

Client :

TERRA NOBILIS

CONSTRUCTION D'UN BATIMENT D'ACTIVITES
ET DE BUREAUX

Adresse du projet :

D17 / D27 - Lieu-dit Les Murgers

28800 BONNEVAL

RAPPORT GEOTECHNIQUE – MISSION G2 AVP+PRO

Date	N° d'affaire	Pièce	Ind.	Rédacteur	Contrôle	Commentaire
22/03/2022	200877	1	V1	V. COINAUD	Y. GHIT	Première diffusion.
--			--	--	--	

SOMMAIRE :

1. CADRE DE L'AFFAIRE	3
1.1. Projet.....	3
1.2. Mission Géotechnique confiée.....	4
1.3. Reconnaissance géotechnique.....	4
1.4. Documents transmis	5
2. CADRE GEOTECHNIQUE DU SITE	6
2.1. Zone d'Influence Géotechnique (ZIG).....	6
2.2. Cadre Géologique.....	6
2.3. Cadre Géomorphologique	7
2.4. Cadre Hydrogéologique	7
2.5. Recensement des aléas naturels et anthropiques.....	7
2.6. Etude historique du site.....	9
3. SYNTHÈSE DES RECONNAISSANCES	11
3.1. Lithologie.....	11
3.2. Caractéristiques mécaniques.....	11
3.3. Fouilles à la pelle mécanique	13
3.4. Synthèse Hydrogéologique	14
3.5. Perméabilité	15
3.6. Essais de laboratoire.....	15
4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	19
4.1. Synthèse du contexte géotechnique	19
4.2. Plateforme générale chantier	19
4.3. Couche de forme voirie et dallage	22
4.4. Fondations.....	23
4.5. Dallage	26
4.6. Bassins de gestion des eaux pluviales	27
4.7. Voirie.....	28
5. ALEAS ET RISQUES RESIDUELS	30
DISPOSITIONS GÉNÉRALES ET CONDITIONS D'UTILISATION	31
ANNEXES	32

1. CADRE DE L'AFFAIRE

1.1. Projet

Le projet prévoit la réalisation d'une plateforme logistique, sur un terrain situé entre la D17 et D27, au lieu-dit les Murgers, à BONNEVAL (28). Il se traduit par la création :

- D'un bâtiment industriel, composé de 4 cellules d'une emprise totale au sol d'environ 39 000 m², et de zones de bureaux de type R+1. Il comprendra également des locaux techniques et deux cuve sprinkler,
- Des quais de déchargement situés au sud-ouest du bâtiment,
- D'un bassin d'infiltration et deux bassins de rétention situés au sud du site,
- Des voiries de dessertes pour Véhicules Légers (VL) et Poids Lourds (PL), ainsi que des zones de stationnements (VL).

Au stade actuel de l'étude, la cote du niveau bas du bâtiment n'a pas été définie. D'après le nivellement de nos sondages, le site présente une pente orientée sud > nord, avec des cotes altimétriques comprises entre 153,1 et 148,6 NGF. Ainsi, on considèrera en première hypothèse que le niveau bas du bâtiment d'activité sera calé sensiblement au même niveau que le TN moyen, soit vers 151,3 NGF (à confirmer).

Dans ce contexte, l'adaptation du terrain au projet nécessiterait des mouvements de terre sur des hauteurs allant jusqu'à environ 2,5 m de remblai et 1,7 m de déblai. Localement, au droit des zones de quais de chargement et des bassins, les hauteurs de déblais pourraient être plus importantes.

Lors de notre intervention, la parcelle était un terrain en friche, libre de toute construction.



Figure 1 – Extrait du plan de masse du projet, à l'échelle 1/1500^{ème}, 13/10/2020.

1.2. Mission Géotechnique confiée

Ce rapport s'inscrit dans le cadre d'une mission G2 AVP, soit une Etude Géotechnique de Conception en phase Avant-Projet, selon la dernière version de la norme NFP94-500 du 30 novembre 2013.

Elle aborde les principes constructifs et d'adaptation du projet au sol envisageables et fournit l'ébauche dimensionnelle d'un profil type pour chaque ouvrage géotechnique. Elle s'appuie sur la définition, la réalisation et le suivi d'un programme d'investigations, détaillé dans le paragraphe suivant.

1.3. Reconnaissance géotechnique

• Programme des investigations géotechniques

Dans le cadre de cette étude, nous avons réalisé du 24/01 au 31/01/2022, les travaux suivants :

- ✓ 11 sondages pressiométriques dont 9 menés à 8,0 m de profondeur, notés SP1 à SP9 et 2 menés à 15,0 m de profondeur, notés SP10 et SP11, avec enregistrements des paramètres de forages,
- ✓ 72 essais pressiométriques répartis dans les sondages précédents, tous les 1,0 / 1,5 m,
- ✓ 11 sondages au pénétromètre dynamique, notés P1 à P11, menés à 6,0 m de profondeur ou au refus,
- ✓ 9 fouilles à la pelle mécanique dont 4 menées à 1,0 m de profondeur, notées F2, F5, F7 et F9, et 5 menés à 2,0 m de profondeur notées F1, F3, F4, F6 et F8,
- ✓ 2 essais de perméabilité de type MATSUO réalisés entre 0,0 et 2,0 m de profondeur au droit des fouilles F1 et F8,
- ✓ Les sondages SP2, SP3, SP4, SP6 et SP9 ont été équipés d'un tube PVC crépiné jusqu'à 8,0 m pour une mesure ponctuelle du niveau d'eau,
- ✓ Mesure des niveaux d'eau en fin de chantier,
- ✓ Essais au laboratoire :
 - ✓ 8 essais d'identifications GTR,
 - ✓ 8 mesures de la teneur en sulfates et en matières organiques,
 - ✓ 2 essais d'aptitude au traitement selon le GTS.

• Matériel et supports utilisés

Pour réaliser notre mission, nous avons utilisé le matériel et supports suivants :

- ✓ Sondeuse de marque COMACCHIO, de type GEO 305 (sondages pressiométriques),
- ✓ Sondeuse de marque APAFOR, de type 100H (sondages au pénétromètre)
- ✓ Enregistreur des paramètres de forage : POCKET LIM,
- ✓ Logiciel de traitement des données de sondage : GEOLOG 4 (LIM S.A.),
- ✓ Logiciel de dessin : AUTOCAD / Word.

• **Nivellement des sondages**

Les différents sondages ont été nivelés avec un GPS Trimble R10. Ci-joint les coordonnées X-Y (en CC49) et l'altitude Z (en NGF) relevées :

Sond.	X (m)	Y (m)	Z (NGF)	Prof. (m)	Sond.	X (m)	Y (m)	Z (NGF)	Prof. (m)
SP1	1578597,442	8110132,396	149,7	8,0	P6	1578692,757	8110015,453	152,2	1,8
SP2+PZ	1578683,702	8110203,870	148,9	8,0	P7	1578778,412	8110008,018	151,3	4,2
SP3+PZ	1578669,536	8110045,251	151,4	8,0	P8	1578728,923	8109936,994	152,4	2,7
SP4+PZ	1578758,041	8110118,628	150,2	8,0	P9	1578770,222	8109927,085	152,3	3,2
SP5	1578745,654	8110047,044	151,1	8,0	P10	1578855,587	8109999,695	151,9	1,7
SP6+PZ	1578822,054	8110041,497	151,2	8,0	P11	1578840,551	8109924,293	152,7	3,0
SP7	1578815,249	8109968,332	152,0	8,0	F1	1578617,392	8110194,484	148,6	1,9
SP8	1578881,766	8109966,488	152,2	8,0	F2	1578603,782	8110098,290	150,4	1,3
SP9	1578800,795	8109889,974	152,9	8,0	F3	1578718,078	8110189,621	149,5	2,0
SP10	1578744,987	8109977,541	151,7	15,0	F4	1578610,766	8110023,310	151,7	1,9
SP11	1578681,350	8110129,030	150,7	15,0	F5	1578699,418	8109974,262	152,3	1,0
P1	1578642,946	8110173,135	149,1	4,8	F6	1578848,862	8110032,730	151,4	2,0
P2	1578724,713	8110162,770	149,9	2,8	F7	1578717,777	8109894,787	153,1	0,9
P3	1578633,618	8110090,096	151,0	0,6	F8	1578862,062	8109898,322	153,1	1,95
P4	1578714,407	8110086,908	151,0	2,2	F9	1578845,359	8109849,971	153,0	1,1
P5	1578788,955	8110080,290	150,3	3,3					

Ces cotes, mesurées par nos soins, ne sont données qu'à titre indicatif, elles doivent être vérifiées et corrigées par un géomètre expert.

1.4. Documents transmis

Pour la réalisation de la présente étude, le Maître d'Ouvrage nous a transmis les documents suivants :

- ✓ Plan de masse échelle 1/1500^{ème}, daté du 13/10/2020,
- ✓ Plan de situation,
- ✓ Rapport de mission G0 + G12 phase 1, référencé n°C/OR/06/E/077/G/033, daté du 17/11/2006 et réalisé par HYDROGÉOTECHNIQUE,
- ✓ Rapport de mission G2 AVP, référencé n°200178 V3, daté du 02/10/2020 et réalisé par GINGER CEBTP,
- ✓ L'Arrêté n°20/0185 portant prescription d'une fouille d'archéologie préventive, daté du 1/06/2020.

2. CADRE GEOTECHNIQUE DU SITE

2.1. Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)

Le projet sera réalisé dans une ZAC en cours d'aménagement. Les constructions voisines sont en retrait vis-à-vis de l'emprise du projet. Ainsi, aucun bâtiment existant ne se trouve dans la ZIG.

Cependant, une attention particulière sera apportée afin de ne pas déstabiliser les structures et ouvrages mitoyens en limite de propriété (clôtures, voiries, etc) et traversant le site (réseaux, etc).

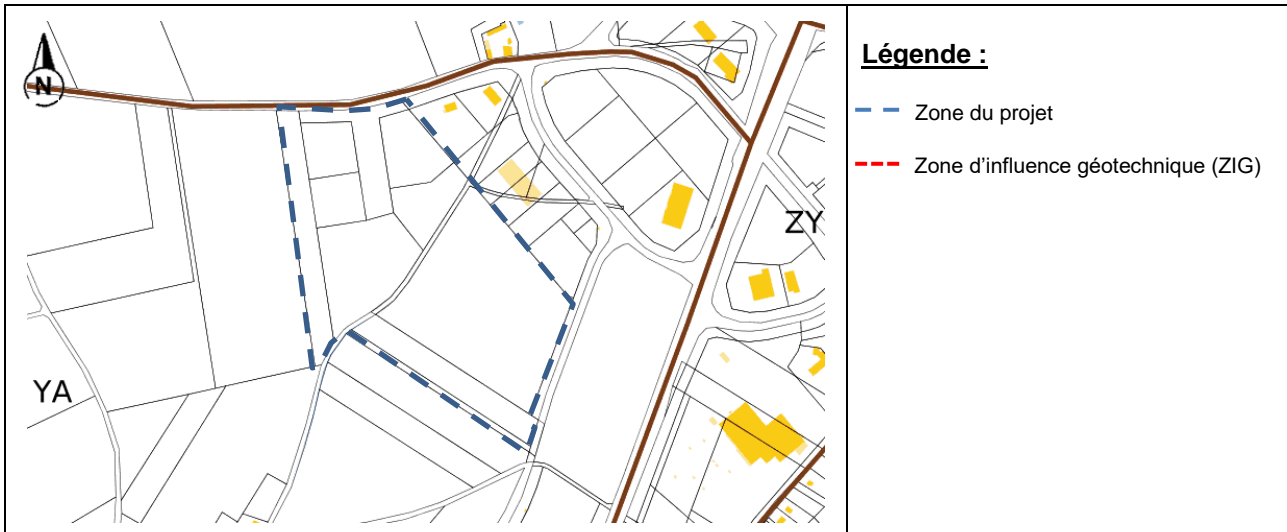


Figure 2 – Vue aérienne et définition de la ZIG

2.2. Cadre Géologique

La figure ci-après montre la position du terrain sur la carte géologique au 1/50 000^{ème} de CHATEAUDUN :

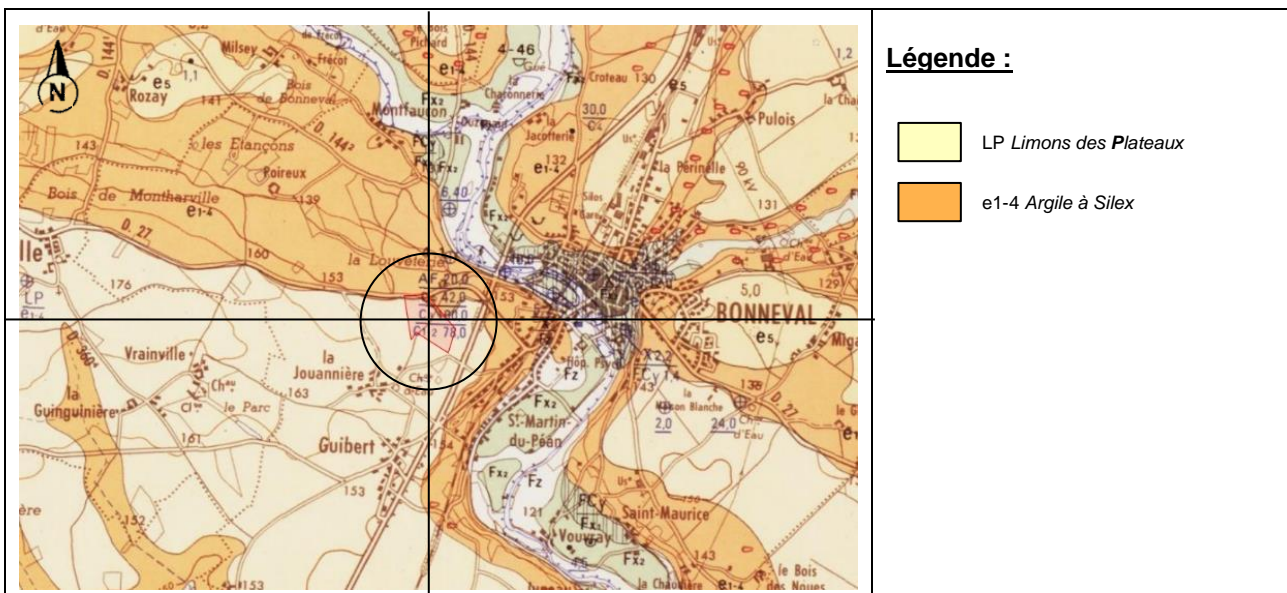


Figure 3 – Extrait de la carte géologique de CHATEAUDUN au 1/50 000^{ème}

Ainsi, le site présenterait la succession lithologique suivante :

- ✓ *Limons des Plateaux,*
- ✓ *Argile à Silex.*

2.3. Cadre Géomorphologique

Le site se trouve au centre de la commune de BONNEVAL (28), en contexte de plateau. D'après le nivellement de nos sondages, le terrain impartit au projet présente une pente de direction sud > nord avec des cotes altimétriques comprises entre 153,1 et 148,6 NGF, soit un dénivelé d'environ 4,5 m entre le point le plus haut et le point le plus bas.

2.4. Cadre Hydrogéologique

La première nappe qui pourrait être traversée, au droit du secteur, serait une nappe superficielle d'infiltration contenue dans les *Limons des Plateaux* et circulant sur le toit des *Argiles à Silex* imperméables, selon la pente. Celle-ci serait alimentée principalement par la pluviométrie.

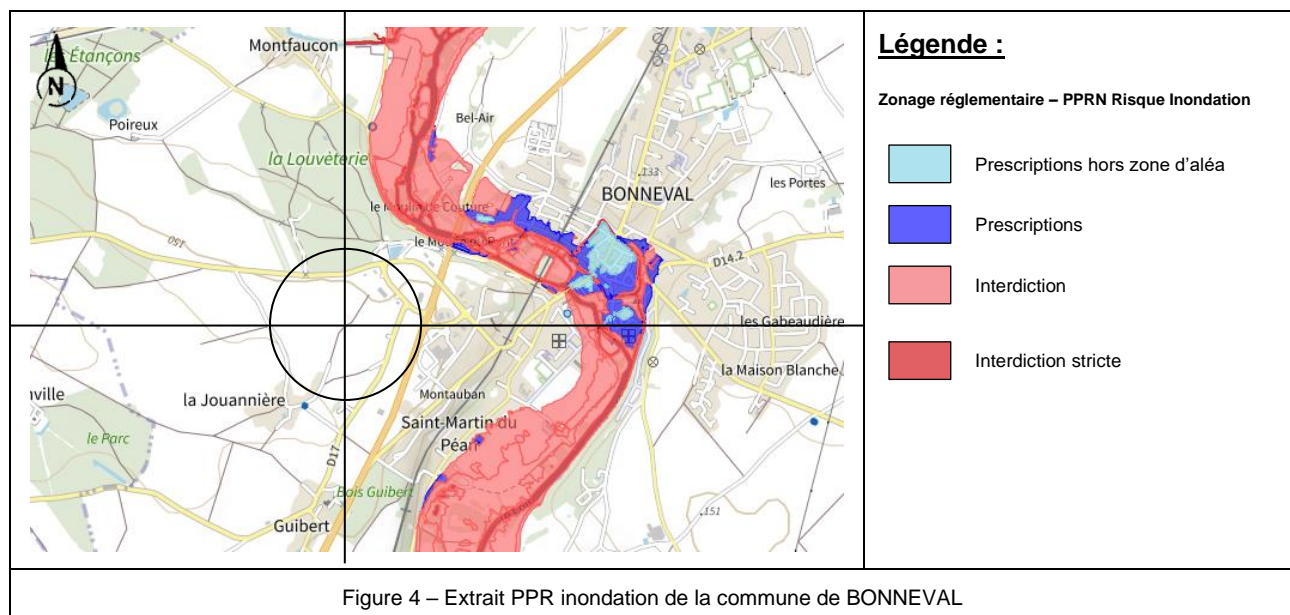
2.5. Recensement des aléas naturels et anthropiques

- **Sismicité** :

Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante. La commune de BONNEVAL (28) se trouve en zone de sismicité 1 (très faible) où il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les ouvrages « à risque normal ».

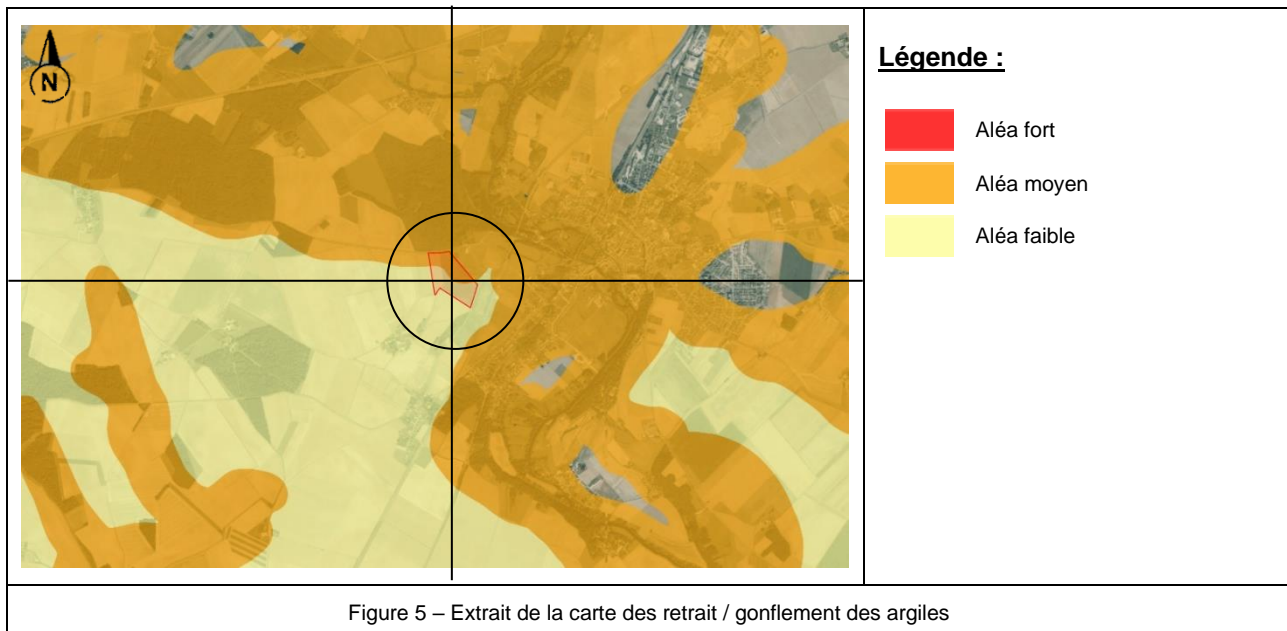
- **Inondations** :

Le site se trouve en dehors de zones à risque d'inondation par débordement du *Loir*, d'après le PPRi de la commune de BONNEVAL.



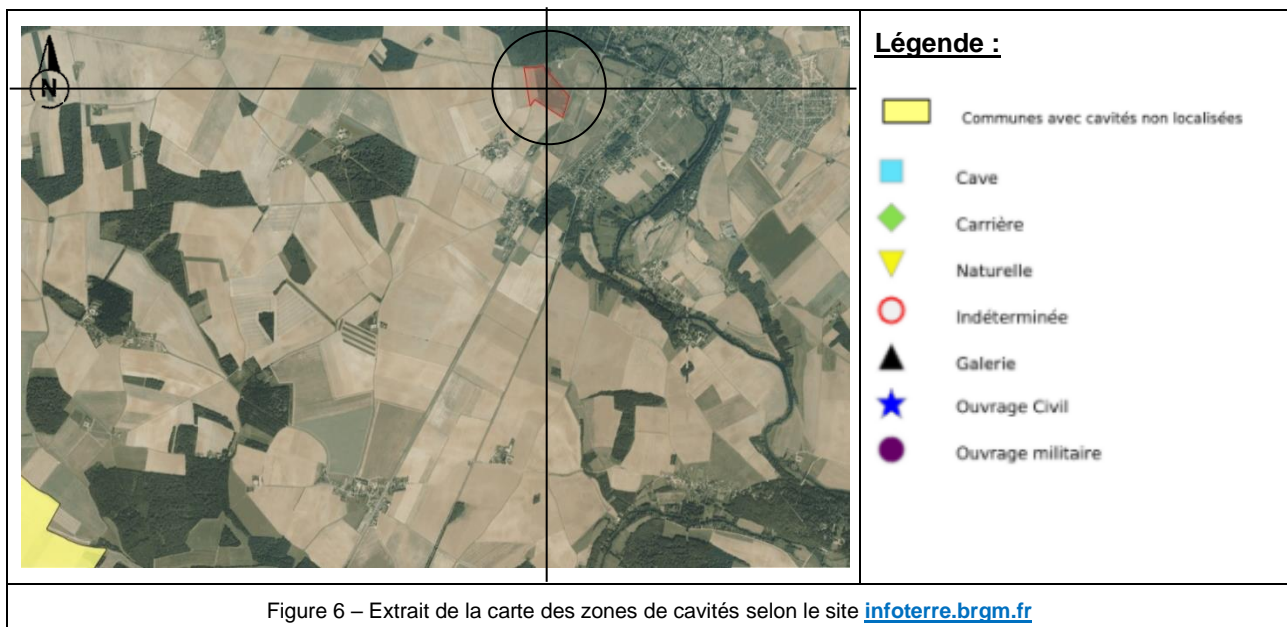
- **Retrait / gonflement des argiles :**

Le terrain se trouve en limite de zone d'aléa faible à moyen vis-à-vis du retrait gonflement des argiles, selon la carte numérique disponible sur le site <http://www.georisques.gouv.fr/>.



- **Carrières souterraines :**

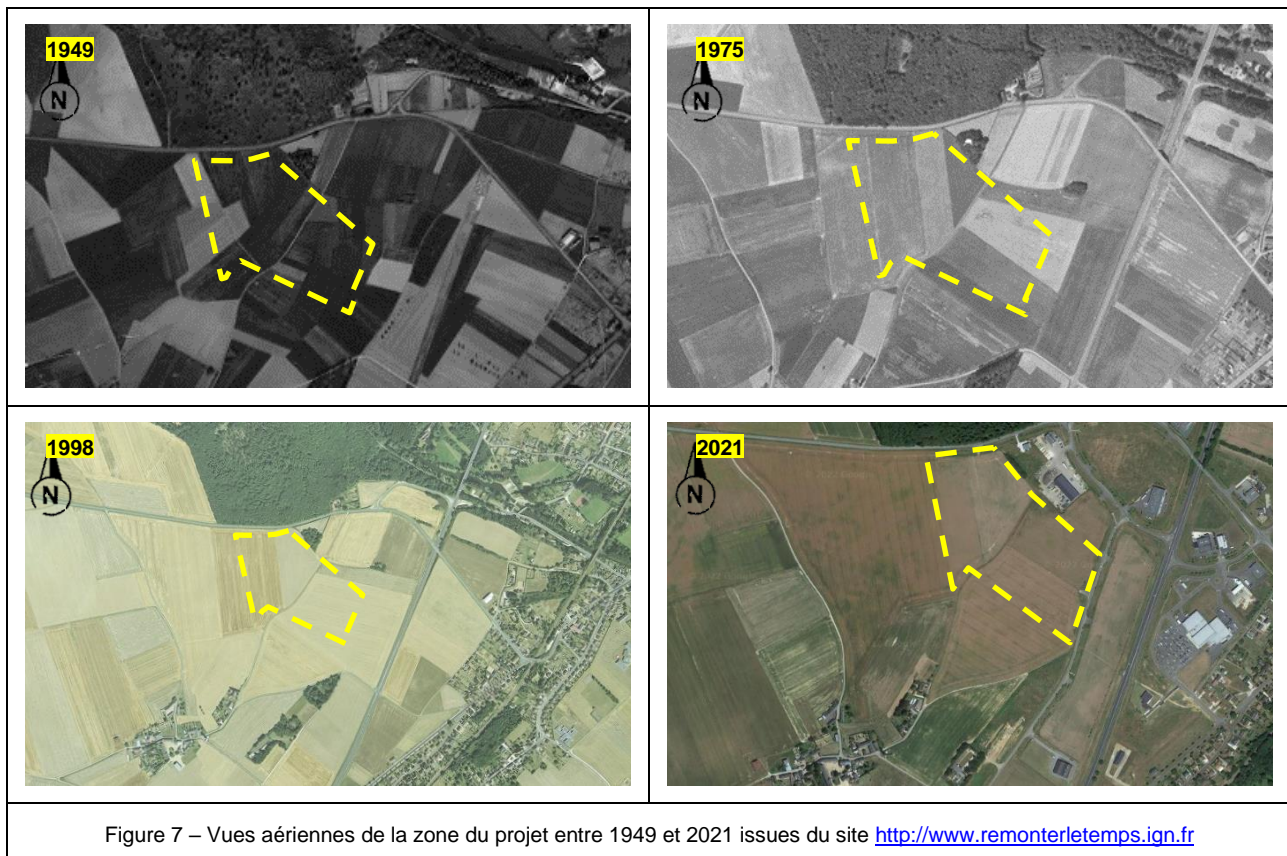
Le site se trouve en dehors des zones d'anciennes exploitations souterraines et/ou à ciel ouvert recensées. Il est également hors périmètre du risque de cavités.



