

CEBACO

Bureau d'Études & Ingénierie

CONCEPTION - FLUIDES
STRUCTURE - GÉOTECHNIQUES

ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION PHASE AVANT PROJET – G2 AVP

Construction de 5 bâtiments industriels

RIORGES (42)

ACTIPOLE IMMOBILIER

1	02/07/2026	H CHAMPENOIS	EG ABEIDALLA	N. EL-ALLIOUI C MORENO	
Indice	Date	Etabli par	Validé par	Mise à jour	Observations/Modifications
	Rapport : DE2600460 – G2AVP				

CEBACO - POLE GEOTECHNIQUE ET STRUCTURES

270 Avenue des Frères Lumière, 69730 GENAY

TVA intracommunautaire : FR46790795777

SIRET : 79079577700024 APE : 7112 B

Sommaire

1	INTRODUCTION	4
2	DOCUMENTS REÇUS	4
3	MISSION.....	5
4	DESCRIPTION DU PROJET ET PRESENTATION DU SITE.....	6
4.1	DESCRIPTION DU PROJET.....	6
5	CONDITIONS DE SITE ET DESCRIPTION DE L'OUVRAGE	7
5.1	CONDITIONS DE SITE	7
5.2	HISTORIQUE DU SITE	8
5.3	GEOLOGIE	9
5.4	ANALYSE DES RISQUES	10
5.5	SISMICITE	14
5.6	DISPOSITIONS HORS-GEL SELON LA NORME NF P 94-261	15
6	RESULTATS DES INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES.....	16
6.1	RELEVES DE SITE	16
6.2	SONDAGES DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE.....	17
6.3	ESSAIS PENETROMETRIQUES	18
6.4	SONDAGES PRESSIOMETRIQUES.....	20
6.5	NIVEAUX D'EAU.....	21
6.6	SYNTHESE DES INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES.....	22
7	ANALYSES ET RECOMMANDATIONS	23
7.1	TERRASSEMENTS	23
7.2	ORIENTATION DU PROJET DE FONDATIONS	24
7.3	TRAITEMENT DES NIVEAUX BAS	26
7.4	DISPOSITION VIS-A-VIS DES RISQUES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN DIFFERENTIELS	27
7.5	DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES POUR LES FONDATIONS	29
7.6	DRAINAGE	30
7.7	VOIRIES LEGERES ET PARKINGS	31
8	LIMITES DE LA MISSION CONFIEE	34

Annexes

ANNEXE 1 : CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES TYPES

ANNEXE 2 : PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES ET DES ESSAIS

ANNEXE 3 : PRESENTATION DES SONDAGES ET DES ESSAIS

1 Introduction

A la demande de ACTIPOLE, la société CEBACO a réalisé une étude géotechnique de conception phase avant-projet (**G2 AVP** au sens de la norme NF P 94-500) dans le cadre de la construction de 5 bâtiments industriels.

Le projet est situé au :

Rue Clément Ader, 42153 RIORGES.

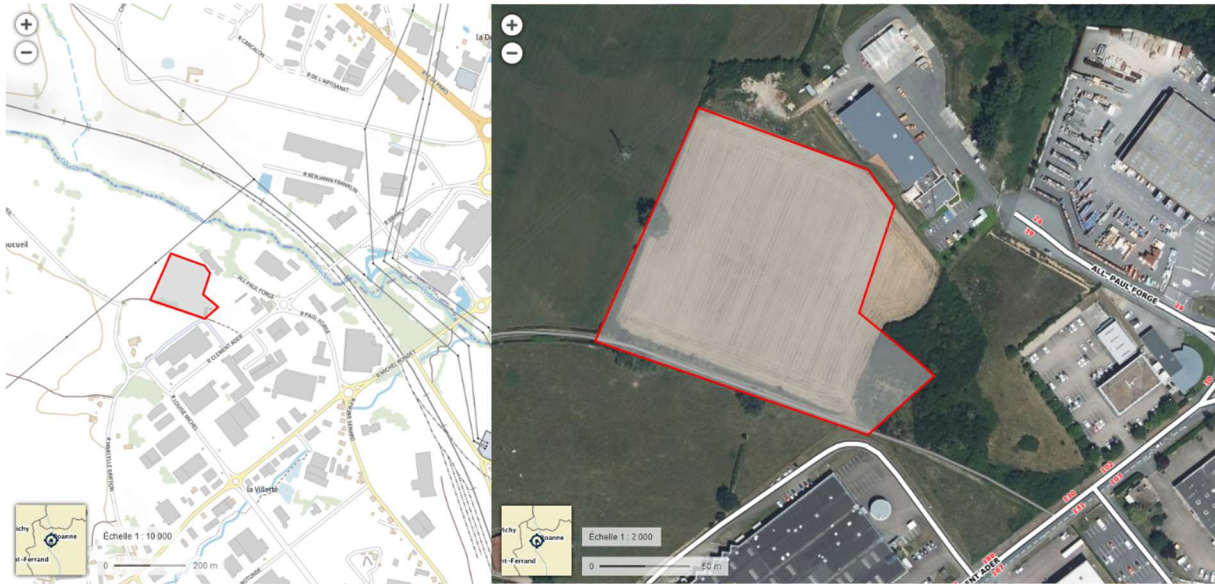


Figure 1 : Localisation du projet (source : [IGN / Géoportail](#))

2 Documents reçus

Les documents suivants nous ont été fournis dans le cadre de cette étude :

- Plans masse du projet (.G ARCHITECTURE) en date du 20/04/2026
- Coupes du projets (.G ARCHITECTURE) en date du 22/12/2022
- Etude géotechnique G1PGC – réalisée par CELIGEO consignée dans le rapport n°2022-42-FB-4426 en date du 09/11/2022.

3 Mission

Conformément à son offre DE2600460 en date du 13/05/2026, CEBACO a reçu pour mission de réaliser :

- Une mise à jour de l'étude (DE22809) de conception géotechnique phase avant-projet (G2AVP), dans le cadre de la construction d'une construction de 5 Bâtiments industriels ;

Des investigations géotechniques ont été réalisées dans le cadre de la présente mission d'étude géotechnique (DE22809) de conception phase avant-projet G2 AVP et dans le cadre de l'étude de gestion des eaux pluviales selon les termes de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013, relative aux missions géotechniques (extraits joints).

Il est rappelé que la phase avant-projet de la mission d'étude géotechnique de conception G2 doit être complétée par les phases PROJET et DCE/ACT puis par des missions de réalisation G3 (étude et suivi d'exécution réalisés par le géotechnicien de l'entreprise) et G4 (supervision géotechnique d'exécution) afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours ou après réception des ouvrages.

CEBACO reste à la disposition des Responsables du Projet, pour l'exécution des missions complémentaires de conception G2 et G4, la mission G3 étant réalisée par les entreprises de travaux.

Nous rappelons que notre étude ne permet pas ni la définition des niveaux d'eau ou toute étude hydrologique / hydrogéologique concerné par le projet, ni toute détection d'une éventuelle pollution des sols pouvant être liée à une activité antérieure du site.

4 Description du projet et présentation du site

4.1 Description du projet

- Selon les informations qui nous ont été fournis, le projet consiste en la construction de **3 bâtiments industriels dont l'emprise au sol n'est pas connue.**

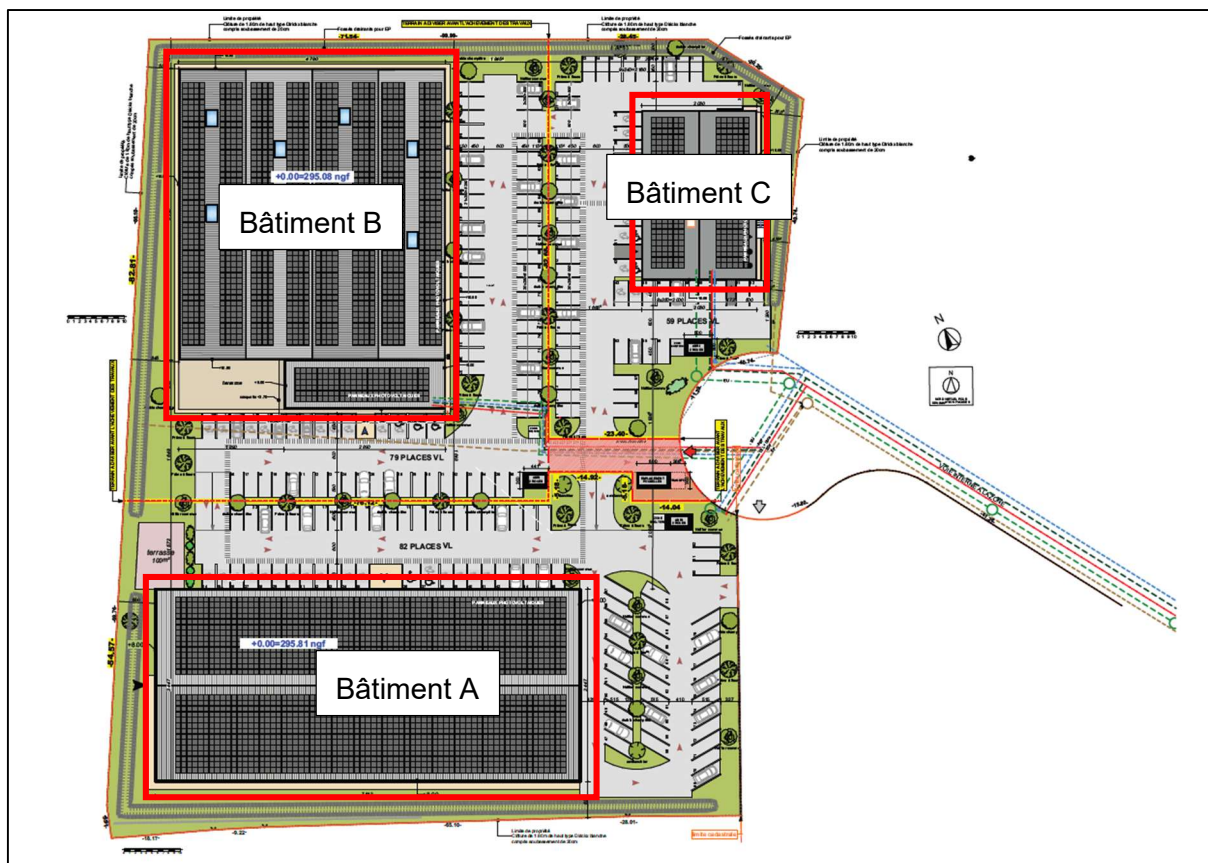


Figure 1 : Plan masse du projet

D'après les plans et coupes fournis, le projet prévoit les niveaux finis suivants :

Bâtiment	A	B	C
Calage N +0.00 m NGF	295,81	298.08	

5 Conditions de site et description de l'ouvrage

5.1 Conditions de site

Le projet concerne la parcelle cadastrée n° AZ-137p. Le terrain d'étude a une superficie d'environ 18890 m².

Le site présente une pente moyenne de 3 % vers le Nord-Est.

La parcelle est bordée par des parcelles vierges au Sud et à l'Ouest, par des bâtiments industriels au Nord, et par les futurs bâtiments industriels à l'Est.

Les bâtiments du projet ne sont pas implantés en limites de propriété.



Vue générale du terrain (photo du 15/02/2023)

5.2 Historique du site

En comparant les photographies aériennes sur plusieurs époques (source : www.remonterletemps.ign.fr)

D'après les photos aériennes on peut observer qu'une villa de construction antérieure à la période 1950-1965 était présente dans l'angle Sud-Est de la parcelle jusqu'aux clichés de la période 2006-2010. La majorité de la surface du terrain n'a connu aucun aménagement sur la période documentée (1950-2020).



Vue aérienne historique (1950-1965)



Vue aérienne historique (2000-2005)



Vue aérienne historique (2006-2010)



Vue aérienne historique (2020)

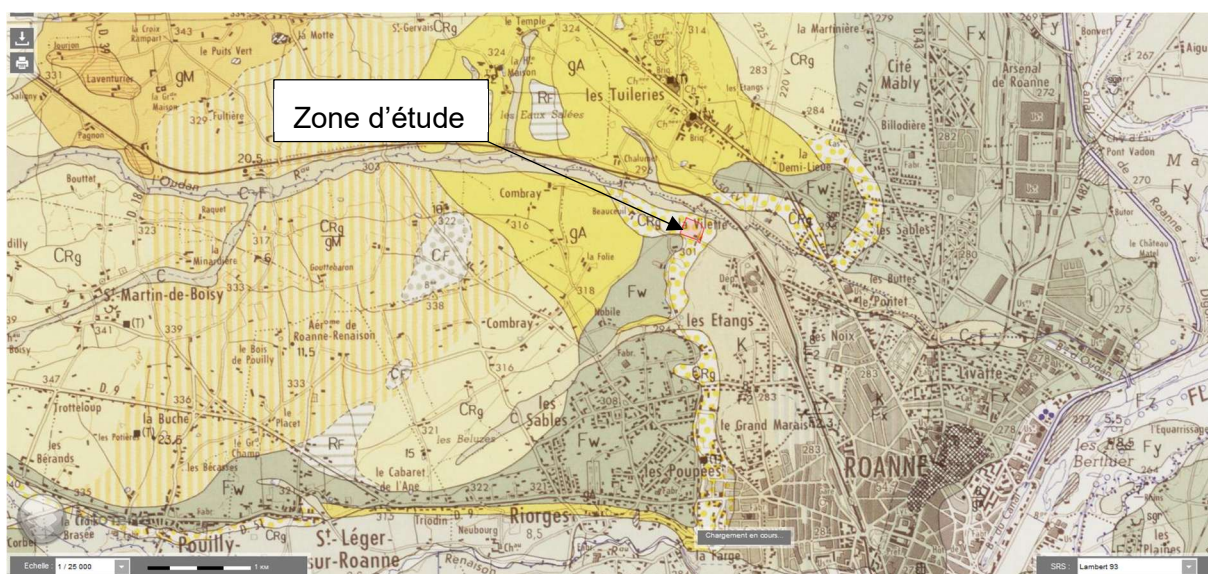
Au vu de de l'historique du site nous retiendrons les particularités suivantes :

- Possible présence de remblais – remaniement en tête des terrains dans l'angle Sud-Est.

5.3 Géologie

D'après la carte géologique au 1/50 000ème, feuille de **ROANNE** (n°672), les sols naturels du secteur sont majoritairement constitués par :

- **Formations résiduelles et colluvions sablo-argileuses dérivant de l'Oligocène ou d'apports du socle : sur substrat non observé**



Extrait de la carte géologique de ROANNE (n°672) au 1/50 000ème
(Echelle zoom : 1/25 000) (Source : [BRGM/InfoTerre](#))

5.4 Analyse des risques

Les informations géographiques sur les risques naturels et technologiques sont présentées sur le portail national du site Géorisques (www.georisques.gouv.fr), édité par le ministère du Développement durable et conçu par le BRGM.

- **Risques naturels**

- Inondation
- Remontée de nappe
- Séisme
- Retrait-gonflement des argiles
- Radon
-

- **Arrêtés CATNAT**

La commune de RIORGES (42) a fait l'objet de 14 arrêtés CATNAT (voir tableau ci-après) :

Code NOR	Libellé	Début le	Sur le journal officiel du
IOME2313528A	Sécheresse	01/04/2022	08/09/2023
IOME2218165A	Sécheresse	01/04/2021	26/07/2022
INTE2019261A	Sécheresse	01/04/2019	03/09/2020
INTE1914147A	Sécheresse	01/07/2018	22/06/2019
INTE0600185A	Sécheresse	01/07/2003	02/04/2006
INTE0100178A	Inondations et/ou Coulées de Boue	30/08/2000	22/04/2001
INTE9300602A	Inondations et/ou Coulées de Boue	05/07/1993	03/12/1993
INTE8800166A	Inondations et/ou Coulées de Boue	25/05/1988	13/08/1988
INTE8800166A	Inondations et/ou Coulées de Boue	14/05/1988	13/08/1988
NOR19830910	Grêle Inondations et/ou Coulées de Boue Tempête	22/07/1983	11/09/1983
NOR19831005	Inondations et/ou Coulées de Boue	06/07/1983	08/10/1983
NOR19830621	Glissement de Terrain Inondations et/ou Coulées de Boue	01/05/1983	24/06/1983
NOR19821215	Poids de la Neige	26/11/1982	22/12/1982
NOR19821118	Inondations et/ou Coulées de Boue Tempête	06/11/1982	19/11/1982

Figure 6 : Arrêtés de catastrophes naturelles pour la commune de RIORGES

(Source : www.georisques.gouv.fr/, consulté le 29/06/2026)

L'entièreté des risque naturels sont répertoriés dans le tableau ci-dessous :

Inondation	Commune soumise à deux PPRI : PPRNPI DE L'LOUDAN (Riorges) et PPRNPI RENAISSANCE SUR 8 COMMUNES.
Remontée de nappes	Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave – Fiabilité Faible
Aléa retrait-gonflement des argiles	Aléa moyen
Radon	Risque Faible
Zonage sismique	Zone 2 (risque faible)
Cavité	Aucune cavité répertoriée à moins de 500 m du projet
Mouvement de terrain	Aucun Mouvement de terrain

5.4.1 Remarques

Il conviendra aux concepteurs du projet de prendre en compte l'ensemble des risques énoncés ci-avant dans la conception du projet, en fonction des éventuelles règles et normes en vigueur au moment de la conception et de la destination des ouvrages.

