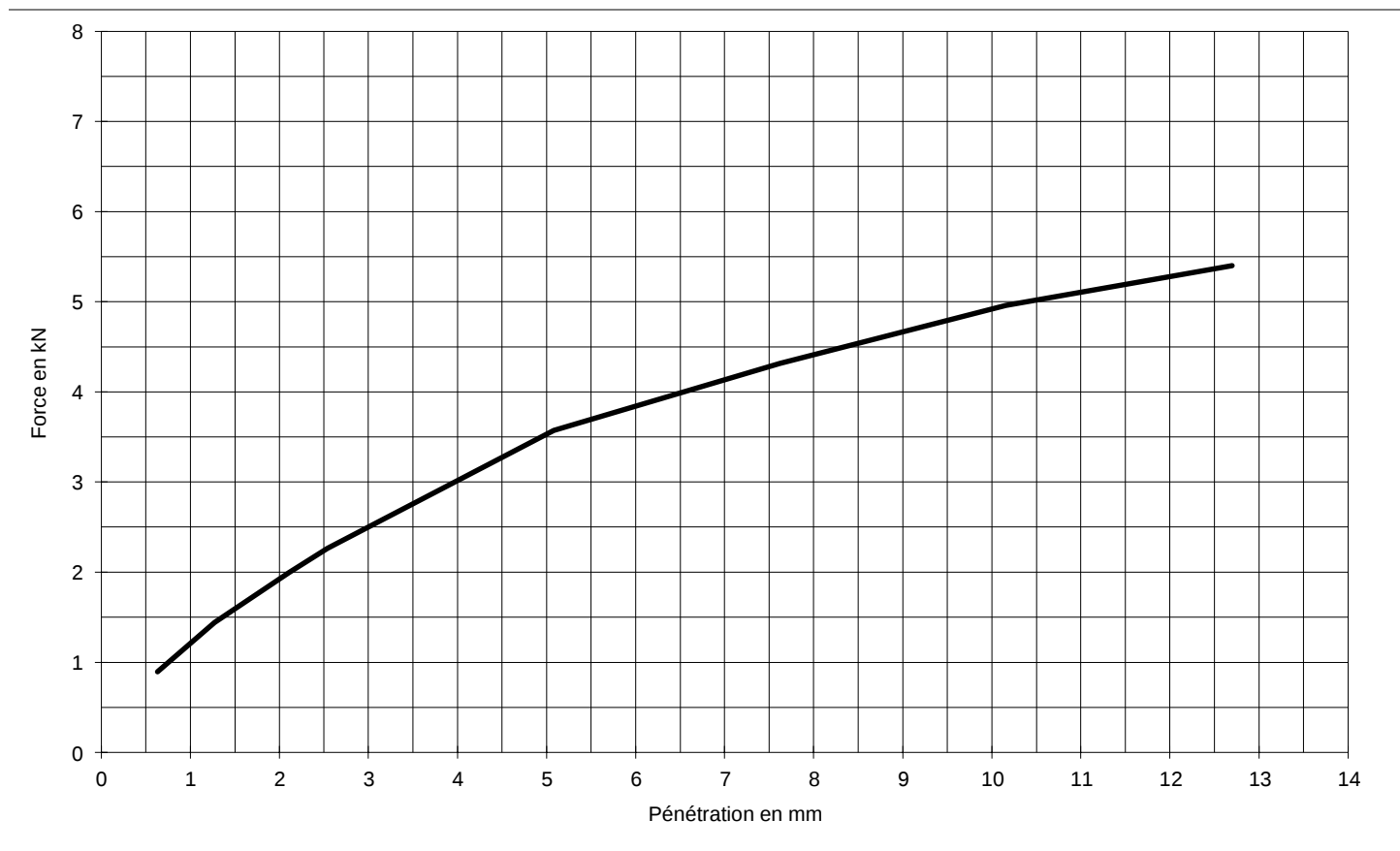
Temps	Pénétration en mm	Divisions	Force en kN
30 sec	0,63	6,5	0,89
1 min	1,27	10,5	1,44
1 min 40	2,11	14,5	1,99
2 min	2,54	16,5	2,27
4 min	5,08	26	3,57
6 min	7,62	31,5	4,32
8 min	10,16	36,5	4,96
10 min	12,70	40	5,40

PARAMETRES DU SOL:

Teneur en eau:	11,9%
Densité sèche:	1,83

RESULTATS:

Pénétration: en mm	Force en kN	Indice unitaire	Indice IPI
2.5 mm	2,27	16,99	18
5 mm	3,57	17,93	



Remarque:

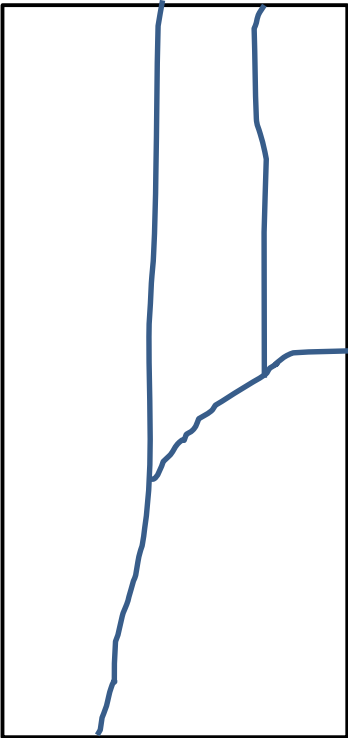
CHANTIER	AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS	
LIEU	VALSERHONE (01200)	
CLIENT	DYNACITE	
N° DOSSIER	23 YG 0113 Aa	

SC1 sondage	EI échantillon	1,55 à profondeurs (m)	1,70
description lithologique			
Marne calcaire fracturée grise			
Date prélèvement 05/09/2023			

COMPRESSION UNIAXIALE
NFP 94-420

Température d'étuvage	50°C	opérateur	L DE SOUSA	date essai	28/09/2023
-----------------------	------	-----------	------------	------------	------------

Caractéristique de l'éprouvette						
Longueur (cm)	Diamètre (cm)	Section (cm²)	Volume (cm³)	Masse (g)	Densité	Elancement λ
14,5	9,0	63,2	916,3	2434,9	2,66	1,6
Résistance à la compression (MPa)		COMMENTAIRES				
charge (kN)	R _c					
101,5	16,1					

Plan de rupture après essai	Photo de l'échantillon après essai
	

Observations :
L'essai a duré 4min 38sec.

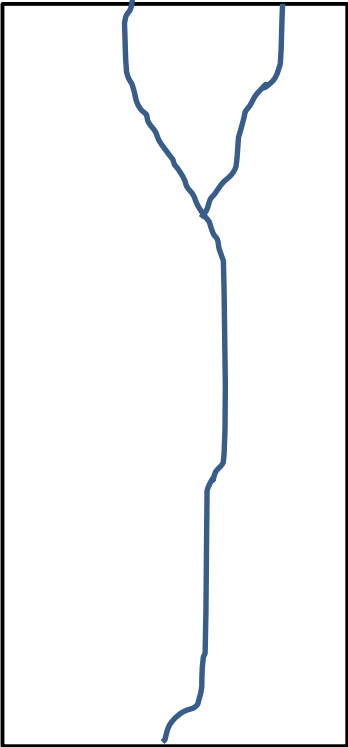
CHANTIER	AMENAGEMENT DU QUARTIER MUSINENS	
LIEU	VALSERHONE (01200)	
CLIENT	DYNACITE	
N° DOSSIER	23 YG 0113 Aa	

SC1 sondage	EI échantillon	8,40	à	8,60
description lithologique				
Marne calcaire fracturée grise				
Date prélèvement 05/09/2023				

COMPRESSION UNIAXIALE
NFP 94-420

Température d'étuvage	50°C	opérateur	L DE SOUSA	date essai	28/09/2023
-----------------------	------	-----------	------------	------------	------------