2.6. Etude historique du site

La consultation des photographies aériennes a permis de vérifier que la parcelle impartie au projet (en jaune sur les photos ci-dessous) a toujours été libre de toute construction. Elle est occupée par des champs agricoles depuis 1949.

Des fouilles de reconnaissance archéologique ont été réalisées au droit de la parcelle durant l'année 2005. Le plan transmis présente l'emprise prescrite des fouilles figure 10. En 2007 les fouilles étaient déjà remblayées et plus visibles.



Ces fouilles ont consisté d'une part en la réalisation de longues tranchées, accompagnées d'extension en fonction de la mise en évidence de vestiges, et de sondages profonds.

La figure ci-dessous présente l'emprise prescrite de fouilles réalisées, s'étendant sur la moitié sud de l'emprise du futur projet.

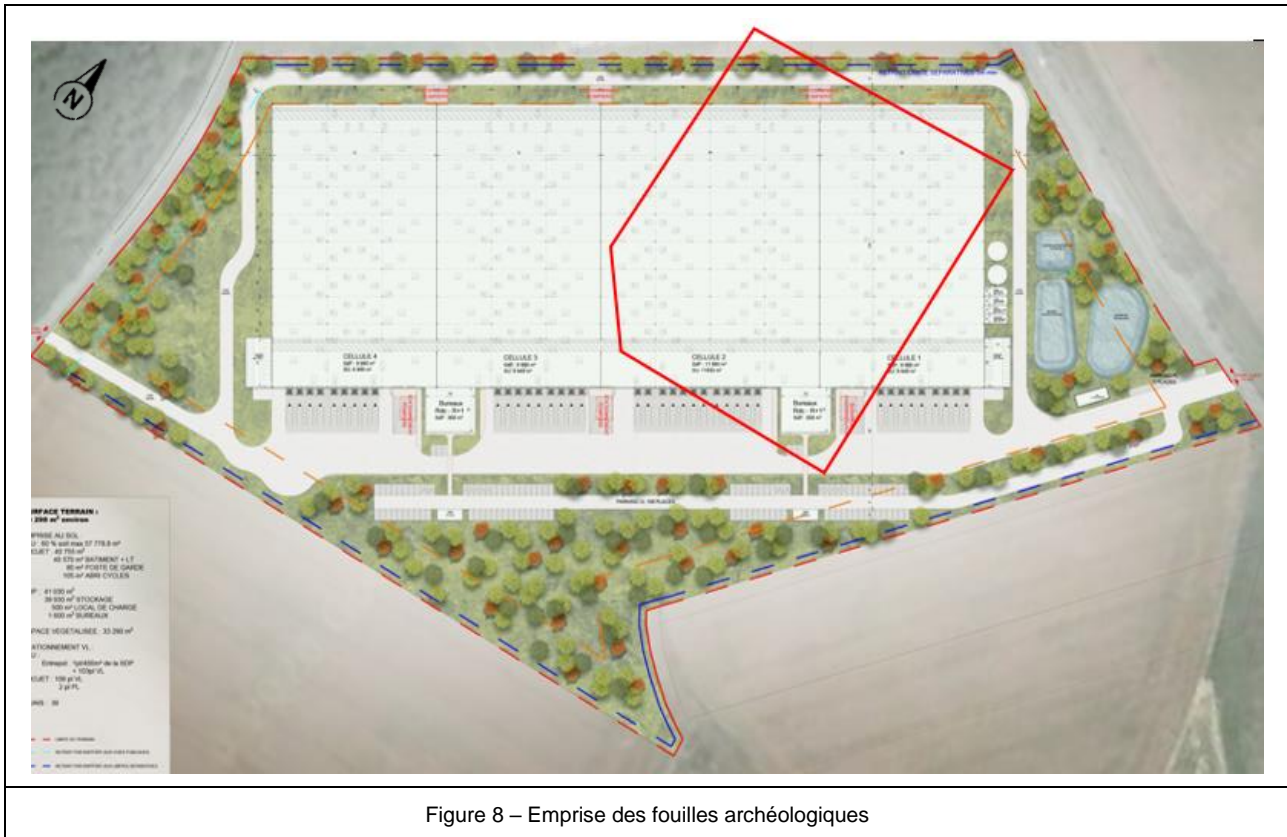


Figure 8 – Emprise des fouilles archéologiques

3. SYNTHESE DES RECONNAISSANCES

3.1. Lithologie

Les niveaux géologiques décrits ci-après sont donnés en termes de profondeur par rapport à la surface du sol naturel au moment de notre intervention. Ainsi, nous avons rencontré, les horizons suivants, sous environ 0,2 à 0,3 m de Terre végétale :

- ✓ Les **Limons des Plateaux** ont été observés sous forme de limons sableux marron à marron orangé, comportant des cailloutis, jusqu'à 0,5 / 1,2 m de profondeur, soit jusqu'à 152,6 / 148,2 NGF. Ces matériaux sont généralement sensibles aux variations hydriques avec une chute brutale de leur portance en cas d'augmentation de la teneur en eau. Des surépaisseurs locales ne sont pas exclues d'une zone à l'autre du site,
- ✓ Au-delà, les **Argiles à Silex** ont été traversées sous forme d'argile à argile sableuse ocre orangé, renfermant des blocs de silex. Elles ont été recoupées jusqu'à l'arrêt volontaire des sondages profonds SP10 et SP11 à 15,2 m de profondeur, soit jusqu'à 135,7 NGF.

NOTA : L'interprétation de la lithologie et de la stratigraphie a été faite à partir des enregistrements de paramètres de forage et des prélèvements d'échantillons remaniés. Nous rappelons que seul un sondage carotté permet de connaître avec précision la nature et la position des faciès traversés.

3.2. Caractéristiques mécaniques

- **Caractéristiques pressiométriques :**

Les valeurs des caractéristiques pressiométriques (E_m : module pressiométrique, PI^* : pression limite nette) ont été déterminées par des essais effectués à partir de 1,0 / 1,5 m de profondeur et selon un espacement de 1,0 / 1,5 m au droit des différents sondages. Ci-joint l'analyse statistique des résultats obtenus :

Horizons	Profondeur de la base		Caractéristiques Pressiométriques				Commentaire sur la compacité
	m/TN	NGF	E_m (MPa)	PI^* (MPa)	Nb	α	
<i>Limons des Plateaux</i>	-0,5 / -1,2	152,6 / 148,2	$E_{m\text{ Moy}} = 4,0$	$PI^*_{\text{Moy}} = 0,34$	1	2/3	Médiocre
<i>Argiles à Silex</i>	< -15,2	< 135,7	$9,7 \leq E_m \leq 100,0$ $E_{m\text{ Moy}} \geq 23,8$	$0,86 \leq PI^* \leq 5,00$ $PI^*_{\text{Moy}} \geq 2,55$ $\sigma \geq 1,53$	71	2/3	Moyenne à très élevée

Avec : $E_{m\text{ Moy}}$: moyenne harmonique, PI^*_{Moy} : moyenne géométrique, σ : écart-type et α : coefficient rhéologique

L'unique essai pressiométrique réalisé au sein des *Limons des Plateaux* présente des compacités médiocres.

Au-delà, les *Argiles à Silex* sont très raides dans l'ensemble. Des blocs et/ou passages ultra-indurés de silex ont été mis en évidence au sein de cet horizon.

• **Caractéristiques pénétrométriques :**

Les diagrammes de pénétration dynamique donnent les valeurs de la résistance dynamique de pointe (R_d) en fonction de la profondeur.

Les valeurs de résistance dynamique (R_d) mesurées au droit des sondages P1 à P11 peuvent être interprétées de la façon suivante :

- 0 à 2 MPa : résistance très faible à faible,
- 2 à 4 MPa : résistance médiocre,
- 4 à 8 MPa : résistance moyenne,
- 8 à 15 MPa : résistance élevée,
- > 15 MPa : résistance très élevée.

Les diagrammes de pénétration dynamique, portant en fonction de la profondeur les valeurs de la Résistance Dynamique de pointe (R_d), peuvent être commentés comme suit :

P1 (149,1 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 à 0,8	Moyenne
0,8 à 4,8	Elevée à très élevée
4,8	Refus

P2 (149,9 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 à 2,8	Elevée à très élevée
2,8	Refus

P3 (150,9 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 à 0,6	Elevée à très élevée
0,6	Refus

P3 BIS (150,9 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 à 0,7	Elevée à très élevée
0,7	Refus

P4 (151,0 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 à 0,7	Médiocre à moyenne
0,7 à 2,2	Elevée à très élevée
2,2	Refus

P5 (150,3 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 à 0,7	Moyenne
0,7 à 3,3	Elevée à très élevée
3,3	Refus

P6 (152,2 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 à 0,4	Moyenne
0,4 à 1,8	Très élevée
1,8	Refus

P7 (151,3 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 à 0,8	Médiocre à moyenne
0,8 à 4,2	Très élevée
4,2	Refus

P8 (152,4 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 à 0,7	Moyenne
0,7 à 2,7	Très élevée
2,7	Refus

P9 (152,3 NGF)		P10 (151,9 NGF)		P11 (152,7 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)	Prof. (m)	Prof. (m)	Prof. (m)	Prof. (m)
0 à 0,3	Faible	0 à 0,8	Moyenne à élevée	0 à 3,0	Elevée à très élevée
0,3 à 3,2	Très élevée	0,8 à 2,7	Très élevée	3,0	Refus
3,2	Refus	2,7	Refus		

Les sondages pénétrométriques réalisés montrent des compacités globalement moyennes en tête, jusqu'à 0,3 / 0,8 m de profondeur, soit jusqu'à 152,0 / 151,1 NGF. Cette épaisseur correspondraient aux *Limons des Plateaux* également reconnus en tête des sondages pressiométriques.

Au-delà, les compacités deviennent élevées à très élevées, pouvant être assimilées aux *Argiles à Silex*. Des refus prématurés ont été observés sur l'ensemble de nos sondages entre 0,6 et 4,8 m de profondeur, pouvant être liés à la présence de blocs et/ou de passages indurés de silex.

3.3. Fouilles à la pelle mécanique

Au cours de la présente étude, 9 fouilles de reconnaissance géologique à la pelle mécanique, notées F1 à F9, ont été réalisées. Elles ont pour objectif l'identification de la nature des sols en surface et la présence d'éventuelles arrivées d'eau. Le tableau ci-dessous résume les constatations faites lors de la réalisation de ces fouilles.

Fouille	Profondeur		Remarques
	m/TN	NGF	
F1	-1,9	146,7	0,0 – 0,3 m : Terre végétale 0,3 – 0,6 m : Limon sableux marron (<i>Limons des Plateaux</i>) 0,6 – 1,9 m : Argile sableuse à silex marron orangé (<i>Argiles à Silex</i>)
F2	-1,3	149,1	0,0 – 0,3 m : Terre végétale 0,3 – 0,5 m : Limon sableux marron (<i>Limons des Plateaux</i>) 0,5 – 1,3 m : Argile sableuse marron orangé (<i>Argiles à Silex</i>)
F3	-2,0	147,5	0,0 – 0,2 m : Terre végétale 0,2 – 0,5 m : Limon sableux marron (<i>Limons des Plateaux</i>) 0,5 – 2,0 m : Argile sableuse orangé (<i>Argiles à Silex</i>)
F4	-1,9	149,8	0,0 – 0,3 m : Terre végétale 0,3 – 0,8 m : Limon sableux marron (<i>Limons des Plateaux</i>) 0,8 – 1,9 m : Argile sableuse à silex marron orangé (<i>Argiles à Silex</i>)
F5	-1,0	151,3	0,0 – 0,3 m : Terre végétale 0,3 – 0,5 m : Limons argileux marron rouge (<i>Limons des Plateaux</i>) 0,5 – 1,0 m : Argile sableuse à silex marron orangé (<i>Argiles à Silex</i>)

Fouille	Profondeur		Remarques
	m/TN	NGF	
F6	-2,0	149,4	0,0 – 0,3 m : Terre végétale 0,3 – 0,7 m : Limon sableux marron (<i>Limons des Plateaux</i>) 0,7 – 2,0 m : Argile à silex marron orangé (<i>Argiles à Silex</i>)
F7	-0,9	152,2	0,0 – 0,3 m : Terre végétale 0,3 – 0,6 m : Limon marron (<i>Limons des Plateaux</i>) 0,6 – 0,9 m : Argile à silex orangé à blocs (<i>Argiles à Silex</i>)
F8	-1,9	151,2	0,0 – 0,3 m : Terre végétale 0,3 – 0,5 m : Limon sableux marron (<i>Limons des Plateaux</i>) 0,5 – 1,9 m : Argile à silex orangé (<i>Argiles à Silex</i>)
F9	-1,1	151,9	0,0 – 0,3 m : Terre végétale 0,3 – 0,5 m : Limons sableux marron (<i>Limons des Plateaux</i>) 0,5 – 1,1 m : Argile à silex orangé (<i>Argiles à Silex</i>)

Ces fouilles ont mis en évidence :

- Sous une épaisseur de 0,2 à 0,3 m de terre végétale, des *Limons des Plateaux* constitués de limons sableux marron orangé jusqu'à 0,5 / 0,8 m de profondeur,
- Les *Argiles à Silex* ont été rencontrées jusqu'à l'arrêt des fouilles à 2,0 m de profondeur. Cet horizon est constitué d'argile plus ou moins sableuse marron orangé. Des blocs indurés de silex ont été rencontrés au sein de ce faciès.

Aucun niveau d'eau n'a été recoupé sur l'ensemble des fouilles réalisées jusqu'à leurs bases entre 0,9 et 2,0 m de profondeur, soit jusqu'à 146,7 NGF.

3.4. Synthèse Hydrogéologique

Un relevé du niveau d'eau en fin de chantier a été effectué au droit des sondages. Les niveaux s'établissent comme suit :

Mesures de fin de chantier le 31/01/2022											
Sondages	SP1	SP2+PZ	SP3+PZ	SP4+PZ	SP5	SP6+PZ	SP7	SP8	SP9	SP10	SP11
m/TN	-1,2	-1,1	1,1	--	-2,6	-1,4	--	-1,0	-2,5	-2,7	-1,4
NGF	148,5	147,8	150,2	--	148,5	149,8	--	151,2	150,4	149	149,3

En fin de chantier, des niveaux d'eau non stabilisés ont été mesurés entre 1,0 et 2,7 m de profondeur, soit entre 151,2 et 147,8 NGF. Ces niveaux ont pu être perturbés par la technique de forage par injection de fluide.

De plus, aucun niveau d'eau n'a été recoupé au droit de nos fouilles, menées jusqu'à 2,0 m de profondeur pour les plus profondes, soit jusqu'à 146,7 NGF. Également, lors de la réalisation de sa campagne de sondage sur le terrain voisin le 25/08/2020, notre confrère GINGER CEBTP n'a relevé aucun niveau dans l'ensemble de leurs sondages.

Seul un suivi piézométrique permettrait d'appréhender la nature et la pérennité des niveaux d'eau mesurés et leurs fluctuations saisonnières.

D'autre part, des circulations d'eau anarchiques d'infiltration et de ruissellement sont susceptibles de se produire au sein des terrains superficiels, notamment en périodes pluvieuses.

3.5. Perméabilité

Nous avons réalisé 2 essais de perméabilité de type MATSUO au droit des sondages F1 et F8. Les coefficients de perméabilité calculés à partir des différents essais sont résumés comme suit :

Sondages	Type d'essai	Formation	Lanterne d'essai (m)	k (m/s)	k (mm/h)
F1	MATSUO	<i>Limons des Plateaux</i> (limon sableux marron) jusqu'à -0,6 m/TN, puis <i>Argiles à Silex</i> (argile sableuse à silex marron orangé)	0 – 1,9	$5,3 \times 10^{-6}$	28,1
F8	MATSUO	<i>Limons des Plateaux</i> (limons sablo-argileux marron) jusqu'à -0,5 m/TN, puis <i>Argiles à Silex</i> (argile à silex orangé)	0 – 1,95	$3,7 \times 10^{-5}$	276,7

En prenant en compte la nature des terrains et les résultats des essais obtenus, les sols superficiels peuvent être classés :

- **Peu perméables** selon la classification MABILLOT « Forage d'eau »,
- De **perméabilité faible à très faible** selon la classification PHILIPPONNAT « Fondations et ouvrages en terre ».

Nous rappelons que ces valeurs sont cohérentes avec les faciès traversés, mais ne peuvent être généralisées sur l'ensemble du site. En effet, il n'est pas exclu que des variations de constitution lithologique puissent modifier les capacités d'absorption du sol (passages plus sableux donc plus perméables ou passées argileuses moins perméables).

3.6. Essais de laboratoire

Dans le cadre de la présente étude, 5 prélèvements ont été réalisés au droit des sondages F1, F2, F3, F5, F6, F7, F8 et F9, afin de soumettre les échantillons à des identifications GTR, des analyses physico-chimiques et des essais d'aptitude au traitement.

- **Identification GTR**

Les résultats des essais menés en laboratoire sur les échantillons prélevés au droit des sondages de reconnaissances géologiques sont présentés dans le tableau récapitulatif suivant :

Sond.	Prof. (m)	Formation	W _N (%)	Granulométrie			VBS	Classe GTR NFP11-300
				D _{max} (mm)	2 mm (%)	<80 μm (%)		
F1	0,6 – 1,9	<i>Argile à Silex</i>	14,2	31,5	59,1	49,1	1,4	A ₁
F2	0,5 – 1,3	<i>Argile à Silex</i>	17,2	50,0	44,4	37,0	1,7	A ₁

Sond.	Prof. (m)	Formation	W _N (%)	Granulométrie			VBS	Classe GTR NFP11-300
				Dmax (mm)	2 mm (%)	<80 µm (%)		
F3	0,5 – 2,0	Argile à Silex	18,8	50,0	70,6	62,9	2,9	A ₂
F5	0,3 – 0,6	Limons des Plateaux	13,6	50,0	43,7	31,8	0,9	A ₂
F6	0,7 – 1,0	Argile à Silex	12,1	55,8	47,4	34,3	1,1	C ₁ A ₁
F7	0,3 – 0,6	Limons des Plateaux	15,4	31,5	58,9	49,4	1,1	A ₁
F8	0,5 – 1,9	Argile à Silex	17,3	50,0	52,0	44,7	2,1	A ₁
F9	0,3 – 0,7	Limons des Plateaux	21,6	31,5	96,1	91,0	3,7	A ₂
F5	0,6 – 1,0	Argile à Silex	15,9	31,5	50,9	42,9	1,8	A ₁

W_N : Teneur en eau naturelle
 Dmax : Diamètre du plus gros élément
 2 mm : Pourcentage d'éléments passant au tamis de 2 mm
 < 80µm : Pourcentage d'éléments fins passant au tamis de 80 microns
 VBS : Valeur au Bleu de Méthylène

Ces essais permettent de classer les échantillons selon le GTR (Guide Technique des Terrassements Routiers, Réalisation des remblais et des couches de formes établi par le SETRA-LCPC, 1992) et la norme qui en découle NF P 11-300.

Les échantillons prélevés au sein des *Limons des Plateaux* et des *Argiles à Silex* ont été identifiés comme des matériaux de classe GTR « A₁ » à « A₂ ». Ils correspondent à des sols fins à sableux et graveleux avec des fines, peu plastiques et sensibles à très sensibles à la variation de teneur en eau avec des chutes brutales de consistance et de portance pour des faibles augmentations de celle-ci.

Dans l'horizon des *Argiles à Silex* en présence de blocs de silex, la classification des matériaux peut évoluer vers des matériaux de type « C_(i) A₍₁₎ » ou « C_(i) A₍₂₎ ».

- **Analyse physico-chimique**

Les résultats des essais en laboratoire pour les teneurs en sulfates déterminées en mg/kg Ms et les teneurs en matière organique (MO) déterminées en %, sont résumés dans le tableau suivant :

Sondage	Prof. (m)	Formation	Teneur en sulfates (SO ₄)		Teneur en MO (% Ms)
			mg/kg MS	% Ms	
F1	0,6 – 1,9	Argile à Silex	< 5	0,0005	3,9
F2	0,5 – 1,3	Argile à Silex	< 5	0,0005	7,5
F3	0,5 – 2,0	Argile à Silex	11	0,0011	5,1
F5	0,3 – 0,6	Limons des Plateaux	8	0,0008	5,8
F6	0,7 – 1,0	Argile à Silex	< 5	0,0005	5,2

Sondage	Prof. (m)	Formation	Teneur en sulfates (SO4)		Teneur en MO (% Ms)
			mg/kg MS	% Ms	
F7	0,3 – 0,6	<i>Limons des Plateaux</i>	< 5	0,0005	3,6
F8	0,5 – 1,9	<i>Argile à Silex</i>	< 5	0,0005	4,5
F9	0,3 – 0,7	<i>Limons des Plateaux</i>	< 5	0,0005	5,0

Légende :

SO4 : Teneur en sulfate, Ms : Matière sèche, MO : Matière Organique.

Les analyses chimiques concernant la détermination de la teneur en sulfates au sein des *Limons des Plateaux* et des *Argiles à Silex* ont mis en évidence des valeurs faibles, largement inférieures à la valeur seuil de 0,50 %, donnant une première indication sur la traitabilité des sols.

La teneur en matières organiques mesurée est de 3,6 à 7,5 %.

Compte tenu des teneurs de l'agent agressif de sulfates mesurées, les *Limons des Plateaux* et les *Argiles à Silex* constituent un **environnement non agressif vis-à-vis du béton**.

- **Essai d'aptitude au traitement**

Nous avons réalisé 2 essais d'aptitude au traitement sur des échantillons prélevés au droit des fouilles à la pelle F4 et F6. Les résultats des essais en laboratoire pour le Gonflement (Gv) et la Résistance à la traction indirecte (Rtb, portance) déterminés respectivement en % et en MPa sont résumés dans le tableau suivant :

Sondage	Prof. (m)	Formation	Dosage réalisé	Gv (%)	Rtb (MPa)	Commentaire
F5	0,5 – 1,0	<i>Argile à Silex</i>	7% de Liant hydraulique (CEM II 32.5) + 1% Chaux	0,830	0,603	Adapté
F8	0,5 – 1,9	<i>Argile à Silex</i>		1,070	0,646	Adapté

D'après les essais réalisés, les *Argiles à Silex* sont aptes au traitement aux liants hydrauliques associés à la chaux, selon les dosages proposés.

- **Réutilisation de matériaux**

En première approche et dans des conditions optimales, les sols en place issus de l'horizon supérieur des *Limons des Plateaux* et des *Argiles à Silex* peuvent être utilisés en remblai, moyennant un traitement à la chaux. Pour un réemploi en couche de forme, ces sols devront être traités aux liants hydrauliques associés éventuellement à la chaux, sous réserve d'essais d'aptitude au traitement, en vérifiant les critères de gonflement et de portance.

Concernant les sols issus de la formation des *Argiles à Silex*, ceux-ci comportent des blocs et passages indurés de silex. Ainsi, la réutilisation de ces matériaux nécessitera soit l'élimination de la fraction grossière (blocs silex de toutes tailles) interdisant le fonctionnement correct du malaxeur et empêchant ainsi un malaxage homogène du sol avec le (ou les) liant(s), et un bon réglage de la plateforme soit la réalisation d'un criblage et concassage afin d'utiliser au maximum la fraction 0/100 mm (soit un Dmax ≤ 100 mm).

Nous rappelons également que les sols fins dans un état hydrique très humide ou très sec (« th » ou « ts ») tout comme les éventuels remblais anthropiques seront exclus de toute réutilisation.

NOTA :

- ✓ L'entreprise devra réaliser ses propres essais d'identification et d'aptitude au traitement,
- ✓ Il conviendra de respecter les prescriptions du GTR pour une réutilisation des matériaux in-situ en remblais ou couche de forme. De plus, les teneurs en eau seront vérifiées pendant toute la durée des travaux de terrassements.

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

4.1. Synthèse du contexte géotechnique

L'étude documentaire et la reconnaissance du site ont mis en évidence les éléments suivants :

- **Lithologie**

- ✓ Les **Limons des Plateaux**, de compacités médiocres à moyennes dans l'ensemble, ont été observés sous forme de limons sableux marron, comportant des cailloutis, jusqu'à 0,6 / 1,3 m de profondeur, soit jusqu'à 152,5 / 147,7 NGF. Ils sont constitués de sols fins très sensibles aux variations hydriques de classe GTR A₁ et A₂,
- ✓ Au-delà, les **Argiles à Silex** ont été traversées sous forme d'argile et argile sableuse ocre orangé, renfermant des blocs indurés de silex. Elles sont globalement très raides et ont été recoupées jusqu'à l'arrêt volontaire des sondages profonds SP10 et SP11 à 15,2 m de profondeur, soit jusqu'à 135,7 NGF. Ils présentent des compacités globalement moyennes à élevées. Ils sont constitués de sols fins très sensibles aux variations hydriques de classe GTR A₁ et A₂, voire « C_(i) A₍₁₎ » ou « C_(i) A₍₂₎ ».