Les épaisseurs relevées sont celles mesurées au droit des sondages. Elles peuvent subir des fluctuations entre ces points notamment à proximité des ouvrages existants, **des surépaisseurs de formations fines et formations pouvant être assimilées à des argiles sableuses marron** Les remblais pourraient contenir des vestiges anciens, des débris de matériaux de construction (réseaux, blocs en béton, enrobé...) et/ou des obstacles de grandes dimensions.

Les formations géologiques rencontrées peuvent présenter des variations latérales de faciès. Ainsi on peut s'attendre à rencontrer des lentilles plus argileuses, sableuses, limoneuses, ou graveleuses au sein de ces formations. Des variations de caractéristiques mécaniques peuvent être observées au droit du site en fonction de la proportion de graviers et graves contenus dans les terrains limono-sableux et sableux.

Ceci pourrait conduire à des surépaisseurs de purge et donc des surconsommations de béton.

- **Mouvements de terrain :**

Aucun mouvement de terrain est référencé à moins de 500 m autour du projet

- **Cavités naturelles :**

Aucune cavité naturelle est référencée à moins de 500 m autour du projet.

- **Risques technologiques :**

Sont recensés dans un rayon de 500 m autour du projet :

- 4 site(s) référencé(s) dans l'inventaire des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)

Base des installations classées soumises à autorisation ou à enregistrement

Nom du site	Fiche détaillée
BEL MAILLE	https://www.georisques.gouv.fr/risques/installations/donnees/details/0010500189
A.P.L.P. SARL	https://www.georisques.gouv.fr/risques/installations/donnees/details/0011000001
PRODIA	https://www.georisques.gouv.fr/risques/installations/donnees/details/0054200532
MOTOROP BRM INDUSTRIES S.A	https://www.georisques.gouv.fr/risques/installations/donnees/details/0006103375

- 12 site(s) potentiellement pollué(s), référencé(s) dans l'inventaire des sites ayant accueilli par le passé une activité qui a pu générer une pollution des sols (CASIAS).

Inventaire CASIAS des anciens sites industriels et activités de services

Nom du site	Fiche détaillée
SAS BEL MAILLE, anc. Sté BEL MAILLE CREATIONS	https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4057362
APLP - Thierry FRAISSE	https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4059220
SA SIGOURE Frères	https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4054809
SA A. COGNARD-TRANSPORTS - M. ROCHER Didier	https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4058798
M. Le Directeur des Télécommunications de la Région de Lyon.	https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4058799
MBI - M. BESSON ; anc. SA MOTOROP	https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4059218
SARL WOLOSZYN, anc. Ets BLANCHET et Cie	https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4059219
PRODIA	https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP542701
BEL MAILLE	https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4088021
A.P.L.P. SARL	https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP536945
TOITURES MAINTENANCE SERVICES	https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP4135835
MOTOROP BRM INDUSTRIES S.A	https://fiches-risques.brgm.fr/georisques/casias/SSP526526

- 1 site(s) pollué(s) ou potentiellement pollués (BASOL - terrain pollué appelant une action des pouvoirs publics à titre curatif ou préventif)

Inventaires des sites pollués ou potentiellement pollués (Basol)

Nom du site	Fiche détaillée
BEL MAILLE	<a href="https://fiches-
risques.brgm.fr/georisques/infosols/instruction/SSP001286201">https://fiches- risques.brgm.fr/georisques/infosols/instruction/SSP001286201

- 1 site(s) pollué(s) placé(s) en secteur d'information sur les sols (SIS)

Nom du site	Fiche détaillée
DAMET	<a href="https://fiches-
risques.brgm.fr/georisques/infosols/classification/SSP00044730101">https://fiches- risques.brgm.fr/georisques/infosols/classification/SSP00044730101

5.5 Sismicité

Un zonage physique de la France a été élaboré, sur la base de 7600 séismes historiques et instrumentaux et des données tectoniques, pour l'application des règles parasismiques de construction. Le territoire métropolitain est divisé en 5 zones de 1 à 5.

Ce zonage n'est pas seulement une carte d'aléa sismique. Il répond également à un objectif de protection parasismique dans des limites économiques supportables pour la collectivité.

Zone de sismicité	Niveau d'aléa	a_{gr} (m/s ²)	Classe de sol	S (zones 1 à 4)	Catégorie d'importance	Coefficient d'importance γ_I
Zone 1	Très faible	0,4	A	1	A confirmer par les Responsables du Projet	
Zone 2	Faible	0,7	B	1,2	I	0,8
Zone 3	Modéré	1,1	C	1,15	II	1,0
Zone 4	Moyen	1,6	D	1,35	III	1,2
Zone 5	Fort	3	E	1,4	IV	1,4

Remarques :

La zone de sismicité est établie selon décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010.

Selon l'article 3.1.2 « Identification des classes de sol » de l'EC8-1, l'identification des classes de sols nécessite la détermination de la vitesse des ondes de cisaillement sur les 30 mètres supérieurs, ou des mesures de l'indice de pénétration NSPT. En l'absence de telles mesures, la classe de sol est établie en première approche à partir de corrélation avec les sondages et essais réalisés et selon notre connaissance du contexte local.

Pour valider ou optimiser la classe de sol, il conviendrait de réaliser des investigations géophysiques (essais Cross Hole par exemple) ou géotechniques spécifiques (essais SPT ou CPT) jusqu'à 30 m de profondeur selon les exigences de l'EC8.

5.6 Dispositions hors-gel selon la norme NF P 94-261

Selon les préconisations de la norme NF P 94-261, la profondeur hors-gel est définie selon 2 paramètres, la localisation et l'altitude. Cette profondeur hors-gel d'assise des fondations est définie grâce à la formule suivante :

Profondeur hors-gel = $H_0 + (A - 150) / 4000$ avec :

- H_0 : valeur lue sur la carte lorsque $A \leq 150$
- A : altitude du projet en mètres

Le projet de ACTIPOLE se situe en zone couverte par une profondeur hors-gel de 0,70 mètre, et à une altitude moyenne d'environ 296 mètres NGF.

La profondeur hors-gel à respecter est donc de **0.75 m**.

6 Résultats des investigations géotechniques

Cette étude est basée sur le programme de reconnaissance suivant :

- **14 sondages de reconnaissance lithologique à la pelle mécanique**, menés jusqu'à 2,20 m
- **14 essais au pénétromètre dynamique** lourd (NF EN ISO 22476-2), menés jusqu'à 7,0 m de profondeur ou au refus.
- **3 forages destructifs** menés jusqu'à 8,0 m/TN et ponctués de 4 essais pressiométriques chacun (NF EN ISO 22476-4)

6.1 Relevés de site

Les investigations géotechniques ont été réalisées le 15/02/2023. L'implantation et les résultats des sondages et des essais figurent en annexes 2. Ils ont été nivelés en prenant une référence de 293,75 m NGF (source : Géoportail), correspondant à la borne OGE au nord de la parcelle.



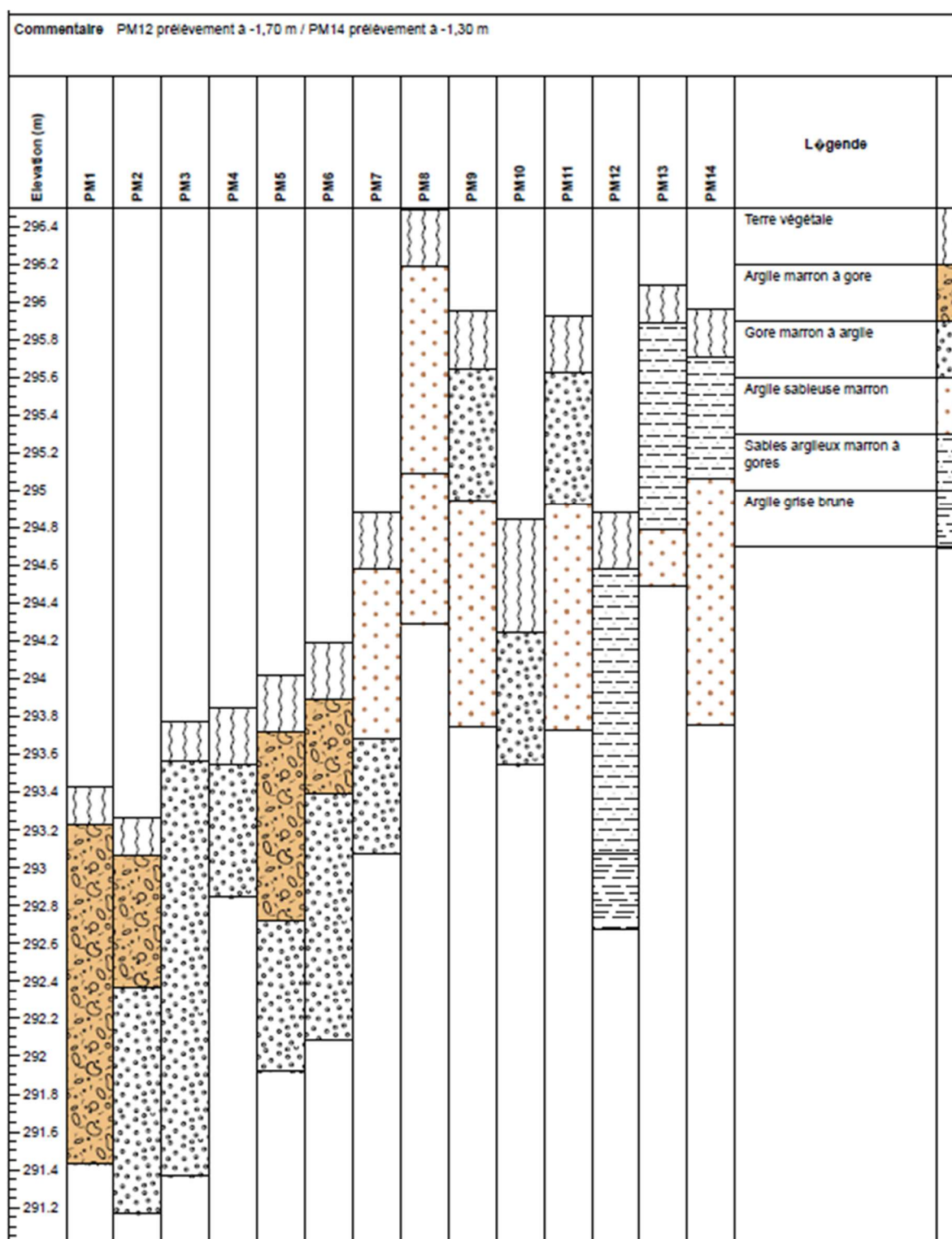
Référence du nivellement

Ainsi, on obtient les niveaux de calage altimétrique suivants en mètres :

Sondages	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7
Calage altimétrique (m NGF)	293,43	293,27	293,77	293,85	294,02	294,19	294,88
Sondages	PM8	PM9	PM10	PM11	PM12	PM13	PM14
Calage altimétrique (m NGF)	296,49	295,95	294,85	295,93	294,88	296,10	295,96
Sondages	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	PD6	PD7
Calage altimétrique (m NGF)	293,55	293,23	293,66	293,56	293,50	294,09	297,06
Sondages	PD8	PD9	PD10	PD11	PD12	PD13	PD14
Calage altimétrique (m NGF)	296,44	295,87	294,96	294,74	295,29	296,32	296,29
Sondages	SP1	SP2	SP3				
Calage altimétrique (m NGF)	293,56	296,44	295,76				

6.2 Sondages de reconnaissance géologique

14 sondages de reconnaissance de sol à la pelle mécanique ont été réalisés et notés PM1 à PM14. Ces fouilles ont permis de mettre en évidence la lithologie suivante :



6.3 Essais pénétrométriques

14 essais ont été réalisés au **pénétrömètre dynamique de type B** et notés PD1 à PD14 (selon la norme NF EN ISO 22476-2)

Pour ce pénétromètre dynamique, l'avancement du train de tige se fait par battage mécanique à l'aide d'une masse de 63,5 kg. L'avancement de la tige est mesuré en continu ce qui permet de mesurer, en fonction du nombre de coups qui lui est appliqué, la résistance dynamique de pointe.

La résistance dynamique q_d est ensuite calculée par la formule classique des Hollandais et exprimée en MPa :

$$q_d = ((M^2 \times H) / e (M+T)) \times 1 / A$$

Les essais ont permis de mettre en évidence les caractéristiques mécaniques suivantes :

- PD1 :
 - Globalement moyennes à bonnes de **0,20 m à 1,20 m** de profondeur
 - Globalement très bonnes de **1,20 m à 1,60 m** de profondeur
- PD2 :
 - Globalement moyennes à bonnes de **0,20 m à 1,00 m** de profondeur
 - Globalement très bonnes de **1,00 m à 1,70 m** de profondeur
- PD3 :
 - Globalement bonnes de **0,40 m à 1,10 m** de profondeur
 - Globalement très bonnes de **1,10 m à 1,60 m** de profondeur
- PD4 :
 - Globalement moyennes de **0,20 m à 1,00 m** de profondeur
 - Globalement très bonnes de **1,00 m à 1,90 m** de profondeur
- PD5 :
 - Globalement moyennes à bonnes de **0,20 m à 1,00 m** de profondeur
 - Globalement très bonnes de **1,00 m à 1,50 m** de profondeur
- PD6 :
 - Globalement moyennes à bonnes de **0,20 m à 1,00 m** de profondeur
 - Globalement très bonnes de **1,00 m à 1,80 m** de profondeur

➤ PD7 :

- Globalement moyennes de **0,20 m à 0,80 m** de profondeur
- Globalement bonnes de **0,80 m à 3,40 m** de profondeur
- Globalement très bonnes de **3,40 m à 4,50 m** de profondeur
- Globalement moyennes de **4,50 m à 7,00 m** de profondeur

➤ PD8 :

- Globalement moyennes de **0,20 m à 5,80 m** de profondeur
- Globalement faibles de **5,80 m à 6,70 m** de profondeur
- Globalement moyennes de **6,70 m à 7,00 m** de profondeur

➤ PD9 :

- Globalement faibles de **0,10 m à 0,70 m** de profondeur
- Globalement moyennes à bonnes de **0,70 m à 0,90 m** de profondeur
- Globalement très bonnes de **0,90 m à 1,30 m** de profondeur

➤ PD10 :

- Globalement moyennes de **0,10 m à 0,80 m** de profondeur
- Globalement très bonnes de **0,80 m à 1,20 m** de profondeur
- Globalement moyennes à bonnes de **1,20 m à 1,90 m** de profondeur
- Globalement très bonnes de **1,90 m à 2,60 m** de profondeur

➤ PD11 :

- Globalement moyennes à bonnes de **0,10 m à 0,90 m** de profondeur
- Globalement très bonnes de **0,90 m à 1,40 m** de profondeur
- Globalement bonnes de **1,40 m à 1,70 m** de profondeur
- Globalement très bonnes de **1,70 m à 1,90 m** de profondeur

➤ PD12 :

- Globalement moyennes à bonnes de **0,00 m à 1,20 m** de profondeur
- Globalement très bonnes de **1,20 m à 2,10 m** de profondeur
- Globalement moyennes de **2,10 m à 2,60 m** de profondeur
- Globalement moyennes à bonnes de **2,60 m à 4,60 m** de profondeur
- Globalement bonnes à très bonnes de **4,60 m à 5,60 m** de profondeur
- Globalement très bonnes de **5,60 m à 5,75 m** de profondeur

➤ PD13 :

- Globalement moyennes de **0,20 m à 1,00 m** de profondeur
- Globalement très bonnes de **1,00 m à 1,40 m** de profondeur

➤ PD14 :

- Globalement moyennes à bonnes de **0,10 m à 0,90 m** de profondeur
- Globalement très bonnes de **0,90 m à 2,40 m** de profondeur
- Globalement bonnes de **2,40 m à 4,20 m** de profondeur
- Globalement très bonnes de **4,20 m à 6,00 m** de profondeur
- Globalement moyennes de **6,00 m à 7,00 m** de profondeur

6.4 Sondages pressiométriques

Lors de l'intervention réalisée 15/02/2023, 3 sondages pressiométriques, notés SP1 à SP3 ont été réalisés.