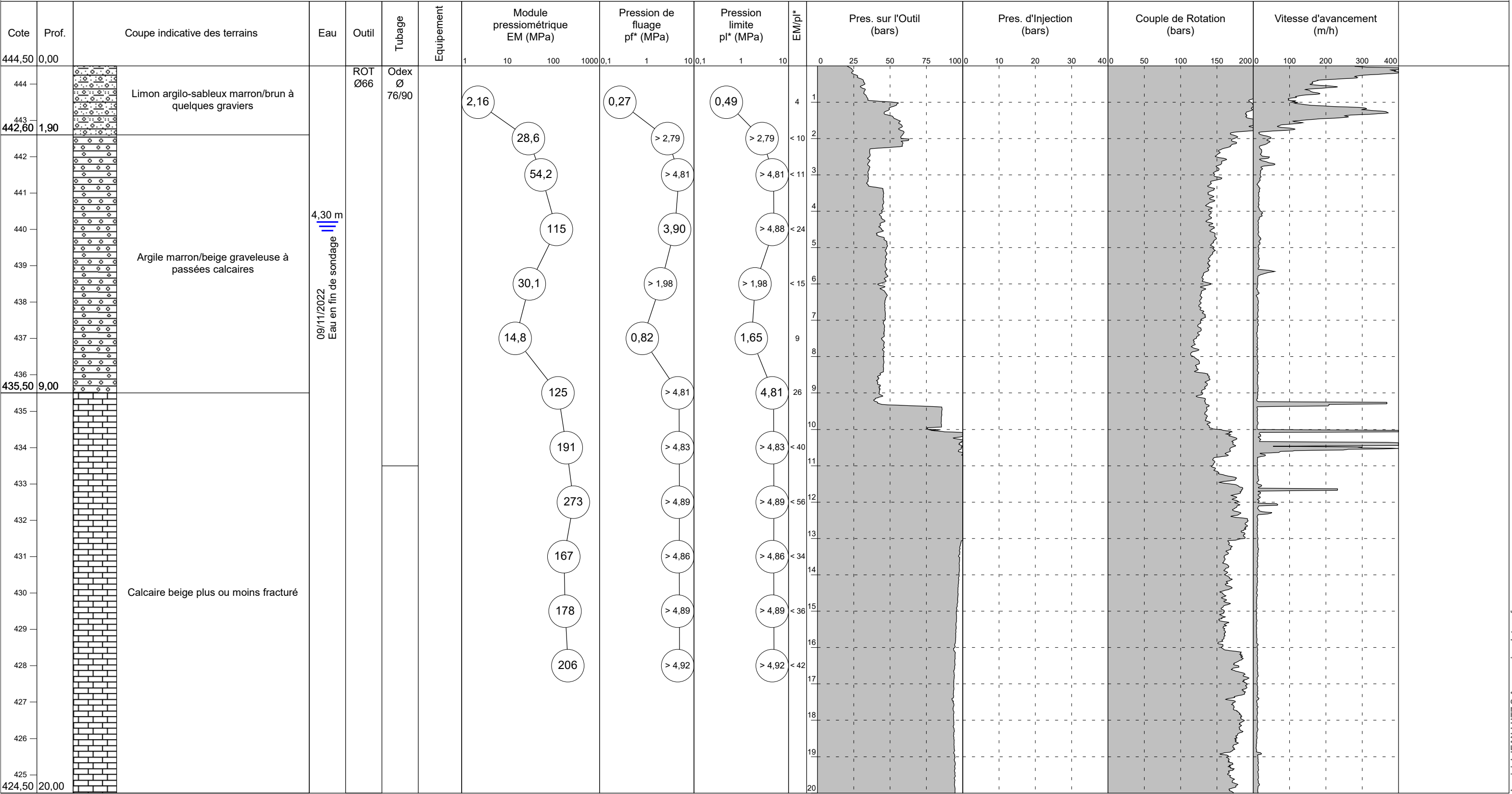
Caractéristique de l'éprouvette						
Longueur (cm)	Diamètre (cm)	Section (cm²)	Volume (cm³)	Masse (g)	Densité	Elancement λ
17,9	8,9	62,2	1111,7	2880	2,59	2,0
Résistance à la compression (MPa)		COMMENTAIRES				
charge (kN)	R _c					
55,8	9,0					

Plan de rupture après essai	Photo de l'échantillon après essai
	

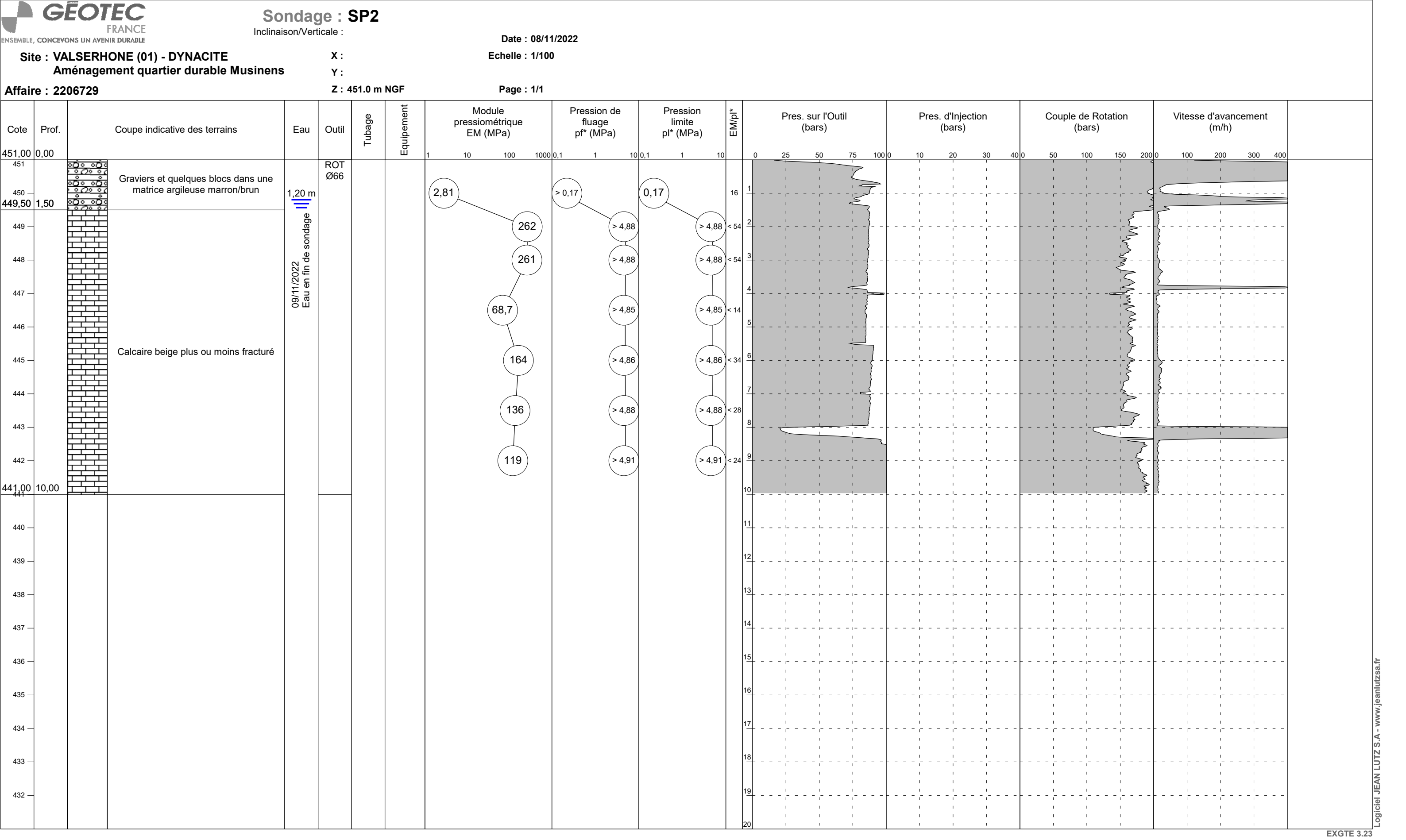
Observations :
L'essai a duré 3min 11sec.