- **Hydrologie**

- ✓ En fin de chantier, des niveaux d'eau non stabilisés ont été mesurés entre 1,0 et 2,7 m de profondeur, soit entre 151,2 et 147,8 NGF. Cependant, aucune présence d'eau n'a été recoupée au droit des fouilles géologiques jusqu'à 2,0 m de profondeur, soit jusqu'à 146,7 NGF.
- ✓ Des circulations d'eau anarchiques d'infiltration et de ruissellement sont susceptibles de se produire au sein de l'horizon superficiel, notamment en périodes pluvieuses.

4.2. Plateforme générale chantier

Les cotes (à confirmer) des niveaux finis du dallage et de la plateforme VRD du bâtiment ainsi que les estimations des mouvements de terre en remblais / déblais sont résumées dans le tableau suivant :

Cote du dallage (NGF)		151,3
Cote de la plateforme VRD (NGF)		151,1
Estimation des hauteurs des mouvements de terre (m)	En remblais	± 2,5
	En déblais	± 1,7

- **Préparation de l'arase**

En premier lieu, on réalisera un décapage d'au moins 0,30 m afin d'évacuer toute l'épaisseur de la terre végétale et la frange supérieure des terrains superficiels impactés par les travaux et les intempéries, ou des éventuels terrains impropres (à adapter selon leurs épaisseurs). On s'assurera de l'absence de matériaux impropres, de poches altérées ou dues aux remaniements des sols superficiels lors du rebouchage des fouilles archéologiques. L'entreprise devra effectuer un contrôle visuel avec photographies avant mise en œuvre des remblais techniques ou de la couche de forme.

Ainsi, il est approprié de se rapprocher du *DRAC* (direction régionale des affaires culturelles) afin d'obtenir un plan de récolement des fouilles archéologiques réalisés au droit du site (position exacte, profondeur...etc).

L'arase obtenue sera au niveau des *Limons des Plateaux* ou du toit de la formation des *Argiles à Silex*. Ces formations sont constituées de sols fins très sensibles aux variations hydriques et pouvant provoquer des difficultés de circulations des engins de chantier, lors des épisodes pluvieux défavorables.

En effet, en cas d'augmentation de leur teneur en eau (sols dans un état hydrique humide à très humide), ces matériaux deviennent collants avec une chute de leur consistance engendrant un phénomène de matelassage. Il sera donc préférable de réaliser les travaux en période climatique sèche ou de faible précipitation.

L'arase pourra être ainsi qualifiée de AR1/PST1 en périodes climatiques sans précipitations. En cas de pluie soutenue, cette qualification pourrait se transformer en une arase AR0/PST0, entraînant la mise en place de dispositions particulières (piste provisoire par blocage ou traitement à la chaux par exemple) avec drainage préalable si nécessaire.

Ainsi, compte tenu du climat régional, on devra prévoir le traitement de l'arase à la chaux. On veillera à obtenir, aux essais à la plaque, un module $EV2 \geq 30$ MPa sur l'arase, pour l'obtention d'une plateforme PF1 nécessaire pour assurer une bonne traficabilité des engins de chantier et d'assurer une bonne assise pour la couche de forme (en zone de déblais) ou le remblai technique.

Remarque :

On portera une attention toute particulière aux conditions météorologiques au moment des travaux. Il sera donc préférable de réaliser les travaux de terrassement en période favorable.

NOTA : Nous rappelons que des passages et blocs ultra indurés de silex ont été rencontrés à faible profondeur, au droit de nos sondages, provoquant des refus prématurés des sondages. Ainsi, les travaux de déblais seront confrontés à des difficultés d'extraction, dont l'entreprise devra prévoir les moyens et outils nécessaires pour les extraire.

- **Remblai technique (rehausse)**

L'adaptation du projet nécessitera des mouvements de terres en remblais allant jusqu'à 2,5 m de hauteur. Il sera donc nécessaire de prévoir un remblai technique pouvant être réalisé à partir des sols en place traité à la chaux toute hauteur, ou d'un matériau d'apport si les matériaux du site sont insuffisants, mis en œuvre selon les règles de la GTR, après une identification préalable. Ils seront mis en œuvre selon les règles de GTR par couche minces successives, dont la densification est contrôlée au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

NOTA : Les fonds des tranchées archéologiques devront être curés et traités comme l'arase générale de terrassement pour éviter les tassements parasites, lors de leur comblement.

Le cas échéant, une planche d'essai sera réalisée avant démarrage des travaux pour préciser les épaisseurs, le nombre de passes et la vitesse de l'engin, selon la classe GTR du matériau utilisé.

Dans tous les cas, la mise en remblai ou en couche de forme devra suivre les règles de l'art et les recommandations du Guide Technique SETRA / LCPC « Réalisation des remblais et des couches de forme » de septembre 92.

Le compactage sera réalisé par couches minces successives à l'aide d'un compacteur à pneus de type P1 à P3 ou vibrant à cylindres lisses de type V1 à V5 pour une énergie de compactage à définir selon l'état hydrique des sols.

Remarque :

On portera une attention toute particulière :

- o A la remise en état du site en zone de remblai suite aux fouilles archéologiques (curage, remblaiement, contrôle),
- o Aux conditions météorologiques au moment des travaux. Il sera donc préférable de réaliser les travaux de terrassement en période favorable,
- o À la jonction entre le terrain en place et le remblai technique. Si le dénivelé entre ces derniers est important, on réalisera des redans d'accrochage (zone de transition à respecter) d'une hauteur maximale de 0,5 m (1V/1H).

- **Contrôle**

Les objectifs de densification, lors de la mise en œuvre du remblai technique, seront de type « q4 » pour les parties inférieures du remblai dans un état hydrique moyen « m » et « q3 » pour la couche supérieure (couche de forme).

Le compactage du remblai technique sera vérifié par :

- ✓ Des essais au panda (pénétrömètre à énergie variable) toutes les deux à trois couches de remblais,
- ✓ Des sondages au pénétromètre dynamique de type B, sur toute la hauteur du remblai technique avant le traitement (aux liants hydrauliques) de fermeture de la plateforme,
- ✓ Dans les zones où la hauteur du remblai est supérieure à 1,0 m, la portance du remblai devra être vérifiée à l'aide d'essais à la plaque afin d'obtenir un module de Westergaard minimal égal à $K_w \geq 50 \text{ MPa/m}$ pour tous les 1,0 m de remblaiement.

L'entreprise devra assurer l'identification et l'autocontrôle (ou contrôle externe) afin de mener à bien ces travaux. La procédure de réalisation ainsi que les résultats obtenus lors des contrôles, seront soumises pour avis au bureau de contrôle ou au géotechnicien dans le cadre d'une mission G3 et/ou G4.

- **Tassements attendus et suivi de déformation**

Pour une épaisseur de remblai technique de 2,5 m, la contrainte sera d'environ 0,05 MPa (5,0 t/m²) et les tassements attendus seront de l'ordre de 11 à 20 mm.

En réalité, les tassements les plus importants se produisent lors de la mise en place du remblai technique et de son compactage qui fera office d'un préchargement. En effet, en milieu hors nappe, on considère que

70 % des tassements se produisent lors de la mise en œuvre et après circulations gros œuvre et clos couvert (temps de préchargement supplémentaires avant coulage).

La déformation de la plateforme devra être suivie jusqu'au moment de couler la dalle, afin de vérifier la dissipation des déformations primaires. Ainsi, il est nécessaire de prévoir le suivi du tassement de la plateforme, soit par un nivellement précis ou instrumentation (tassomètre, etc...).

- **Zones en déblai**

Au droit des zones en déblai, il est nécessaire de prévoir également le décapage de la terre végétale et de la frange supérieure des terrains superficiels impactés par les travaux. Dans les zones de terrassements importants, notamment au droit du futur bassin de rétention et des zones de quais, on pourrait recouper des blocs et/ou passages indurés de silex au sein de la formation des *Argiles à Silex*. On mettra ainsi les moyens et outils puissants nécessaires (de type BRH ou équivalent) pour les traverser et les extraire.

En cas de réutilisation de ce type de matériau un criblage et concassage devra être réalisé afin d'utiliser au maximum la fraction 0/100 mm (soit un $D_{max} \leq 100$ mm).

4.3. Couche de forme voirie et dallage

Avant la mise en place des dallages et des structures de voirie, il conviendra d'obtenir une plateforme support générale homogène. Celle-ci devra vérifier les critères de réception suivants :

- ✓ $K_w \geq 70$ MPa/m au droit de la plateforme dallage pour une charge répartie supérieure ou égale à 3 t/m² (en particulier pour une hypothèse de charge au droit du bâtiment d'activité de 5,0 t/m²),
- ✓ $K_w \geq 50$ MPa/m au droit de la plateforme dallage pour une charge d'exploitation répartie inférieure à 3 t/m² (en particulier pour les zones de bureaux),
- ✓ $EV_2 \geq 120$ MPa, avec $EV_2/EV_1 < 2,1$, soit une plateforme de classe PF3 pour les structures de voiries.

Nous recommandons la réalisation d'essais de réception de la plateforme au nombre de 1 point tous les 500 m², en dehors des zones de quais et des poteaux de fondations qui devront également faire l'objet de contrôle supplémentaire.

Afin d'obtenir les critères de réception détaillés ci avant, on pourra envisager :

- ✓ Soit un traitement des sols en place aux liants hydrauliques associés éventuellement à la chaux, sur une épaisseur d'au-moins 0,40 m, sous réserve que les résultats des essais d'aptitude confirment la possibilité de les traiter,
- ✓ Soit la mise en place d'une couche de forme constituée de matériaux granulaires dépourvus d'éléments fins et insensibles à l'eau ($IP < 12$) de type GNT sur une épaisseur d'au moins 0,50 m avec intercalation d'une nappe de géotextile entre l'arase et la couche de forme.

La couche de forme doit être compactée selon les règles de l'art à 98,5 % de l'optimum. Son épaisseur sera adaptée en phase exécution en fonction de la portance du fond de forme au moment des travaux et des conditions de mise en œuvre des matériaux (respect des règles du GTR).

Dans tous les cas, la mise en remblai ou en couche de forme devra suivre les règles de l'art et les recommandations du Guide Technique SETRA / LCPC « Réalisation des remblais et des couches de forme » de septembre 92.

L'entreprise devra, au préalable du démarrage du chantier, réaliser ses propres prélèvements et analyses, afin de s'assurer de la méthodologie à mettre en place pour la création de la plateforme.

Une fois la plateforme réceptionnée, celle-ci sera protégée par une émulsion supérieure gravillonnée. Nous rappelons que l'entreprise VRD devra prévoir une reconstitution de la plateforme dallage avant coulage. En effet, il n'est pas exclu que celle-ci se dégrade pendant la réalisation du clos couvert. Une nouvelle campagne de mesure de portance devra être engagée.

On prêtera attention à la réalisation de la dalle au droit des rives de quais et au niveau des poteaux, qui constituent des zones de faiblesse, compte tenu de la difficulté de compactage. Ainsi, la reconstitution de la couche de forme devra être réalisée préférentiellement par de la grave-ciment. Une solution alternative consisterait à réaliser des dalles de transition, pour éviter toute déformation dans ces zones.

4.4. Fondations

- **Principe**

En l'absence d'information concernant la cote des niveaux bas projetés, nous considérons en première approche une cote de dallage calée autour de 151,3 NGF, soit un niveau de plateforme VRD à 151,1 NGF (à confirmer).

Compte tenu de la nature des terrains en place et du contexte géotechnique du site, on pourra envisager la réalisation de fondations superficielles par le biais de **semelles et/ou massifs isolés** ancrés au moins de 0,4 m dans les *Argiles à Silex* (argile à argile saleuse ocre orangé) et/ou dans les remblais techniques, sous réserve de l'obtention des critères ci-dessous. Ainsi, selon la zone, les fondations devront également répondre aux critères d'ancrage suivants :

- ✓ **Zones en déblais** : On veillera à respecter en tout point un niveau d'assise des fondations situé à au-moins 1,0 m de profondeur par rapport au TN initial et TN fini, tout en respectant l'ancrage de 0,4 m dans les *Limons des Plateaux*. Compte-tenu de l'historique du site (campagne de fouilles archéologiques réalisée au droit du site dans les années 2000), la contrainte admissible du sol à l'ELS sera limitée à 0,20 MPa (2,0 bars).
- ✓ **Zone de faibles hauteurs de remblai technique (< 1,5 m)** : On veillera à respecter en tout point un niveau d'assise des fondations situé à au-moins 0,8 m de profondeur par rapport au TN initial, tout en respectant l'ancrage de 0,4 m dans les *Limons des Plateaux*. Ceci engendrera des rattrapages en gros béton. La contrainte admissible du sol à l'ELS sera limitée à 0,20 MPa (2,0 bars).

A titre indicatif, en se basant sur les résultats de nos sondages, les niveaux d'assises des semelles seront descendus aux profondeurs minimales suivantes :

N° du sondage	Cote de la tête du sondage (NGF)	Cote finie NB (NGF)	Cote de la plateforme PF (NGF)	Prof. des fondations	
				NGF	m/PF
SP1	149,7	151,3	151,1	148,9	-2,2
SP4	150,2			149,4	-1,7

✓ **Zone de grandes hauteurs de remblai technique ($\geq 1,5$ m) :** Nous rappelons que la faisabilité de cette solution est conditionnée par la réalisation soignée du remblai technique avec un contrôle rigoureux par l'entreprise. On veillera à respecter en tout point un niveau d'assise des fondations situé à au-moins 1,0 m de profondeur par rapport au TN fini. La contrainte admissible du sol à l'ELS sera limitée à 0,15 MPa (1,5 bars), sous réserve d'obtenir les critères suivants sur toute la hauteur des remblais techniques :

- Une pression limite $PI^* \geq 0,50$ MPa,
- Une résistance dynamique de pointe $Qd \geq 3$ MPa.

En variante, en particulier dans le cas où ces critères de portance ne seraient pas réalistes et envisageables par l'entreprise, on pourra s'orienter vers une solution de renforcement des sols par inclusions rigides ou équivalent, à la fois sous fondations et sous le dallage, dans cette zone où la hauteur des remblais techniques est supérieure à 2,0 m. Celles-ci devront être ancrées de 1,0 m dans terrains en place (*Limons des Plateaux*).

Dans tous les cas et pour l'ensemble des hypothèses, l'entreprise devra vérifier la bonne consistance du fond de fouille, après curage et nettoyage par le biais d'un godet sans dent. En cas de recoupement de sols remaniés par les travaux et/ou les intempéries, des rattrapages en gros béton sont à prévoir pour assurer l'ancrage des fondations dans le bon sol.

Nota : Pour la cuve **SPRINKLER**, on pourra envisager la réalisation d'un **radier général armé**. Celui-ci sera équipé d'une bêche périmétrique, descendue à -0,60 m/TN extérieur fini permettant d'assurer la garde hors gel. La contrainte au sol à l'ELS pourra être prise égal à 0,20 MPa.

- **Contraintes et états limites**

En respectant l'ancrage défini dans le paragraphe précédent dans le bon sol, et conformément à la norme NF P 94-261 « Justification des ouvrages géotechniques – Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles », la capacité portante des fondations pour le dimensionnement des semelles, soumises à des charges verticales centrées, devra être prise comme suit :

Zones en déblais	$q_{ELS} \leq 0,20$ MPa	$q_{ELU} \leq 0,32$ MPa
Zone de faibles hauteurs de remblai technique		
Zone de grandes hauteurs de remblai technique	$q_{ELS} \leq 0,15$ MPa	$q_{ELU} \leq 0,24$ MPa

NOTA : dans le cas d'une charge inclinée d'un angle « δ » sur la verticale, la capacité portante devra être affectée par un coefficient minorateur « k_{β} » qui tient compte de l'inclinaison de la charge. Cet avis concerne principalement, la capacité portante pour le dimensionnement des semelles de poteaux de stabilisation.

- **Estimation des tassements**

Dans les conditions aux ELS, en respectant le niveau d'ancrage précédemment défini et sous réserve d'une assise homogène, le tableau suivant reprend les tassements totaux et différentiels du sol pour des fondations soumises à des charges verticales centrées données à titre indicatif :

Zone en déblais et faibles remblai technique						
Fondation*			Charge théorique à l'ELS (kN)	Capacité portante à l'ELS (MPa)	Tassements absolus (mm)	Tassement différentiel (mm)
Type	L (m)	B (m)				
Semelle isolée	1,6	1,6	500 kN	0,20	2 à 3	≈ 3
	2,3	2,2	1000 kN		3 à 4	
	2,8	2,7	1500 kN		4 à 5	

Zone de grandes hauteurs de remblais techniques						
Fondation*			Charge théorique à l'ELS (kN)	Capacité portante à l'ELS (MPa)	Tassements absolus (mm)	Tassement différentiel (mm)
Type	L (m)	B (m)				
Semelle isolée	1,9	1,8	500 kN	0,15	4 à 5	≈ 3
	2,6	2,6	1000 kN		5 à 6	
	3,2	3,2	1500 kN		6 à 7	

* Les dimensions des fondations prises en compte dans le présent tableau ne concernent que les surfaces de semelles comprimées à 100 %.

Pour les charges considérées, les tassements absolus prévisibles seraient compris entre 2 et 7 mm, soit un tassement différentiel inférieur ou de l'ordre de 5 mm.

Ces estimations de tassements ne sont données qu'à titre indicatif, à partir de descentes de charges théoriques. Si les descentes de charges réelles du projet, calculées lors de la phase PRO, sont plus importantes, il conviendra de vérifier la réaction du sol, dans le cadre d'une mission G2 PRO.

- **Préconisations d'exécution**

Lors de l'exécution des fondations, on veillera à respecter les préconisations suivantes :

- ✓ L'entreprise devra prévoir les moyens et outils puissants nécessaires pour le passage et l'extraction de blocs et/ou niveaux indurés au sein de la formation des *Argiles à Silice*,
- ✓ Compte tenu de la faible cohésion des *Limons des Plateaux* et en fonction de la profondeur d'assise des fondations, le blindage des fouilles et rigoles des semelles pourrait s'avérer nécessaire afin d'assurer la tenue des parois et éviter les hors profils et les surconsommations de béton,
- ✓ En période pluvieuse ou en cas d'arrivée d'eau lors de la réalisation des fouilles, l'entreprise devra prévoir un système de pompage adapté afin d'assurer le coulage des massifs de fondations à sec. En cas de pluie soutenue, les fouilles de fondations devront être protégées par du polyane. A la reprise des travaux, les matériaux remaniés et déstructurés seront purgés,

- ✓ Les fondations devront être coulées en pleine fouille immédiatement après terrassements. Alternativement, afin d'éviter une décompression du fond de la fouille, celui-ci devra être protégé par un béton de propreté,
- ✓ L'homogénéité des fonds de fouilles de fondations devra soigneusement être vérifiée. Dans le cas de présence de poches molles ou décomprimées ainsi que de points durs (blocs), ils devront être purgés et remplacés par un rattrapage en gros béton,
- ✓ Si les fondations voisines doivent être ancrées à des niveaux différents, on respectera la règle du redan, soit 3H/2V entre bords de semelles isolées,
- ✓ La largeur minimale des fondations sera déterminée par un BE structures ; elle ne sera toutefois pas inférieure à 0,7 m pour des semelles isolées,

4.5. Dallage

La réalisation du niveau bas du futur bâtiment pourra se faire par l'intermédiaire d'un dallage sur terre-plein, posé sur la plateforme prévue en chapitre 4.3 « Couche de forme ».

Dans le présent paragraphe, nous donnons les éléments de dimensionnement pour un dallage dont le niveau bas est estimé vers la cote 151,3 NGF (à confirmer), soit avec un niveau de la plateforme VRD situé vers 151,1 NGF. Le tableau suivant répertorie le modèle géotechnique défavorable, correspondant à la zone où la plateforme sera en remblais technique et les valeurs des modules de déformation à prendre en compte pour les calculs de dallage selon les couches considérées, par rapport au niveau de la plateforme :

Horizons	Cote de la base de la couche		Epaisseur (m)	E _M (MPa)	α	E _S (MPa)
	m/PF	Cote NGF				
<i>Couche de forme (K_w ≥ 70 MPa/m*)</i>	-0,5	150,6	0,5	-	-	28,4
<i>Remblais technique (K_w ≥ 50 MPa/m)</i>	-2,5	148,6	2,0**	-	-	20,2
<i>Limons des Plateaux</i>	-2,9	148,2	0,4	4,0	2/3	6,0
<i>Argiles à Silex</i>	< -15,4	< 135,7	> 12,5	25,6	2/3	38,4

α : Coefficient rhéologique ; E_M : Module pressiométrique ; E_S : Module d'élasticité du sol à long terme ($E_s = E_m / \alpha$)

* $K_w \geq 70$ MPa/m au droit de la plateforme dallage pour une charge répartie ≥ 3 t/m². Si la charge répartie < 3 t/m², le critère de réception sera de $K_w \geq 50$ MPa/m => $E_s = 20,2$ MPa

** L'épaisseur du remblai technique la plus importante au droit du bâtiment.

Pour des surcharges d'exploitations sur le dallage de 5 tonnes/m², sur une maille carrée de 20 m de côté, les tassements absolus prévisibles seraient compris entre 9,0 et 20,7 mm.

Dans tous les cas, il est nécessaire que les tassements différentiels et absolus répondent aux exigences de l'exploitation du site. Si ce n'est pas le cas, il revient au Maître d'ouvrage de restreindre les valeurs des tassements dans le cahier des charges, ainsi le dimensionnement de la dalle sera calculé en conséquence.

Par ailleurs, l'entreprise devra vérifier selon les caractéristiques du dallage (son dimensionnement et les charges d'exploitation : statique et roulante), les déformations du sol sur un logiciel accrédité (DALLIA ou

équivalent). En effet, les déformations du sol peuvent être atténuées avec le changement de dimension de la dalle (épaisseur, ferrailage et/ou densité en fibres...). La réalisation du dallage devra être conforme au DTU 13.3

4.6. Bassins de gestion des eaux pluviales

Le projet prévoit la réalisation de deux bassins de rétention des eaux pluviales ainsi que d'un bassin d'infiltration. Aucune information ne nous a été transmise concernant leur profondeur.



Figure 9 – Localisation des bassins de gestions des EP (en rouge) sur le plan de masse

- **Disposition vis-à-vis de la présence d'eau :**

Aucun niveau d'eau n'a été observé au droit de nos fouilles, menées jusqu'à 2,0 m de profondeur pour les plus profondes, soit jusqu'à 146,7 NGF. De plus, le 25/08/2020 notre confrère GINGER n'a relevé aucun niveau d'eau au droit de l'ensemble de leurs sondages réalisé sur le terrain mitoyen.

Toutefois, des poches d'eau et circulations d'eau anarchiques d'infiltration et de ruissellement, sont susceptibles de se produire au sein des terrains superficiels, notamment en périodes pluvieuses et selon la pente. Ainsi, l'entreprise devra prévoir un système de gestion des eaux adapté pour assurer la réalisation des travaux de terrassement à sec, notamment en périodes pluvieuses défavorables.

Dans tous les cas, le dimensionnement de ces ouvrages devra prendre en compte la présence de la nappe.

- **Excavation des terres**

Les travaux d'excavation intéresseront les *Limons des Plateaux* et les *Argiles à Silex*.

En premier lieu, ils devront ainsi prendre en considération la faible cohésion, voire nulle à long terme, des *Limons des Plateaux*.

D'autre part, les sondages réalisés ont mis en évidence de blocs et/ou passages indurés de silex au sein des *Argiles à Silex*. Ainsi, l'entreprise devra mettre les moyens et outils puissants nécessaires (de type BRH ou équivalent) pour les traverser et les extraire.

- **Techniques de terrassements**

En l'absence de toute surcharge en tête et en présence d'une protection efficace de la surface du talus contre les intempéries, la pente maximale du talus à court terme ne devra pas dépasser la valeur de 2V/3H dans les *Limons des Plateaux* et 1V/1H les *Argiles à Silex*. Ces indications sont données pour des matériaux secs.

- **Paramètres de dimensionnement des ouvrages de soutènements**

Pour le prédimensionnement des ouvrages de soutènement du quai et/ou des pentes des talus définitifs du bassin, on prendra les éléments suivants :

Profil Lithologique	Densité	Angle de frottement interne ϕ' (°)	Cohésion C' (kPa)
<i>Limons des Plateaux</i>	1,80	24	0
<i>Argiles à Silex</i>	1,90	25	4

La stabilité des talus des bassins devra être vérifiée par l'entreprise dans le cadre d'une mission G3 si nécessaire, et si la hauteur est importante.

D'autre part, on veillera à s'assurer de la position de la nappe afin de préciser les sujétions de réalisation des bassins.

4.7. Voirie

En l'absence d'information précise, nous prendrons l'hypothèse d'un trafic cumulé de classes TC2 ou TC3. En considérant un fond de forme de portance PF3 ($EV2 \geq 120$ MPa), le tableau ci-dessous propose deux exemples de structures possibles :

Structure	Trafic cumulé de classe TC2		Trafic cumulé de classe TC3	
	GB3	EME2	GB3	EME2
Couche de surface	4 cm	4 cm	4 cm	4 cm
Couche d'assise (Couche de Base + Couche de fondation)	8 cm	7 cm	11 cm	10 cm
Couche de forme	Traitement des sols en place ou d'apport aux liants hydrauliques associés éventuellement à la chaux (sous réserve de résultats positifs des essais d'aptitude au traitement) ou GNT + géotextile (Obtention de PF3 : $EV2 \geq 120$ MPa)			
Sol en place	<i>Limons des Plateaux / Argiles à Silex / Remblai technique</i>			

EME2 : Enrobé à Module Elevé 0/10 ou 0/14 de classe 2 ; GB3 : Grave Bitume de type 3

La chaussée devra être vérifiée à la sensibilité au gel. Les granulats utilisés devront être non gélifs.