Formation	Nature du sol	Cote de la base (m NGF)*	Valeurs essai SP1		E_M / p_l
			Pression limite nette p_l (MPa)	Module pressiométrique E_M (MPa)	
F0	Terre végétale	293,31	-		
F1	Sable légèrement argileux à cailloutis	288,76	2,20	68,20	31
F1*	Sable argileux à cailloutis	286,36	3,90	55,80	14,50
F1**	Sable légèrement argileux	<283,56	4,50	63,50	14,0

* Selon nivellement de l'essai SP1

Formation	Nature du sol	Cote de la base (m NGF)*	Valeurs essai SP2		E_M / p_l
			Pression limite nette p_l (MPa)	Module pressiométrique E_M (MPa)	
F0	Terre végétale	296,14	-		
F1	Sable légèrement argileux à cailloutis à rares cailloutis	293,74	1,37	22,80	10,90
F3	Argile +/- sableuse	292,24	0,41	10,30	15,40
F4	Argile plastique marron	291,54	2,63	51,80	15,3
F1**	Sable légèrement argileux grossier	<288,44	0,36	10,0	16,80

* Selon nivellement de l'essai SP2

Formation	Nature du sol	Cote de la base (m NGF)*	Valeurs essai SP3		E _M / p _l
			Pression limite nette p _l (MPa)	Module pressiométrique E _M (MPa)	
F0	Terre végétale	295,51	-		
F1	Sable légèrement argileux à cailloutis à rares cailloutis	292,16	2,60	46,20	17,5
F2	Argile grisâtres	291,16	1,50	11,50	7,82
F3	Argile +/- sableuse	290,71	0,80	9,67	12,80
F4	Argile à cailloutis	288,96	0,70	19,90	30,40
F1**	Sable argileux grossier à cailloutis	<285,76	-	-	-

* Selon nivellement de l'essai SP3

Un sondage pressiométrique a également été réalisé par CELIGEO le 15/08/2022 lors de l'étude G1PGC sur le lot 3 adjacent au lot du futur bâtiment A. Les résultats sont les suivants :

Formation	Nature du sol	Cote de la base (m NGF)*	Valeurs essai SP2 CELIGEO		E _M / p _l
			Pression limite nette p _l (MPa)	Module pressiométrique E _M (MPa)	
F0	Terre végétale	293,80	-		
F1	Sable fin légèrement argileux	292,0	2,71	21,1	7,8
F1*	Sable grossier argileux à cailloutis	290,0	0,36	2,80	7,9
F4*	Sable graveleux	288,50	2,50	17,2	6,9
F1**	Sable argileux grossier à cailloutis	<286,50	2,27	12,20	5,4

6.5 Niveaux d'eau

Lors de l'intervention réalisée, le 16 et 17 février 2023 il a été noté la présence d'eau au droit du PRS1 et PRS3 à 6,2 m/TA.

Ces relevés, ayant un caractère ponctuel et instantané, ne permettent toutefois pas de préciser l'amplitude des variations du niveau d'eau qui peut remonter fortement en période pluvieuse ou suite à l'arrêt d'éventuels puits ou pompages.

Des circulations d'eau superficielles peuvent par ailleurs se produire en période pluvieuse.

6.6 Synthèse des investigations géotechniques

A ce stade du projet et des investigations, les modèles géotechniques suivants peuvent être proposés.

6.6.1 Bâtiments A

Formation	Nature du sol	Cote de la base (m NGF)	réf. SP2/SP3		Coefficient rhéologique α
			Pression limite nette p_l (MPa)	Module pressiométrique E_M (MPa)	
F0	TV - Remblais	296,0	Négligeable		
F1	Sable légèrement argileux à cailloutis à rares cailloutis	293,80	1,30	22,80	0,33
		292,10	1,70	32,40	0,50
F2/3/4	Argiles +/- sablo- graveleuse	288,50	0,70	11,40	0,66
F1**	Sable argileux grossier à cailloutis	<285,76	0,36	10,0	0,50

* Selon nivellement moyen de la zone considérée – avec TF = 296,70 m NGF

6.6.2 Bâtiment B & C

Formation	Nature du sol	Cote de la base (m NGF)	réf. SP1		Coefficient rhéologique α
			Pression limite nette p_l (MPa)	Module pressiométrique E_M (MPa)	
F0	TV – remblais	293,31	Négligeable		
F1	Sable +/- argileux à cailloutis	292,40	1,20	22,0	0,50
		288,76	2,20	68,20	
		286,36	3,90	55,80	
		<283,56	4,50	63,50	

* Selon nivellement moyen de la zone considérée – avec TF = 294,00 m NGF

7 Analyses et recommandations

7.1 Terrassements

Les terrassements concerneront la mise à niveau de la plateforme sous l'emprise de la maison, l'ouverture des fouilles de fondations et le décapage pour la couche de forme sous dallage. Ils concernent donc l'ensemble des terrains rencontrés dans lors de notre étude.

Ils comprennent :

- Le décapage de la terre végétale (TV) sur toute son épaisseur sous l'emprise du futur bâtiment, elle est impropre à une utilisation en remblais et pourra, dans le cas échéant, être stockée sur le chantier pour un usage paysager.
- Le terrassement des **sables légèrement argileux (formation F1)**

Le projet nécessite l'apport d'un matériel lourd, on adaptera le matériel aux accès existants et on veillera à ce que les ouvrages existants peuvent supporter le trafic des engins pour les terrassements.

Le terrassement des formations meubles ne devrait pas poser de problème particulier à l'extraction au moyen de pelles mécaniques de moyenne puissance.

Les zones où apparaîtraient des poches décomprimées ou des matériaux à granulométries étendues seront purgées et remblayées avec des matériaux de type D3 ou équivalent, propres, bien gradués et insensibles à l'eau.

La hauteur maximale des fouilles verticales provisoires sans soutènement est fixée à 1,30 m. Au-delà, il sera nécessaire d'envisager un soutènement ou blindage provisoire, ou un réglage des talus avec une pente maximale de 2H/1V.

Les terrassements seront profilés, en formes de pentes, de façon à collecter les eaux de ruissellement venant de l'amont en un point bas et à les évacuer vers un exutoire adapté.

Nous rappelons également que les fonds de fouille doivent rester le moins longtemps possible exposés aux actions des intempéries.

Une attention particulière sera appliquée lors de la réalisation des terrassements de manière à ne pas induire de vibration préjudiciable aux bâtiments voisins s'ils existent.

7.2 Orientation du projet de fondations

Dans les conditions décrites précédemment, la construction du bâtiment pourra être fondée **par un système de fondations superficielles** :

- De type **semelles filantes ou semelles isolées liaisonnées par longrines ancrées dans la formation F1 (sables légèrement argileux)**. **Avis géotechnique favorable**

Cette solution est proposée sur la base de projet de faibles charges. La solution devra être **validées avec les descentes de charges réelles du projet en phase G2PRO**.

7.2.1 Nature et profondeur de l'assise

Les fondations seront à ancrer à partir des profondeurs suivantes (selon le critère le plus restrictif) :

- Ancrage de **0,30 m minimum** dans la formation F1 constituée de sables légèrement argileux.
- L'assise des fondations devra être hors-gel, soit, selon la garde hors-gel locale, une assise minimale de **-0,75 m/TF** (terrain fini extérieur).
- L'assise des fondations devra respecter la garde minimale préconisée en zone d'aléa moyen vis-à-vis du retrait-gonflement des terrains argileux, soit **-1.20m/TF** (terrain fini extérieur).

D'après les sondages réalisés, les côtes d'ancrages suivantes peuvent être proposées :

Localisation	Bâtiment A	Bâtiment B	Bâtiment C
Niveau moyen terrain actuel (TA) m NGF**	296,07	293,70	293,50
Niveau dalle RDC (TF) en m NGF*	298.81	295.	
Altimétrie d'ancrage (m NGF)	295,10	292,40	
Profondeur d'assise des fondations /TF*	-1,60***	-1,60***	
Faciès d'ancrage	Sables légèrement argileux (Formation F1)		

* D'après plan masse du projet en date du 20/04/2026 / ** moyenne de l'altimétrie des sondages réalisés

***Ces profondeurs sont à titre indicatif et seront à valider en G2PRO.

En effet, on y observe des valeurs de résistance mécanique suffisantes, la profondeur hors gel est respectée, et la profondeur de mise en sécurité vis-à-vis du risque de retrait-gonflement des argiles est également respectée.

7.2.2 Contraintes de calcul

Les géométries minimales des fondations sont évaluées sur la base des hypothèses suivantes :

- Charge verticale centrée ($i\delta = 1$),
- Proximité d'un talus : non ($i\beta = 1$),
- Fondations vérifiant les conditions d'ancrage préconisées dans ce rapport,
- Ancrage des fondations -0,30 m minimum dans les sables légèrement argileux (F1).

Les facteurs de portance pressiométrique k_p dépendent de la forme de la semelle de fondation et de son encastrement. Ils ne sont pas pris en compte à ce stade de l'étude et devront être estimés en phase G2PRO.

La contrainte de sol est estimée selon les procédures de l'annexe D de la norme NF P94-261.

Pour le dimensionnement des fondations, la pression limite nette sous la base de la fondation sera limitée à : **$Ple^* = 1,20 \text{ MPa}$** .

On retient alors la contrainte nette évaluée à :

$$q_{net} = k_p \cdot Ple^* \cdot i\delta \cdot I\beta = 1,20 k_p \text{ MPa}$$

Soit :

- La contrainte caractéristique : $q_{v;k} = q_{net}/1.2 = 1,0 \text{ MPa}$
- **La contrainte de calcul à l'ELU : $q'_{ELU} = q_{v;k} / 1.4 = 0,71 \text{ MPa (7,1 bars)}$**
- **La contrainte de calcul à l'ELS : $q'_{ELS} = q_{v;k} / 2.3 = 0,43 \text{ MPa (4,3 bars)}$**

7.2.3 Tassements

Les tassements seront étudiés avec les charges réelles du projet en phase G2PRO. On peut estimer que pour de faibles charges, ils seront inférieurs au centimètre.

7.3 Traitement des niveaux bas

A ce stade du projet, les dallages pourront être portés ou posés sur terre-plein.

Dans le cas d'un dallage sur terre-plein, il sera nécessaire de mettre en œuvre une couche de forme constituée de matériaux insensibles à l'eau et non dégradables lors de leur mise en œuvre, de type D1, D2 ou D3 (sauf D32) de fraction 0/31.5 mm ou équivalent ($VBS < 0.1$ et passant à $80\mu m \leq 10\%$). Elle sera mise en place sur un géotextile anti-contaminant.

En considérant un niveau fini du bâtiment proche du terrain actuel, la couche de forme sera ancrée dans les sables légèrement argileux (F1).

A titre indicatif et en phase d'avant-projet, la couche de forme pourra être mise en œuvre sur 0,30 m d'épaisseur sous réserve d'une mise en œuvre par temps sec.

L'épaisseur de la couche de forme est fonction des conditions climatiques, de drainage, de l'exposition du fond de forme et de sa mise en œuvre. Elle devra donc être adaptée sur le chantier en fonction des conditions réelles d'exécution.

Des contrôles de la plateforme chantier seront effectués par l'intermédiaire d'une série d'essais de plaque. Les critères minimaux de réceptions des essais de portance à la plaque sont :

- $EV_2 \geq 50 \text{ MPa}$
- $EV_2 / EV_1 < 2.2$
- $Kw \geq 50 \text{ MPa/m}$

Le DTU 13.3 demande de fournir pour chaque couche de sol le module de Young E afin de dimensionner le dallage.

Par corrélations des résultats des essais pressiométriques réalisés, nous pouvons retenir les valeurs suivantes :

7.4 Disposition vis-à-vis des risques de mouvements de terrain différentiels

Le risque de mouvements de terrain différentiels est lié à la sécheresse et à la réhydratation des sols.

En termes de retrait-gonflement des argiles, sur la base des données recueillies, il en ressort que :

- D'après la carte d'exposition au phénomène de retrait-gonflement des argiles établie par le BRGM la zone d'étude est classée en **aléa moyen** ;
- L'interprétation de l'échantillon de sol prélevé à la pelle nous indique un faciès à dominante sablo-argileuse.
- Selon ces observations, le potentiel gonflant de ces sols vis-à-vis du risque de retrait et gonflement des argiles serait plutôt moyen. Seule la réalisation d'une analyse en laboratoire du type identification GTR des sols permettrait de confirmer cette hypothèse.

On veillera à assurer la stabilité de la future maison, notamment en rigidifiant la structure (chainages verticaux et horizontaux soignés) et en prévoyant des joints complets entre chaque aile de bâtiment s'ils existent (joints de structure à prévoir entre le garage et la maison jusqu'à la base des fondations).

Les terrains présents directement sous les fondations étant sensibles aux variations de teneur en eau, il sera donc nécessaire de maintenir une teneur en eau aussi constante que possible en évitant les plantations d'arbres à proximité du bâtiment et en prévoyant des canalisations d'eau susceptibles de s'adapter sans rupture à des déformations du sol (canalisations souples, ...).

Nous recommandons la réalisation d'une forme étanche de protection au pourtour de la construction, notamment pour se prémunir des écoulements d'eau venant de l'amont.

Il ressort en particulier la nécessité de descendre suffisamment les fondations pour s'affranchir du phénomène. À noter que sous réserve d'une portance suffisante, pour un aléa faible à moyen tel que déterminé précédemment, la profondeur minimale mentionnée est de 1.20 m/TN extérieur fini (hors suggestions liée à la mécanique des sols).

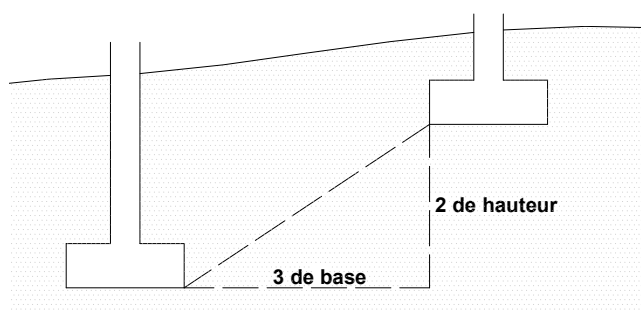
Il faut également éviter toute dissymétrie dans l'ancrage des fondations (ancrage aval au moins aussi important que l'ancrage amont et pas de sous-sol partiel)

Par ailleurs, il est impératif d'éviter toutes les variations saisonnières et/ou localisées d'humidité aux voisinages des constructions (éloigner les eaux de ruissellement à l'aide de caniveaux, de privilégier le rejet des eaux pluviales et des eaux usées dans le réseau lorsque c'est possible, ...).

Remarque : Un complément à l'Arrêté du 22 juillet 2020 relatif aux techniques particulières de construction dans les zones exposées au phénomène de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols est téléchargeable sur le site de Légifrance.gouv.fr

7.5 Dispositions constructives pour les fondations

- Les fondations seront coulées sur un sol sain, non remanié et hors d'eau
- Il est possible que les fouilles de fondations puissent être impactées par des arrivées d'eau. Dans ce cas, il conviendra de **l'évacuer** aussitôt par pompage en veillant à ne pas entraîner de fines, ou d'utiliser un tube plongeur pour la mise en œuvre du béton, et de prévoir un blindage provisoire.
- La zone au droit du projet sera munie de pentes et de fossés afin de limiter la stagnation de l'eau en cas de pluie. Si la zone venait à s'imbiber, des purges seraient à prévoir et la circulation des engins serait compromise.
- La profondeur hors-gel devra être respectée soit au minimum **0.75 m/sol fini extérieur**.
- L'ancrage des fondations devra être de **0,3 m minimum** dans l'horizon porteur (formation F1 : sables légèrement argileux)
- La profondeur de mise en sécurité vis-à-vis du risque de retrait-gonflement des argiles devra être respectée, soit au minimum **1.20 m/sol fini extérieur**.
- En aucun cas les fonds de fouilles ne devront être laissés ouverts sans la mise en place au minimum d'un béton ou d'une couche de propreté. Dans ce dernier cas, tout matériau éboulé sur le BP devra être évacué avant coulage
- Pour les fondations dénivelées, une pente maximale de **3H/2V** sera respectée entre 2 fondations voisines ou 2 redans successifs



- On veillera à **éloigner** les plantations d'arbres des fondations à une distance supérieure à **1,5 fois** la hauteur de l'arbre à l'âge adulte.
- Il sera réalisé une forme étanche de protection contre le retrait et le gonflement des sols au pourtour de la construction.

Remarque : La présence d'un géotechnicien pourra être prévue pour valider la nature de la pleine masse et les assises de fondation dans le cadre d'une mission adaptée type supervision géotechnique G4.

7.6 Drainage

Phase Chantier :

Des arrivées d'eau sont possibles en fonction des conditions météorologiques. Elles devront impérativement être collectées et évacuées de manière à assurer à tout moment la mise au sec des fonds de fouilles et de la plateforme.

Un assainissement généralisé de la plateforme est à mettre en œuvre en phase chantier (pente de l'arase vers des fossés de collecte, fossés amonts et latéraux, tranchée drainante...) ; dans le cas contraire une pluviométrie importante pourra amener une augmentation rapide des teneurs en eau avec arrêt du chantier et remise en cause du dimensionnement initial.

Phase Définitive :

Les eaux de ruissellement et de toiture seront soigneusement collectées (drainage amont, gouttières, contre-pente...) et évacuées vers un exutoire dimensionné de manière non dangereuse pour le projet et les avoisinants.

