



ETUDES DE SOL

GEOLOGIE - GEOTECHNIQUE - INGENIERIE

Centre Atlantique

Réf. : 23.338 - 1

Date : 23 octobre 2023

CHEMILLE-EN-ANJOU (49)
CORTIZO
Unité industrielle

RECONNAISSANCE DE SOL

SARL AU CAPITAL DE 502 200 € - SIRET 432 498 780 000 27 - APE 7112 B - TVA INTRACOM. FR05 432 498 780

Siège social : 81 Av. des Hauts de la Chaume - 86280 ST BENOIT

Tél. 05 49 88 00 33 - Fax : 05 49 52 70 68 - Email : contact@aisca.fr - Site : www.aiscentreatlantique.fr

Ets secondaire - 2 rue du Moulin Rambaud - 85520 JARD-SUR-MER - Tél. : 02 51 90 45 68 -  contact@aisca.fr - (siret 432 498 780 000 35)

Sommaire

1 – CONTEXTE DE LA RECONNAISSANCE	3
2 - MISSION / PROGRAMME DE LA RECONNAISSANCE.....	3
2-1 / Mission	3
2-2 / Programme	3
3 - RESULTATS DES INVESTIGATIONS.....	4
3-1/ La zone d'étude.....	4
3-2/ Les sondages géologiques à l'hydropelle (P1 à P8) – Rappel du rapport n°23.237-1	5
3-3/ Les sondages pressiométriques (SP10 à SP18)	6
3-3/ L'hydrogéologie	7
3-4/ Les essais d'infiltration– Rappel du rapport n°23.237-1	7
3-5/ Les essais pressiométriques	7
3-6/ Les essais pénétrométriques (notés PD19 à PD27)	8
3-7/ Les analyses en laboratoire	8
4 - CONCLUSIONS.....	10
4-1/ L'analyse des risques (d'après le site internet www.georisques.gouv.fr).....	10
4-2/ La synthèse et le projet	11
4-3/ Le projet et la topographie.....	11
4-4/ Les terrassements généraux.....	11
4-4.1/ Généralités.....	11
4-4.2/ Les talus	12
4-4.3/ Terrassements en déblai	12
4-4.4/ Terrassements en remblai.....	13
4-5/ Les fondations	14
4-5.1/ Principe général	14
4-5.2/ Les estimations de tassements	15
4-6/ Les dallages sur terre-plein.....	15
4-7/ Les conditions de réemploi des matériaux de déblais.....	16
4-8/ Les voiries (sondages P1 à P8).....	17
4-8.1/ Les classes de portance	17
4-8.2/ La couche de forme	17

La présente reconnaissance de sol a été effectuée par la société AIS Centre Atlantique – 81 Avenue des Hauts de la Chaume - 86280 ST BENOIT à la demande et pour le compte de CORTIZO France – 3 les trois Routes – 49120 CHEMILLE-EN-ANJOU.

1 – CONTEXTE DE LA RECONNAISSANCE

La reconnaissance concerne le projet de construction d'un bâtiment industriel (24720 m²) sur une parcelle de la rue de Strasbourg à CHEMILLE-EN-ANJOU (49120).

Les documents fournis au géotechnicien sont les suivants :

- courriel de consultation du 06/07/2023,
- dossier de plans et notice descriptive reçus le 11/07/2023.

2 - MISSION / PROGRAMME DE LA RECONNAISSANCE

2-1 / Mission

Par référence à la classification des « Missions Géotechniques Normalisées » établie en novembre 2013 (Norme NFP 94-500), la présente reconnaissance est de type G1-PGC + G2-AVP et voit de ce fait l'étendue de sa mission limitée aux prestations correspondantes.

Cette mission devra être suivie de missions d'études géotechniques de projet (type G2 PRO) et d'une mission de supervision géotechnique d'exécution (type G4).

2-2 / Programme

La reconnaissance a consisté à réaliser les opérations suivantes :

- ⇒ Forage de **9 sondages pressiométriques** à la tarière mécanique de 6 m de profondeur ou au refus permettant le levé de la coupe géologique et le prélèvement d'échantillons
- ⇒ Réalisation de **36 essais pressiométriques** répartis dans les sondages à raison de 4 essais par sondage permettant d'une part de mesurer les caractéristiques mécaniques des différents faciès et d'autre part de fournir les éléments pour le dimensionnement des fondations
- ⇒ Réalisation de **9 essais au pénétromètre dynamique** de 4,00 m à 6,00 m de profondeur permettant de mesurer les caractéristiques mécaniques des différents faciès et d'apprécier l'homogénéité des terrains entre les sondages
- ⇒ **Analyse en laboratoire** des échantillons prélevés permettant d'établir la classification GTR des différents faciès (Utilisation notamment de certains échantillons prélevés lors d'une étude de perméabilité réalisée en juin 2023)
- ⇒ Synthèse des résultats et **rédaction d'un rapport de reconnaissance de sol**

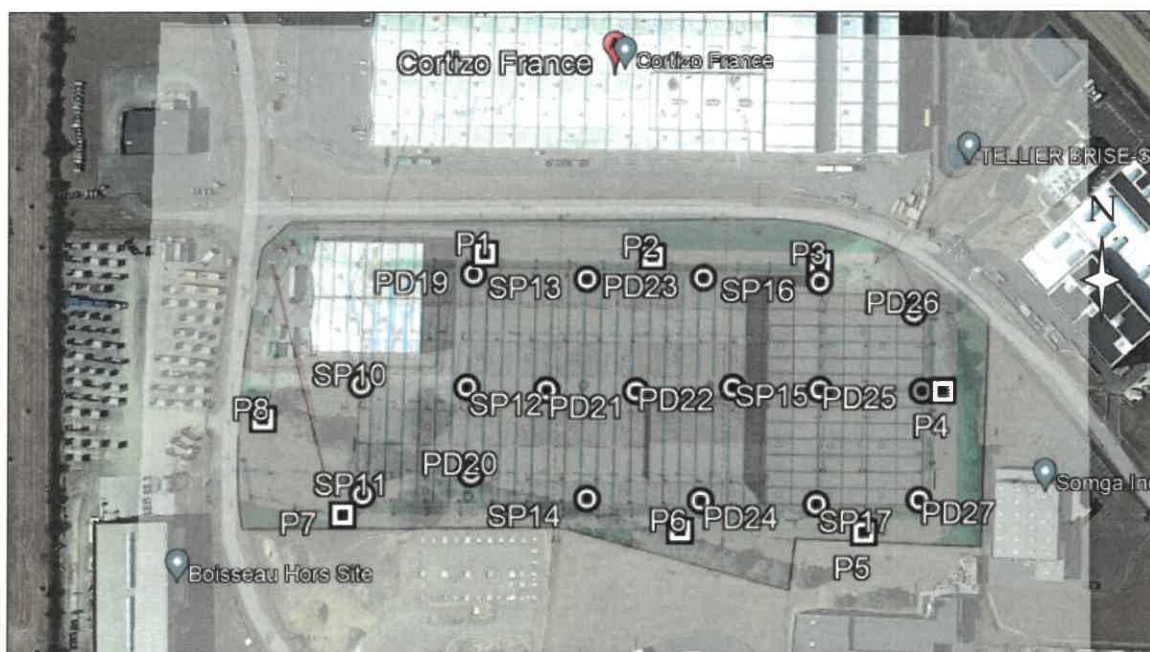
3 - RESULTATS DES INVESTIGATIONS

Nous avons présenté en annexe les documents suivants :

- le plan de situation comportant l'extrait de la carte géologique,
- le schéma d'implantation des points d'investigation,
- les coupes des puits à l'hydropelle (reconnaissance de juin 2023),
- les coupes des sondages pressiométriques,
- les diagrammes des essais pénétrométriques.

3-1/ La zone d'étude

La zone étudiée correspond à des parcelles en friche et comportant quelques haies. Un entrepôt qui sera démolí est présent au Nord-Ouest du site d'étude.



Vue aérienne avec positionnement des points d'investigation par rapport aux existants

Les points d'investigation ont fait l'objet d'un relevé altimétrique, la référence arbitraire $Z = 100,00$ m étant prise sur un regard dans la rue de Strasbourg : voir la photo ci-après.



Le terrain présente une légère pente orientée vers l'Est qui conduit à une dénivelée d'environ 2,50 m entre le point haut côté rue de Strasbourg et le point bas vers le secteur du puits P4.

3-2/ Les sondages géologiques à l'hydropelle (P1 à P8) – Rappel du rapport n°23.237-1

Les huit sondages géologiques creusés à la minipelle de 8,5 Tonnes ont mis en évidence la coupe géologique générale suivante :

- des remblais argileux avec quelques cailloutis et/ou blocs,
- de la terre végétale limoneuse,
- des argiles limoneuses marron à beige-gris,
- des argiles marron-ocre à bariolées,
- des argiles bariolées à cailloutis.

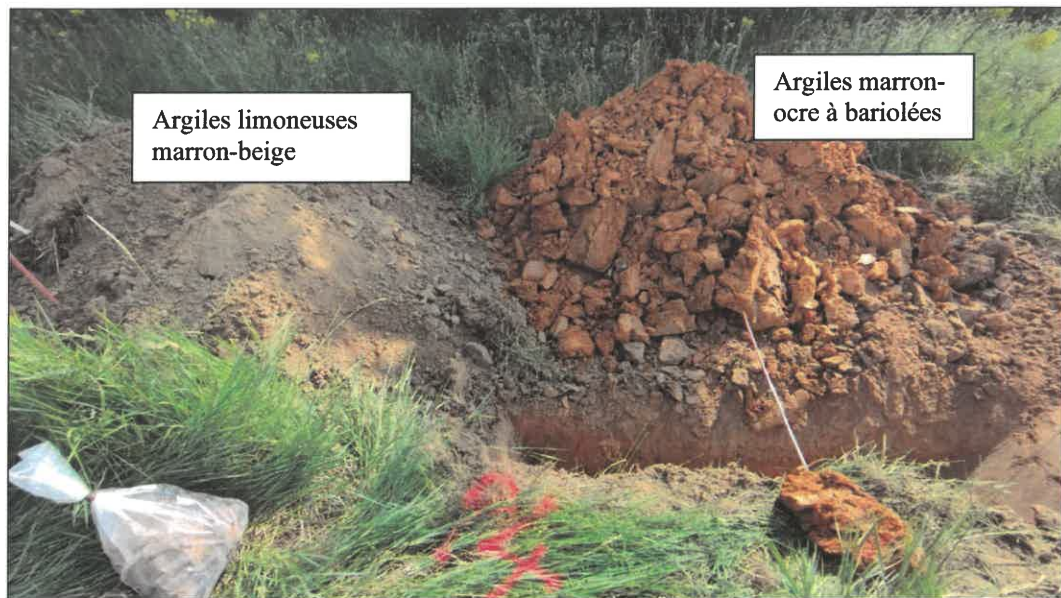
Le détail des coupes est présenté en annexe.

On retiendra les points principaux suivants :

- les remblais ont été rencontrés au droit de P3 jusqu'à 0,40 m de profondeur environ. Au droit des autres sondages, le recouvrement de terre végétale présente une épaisseur de l'ordre de 0,20 m à 0,40 m ;
- au droit de P1 à P4, les argiles sont limoneuses en tête soit jusqu'à 0,50 m à 0,70 m de profondeur environ ;
- en dessous, les sondages ont mis en évidence des faciès argileux renfermant localement des cailloutis.



Photographie du puits P2



Photographie du puits P4

3-3/ Les sondages pressiométriques (SP10 à SP18)

Les sondages pressiométriques SP10 à SP18 ont été forés à la tarière mécanique de 63 mm de diamètre. Ils ont été implantés dans l'emprise du futur ouvrage projeté (hormis au droit de l'entrepôt existant à démolir).

Ces investigations ont confirmé la coupe géologique superficielle reconnue au droit des puits et mis en évidence les faciès suivants :

- de la terre végétale,
- des remblais de concassé dioritique,
- des argiles limoneuses marron,
- des argiles marron, orangées à bariolées localement à cailloutis,
- des argiles schisteuses ou altérites schisteuses argileuses,
- des altérites schisteuses argilo-sableuses localement à blocs.

Le détail des coupes est présenté en annexe.

On retiendra les points principaux suivants :

- la terre végétale présente une épaisseur de l'ordre de 0,20 m à 0,30 m ;
- les remblais ont été rencontrés au droit des sondages SP10 et SP16 jusqu'à 0,20 m et 0,30 m de profondeur : zones d'accès à la parcelle ou de stationnement ;
- en dessous, les sondages ont mis en évidence des faciès en place constitués par des argiles et des altérites argilo-sableuses à sableuses. Le passage vertical entre les différents faciès d'altération est généralement diffus et progressif : Ces faciès d'altération deviennent d'une manière générale de plus en plus compacts avec la profondeur.

3-3/ L'hydrogéologie

Aucune arrivée d'eau n'a été notée à l'intérieur des différents sondages de reconnaissance au moment de nos interventions le 26/06/2023 et du 09 au 12/10/2023.

3-4/ Les essais d'infiltration– Rappel du rapport n°23.237-1

Des essais d'infiltration ont été effectués à l'intérieur des puits P1 à P8 afin de calculer le coefficient de perméabilité « K » des terrains.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

Puits	Profondeur (m)	Faciès	Hauteur d'eau (m)	Perméabilité K	
				m/s	l/h/m ²
P1	1,10	Argiles bariolées	0,50	$6,1 \cdot 10^{-7}$	2,2
P2	2,40	Argiles à cailloutis	0,65	$2,5 \cdot 10^{-7}$	0,9
P3	1,60	Argiles bariolées à cailloutis	0,60	$< 1,4 \cdot 10^{-7}$	$< 0,5$
P4	2,20	Argiles bariolées	0,70	$< 1,4 \cdot 10^{-7}$	$< 0,5$
P5	1,25	Argiles bariolées	0,50	$< 1,4 \cdot 10^{-7}$	$< 0,5$
P6	1,90	Argiles bariolées	0,60	$2,8 \cdot 10^{-7}$	1,0
P7	1,60	Argiles bariolées à cailloutis	0,65	$< 1,4 \cdot 10^{-7}$	$< 0,5$
P8	2,50	Argiles bariolées à cailloutis	0,75	$2,2 \cdot 10^{-7}$	0,8

3-5/ Les essais pressiométriques

Les essais pressiométriques ont permis de mesurer et calculer les paramètres suivants :

- module pressiométrique : Em (MPa)
- pression de fluage : Pf (MPa)
- pression limite : Pl (MPa)

Nous avons obtenu les résultats suivants :

- dans les argiles et altérites (31 essais)

Em = 10,3 à 69,3 MPa

Pf = 0,4 à 1,0 MPa

Pl = 0,5 à 2,0 MPa

- dans les altérites compactes (5 essais)

Em = 36,8 à 149,1 MPa

Pf = 1,2 à > 2,0 MPa

Pl = 2,1 à > 3,5 MPa

3-6/ Les essais pénétrométriques (notés PD19 à PD27)

Les sondages pénétrométriques ne permettent pas d'effectuer une coupe de sols sur la base d'échantillons prélevés ; néanmoins, selon l'allure des courbes de résistance mécanique en fonction de la profondeur, il peut être estimé certaines limites mécaniques de faciès.