Les exemples de dimensionnements sont issus du « Catalogue des Structures de Chaussées » de décembre 2003. Les entreprises pourront proposer des structures variantes selon la nature des matériaux utilisés, sous réserves de justifications fiables (dimensionnement ALIZE).

Dans tous les cas, les différents dimensionnements et le suivi des travaux pourront être contrôlés et vérifiés par le bureau de contrôle ou le géotechnicien dans le cadre d'une mission G4 selon la norme NF P 94-500.

5. ALEAS ET RISQUES RESIDUELS

Conformément à la philosophie de la norme NFP94-500 de novembre 2013, l'objectif de la reconnaissance géotechnique en phase AVP+PRO, est de limiter l'influence des premiers risques liés à la nature des sols et du contexte du site. Ci-après les principaux risques résiduels qui dépendent grandement de l'exécution des travaux :

- ✓ La nécessité de se rapprocher du DRAC afin d'obtenir un plan de recollement des fouilles archéologiques réalisées au droit du site,
- ✓ L'absence d'informations sur le calage altimétrique du dallage, la plateforme VRD et profondeur des bassins,
- ✓ La stabilisation des tassements de la plateforme dans les zones en remblais techniques (à contrôler),
- ✓ La confirmation de l'aptitude au traitement issus à la fois des sols superficiels,
- ✓ La présence de blocs et/ou passages ultra indurés au sein des *Argiles à Silex*,
- ✓ La faible cohésion, voire nulle à long terme, des *Limons des Plateaux*,
- ✓ La présence de circulations d'eau au sein des horizons superficiels, notamment en périodes pluvieuses,
- ✓ L'état hydrique des sols et les conditions météorologiques lors des travaux de terrassement,
- ✓ La bonne exécution des travaux de mise en œuvre des remblais techniques et de la couche de forme, avec nécessité d'un contrôle soigné des différentes phases,
- ✓ La présence de matériaux fins et sensibles à la variation de la teneur en eau (chute de portance et de consistance) pouvant entraîner des difficultés de traficabilité en phase travaux en périodes pluvieuses ou à proximité du toit de la nappe.

Les dispositions constructives devront être adaptées aux aléas et risques identifiés ci-dessus. Elles devront obtenir l'aval du bureau de contrôle ou du géotechnicien dans le cadre d'une mission de suivi G3 (confiée par l'entreprise) ou G4 (confiée par le Maître d'ouvrage) selon la norme NF P94-500.

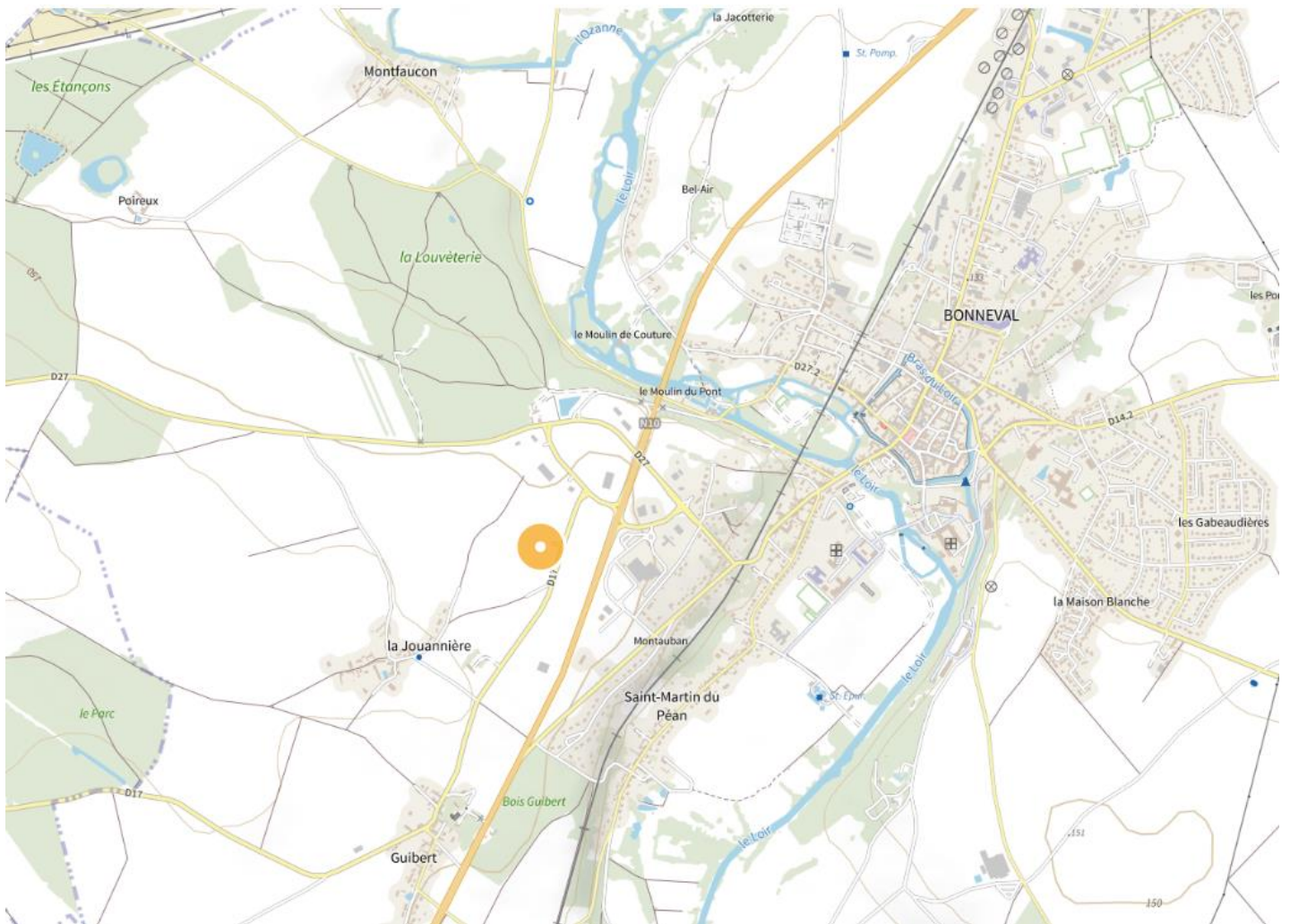
DISPOSITIONS GENERALES ET CONDITIONS D'UTILISATION


- ✓ Les calculs et conclusions indiqués auparavant ne concernent que les ouvrages décrits dans ce rapport,
- ✓ Toute modification du projet, même s'il s'agit du même site, devrait nous être soumise pour examen et avis,
- ✓ Les recommandations détaillées dans le présent rapport résultent d'une interprétation globale des points de sondage dont le nombre est estimé d'un commun accord avec le donneur d'ordre, et selon les recommandations en vigueur. Il convient de préciser que la reconnaissance de sol, quelque précise qu'elle soit, n'est pas à l'abri d'une anomalie localisée entre deux points de sondage,
- ✓ Aussi les divers intervenants devront être particulièrement vigilants à l'ouverture des fouilles et signaler, dès sa découverte, la présence d'une anomalie afin que puissent être immédiatement prises les mesures adéquates,
- ✓ Les informations données concernant la présence d'eau sont relevées dans les piézomètres à l'époque de leur réalisation et ne reflètent pas forcément le niveau réel de la nappe, il est recommandé de prévoir un relevé complémentaire de la nappe, permettant de statuer sur les niveaux d'eau,
- ✓ En cas de présence d'ouvrages mitoyens ou de talus en déblais de grande hauteur, une étude spécifique à ceux-ci doit obligatoirement être produite. Il appartient à la Maîtrise d'œuvre et au bureau de contrôle d'en commander la fourniture,
- ✓ Dès réception du présent rapport, le client (MOA, MOE, AMO, Entreprise...) devra formuler ses remarques dans un délai de trois semaines suivant la diffusion du rapport. Au-delà de ce délai, le rapport est considéré comme validé. Aucune modification ne pourra être réclamée.

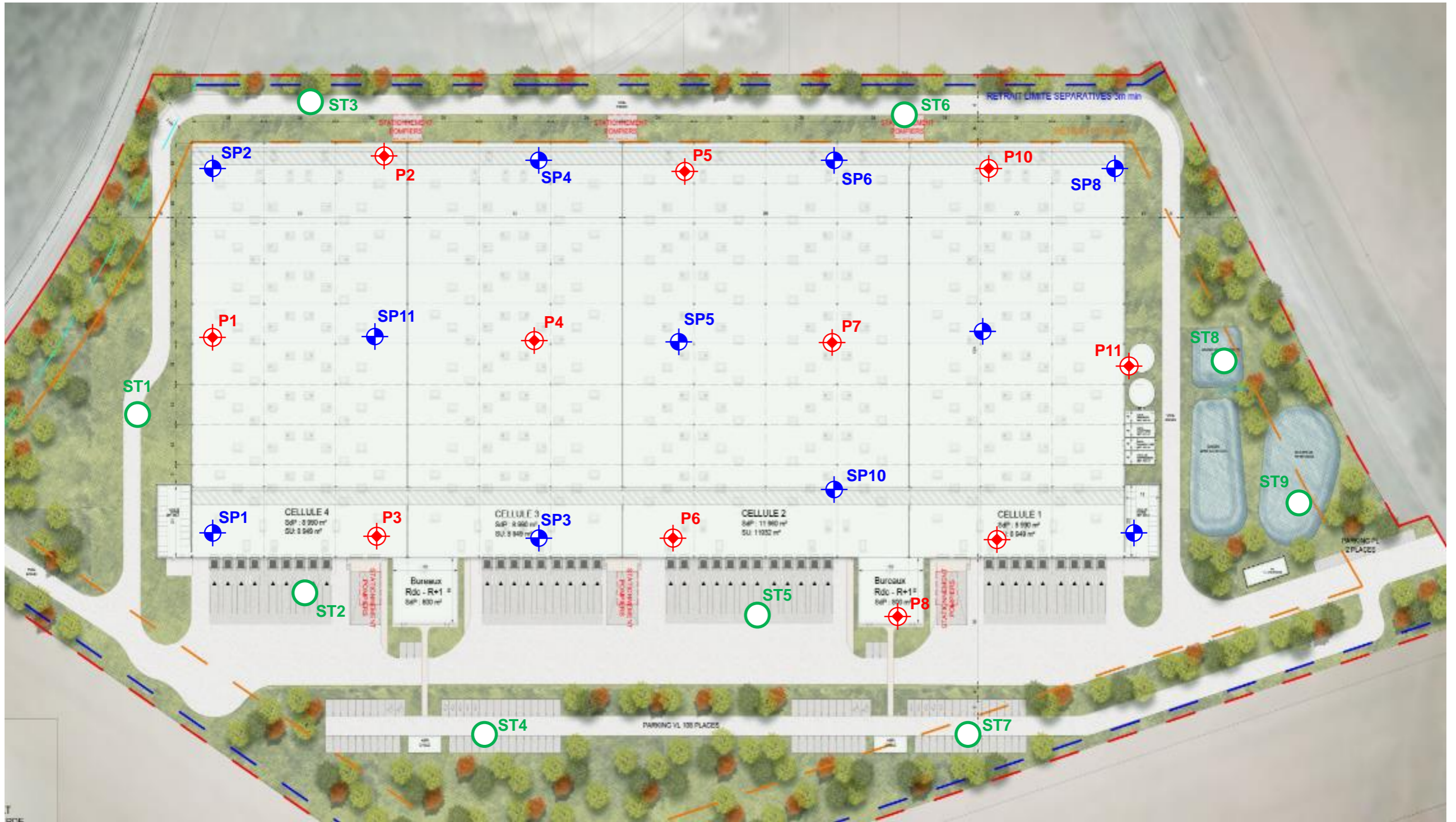
ANNEXES


- Plan de situation,
- Plan d'implantation des sondages,
- Coupes des sondages SP1 à SP11,
- Coupes des sondages au pénétromètre dynamique P1 à P11,
- Coupes des sondages à la pelle mécaniques, F1 à F9,
- Procès verbaux des essais de perméabilité MATSUO,
- Procès-verbaux des essais de laboratoire,
- Extrait de la Norme NFP94-500 du 30/11/2013.

Client	Adresse du projet	Mission
TERRA NOBILIS	D17/D27-Lieu-dit Les Murgers 28800 BONNEVAL	G2 AVP



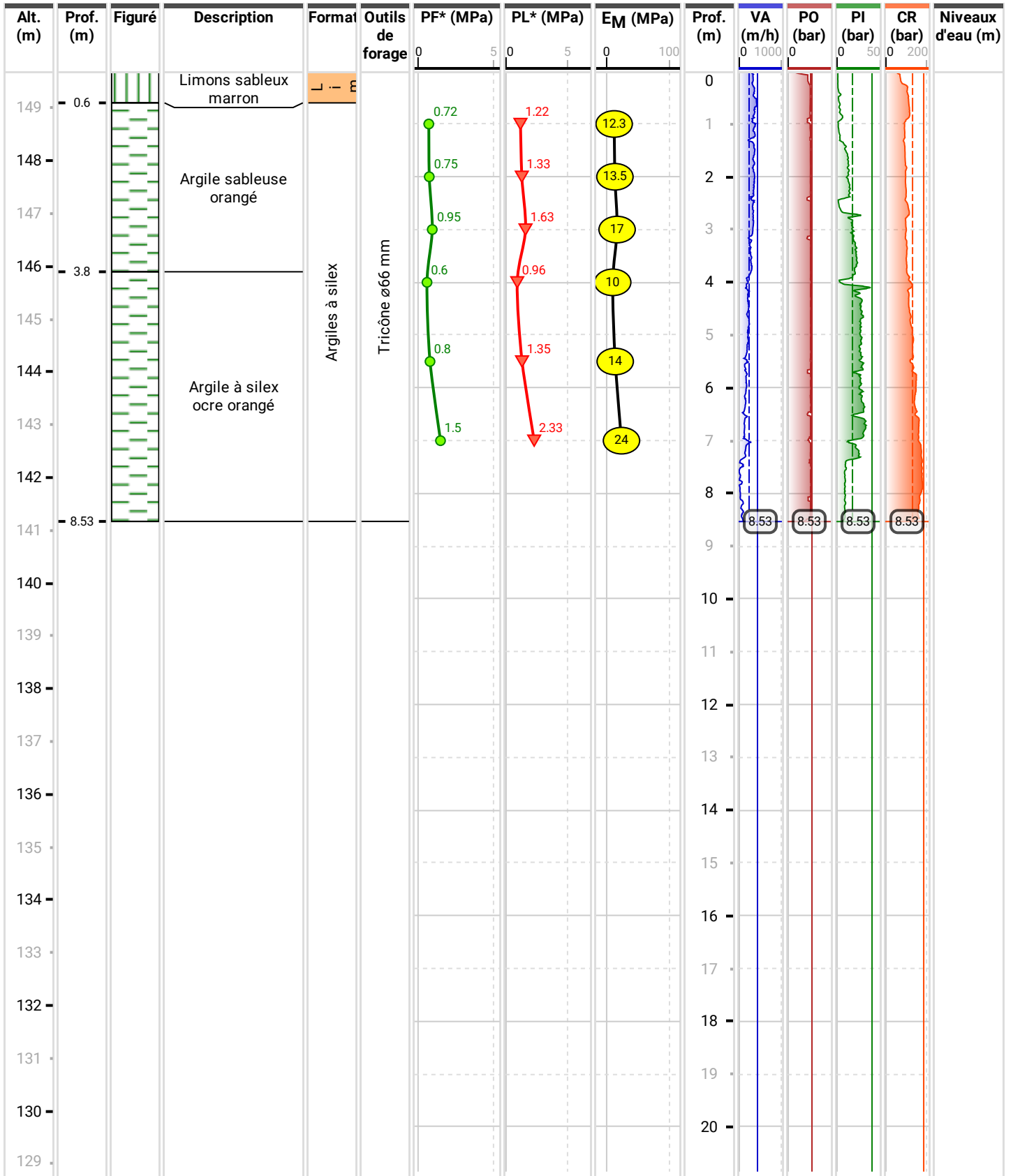
 atlas GEOTECHNIQUE	PLAN DE SITUATION					
	Affaire	Ech.	Ind.	Motif	Date	Dessin
	200877	Sans	A	Diffusion initiale	20/02/2022	IB
			--	--	--	--
		--	--	--	--	



	Client	Adresse du projet	Mission	PLAN D'IMPLANTATION DES SONDRAGES					
	TERRA NOBILIS	Zone Industrielle de l'Esperance MONDEVILLE (14120) CORMELLES LE ROYAL (14123)	G2 AVP	Affaire	Ech.	Ind.	Motif	Date	Dessin
				200877	Sans	A	Diffusion initiale	20/02/2022	IB
						--	--	--	
						--	--	--	

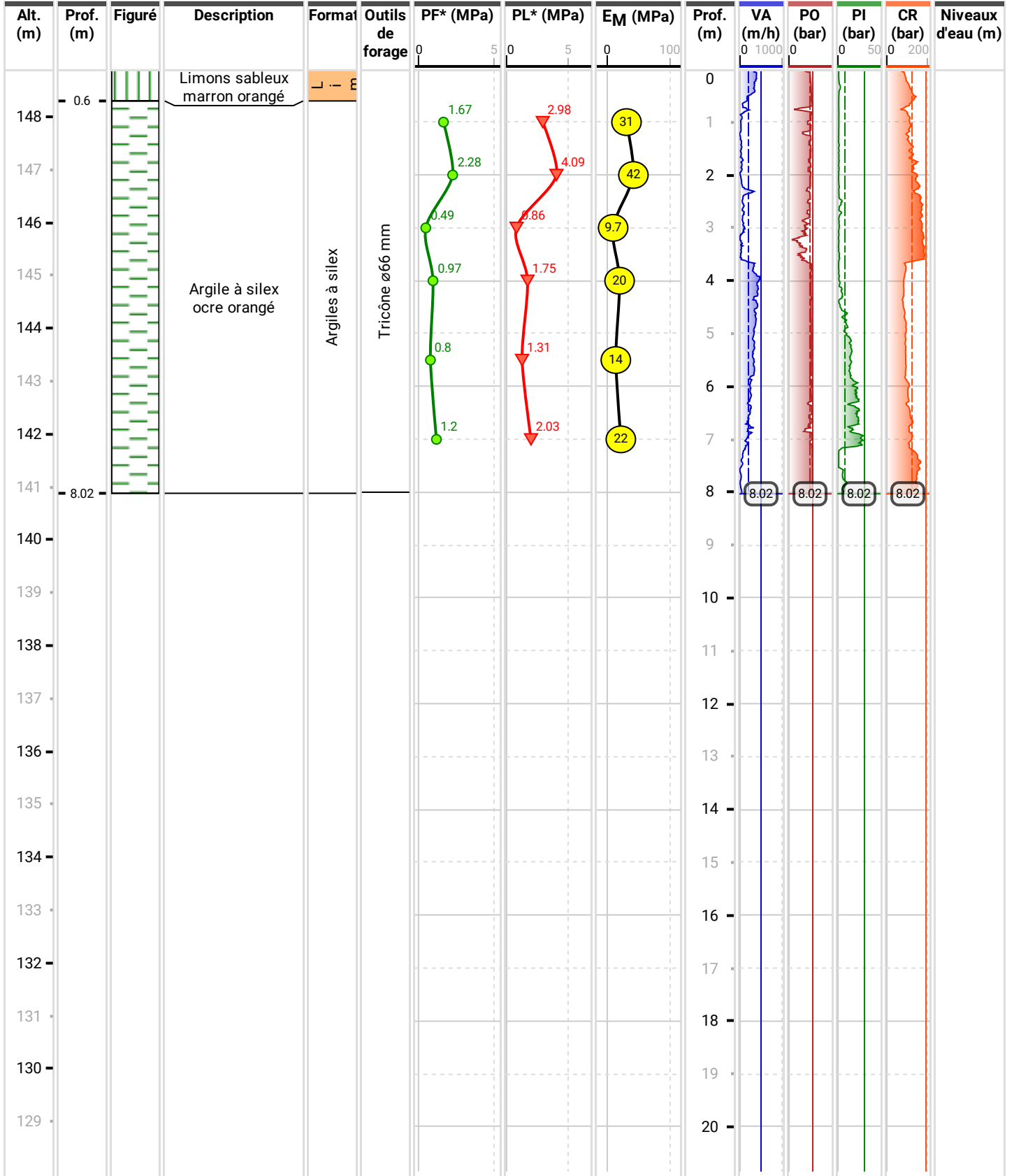
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Dossier	Date de début	Altitude NGF
200877	01/02/2022 12:37:00	149.7 m
Forage	Date de fin	
SP1	01/02/2022 14:03:03	
Cote fin	Machine	
8.53 m	GEO 305	



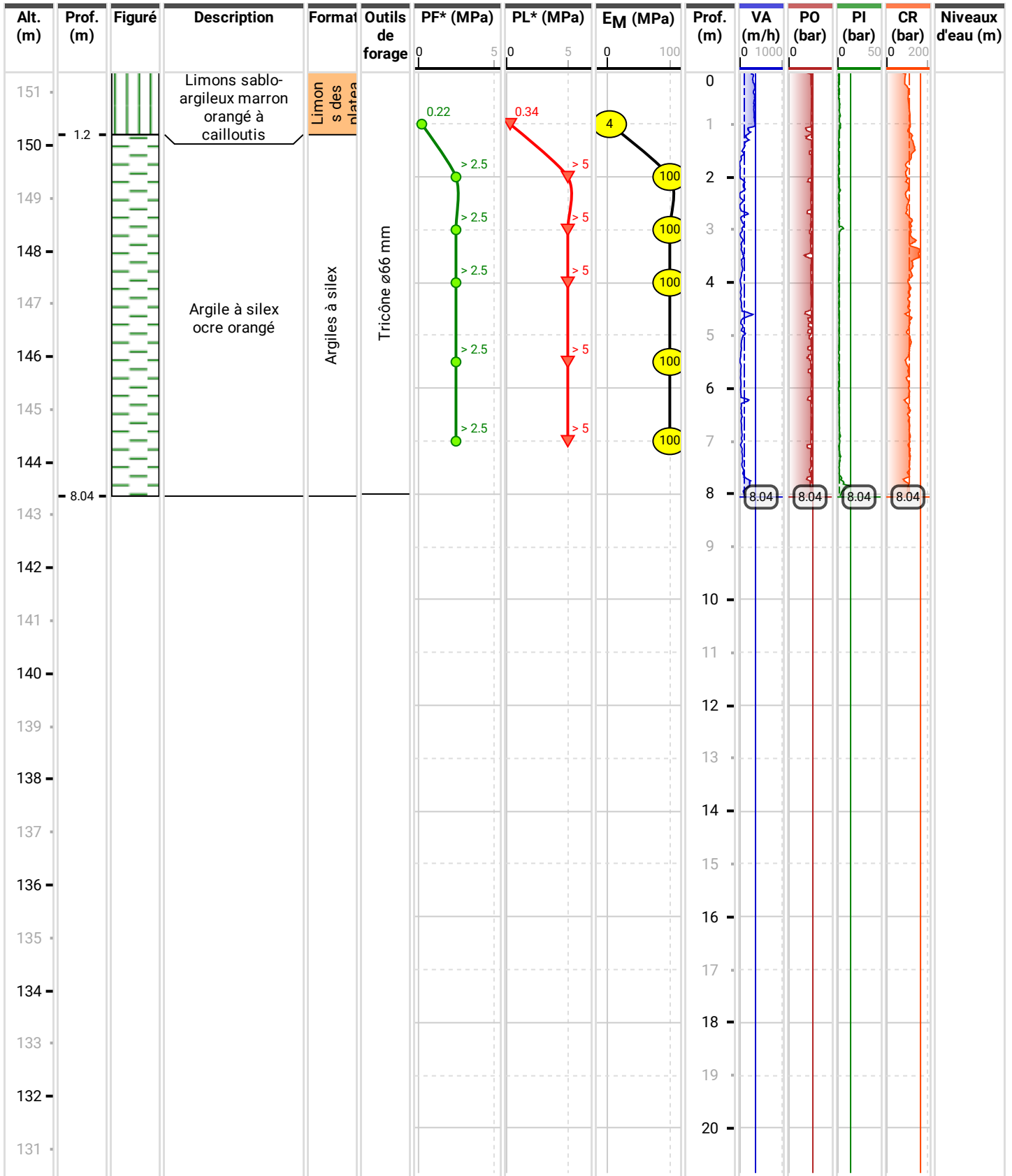
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Dossier	Date de début	Altitude NGF
200877	31/01/2022 13:05:15	148.9 m
Forage	Date de fin	
SP2	31/01/2022 14:53:20	
Cote fin	Machine	
8.02 m	GEO 305	