Le site étant exposé en zone d'aléa moyen au retrait et gonflement des argiles, on veillera également à prendre en compte les précautions suivantes :

- Les abords immédiats des ouvrages devront être aménagés pour diriger les eaux vers l'extérieur en dehors de l'emprise des ouvrages : forme de pente au niveau de l'aménagement du projet, voire mise en place d'une margelle en béton imperméable sur 1.5 m de largeur minimum, permettant de ne pas amener de l'eau à proximité des futures fondations ;
- Pas de rejet des eaux pluviales à proximité des fondations ;
- Les eaux collectées devront être évacuées en dehors de l'emprise des ouvrages vers un réseau existant ou un exutoire prévu à cet effet ;
- On veillera également à soigner la gestion de l'étanchéité de la structure à la jonction avec le dallage et la structure, pour éviter les remontées capillaires.

7.7 Voiries légères et parkings

7.7.1 Estimation de l'épaisseur de la couche de forme

L'assise des voiries sera constituée par les sables légèrement argileux (F1).

Selon le GTR, la Partie Supérieure des Terrassements sera une PST n°2 (à confirmer par essais laboratoire).

L'objectif est d'obtenir une classe d'arase AR1. Les travaux préparatoires consisteront à effectuer :

- Le décapage de la terre végétale sur toute son épaisseur,
- La purge des poches très médiocres, des terrains évolutifs ou des sols détériorés par les engins de terrassement ou par la pluie et leurs substitutions par une grave naturelle insensible à l'eau (type D2 ou D3),
- Le cloutage éventuel du fond de forme,
- Le re-compactage de la plateforme ainsi obtenue.

Les voiries reposeront sur une couche de forme constituée de matériaux insensibles à l'eau et non dégradables lors de leur mise en œuvre.

Pour obtenir une PF2, les critères de réception en partie supérieure de la couche de forme sont $EV2 \geq 50 \text{ MPa}$.

Selon le GTR, l'épaisseur de la couche de forme est fonction de la portance au niveau de l'arase de terrassement en cours de chantier (à contrôler au moyen d'essais à la plaque de type Westergaard et LCPC à réaliser au cours de la mission G3), des conditions climatiques, de drainage, l'exposition du fond de forme et de la mise en œuvre.

Elle devra être adaptée sur le chantier en fonction des résultats des contrôles effectués sur la PST (planche d'essai préalable) et du trafic prévu sur chaussée.

En première approche, pour atteindre ce critère de réception, il est nécessaire de respecter les épaisseurs suivantes de couche de forme en fonction du module de réaction EV2 au niveau de l'arase des terrassements projet :

Module de réaction Westergaard EV2 (MPa)	15	20	25	30
Epaisseur H de la couche de forme pour $E_{PF} = 50$ MPa (m)	0.6 à 0.65	0.45 à 0.5	0.25 à 0.3	0.2

A titre indicatif et à ce stade du projet, on pourra retenir une épaisseur minimale de la couche de forme de 0,50 m à 1 m en conditions météorologiques favorables et pour un fond de forme de type argiles limoneuses et/ou limons argileux.

7.7.2 Mise en œuvre de la couche de forme

Il faudra :

- Décaper la couche de terre végétale et l'évacuer vers une décharge à l'initiative de l'entreprise,
- Travailler par temps sec,
- Décaper les éventuelles zones molles ou remaniées, purger tout réseau enterré et tout vestige éventuel de construction,
- Recompresser légèrement le fond de forme obtenu pour refermer les matériaux,
- Disposer un géotextile anti-contaminant en fond de forme,
- Mettre en œuvre une couche de forme en matériaux graveleux sains et non évolutifs (grave non traitée GNT 0/80mm classée D2/D3(sauf D32) avec peu de fines et insensible à l'eau), soigneusement compactés par couches minces de 20 cm maximum à l'aide d'un engin adapté à la granulométrie, à l'épaisseur de la couche et aux conditions d'intervention,
- Remblayer les réseaux enterrés avec soin avec un compactage dont l'objectif de densification est q_3 ,
- Mettre en œuvre la couche de forme par temps sec uniquement. Dans le cas de pluie avant ou pendant les travaux, il sera nécessaire d'augmenter l'épaisseur de la couche

de forme. En effet, l'épaisseur de la couche de forme est fonction de l'état hydrique du sol support au moment du terrassement.

Tableau 7.II. Matériaux utilisables en couche de forme (DTU 13.3).

Appellation des sols selon la norme NF P 11-300	Symbole de classification selon le guide technique pour la réalisation des remblais et des couches de formes (GTR 92)
Sols sableux et graveleux avec fines non argileuses et gros éléments	B11, B31
Sols comportant des fines non argileuses et gros éléments	C1B1, C1B3, C2B1, C2B3, C2B1, C2B3, C1B4, C2B4, après élimination de la fraction fine 0/d
Sols insensibles à l'eau	D1, D2, D3 (sauf D32)
Craies	R11
Calcaires rocheux divers	R21, R22
Roches siliceuses	R41, R42
Roches magmatiques et métamorphiques	R61, R62

Le fond de forme et la couche de forme seront contrôlés au moyen d'une série d'essais de plaque de type Westergaard et LCPC dans le cadre de la mission d'exécution G3. On veillera à obtenir les caractéristiques minimales suivantes, au niveau de la couche de forme : $E_{v2} \geq 50$ MPa et $k_W \geq 50$ MPa/m ; conformément au DTU 13.3.

7.7.3 Exemple de structures de voiries

Selon le manuel de conception des chaussées neuves à faible trafic, en considérant :

- Une classe de trafic t4 (25 à 50 poids lourds de charge utile supérieure à 5t par jour et par sens de circulation),
- Un trafic cumulé N pendant une durée de service de 20 ans ≥ 105 ,
- Une portance de plateforme P3 (épaisseur de couche de forme > 50 cm en matériaux non traité),

On pourra envisager la structure de chaussée suivante :

- Une couche de fondation/base d'au moins 0.25 m d'épaisseur en GNT 0/31.5mm soigneusement mise en œuvre et compactée,
- Une couche de roulement de 6 cm d'épaisseur en béton bitumineux.

Le dimensionnement devra prendre en compte le trafic réel, des variantes de structure de chaussée peuvent être étudiées.

La chaussée retenue devra être vérifiée au gel/dégel pour un « hiver rigoureux non exceptionnel ».

8 Limites de la mission confiée

L'ensemble des dispositions énoncées dans le présent rapport n'est valable qu'au droit de nos sondages et essais. En effet, des variations latérales d'épaisseur et de caractéristiques sont toujours possibles.

Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle sans l'accord écrit de la société CEBACO, ne saurait engager sa responsabilité.

Conformément à la commande passée, le présent rapport géotechnique constitue le compte rendu et fixe la fin de la mission d'étude géotechnique de conception de type G2 phase AVP selon la norme NFP 94-500 (cf. annexe : schéma d'enchaînement des missions géotechniques). Ce rapport a permis de définir le contexte géotechnique général du site et de donner une première identification des risques géologiques, avec certains principes généraux d'adaptation du projet au site et les caractéristiques géotechniques à prendre en compte en phase projet, compte tenu des connaissances acquises du sous-sol à partir des investigations réalisées et des données fournies sur le projet.

Conformément à la norme, la mission suivante d'étude géotechnique de conception G2 phase PRO permet ensuite de poursuivre la mise au point du projet en vue de sa réalisation avec une meilleure maîtrise des incertitudes et aléas inhérents à la géotechnique, science naturelle dont le caractère aléatoire est bien connu, le terrain n'étant reconnu et donc réellement connu qu'au droit des investigations ponctuelles réalisées.

Nous restons à la disposition du Maître de l'ouvrage pour réaliser un sondage destructif avec essais pressiométriques complémentaires, et pour réaliser une mission de supervision géotechnique G4 (cf. : "Missions Géotechniques Types" jointes en annexe) dans le cadre des travaux de terrassements et de fondations.

Annexes

ANNEXE 1 : CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES TYPES

ANNEXE 2 : PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES ET DES ESSAIS

ANNEXE 3 : PRESENTATION DES SONDAGES ET DES ESSAIS

Annexe 1 : Classification des missions géotechniques types

Extrait de la norme NF P 94-500 (30 novembre 2013)

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 géologiques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PRELABLE (G1)

Ces missions excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de projet (étape 2). Elles sont normalement à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Etude de Site (ES)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géologiques d'un site :

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir 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 un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques majeurs.

Phase Principes Généraux et Construction (PGC)

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

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses 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).

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-Projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifiques, 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 projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes de talus, fondations, assises de dallages et voiries, amélioration de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les seuils et une approche des quantités.

Phase DCE/ACT

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

- Etablir 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, 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.

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (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 Etude

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier 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, contrôles, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Elaborer le dossier géotechnique du dossier 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 les dispositions constructives prédéfinies en phase Etude.
- 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).
- Etablir 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 GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et de suivi géotechnique 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 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 les valeurs seuils associées.

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), sur le comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou 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 GEOTECHNIQUE (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 de 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.
- Etudier 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'état 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 projet et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision, seront réalisées ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ ou 3).

Annexe 2 : Plan d'implantation des sondages et des essais

QSPublisherVersion 3.0.100.100



- CEBACO**
Bureau d'Études & Ingénierie
- CONCEPTION - FLUIDES
STRUCTURE - GÉOTECHNIQUES

Localisation des sondages

Annexe 3 : Présentation des sondages et des essais

PM1 :



PM2 :



PM3 :



PM4 :



PM5 :



PM6 :



PM7 :



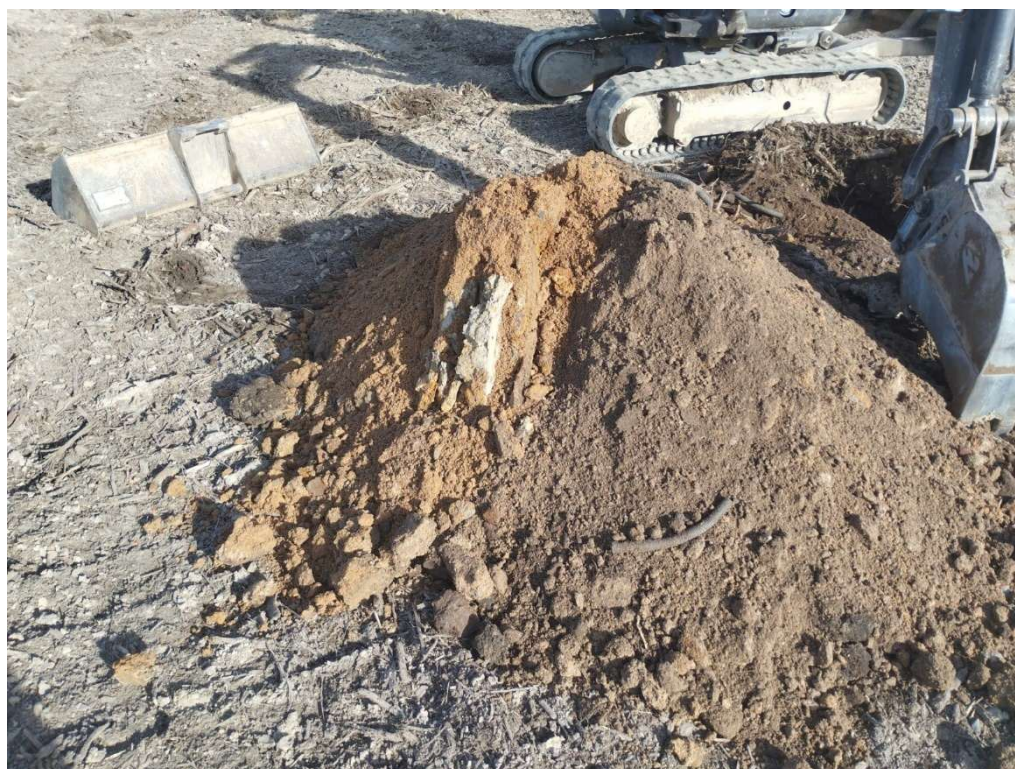
PM8 :



PM9 :



PM10 :



PM11 :



PM12 :



PM13 :



PM14 :