Ainsi, les 9 essais au pénétromètre dynamique ont permis de calculer la résistance en pointe « qd » des terrains.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

- Essais PD19 à PD23, PD25 et PD27 :
Au-delà de la couche de couverture, les valeurs mécaniques mesurées restent supérieures à 3,0 MPa. Des refus ont été obtenus au droit de PD19, PD22 et PD23 entre 4,00 m et 5,20 m de profondeur.
- Essais PD24 et PD26 :
Les valeurs de résistance oscillent globalement entre 1,5 MPa et 3,0 MPa jusqu'à 3,00 m à 3,50 m de profondeur. Au-delà, les valeurs augmentent sensiblement.

3-7/ Les analyses en laboratoire

Nous avons effectué les analyses et mesures suivantes :

- teneur en eau naturelle : Wnat (%) ;
- valeur de bleu du sol : VBS ;
- indice portant immédiat : IPI.

Sondages	Prof. (m)	Faciès	Wnat (%)	VBS	IPI	Classe GTR*
P2	0,60-1,20	Argiles marron	19,6	2,3	20,3	A1 m*
P4	1,00-1,50	Argiles bariolées	28,7	2,9		A2
P6	0,70-1,30	Argiles bariolées	21,7	2,5	13,9	A1/A2 m*
P7	1,00	Argiles à cailloutis	17,1	2,5		A1/A2
P8	0,50-1,00	Argiles bariolées	18,7	2,2		A1
P8	2,50	Argiles grisâtres	18,1	2,9		A2
SP10	1,00	Argiles marron	21,0			
SP12	2,00	Argiles bariolées	23,5			
SP13	0,50	Argiles limoneuses marron	15,3	1,1		A1
SP14	1,00	Argiles marron	18,0			
SP15	1,50	Argiles marron-ocre	28,7	4,2		A2
SP16	1,00	Argiles marron-orangé	17,9			
SP17	0,50	Argiles limoneuses	20,0			
SP17	1,50	Argiles avec cailloutis	10,1	2,4		A1
SP18	2,00	Argiles bariolées	25,1			

* : m = état hydrique moyen

D'après le Fascicule « réalisation des Remblais et des Couches de Forme » du SETRA-LCPC, la classification GTR des terrains est la suivante :

- **argiles limoneuses : Classe A1 ;**
- **argiles marron à bariolées : Classe A1 voire A2 (état hydrique moyen « m » au moment de notre intervention) ;**
- **argiles schisteuses - altérites : Classes estimées A1 voire A2 ;**

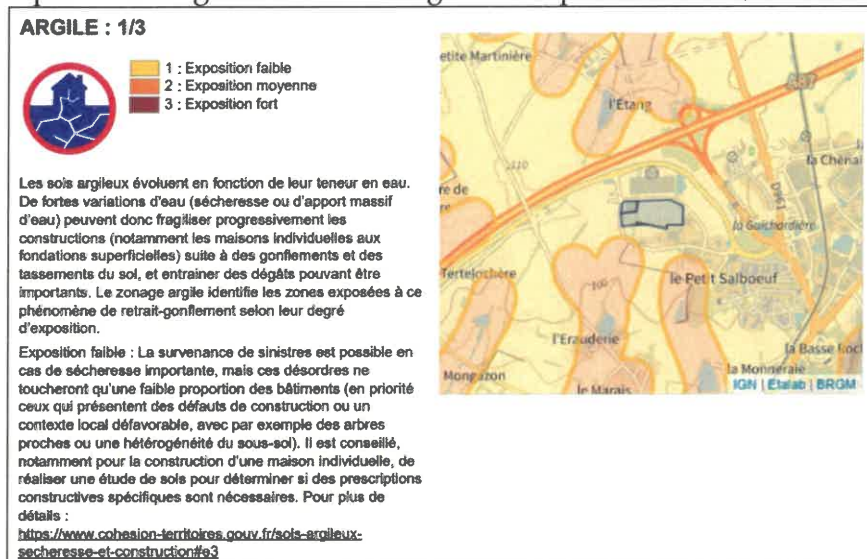
D'une manière générale, les terrains rencontrés sont sensibles aux conditions météorologiques lors des travaux (classe A1 notamment), leur portance pouvant chuter rapidement en période pluvieuse, rendant difficiles les conditions de circulation des engins de chantier à pneus. A l'état humide, ces matériaux sont sujets au matelassage.

4 - CONCLUSIONS

4-1/ L'analyse des risques (d'après le site internet www.georisques.gouv.fr)

La zone d'étude est susceptible d'être affectée par les risques naturels suivants :

- localisation située dans un territoire à risque important d'inondation : sans objet ;
- risque « retrait-gonflement des argiles » : exposition faible, voir ci-dessous



- risque sismique : zone de classe 3 (aléa modéré) en fonction de la réglementation applicable au 01/05/2011.



D'après les règles de construction parasismiques, les principaux éléments de dimensionnement à prendre en compte sont les suivants :

- zone sismique 3 (aléa modéré),
- bâtiment à risque normal de catégorie d'importance II (à confirmer par le maître de l'ouvrage où le maître d'œuvre),
- classes de sol : classe B,
- sols d'assise (argiles, altérites) non suspects de liquéfaction.

4-2/ La synthèse et le projet

De ce qui précède, on retiendra les éléments suivants :

- les sondages ont généralement mis en évidence la présence de faciès d'altération recouverts par des faciès argileux.
- aucune arrivée d'eau n'a été constatée à l'intérieur des sondages de reconnaissance.
- les caractéristiques mécaniques des terrains (hors remblais et faciès superficiels de couverture) sont variables d'un point à un autre du site mais sont dans l'ensemble satisfaisantes au regard des ouvrages à construire.

4-3/ Le projet et la topographie

Il est prévu la construction d'un bâtiment de type industriel de 24 700 m² de surface environ au total.

Le bâtiment actuel « Cortizo Recycling » sera démoli, son activité étant incorporée dans le nouveau bâtiment.

Nous ne possédons pas de plan topographique de la zone d'étude. Dans un tel contexte, nous sommes contraints de prendre une hypothèse d'un niveau de calage proche de la surface topographique en amont du site vers $Z = 100$ dans notre repère local. Ce niveau fini permettra l'accès aux poids lourds directement dans le bâtiment construit. Cela est confirmé par une coupe du projet et la partie Est du projet qui est construite sur une plateforme établie en remblai par rapport à la surface topographique actuelle.

Dans notre repère local, la cote du terrain au moment de notre étude dans l'emprise du bâtiment étant comprise entre d'une part $Z = 99$ à l'Ouest et en amont (vers SP10/SP11/SP12) et d'autre part $Z = 97,60$ à l'Est et en aval (vers SP18/PD26), le bâtiment sera donc principalement établi en remblai sur une hauteur maximale de l'ordre de 2,40 m (sans tenir compte de l'épaisseur de matériaux à décaper) et en lèche terrain sur la façade Ouest (vers SP10 et SP12 notamment).

Il est également prévu la construction d'une voirie lourde qui contournera le futur bâtiment et enfin un parking VL d'environ 40 places au Sud du site.

4-4/ Les terrassements généraux

4-4.1/ Généralités

En cas de venues d'eau lors des premiers terrassements (cas peu probable sauf période très pluvieuse par exemple) et préalablement à la construction des plateformes, il conviendra d'élaborer un dispositif drainant permettant de réduire l'infiltration et les circulations d'eau à la surface du terrain naturel, lequel dispositif captera les eaux d'infiltration et les évacuera vers un dispositif de récupération des eaux pluviales.

Par rapport à nos investigations et à un niveau de plateforme vers $Z = 99,80$, les hauteurs à terrasser en déblai ou en remblai sont les suivantes :

Sondages Essais	Hauteur (en m) à terrasser en remblai par rapport au terrain d'étude pour Z = 99,80 dans notre repère local
	En remblai
SP10	± 0
SP11	≅ 0,40
SP12	± 0
SP13	≅ 0,35
SP14	≅ 0,45
SP15	≅ 1,20
SP16	≅ 1,95
SP17	≅ 1,40
SP18	≅ 2,15
PD19	≅ 0,10
PD20	≅ 0,20
PD21	≅ 0,30
PD22	≅ 0,60
PD23	≅ 1,05
PD24	≅ 0,95
PD25	≅ 1,70
PD26	≅ 2,20
PD27	≅ 1,80

4-4.2/ Les talus

Pour les différents talus en remblai qui seront réalisés dans des matériaux d'apport ou extraits du site, nous conseillerons de retenir une pente de 3/2 (3 de base pour 2 de hauteur).

Cette pente relativement faible réduira les risques d'apparition de rupture de talus par glissements plans ou circulaires profonds. Cependant, elle n'évitera pas l'érosion due à l'action de l'eau. Une végétalisation des talus permettra de réduire son effet.

4-4.3/ Terrassements en déblai

Les terrassements dans les zones de lèche terrain voire de légers déblais seront réalisés dans des faciès meubles et d'altération facilement terrassables. Les terrassements pourront donc être effectués avec des engins classiques. A la rencontre de niveaux plus résistants, les fouilles pourront nécessiter ponctuellement l'utilisation d'engins plus puissants de terrassement (pelle puissante, BRH, doigt de déroctage...).

Pour les travaux de démolition de « Cortizo Recycling », il conviendra d'avoir à disposition du matériel adapté.

Les terrains meubles pouvant être instables, il conviendra de prévoir un talutage ou un blindage des parois des fouilles (réseaux enterrés) afin de réduire les risques de glissement.

Les éventuelles venues d'eau en fond de fouille devront être captées et évacuées.

4-4.4/ Terrassements en remblai

Les dispositions constructives générales de mise en œuvre du remblai de plate-forme seront les suivantes :

- décapage des éventuels remblais, décapage de la terre végétale et purge des argiles superficielles trop foisonnées et/ou humides (cette hauteur sera fonction des conditions climatiques au moment du chantier). Les terrains foisonnés suite aux travaux de purge des vestiges de fondation et de déboisement (arrachage des haies et des quelques arbres) devront systématiquement être purgés ;
- compactage adapté du fond de forme obtenu (pas de compactage intensif pouvant altérer les assises supports) ;
- mise en œuvre des matériaux d'apport suivant les règles de l'art (matériaux inertes de VBS < 0,3 et à granulométrie étendue mis en place par couches peu épaisses – 20 à 30 cm au maximum chacune) ;
- compactage des matériaux jusqu'à obtention d'une densité sèche au moins égale à 95 % de l'optimum Proctor et d'un module de Westergaard KW supérieur à 50 MPa/m et d'un module EV2 supérieur à 50 MPa sous dallage (charges d'exploitation avec des charges réparties $\leq 20 \text{ kN/m}^2$) ou autre valeur qui sera précisée par l'ingénieur en structure qui aura à définir les caractéristiques de raideur de la dalle.

Nous rappelons les objectifs classiques à atteindre pour les essais à la plaque avec :

- sur une éventuelle couche de blocage à la base du remblai dans le cas d'un fond de forme fortement dégradé par des conditions météorologiques très défavorables par exemple (en 0/250 mm par exemple) : objectif d'un EV2 $\geq 20 \text{ MPa}$ (AR1) ;
- sur les couches intermédiaires (en 0/80 mm par exemple) : objectif d'un EV2 $\geq 50 \text{ MPa}$,
- sur la couche de finition et de réglage (en 0/31.5 mm par exemple) : objectif d'un EV2 $\geq 50 \text{ MPa}$.

Pour éviter une pénétration des eaux dans le corps des remblais, nous conseillons vivement la mise en œuvre d'une émulsion bitumée. Les arases des plateformes devront être provisoirement pentées pour permettre l'évacuation des eaux météorites.

Enfin, afin de vérifier la continuité des caractéristiques mécaniques de la plateforme en remblai, nous préconisons la réalisation d'essais au pénétromètre dynamique dans les zones où l'épaisseur du remblai d'apport est supérieure à 1 mètre avec un objectif de densification q4.

La mise en œuvre de remblais sur les sols en place induira des tassements d'ordre centimétrique desdits sols en place dans les zones les plus remblayées (partie Est du projet). A ce tassement il convient d'ajouter celui du remblai d'apport pour lequel il est d'usage de prévoir un tassement de l'ordre du centimètre par mètre de remblai apporté. Dans un tel contexte, nous conseillons de prévoir une phase de latence de 3 mois après la mise en œuvre des remblais permettant l'acquisition des tassements des sols sous la plateforme. Au-delà de cette phase, les travaux de gros œuvre pourront démarrer.

4-5/ Les fondations

4-5.1/ Principe général

Les fondations devront reposer sur des assises présentant des caractéristiques mécaniques satisfaisantes. De telles assises seront constituées par les faciès argileux ou les altérites en place et de bonne consistance.

Dans un tel contexte, il sera possible d'adopter une solution de fondation par puits avec les conditions **d'encastrement minimales** suivantes :

- 0,50 m dans les argiles bariolées, argiles à graviers ou argiles feuilletées de bonne consistance ;
- A l'Ouest d'une ligne PD23-PD24 :
 - 1,30 m dans le terrain actuel ;
 - 1,50 m dans le sol fini.
- A l'Est d'une ligne PD23-PD24 :
 - 1,00 m dans le terrain actuel ;
 - 1,50 m dans le sol fini.

Les remblais d'apport seront systématiquement traversés dans la partie aval du projet ce qui entraînera des approfondissements (voir le tableau présenté ci-après). En fonction du niveau de calage de l'ouvrage, la hauteur des puits sera généralement comprise entre 1,50 m et 3,40 m par rapport au sol fini, les hauteurs les plus importantes étant obtenues dans la zone de remblai (partie Est du projet).

A titre d'exemple et en fonction de nos investigations, les **profondeurs minimales** des fouilles de fondation seront les suivantes :

Sondages Essais	Profondeur approximative (en m) du massif par rapport	
	A la tête du sondage/essai (Terrain naturel)	Au niveau fini Z = 100 dans notre repère local
SP10	1,30	1,55
SP11	1,30	1,90
SP12	1,30	1,50
SP13	1,30	1,85
SP14	1,30	1,95
SP15	1,00	2,40
SP16	1,00	3,15
SP17	1,00	2,60
SP18	1,00	3,35
PD19	1,30	1,60
PD20	1,30	1,70
PD21	1,30	1,80
PD22	1,30	2,10
PD23	1,30	2,55
PD24	1,30	2,45
PD25	1,00	2,90
PD26	1,00	3,40
PD27	1,00	3,00

Les dimensions planes des appuis seront calculées en fonction d'une contrainte aux ELS fixée à 0,20 MPa (2,0 bars).

4-5.2/ Les estimations de tassements

A titre d'exemple, nous avons effectué un calcul de tassement pour des appuis transmettant des hypothèses de charges permanentes de 25 et 50 Tonnes. L'estimation des tassements est donnée dans le tableau ci-dessous :

Charges (T)	Contrainte aux ELS (MPa)	Tassements (mm)
25	0,20	2 à 5
50	0,20	3 à 8

4-6/ Les dallages sur terre-plein

Les caractéristiques géotechniques des assises superficielles permettent la construction d'un dallage sur terre-plein sous réserve de respecter les dispositions constructives décrites dans le paragraphe 4-4.

Suite à la réalisation de ces travaux de terrassements généraux, il sera possible de respecter les dispositions constructives suivantes :

- adoption d'une hauteur de couche de forme granulaire d'apport minimale de 0,40 m en R61 ou équivalent, la hauteur réelle nécessaire à mettre en œuvre pour obtenir les critères fixés par les projeteurs étant déterminée en fonction des conditions climatiques au moment des travaux et de la nature des remblais mis en œuvre par l'entreprise et ce au moyen d'une planche d'essais (essais à la plaque avec au minimum 20 unités environ).