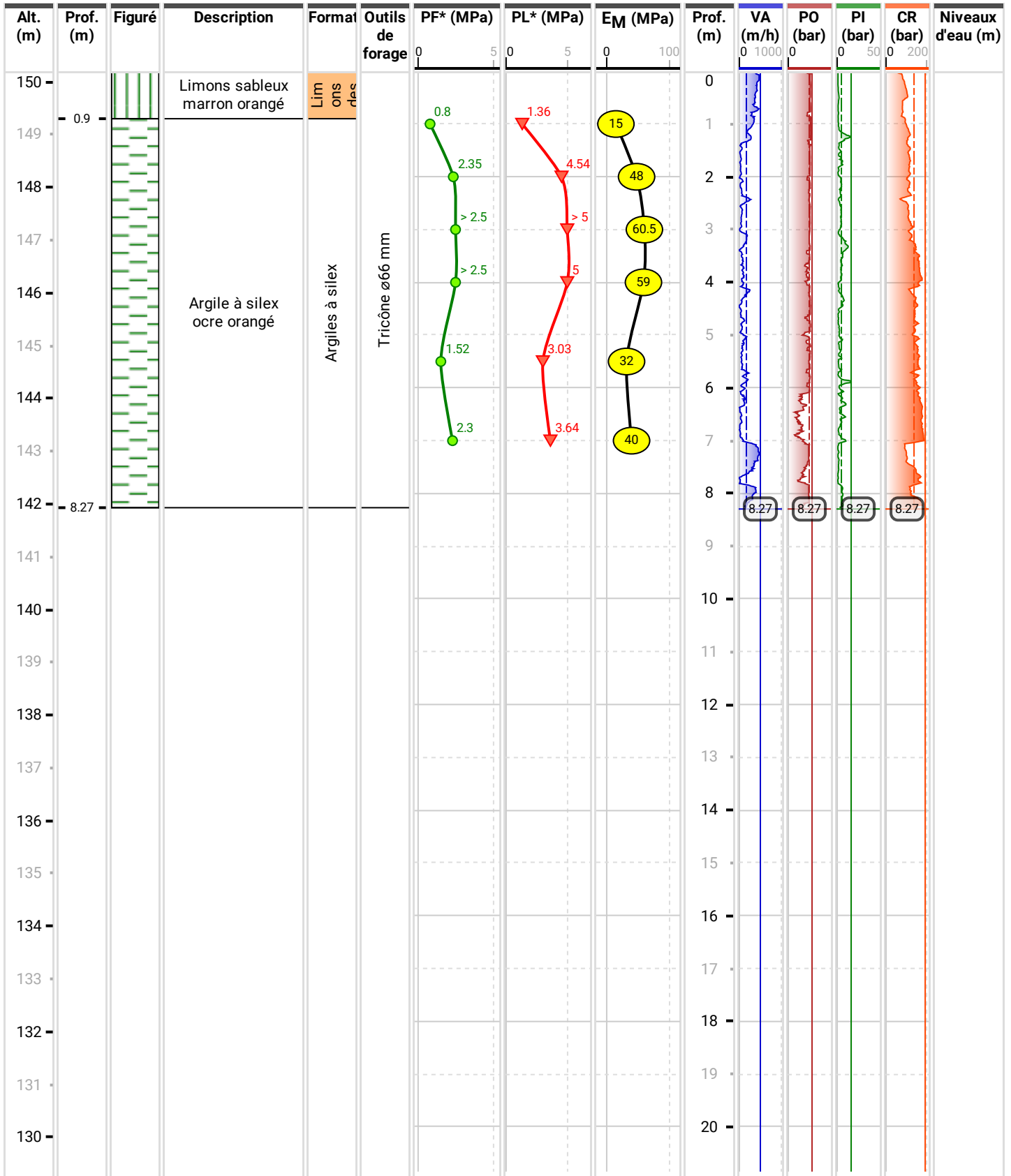
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Dossier	Date de début	Altitude NGF
200877	01/02/2022 09:27:39	151.4 m
Forage	Date de fin	
SP3	01/02/2022 11:21:26	
Cote fin	Machine	
8.04 m	GEO 305	



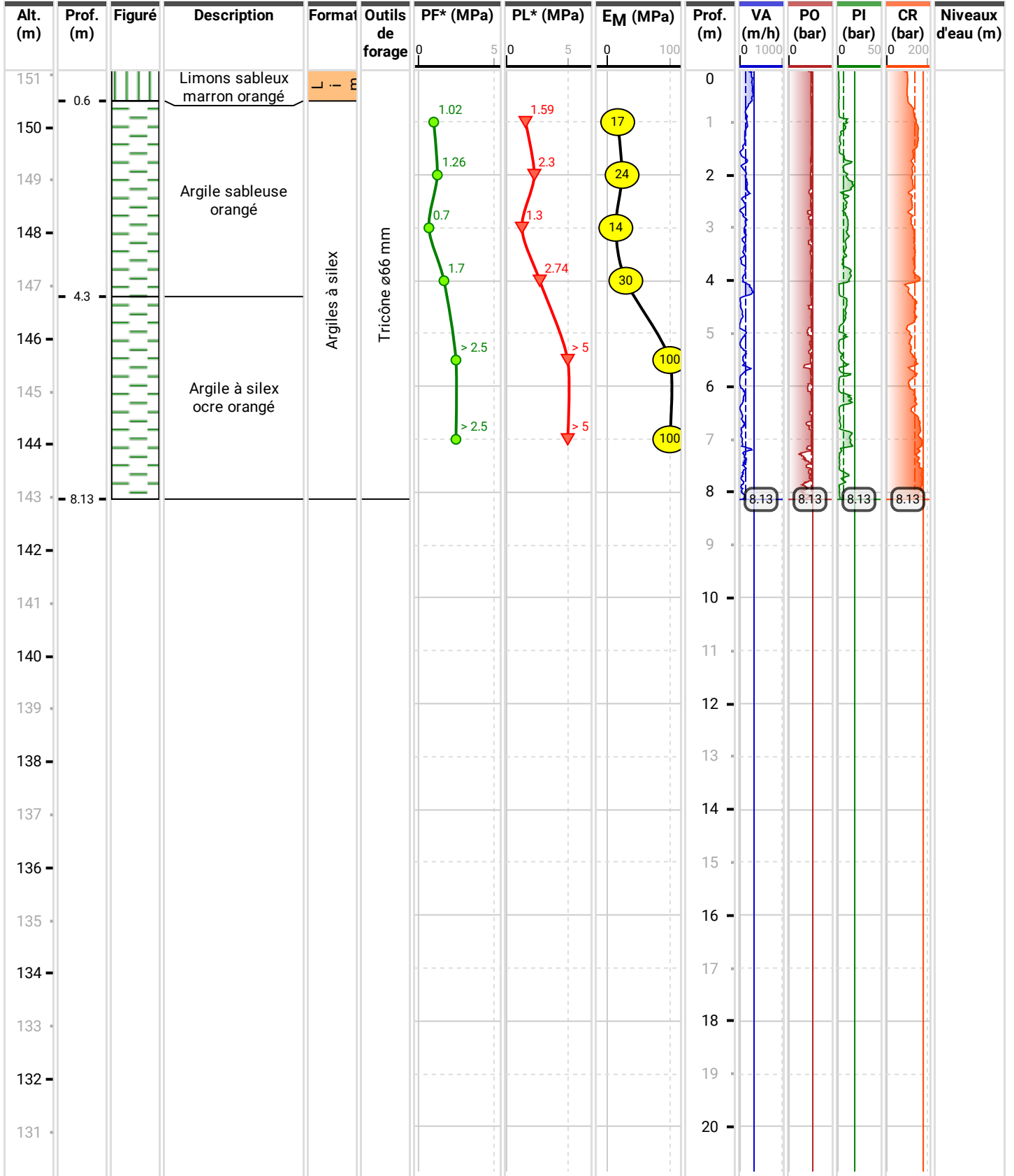
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Dossier	Date de début	Altitude NGF
200877	28/01/2022 11:26:14	150.2 m
Forage	Date de fin	
SP4	28/01/2022 13:27:55	
Cote fin	Machine	
8.27 m	GEO 305	



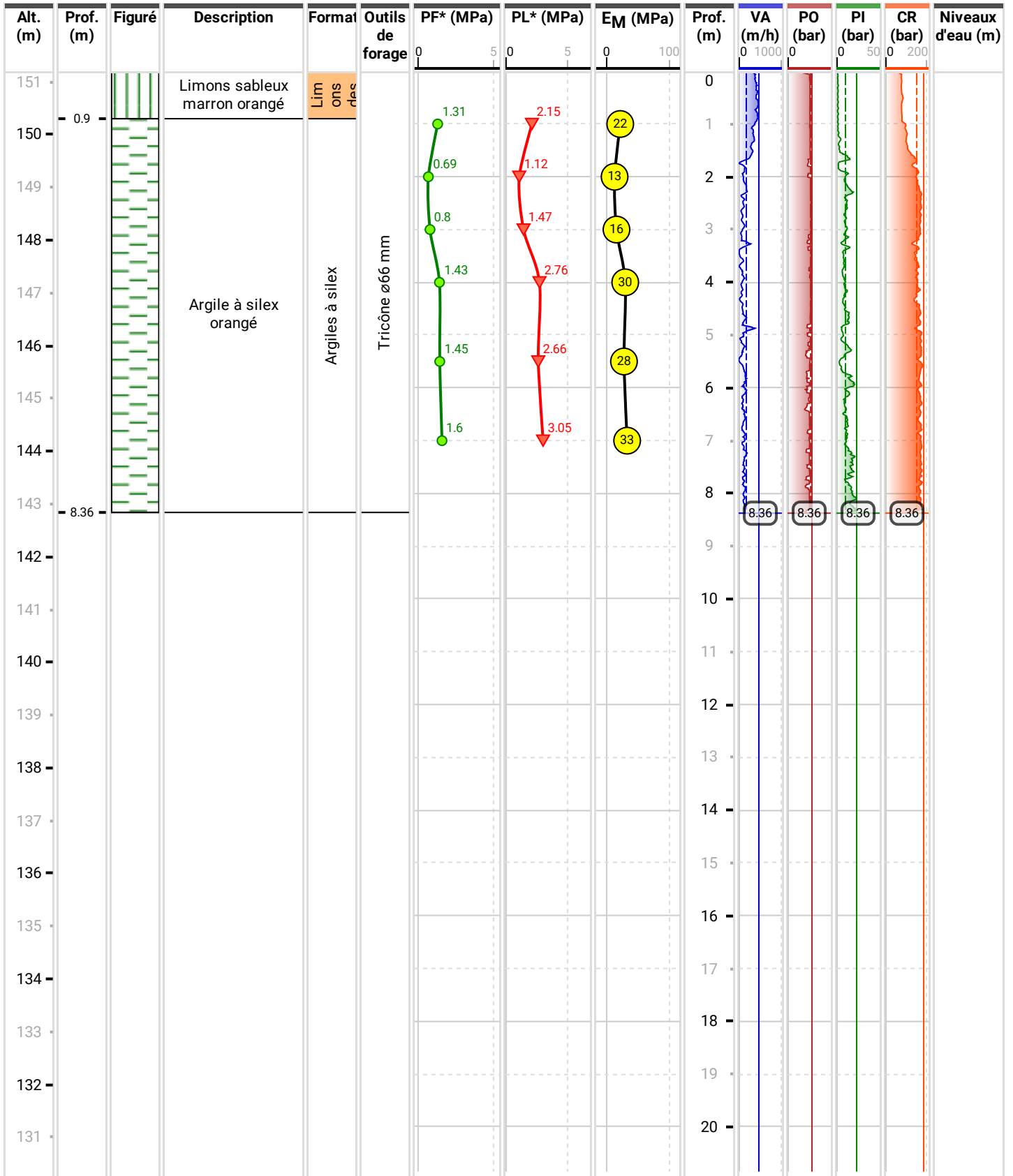
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Dossier	Date de début	Altitude NGF
200877	28/01/2022 08:32:41	151.1 m
Forage	Date de fin	
SP5	15/02/2022 08:56:33	
Cote fin	Machine	
8.13 m	GEO 305	



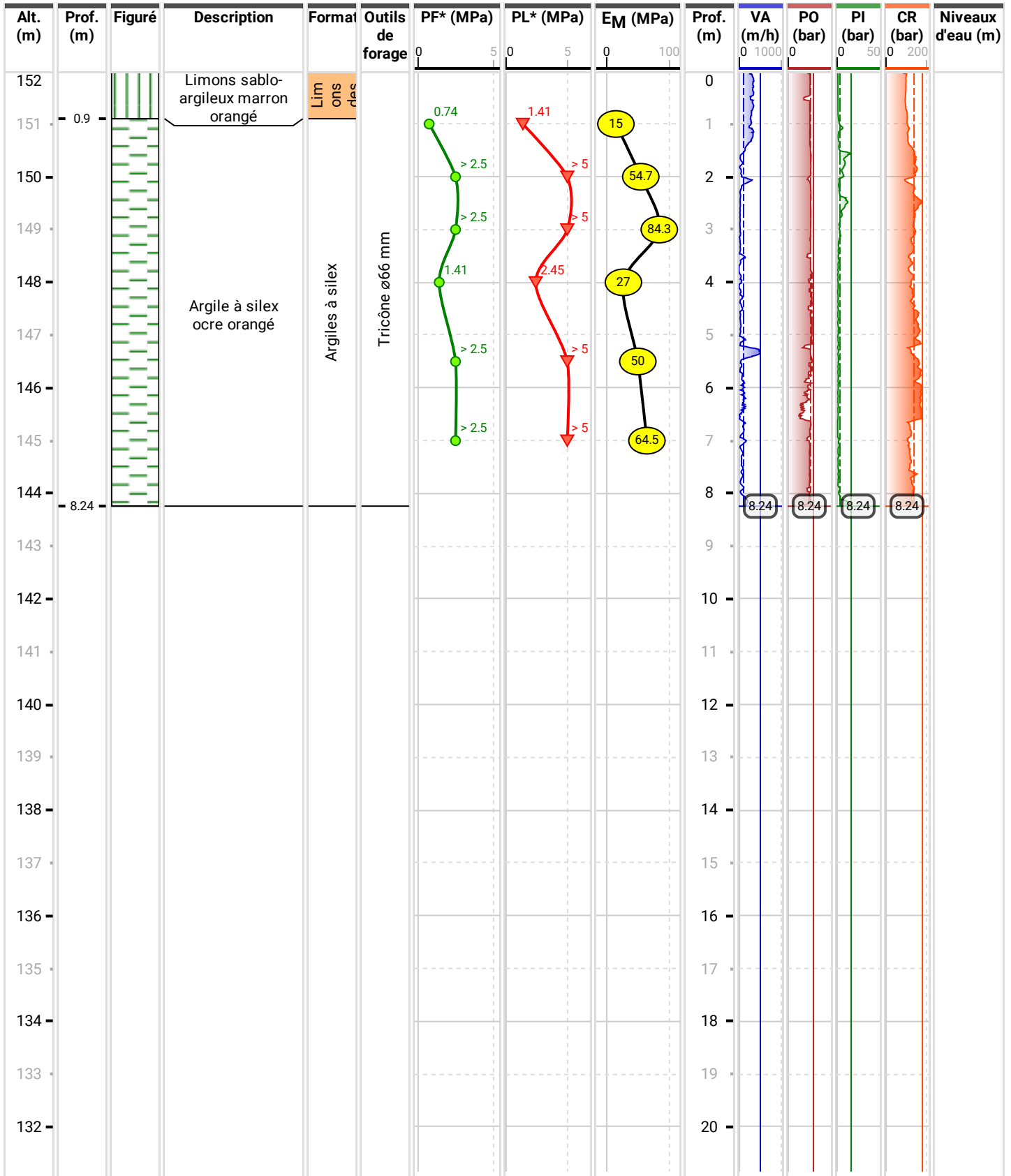
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Dossier	Date de début	Altitude NGF
200877	27/01/2022 12:04:04	151.2 m
Forage	Date de fin	
SP6	27/01/2022 13:55:33	
Cote fin	Machine	
8.36 m	GEO 305	



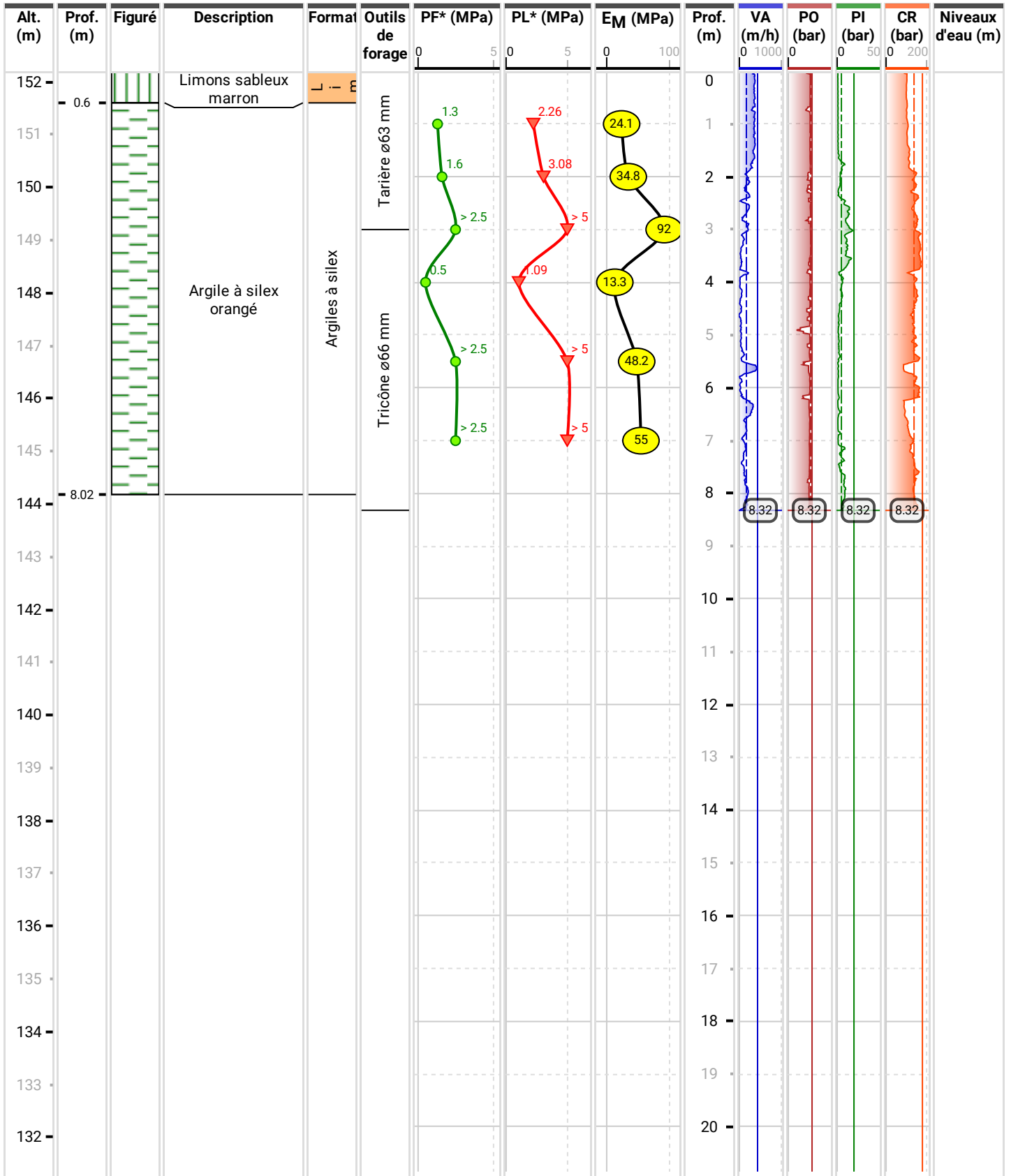
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Dossier	Date de début	Altitude NGF
200877	27/01/2022 09:06:11	152 m
Forage	Date de fin	
SP7	27/01/2022 11:17:54	
Cote fin	Machine	
8.24 m	GEO 305	



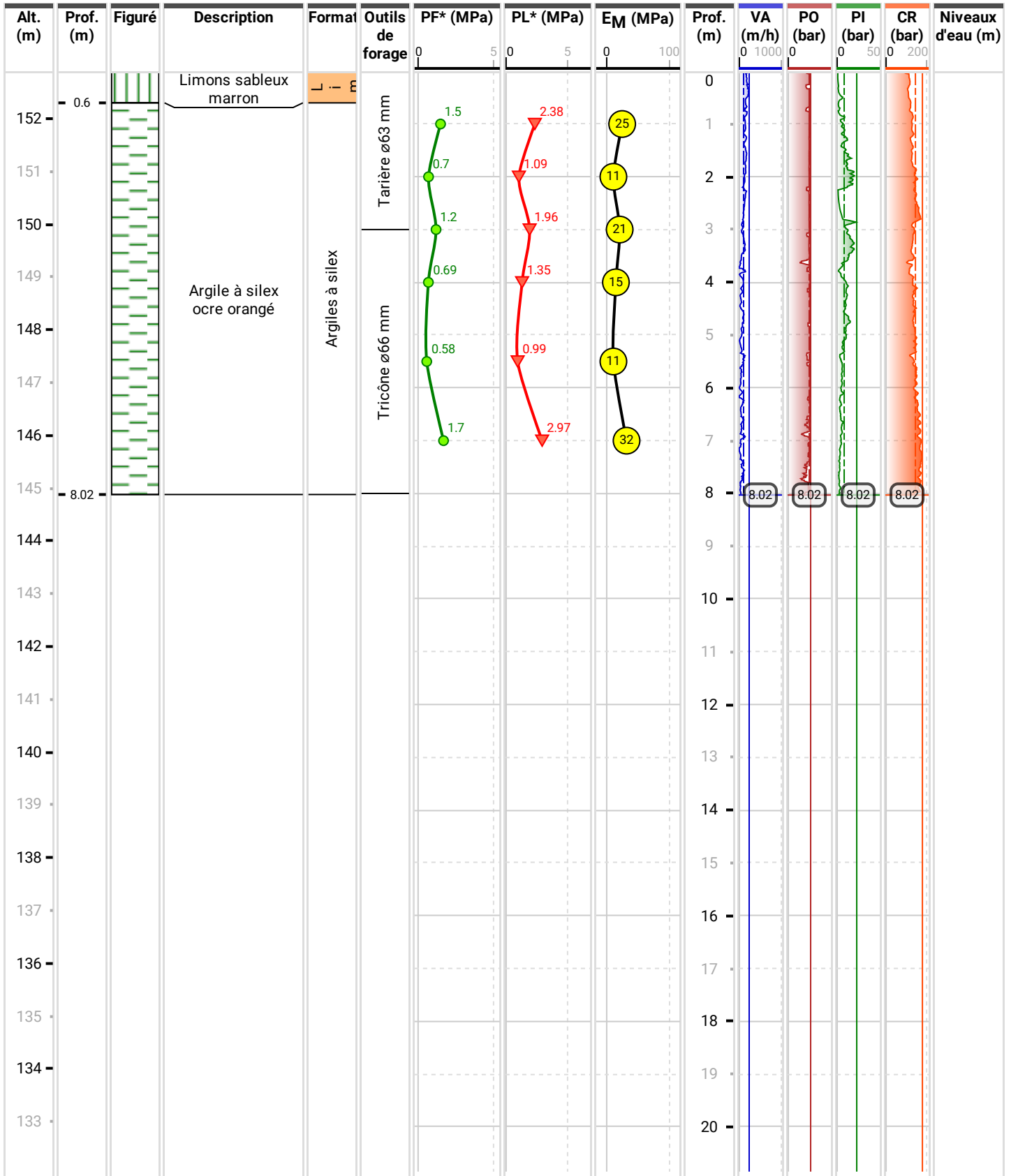
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Dossier	Date de début	Altitude NGF
200877	25/01/2022 11:06:58	152.2 m
Forage	Date de fin	
SP8	25/01/2022 13:22:19	
Cote fin	Machine	
8.32 m	GEO 305	



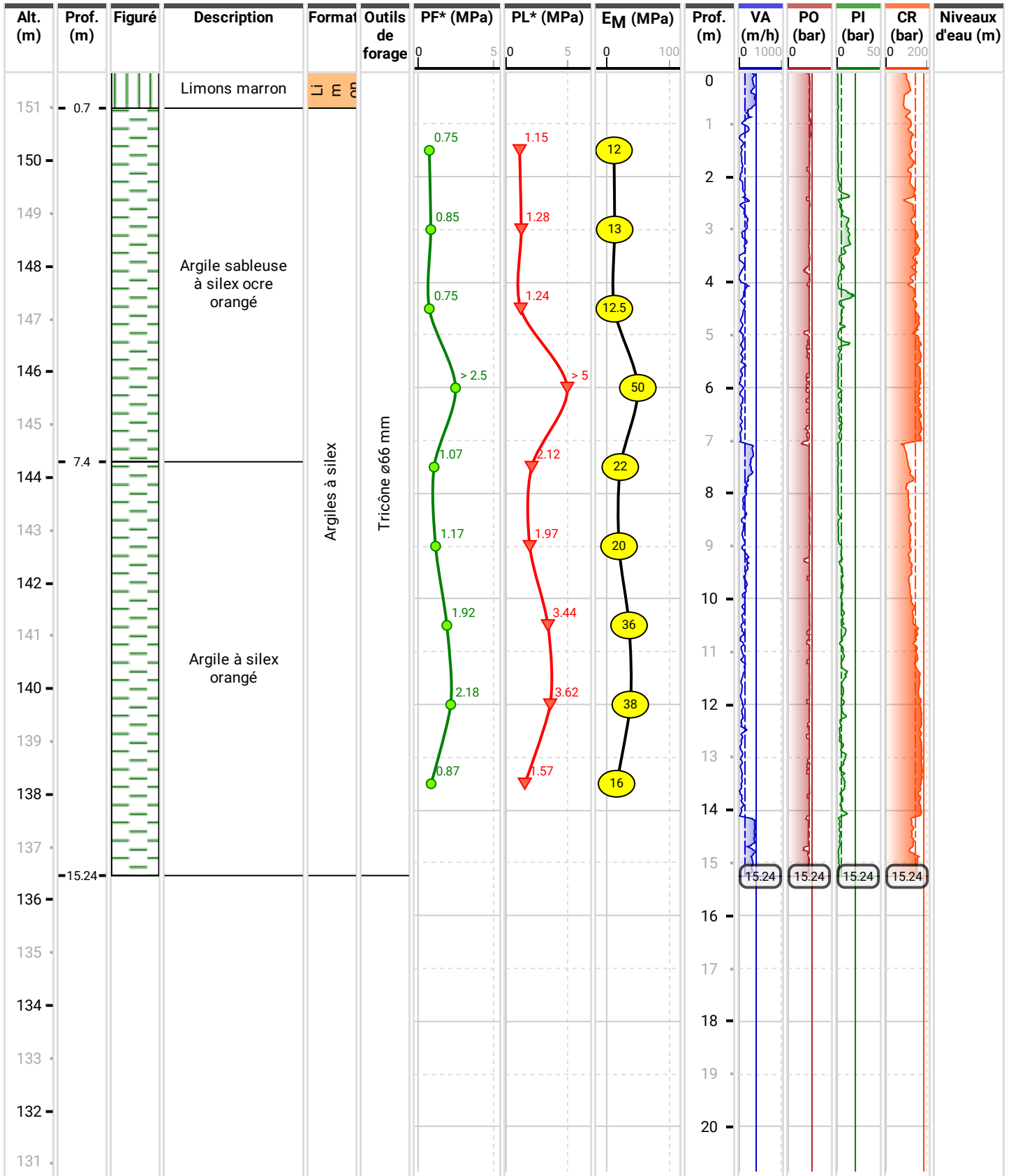
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Dossier	Date de début	Altitude NGF
200877	25/01/2022 14:17:16	152.9 m
Forage	Date de fin	
SP9	26/01/2022 10:26:59	
Cote fin	Machine	
8.02 m	GEO 305	