CEBACO RIORGES

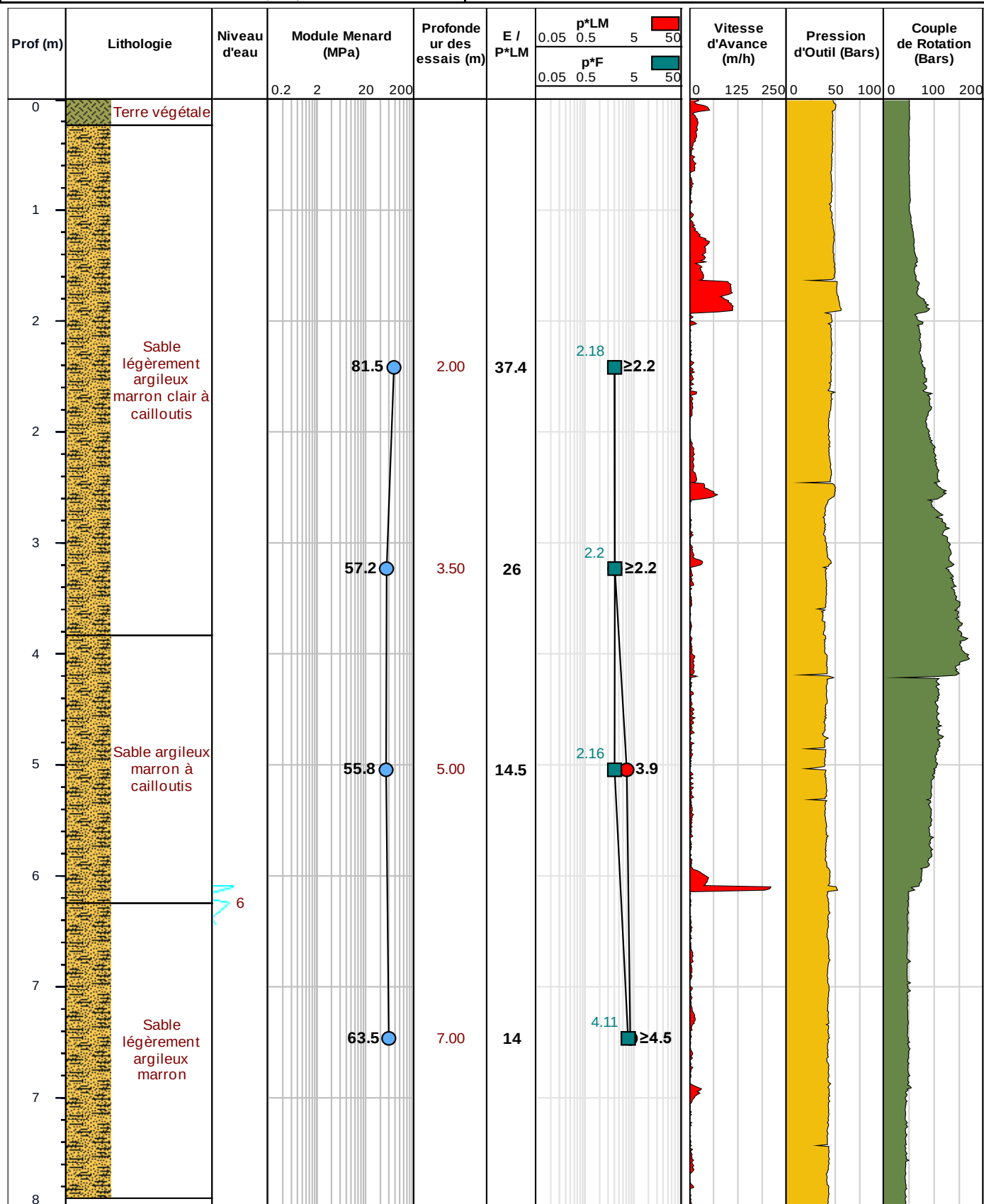
Rue Clément Ader, 42153 Riorges

FORAGE PRESSIOMETRIQUE

SP1

Date : 17/02/2023

N° d'affaire : 1077 CEBACO RIORGES



Date : 16/02/2023

Machine : GEO PC

Profondeur : 0,00 - 7,94 m

Heure début : 10:28

RESPONSABLE : APE

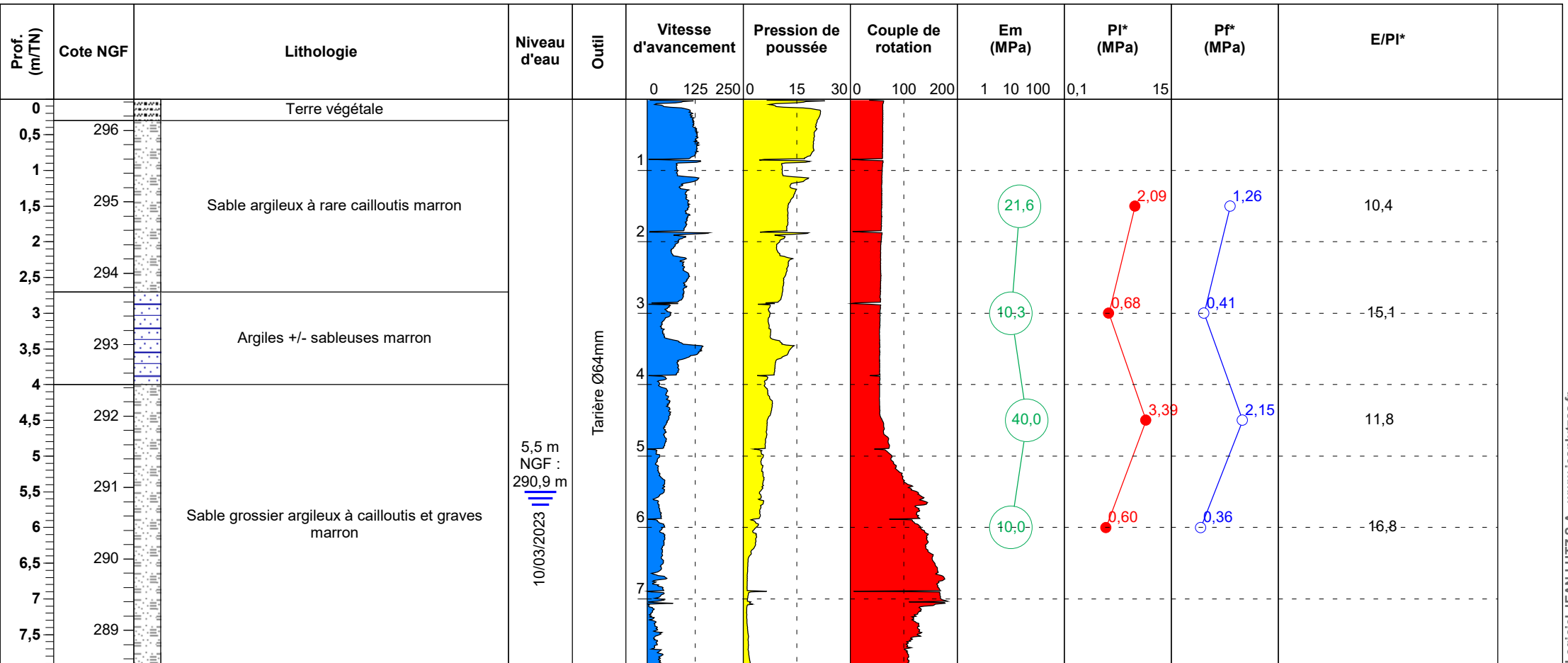
Heure fin : 10:57

OPERATEUR : GBS

1/75

Sondage : SP2

EXGTE 3.23/LB2GEO110FR



CEBACO RIORGES

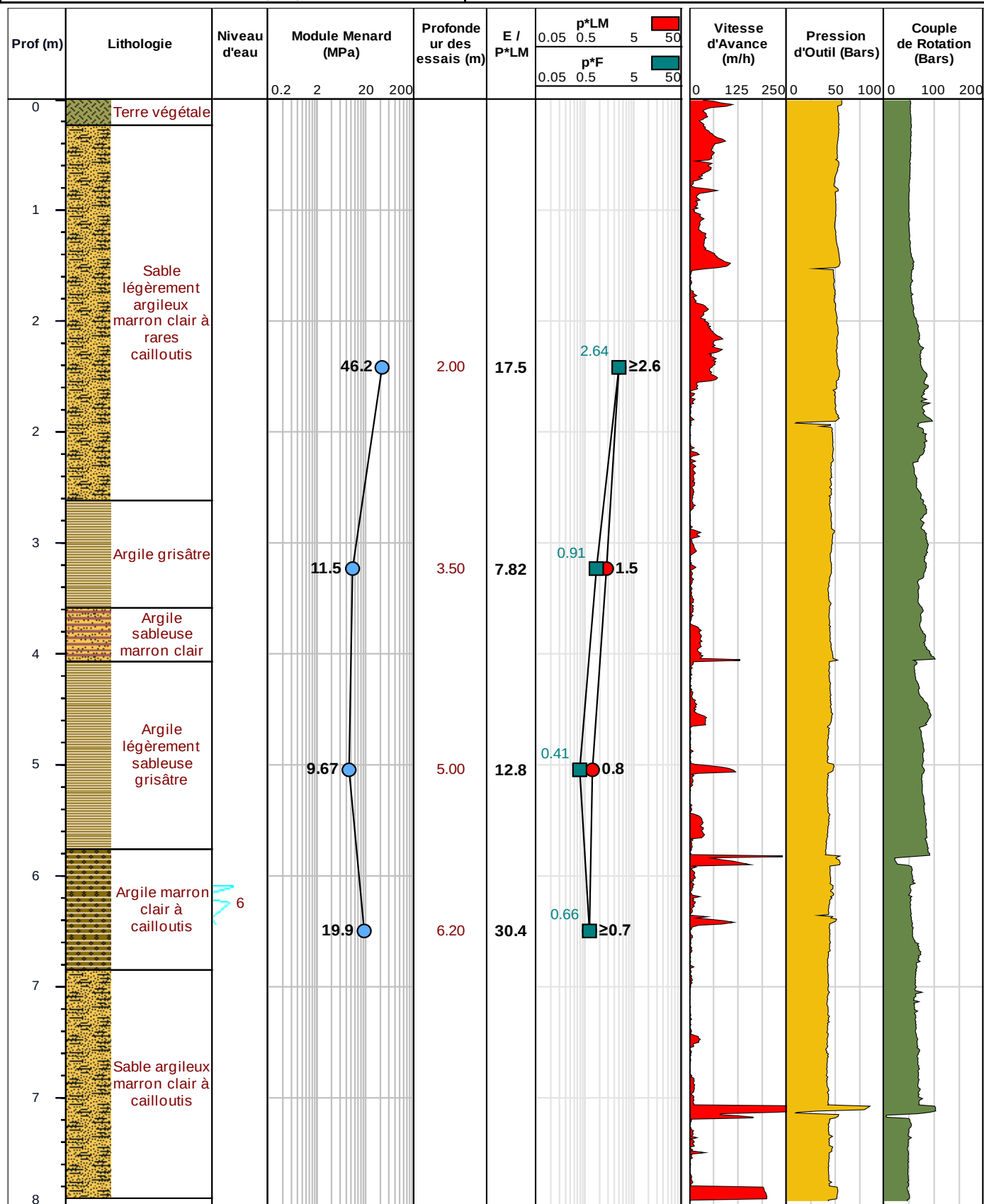
Rue Clément Ader, 42153 Riorges

FORAGE PRESSIOMETRIQUE

SP3

Date : 16/02/2023

N° d'affaire : 1077 CEBACO RIORGES



Essai au pénétromètre dynamique à
énergie constante

Reconnaissance de sols

Organisme : CEBACO

Site : rioges 1502

Sondage : PD n°001.grz

Date : 15/02/2023

Heure : 11:24

Opérateur : GBS

Responsable : APE

Conforme à la norme NF P 94-115

Localisation :

Type de repérage :

X : 46,062612

Y : 4,044098

Z : 293,55 m

Essai :

Profondeur visée : 7,00 m

Profondeur atteinte : 1,63 m

Nombre de coups : 86

Profondeur pré-forage : 0,00 m

Condition arrêt : Refus

Nappe : Inexistante

Caractéristiques :

Type d'appareil : GRIZZLY

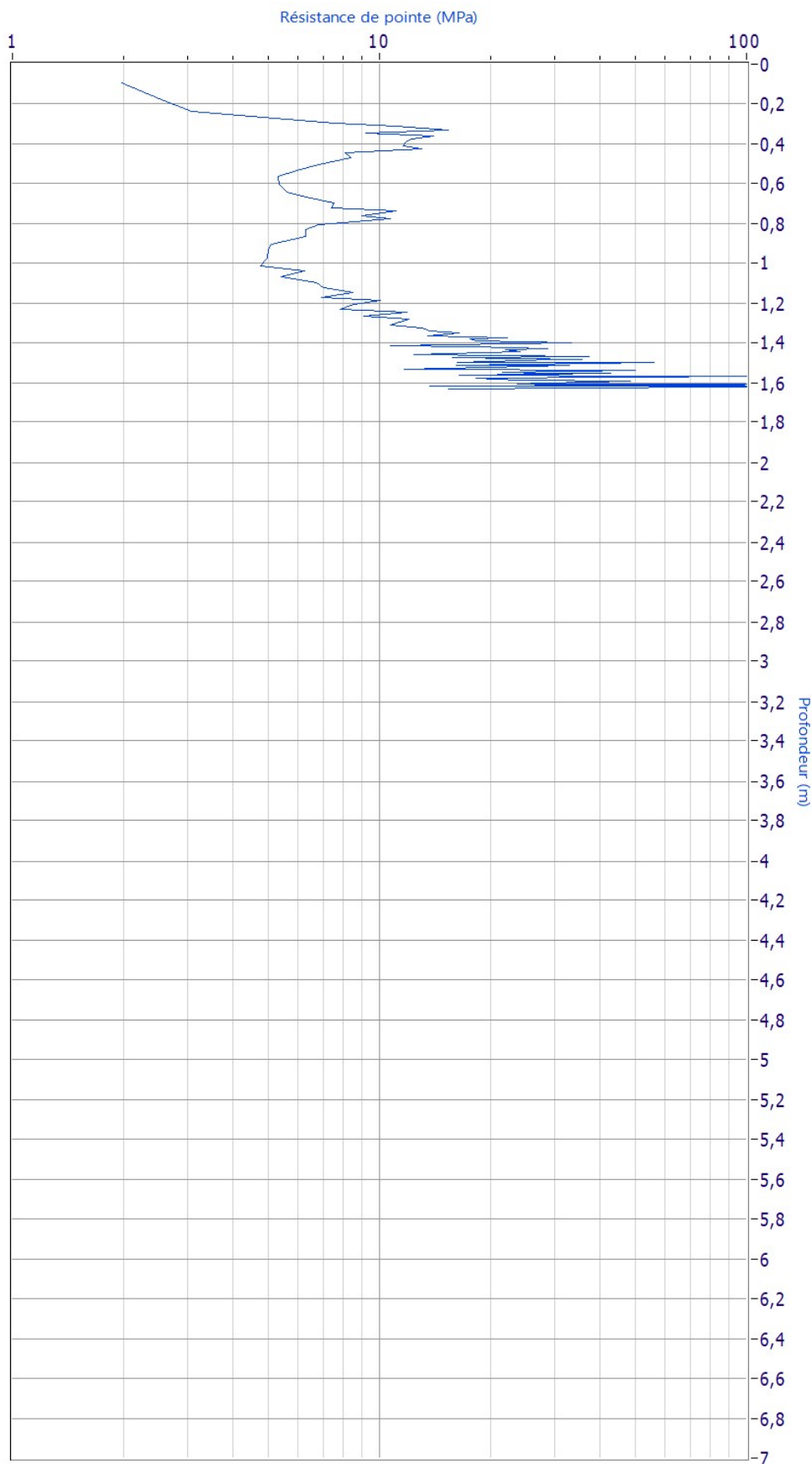
Étalonné le : 13/04/2022

Hauteur de chute : 0,76 m

Masse du mouton : 63,5 kg

Section de pointe : 20 cm²Matériel étalonné par le ministère de l'équipement
CER Rouen

Commentaires :



Mesures de couple :

Longueur de tige (m)												
Couple (Nm)												

Essai au pénétromètre dynamique à énergie constante

Reconnaissance de sols

Organisme : CEBACO
Site : rioges 1502
Sondage : PD n°002.grz
Date : 15/02/2023
Heure : 11:37
Opérateur : GBS
Responsable : APE

Conforme à la norme NF P 94-115

Localisation :

Type de repérage :

X : 46,062403
Y : 4,044903
Z : 293,23 m

Essai :

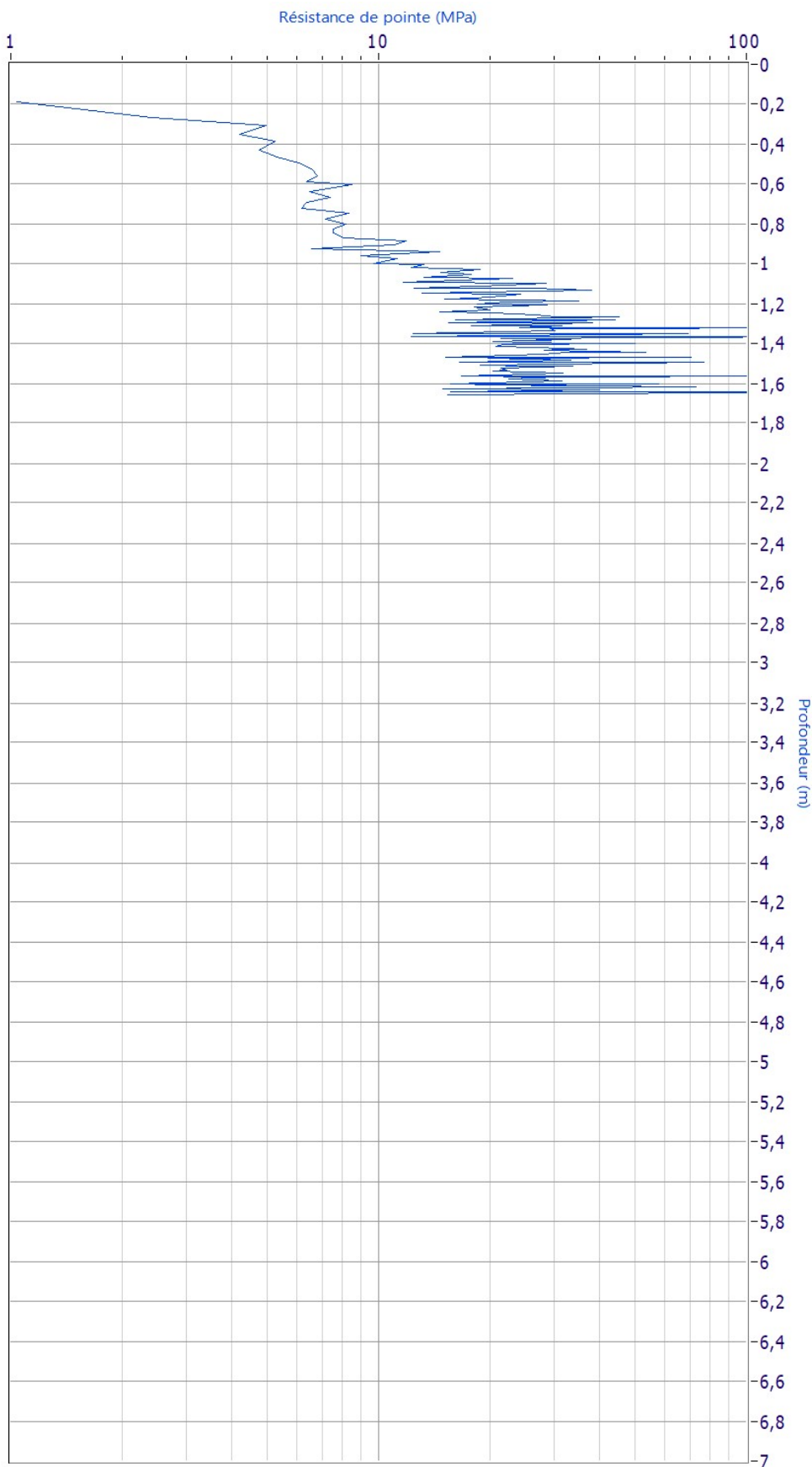
Profondeur visée : 7,00 m
Profondeur atteinte : 1,65 m
Nombre de coups : 115
Profondeur pré-forage : 0,00 m
Condition arrêt : Refus
Nappe : Inexistante

Caractéristiques :

Type d'appareil : GRIZZLY
Étalonné le : 13/04/2022
Hauteur de chute : 0,76 m
Masse du mouton : 63,5 kg
Section de pointe : 20 cm²

Matériel étalonné par le ministère de l'équipement
CER Rouen

Commentaires :



Mesures de couple :

Longueur de tige (m)												
Couple (Nm)												

Essai au pénétromètre dynamique à énergie constante

Reconnaissance de sols

Organisme : CEBACO
Site : rioges 1502
Sondage : PD n°003.grz
Date : 15/02/2023
Heure : 14:08
Opérateur : GBS
Responsable : APE

Conforme à la norme NF P 94-115

Localisation :

Type de repérage :

X : 46,062218
Y : 4,044965
Z : 293,66 m

Essai :

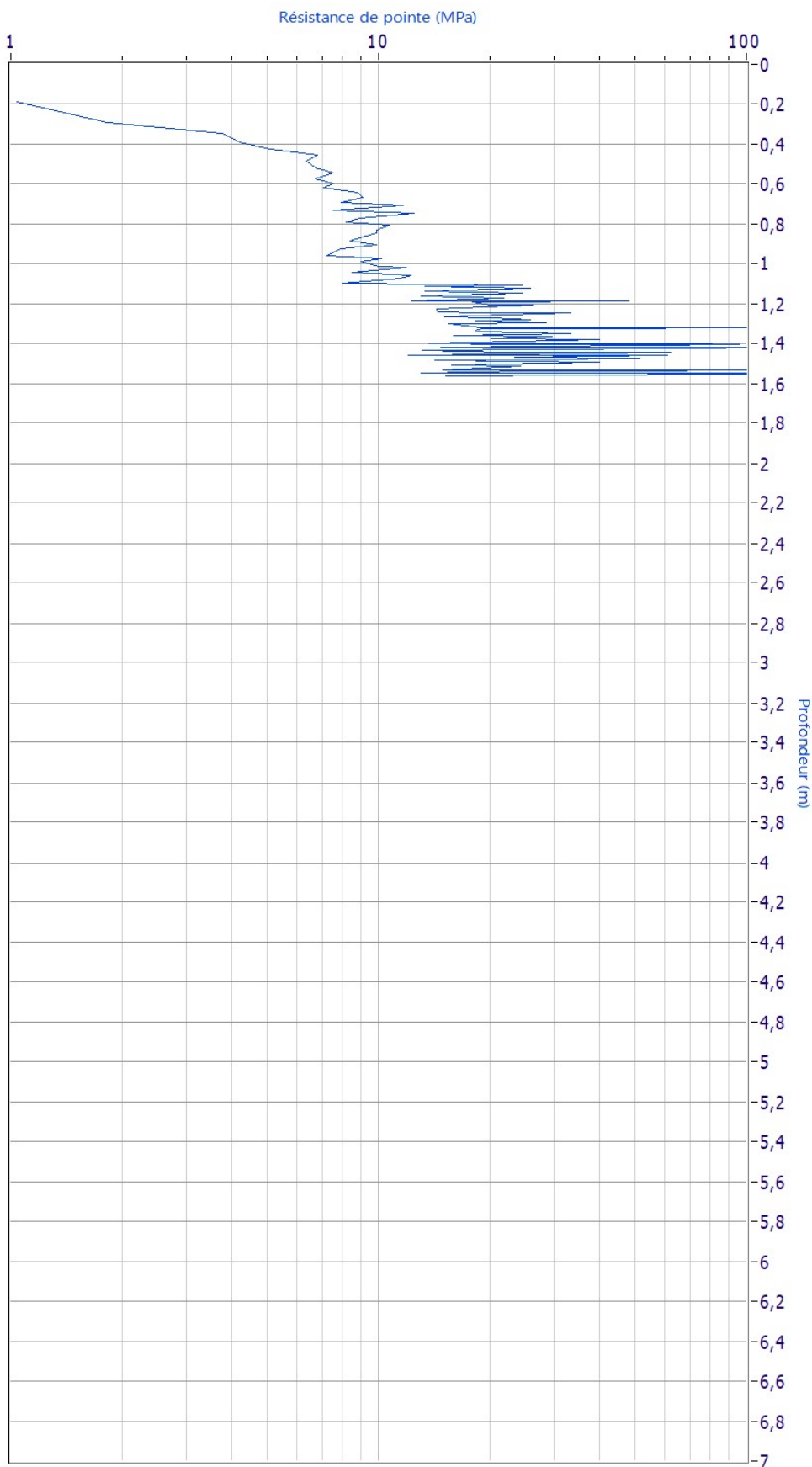
Profondeur visée : 7,00 m
Profondeur atteinte : 1,56 m
Nombre de coups : 92
Profondeur pré-forage : 0,00 m
Condition arrêt : Refus
Nappe : Inexistante

Caractéristiques :

Type d'appareil : GRIZZLY
Étalonné le : 13/04/2022
Hauteur de chute : 0,76 m
Masse du mouton : 63,5 kg
Section de pointe : 20 cm²

Matériel étalonné par le ministère de l'équipement
CER Rouen

Commentaires :



Mesures de couple :

Longueur de tige (m)												
Couple (Nm)												

Essai au pénétromètre dynamique à
énergie constante

Reconnaissance de sols

Organisme : CEBACO

Site : rioges 1502

Sondage : PD n°004.grz

Date : 15/02/2023

Heure : 13:56

Opérateur : GBS

Responsable : APE

Conforme à la norme NF P 94-115

Localisation :

Type de repérage :

X : 46,062313

Y : 4,044780

Z : 293,56 m

Essai :

Profondeur visée : 7,00 m

Profondeur atteinte : 1,85 m

Nombre de coups : 133

Profondeur pré-forage : 0,00 m

Condition arrêt : Refus

Nappe : Inexistante

Caractéristiques :

Type d'appareil : GRIZZLY

Étalonné le : 13/04/2022

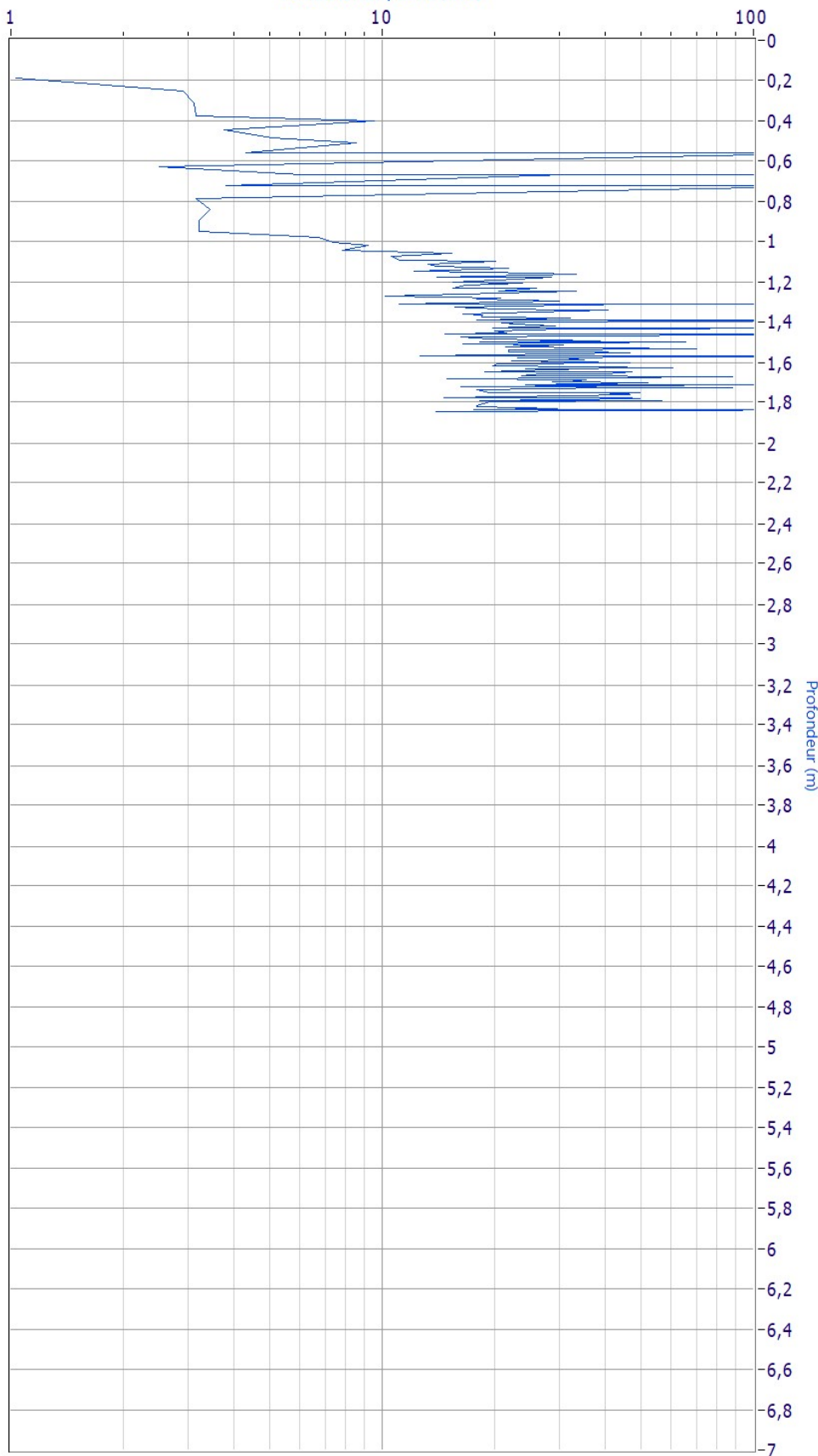
Hauteur de chute : 0,76 m

Masse du mouton : 63,5 kg

Section de pointe : 20 cm²Matériel étalonné par le ministère de l'équipement
CER Rouen

Commentaires :

Résistance de pointe (MPa)



Mesures de couple :

Longueur de tige (m)												
Couple (Nm)												

Essai au pénétromètre dynamique à énergie constante

Reconnaissance de sols

Organisme : CEBACO
Site : rioges 1502
Sondage : PD n°005.grz
Date : 15/02/2023
Heure : 13:49
Opérateur : GBS
Responsable : APE

Conforme à la norme NF P 94-115

Localisation :

Type de repérage :

X : 46,062495
Y : 4,044472
Z : 293,50 m

Essai :

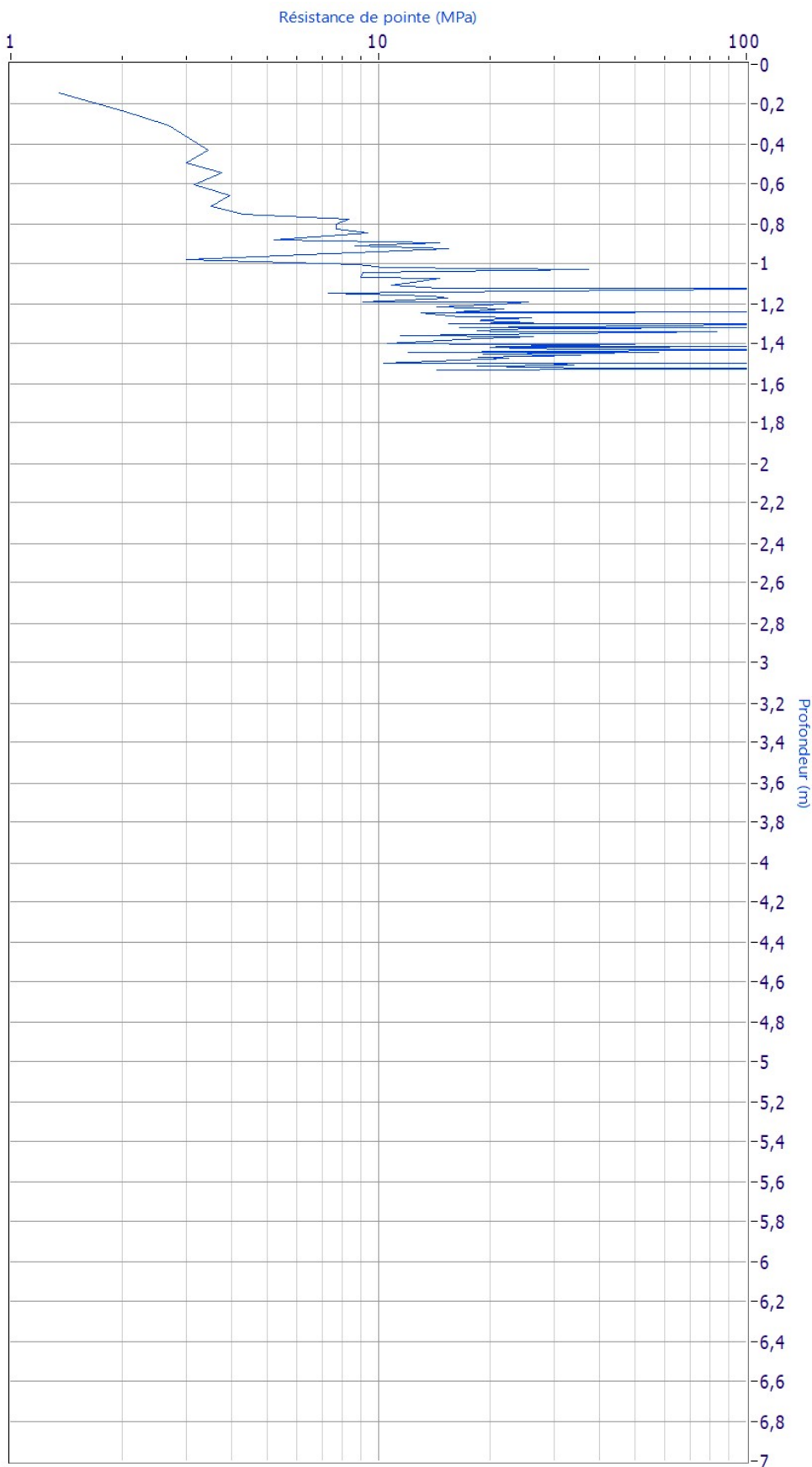
Profondeur visée : 7,00 m
Profondeur atteinte : 1,53 m
Nombre de coups : 81
Profondeur pré-forage : 0,00 m
Condition arrêt : Refus
Nappe : Inexistante

Caractéristiques :

Type d'appareil : GRIZZLY
Étalonné le : 13/04/2022
Hauteur de chute : 0,76 m
Masse du mouton : 63,5 kg
Section de pointe : 20 cm²

Matériel étalonné par le ministère de l'équipement
CER Rouen

Commentaires :



Mesures de couple :

Longueur de tige (m)												
Couple (Nm)												

Essai au pénétromètre dynamique à énergie constante

Reconnaissance de sols

Organisme : CEBACO
Site : rioges 1502
Sondage : PD n°006.grz
Date : 15/02/2023
Heure : 11:13
Opérateur : GBS
Responsable : APE

Conforme à la norme NF P 94-115

Localisation :

Type de repérage :

X : 46,062422
Y : 4,043978
Z : 294,09 m

Essai :

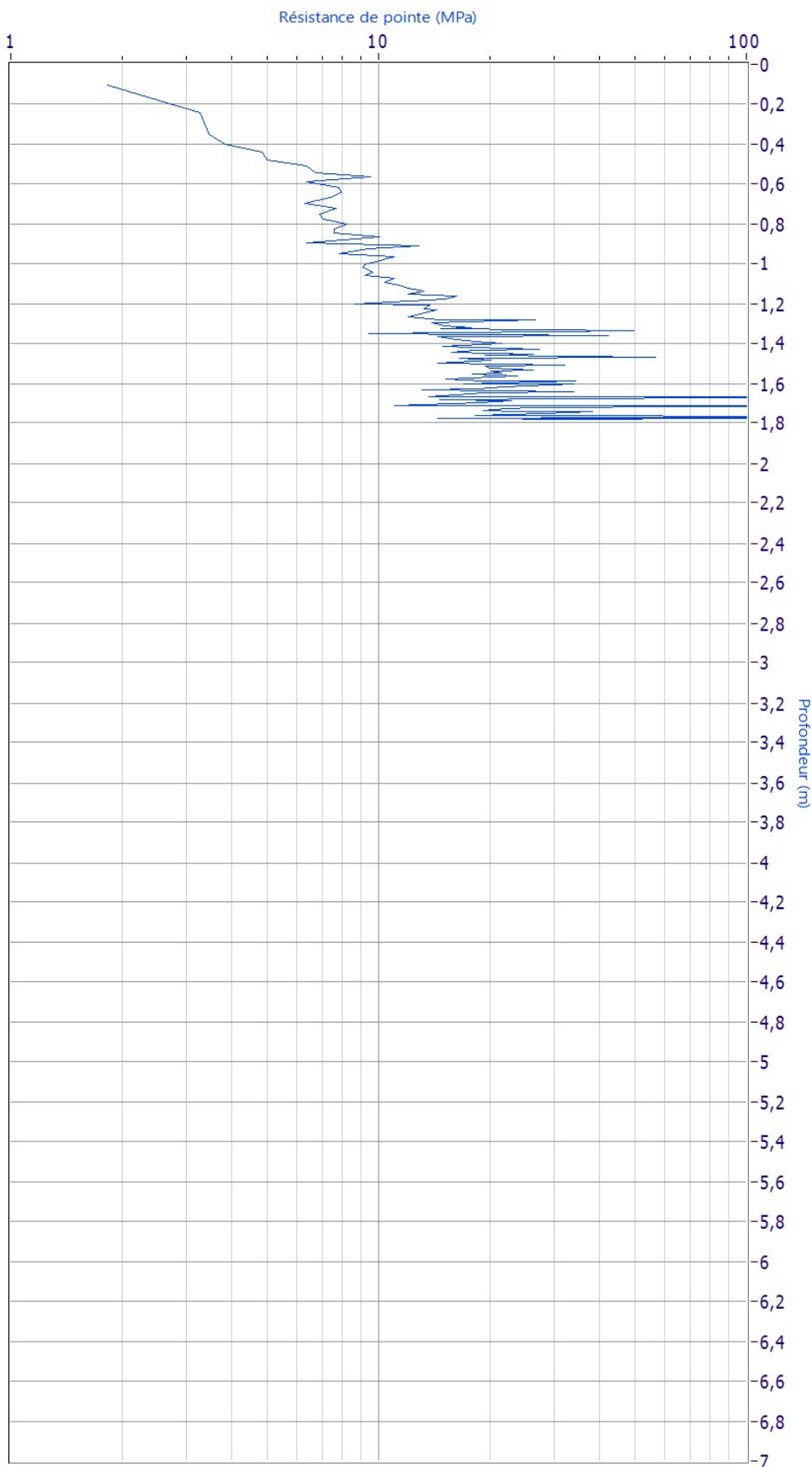
Profondeur visée : 7,00 m
Profondeur atteinte : 1,78 m
Nombre de coups : 107
Profondeur pré-forage : 0,00 m
Condition arrêt : Refus
Nappe : Inexistante

Caractéristiques :

Type d'appareil : GRIZZLY
Étalonné le : 13/04/2022
Hauteur de chute : 0,76 m
Masse du mouton : 63,5 kg
Section de pointe : 20 cm²

Matériel étalonné par le ministère de l'équipement
CER Rouen

Commentaires :



Mesures de couple :

Longueur de tige (m)												
Couple (Nm)												

Essai au pénétromètre dynamique à énergie constante

Reconnaissance de sols

Organisme : CEBACO
Site : rioges 1502
Sondage : PD n°007.grz
Date : 15/02/2023
Heure : 10:03
Opérateur : GBS
Responsable : APE

Conforme à la norme NF P 94-115

Localisation :

Type de repérage :

X : 46,061683
Y : 4,043180
Z : 297,06 m

Essai :

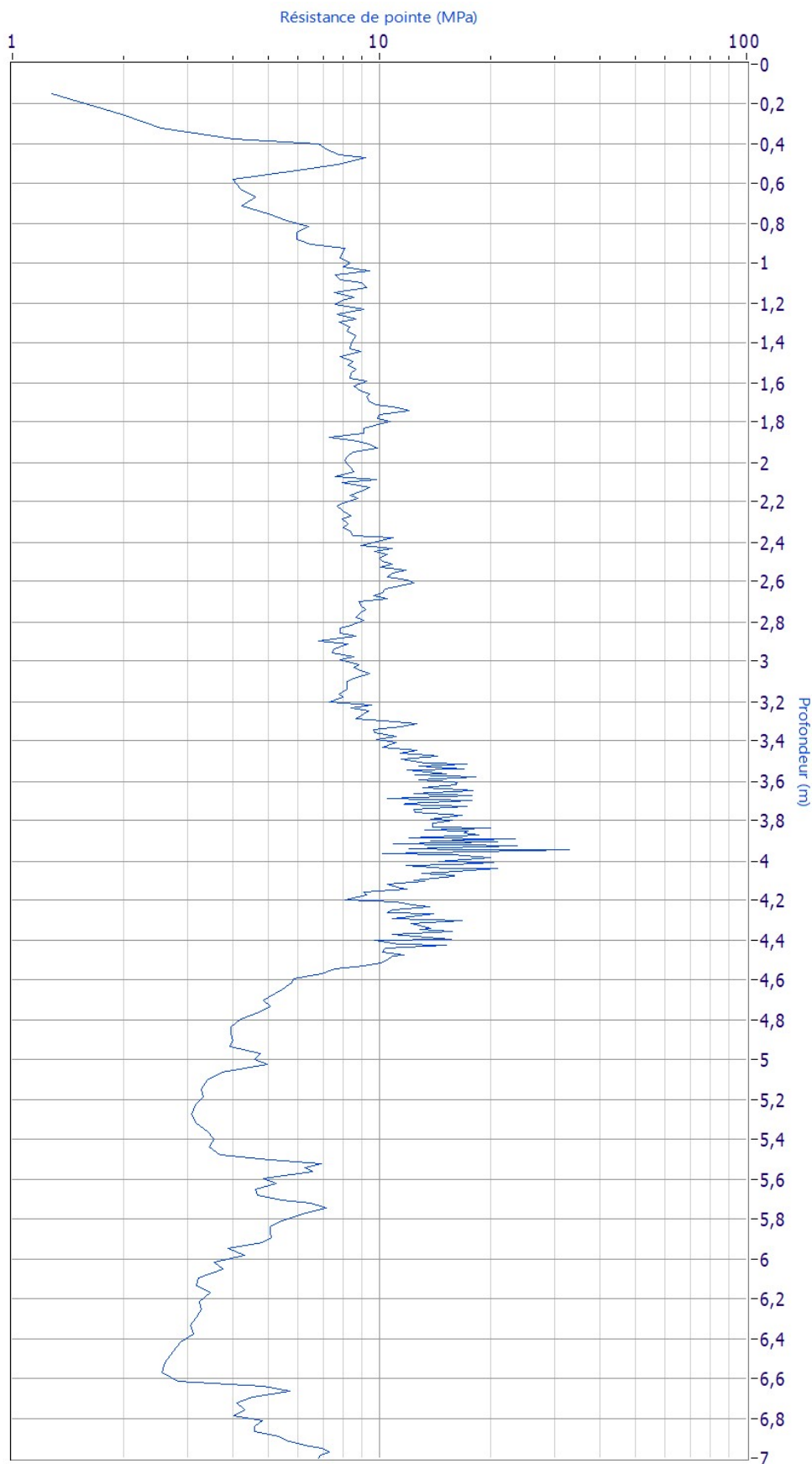
Profondeur visée : 7,00 m
Profondeur atteinte : 7,00 m
Nombre de coups : 332
Profondeur pré-forage : 0,00 m
Condition arrêt : Volontaire
Nappe : Inexistante

Caractéristiques :

Type d'appareil : GRIZZLY
Étalonné le : 13/04/2022
Hauteur de chute : 0,76 m
Masse du mouton : 63,5 kg
Section de pointe : 20 cm²

Matériel étalonné par le ministère de l'équipement
CER Rouen

Commentaires :



Mesures de couple :

Longueur de tige (m)												
Couple (Nm)												

Essai au pénétromètre dynamique à énergie constante

Reconnaissance de sols

Organisme : CEBACO
Site : rioges 1502
Sondage : PD n°008.grz
Date : 15/02/2023
Heure : 10:39
Opérateur : GBS
Responsable : APE

Conforme à la norme NF P 94-115

Localisation :

Type de repérage :

X : 46,061765
Y : 4,043512
Z : 296,44 m

Essai :

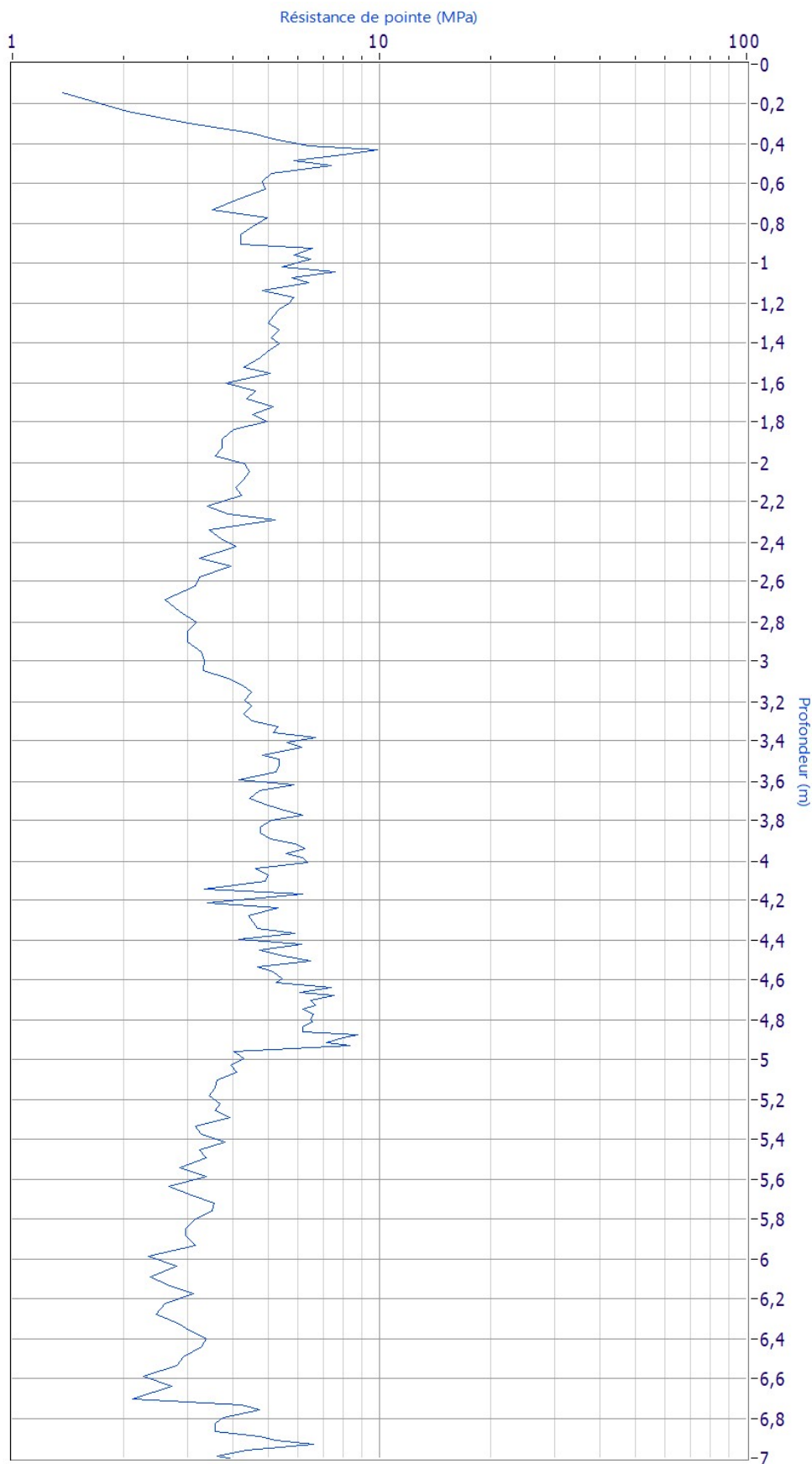
Profondeur visée : 7,00 m
Profondeur atteinte : 7,02 m
Nombre de coups : 191
Profondeur pré-forage : 0,00 m
Condition arrêt : Volontaire
Nappe : Inexistante

Caractéristiques :

Type d'appareil : GRIZZLY
Étalonné le : 13/04/2022
Hauteur de chute : 0,76 m
Masse du mouton : 63,5 kg
Section de pointe : 20 cm²

Matériel étalonné par le ministère de l'équipement
CER Rouen

Commentaires :



Mesures de couple :

Longueur de tige (m)												
Couple (Nm)												

Essai au pénétromètre dynamique à énergie constante

Reconnaissance de sols

Organisme : CEBACO
Site : rioges 1502
Sondage : PD n°009.grz
Date : 15/02/2023
Heure : 11:01
Opérateur : GBS
Responsable : APE

Conforme à la norme NF P 94-115

Localisation :

Type de repérage :

X : 46,061608
Y : 4,044195
Z : 295,87 m

Essai :

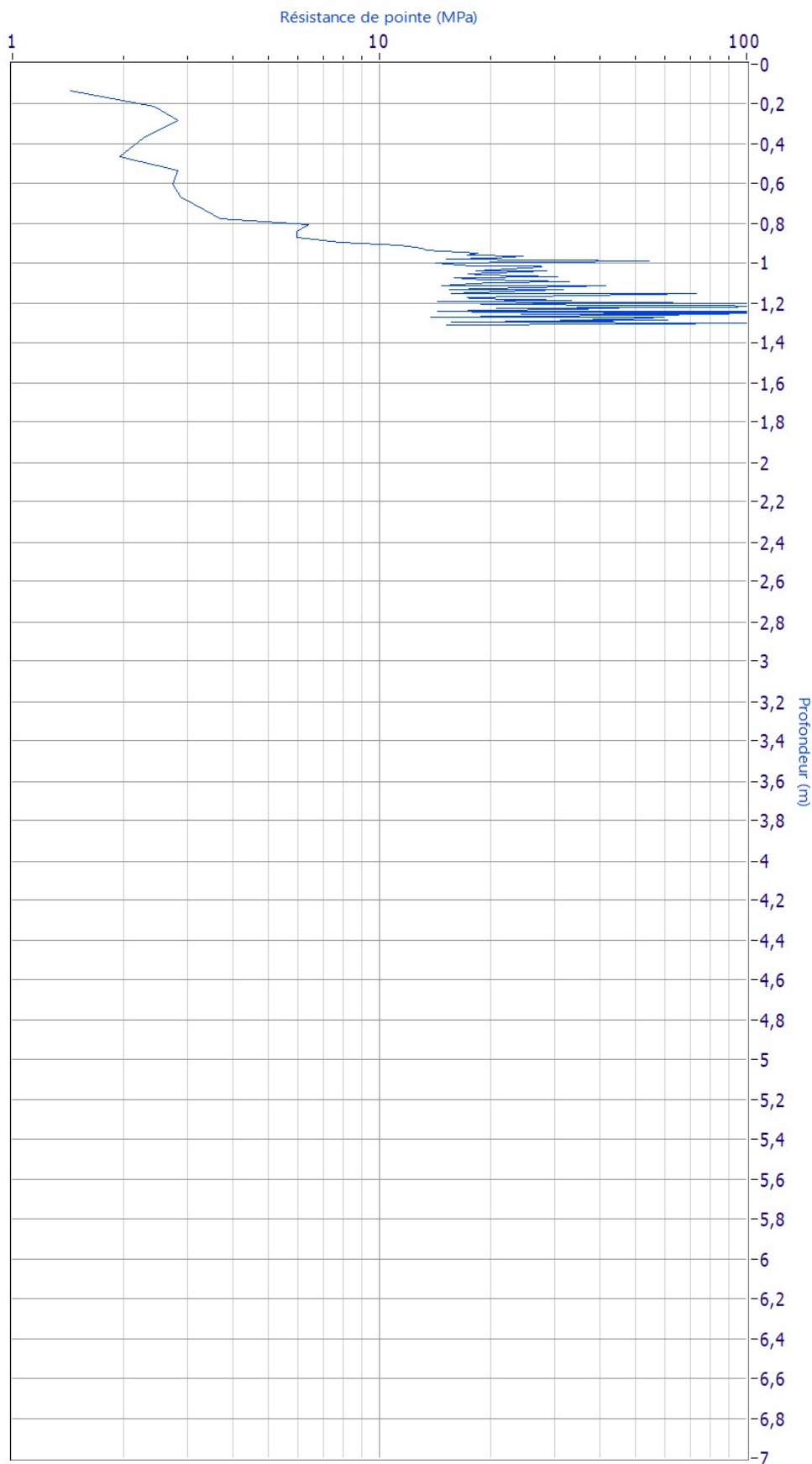
Profondeur visée : 7,00 m
Profondeur atteinte : 1,31 m
Nombre de coups : 68
Profondeur pré-forage : 0,00 m
Condition arrêt : Refus
Nappe : Inexistante

Caractéristiques :

Type d'appareil : GRIZZLY
Étalonné le : 13/04/2022
Hauteur de chute : 0,76 m
Masse du mouton : 63,5 kg
Section de pointe : 20 cm²

Matériel étalonné par le ministère de l'équipement
CER Rouen

Commentaires :



Mesures de couple :

Longueur de tige (m)												
Couple (Nm)												

Essai au pénétromètre dynamique à énergie constante

Reconnaissance de sols

Organisme : CEBACO
Site : rioges 1502
Sondage : PD n°0011.grz
Date : 15/02/2023
Heure : 08:38
Opérateur : GBS
Responsable : APE

Conforme à la norme NF P 94-115

Localisation :

Type de repérage :

X : 46,061287
Y : 4,045033
Z : 294,74 m

Essai :

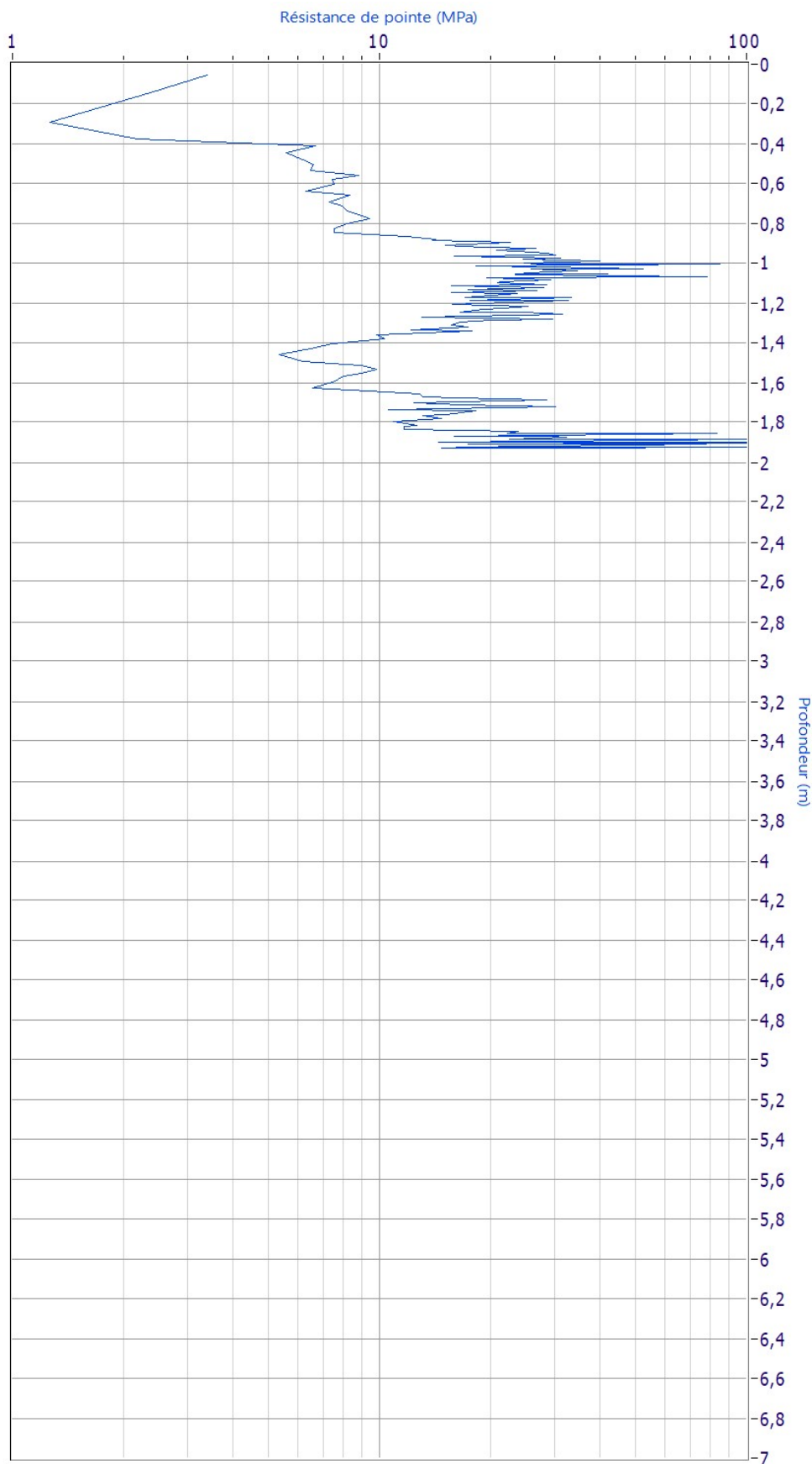
Profondeur visée : 7,00 m
Profondeur atteinte : 1,93 m
Nombre de coups : 126
Profondeur pré-forage : 0,00 m
Condition arrêt : Refus
Nappe : Inexistante

Caractéristiques :

Type d'appareil : GRIZZLY
Étalonné le : 13/04/2022
Hauteur de chute : 0,76 m
Masse du mouton : 63,5 kg
Section de pointe : 20 cm²

Matériel étalonné par le ministère de l'équipement
CER Rouen

Commentaires :



Mesures de couple :

Longueur de tige (m)												
Couple (Nm)												

Essai au pénétromètre dynamique à énergie constante

Reconnaissance de sols

Organisme : CEBACO

Site : rioges 1502

Sondage : PD n°0012.grz

Date : 15/02/2023

Heure : 09:01

Opérateur : GBS

Responsable : APE

Conforme à la norme NF P 94-115

Localisation :

Type de repérage :

X : 46,061237

Y : 4,044765

Z : 295,29 m

Essai :

Profondeur visée : 7,00 m

Profondeur atteinte : 5,73 m

Nombre de coups : 365

Profondeur pré-forage : 0,00 m

Condition arrêt : Refus

Nappe : Inexistante

Caractéristiques :

Type d'appareil : GRIZZLY

Étalonné le : 13/04/2022

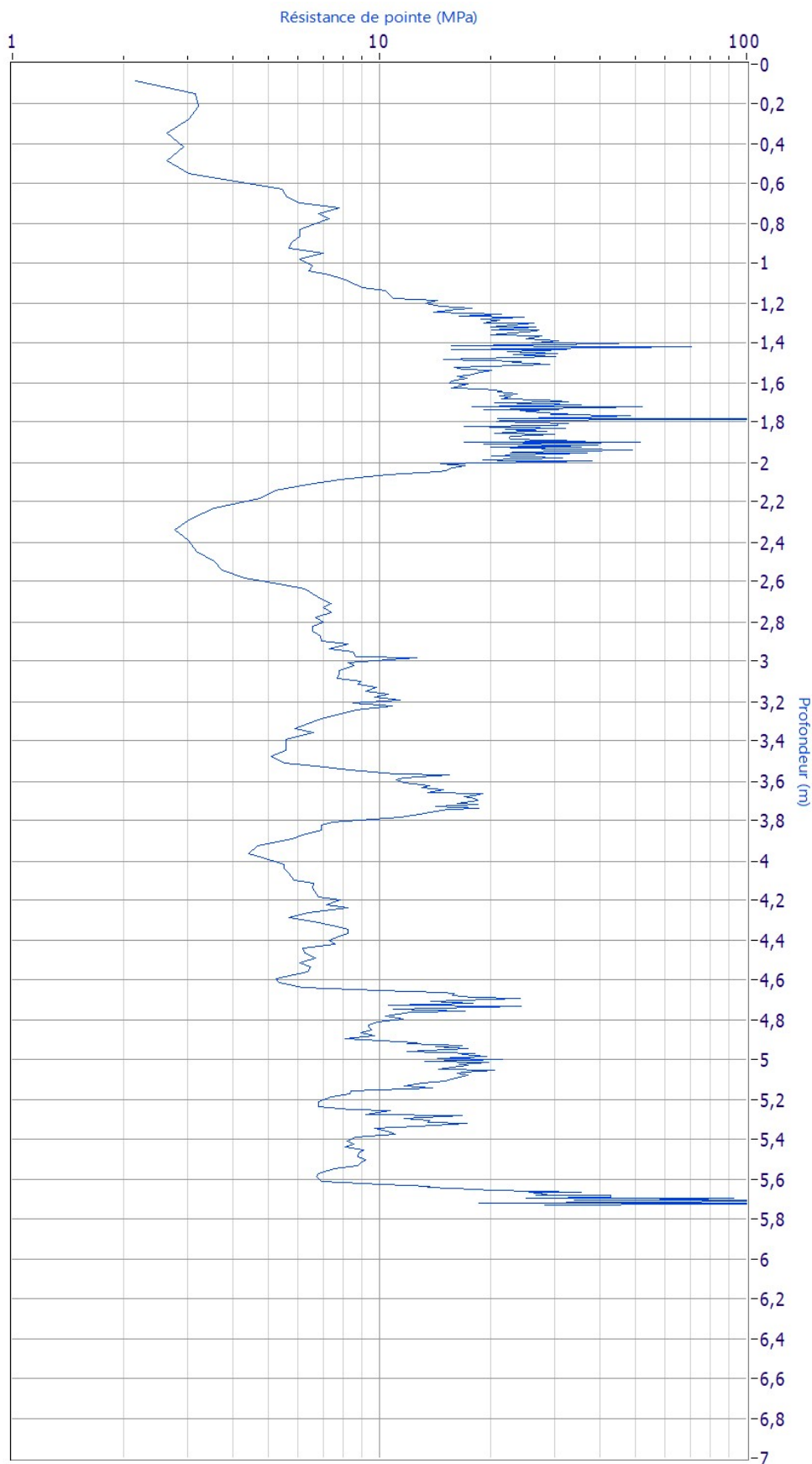
Hauteur de chute : 0,76 m

Masse du mouton : 63,5 kg

Section de pointe : 20 cm²

Matériel étalonné par le ministère de l'équipement
CER Rouen

Commentaires :



Mesures de couple :

Longueur de tige (m)												
Couple (Nm)												

Essai au pénétromètre dynamique à énergie constante

Reconnaissance de sols

Organisme : CEBACO

Site : rioges 1502

Sondage : PD n°0013.grz

Date : 15/02/2023

Heure : 09:24

Opérateur : GBS

Responsable : APE

Conforme à la norme NF P 94-115

Localisation :

Type de repérage :

X : 46,061370

Y : 4,044085

Z : 296,32 m

Essai :

Profondeur visée : 7,00 m

Profondeur atteinte : 1,41 m

Nombre de coups : 91

Profondeur pré-forage : 0,00 m

Condition arrêt : Refus

Nappe : Inexistante

Caractéristiques :

Type d'appareil : GRIZZLY

Étalonné le : 13/04/2022

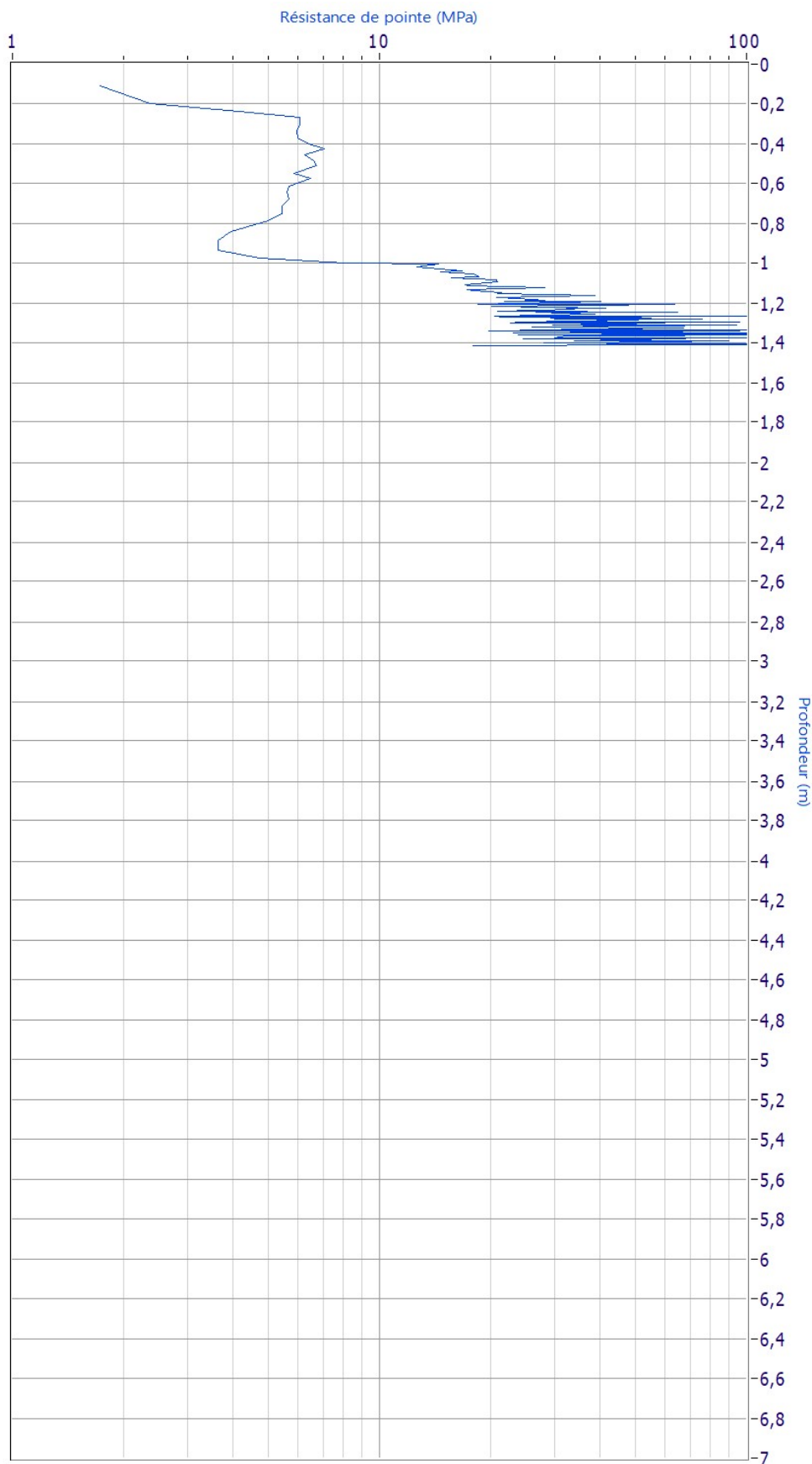
Hauteur de chute : 0,76 m

Masse du mouton : 63,5 kg

Section de pointe : 20 cm²

Matériel étalonné par le ministère de l'équipement
CER Rouen

Commentaires :



Mesures de couple :

Longueur de tige (m)												
Couple (Nm)												

Essai au pénétromètre dynamique à énergie constante

Reconnaissance de sols

Organisme : CEBACO
Site : rioges 1502
Sondage : PD n°0014.grz
Date : 15/02/2023
Heure : 09:34
Opérateur : GBS
Responsable : APE

Conforme à la norme NF P 94-115

Localisation :

Type de repérage :

X : 46,061550
Y : 4,043423
Z : 296,29 m

Essai :

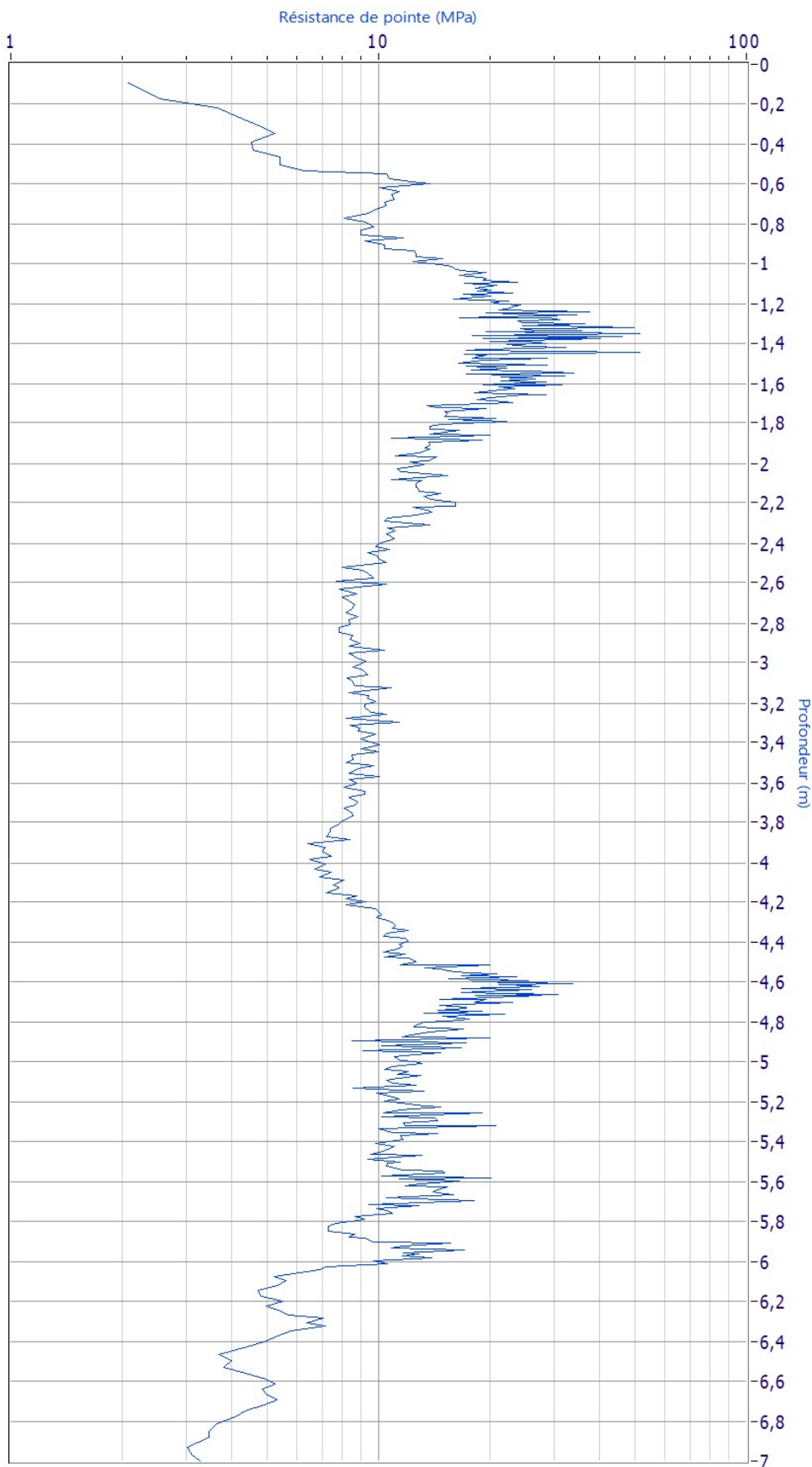
Profondeur visée : 7,00 m
Profondeur atteinte : 7,00 m
Nombre de coups : 479
Profondeur pré-forage : 0,00 m
Condition arrêt : Volontaire
Nappe : Inexistante

Caractéristiques :

Type d'appareil : GRIZZLY
Étalonné le : 13/04/2022
Hauteur de chute : 0,76 m
Masse du mouton : 63,5 kg
Section de pointe : 20 cm²

Matériel étalonné par le ministère de l'équipement
CER Rouen

Commentaires :



Mesures de couple :

Longueur de tige (m)												
Couple (Nm)												