Site : VALSERHONE (01) - DYNACITE
Aménagement quartier durable Musinens

X :
Y :
Z : 444.5 m NGF



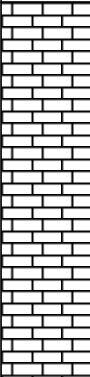
Observations :



Observations :
Panne des enregistrements des paramètres de forage à partir de 5.00 m/TA.

Site : VALSERHONE (01) - DYNACITE
Aménagement quartier durable Musinens

X :
Y :
Z : 446.6 m NGF

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains	Eau	Outil	Tubage	Equipement	Module pressiométrique EM (MPa)	Pression de fluage pf* (MPa)	Pression limite pl* (MPa)	EM/pl*	Pres. sur l'Outil (bars)	Pres. d'Injection (bars)	Couple de Rotation (bars)	Vitesse d'avancement (m/h)	
434,10	12,50						1101001000	0,1110	0,1110		0255075100	010203040	050100150200	0100200300400	
426				ROT Ø66			309	> 4,91	> 4,91	< 63	21				
425											22				
424							229	> 4,94	> 4,94	< 47	23				
423											24				
422											25				
421,60	25,00														
421											26				
420											27				
419											28				
418											29				
417											30				
416											31				
415											32				
414											33				
413											34				
412											35				
411											36				
410											37				
409											38				
408											39				
407											40				

Observations :
Panne des enregistrements des paramètres de forage à partir de 5.00 m/TA

Cote	Prof.	Nature du terrain	Echantillons	Eau	Outil	Tubage	Equipement	% Carottage (%)	RQD (%)	Perméabilité (m/s)	Date
446,90	0,00							0 50 100	0 50 100		
446,60	0,30				ECH Ø114 LS	PW Ø140	Piézomètre : 51/60 mm longueur 10.00 m, crépiné de 3.00 à 10.00 m/TA, avec tête de protection type bouche à clé	100			
446,05	0,85							100			
445,70	2,20		A1					100			
444,70								100			
444								100			
443								100			
442								50			
441								50			
440			B5					100			
439								90			
438								100			
437,65	9,25							100	16		
436,90	10,00							100	56		
436											
435											
434											
433											
432											
431											
430											
429											
428											
427											