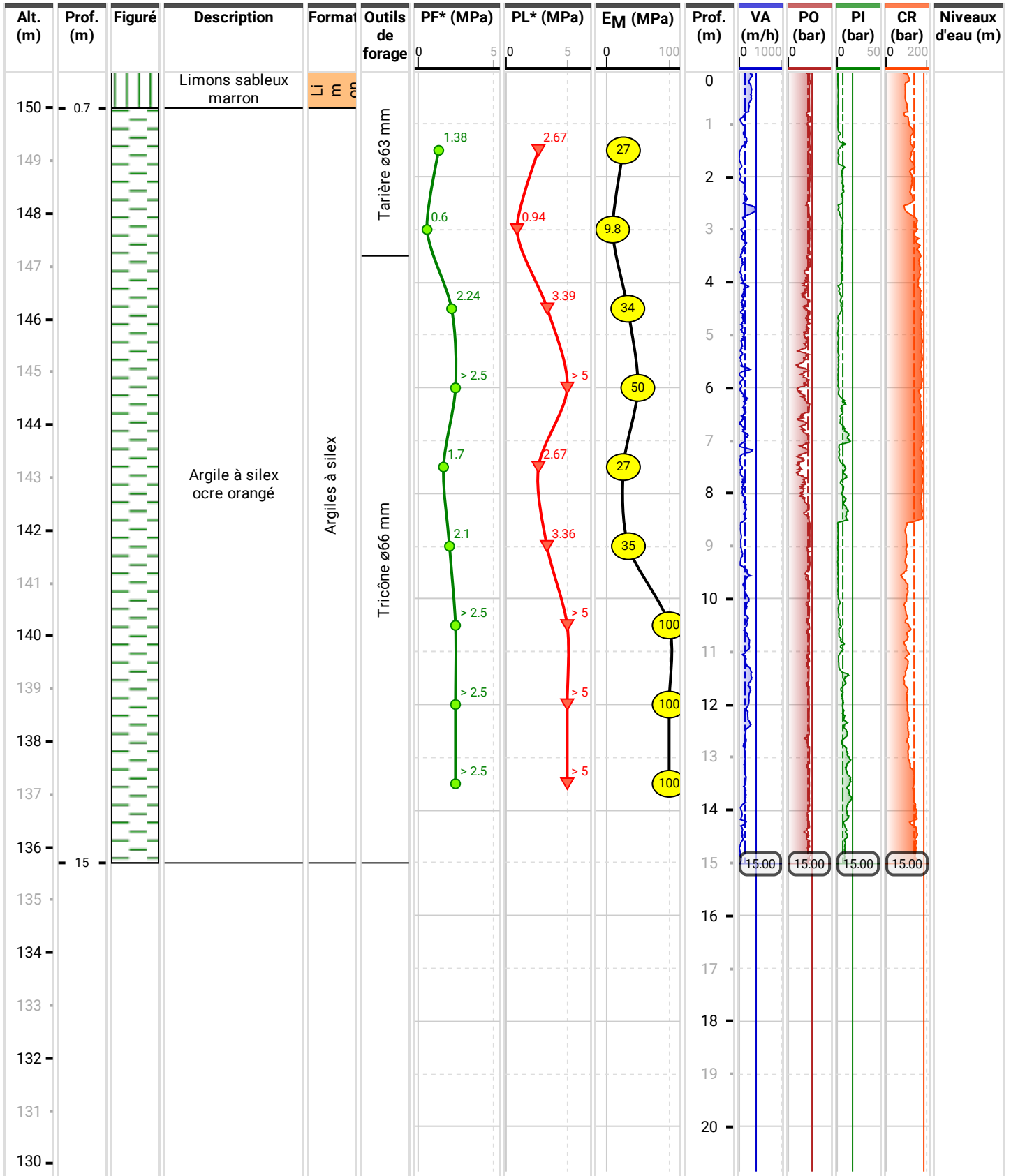
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

Dossier	Date de début	Altitude NGF
200877	26/01/2022 11:38:26	151.7 m
Forage	Date de fin	
SP10	26/01/2022 14:10:39	
Cote fin	Machine	
15.24 m	GEO 305	



SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

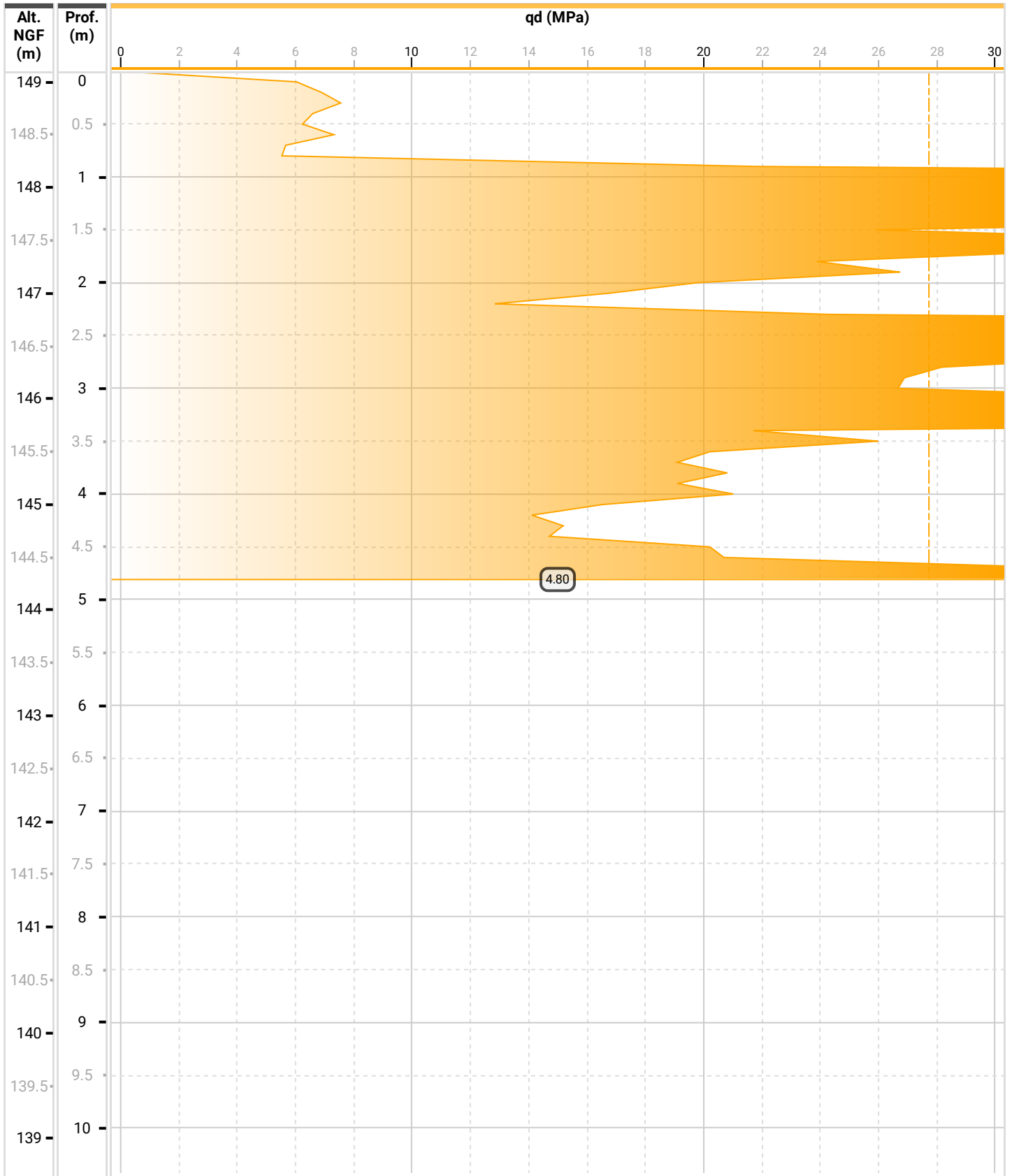
Dossier	Date de début	Altitude NGF
200877	31/01/2022 08:35:45	150.7 m
Forage	Date de fin	
SP11	31/01/2022 12:19:25	
Cote fin	Machine	
15 m	GEO 305	



PENETROMETRE DYNAMIQUE

Dossier	Date de début	X
200877	16/02/2022 15:08:01	Y
Forage	Date de fin	Altitude (NGF)
P1	16/02/2022 15:08:09	149.1 m
Machine		
APAFOR 100H		

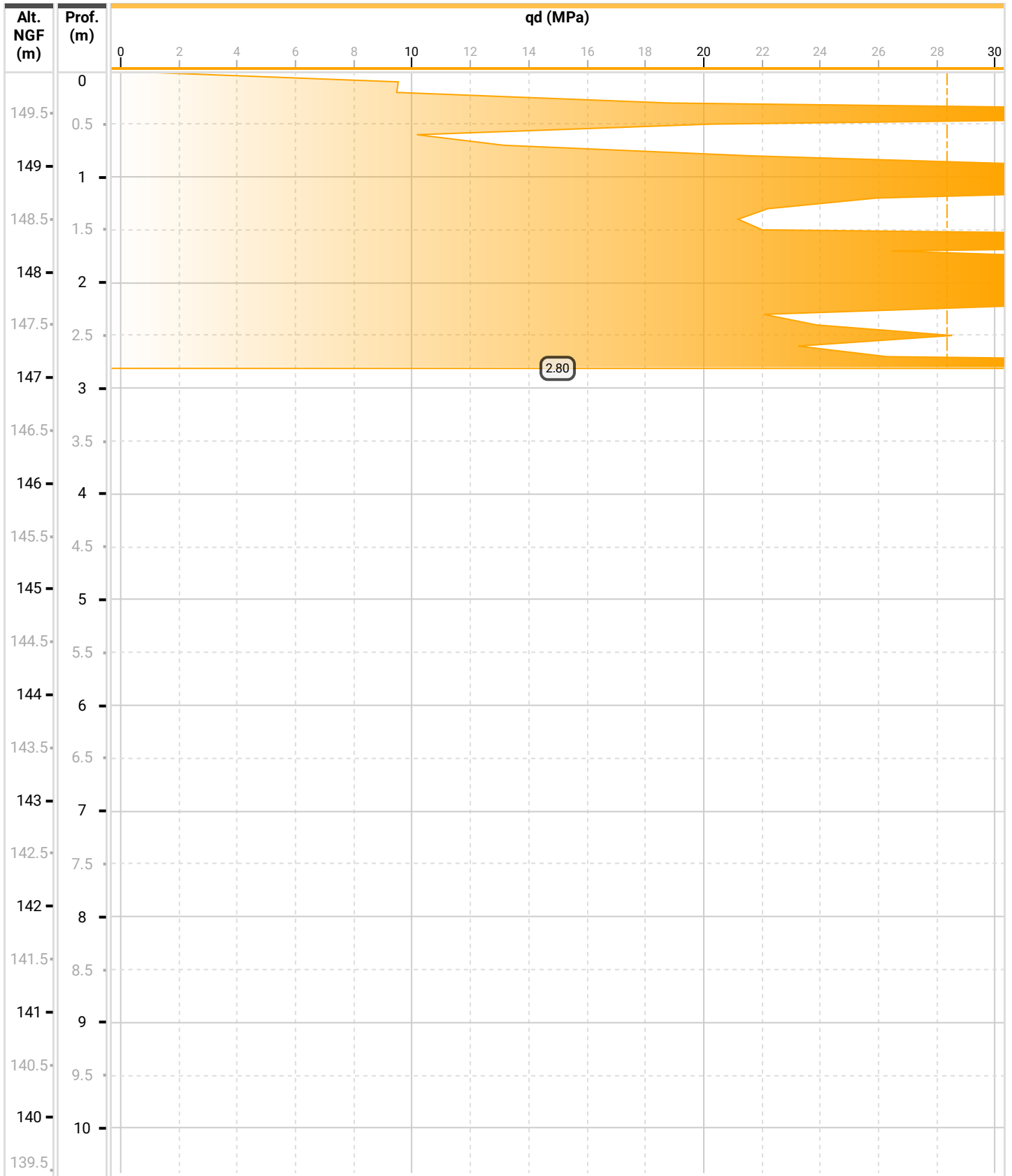
Client
TERRA NOBILIS
Chantier
D17 / D27 - Lieu-dit Les Murgers 28800 BONNEVAL



PENETROMETRE DYNAMIQUE

Dossier	Date de début	X
200877	16/02/2022 15:08:01	Y
Forage	Date de fin	Altitude (NGF)
P2	16/02/2022 15:08:09	149.9 m
Machine		
APAFOR 100H		

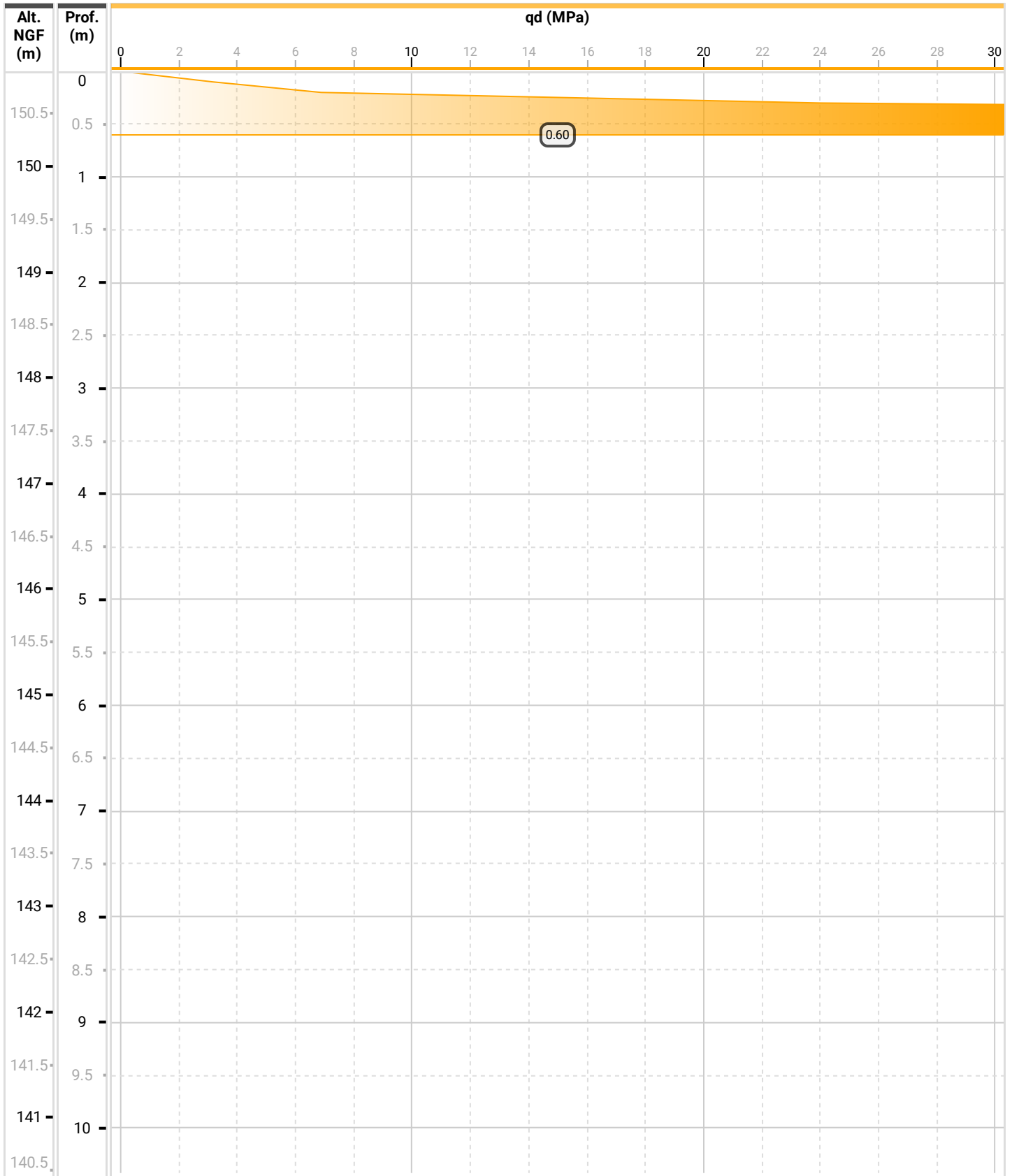
Client
TERRA NOBILIS
Chantier
D17 / D27 - Lieu-dit Les Murgers 28800 BONNEVAL



PENETROMETRE DYNAMIQUE

Dossier	Date de début	X
200877	16/02/2022 15:08:01	Y
Forage	Date de fin	Altitude (NGF)
P3	16/02/2022 15:08:09	150.9 m
Machine		
APAFOR 100H		

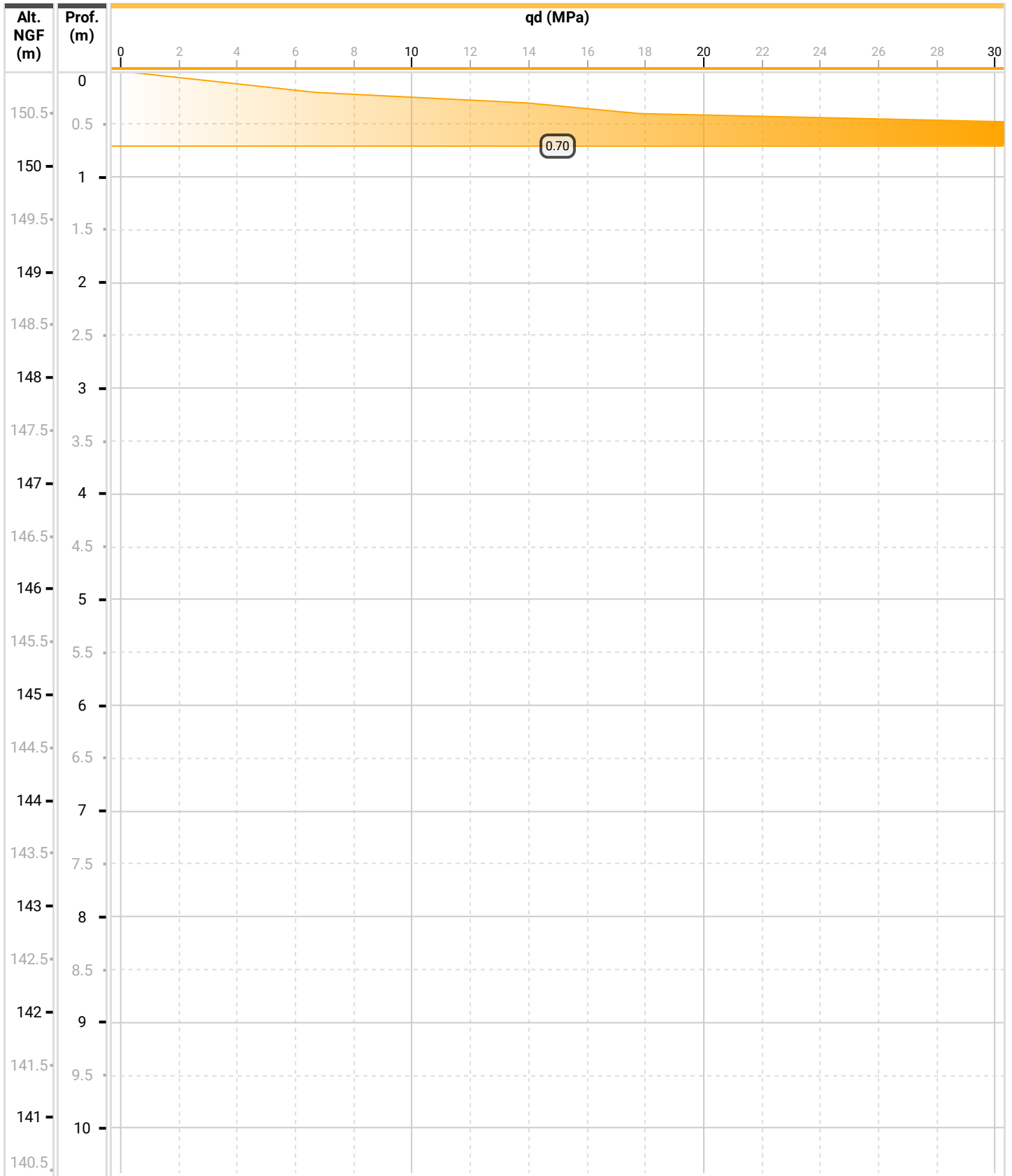
Client
TERRA NOBILIS
Chantier
D17 / D27 - Lieu-dit Les Murgers 28800 BONNEVAL



PENETROMETRE DYNAMIQUE

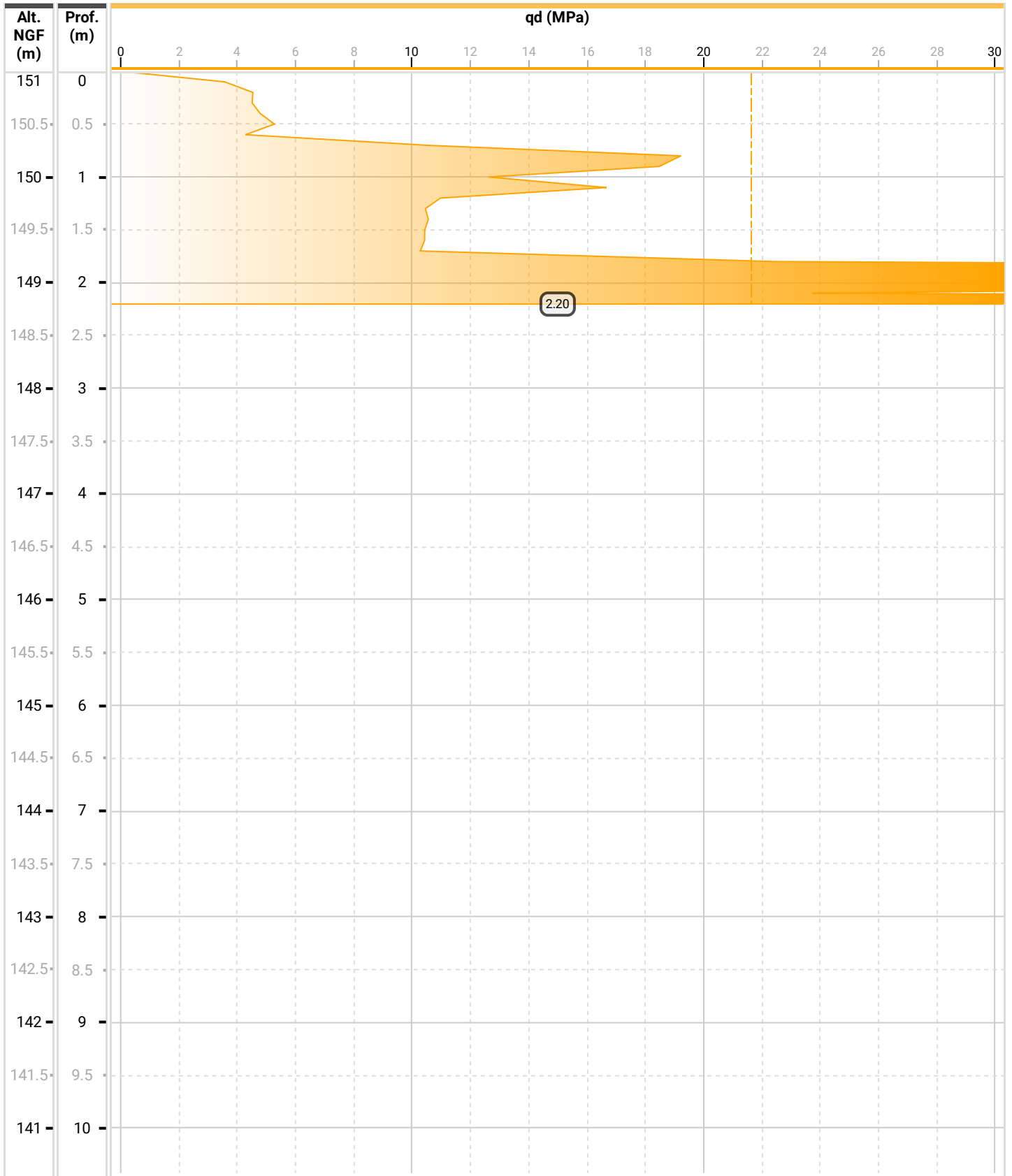
Dossier	Date de début	X
200877	16/02/2022 15:08:01	Y
Forage	Date de fin	Altitude (NGF)
P3 BIS	16/02/2022 15:08:09	150.9 m
Machine		
APAFOR 100H		