Valeurs du module Es :

Conformément au DTU 13.3, les essais pressiométriques ont permis de calculer les modules « Es » des assises sous dallage.

En fonction des résultats des essais pressiométriques, nous avons obtenu les différentes successions des valeurs de « Es » suivantes :

Sondages	Epaisseurs (m)	Faciès	Es (MPa)	α
SP10 à SP14 (Partie Ouest)	< 1,00 1,50 > 4,00	Remblais Argiles compactes Argiles et altérites	- 30,7 19,9	- 1,0 0,66 / 1,0

Sondages	Epaisseurs (m)	Faciès	Es (MPa)	α
SP13 à SP15 (partie centrale)	≈ 0,50 à 1,40 1,50 > 4,00	Remblais Argiles compactes Argiles et altérites	- 42,5 25,9	- 1,0 0,66 / 1,0

Sondages	Epaisseurs (m)	Faciès	Es (MPa)	α
SP15 à SP18 (partie Est)	≈ 1,40 à 2,40	Remblais	-	-
	1,50	Argiles compactes	35,1	1,0
	> 4,00	Argiles et altérites	35,0	0,66 / 1,0

Les valeurs sont indiquées par rapport à un niveau fini à Z = 100 dans notre repère local NGF.

Les valeurs de « Es » au sein des remblais seront fonction de la nature et de l'importance du compactage des matériaux. Seule la réalisation de sondages pressiométriques complémentaires en phase travaux permettra de fournir les « modules Es » des remblais mis en œuvre dans la partie aval de la plateforme générale de construction.

4-7/ Les conditions de réemploi des matériaux de déblais en remblais

D'après le Fascicule « réalisation des Remblais et des Couches de Forme » du SETRA-LCPC, la classification GTR des terrains est la suivante :

- **argiles limoneuses : Classe A1 ;**
- **argiles marron à bariolées localement avec graviers : Classe A1 voire A2 (état hydrique moyen « m » au moment de notre intervention) ;**
- **argiles schisteuses - altérites : Classes estimées A1 voire A2 ;**

D'une manière générale, les terrains rencontrés sont sensibles aux conditions météorologiques lors des travaux, leur portance pouvant chuter rapidement en période pluvieuse, rendant difficiles les conditions de circulation des engins de chantier à pneus. A l'état humide, ces matériaux sont sujets au matelassage.

Compte tenu du niveau de calage pris comme référence dans le présent rapport (niveau fini en lèche terrain à l'Ouest et en remblai à l'Est), les seuls matériaux issus du site seront ceux de couverture : terre végétale et argiles limoneuses. Ces faciès ne pourront par être réutilisés en remblai ou en couche de forme.

4-8/ Les voiries (sondages P1 à P8)

4-8.1/ Les classes de portance

D'après le Fascicule « Chaussées Neuves à Faible Trafic » du SETRA-LCPC, les classes de Portance des matériaux sont les suivantes :

Faciès	GTR	Portance (Période favorable)	Portance (Période défavorable)
Argiles limoneuses	A1	2 – 3	0 - 1
Argiles marron à bariolées localement avec graviers	A1/A2	2 – 3	1 – 2
Argiles schisteuses, altérites	A1/A2	2 – 3	1 – 2

La construction des chaussées ne pourra se faire que sur une plate-forme de classe minimale PF2 ce qui nécessitera la réalisation d'une couche de forme.

Nous rappelons que les classes de plate-forme sont définies ainsi qu'il suit :

Module EV2 (MPa)	20	50	120	200
Classe de plate-forme	PF1	PF2	PF3	PF4

4-8.2/ La couche de forme

La couche de forme pourra être mise en œuvre après décapage, au minimum, de la couche de recouvrement limoneuse (terre végétale et de la partie supérieure des assises argileuses trop humide et/ou foisonnée).

Pour les plates-formes de voiries, les dispositions constructives minimales suivantes devront être prévues :

- après un contrôle strict des sols d'assise de manière à vérifier l'absence d'éléments évolutifs, le réglage puis le compactage du fond de forme obtenu en lui donnant une légère pente transversale orientée vers un dispositif d'évacuation des eaux pluviales (tranchées ou fossés),
- mise en œuvre d'un éventuel remblai d'apport de bonne qualité (non sensible à l'eau) selon le calage du projet, un contrôle de la PST et l'exécution d'une couche de forme suivant les règles de l'art (matériaux graveleux inertes, insensibles à l'eau et à granulométrie étendue mis en place par couches peu épaisses – 20 à 30 cm au maximum chacune). Un géotextile sera mis en œuvre en fond de fouille,
- compactage des matériaux jusqu'à obtention des valeurs minimales suivantes :
 - densité sèche au moins égale à 95% de l'optimum Proctor pour la couche de remblais / 98.5 % pour la couche de forme,
 - module EV2 \geq 50 MPa,

- rapport de compactage $EV2 / EV1 < 2$,
- l'adoption d'une hauteur minimale de couche de forme de 0,40 m sur un géotextile avec un matériau de classe GTR R61 ou R21 (cas d'une PST2-AR1). La hauteur réelle nécessaire à mettre en œuvre pour obtenir les critères fixés par les projeteurs sera déterminée en fonction des conditions climatiques au moment des travaux, de la nature des PST et des éventuels remblais mis en œuvre par l'entreprise, et ce, au moyen de planches d'essais (essais à la plaque),
- contrôle strict des matériaux mis en œuvre et réalisation d'essais à la plaque pour chaque couche afin de vérifier l'obtention des critères de réception visés.

Cette mission devra être suivie de missions d'études géotechniques de projet (type G2 Phase PRO) et d'une mission de supervision géotechnique d'exécution (type G4).

Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage pour toutes informations complémentaires.

Les conclusions du présent rapport sont données sous réserve des conditions particulières jointes en annexe.



Ay. BARATON



T. MARCHADIER

MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUES

NORME NFP 94-500 (Novembre 2013)

Mission G1 – Etudes géotechniques préalables

Mission G1 ES – Etude de Site

Réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'une étude d'esquisse ou d'un avant projet sommaire, elle permet de définir le modèle géologique préalable du site ainsi que les reconnaissances en vue d'y implanter un ouvrage non encore défini et de faire la première identification des risques géologiques d'un site à travers une enquête documentaire.

Mission G1 PGC – Principes Généraux de Construction

Réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'une étude d'esquisse ou d'un avant projet sommaire, elle permet de définir les principes généraux de construction envisageables pour le projet. Elle s'appuie sur la définition, la réalisation et/ou le suivi d'un programme d'investigations géotechniques.

Mission G2 – Etude géotechnique de conception

Mission G2 AVP – En phase Avant Projet

Réalisée au stade de l'avant-projet, elle étudie 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/ou le suivi d'un programme d'investigations géotechniques. Elle permet une première approche des quantités.

Mission G2 PRO – En phase Projet

Réalisée au stade projet, elle fournit une synthèse actualisée du site, les méthodes d'exécution pour les ouvrages géotechniques et les valeurs seuils associées, ainsi que les notes de calcul de dimensionnement optimisé pour tous les ouvrages géotechniques et pour toutes les phases de construction. Elle permet une approche des quantités / délais / coûts d'exécution de ces ouvrages. Si besoin, des investigations complémentaires sont réalisées.

Mission G2 DCE/ACT - En phase DCE / ACT

Elle consiste en l'établissement des documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques et en l'assistance du client pour la sélection des entreprises et pour l'analyse technique des offres.

Mission G3 – Etude et suivi géotechnique d'exécution

Normalement à la charge de l'entreprise, elle permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation.

En phase Etude

Elle consiste à étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : hypothèses, définition et dimensionnement, méthodes et conditions d'exécution. Si nécessaire, des investigations complémentaires peuvent être réalisées.

En phase Suivi

Elle consiste à suivre l'exécution des ouvrages géotechniques, à vérifier les données et à participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques.

Mission G4 – Supervision géotechnique d'exécution

Elle permet de vérifier la conformité aux objectifs du projet, de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution. Elle est normalement à la charge du Maître d'Ouvrage.

Phase Supervision de l'étude d'exécution

Avis sur l'étude géotechnique d'exécution, sur les adaptations ou optimisations potentielle des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, sur le programme d'auscultation et les valeurs seuils associées.

Phase Supervision du suivi d'exécution

Avis, par interventions ponctuelles sur le chantier, sur le contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur, sur le comportement observé de l'ouvrage et des avoisinants concernés et sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur.

Mission G5 – Diagnostic géotechnique

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, cette mission consiste dans le cadre d'une mission ponctuelle à étudier un ou plusieurs éléments géotechniques dans le cadre d'un diagnostic, mais sans aucune implication dans d'autres éléments géotechniques.

Cette mission peut inclure après enquête documentaire, la définition d'un programme d'investigations spécifique et sa réalisation.

CONDITIONS PARTICULIERES

Le présent rapport ou Procès verbal ainsi que toutes annexes, constituent un ensemble indissociable.

La Société AIS Centre Atlantique. serait dégagée de toute responsabilité dans le cas d'une mauvaise utilisation de toute communication ou reproduction partielle de ce document, sans son accord écrit préalable.

Cette étude est basée sur des reconnaissances dont le caractère ponctuel ne permet pas de s'affranchir des aléas des milieux naturels, et ne peut prétendre traduire le comportement du sol dans son intégralité.

Ainsi, tout élément nouveau mis en évidence lors de l'exécution des fondations ou de leurs travaux préparatoires et n'ayant pu être détecté lors de la reconnaissance des sols, doit être signalé à AIS Centre Atlantique qui pourra reconsidérer tout ou partie des conclusions du Rapport.

De même, des changements dans l'implantation, la conception ou l'importance des ouvrages par rapport aux hypothèses de base de cette étude, peuvent conduire à modifier les conclusions et prescriptions du Rapport et doivent être portés à la connaissance d'AIS Centre Atlantique.

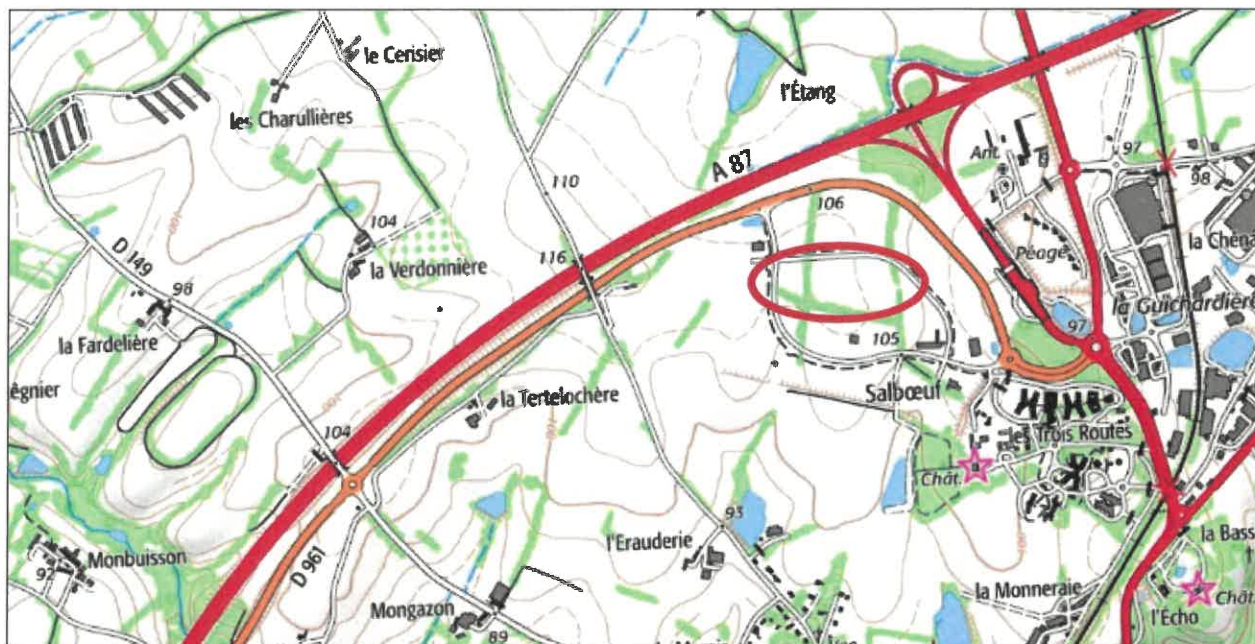
La Société AIS Centre Atlantique. ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à son étude que dans le cas où elle aurait donné son accord écrit sur lesdites modifications.

La Société AIS Centre Atlantique ne saurait trop conseiller le client de faire procéder, au moment de l'ouverture des fouilles ou de la réalisation des travaux de fondation, à une visite de chantier par un de ses spécialistes qui vérifiera la conformité de la nature des sols et la profondeur des horizons d'ancrage.

Cette prestation peut éventuellement être incluse dans le contrat d'étude et donnera lieu à un Procès Verbal.

ANNEXES

PLAN DE SITUATION et EXTRAIT DE LA CARTE GEOLOGIQUE



Extrait carte géologique de la France n°483 – Feuille de CHEMILLE
Echelle : $\approx 1/25000$ ème

LEGENDE (à titre indicatif)

A : Altérites en place ou déplacées des plateaux et des versants : argiles et silts argileux micacés avec fragments et blocs de quartz

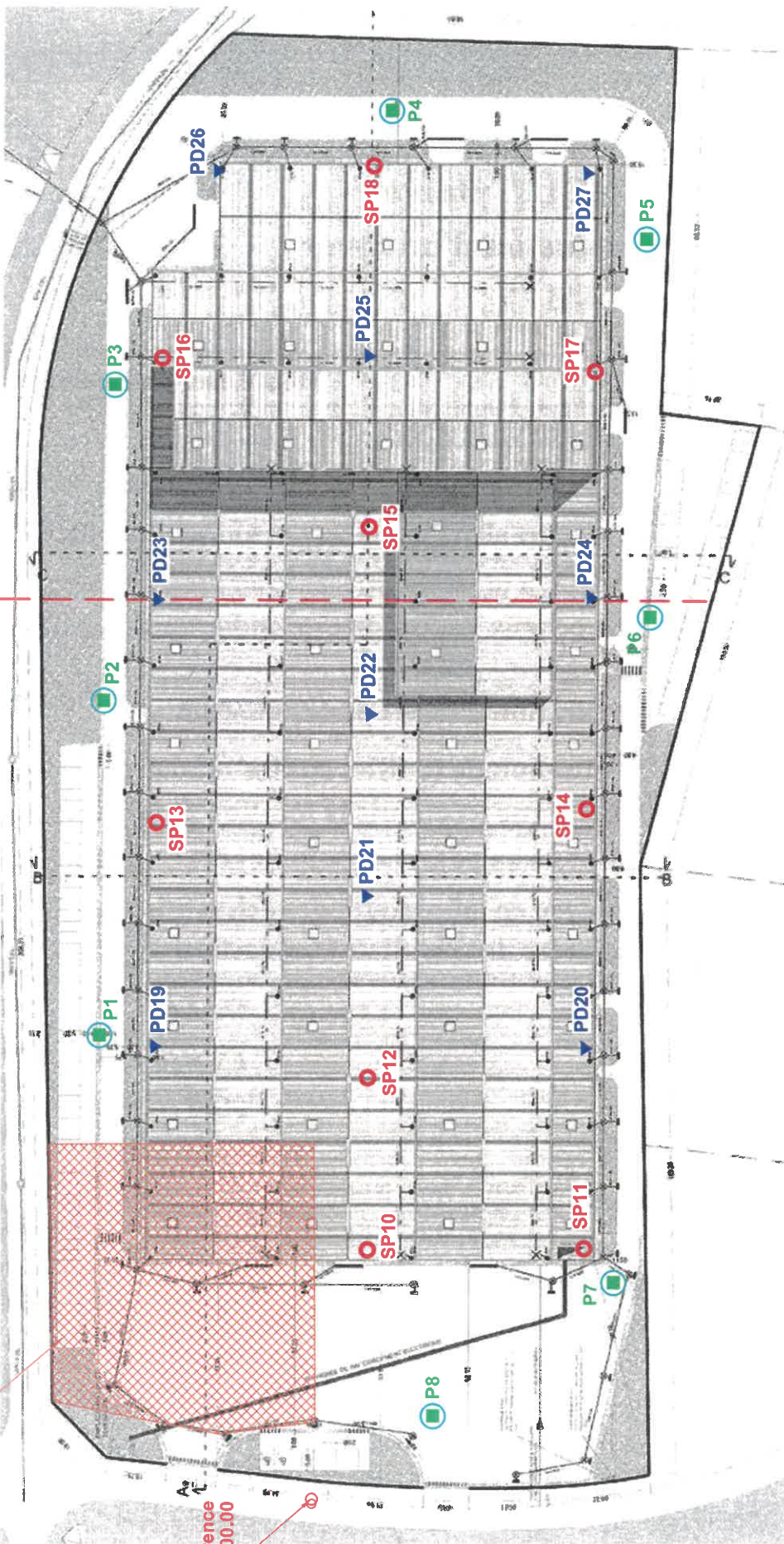
CHEMILLE-EN-ANJOU (49)
Dossier n°23.338 – 1