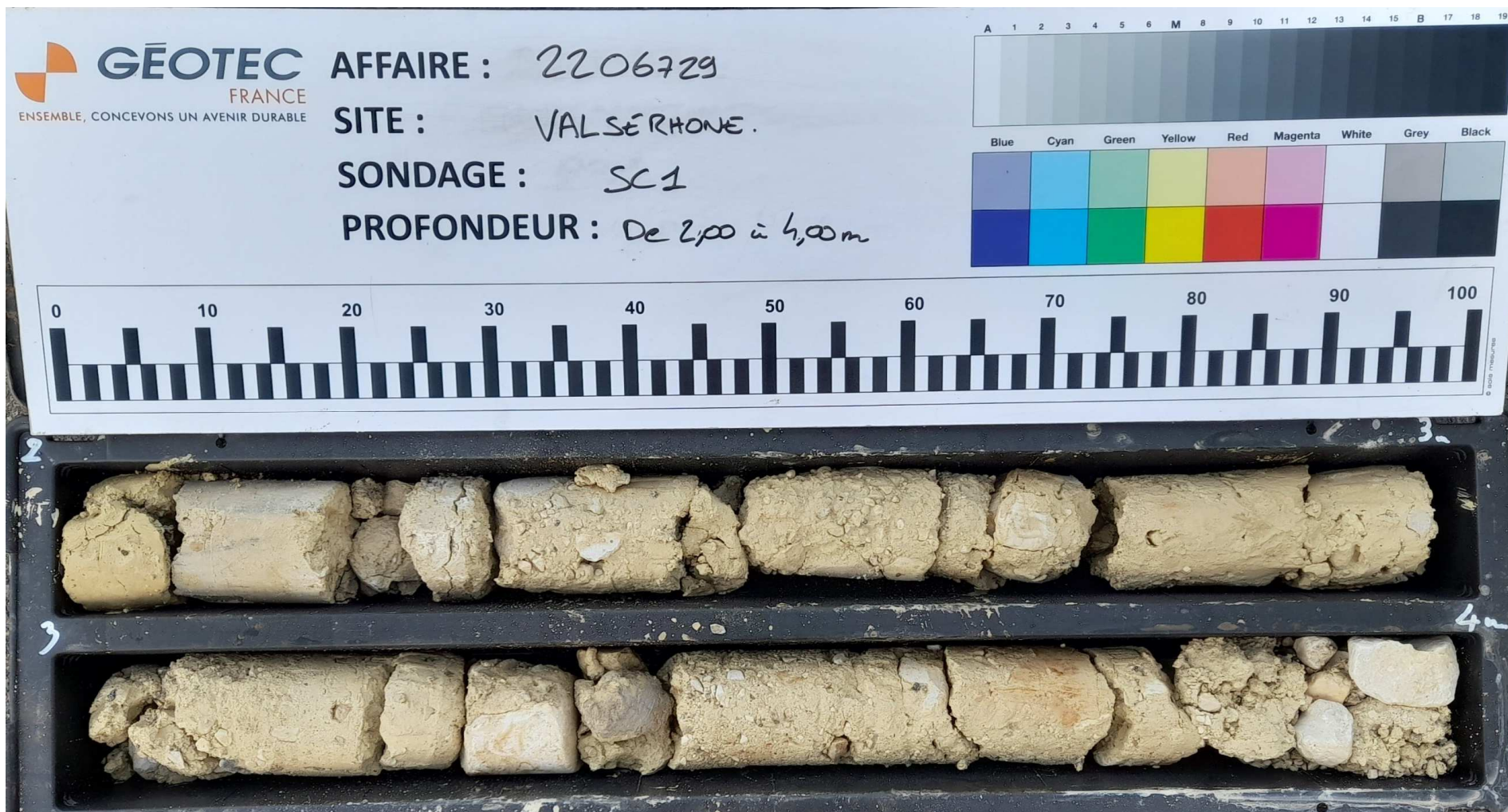
Observations :

EXGTE 3.23

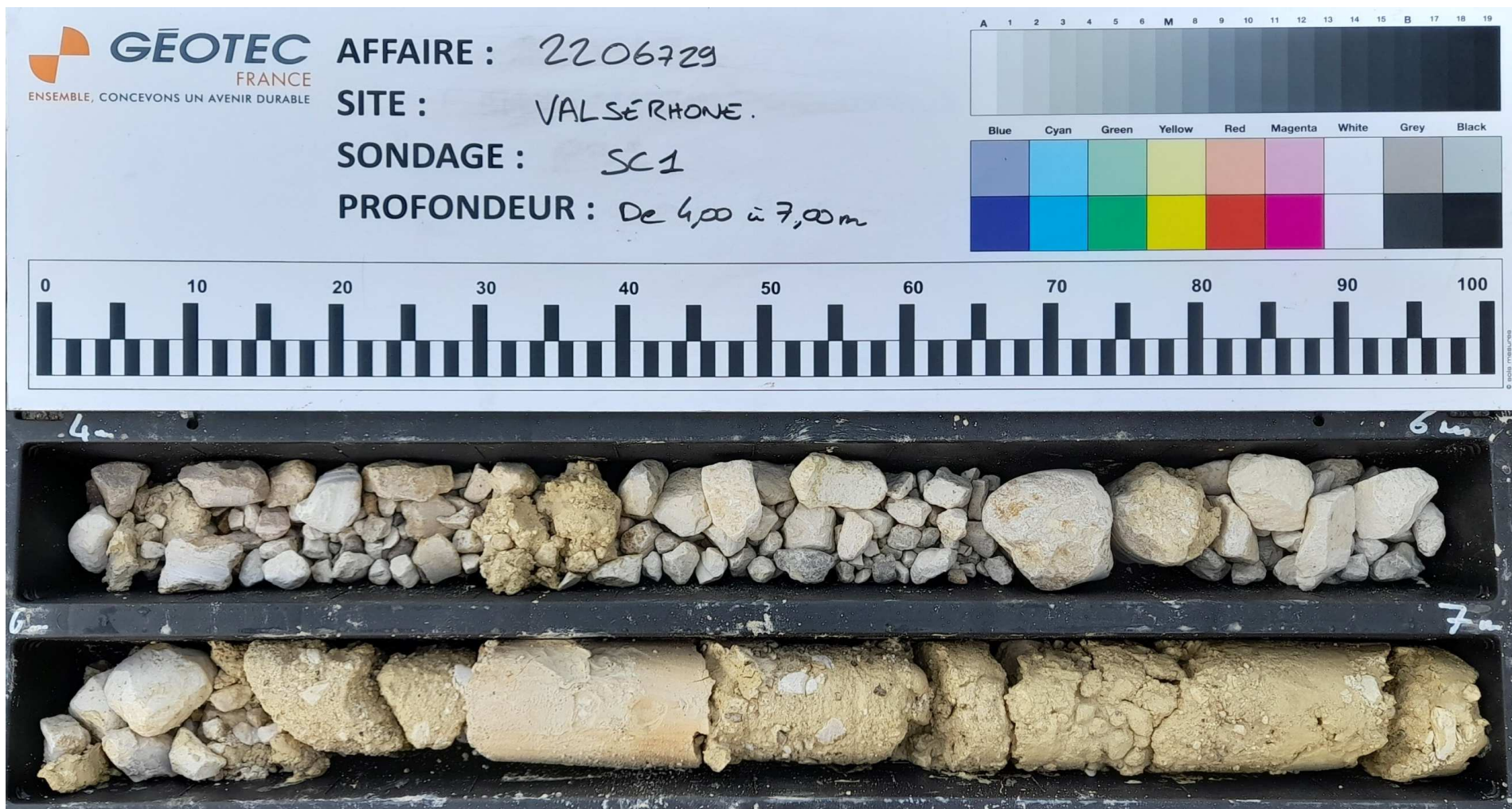
AFFAIRE	2206729
SITE	VALSERHONE
Date	16/11/2022
Opérateur	TB
Sondage	SC1
Profondeur	De 0,00 à 10,00 m



AFFAIRE	2206729
SITE	VALSERHONE
Date	16/11/2022
Opérateur	TB
Sondage	SC1
Profondeur	De 0,00 à 10,00 m



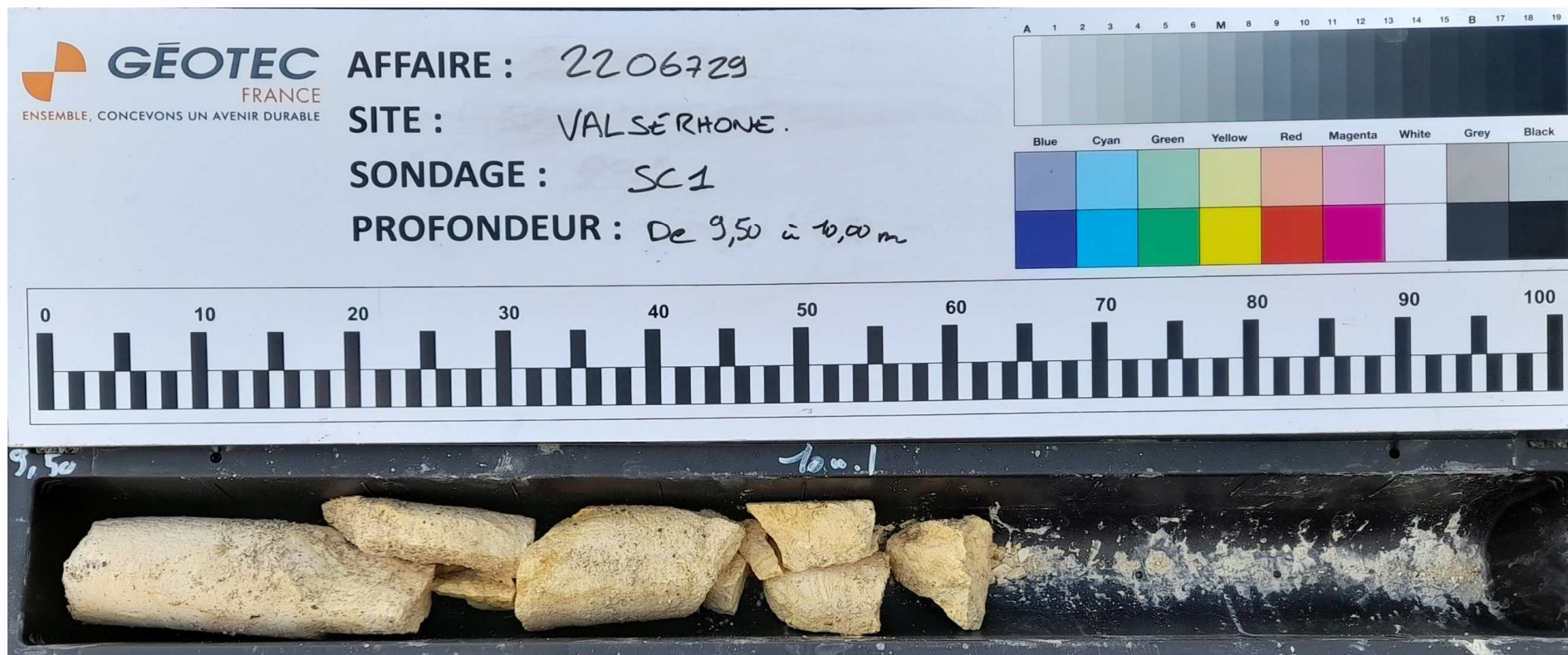
AFFAIRE	2206729
SITE	VALSERHONE
Date	16/11/2022
Opérateur	TB
Sondage	SC1
Profondeur	De 0,00 à 10,00 m



AFFAIRE	2206729
SITE	VALSERHONE
Date	16/11/2022
Opérateur	TB
Sondage	SC1
Profondeur	De 0,00 à 10,00 m



AFFAIRE	2206729
SITE	VALSERHONE
Date	16/11/2022
Opérateur	TB
Sondage	SC1
Profondeur	De 0,00 à 10,00 m



9,50 m

10,00 m

LISTE DES ABREVIATIONS UTILISEES DANS LES COUPES DE SONDAGE

OUTILS	<i>[type] [diamètre en mm] ([nom outil éventuel])+[fluide de forage et/ou nature couronne pour carotté]</i>	
	type	
	TAM	tarière à main
	TH	tarière hélicoïdale
	BC	bicône
	TC	Tricône
	PDC	Tricône, de style Polycristallins Diamanté Carbure
	BL	bilame
	T	taillant rotoperçusion
	MFT	marteau fond de trou
	ODEX	marteau fond de trou sur équipement ODEX
	CR	carottier rotatif conventionnel
	CC	carottier à câble
	CP	carottier poinçonneur
	CPS	carottier à piston stationnaire
	nom outil éventuel	par exemple HELIX, HIGHWAY, NQ, HQ, PQ etc...
	fluide de forage	bentonite, GSP, eau, air etc...
	couronne	par exemple diamant, tungstène etc...

TUBAGES PROVISOIRES	<i>[diamètre intérieur en mm]/[diamètre extérieur en mm] ([nom tubage éventuel])</i>
---------------------	--

EQUIPEMENTS	<i>[type] [matériau] [diamètres en mm] + ([ouvrage additionnel éventuel])</i>
type	
PZ	tube piézométrique
TI	tube inclinométrique
TL	tube lisse
CC	rebouchage au coulis de ciment
CB	rebouchage au coulis bentonite-ciment
matériau	par exemple ABS, PVC, acier galva etc...
ouvrage additionnel	par exemple cimentation annulaire, gravillonnage, chaussette géotextile etc...

DIVERS	
EI	échantillon intact
VIA	vitesse d'avancement instantanée
PO	poids sur l'outil
PI	pression d'injection de fluide de forage
inclinaison	comptée par rapport à la verticale

1.1.1 Recommandations relatives aux réemplois des matériaux

1.1.1.1 Matériaux concernés

Les matériaux constituant la partie supérieure du site au droit des espaces verts actuels, sont principalement de classe GTR A₁ et B₅ et localement de classe GTR A₃ (sondage F3 – cf. étude G1 de GEOTEC).

Des mesures de teneurs en eau, d'IPI et des essais Proctor devront être réalisés en début de chantier et à l'avancement et par familles de matériaux afin de déterminer les conditions de réemploi.

1.1.1.2 Recommandations du GTR pour le réemploi des matériaux en remblais

Le *Guide de la réalisation des remblais et des couches de forme* du LCPC/SETRA défini, pour chaque classe de sols, les conditions de leur réutilisation en remblai et en couche de forme.

Le tableau présenté ci-après indique les moyens d'extraction, de réemploi des matériaux en remblais et couche de forme. S'il est prévu de réutiliser les matériaux du site, des analyses complémentaires devront être faites pour confirmer la classe GTR des sols sur l'ensemble du site.

Il s'agit d'indications générales. Suivant la période des travaux (hiver ou été) par exemple et donc des conditions hydriques des sols qui en résultent (th, h, m, s ou ts), les conditions de réemploi des matériaux présentées ci-dessous devront être adaptées.

Pour ce faire, on se reportera aux recommandations des guides du LCPC SETRA (fascicule I et II pour le réemploi des matériaux en couche de forme et remblais).

En partie supérieure du site, des formations de remblais sont identifiées localement, ces matériaux de nature hétérogène, peuvent comporter notamment des débris anthropiques divers et variés (débris de tuiles ou briques, béton, enrobés, acier, plastiques).

De fait, les conditions de réutilisation de ces matériaux dépendront de leur nature. En général, les remblais hétérogènes et comportant des matériaux anthropiques et évolutifs (débris de tuiles ou briques, béton, enrobés, acier, plastiques) ne peuvent pas être utilisés en remblais (notamment techniques). Ils devront donc être évacués en décharge adaptée ou être mis en dépôt définitif (espace vert par exemple) si leurs caractéristiques environnementales (vis-à-vis d'éventuelles pollutions) le permettent. De fait, aucun essai en laboratoire n'a été réalisé à ce stade sur les matériaux identifiés comme d'anciens remblais.

Les matériaux du site (hors remblais et terre végétale en partie supérieure du site) pourraient être réutilisés suivants les modalités présentées ci-après :

Nature	Classe GTR	Méthode d'extraction	Réemploi des matériaux	
			Remblais	Couche de forme
Limon ± argileux à quelques graviers	A ₁	A l'aide d'engins de terrassements traditionnels. Ces sols changent brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau.	<u>Cas de matériaux dans un état hydrique m (ce qui est le cas des échantillons analysés lors de notre intervention) :</u> Sols utilisables facilement en l'état, mais très sensibles aux conditions hydriques et pouvant mener à une	Du fait de la grande sensibilité à l'eau de ces matériaux, il n'est pas possible d'employer ces matériaux en couche de forme en l'absence de traitement au liant hydraulique éventuellement associé à de la chaux.

			interruption du chantier en cas d'excès de teneur en eau et/ou de conditions météorologiques défavorables. <u>Cas de matériaux dans un état hydrique h :</u> Ces terrains peuvent être difficiles à mettre en œuvre en raison de leur faible portance. Ils sont sujets au matelassage et ne peuvent pas être utilisés au niveau de l'arase de terrassement. <u>Cas de matériaux dans un état hydrique th :</u> Sols inutilisables en l'état. Une réduction de la teneur en eau de ces terrains peut être envisagée par dépôts provisoire ou drainage préalable pendant plusieurs mois afin de les ramener à un état hydrique humide (h). Ils sont sujets au matelassage et ne peuvent pas être utilisés au niveau de l'arase de terrassement.	Ces sols présentent généralement une portance faible pour la traficabilité. Le traitement devra absolument se faire en dehors des périodes de pluie pour pouvoir maîtriser la teneur en eau du sol. Des études spécifiques de traitement sont à mener.
Sables ± limoneux	B ₅	A l'aide d'engins de terrassements traditionnels. Ces sols peuvent changer rapidement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau. Les éventuels éléments de diamètre > 250 mm devront être systématiquement éliminés	Ces sols peuvent s'employer facilement en remblais mais sont sensibles aux variations hydriques pouvant mener à une interruption du chantier en cas de conditions météorologiques défavorables (période humide de fortes pluies et/ou de pluies prolongées par exemple).	Du fait de la grande sensibilité à l'eau de ces matériaux, il n'est pas possible d'employer ces matériaux en couche de forme en l'absence de traitement (chaux + liants hydrauliques). Ces matériaux présentent généralement une bonne portance pour la traficabilité dans un état hydrique moyen (m) mais une chute importante de la portance pour les matériaux dans un état hydrique h ou th. Les sols dans un état hydrique th ne sont pas utilisables en l'état. Le traitement devra absolument se faire en dehors des périodes de pluie pour pouvoir maîtriser la teneur en eau. Des études spécifiques de traitement sont à mener.

Rappelons que les essais réalisés à ce stade du projet sont ponctuels, leur nombre est limité en comparaison avec l'emprise au sol et le volume des matériaux concernés par les travaux.

Il conviendra de procéder à des analyses complémentaires à l'avancement des travaux (mission G3) pour valider au cas par cas, l'aptitude des sols au traitement et le cas échéant, les dosages à mettre en œuvre (essais d'aptitude complémentaires et d'études de formulations.