Client
TERRA NOBILIS
Chantier
D17 / D27 - Lieu-dit Les Murgers 28800 BONNEVAL



PENETROMETRE DYNAMIQUE

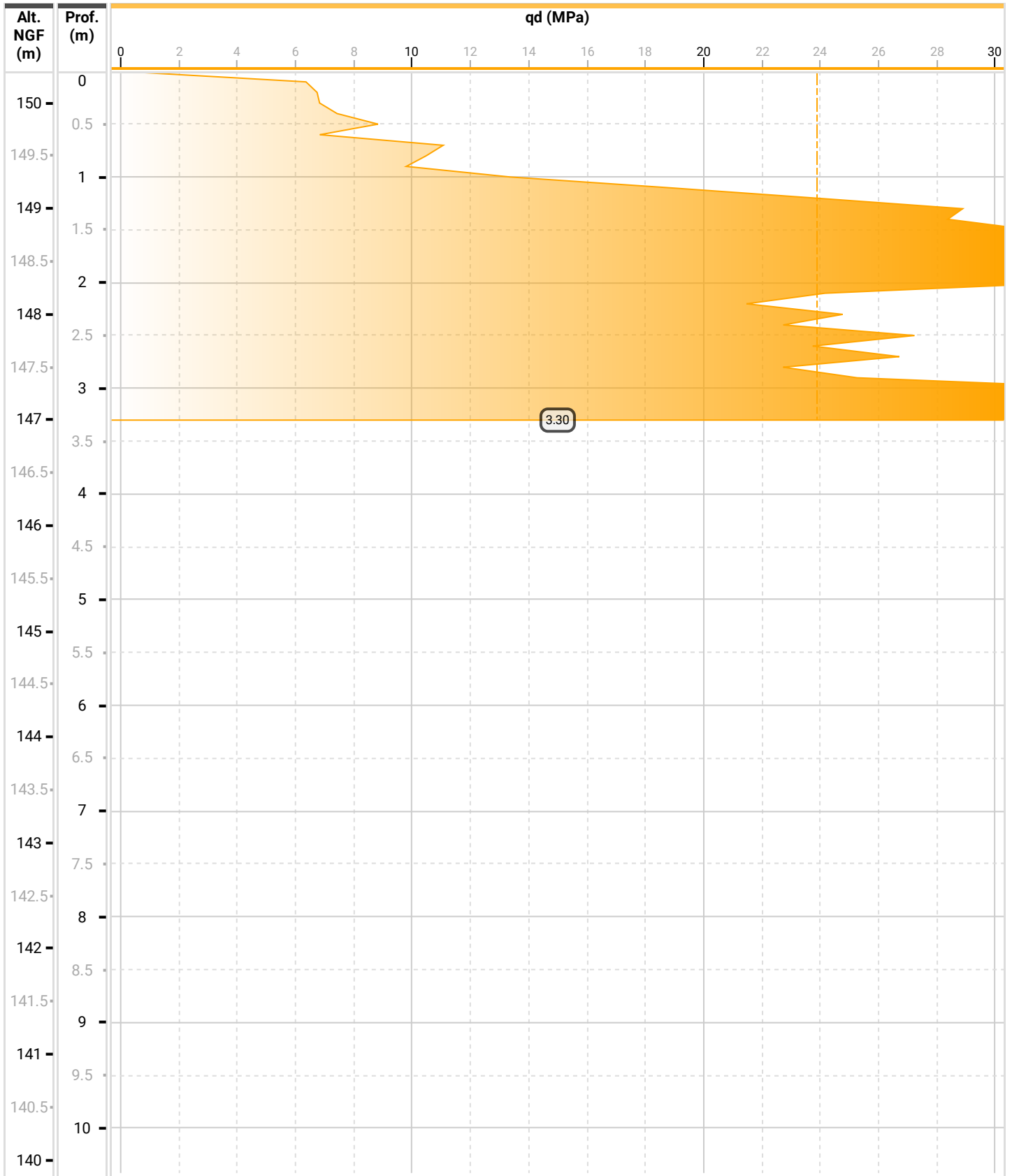
Dossier	Date de début	X
200877	16/02/2022 15:08:01	Y
Forage	Date de fin	Altitude (NGF)
P4	16/02/2022 15:08:09	151 m
Machine		
APAFOR 100H		



PENETROMETRE DYNAMIQUE

Dossier	Date de début	X
200877	16/02/2022 15:08:01	Y
Forage	Date de fin	Altitude (NGF)
P5	16/02/2022 15:08:09	150.3 m
Machine		
APAFOR 100H		

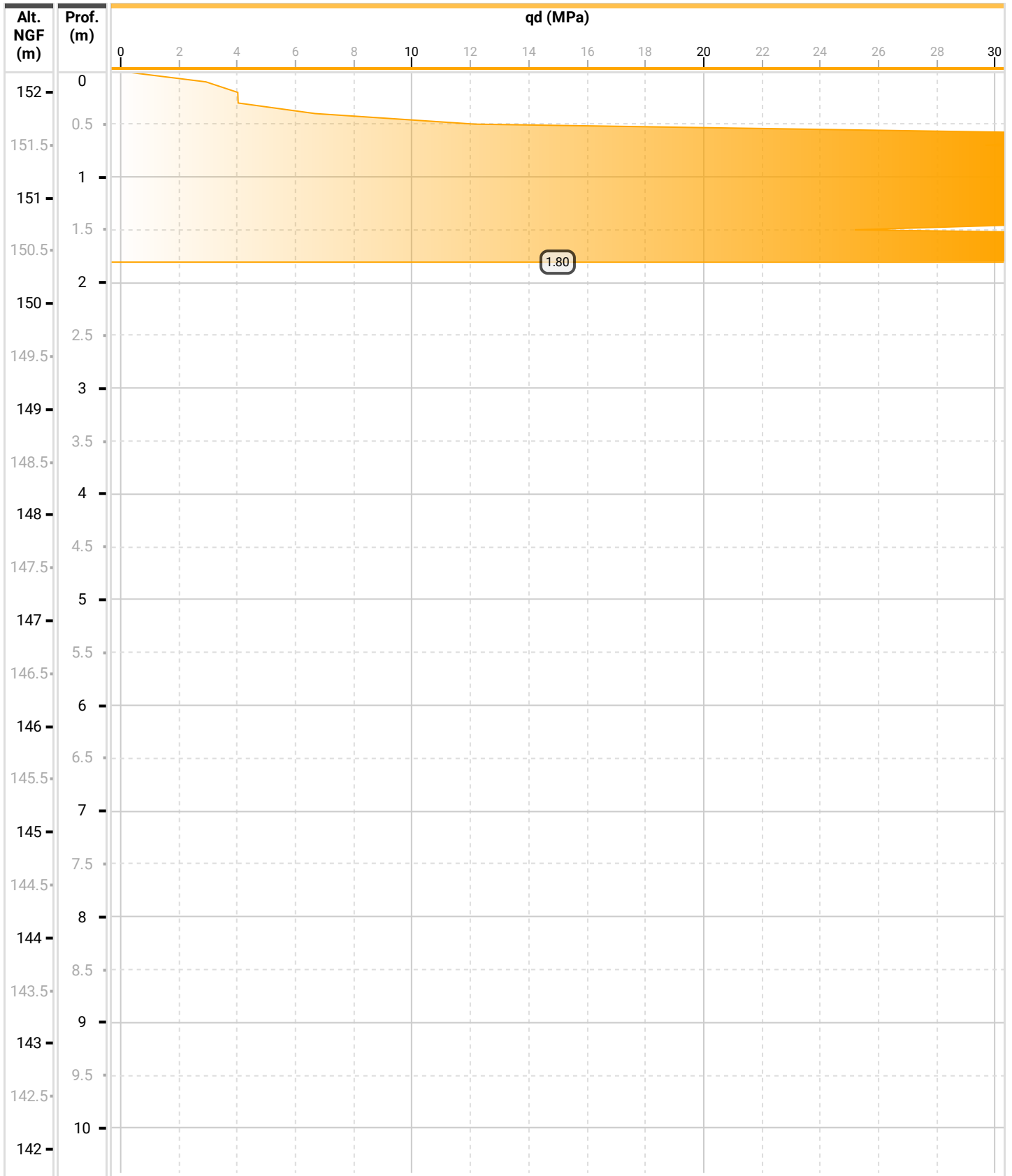
Client
TERRA NOBILIS
Chantier
D17 / D27 - Lieu-dit Les Murgers 28800 BONNEVAL



PENETROMETRE DYNAMIQUE

Dossier	Date de début	X
200877	16/02/2022 15:08:01	Y
Forage	Date de fin	Altitude (NGF)
P6	16/02/2022 15:08:09	152.2 m
Machine		
APAFOR 100H		

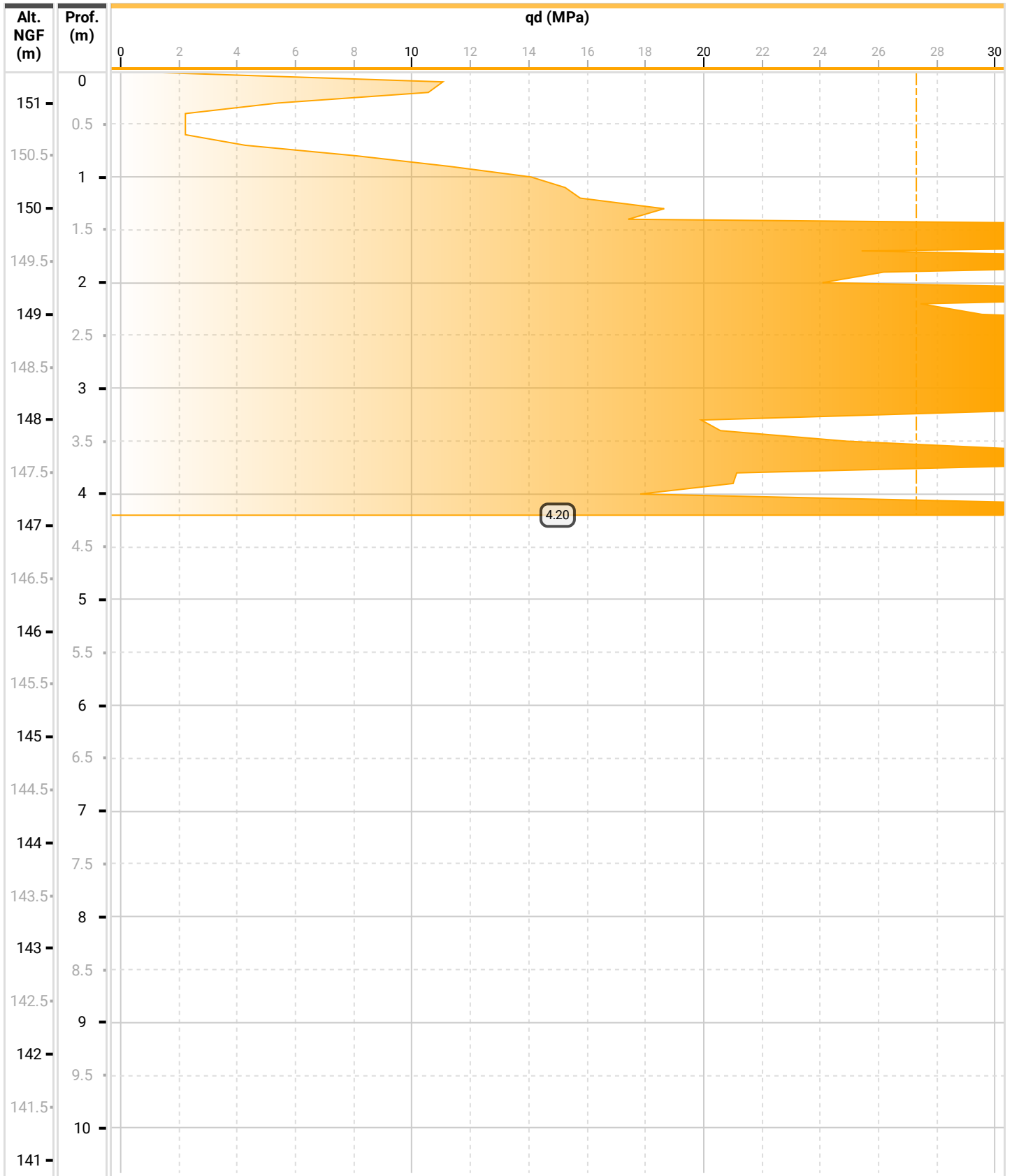
Client
TERRA NOBILIS
Chantier
D17 / D27 - Lieu-dit Les Murgers 28800 BONNEVAL



PENETROMETRE DYNAMIQUE

Dossier	Date de début	X
200877	16/02/2022 15:08:01	Y
Forage	Date de fin	Altitude (NGF)
P7	16/02/2022 15:08:09	151.3 m
Machine		
APAFOR 100H		

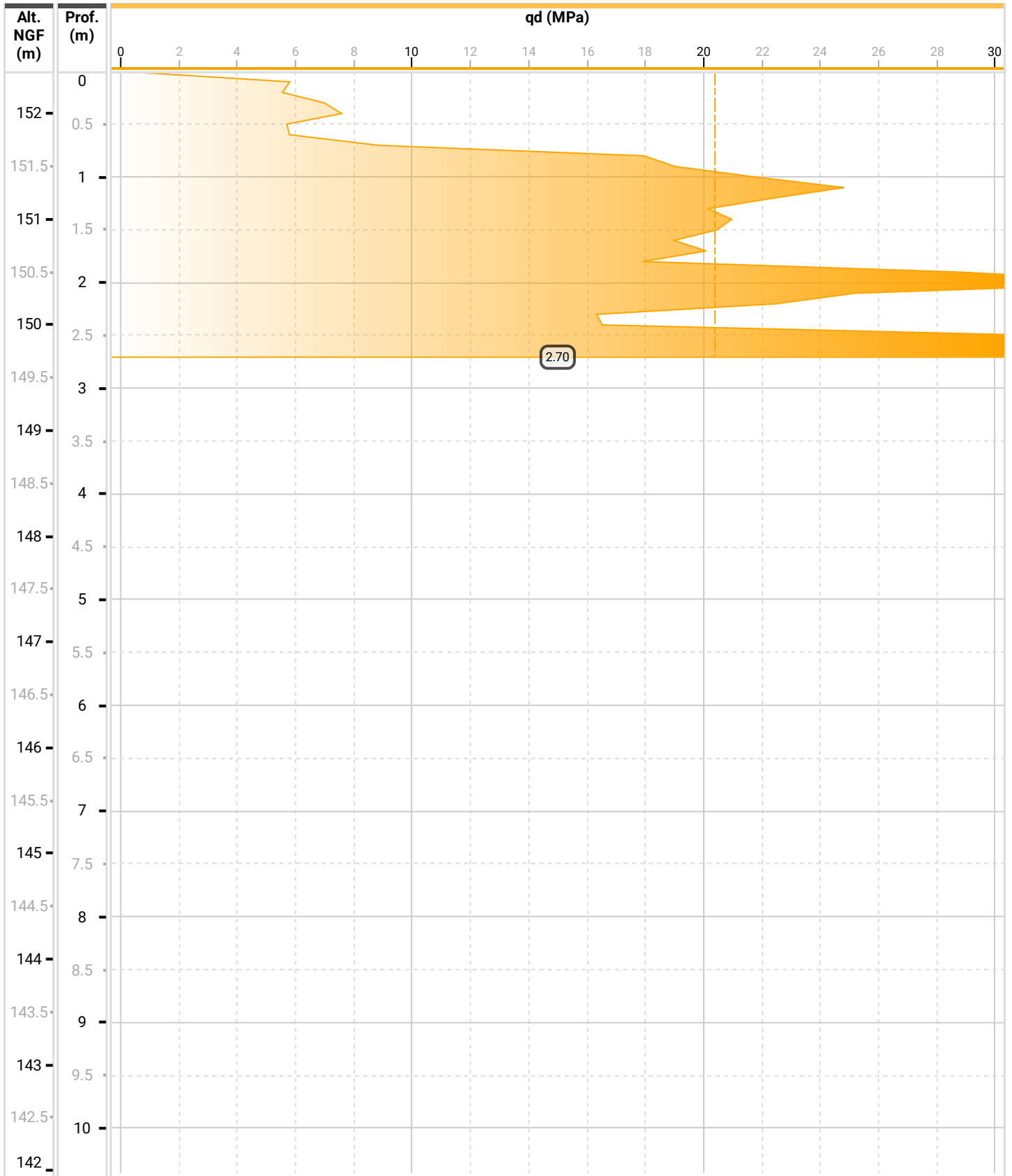
Client
TERRA NOBILIS
Chantier
D17 / D27 - Lieu-dit Les Murgers 28800 BONNEVAL



PENETROMETRE DYNAMIQUE

Dossier	Date de début	X
200877	16/02/2022 15:08:01	Y
Forage	Date de fin	Altitude (NGF)
P8	16/02/2022 15:08:09	152.4 m
Machine		
APAFOR 100H		

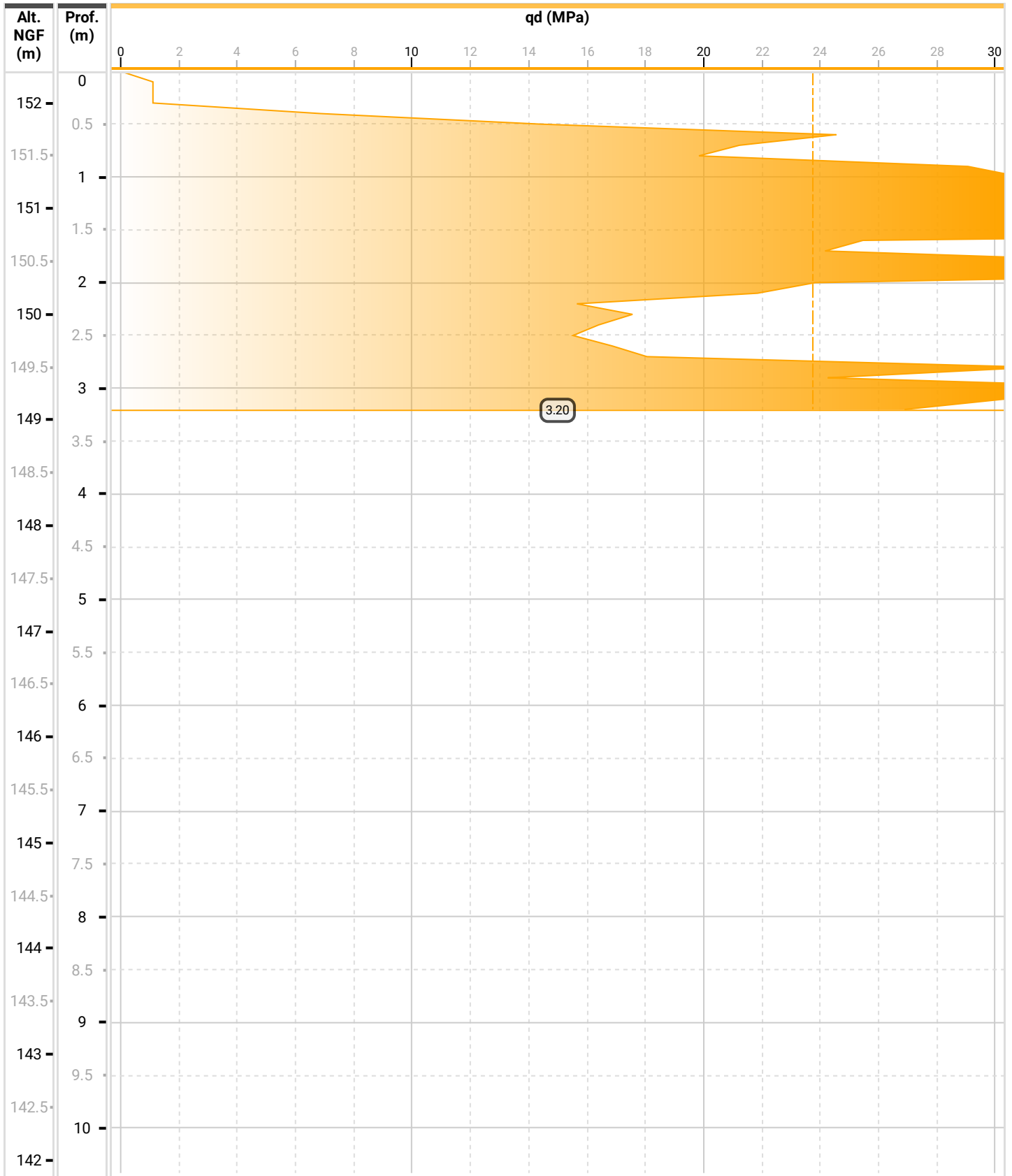
Client
TERRA NOBILIS
Chantier
D17 / D27 - Lieu-dit Les Murgers 28800 BONNEVAL



PENETROMETRE DYNAMIQUE

Dossier	Date de début	X
200877	16/02/2022 15:08:01	Y
Forage	Date de fin	Altitude (NGF)
P9	16/02/2022 15:08:09	152.3 m
Machine		
APAFOR 100H		

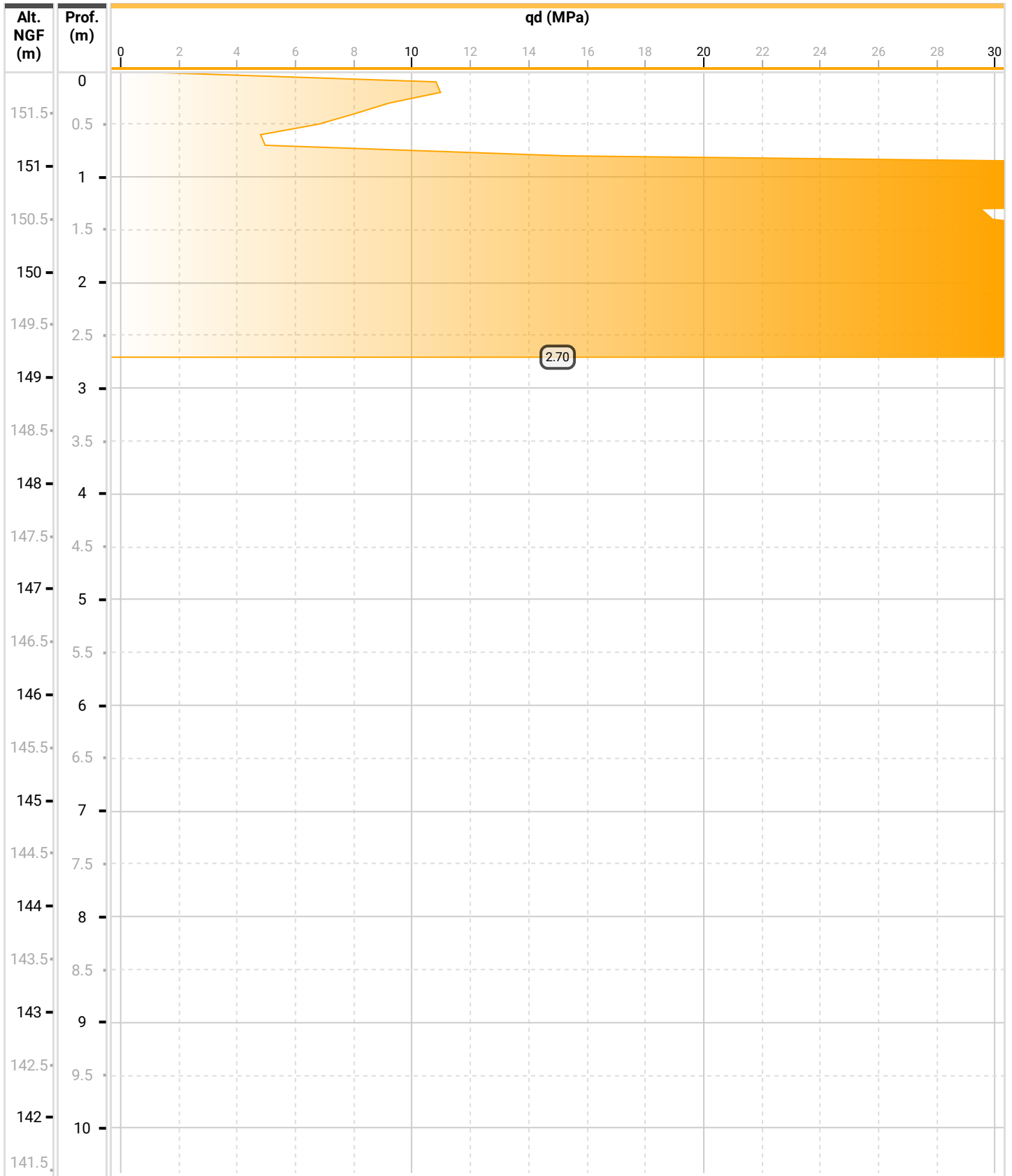
Client
TERRA NOBILIS
Chantier
D17 / D27 - Lieu-dit Les Murgers 28800 BONNEVAL



PENETROMETRE DYNAMIQUE

Dossier	Date de début	X
200877	16/02/2022 15:08:01	Y
Forage	Date de fin	Altitude (NGF)
P10	16/02/2022 15:08:09	151.9 m
Machine		
APAFOR 100H		

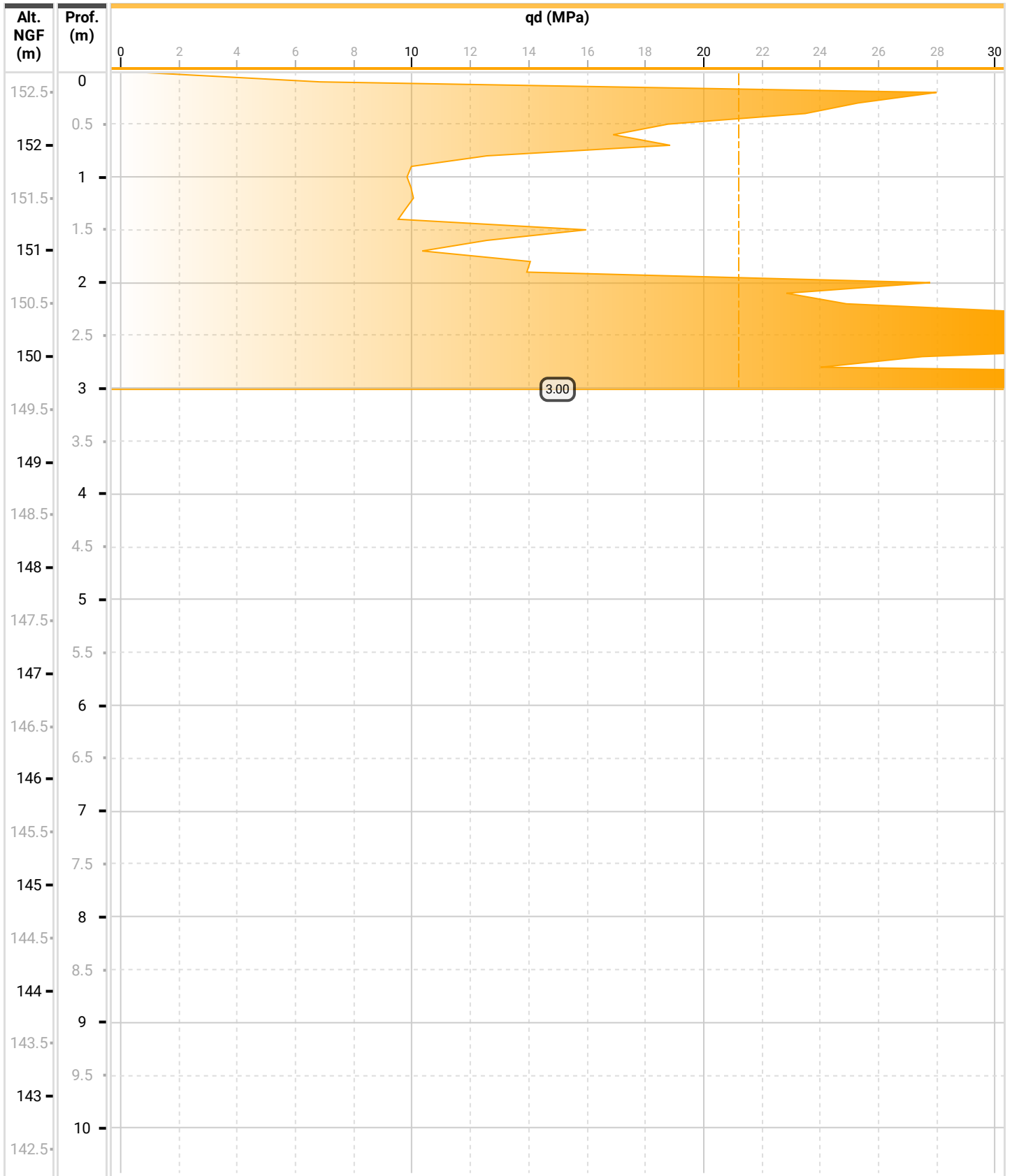
Client
TERRA NOBILIS
Chantier
D17 / D27 - Lieu-dit Les Murgers 28800 BONNEVAL



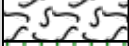
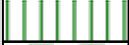

PENETROMETRE DYNAMIQUE

Dossier	Date de début	X
200877	16/02/2022 15:08:01	Y
Forage	Date de fin	Altitude (NGF)
P11	16/02/2022 15:08:09	152.7 m
Machine		
APAFOR 100H		

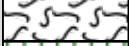


Client
TERRA NOBILIS
Chantier
D17 / D27 - Lieu-dit Les Murgers 28800 BONNEVAL






Client
TERRA NOBILIS
 Chantier
 D17 / D27 - Lieu-dit Les Murgers 28800 BONNEVAL

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Formation	Description
148.5	0.3		T e r r a i	Terre végétale
148	0.6		L i m o n s	Limons sableux marron
147.5			Argiles à silex	Argile sableuse à silex marron orangé
147	1.9			
146.5				
146				
145.5				
145				
144.5				
144				
143.5				
143				
142.5				
142				
141.5				
141				
140.5				
140				
139.5				
139				
138.5				

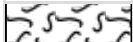

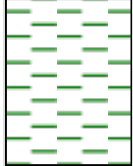
Client
TERRA NOBILIS
 Chantier
 D17 / D27 - Lieu-dit Les Murgers 28800 BONNEVAL

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Formation	Description
150	0.3		T e r r e v é g é t a l e	Terre végétale
150	0.5		L i m o n s s a b l e u x m a r r o n	Limons sableux marron
149.5	1.3		Argiles à silex	Argile sableuse marron orangé
149				
148.5				
148				
147.5				
147				
146.5				
146				
145.5				
145				
144.5				
144				
143.5				
143				
142.5				
142				
141.5				
141				
140.5				
140				

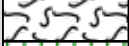


Client
TERRA NOBILIS
 Chantier
 D17 / D27 - Lieu-dit Les Murgers 28800 BONNEVAL

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Formation	Description
149.5	0.2		T e r r e s	Terre végétale
149	0.5		L i m o n s	Limons sableux marron
148.5			Argiles à silex	Argile sableuse orange
148				
147.5	2			
147				
146.5				
146				
145.5				
145				
144.5				
144				
143.5				
143				
142.5				
142				
141.5				
141				
140.5				
140				
139.5				

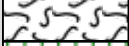
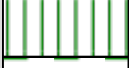
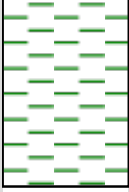
Client
TERRA NOBILIS
 Chantier
 D17 / D27 - Lieu-dit Les Murgers 28800 BONNEVAL

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Formation	Description
151.5	0.3		Terre végétale	Terre végétale
151	0.8		Limons sableux marron	Limons sableux marron
150.5	1.9		Argiles à silex	Argile sableuse marron orangé à silex
149.5				
149				
148.5				
148				
147.5				
147				
146.5				
146				
145.5				
145				
144.5				
144				
143.5				
143				
142.5				
142				
141.5				

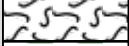


Client
TERRA NOBILIS
 Chantier
 D17 / D27 - Lieu-dit Les Murgers 28800 BONNEVAL

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Formation	Description
152	0.3		T e r r e	Terre végétale
	0.5		L i m o n s	Limons sableux marron orangé
151.5	1		Argil es à silex	Argile sableuse orangé à silex
151				
150.5				
150				
149.5				
149				
148.5				
148				
147.5				
147				
146.5				
146				
145.5				
145				
144.5				
144				
143.5				
143				
142.5				
142				

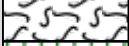

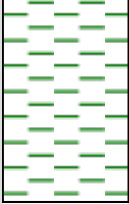
Client
TERRA NOBILIS
 Chantier
 D17 / D27 - Lieu-dit Les Murgers 28800 BONNEVAL

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Formation	Description
151	0.3		T e r r a i	Terre végétale
	0.7		Li mo ns de s	Limons sableux marron
150.5			Argiles à silex	Argile à silex marron orangé
150				
149.5	2			
149				
148.5				
148				
147.5				
147				
146.5				
146				
145.5				
145				
144.5				
144				
143.5				
143				
142.5				
142				
141.5				
141				

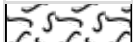

Client
TERRA NOBILIS
 Chantier
 D17 / D27 - Lieu-dit Les Murgers 28800 BONNEVAL

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Formation	Description
153	0.3		T e r r a	Terre végétale
152.5	0.6		L i m o n s	Limons marron
152	0.9		A r g i l e	Argile à silex ocre orangé
151.5				
151				
150.5				
150				
149.5				
149				
148.5				
148				
147.5				
147				
146.5				
146				
145.5				
145				
144.5				
144				
143.5				
143				

Client
TERRA NOBILIS
 Chantier
 D17 / D27 - Lieu-dit Les Murgers 28800 BONNEVAL

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Formation	Description
153	0.3		T e r r a i n	Terre végétale
152.5	0.5		L i m o e	Limons sableux marron
152			Argiles à silex	Argile à silex orangé
151	1.95			
150.5				
150				
149.5				
149				
148.5				
148				
147.5				
147				
146.5				
146				
145.5				
145				
144.5				
144				
143.5				
143				

Client
TERRA NOBILIS
 Chantier
 D17 / D27 - Lieu-dit Les Murgers 28800 BONNEVAL

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Formation	Description
153			T e r r a i	Terre végétale
	0.3			
152.5	0.5		L i m o e	Limons sableux marron
152	1.1		Argile s à silex	Argile à silex orangé
151.5				
151				
150.5				
150				
149.5				
149				
148.5				
148				
147.5				
147				
146.5				
146				
145.5				
145				
144.5				
144				
143.5				
143				

ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE MATSUO - ESSAI A LA FOSSE

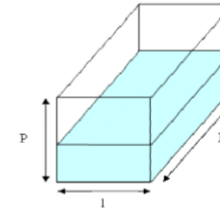
Dossier :	20087
Date :	25-janv-22
Commune :	BONNEVAL
Client :	TERRA NOBILIS
Opérateur :	/
Dépouillement :	YS

P (m)	l (m)	L (m)	C	Référence
1,95	0,5	2,5	0,21	F8

t (min)	$\Delta h / TN$ (m)	h d'eau (m)	K (m/s)
0	1,170	0,780	-
1	1,230	0,720	2,17E-04
2	1,260	0,690	1,66E-04
3	1,290	0,660	1,50E-04
4	1,310	0,640	1,33E-04
5	1,320	0,630	1,14E-04
10	1,330	0,620	6,13E-05
15	1,335	0,615	4,23E-05
20	1,340	0,610	3,28E-05
25	1,340	0,610	2,62E-05
30	1,300	0,650	1,63E-05
40	1,340	0,610	1,64E-05
50	1,340	0,610	1,31E-05
60	1,340	0,610	1,09E-05

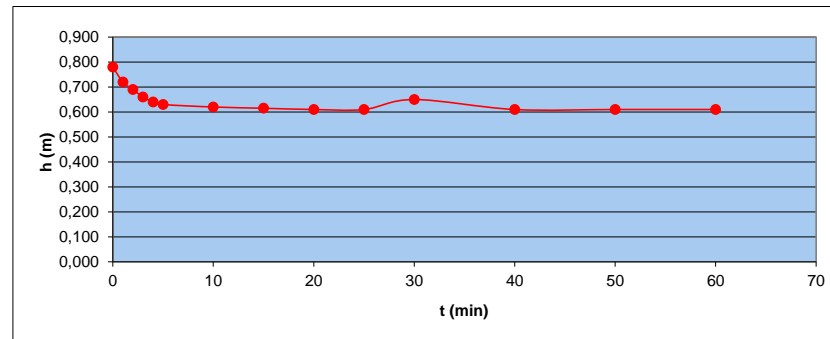
COUPE DE SOL

Profondeur (m)	Nature du sol
0 - 0,4	Terre végétale
0,4 - 1,95	Argiles sableuses marrons / marrons clairs / oranges / rouges / avec blocs + passage de calcaire

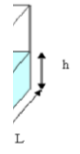


$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h+C}{H+C} \quad \text{avec } C = \frac{L \times l}{2 \times (L+l)}$$

K = perméabilité des sols (m/s)
 H = hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
 h = hauteur du niveau d'eau à t (m)
 L = longueur de la fosse (m)
 l = largeur de la fosse (m)



Perméabilité moyenne	
K (m/s)	K (mm/h)
3,71E-05	276,72



Affaire 200877 – Bonneval Date : 25/02/2022
Echantillon Etabli par : AG
 Sondage F8 Vérifié par : JD
 Profondeur De -0.40 à -1.90 m/T.N.
 Description du sol Grave argileuse rougeâtre

Classe GTR A1
Traitement proposé CaO = 1 % CEM II 32.5 = 7 %

Date de fabrication 17/02/2022

Date de l'essai 24/02/2022

Résistance à la traction indirecte selon la NF EN 13286-42

Eprouvette	742	743	744	Moyenne
Rtb 7j (MPa)	0.695	0.637	0.605	0.646

Gonflement accéléré Gv selon la NF EN 13286-49

Eprouvette	739	740	741	Moyenne
V ₀ (cm ³)	99.7	99.9	99.7	99.8
V _{7j} (cm ³)	100.6	101.0	100.9	100.8
Gv (%)	0.88	1.16	1.17	1.07

Synthèse selon les précautions du GTS

Gv à 7j d'immersion	1.07 %	< 5 %	Adapté
Rtb à 7j d'immersion	0.646 MPa	> 0.20 MPa	Adapté

Observations

Le matériau traité à 7 % de CEM II 32.5 et 1 % de CaO est jugé **ADAPTÉ** au traitement aux liants hydraulique vis-à-vis des résistances en compression diamétrale et des gonflements volumique

Sondage	Prof. [m/T.N.]	Nature du sol	Classe GTR	Aptitude au traitement	
				Gv [%]	Rtb [MPa]
F8	De -0.40 à -1.90	Grave argileuse rougeâtre	A1	1.07	0.646

Aptitude au traitement des sols

Gonflement accéléré et résistance à la traction indirecte
Selon les normes NF EN 13286-42, NF EN13286-49 et NF P94-100



Affaire	200877 – Bonneval	Date : 25/02/2022
Echantillon		Etabli par : AG
Sondage	F5	Vérifié par : JD
Profondeur	De -0.50 à -1.00 m/T.N.	
Description du sol	Grave argileuse rougeâtre	

Classe GTR	A1	
Traitement proposé	CaO = 1 %	CEM II 32.5 = 7 %

Date de fabrication 17/02/2022

Date de l'essai 24/02/2022

Résistance à la traction indirecte selon la NF EN 13286-42

Eprouvette	748	749	750	Moyenne
Rtb 7j (MPa)	0.514	0.699	0.597	0.603

Gonflement accéléré Gv selon la NF EN 13286-49

Eprouvette	745	746	747	Moyenne
V₀ (cm³)	100.1	99.0	99.3	99.5
V_{7j} (cm³)	100.7	100.2	99.9	100.3
Gv (%)	0.67	1.19	0.64	0.83

Synthèse selon les précautions du GTS

Gv à 7j d'immersion	0.83 %	< 5 %	Adapté
Rtb à 7j d'immersion	0.603 MPa	> 0.20 MPa	Adapté

Observations

Le matériau traité à **7 %** de CEM II 32.5 et **1 %** de CaO est jugé **ADAPTÉ** au traitement aux liants hydraulique vis-à-vis des résistances en compression diamétrale et des gonflements volumique

Sondage	Prof. [m/T.N.]	Nature du sol	Classe GTR	Aptitude au traitement	
				Gv [%]	Rtb [MPa]
F5	De -0.50 à -1.00	Grave argileuse rougeâtre	A1	0.83	0.603

Aptitude au traitement des sols

Gonflement accéléré et résistance à la traction indirecte
Selon les normes NF EN 13286-42, NF EN13286-49 et NF P94-100



Affaire

200877 – Bonneval

Date : 25/02/2022

Etabli par : AG

Synthèse des analyses GTR

Vérifié par : JD

Sondage	Prof. (m/T.N.)	Nature du sol	W _n (%)	VBS (g/100g)	Granulométrie			Classe GTR
					D _{max} (mm)	<2mm (%)	<80µm (%)	
F1	De -0.30 à -1.90	Grave argileuse rougeâtre	14.2	1.42	31.5	59.1	49.1	A1
F2	De -0.40 à -1.80	Grave argileuse rougeâtre	17.2	1.70	50	44.4	37.0	A1
F3	De -0.40 à -1.90	Argile graveleuse rougeâtre	18.8	2.89	50	70.6	62.9	A2
F5	De -0.30 à -1.00	Grave argileuse rougeâtre	13.6	0.95	50	43.7	31.8	A2
F6	De -0.60 à -2.00	Grave argileuse rougeâtre	12.1	1.10	55.8	47.4	34.3	C1A1
F7	De -0.30 à -0.60	Limon graveleux brun	15.4	1.12	31.5	58.9	49.4	A1
F8	De -0.40 à -1.90	Grave argileuse rougeâtre	17.3	2.09	50	52.0	44.7	A1
F9	De -0.30 à -1.10	Argile marron/rougeâtre	21.6	3.69	31.5	96.1	91.0	A2
F5	De -0.50 à -1.00	Grave argileuse rougeâtre	15.9	1.76	31.5	50.9	42.9	A1

F1 – 0.30 – 1.90 m



F2 – 0.40 – 1.80 m



F3 – 0.40 – 1.90 m



F5 – 0.30 – 1.00 m



F6 – 0.60 – 2.00 m



F7 – 0.30 – 0.60 m



F8 – 0.40 – 1.90 m



F9 – 0.30 – 1.10 m



F5 – 0.50 – 1.00 m

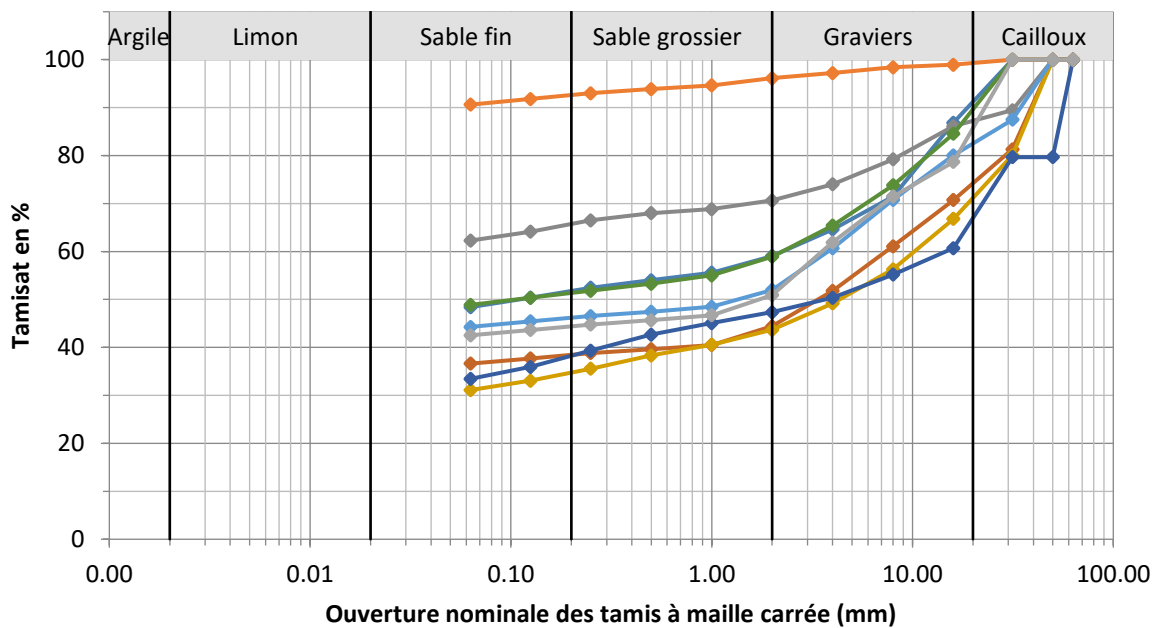
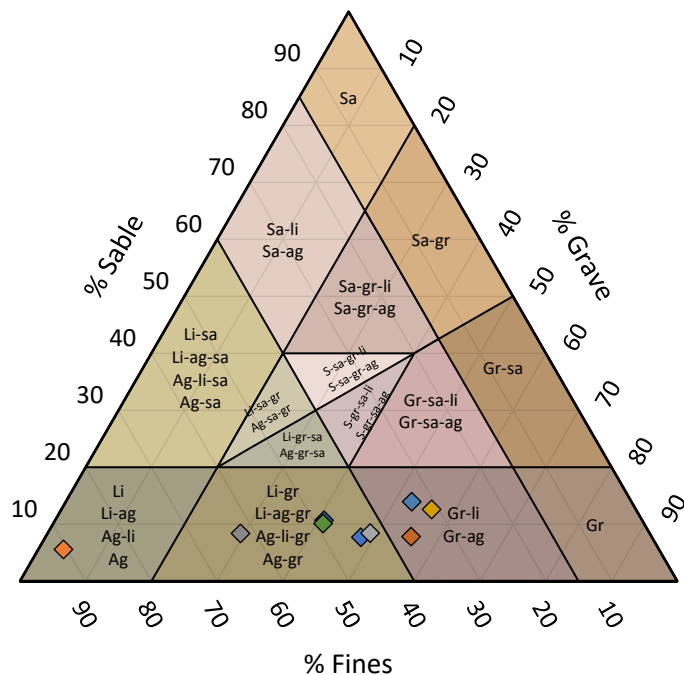


Classification selon le Guide de Terrassement Routier (GTR)

Analyse granulométrique par tamisage selon la norme NF P94-056

Détermination de la valeur au bleu de méthylène selon la norme NF P94-068

- ◆— F1 - 0.30 m —◆— F2 - 0.40 m —◆— F3 - 0.40 m
- ◆— F5 - 0.30 m —◆— F6 - 0.60 m —◆— F7 - 0.30 m
- ◆— F8 - 0.40 m —◆— F9 - 0.30 m —◆— F5 - 0.50 m



AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole " * " .

n° Cde 1125375 Solide / Eluat

N° échant.	Prélèvement	Nom d'échantillon
142910	Sans objet	F6 0,6 à 2,0
142911	Sans objet	F9 0,3 à 1,1 m
142912	Sans objet	F6 0.4 à 1.9
142913	Sans objet	F7 0.3 à 0.6 m
142914	Sans objet	F3 0.4 à 1.9

Unité	142910 F6 0,6 à 2,0	142911 F9 0,3 à 1,1 m	142912 F6 0.4 à 1.9	142913 F7 0.3 à 0.6 m	142914 F3 0.4 à 1.9
-------	------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	------------------------

Lixiviation

Fraction >4mm (EN12457-2)	%	64,1	<0,1	49,3	1,4	40,9
Lixiviation (EN 12457-2)		++	++	++	++	++
Masse brute Mh pour lixiviation	g	110 ^{*)}	110 ^{*)}	110 ^{*)}	110 ^{*)}	110 ^{*)}
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction	ml	900 ^{*)}	900 ^{*)}	900 ^{*)}	900 ^{*)}	900 ^{*)}

Prétraitement des échantillons

Masse échantillon total inférieure à 2 kg	kg	0,54	0,52	0,50	0,62	0,58
Prétraitement de l'échantillon		++	++	++	++	++
Broyeur à mâchoires		++	--	++	--	++
Matière sèche	%	84,2	82,6	85,5	84,2	83,1

Calcul des Fractions solubles

Sulfates cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	0 - 50 ^{*)}	0 - 50 ^{*)}	0 - 50 ^{*)}	0 - 50 ^{*)}	110 ^{*)}
----------------------------	----------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	-------------------

Analyses Physico-chimiques

Perte au feu	% Ms	5,2	5,0	4,5	3,6	5,1
Résidu après combustion	% Ms	94,8	95,0	95,5	96,4	94,9

Analyses sur éluat après lixiviation

L/S cumulé	ml/g	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Conductivité électrique	µS/cm	71,1	33,5	83,8	17,0	59,3
pH		8,3	7,8	8,2	7,4	7,6
Température	°C	19,7	19,1	18,8	18,5	18,6

Analyses Physico-chimiques sur éluat

Sulfates (SO4)	mg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	11
----------------	------	------	------	------	------	----

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole " *) " .

n° Cde 1125375 Solide / Eluat

N° échant.	Prélèvement	Nom d'échantillon
142915	Sans objet	F5 0.3 à 1.0
142916	Sans objet	F2 0.4 à 1.3
142917	Sans objet	F1 0.3 à 1.9 m

Unité	142915 F5 0.3 à 1.0	142916 F2 0.4 à 1.3	142917 F1 0.3 à 1.9 m
-------	------------------------	------------------------	--------------------------

Lixiviation

Fraction >4mm (EN12457-2)	%	72,3	2,0	94,9
Lixiviation (EN 12457-2)		++	++	++
Masse brute Mh pour lixiviation	g	110)	110)	110)
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction	ml	900)	900)	900)

Prétraitement des échantillons

Masse échantillon total inférieure à 2 kg	kg	0,54	0,57	0,55
Prétraitement de l'échantillon		++	++	++
Broyeur à mâchoires		++	--	++
Matière sèche	%	83,8	81,0	85,6

Calcul des Fractions solubles

Sulfates cumulé (var. L/S)	mg/kg Ms	79)	0 - 50)	0 - 50)
----------------------------	----------	------	----------	----------

Analyses Physico-chimiques

Perte au feu	% Ms	5,8	7,5	3,9
Résidu après combustion	% Ms	94,2	92,5	96,1

Analyses sur éluat après lixiviation

L/S cumulé	ml/g	10,0	10,0	10,0
Conductivité électrique	µS/cm	120	40,7	23,6
pH		8,4	7,8	7,6
Température	°C	18,4	19,1	19,2

Analyses Physico-chimiques sur éluat

Sulfates (SO4)	mg/l	7,9	<5,0	<5,0
----------------	------	-----	------	------

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que des informations sur la procédure de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre. Les critères de performance minimaux des méthodes appliquées sont généralement basés selon la Directive 2009/90/CE de la Commission Européenne en ce qui concerne l'incertitude de mesure.

Des différences sont notées par rapport aux lignes directrices si moins de 2 kg d'échantillon ont été livrés

Début des analyses: 14.02.2022

Fin des analyses: 21.02.2022

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

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 géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage	Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux		
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

<p>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.</p>
<p>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisnants avec visite du site et des alentours. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs. <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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).
<p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisnants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques. <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités. <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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.

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

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).