SCHEMA D'IMPLANTATION DES POINTS D'INVESTIGATION



Entrepôt existant

Référence
Z = 100,00



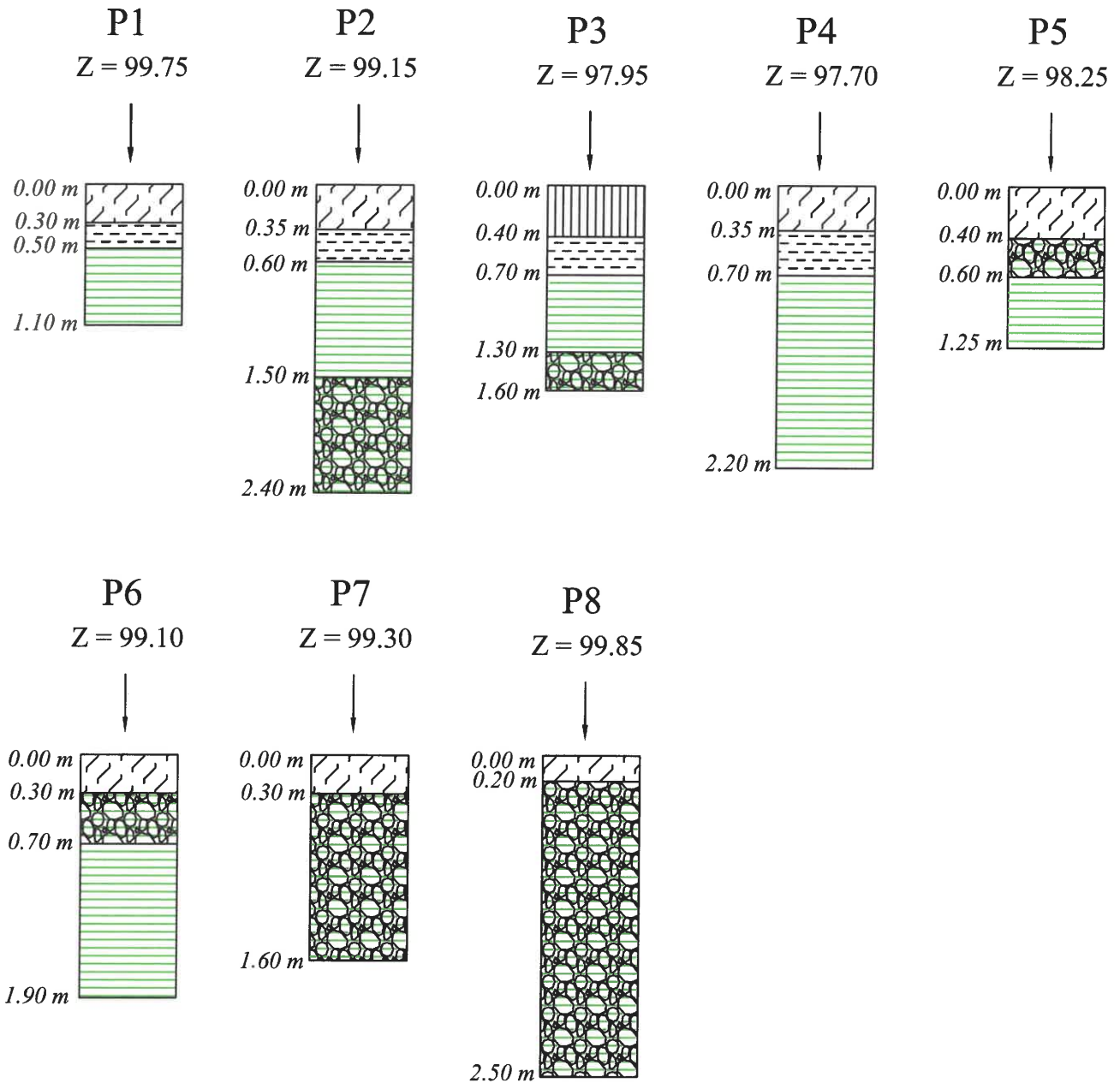
Reconnaissance d'octobre 2023






- Sondage pressiométrique
- ▼ Essai au pénétromètre dynamique

Reconnaissance de juin 2023

- Puits à la pelle mécanique avec essai d'infiltration

COUPES DES PUITS



-  Terre végétale limoneuse
-  Remblais argileux avec quelques blocs
-  Argiles limoneuses marron-beige
-  Argiles marron-ocre à bariolées
-  Argiles bariolées à cailloutis

CHEMILLE EN ANJOU - 23.237-1

Forage : SP10

Type : PRESSIOMETRIQUE

Client : CORTIZO France

Etude : CHEMILLE EN ANJOU (49)
Unité industrielle

X:

Date : 09/10/2023

Y:

Début : 0,00 m

Z: 99,75 m

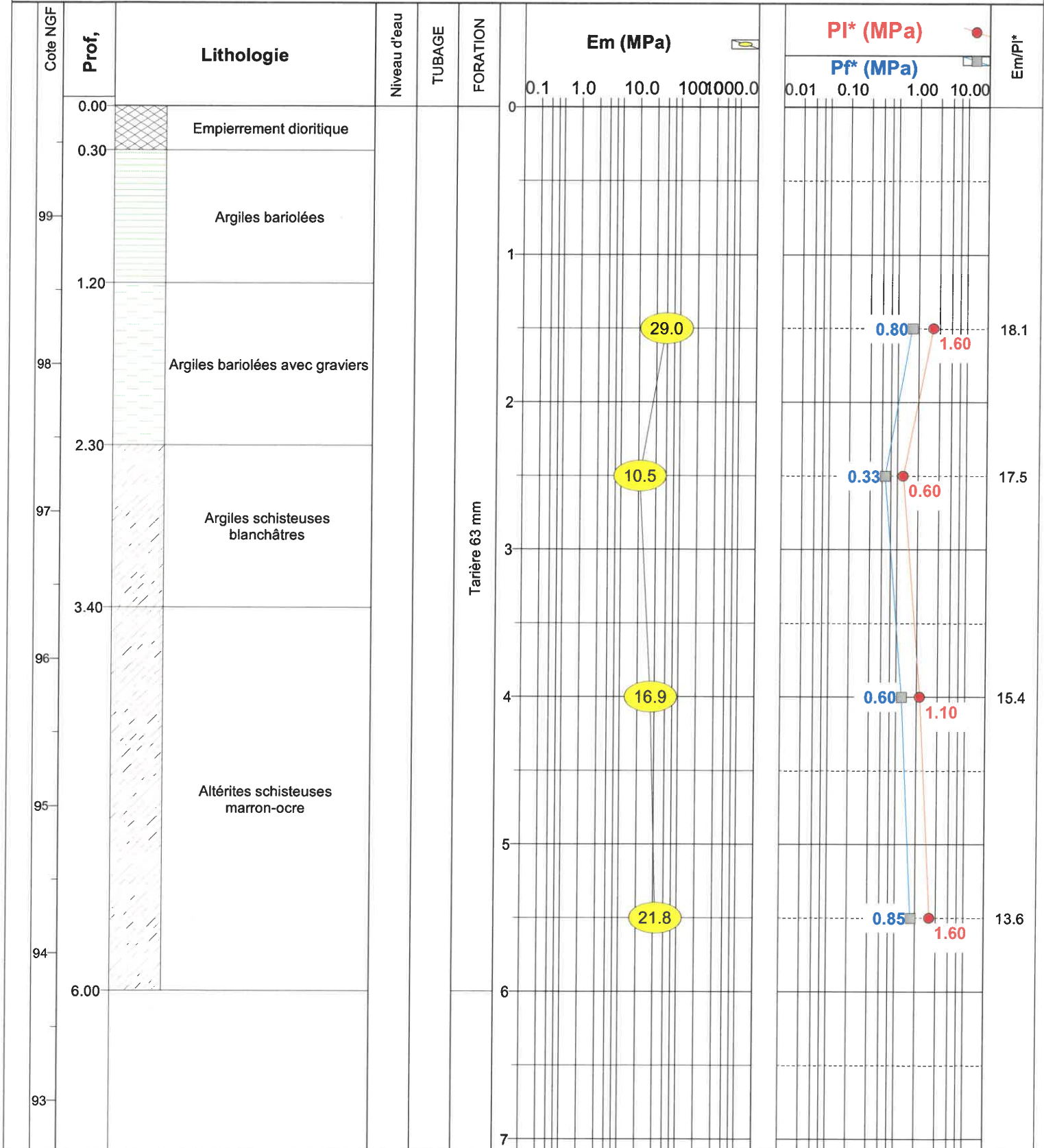
Fin : 6,00 m

Remarque :

Niveau d'eau:

Echelle : 1 / 35

Page: 1 / 1



Forage : SP12

Type : PRESSIOMETRIQUE

Client : CORTIZO France

Etude : CHEMILLE EN ANJOU (49)
Unité Industrielle

X: Date : 10/10/2023

Y: Début : 0,00 m

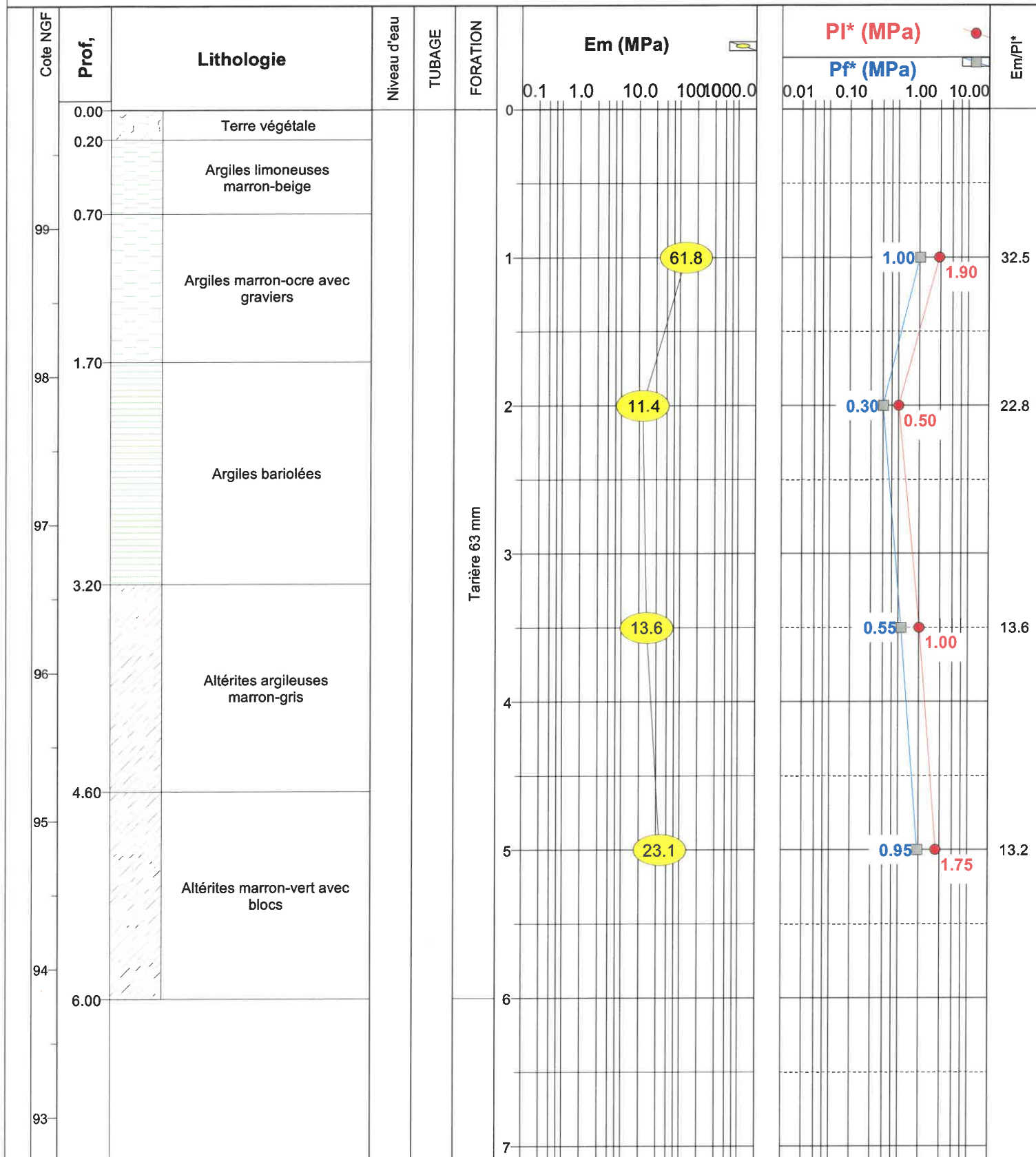
Z: 99,8 m Fin : 6,00 m

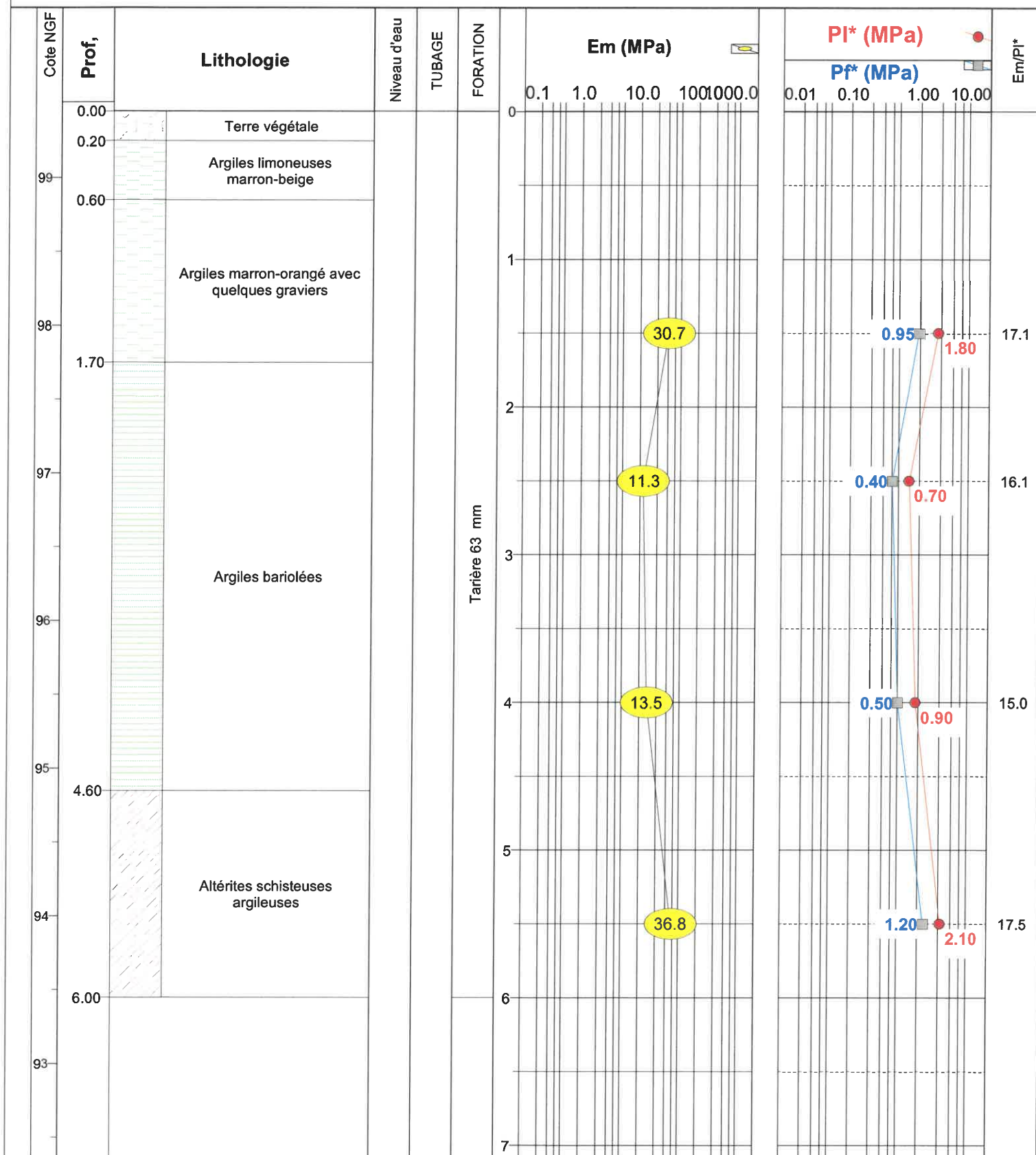
Remarque :

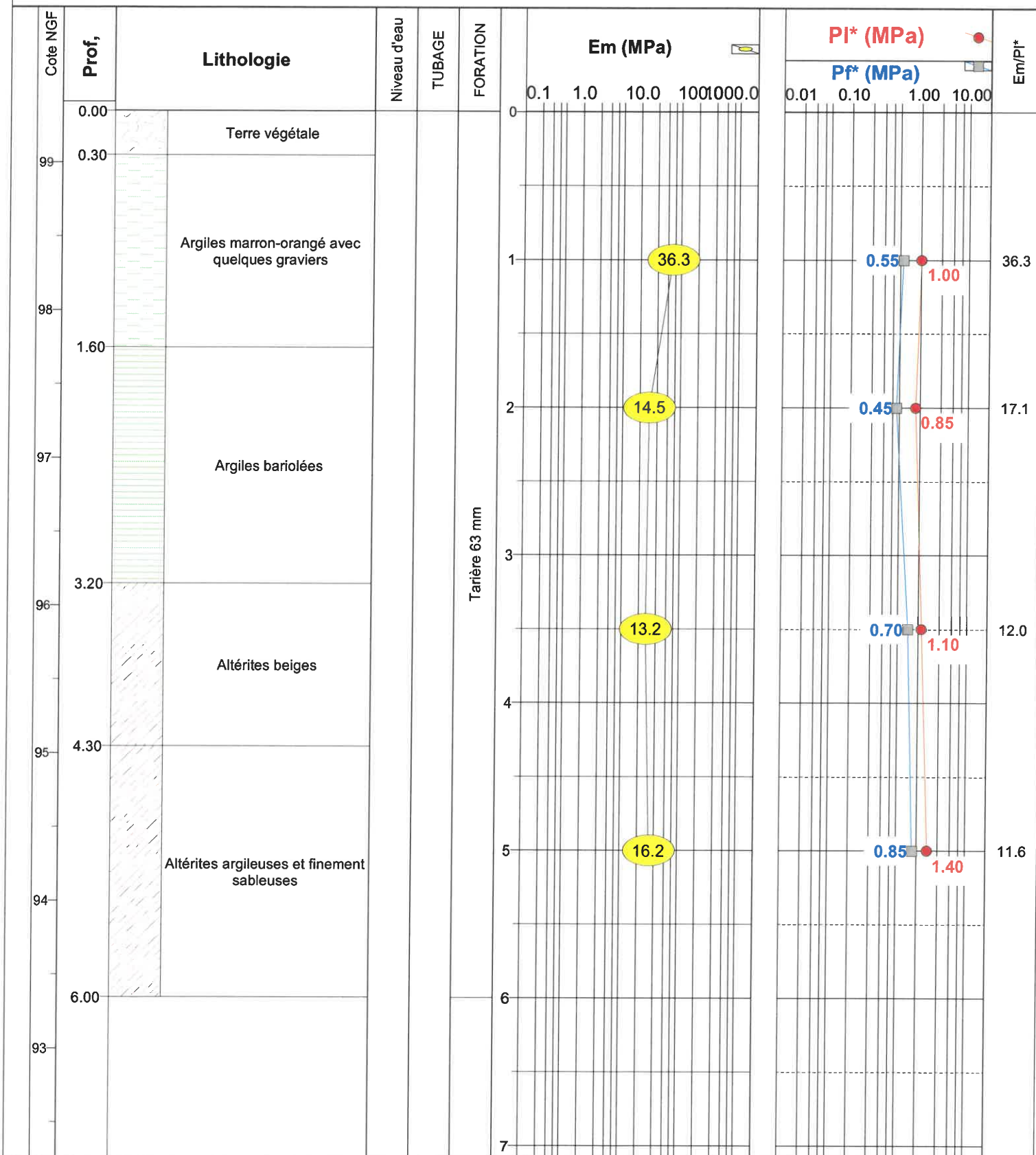
Niveau d'eau:

Echelle : 1 / 35

Page: 1 / 1







Forage : SP15

Type : PRESSIOMETRIQUE

Cliant : CORTIZO France

Etude : CHEMILLE EN ANJOU (49)
Unité industrielle

X:

Date : 11/10/2023

Y:

Début : 0,00 m

Z: 98,6 m

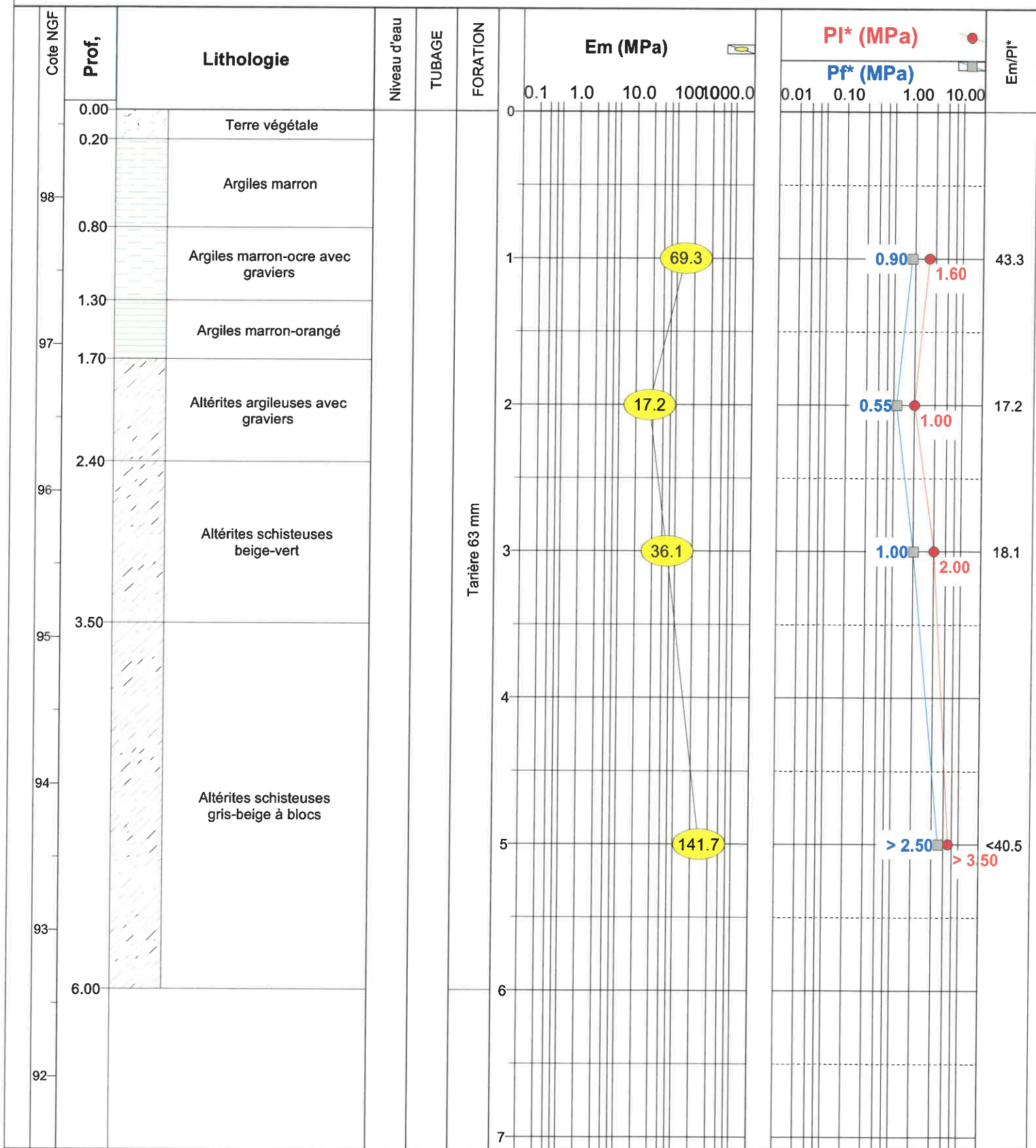
Fin : 6,00 m

Remarque :

Niveau d'eau:

Echelle : 1 / 35

Page: 1 / 1



Forage : SP16

Type : PRESSIOMETRIQUE

Client : CORTIZO France

Etude : CHEMILLE EN ANJOU (49)
Unité industrielle

X:

Date : 11/10/2023

Y:

Début : 0,00 m

Z: 97,85 m

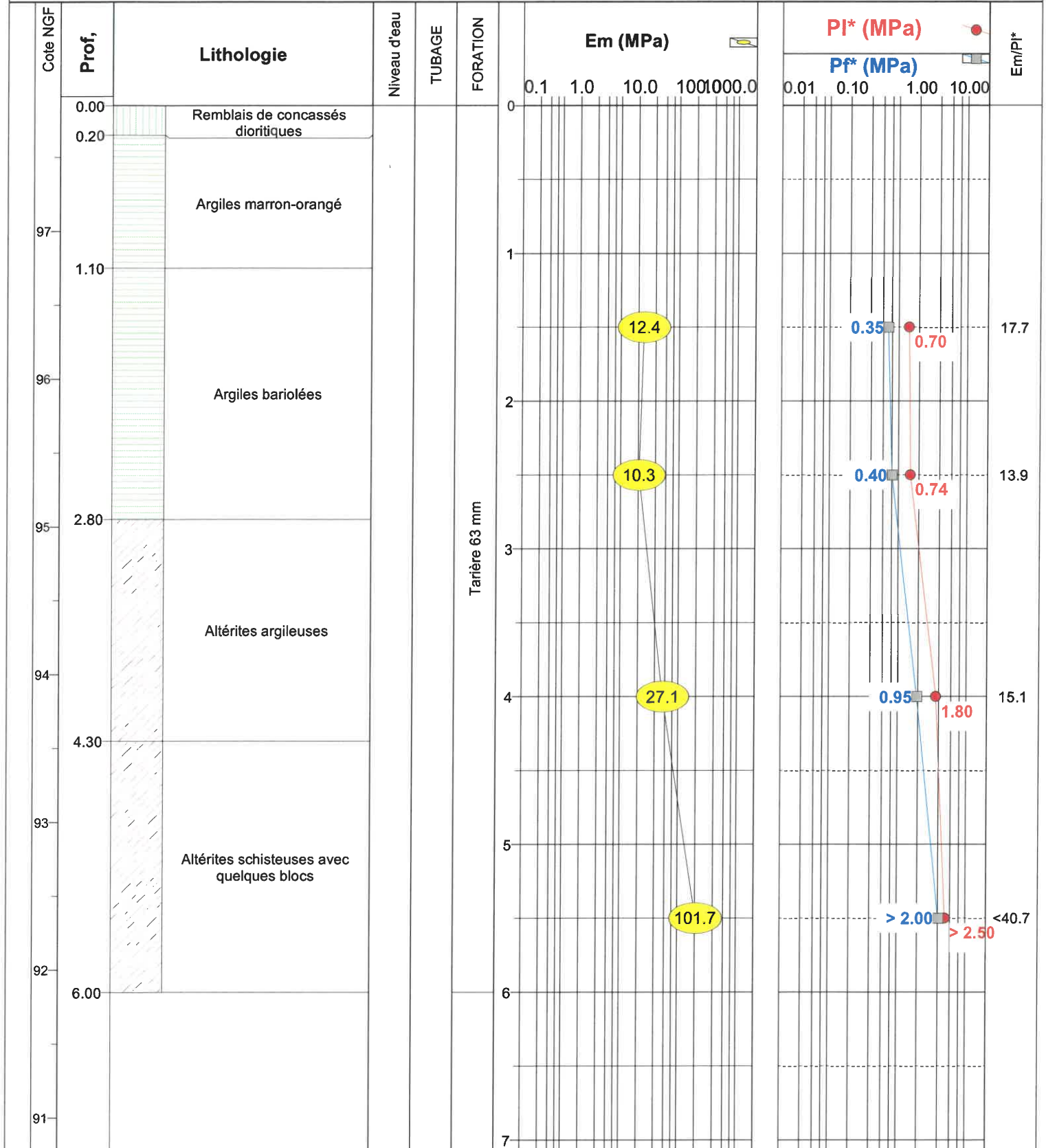
Fin : 6,00 m

Remarque :

Niveau d'eau:

Echelle : 1 / 35

Page: 1 / 1



Forage : SP17

Type : PRESSIOMETRIQUE

Client : CORTIZO France

Etude : CHEMILLE EN ANJOU (49)
Unité industrielle

X:

Date : 10/10/2023

Y:

Début : 0,00 m

Z: 98,4 m

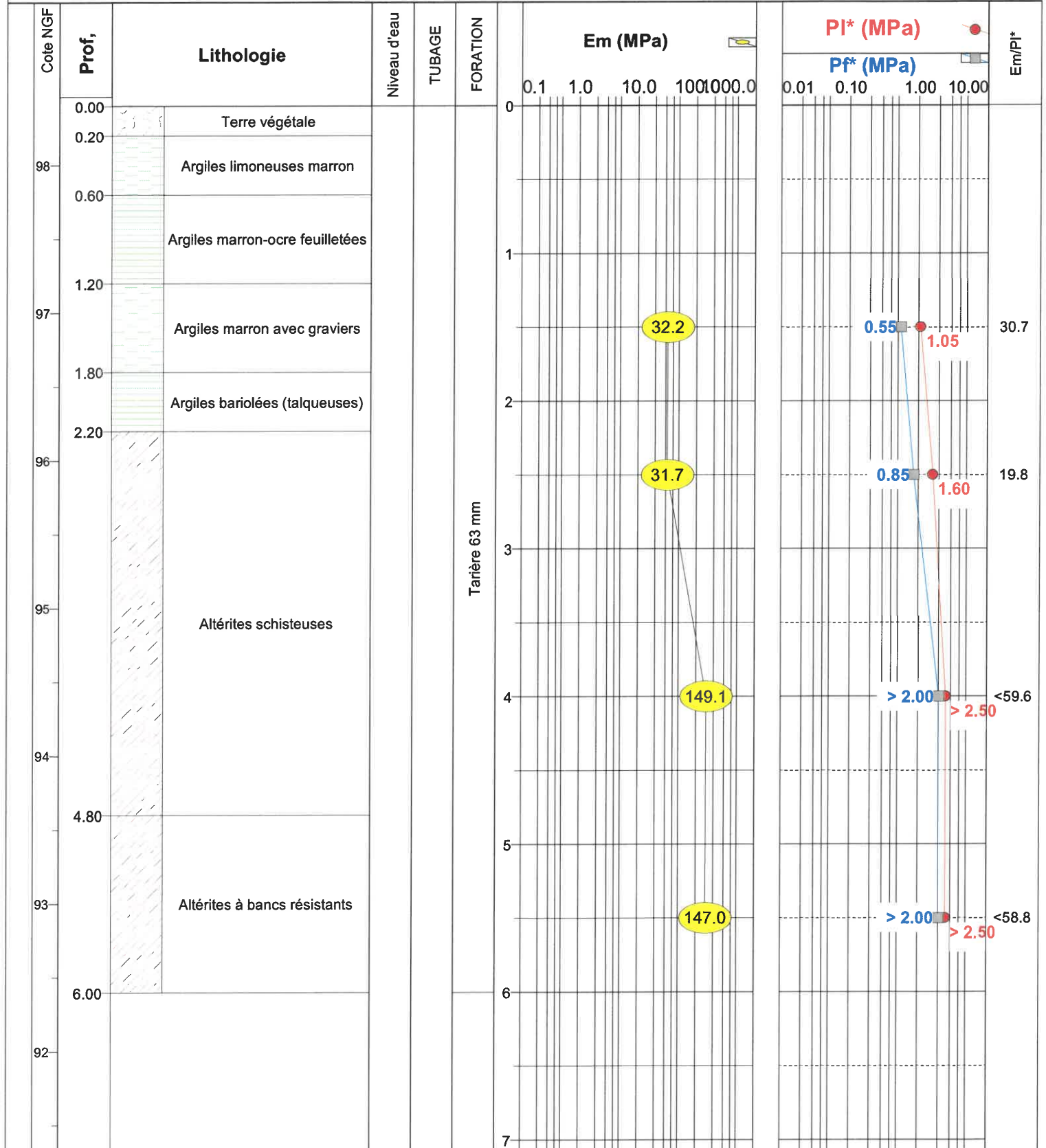
Fin : 6,00 m

Remarque :

Niveau d'eau:

Echelle : 1 / 35

Page: 1 / 1



Forage : SP18

Type : PRESSIOMETRIQUE

Client : CORTIZO France

Etude : CHEMILLE EN ANJOU (49)
Unité industrielle

X:

Date : 11/10/2023

Y:

Début : 0,00 m

Z: 97,65 m

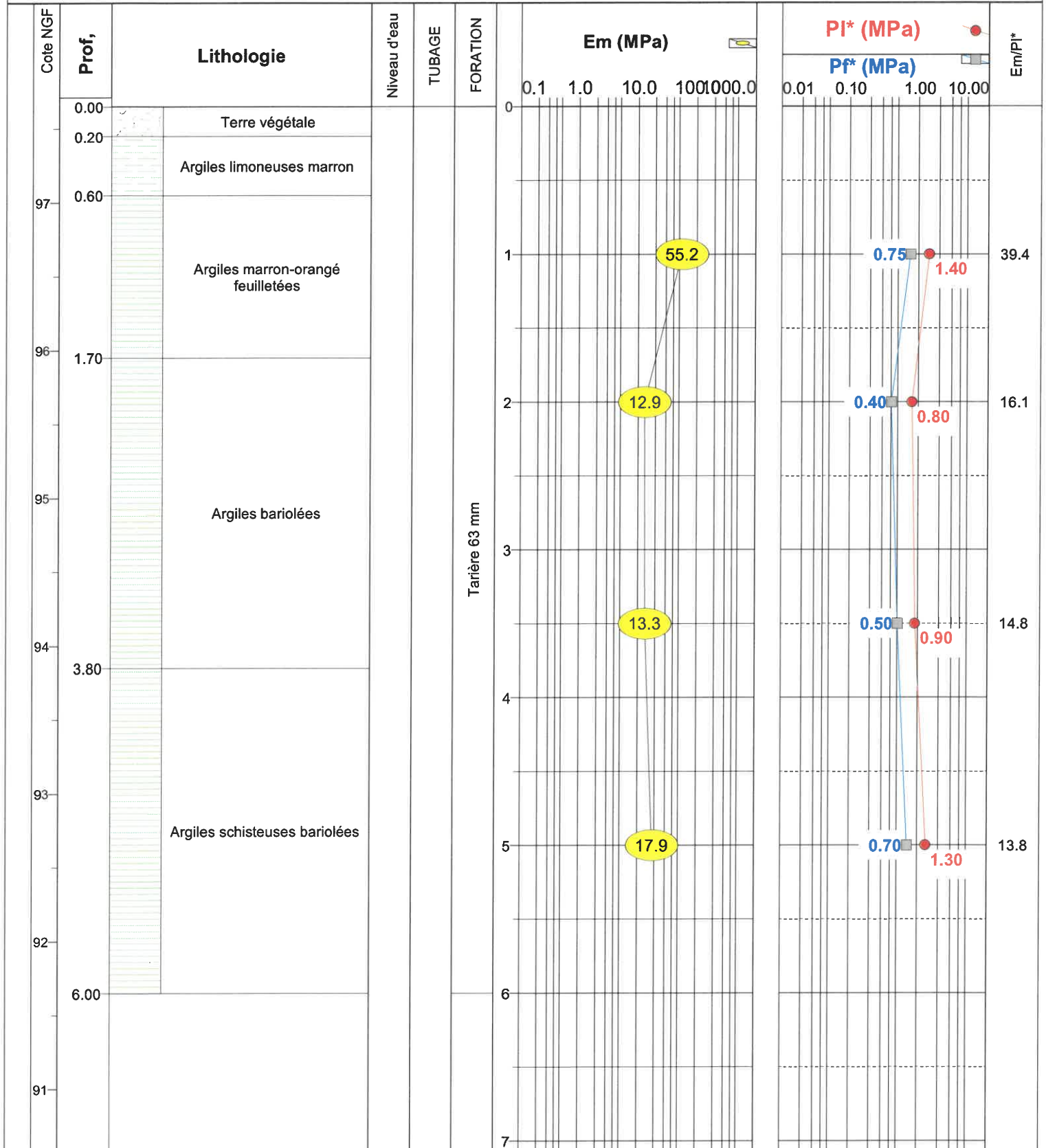
Fin : 6,00 m

Remarque :

Niveau d'eau:

Echelle : 1 / 35

Page: 1 / 1



ESSAI DE PENETRATION DYNAMIQUE



CHANTIER **CHEMILLE EN ANJOU (49)**

Unité industrielle

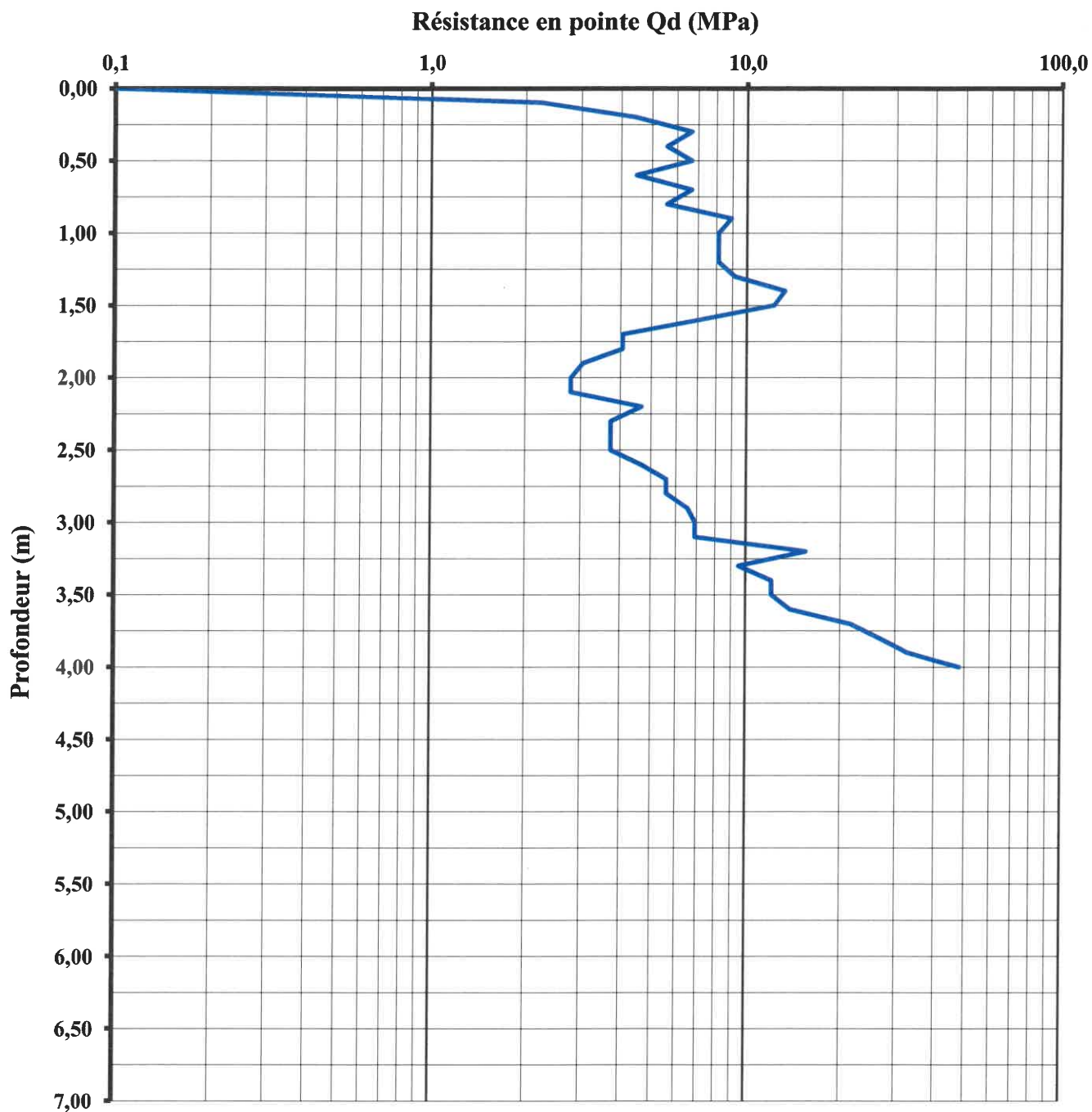
Dossier : 23.338-1

Client : CORTIZO France

Date chantier : 10/10/2023

PD19

Z = 99,70



Poids du mouton (kg)	43,5
hauteur de chute (m)	0,75
poids mort (kg)	14
hauteur initiale (m)	1
poids d'une tige (kg)	6,2

Observations:

Arrêt de l'essai au refus à 4,00 m de profondeur

ESSAI DE PENETRATION DYNAMIQUE



CHANTIER CHEMILLE EN ANJOU (49)

Unité industrielle

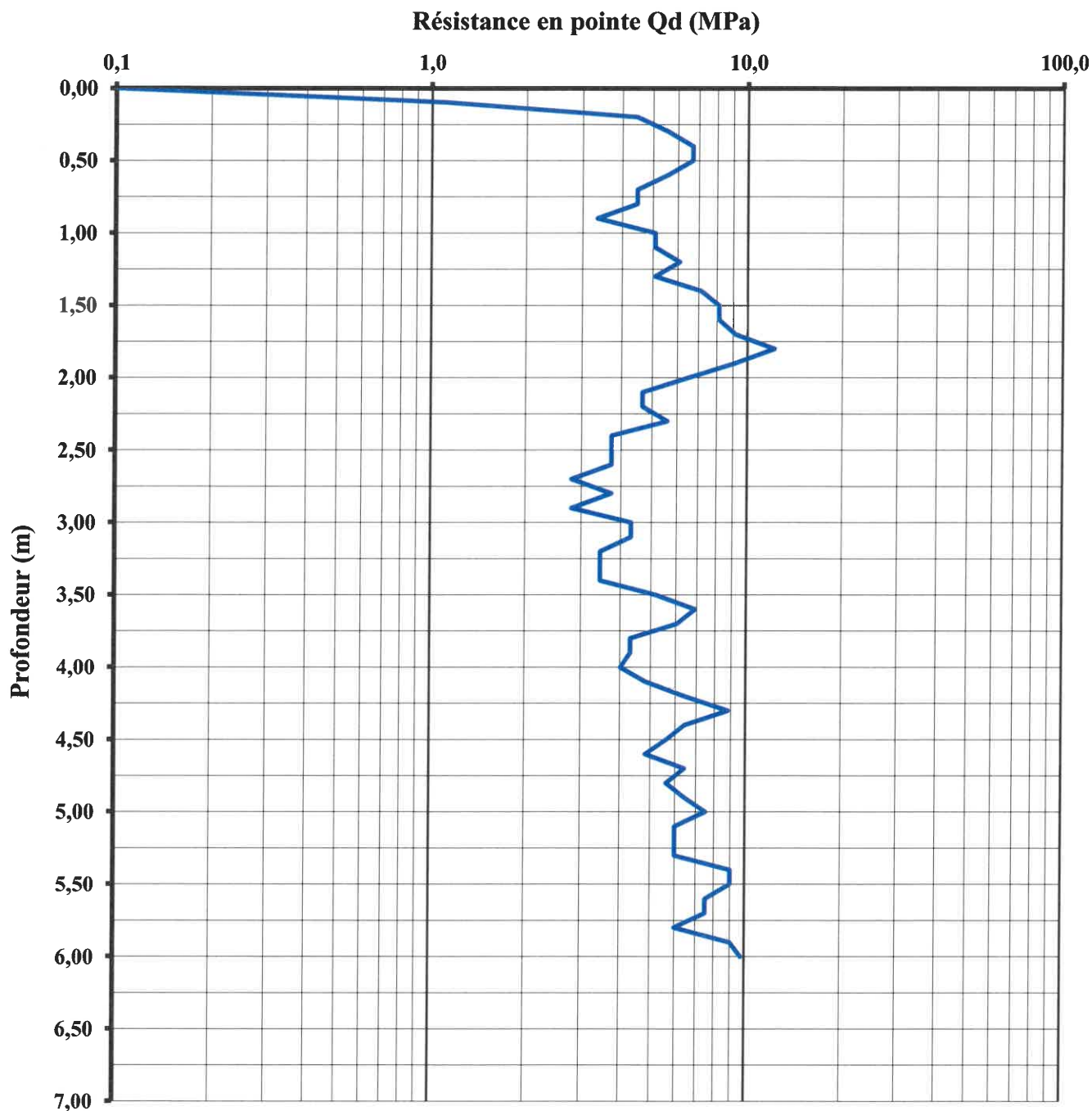
Dossier : 23.338-1

Client : CORTIZO France

Date chantier : 09/10/2023

PD20

Z = 99,60



Poids du mouton (kg)	43,5
hauteur de chute (m)	0,75
poids mort (kg)	14
hauteur initiale (m)	1
poids d'une tige (kg)	6,2

Observations:

ESSAI DE PENETRATION DYNAMIQUE



CHANTIER CHEMILLE EN ANJOU (49)

Unité industrielle

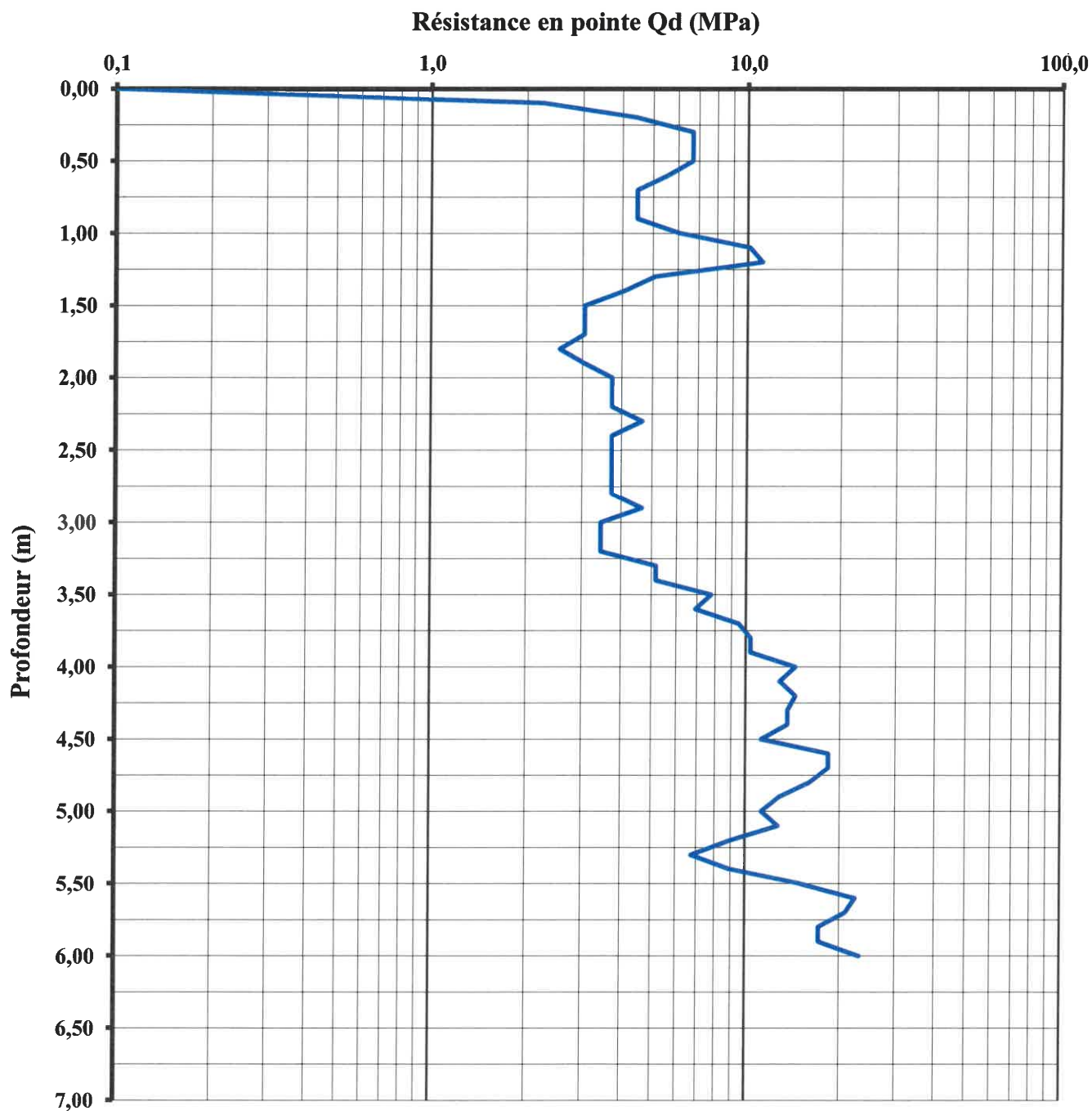
Dossier : 23.338-1

Client : CORTIZO France

Date chantier : 10/10/2023

PD21

Z = 99,50



Poids du mouton (kg)	43,5
hauteur de chute (m)	0,75
poids mort (kg)	14
hauteur initiale (m)	1
poids d'une tige (kg)	6,2

Observations:

ESSAI DE PENETRATION DYNAMIQUE



CHANTIER CHEMILLE EN ANJOU (49)

Unité industrielle

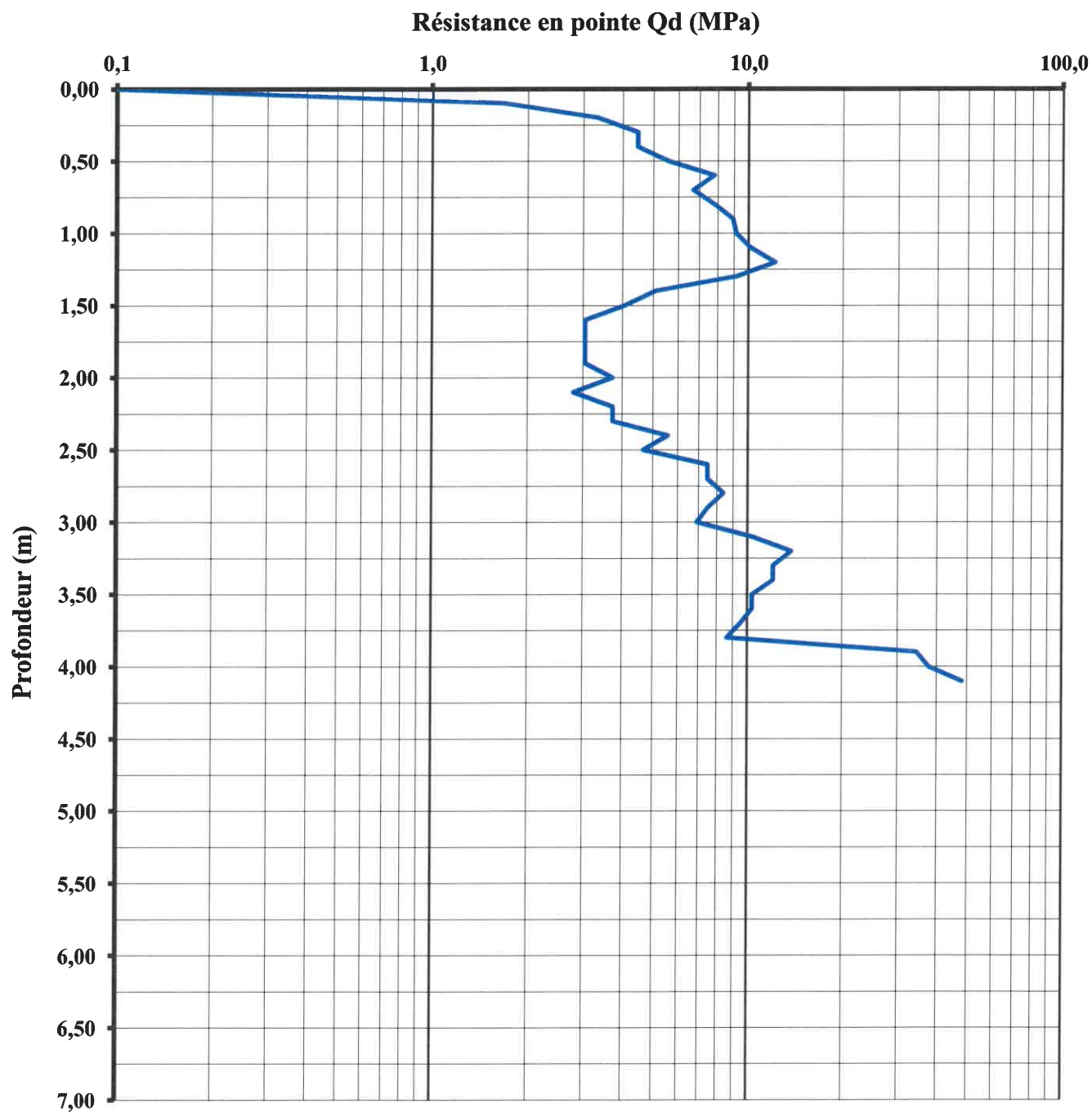
Dossier : 23.338-1

Client : CORTIZO France

Date chantier : 10/10/2023

PD22

Z = 99,20



Poids du mouton (kg)	43,5
hauteur de chute (m)	0,75
poids mort (kg)	14
hauteur initiale (m)	1
poids d'une tige (kg)	6,2

Observations:

Arrêt de l'essai au refus à 4,10 m de profondeur

ESSAI DE PENETRATION DYNAMIQUE



CHANTIER **CHEMILLE EN ANJOU (49)**

Unité industrielle

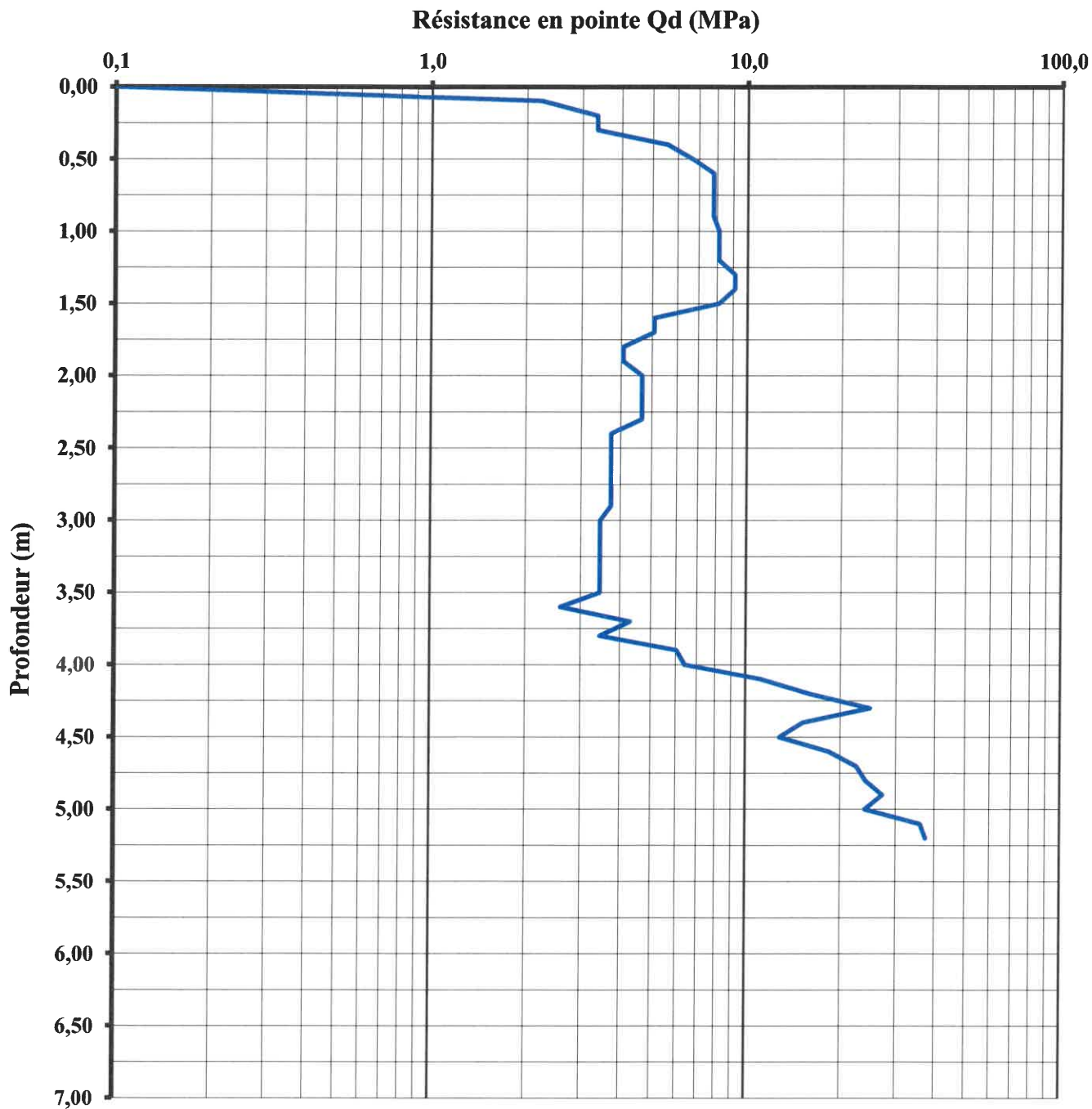
Dossier : 23.338-1

Client : CORTIZO France

Date chantier : 10/10/2023

PD23

Z = 98,75



Poids du mouton (kg)	43,5
hauteur de chute (m)	0,75
poids mort (kg)	14
hauteur initiale (m)	1
poids d'une tige (kg)	6,2

Observations:

Arrêt de l'essai au refus à 5,20 m de profondeur

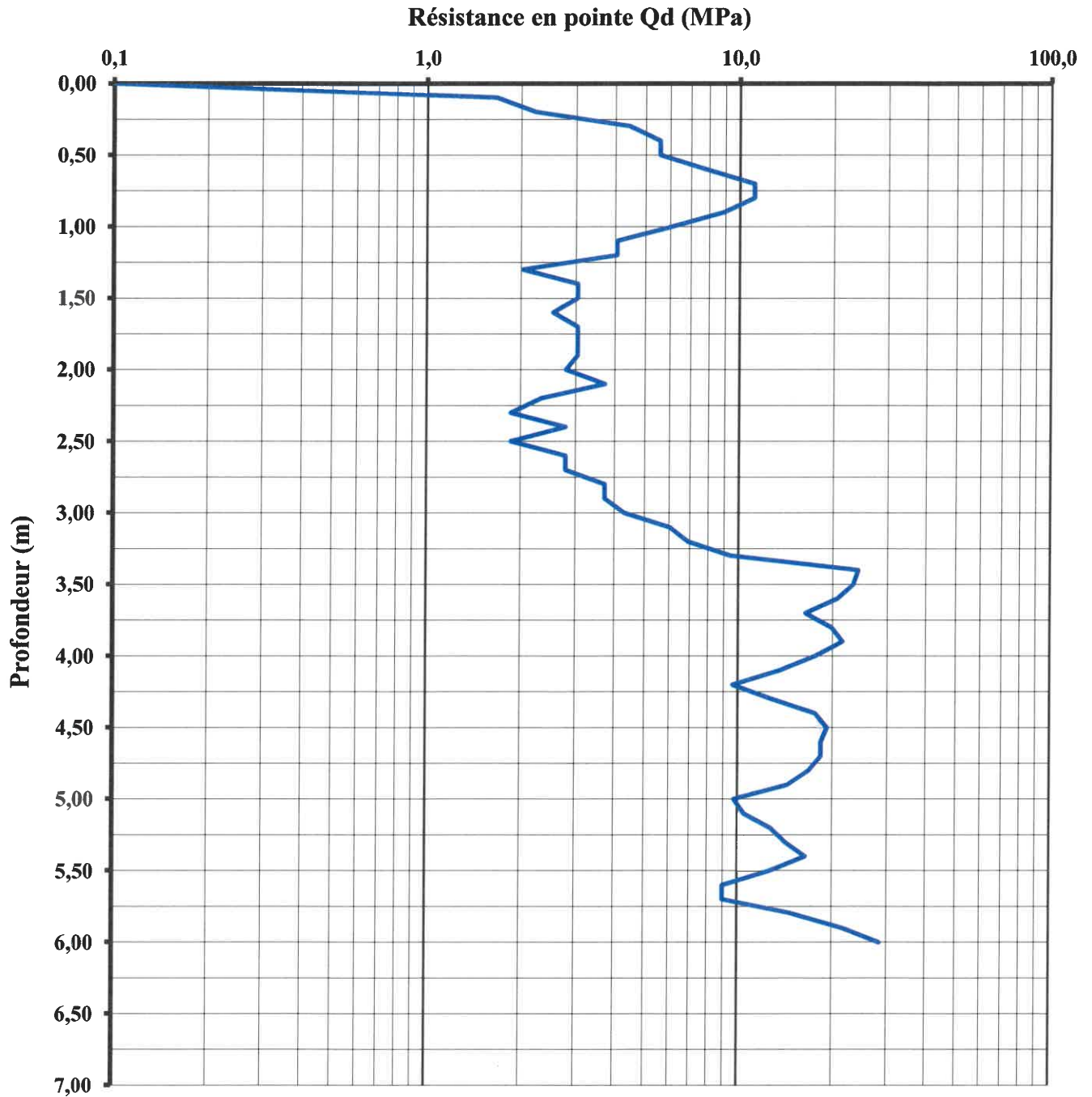
ESSAI DE PENETRATION DYNAMIQUE



CHANTIER **CHEMILLE EN ANJOU (49)**
Unité industrielle
Dossier : 23.338-1
Client : CORTIZO France
Date chantier : 09/10/2023

PD24

Z = 98,85



Poids du mouton (kg)	43,5
hauteur de chute (m)	0,75
poids mort (kg)	14
hauteur initiale (m)	1
poids d'une tige (kg)	6,2

Observations:

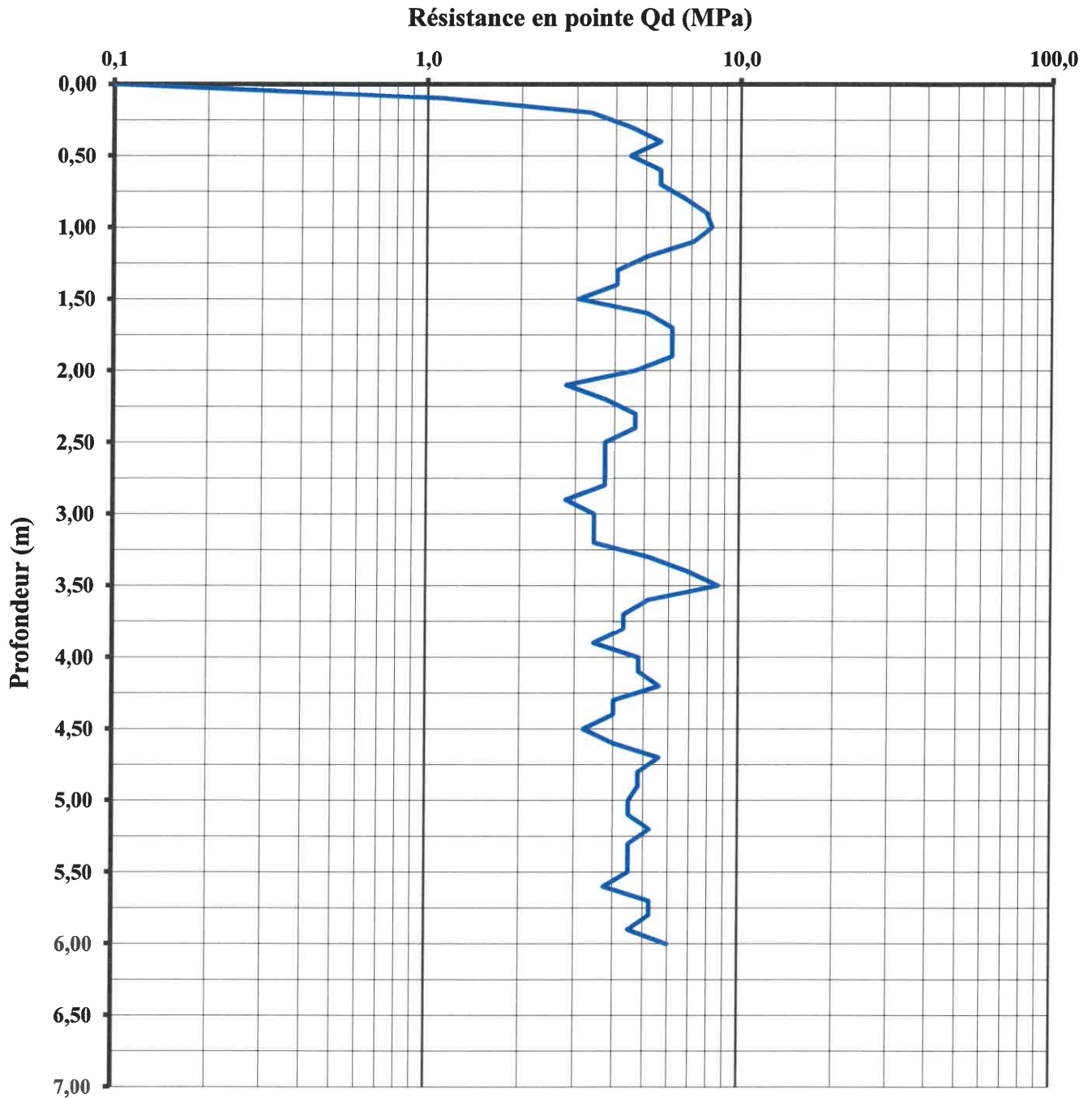
ESSAI DE PENETRATION DYNAMIQUE



CHANTIER **CHEMILLE EN ANJOU (49)**
Unité industrielle
 Dossier : 23.338-1
 Client : CORTIZO France
 Date chantier : 09/10/2023

PD25

Z = 98,10



Poids du mouton (kg)	43,5
hauteur de chute (m)	0,75
poids mort (kg)	14
hauteur initiale (m)	1
poids d'une tige (kg)	6,2

Observations:

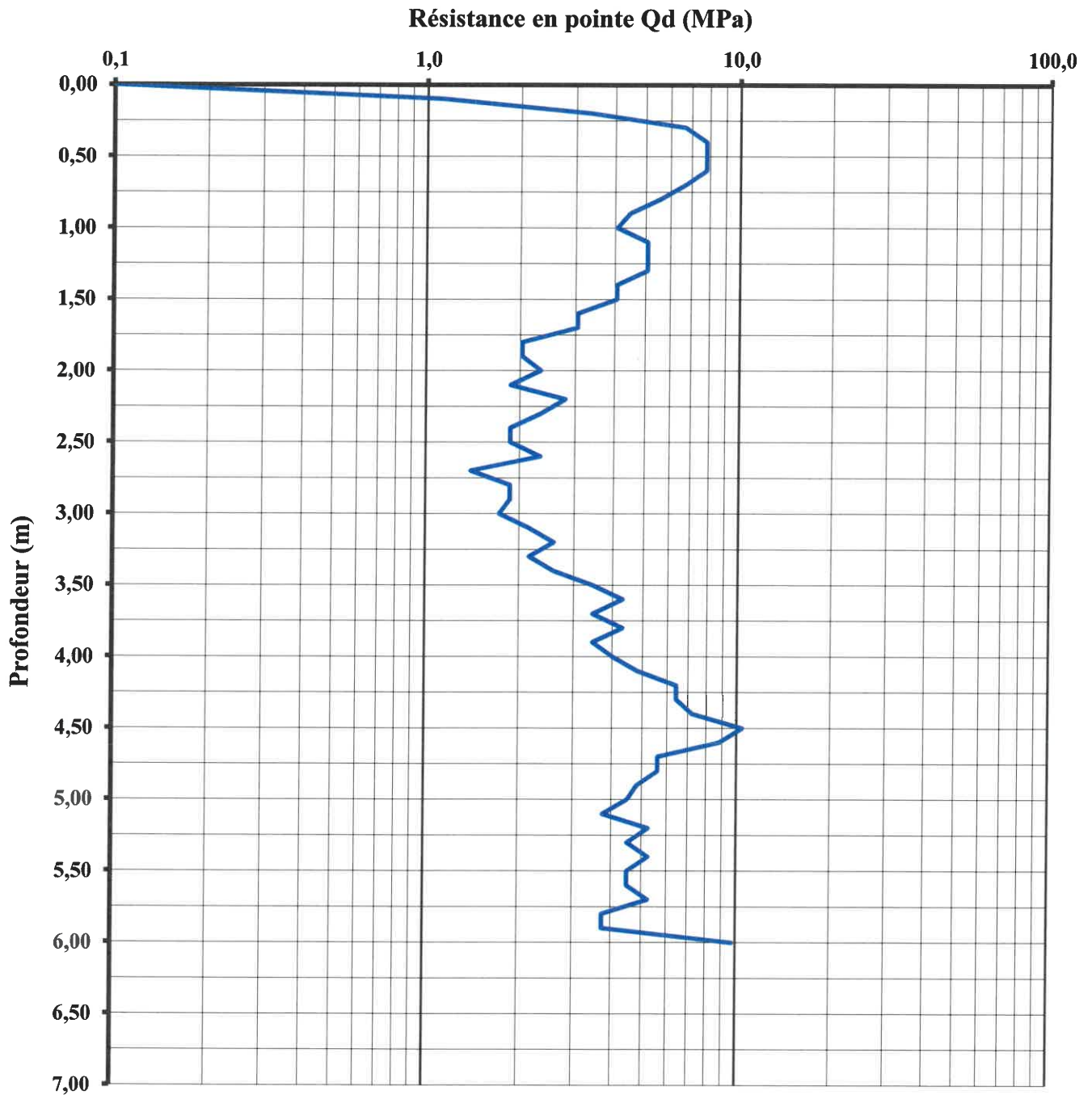
ESSAI DE PENETRATION DYNAMIQUE



CHANTIER **CHEMILLE EN ANJOU (49)**
Unité industrielle
Dossier : 23.338-1
Client : CORTIZO France
Date chantier : 09/10/2023

PD26

Z = 97,60



Poids du mouton (kg)	43,5
hauteur de chute (m)	0,75
poids mort (kg)	14
hauteur initiale (m)	1
poids d'une tige (kg)	6,2

Observations:

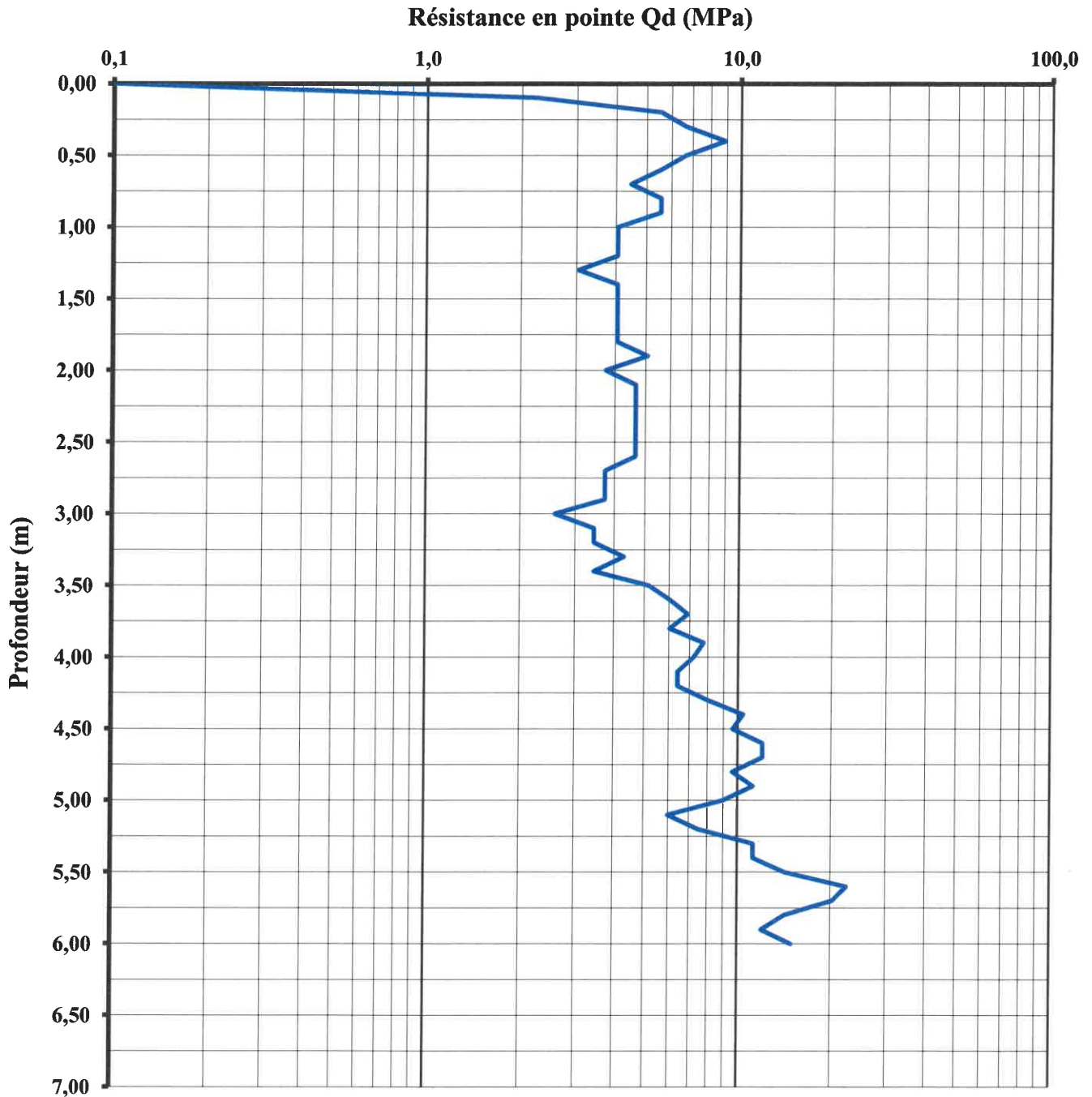
ESSAI DE PENETRATION DYNAMIQUE



CHANTIER **CHEMILLE EN ANJOU (49)**
Unité industrielle
 Dossier : 23.338-1
 Client : CORTIZO France
 Date chantier : 09/10/2023

PD27

Z = 98,00



Poids du mouton (kg)	43,5
hauteur de chute (m)	0,75
poids mort (kg)	14
hauteur initiale (m)	1
poids d'une tige (kg)	6,2

Observations: