



Géologie
Étude de sol
Géotechnique
Ingénieur conseil
Assainissement
Expertise
Chantier
Eau



Réf : R38/25/27316 DG

Date de rédaction : 07/10/2025

RAPPORT D'ÉTUDE

MISSION GEOTECHNIQUE G2 PRO

Phase Projet

Extension du pôle logistique LETI

GRENOBLE (38 - Isère)

CEA GRENOBLE

Chargé d'Affaire

Gabriel LAGRANGE

06 79 11 82 27

gabriel.lagrange@egsol.fr

EGSOL ALPES / 6, rue des Essarts, 38610 GIERES | Tel. : 04 76 42 63 69 – Courriel : egsol-grenoble@egsol.fr

EGSOL SAVOIE-MONT-BLANC / 4, rue Henri Verjus, 74600 ANNECY | Tel. : 04 76 42 63 69 – Courriel : egsol-savoies@egsol.fr
SARL au capital de 150 000 € - SIRET 390 561 066 00031 – RCS Grenoble B 390 561 066 – APE 7112B – TVA intracommunautaire : FR 34 390 561 066

www.egsol.fr

Suivi de l'affaire

Indice	Date	Rédigé par	Vérifié par	Modifications
0	07/10/2025	GLA	RA	-

Unités courantes

Unité	Définition	Dimension
kN	Kilonewton	Force
kN/ml	Kilonewton par mètre linéaire	Force par mètre linéaire
kN.m	Kilonewton mètre	Moment
kN/m² ou kPa	Kilonewton par mètre carré / Kilopascal	Surcharge répartie / pression
MPa	Mégapascal	Pression
ml	Mètre linéaire	Distance
m/TA	Mètre par rapport au terrain actuel	Profondeur
t	Tonne	Masse

NOTA : $1\text{ t} \approx 10\text{ kN}$

Abréviations courantes

Symbole	Définition
TA	Terrain actuel
TN	Terrain naturel
TF	Terrain fini
NGF	Nivellement général de la France
NI	Nivellement indépendant
CUR	Charge Uniformément Répartie
PFT	Plate-forme de travail
FF	Fond de fouille
DTU	Document technique unifié
EC	Eurocodes
GTR	Guide du terrassement routier
ELU	États limites ultimes
ELS	États limites de service

Table des matières

1. INTRODUCTION	3
2. RENSEIGNEMENTS GENERAUX	4
2.1. Le site	4
2.2. Contexte géologique.....	6
2.3. Contexte hydrogéologique	7
2.4. Risques naturels.....	7
2.5. Documents en notre possession	8
2.6. Le projet	8
3. CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE DES SOLS ET RESULTATS	11
3.1. Campagne de reconnaissances	11
3.2. Remarques préalables.....	12
3.3. Modèle géologique et géotechnique	13
3.4. Résultats des essais de laboratoire	15
3.5. Données hydrogéologiques	15
3.6. Tests d'infiltration	16
3.7. Reconnaissances de fondations existantes.....	16
4. SYNTHÈSE ET PRÉCONISATIONS	18
4.1. Risques géotechniques potentiels : identification et impact	18
4.2. Aléa sismique et susceptibilité à la liquéfaction	18
4.3. Fondations	18
4.4. Traitement des niveaux bas	21
4.5. Couche de forme et remblais techniques.....	22
4.6. Risques de déformation des terrains	23
4.7. Protection vis-à-vis de l'eau	23
4.8. Terrassement	24
4.9. Gestion des eaux pluviales	25
5. REMARQUES ET SUGGESTIONS PARTICULIERES – ALEAS ET INCERTITUDES	30

ANNEXES

1. Introduction

Principales données de la mission :

<i>Maître d'ouvrage</i>	CEA GRENOBLE
<i>Commune / Département du site</i>	GRENOBLE (38 - Isère)
<i>Projet</i>	Extension du pôle logistique LETI
<i>Mission géotechnique *</i>	Mission géotechnique G2 PRO Phase Projet
<i>Date de la commande</i>	19/05/2025

* Selon la « Classification des Missions Géotechniques Types » définie dans la norme NF P 94-500 de Novembre 2013 dont est joint un extrait en annexe.

Cette étude a pour objectifs :

- De préciser les contextes et modèles géologique, hydrogéologique et géotechnique du site ;
- De procéder à une identification des risques géotechniques du site ;
- De vérifier le dimensionnement des fondations prévues par le projet ;
- De se prononcer sur la perméabilité des terrains rencontrés ;
- De réaliser une étude de gestion des eaux pluviales du projet, adaptée aux contraintes du site ;
- De donner des recommandations pour la réalisation des fondations, des niveaux bas, des terrassements (mitoyens) et pour la protection vis-à-vis de l'eau.

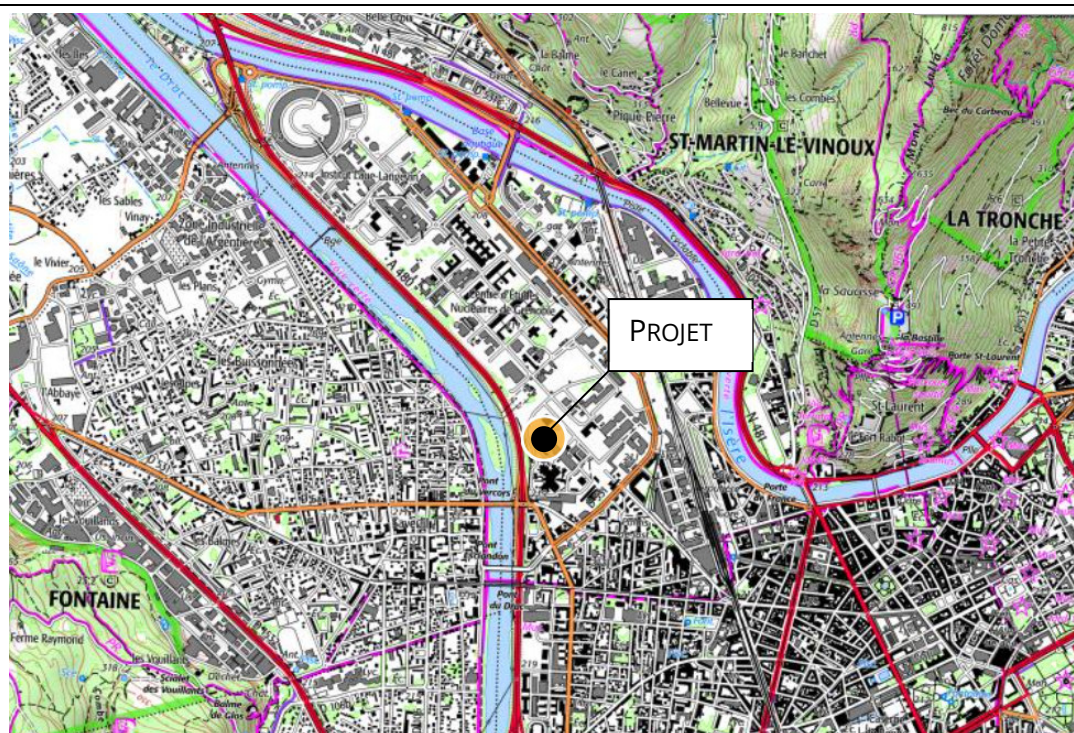
En revanche, les aspects suivants ne font pas partie de notre mission :

- Étudier l'impact sur les réseaux éventuels présents sur le site ;
- Réaliser le diagnostic structure et géotechnique des existants et des avoisinants ;
- Effectuer la reconnaissance des anomalies géotechniques situées en dehors de nos sondages et notamment en profondeur.

2. Renseignements généraux

2.1. Le site

<i>Localisation du site</i>	- Adresse : CEA, 17 avenue des Martyrs - GRENOBLE (38 - Isère) - Entre les bâtiments 1010 et 4176
<i>Paysage / altitude</i>	- Altitude : environ 213 m NGF - Paysage : plaine alluviale de l'Isère et du Drac - Contexte : site du CEA
<i>Etat des lieux / morphologie / pente</i>	- Terrain principalement enherbé avec quelques arbres, traversé par des voiries en enrobé - Présence de talus liés aux divers aménagements du site
<i>Historique du site</i>	Ancienne zone militaire, risque pyrotechnique
<i>Réseaux</i>	Présence de réseaux enterrés
<i>Zone d'Influence géotechnique (Z.I.G) 1ère approche</i>	Le bâtiment 4102 mitoyen au projet



Carte IGN topographique du site (source Géoportail)



Photo générale du site

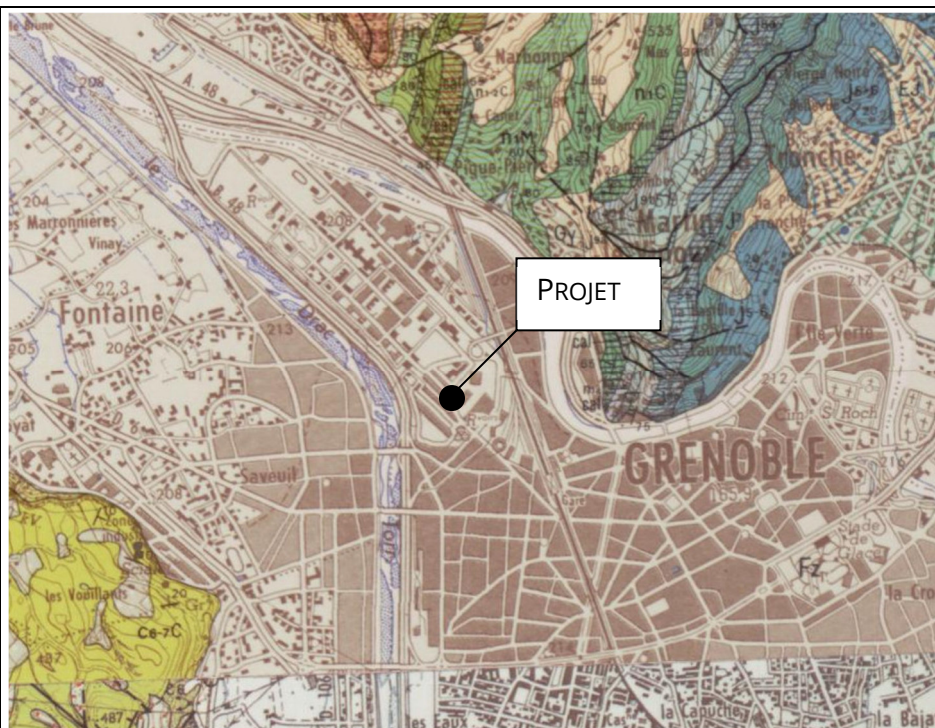




Photo générale du site

2.2. Contexte géologique

Carte géologique



Extrait de la carte géologique de Grenoble au 1/50000^{ème}, source BRGM

Contexte géologique du site	Alluvions fluviales et lacustres récentes (sables et graviers) (Fz)
Rapport EGSOL	Nous avons réalisé plusieurs études sur le site du CEA, ces études ont mis en évidence, sous des remblais d'épaisseur et nature variable, des formations gravelo-sableuses de compacité élevée, entrecoupées de lentilles limono-sableuses de moindre compacité.

2.3. Contexte hydrogéologique

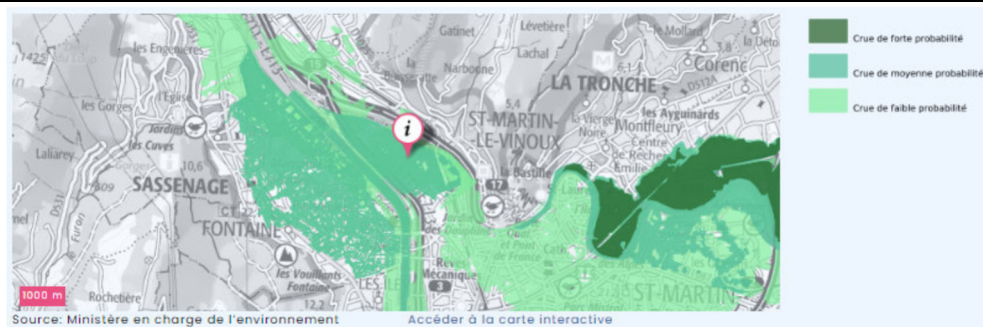
Contexte hydrogéologique du site	Le site, du fait de sa localisation dans une plaine alluviale et entre l'Isère et le Drac, abrite une nappe.
Données piézométriques	- Carte des plus hautes cotes piézométriques prévisionnelles de la nappe phréatique durant la période 1970-2003 établie par ANTEA : 209.25 m NGF. - Nous avons également posé un piézomètre dans le cas de l'étude de sol situé au Nord du projet. Un niveau d'eau avait été mesuré à 208.38 m NGF en janvier 2023.

2.4. Risques naturels

NOTA : Il appartient au Maître d'Ouvrage/Maître d'Œuvre de se renseigner sur la situation du projet par rapport au Plan de Prévention des Risques, aux cartes d'aléas, aux périmètres de protection des captages AEP, et sur les prescriptions réglementaires locales liées à l'infiltration des eaux pluviales.

Exposition à l'aléa retrait/gonflement des argiles	 Source: BRGM Accéder à la carte interactive Aléa faible
Sismicité selon l'arrêté du 22/10/2010	Zone 4 (Moyenne)

*Inondations /
remontée de nappe*



Le site se trouve dans une zone de crues de probabilité moyenne.

Liste non exhaustive sur la base des données bibliographiques disponibles (site internet InfoTerre, Géorisques...)

2.5. Documents en notre possession

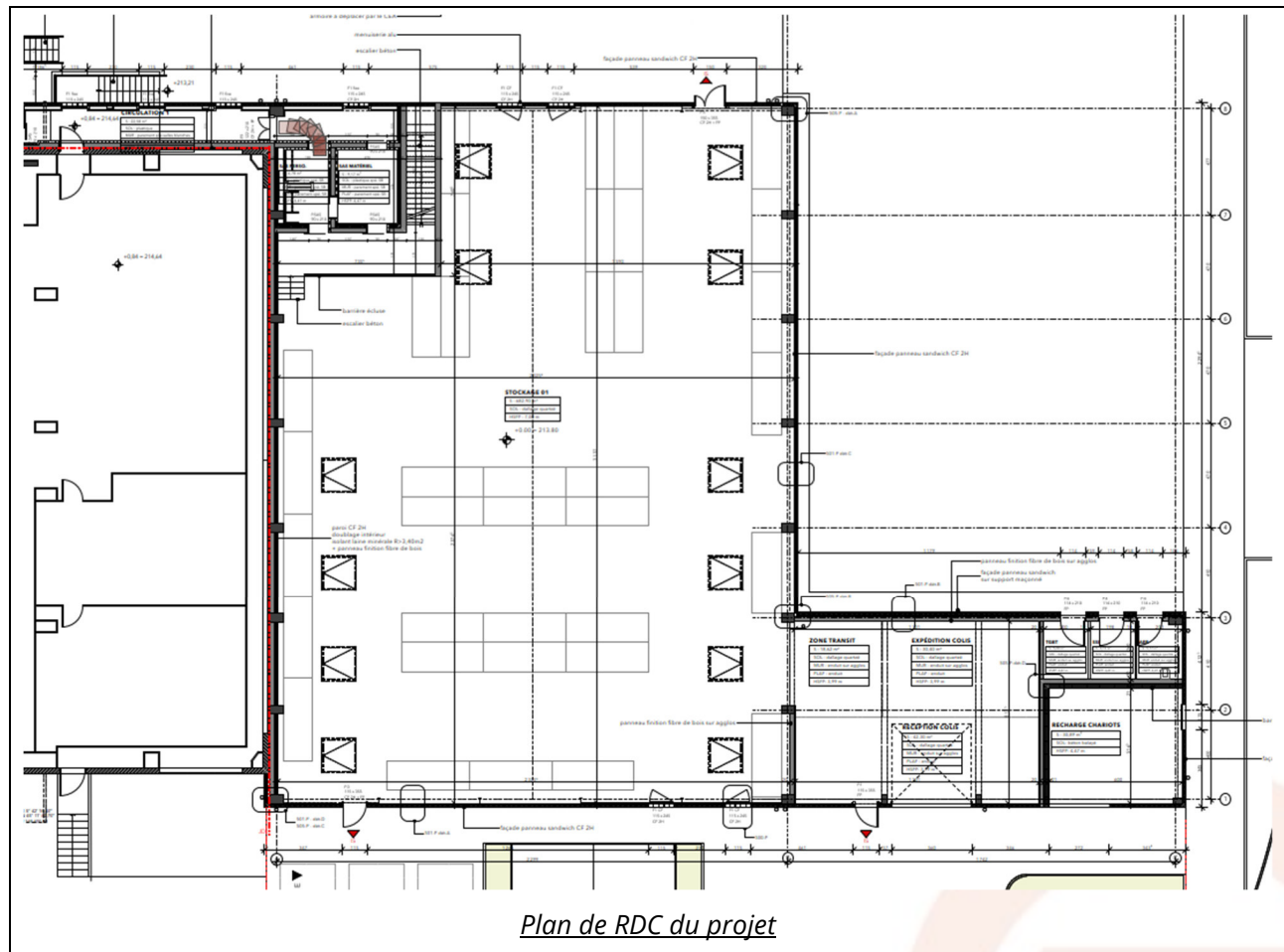
Documents en notre possession au 07/10/2025 :

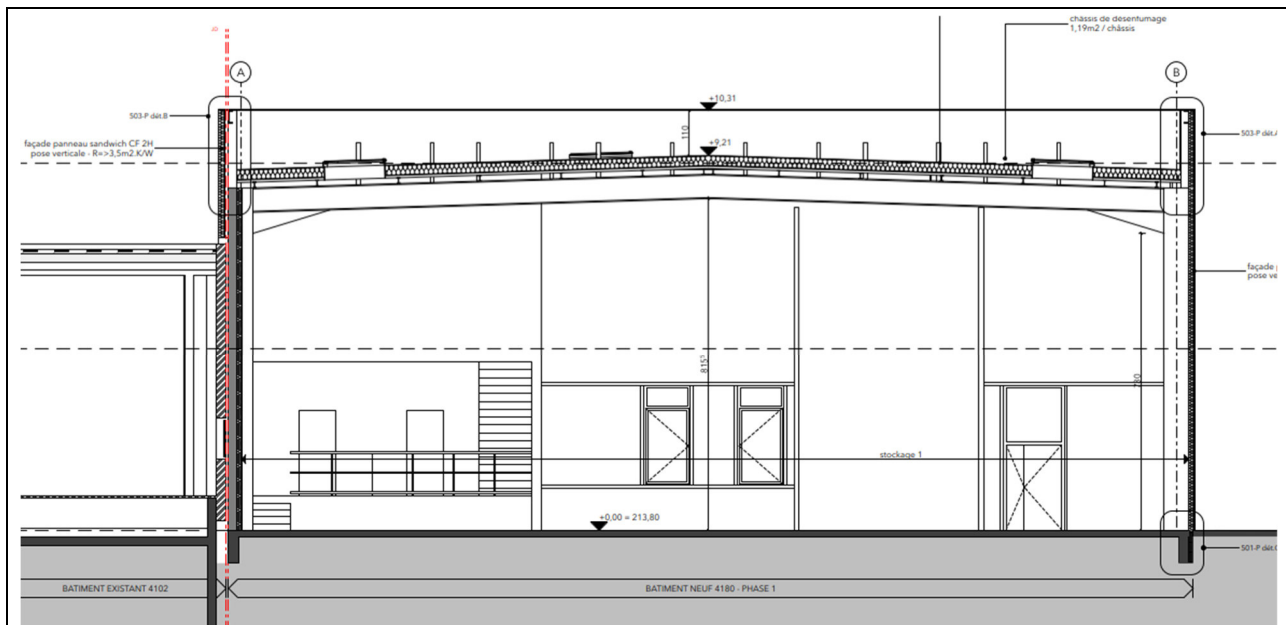
<i>Nature et Source</i>	<i>Échelle</i>	<i>Référence</i>	<i>Date d'édition</i>	<i>Format</i>
Plan topographique du site	1/200	2401264	04/03/2024	pdf
Plan de masse du projet	-	-	-	pdf
Descente de charge et plan de fondation du projet 	Variée	BEY240021	10/06/2025	pdf

2.6. Le projet

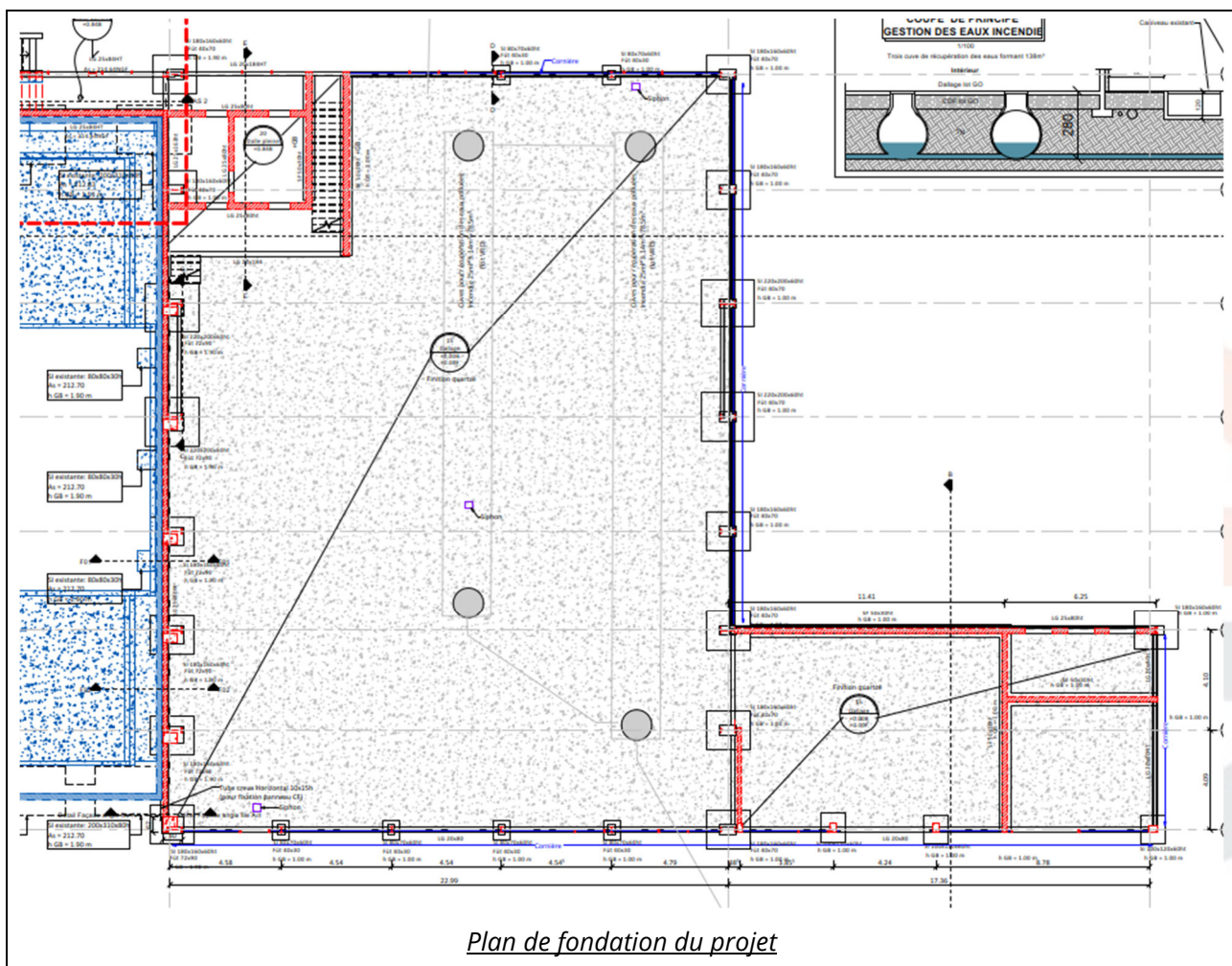
<i>Nature du projet / surface / mitoyenneté</i>	Il est prévu la construction d'un bâtiment de stockage et logistique des salles blanches du CEA/LETI
<i>Partie enterrée / décalage de niveaux</i>	Projet sans sous-sol ni décalage de niveaux
<i>Calage du projet</i>	Calage du niveau 0,0 à la cote 213,8 m NGF

<i>Terrassements</i>	• Hauteur des terrassements en déblai : faibles ($< 1,0$ m/TA) • Hauteur des terrassements en remblai (surélévation) : faibles ($< 0,2$ m/TA)
<i>Descentes de charges ELS</i>	• De 50 à 350 kN en ponctuel ; • 101 kN/ml en filant ; • Charge Uniformément Répartie sur dallage : 20 kN/m² (hall de stockage)
<i>Gestion des eaux pluviales</i>	• Recherche d'une solution de gestion sur la parcelle





Plan de coupe du projet



Plan de fondation du projet

Si le projet venait à être modifié par rapport à ces données, nos conclusions deviendraient caduques.

3. Campagne de reconnaissance des sols et résultats

3.1. Campagne de reconnaissances

Nous avons réalisé, le 17/06/2025, la campagne de reconnaissance des sols suivante :

	<i>Nombre</i>	<i>Nature</i>	<i>Notation</i>
<i>Sondages à la pelle</i>	1	Reconnaissance géologique	PM301
	1	Reconnaissance de fondation	RF301
<i>Essais au pénétromètre</i>	3	Dynamique DPSH-B	Pnd30*
<i>Forages</i>	1	Destructif avec essais pressiométriques	SP301
<i>Tests de perméabilité</i>	1	Type Matsuo (niveau variable)	EP301

De plus nous réutilisons notre ancienne campagne de reconnaissance des sols réalisée le 02/04/2024 :

	<i>Nombre</i>	<i>Nature</i>	<i>Notation</i>
<i>Sondages à la pelle</i>	5	Reconnaissance géologique	PM20*
<i>Essais au pénétromètre</i>	7	Dynamique DPSH-B	Pnd20*
<i>Forages</i>	2	Destructif avec essais pressiométriques	SP20*
<i>Tests de perméabilité</i>	3	Type Matsuo (niveau variable)	EP20*

Nous réutiliserons également les essais et sondages réalisés à proximité du projet, dans le cadre d'études annexes, à savoir :

Provenant de l'étude 27892 G :

- 2 essais pénétrométriques : Pnd1 et Pnd4
- 1 sondage à la pelle mécanique : PM2

Provenant de l'étude 27316 G+E :

- 1 forage avec essais pressiométriques : SP2
- 1 essai au pénétromètre dynamique : Pnd1 bis
- 2 sondages à la pelle mécanique : PM1 et PM2 bis

- 1 essai d'infiltration à niveau variable : EP1

L'implantation des sondages a été réalisée au mieux en fonction des conditions d'accès au terrain, des réseaux existants et de la précision des plans fournis pour notre intervention.

L'implantation des sondages, le principe ainsi que les résultats sont présentés en annexe.

3.2. Remarques préalables

Les descriptions de faciès que nous donnons (lithologie, humidité) sont basées sur la réalisation des sondages à la pelle mécanique (profondeur d'investigation jusqu'à environ 4,3 m/TA) sur la base d'une reconnaissance visuelle ne se substituant en aucun cas à des essais en laboratoire.

Au droit des essais pénétrométriques, les faciès ne sont donc qu'une interprétation basée sur les résultats de ces essais qui sont des essais « en aveugle » ne permettant pas de connaître précisément la nature géologique des terrains traversés, ou ceux ayant provoqués le refus. De cette interprétation résulte également le fait que les cotes ou profondeurs indiquées ne sont que des estimations et non des références absolues.

Au droit des sondages destructifs avec essais pressiométriques, les faciès ne sont qu'une interprétation basée sur l'interprétation des essais pressiométriques et la remontée des cuttings de forages plus ou moins efficace.

Ces descriptions ne résultent donc pas d'une description visuelle du matériau in-situ telle que celles pouvant être effectuées au droit de puits à la pelle mécanique ou à l'aide de sondages carottés (échantillons intacts), seules investigations pouvant caractériser avec précision la nature géologique des sols rencontrés en profondeur.

La tenue des parois indiquée dans les sondages à la pelle n'est valable que pour la réalisation d'un puits ponctuel de très courte durée.

Notons que les reconnaissances effectuées sont ponctuelles et que des variations latérales de faciès sont toujours possibles.

Toutes les cotes altimétriques précisées dans ce rapport découlent d'un nivellement effectué par nos soins mais ne résultent en aucun cas d'un relevé topographique pouvant être effectué par un géomètre. Le point de référence choisi pour le nivellement de nos sondages est indiqué sur le plan d'implantation des sondages en annexe (nivellement NGF IGN 69).

3.3. Modèle géologique et géotechnique

Description	Tenue des parois	Résistances mécaniques	Compacité
Formation 1 : Remblais limoneux à graveleux avec des débris divers (briques, bois, béton, métaux, plastiques)	Moyenne	• $R_{da} \approx 1,0$ à $>10,0$ MPa • $P_l^* \approx 0,49$ à $2,4$ MPa • $E_M \approx 3,1$ à 37 MPa • $V_{ia} \approx 10$ à 500 m/h	Très hétérogène Faible à élevée
Formation 2 : Limon sableux	Bonne	• $R_{da} \approx 1,0$ à $7,0$ MPa • $P_l^* \approx 0,82$ MPa • $E_M \approx 10,1$ MPa • $V_{ia} \approx 75$ à 250 m/h	Faible à Moyenne
Formation 3 : Graves sableuses ou sable graveleux	Mauvaise	• $R_{da} > 10$ MPa • $P_l^* \approx 0,8$ à $3,97$ MPa • $E_M \approx 11,8$ à 116 MPa • $V_{ia} \approx 20$ à 100 m/h	Moyenne à très élevée

Modèle géotechnique : Le tableau ci-après récapitule au droit de nos sondages les profondeurs et cotes estimées/interprétées des différentes formations géotechniques mises en évidence. Notons que les reconnaissances effectuées sont ponctuelles et que des variations latérales de faciès sont toujours possibles. Les profondeurs des faciès données ci-dessous ne sont que des estimations issues d'interprétation servant de prévision mais qui pourront nécessiter des recalages lors de reconnaissances ultérieures ou en phases chantier selon le contexte géotechnique réellement observé.



Sondage	Cote de la tête du sondage	Toit de la formation 3	
		Prof.	Cote
	[m NGF]	[m/TA]	[m NGF]
PM301	213,7	>1,0	< 212,7
RF301	213,6	>1,6	< 212,0
PM201	213,9	> 1,4	< 212,5
PM203	213,4	1,7	211,7
PM204	213,2	1,5	211,7
PM205	214,2	2,4	211,8
PM1	213,1	2,1	211,0
PM2	213,6	2,0	211,6
Pnd301	213,8	1,0	212,8
Pnd302	213,6	1,2	212,4
Pnd303	213,3	1,6	211,7
PM2bis	213,3	1,7	211,6
Pnd201	215,1	2,0	213,1
Pnd202	214,6	2,0	212,6
Pnd203	213,2	1,4	211,8
Pnd204	213,6	1,8	211,8
Pnd205	213,5	2,0	211,5
Pnd206	213,8	2,2	211,6
Pnd207	213,9	0,6 ou 2,2 ?	213,3 ou 211,7
Pnd 1	213,6	Refus à 1,2 m	
Pnd 1 bis	213,1	2,0	211,1
Pnd 4	213,6	Refus à 1,2 m	
SP201	213,4	1,8	211,6
SP202	213,5	2,3	211,2
SP301	213,5	1,9	211,6
SP2	213,3	2,0	211,3

3.4. Résultats des essais de laboratoire

Les résultats des essais de laboratoire sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Sondage	Profondeur (m)	Nature	Résultats	Classification GTR
RF301	1,2	Graves sablo - limoneuse	$D_{\max}$ (mm) = 49,0	B3
			% d'éléments < 80 μ m = 10,1%	
			% d'éléments < 2 mm = 29,0%	
			W_n = 4,4%	
			VBS = 0,19	
			$W_{\text{opn } 0/D}$ = 5,0%	
			$W_{\text{opn } 0/20}$ = 8,3%	
RF301	0,8	Graves sablo - limoneuse	IPI = 24,7	C1B4
			$D_{\max}$ (mm) = 67,0	
			% d'éléments < 80 μ m = 11,2%	
			% d'éléments < 2 mm = 32,8%	
			W_n = 5,2%	
			VBS = 0,23	

Les essais réalisés au sein de RF301 à 1,2 m/TA caractérisent des sols insensibles à l'eau au sens du GTR. On remarque également un indice de portance de 24,7

Les essais réalisés au sein de RF301 à 0,80 m/TA caractérisent des sols sensibles à l'eau.

Ces essais mettent en évidence des sols avec une argilosité **faible**.

De plus nous réutilisons les essais de laboratoire de notre dernière étude :

Sondage	Profondeur (m)	Nature	Résultats	Classification GTR
PM1	1,2	Graves sableuses	$D_{\max}$ (mm) = 118,0	C1B3
			% d'éléments < 80 μ m = 8,2%	
			% d'éléments < 2 mm = 16,0%	
			W_n = 3,8%	
			VBS = 0,14	

Ces matériaux sont peu sensibles aux variations de teneurs en eau et avec une argilosité faible.

3.5. Données hydrogéologiques

Lors de nos reconnaissances du 17/06/2025, du 02/04/2024, du 30/03/2023 et du 17/07/2023 aucune venue d'eau n'a été observée au droit de nos sondages à la pelle descendus jusqu'à une profondeur maximale de 4,3 m et à la cote minimale de 209 m NGF. Le niveau de la nappe dans ce secteur est d'environ 3 à 5 m de profondeur.

Toutefois, notre intervention ponctuelle dans le cadre de la réalisation de l'étude confiée ne nous permet pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes, dans la mesure où les informations

mentionnées ci-dessus correspondent nécessairement à un moment donné, sans possibilité d'apprécier les variations inéluctables des nappes et circulations d'eau qui dépendent notamment des conditions météorologiques.

3.6. Tests d'infiltration

Les essais d'infiltration réalisés et les capacités d'infiltration mesurées sont récapitulés dans le tableau ci-après :

<i>Essai</i>	<i>Sondage</i>	<i>Prof.</i>	<i>Faciès testé</i>	<i>K</i>	<i>K</i>
		[m/TA]		[m/s]	[mm/h]
EP301	RF301	1,6	Remblais sablo-graveleux	> 1,0E-03	> 3600
EP203	PM203	2,5	Sable graveleux	3,6E-04	1308
EP204	PM204	2,2	Sable graveleux	2,9E-04	1033
EP205	PM205	2,7	Graves sableuses	2,4E-04	882
EP1	PM1	3,0	Graves sableuses	4,3E-04	1550

Les sols de la formation 3 présentent des capacités d'infiltration bonnes à très bonnes.

NOTA : Ces essais ponctuels donnent une indication sur la capacité d'infiltration des sols sur une petite surface et à l'endroit où ils ont été réalisés. Les perméabilités que nous donnons ne sont valables qu'au droit et à la profondeur des essais où elles ont été mesurées. Des variations latérales de faciès et donc de perméabilités sont toujours possibles.

3.7. Reconnaissances de fondations existantes

Nous avons réalisé 1 reconnaissance de fondation du bâtiment existant, notée RF301.

Les caractéristiques géométriques de la fondation reconnue sont résumées dans le tableau ci-après (cf. schémas et photos des reconnaissances de fondation et implantation en annexe) :

	<i>Cote sondage</i>	<i>Débord</i>	<i>Hauteur fondation</i>	<i>Profondeur assise fondation</i>	<i>Cote assise fondation</i>	<i>Faciès d'assise</i>
	[m NGF]	[m]	[m]	[m/TA]	[m NGF]	-
RF301	213,6	0,0	0,80	0,80	212,8	Remblais sablo-graveleux



Sondage RF1

Compte tenu des éléments observés, il apparaît que le bâtiment est fondé sur semelles filantes assises dans le faciès de remblais sablo-graveleux à 0,80 m/TA.

4. SYNTHÈSE ET PRÉCONISATIONS

4.1. Risques géotechniques potentiels : identification et impact

RISQUES GEOTECHNIQUES LIES AU SITE ET AU PROJET

- Profondeur du toit de la formation 3 variable avec des épaisseurs variables de remblais hétérogènes ;
- Risque pyrotechnique (hors mission EGSOL) ;
- Contexte lenticulaire avec la présence possible de lentille moins résistante au sein de la formation 3 comme au droit du sondage Pnd 207 entre 3,2 et 4,0 m de profondeur ;
- Terrains de la formation 2 sensibles à l'eau → risque de matelassage, de perte de portance, problème de traficabilité ;
- Mitoyenneté avec un bâtiment existant → risque de déchausser les fondations existantes, nécessité de reprise en sous-œuvre.

4.2. Aléa sismique et susceptibilité à la liquéfaction

Le profil stratigraphique et la classe de sol associée définis selon la norme NF EN 1998-1 (Eurocode 8 – Septembre 2005) ainsi que le risque de liquéfaction sont donnés ci-dessous :

Classe de sol	Profil stratigraphique	Liquéfaction
C	Dépôts (sables, graviers, limons, argiles) de densité moyenne, moyennement raides, profonds (plusieurs dizaines à plusieurs centaines de mètres)	Non liquéfiable

4.3. Fondations

4.3.1. Solution de fondation

Type de fondation envisageable	Fondations superficielles de type semelles filantes et/ou isolées en béton armé avec rattrapages en gros béton
Profondeur minimale	0,8 m minimum par rapport au terrain fini pour la garde hors-gel - Approfondissement en gros béton au-delà de tous remblais de la formation 1 et au-delà de la formation 2 limoneuse
Faciès d'assise	Formation 3 (graves sableuses) (Estimation du toit du faciès <u>hors ancrage</u> des fondations au § 3-3)
Ancrage minimal des fondations	0,2 m dans le faciès d'assise

États Limites	Rupture	ELU	ELS
Facteurs partiels	$\gamma_{r,v} = 1,0$ $\gamma_{rd,v} = 1,0$	$\gamma_{r,v} = 1,4$ $\gamma_{rd,v} = 1,2$	$\gamma_{r,v} = 2,3$ $\gamma_{rd,v} = 1,2$
Contrainte de calcul : $\frac{R_{vd}}{A' \cdot i_\delta \cdot i_\beta}$ [MPa]	0,966	0,575	0,35
Angle de frottement d'interface fondation/terrain $\delta_{a,k}$	$\delta_{a,k} = \phi'$ si coulé pleine fouille $\delta_{a,k} = 2/3 \phi'$ si fondation préfabriquée $\phi' = 33^\circ$		

R_{vd} : valeur de calcul de la résistance verticale du terrain sous la fondation

A' : surface de sol comprimée sous la fondation

i_δ : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement (1,0 si charge verticale)

i_β : coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus (1,0 si la fondation est suffisamment éloignée d'un talus $> 8 B$, B : largeur de la fondation).

R_0 : poids du volume de sol occupé par la fondation ($R_0 = 0$ par simplification et sécurité)

Le dimensionnement des fondations sera à réaliser conformément aux Eurocodes (Eurocode 7 « Géotechnique » et Eurocode 8 « Sismique ») et à la norme d'application nationale de justification des fondations superficielles NF P 94-261. Les fondations seront à justifier vis-à-vis du poinçonnement, du glissement et de l'excentrement sous les différentes combinaisons de charges ELS et ELU.

D'après le plan de fondations transmis par le BET TPF INGENIERIE (référéncé « BEY240021 DCE PLAN STR PHASE 1 FOND 0 01 » en date du 26/09/2025), les fondations du projet ont bien été dimensionnées en considérant les contraintes de sol indiquées ci-dessus.

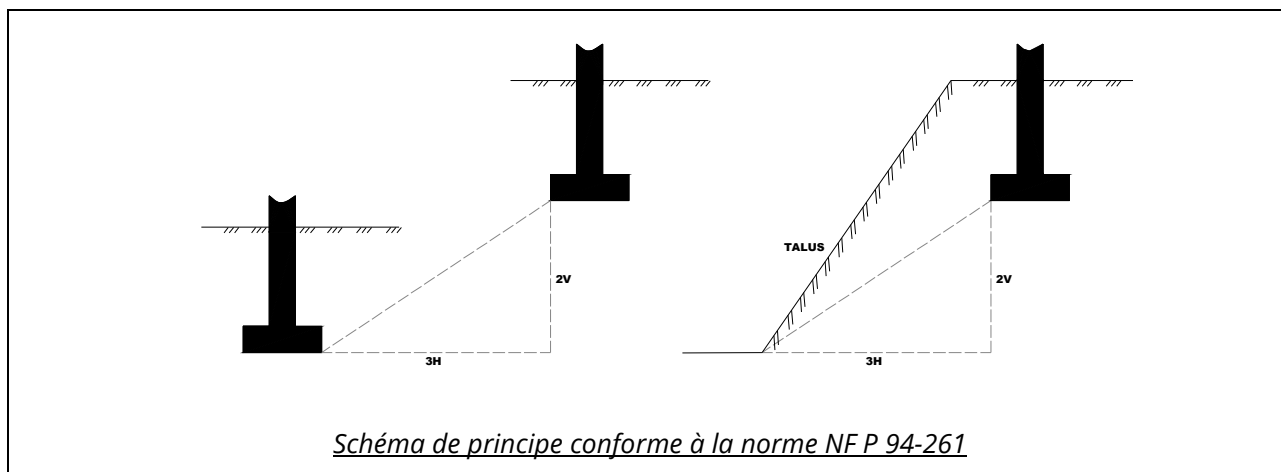
Des variations latérales des faciès et des profondeurs variables du faciès d'assise sous les terrains de couverture (terre végétale, remblais de la formation 1, limons de la formation 2, racines, souches, blocs > 500 mm, vestiges enterrés...) sont possibles par rapport aux prévisions des sondages. Dans tous les cas, ces matériaux devront être purgés et le rattrapage de niveau sera réalisé à l'aide de gros béton coulé pleine fouille. Un traitement analogue sera de rigueur en cas de rencontre en fond de fouille de tous faciès différents du faciès d'assise décrit ci-dessus.

Les fondations devront être coulées immédiatement après ouverture en pleine fouille sur un sol sain, non remanié, damé, non gelé (avec mise en place d'un béton de propreté ou gros béton). Les sur-profondeurs seront rattrapées au gros béton.

Dans cette optique, pour visualiser les fonds de fouilles de fondations, nous conseillons au Maître d'Ouvrage de faire réaliser un complément de mission de visite des fonds de fouilles (mission G4 ou G5) afin de s'assurer que les fondations intéressent bien les faciès préconisés.

4.3.2. Dispositions constructives

En cas de dénivelé entre fondations, une pente maximale de 2V/3H sera à respecter entre 2 fondations voisines ou 2 redans successifs (règle NF P 94-261).



4.3.3. Mitoyenneté / Reprises en sous-œuvre

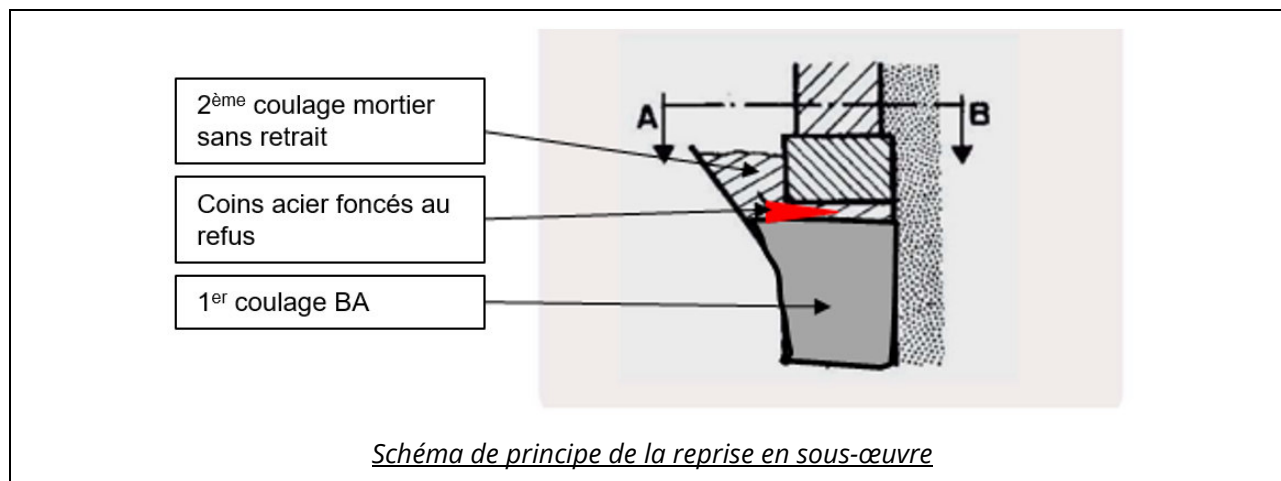
Pour les fondations prévues en mitoyenneté de l'ouvrage existant, il devra s'agir d'appuis ponctuels ou de semelles filantes perpendiculaires par rapport aux semelles existantes. Ces nouvelles fondations devront être espacées d'au moins 3 m entre elles.

Dans tous les cas, les dispositions ci-dessous seront à respecter :

- Un diagnostic structure des mitoyens devra être réalisé pour adapter la construction des nouvelles fondations à celles existantes ;
- Il ne faudra en aucun cas venir démolir les fondations existantes et/ou les surcharger sans un diagnostic géotechnique associé à un diagnostic structure ;
- Il sera nécessaire de prévoir un joint de rupture au niveau des mitoyennetés ;
- Les fondations nouvelles seront descendues au moins au même niveau que les fondations existantes, et de façon à respecter l'ancrage dans le faciès d'assise et par rapport au terrain fini extérieur (garde hors gel) ;
- Les fondations nouvelles devront tenir compte du débord, de la géométrie et de la nature des semelles existantes (porte à faux...) ;
- Les terrassements pour les fondations en mitoyenneté devront être effectués par plots alternés afin d'éviter tout risque de déstabilisation de l'ouvrage existant avec coulage du béton le jour de l'ouverture ;
- L'intégrité des avoisinants devra être conservée en phase provisoire comme en phase définitive.

La réalisation de fondations en mitoyenneté peut engendrer sous les semelles mitoyennes une légère augmentation de contrainte et donc un léger tassement inhérent à l'acte de construire (inférieur à 5 mm).

Une **reprise en sous-œuvre** des fondations existantes situées en mitoyenneté des nouvelles fondations sera à prévoir. Il pourra s'agir d'une reprise en sous-œuvre en béton armé réalisée par passes alternées de 1,0 m de largeur maximum, 1 passe sur 3. Le béton sera correctement mis en charge sous les fondations existantes (matage du béton).



En phase provisoire, les fondations existantes devront être étayées avec des butons mis en charge avec des coins croisés forcés au refus afin de limiter les déformations.

Signalons que même avec une exécution soignée de ces travaux, des déformations inhérentes à l'acte de construire sont à prévoir sur le bâtiment mitoyen.

4.4. Traitement des niveaux bas

La charge uniformément répartie (C.U.R au sens du DTU 13.3) maximale du projet est de **20 kN/m²**.

Un dallage sur terre-plein est envisageable sous réserve de purger les remblais non nobles et de les substituer par des graves naturelles 0/50 mm de classe GTR D31, soigneusement compactées et mises en œuvre sur un géotextile anti-contaminant. Les remblais graveleux existants pourront être conservés et recompactés en fond de terrassement.

Conformément au DTU 13.3 dallage, les dallages sur terre-plein seront mis en place sur un sol support qui doit satisfaire aux critères de portance et de granulométrie définis au § A.2.2.1.1 de l'annexe A du DTU 13.3 Dallage.

Pour un dallage industriel, il revient au Maître d'Ouvrage (assisté par sa Maîtrise d'œuvre le cas échéant) de renseigner les cas de charges sur dallage selon l'annexe B du DTU 13.3.

Les terrains prévisibles sous dallage au regard des reconnaissances réalisées ne répondent pas à ces critères. Il sera donc nécessaire de prévoir la mise en œuvre d'une couche de forme. Les préconisations pour les couches de formes (épaisseurs prévisibles, mise en œuvre) sont présentées au § 4-5.

Les modules de réaction du sol notés E_s (modules à long terme) à considérer au sens du **DTU 13.3** sont donnés ci-après.

Couches de sol	Module E_s
-	[MPa]
Couche de forme D ₃₁	45
Formation 2	10
Formation 3	20

* Les profondeurs des différentes formations sont données au § 3-3

4.5. Couche de forme et remblais techniques

Les complexes de couches de forme proposés ci-dessous ne sont que des estimations basées sur les données en notre possession à ce stade du projet et seront à adapter en phase chantier selon les conditions d'exécution, les matériaux utilisés, et les hétérogénéités du fond de terrassement. Il s'agit là de donner une prévision qui suppose la réalisation des travaux dans les règles de l'art dans des conditions météorologiques favorables (temps non pluvieux). Seuls les critères de portance sont à considérer comme obligation de résultats et il appartient à l'entreprise de mettre en œuvre des matériaux et épaisseurs adaptés afin de les respecter.

D'après le DTU 13.3 Dallage, les critères de portance à respecter à minima sont $EV_2 \geq 50$ MPa pour une C.U.R inférieure ou égale à 20 kN/m^2 .

Des essais de laboratoire et une planche d'essais de chargement à la plaque pourront être réalisés pour préciser les épaisseurs réellement à mettre en œuvre, avant le démarrage des travaux.

PREVISIONS DES COMPLEXES DE COUCHE DE FORME

	Dallage bâtiment < 20 kN/m^2
Critères à atteindre	$K_w > 50 \text{ MPa/m}$ - $EV_2 > 50 \text{ MPa}$ - $EV_2/EV_1 < 2,2$
Essais de contrôle	Essais de chargement à la plaque 1 unité/300m ² - Minimum 2
Exemple de matériaux de couche de forme	GTR D ₃₁ 0/80 mm bien étagé, < 12 % de fines, VBS < 0,1 Naturels et drainants insensibles à l'eau ($E_y > 120 \text{ MPa}$)
Hypothèses des caractéristiques du fond de forme	Limon sableux / remblais graveleux $EV_{2FF} \approx 14 \text{ MPa}$ ⁽¹⁾ par corrélation à partir d'essais in-situ PST1 AR1 selon essais de laboratoire
Complexe de couche de forme estimée pour atteindre les critères de portance	Cloutage en matériaux 50/150 mm sur 20 cm en cas de limon humide en fond de fouille selon la période des travaux + Géotextile anti contaminant (classe 5) + 50 cm de couche de forme

- (1) *Le fond de forme étant sensible à l'eau, sa portance (valeur de EV_{2FF}) peut rapidement chuter si sa teneur en eau augmente (venues d'eau souterraines, zones plus humides, précipitations...) nécessitant la réalisation de purges/substitutions ou d'un cloutage éventuellement associé à un réseau de tranchées drainantes pour assainir le fond de terrassement.*

CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE / PHASAGE

Les plates-formes et remblais techniques devront être réalisés en respectant les recommandations du guide technique SETRA LCPC (1992) et les dispositions constructives et phasage suivants :

- Purge en totalité de la terre végétale, des racines, des souches, des vestiges d'ouvrages, des remblais évolutifs (briques, plâtre, bois, textile, déchets poubelliers...) et décaissement à l'avancement à la pelle rétro au godet de curage sans dent jusqu'à la cote de fond de terrassement ;
- Terrassement et compactage primaire du sol d'assise sans vibrer si ce dernier est de nature argileuse ou limoneuse en évitant la circulation des engins pour ne pas provoquer de remaniement ;
- Purge / substitution ou cloutage des zones peu portantes présentes en fond de terrassement, jusqu'à obtenir une portance EV_{2FF} au moins égale aux hypothèses considérées dans le tableau ci-dessus ;
- Mise en place d'un géotextile anti contaminant à l'avancement ;
- Mise en œuvre de la couche de forme soigneusement compactée à l'avancement selon les règles en vigueur, par couches de 0,3 m au maximum ;
- Vérification du compactage ;
- Couche de réglage.

4.6. Risques de déformation des terrains

SOUS FONDATION

D'après les hypothèses évoquées plus haut, en prenant en compte une semelle isolée de 1,2 x 1,0 m² pour une charge ponctuelle de 350 kN à l'ELS ainsi qu'une semelle filante de 0,5 m pour une charge linéaire de 100 kN/ml à l'ELS, dans ces conditions, les tassements prévisibles seront inférieurs au centimètre en absolu et inférieurs au 1/500^e en différentiel, pour une exécution soignée.

SOUS DALLAGE

Sous réserve d'une bonne exécution de la plate-forme sous dallage et des remblais techniques, et du recomptage des remblais existants, en prenant en compte une charge répartie de 20 kN/m² et un PP du dallage de 3,75 kN/m², les tassements absolus prévisibles sous dallage seront inférieurs au centimètre.

4.7. Protection vis-à-vis de l'eau

Même si aucune venue d'eau n'a été observée dans nos sondages, nos études réalisées dans le secteur ont mis en évidence la présence d'une nappe (nappe d'accompagnement du Drac et de l'Isère) au droit du site, mais qui ne recoupera pas l'emprise du bâtiment (pas de parties enterrées).

GESTION DES EAUX EN PHASE DEFINITIVE - DRAINAGE

Compte tenu de la bonne perméabilité des terrains en place (sable, graviers), de la morphologie plane du terrain, de l'absence d'eau dans les sondages, et du projet ne prévoyant pas de parties enterrées, un système de drainage périphérique au niveau des fondations n'est pas imposé.

On recherchera à aménager les abords immédiats des ouvrages pour diriger les eaux vers l'extérieur en dehors de l'emprise des ouvrages.

ETANCHEITE

On veillera à réaliser une arase étanche conforme au DTU 20.1 (15 cm minimum au-dessus du sol extérieur).

GESTION DES EAUX EN PHASE PROVISoire - POMPAGE

Des précautions d'usage seront à respecter pour conserver un fond de terrassement sain :

- Réaliser les travaux en période sèche, non pluvieuse, et à l'avancement ;
- Régler le fond de terrassement de manière à permettre une évacuation gravitaire des eaux ;
- Protéger le fond de fouille en cas d'intempéries : les surfaces devront être réglées et fermées avant l'arrivée des intempéries ;
- En cas de venue d'eau, aucune stagnation ne sera tolérée et la mise en place d'un dispositif de drainage (tranchées drainantes descendues au moins 0,5 m sous le fond de terrassement et puisards) et évacuation gravitaire ou d'un système de pompage si nécessaire sera à prévoir. Si de l'eau a stagné sur le fond de terrassement, les épaisseurs de plate-forme et contraintes de calculs données dans ce rapport pourront ne plus être valables.

4.8. Terrassement

TERRASSEMENT – DEVOIEMENT RESEAUX

Les réseaux recoupant l'emprise des terrassements du projet ou se situant à proximité immédiate devront être préalablement purgés ou dévoyés.

Les travaux de terrassement seront réalisés en période sèche, non pluvieuse et devraient pouvoir s'effectuer en totalité à l'aide d'une pelle mécanique puissante. Quoi qu'il en soit, les moyens devront être adaptés à la géologie constatée.

4.9. Gestion des eaux pluviales

4.9.1. Préambule

Dans tous les cas, il conviendra de s'assurer, auprès des autorités concernées, de la possibilité de réaliser les solutions énoncées ci-après vis-à-vis d'éventuelles mesures de protection des milieux récepteurs souterrains ou superficiels.

4.9.2. Caractéristiques du site

- Des remblais (formation 1) sont présents jusqu'à environ 0,7 à 2,4 m/TA suivant les zones du site ; Les terrains sablo-graveleux de la formation 3 présentent de bonnes perméabilités de l'ordre de 3.10^{-4} m/s ;
- Aucune venue d'eau n'a été mise en évidence dans les sondages à la pelle, mais d'après notre connaissance du secteur, la nappe se situe vers 3,0 à 5,0 m de profondeur

4.9.3. Faisabilité de l'infiltration des eaux pluviales

Les valeurs de perméabilité mesurées dans la formation 3 sont favorables à l'infiltration des eaux pluviales au moyen d'un bassin d'infiltration pour le bâtiment, et d'une noüe associée à des puits d'infiltration pour les parkings. .

4.9.4. Éléments de dimensionnement

Le dimensionnement du dispositif de gestion des eaux pluviales dépend du type d'évènement pluvieux contre lequel on désire ou l'on doit se protéger. Il ne nous appartient pas de définir ce niveau de protection, néanmoins il est généralement demandé, sur le périmètre de Grenoble Alpes Métropole, une protection face à une pluie de référence trentennale.

Le dimensionnement des dispositifs de gestion des eaux pluviales pourra être réalisé en tenant compte :

- Des surfaces rendues imperméables suite à la réalisation de l'opération (toiture/voirie/parking...) et des taux d'absorption des revêtements le cas échéant ;
- De l'implantation du ou des dispositifs d'infiltration et des surfaces qu'ils recueillent ;
- De la coupe géologique et des valeurs de perméabilité mesurées dans les faciès traversés (un facteur de sécurité de 2 sera pris sur la perméabilité pour tenir compte des phénomènes de colmatage) ;
- Du niveau de la nappe dans le terrain ;
- Du niveau de protection souhaité (intensité et durée de pluies).

4.9.5. Exemples de prédimensionnement

Nous donnons ci-dessous des exemples de prédimensionnement de bassin d'infiltration pour la partie bâtiment et de noüe associée à des puits d'infiltration en fond pour la partie parvis.

Ces exemples de prédimensionnement ne se substituent pas à une note d'exécution. Les surfaces réellement imperméabilisées devront être précisées tout comme le choix de la pluie de référence pour la note de dimensionnement d'exécution.

Le prédimensionnement a été réalisé suivant la méthode dite « des pluies ». Ce dimensionnement consiste alors à définir les dimensions des bassins/noue d'infiltration nécessaires pour la gestion des eaux recueillies sur les surfaces imperméabilisées considérées.

Hypothèses de calcul bâtiment :

Type de surface	Surface	Coefficient de ruissellement $0 < C < 1$	Surface active
	[m²]		[m²]
Toitures bac acier	775	0,95	736
Toitures végétalisés	152	0,8	122
Toitures terrasse gravillon	21	0,9	19
Enrobé	100	0,95	95
Totale de la surface aménagée du projet	1048	Surface active totale	972

<i>Perméabilité du sol k latéral (sans facteur de colmatage)</i>	[m/s]	3,0E-04
<i>Perméabilité du sol k fond (sans facteur de colmatage)</i>	[m/s]	3,0E-04
<i>Facteur de colmatage appliqué sur la perméabilité</i>		0,5
<i>Station météo/période de retour</i>		Grenoble Philippeville

Dans ces conditions, il pourrait être mis en œuvre un bassin d'infiltration, dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau ci-après.

 Bassin d'infiltration

* *Volume utile = volume des vides = volume de l'ouvrage x porosité*

Longueur	Largeur	Profondeur totale	Volume utile	Surface d'infiltration en fond	Ancrage dans faciès perméable	Hauteur de recouvrement	Hauteur de stockage	Remplissage du bassin porosité
[m]	[m]	[m]	[m³]	[m²]	[m]	[m]	[m]	
6,0	5,0	2,5	21	30	0,5	0,5	1,5	Galets Porosité 0,35
5,0	3,0	2,5	29	15	0,5	0,5	1,5	Structure alvéolaire Porosité 0,95

Hypothèses de calcul parvis :

Type de surface	Surface	Coefficient de ruissellement $0 < C < 1$	Surface active
	[m²]		[m²]
Enrobé	741	0,95	704
Espace vert	180	0,2	36
Totale de la surface aménagée du projet	921	Surface active totale	740

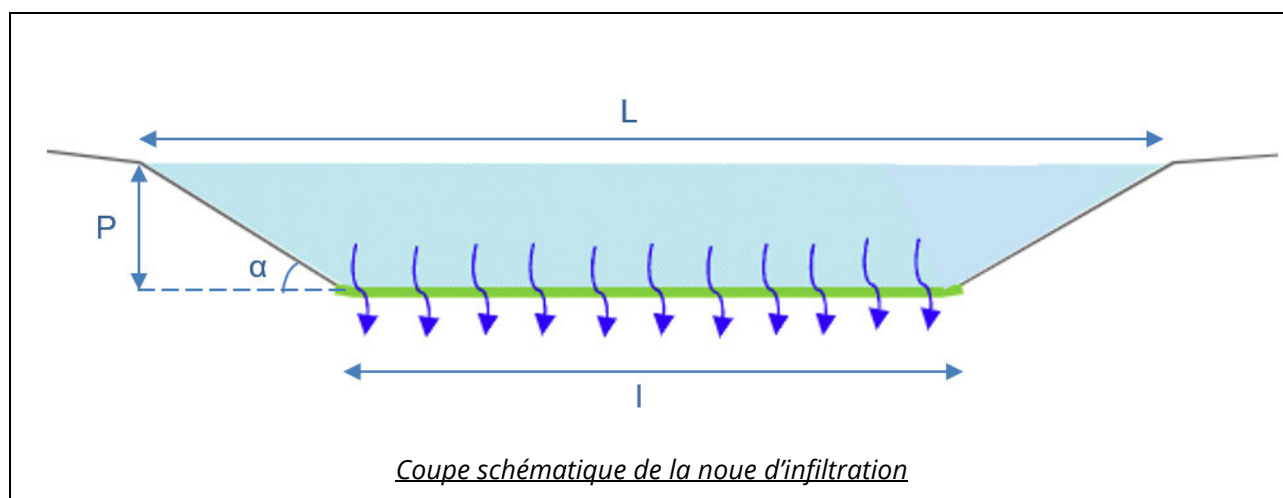
Perméabilité du sol k latéral (sans facteur de colmatage)	[m/s]	3,0E-04
Perméabilité du sol k fond (sans facteur de colmatage)	[m/s]	3,0E-04
Facteur de colmatage appliqué sur la perméabilité		0,5
Station météo/période de retour		Grenoble Philippeville

Dans ces conditions, il pourrait être mis en œuvre une noue de surface associée à des puits réalisés en fond de celle-ci afin d'infiltrer les eaux pluviales au sein du faciès graveleux naturel au-delà des remblais, dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau ci-après.

○ Noue associée à des puits d'infiltration en fond :

- Noue de surface :

Longueur	Largeur en fond	Largeur en tête	Profondeur	Volume utile	Pente max talus
[m]	[m]	[m]	[m]	[m ³]	[°]
10,0	0,8	3,8	1,0	23,0	33



- Puits d'infiltration en fond de noue :

Nombre de puits	Diamètre Buse B	Hauteur inutile h1	Hauteur de stockage h2	Hauteur d'infiltration h3	Hauteur totale H	Remplissage du puits et porosité
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	
3	0,8	-	1,0	1,0	2,0	Creux Porosité 1,00

Les puits devront être descendus à 2,0 m sous le fond de la noue (soit à 3,0 m/TA), afin de disposer d'une hauteur d'infiltration de 1,0 m au sein du faciès graveleux naturel.

(Espace minimum de 3 mètres entre puits pour éviter toute interaction entre eux)

Selon l'implantation finale pour le dispositif de gestion des eaux pluviales et la solution retenue, des investigations complémentaires pourront être nécessaires.

4.9.6. Recommandations pour la mise en œuvre du dispositif de gestion des eaux pluviales

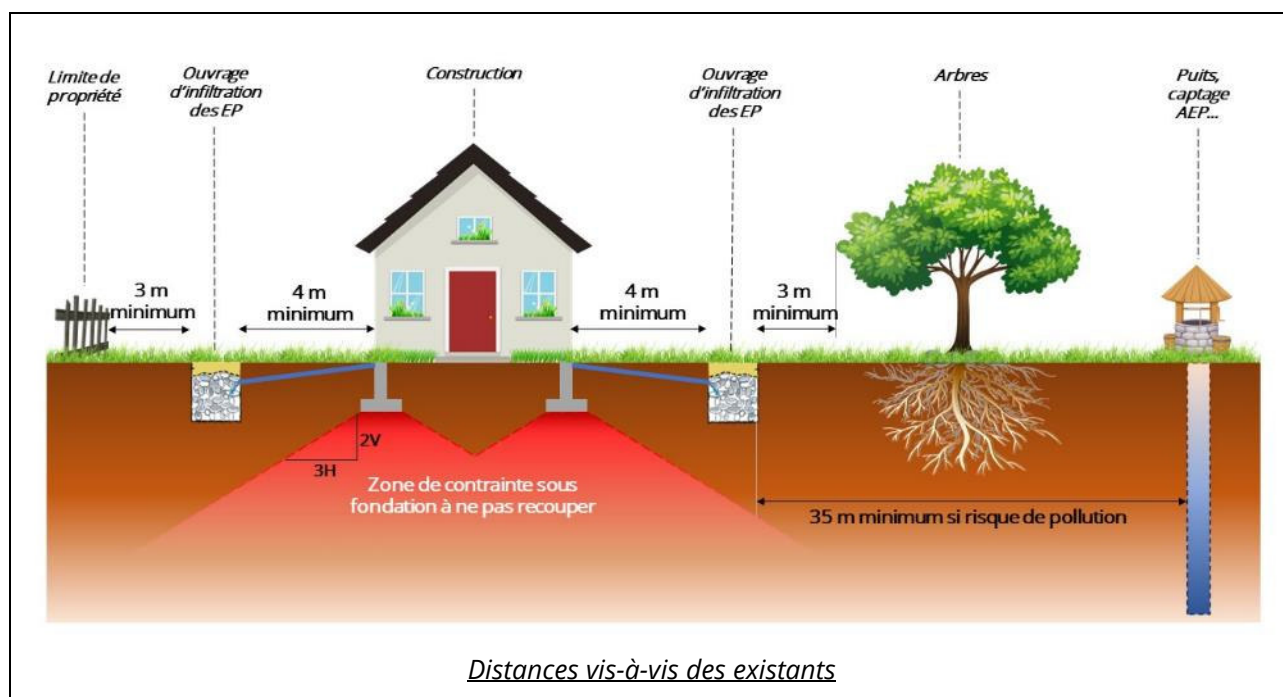
Il est vivement recommandé d'éviter tout apport de terre vers le dispositif de gestion des eaux pluviales afin de limiter son colmatage. Ainsi, on tâchera :

- De construire le dispositif ou de le mettre en service dans les dernières étapes du chantier. Il faut alors mettre en place une solution provisoire pour récupérer et évacuer les eaux de ruissellement ;
- De séparer les surfaces « productrices » de fines (espaces verts, zones en terre, en stabilisé) des surfaces drainées par le dispositif de gestion des eaux pluviales ;
- De mettre en place un dispositif de type dégrilleur, décanteur et débourbeur, de manière à s'affranchir des problèmes de colmatage par les fines et les feuilles.

Les systèmes de gestion des eaux pluviales seront prioritairement disposés à l'aval des constructions, de manière à privilégier un fonctionnement gravitaire.

Une efficacité pérenne des dispositifs de gestion des eaux pluviales nécessite un entretien périodique de ces derniers.

En première approche, il est recommandé de positionner les dispositifs d'infiltration des eaux pluviales de manière à respecter les distances d'éloignement vis-à-vis des bâtiments (4 m), des arbres et limites de propriété (3 m), des puits destinés à la consommation courante (35 m), et des autres ouvrages de gestion des eaux pluviales ou d'assainissement autonome des eaux usées (4 m).



Ces distances pourront toutefois être adaptées selon le projet et le contexte géologique du site.

La distance minimale entre la base d'un bassin, puits ou tranchée d'infiltration et le niveau des plus hautes eaux d'une nappe doit être d'un mètre, pour conserver une hauteur de filtration suffisante.

La base du dispositif d'infiltration ne devra pas être descendue au-delà de 3 m de profondeur compte tenu de la présence probable de la nappe.

5. Remarques et suggestions particulières – Aléas et incertitudes

Tout changement, concernant le plan de masse et/ou les caractéristiques du projet, devra nous être signalé. En effet toutes modifications pourraient influencer les solutions retenues et il pourrait alors être nécessaire de revoir tout ou partie de nos conclusions. Cette réflexion est notamment valable au cas où les descentes de charges du projet seraient supérieures à nos hypothèses. Les résultats sont valables uniquement au droit de nos sondages, en effet, des variations latérales 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 EG Sol *Dauphiné Savoie*, ne saurait engager sa responsabilité.

Le présent rapport de type « G2 PRO » rentre dans le cadre de l'enchaînement des missions géotechniques types décrit dans la norme NFP 94-500. Nous restons à la disposition du Maître d'ouvrage pour assurer des missions de type DCE/ACT, G4 et G5 en concordance avec la norme NFP 94-500 jointe en annexe applicable depuis novembre 2013.

En particulier, au stade actuel de l'information sur l'ingénierie géotechnique du chantier, il reste des points à préciser et ce dans le cadre de l'enchaînement des missions géotechniques :

- Le contrôle et la validation des fonds de fouille des fondations (mission G4) et le recompactage des remblais sous plates-formes.

L'Ingénieur Chargé d'affaire ,

Gabriel LAGRANGE



Contrôle Interne,

Raphaël ALBERTINI



ANNEXES

EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500 REVISEE EN 2013

PLAN DE SITUATION

PLAN D'IMPLANTATION DES RECONNAISSANCES

COUPES DES PUIITS A LA PELLE

DIAGRAMMES DES ESSAIS PENETROMETRIQUES

LITHOLOGIE ET DIAGRAMMES DES ESSAIS PRESSIOMETRIQUES



EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500 REVISEE EN 2013

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)**ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)****ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

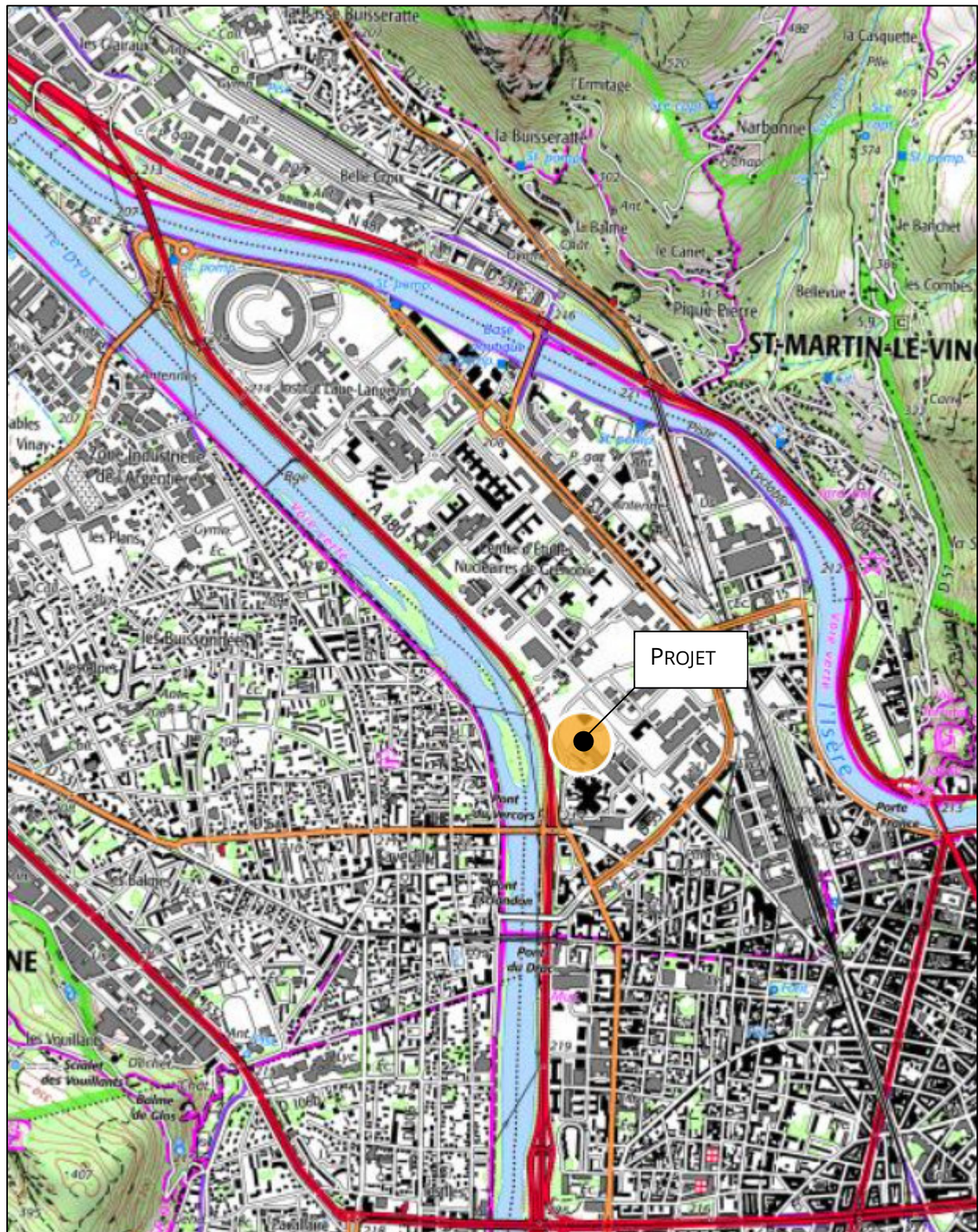
- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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

GRENOBLE (38 - ISERE)



PLAN D'IMPLANTATION DES RECONNAISSANCES





EGSOL
DOSSIER 38/25/27316 DG+E
GRENOBLE - 38
Construction d'un bâtiment
de stockage et logistiques
des salles blanches du
CEA/LETI

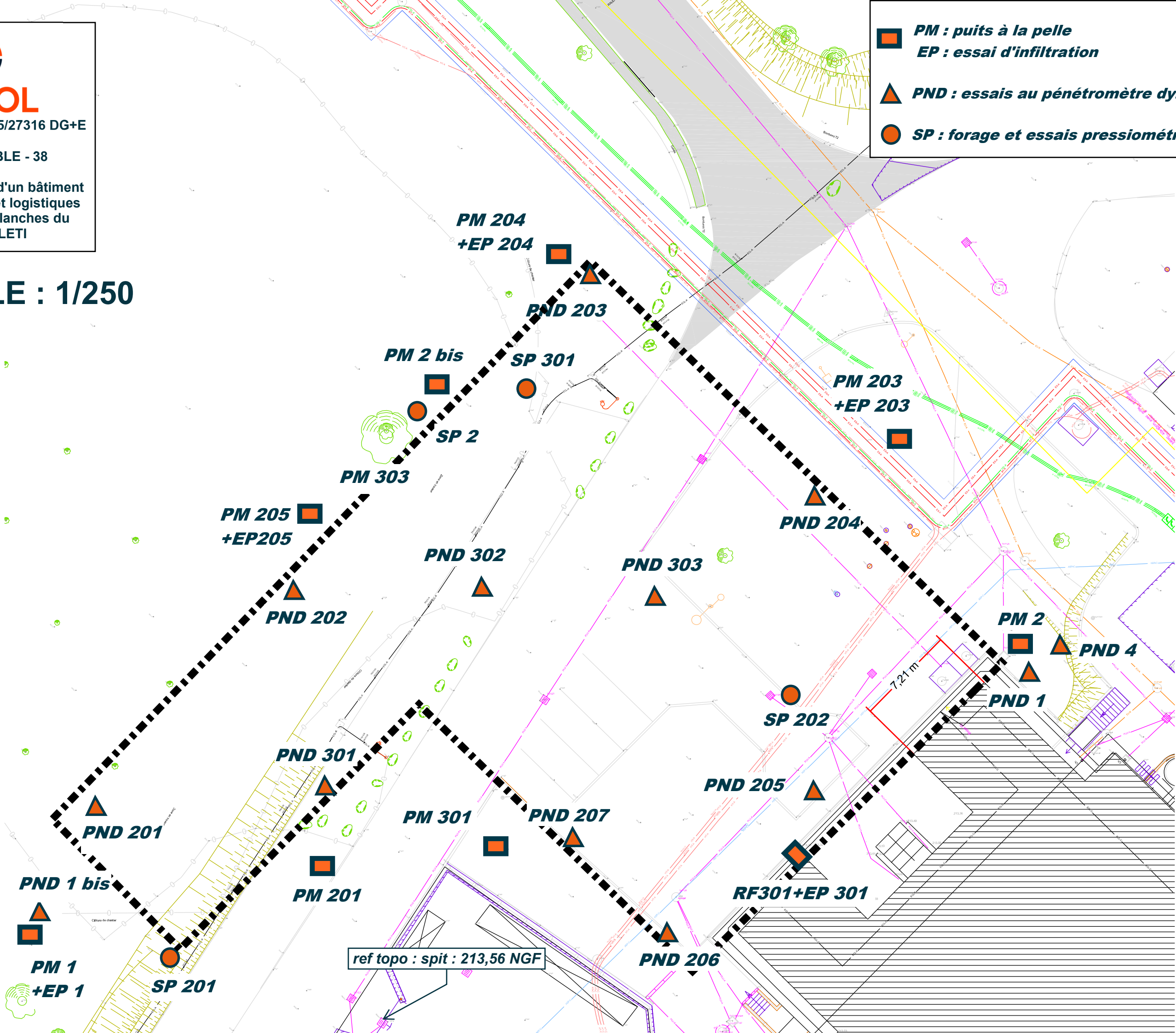
ECHELLE : 1/250

**PM : puits à la pelle**

**PND : essais au pénétromètre dynamique**

**SP : forage et essais pressiométriques**

**EP : essai d'infiltration**



COUPES DES Puits A LA PELLE



PM301

Date : 17/06/2025

<i>Epaisseurs</i>	<i>Cote du toit de couche</i>	<i>Profondeurs</i>	<i>Description lithologique</i>
<i>[m]</i>	<i>[m NGF]</i>	<i>[m]</i>	
1,0	213,7	0,0 à 1,0	Remblais limono-sableux et graveleux à traces d'enrobé, de béton, de bois et de brique
Fin du sondage	212,7		

Remarques : *Aucune venue d'eau observée*

Moyenne tenue des parois.

Filet avertisseur vert



RF301

Date : 17/06/2025

<i>Epaisseurs</i>	<i>Cote du toit de couche</i>	<i>Profondeurs</i>	<i>Description lithologique</i>
<i>[m]</i>	<i>[m NGF]</i>	<i>[m]</i>	
0,3	213,6	0,0 à 0,3	Couverture végétale
1,3	213,3	0,3 à 1,6	Remblais sablo-graveleux gris à traces de bois, de métaux et de béton
Fin du sondage	212,0		

Remarques : *Aucune venue d'eau observée*
Mauvaise à moyenne tenue des parois.
Test d'infiltration EP301 à 1,6 m/TA



PM201

Date : 02/04/2024

<i>Epaisseurs</i>	<i>Cote du toit de couche</i>	<i>Profondeurs</i>	<i>Description lithologique</i>
[m]	[m NGF]	[m]	
0,1	213,9	0,0 à 0,05	Enrobé
0,3	213,8	0,1 à 0,30	Couche de forme en concassé beige
1,1	213,6	0,3 à 1,40	Remblai de limon sableux et graveleux, vestige béton, REFUS
Fin du sondage	212,5		

Remarques : Aucune venue d'eau observée.

Tenue des parois moyenne

PM203

Date : 02/04/2024

<i>Epaisseurs</i>	<i>Cote du toit de couche</i>	<i>Profondeurs</i>	<i>Description lithologique</i>
[m]	[m NGF]	[m]	
0,1	213,4	0,0 à 0,1	Couverture végétale
0,5	213,3	0,1 à 0,6	Remblai de limon sableux et graveleux
0,7	212,8	0,6 à 1,3	Remblai de sable graveleux, morceaux de béton et plastique
0,4	212,1	1,3 à 1,7	Limon sableux et graveleux
0,8	211,7	1,7 à 2,5	Sable graveleux
Fin du sondage	210,9		

Remarques : Aucune venue d'eau observée.

Tenue des parois moyenne

Test d'infiltration EP23 à 2,5 m/TA.

PM204

Date : 02/04/2024

<i>Epaisseurs</i>	<i>Cote du toit de couche</i>	<i>Profondeurs</i>	<i>Description lithologique</i>
[m]	[m NGF]	[m]	
0,1	213,2	0,0 à 0,1	Couverture végétale
1,1	213,1	0,1 à 1,2	Remblai de limon sableux et graveleux
0,3	212,0	1,2 à 1,5	Limon sableux et graveleux
0,7	211,7	1,5 à 2,2	Sable graveleux
Fin du sondage	211,0		

Remarques : Aucune venue d'eau observée.

Tenue des parois moyenne

Test d'infiltration EP24 à 2,2 m/TA.

PM205

Date : 02/04/2024

<i>Epaisseurs</i>	<i>Cote du toit de couche</i>	<i>Profondeurs</i>	<i>Description lithologique</i>
[m]	[m NGF]	[m]	
1,2	214,2	0,0 à 1,2	Remblai de graves sableuses
1,2	213,0	1,2 à 2,4	Remblai de limon sableux et graveleux, morceaux de tuiles, briques, plastique
0,3	211,8	2,4 à 2,7	Graves sableuses
Fin du sondage	211,5		

Remarques : Aucune venue d'eau observée.

Tenue des parois moyenne

Test d'infiltration EP25 à 2,7 m/TA.

PM1 + EP1

Date : 30/03/2023

Epaisseurs (m)	Cote du toit de couche*	Profondeurs (m)	Description lithologique
2,1	213,1	0,0 m à 2,1 m	Remblais gravelo-sableux +/- limoneux marron à gris + traces de briques, métaux
1,5	211,0	2,1 m à 3,6 m	Graves sableuses grises (Ømax 30 cm)

Fin du sondage 209,5

* NGF

Remarques : Aucune venue d'eau observée.

Teneur des parois moyenne à mauvaise, éboulement dans les graves.

Test d'infiltration EP1 à 3,0 m/TA.



PM 2 bis

Date : 30/03/2023

Epaisseurs (m)	Cote du toit de couche*	Profondeurs (m)	Description lithologique
1,2	213,3	0,0 m à 1,2 m	Remblais limono-graveleux à sableux marron + traces de briques, bois...
0,5	212,1	1,2 m à 1,7 m	Limon sableux marron + racines
2,6	211,6	1,7 m à 4,3 m	Graves sableuses grises (Ømax 30 cm)

Fin du sondage 209,0

* NGF

Remarques : Aucune venue d'eau observée.

Tenue des parois moyenne dans les remblais, bonne dans les limons et mauvaise dans les graves (éboulement).

PM2

Date : 01/01/2023

<i>Epaisseurs</i>	<i>Cote du toit de couche</i>	<i>Profondeurs</i>	<i>Description lithologique</i>
<i>[m]</i>	<i>[m NGF]</i>	<i>[m]</i>	
0,2	213,6	0,0 à 0,2	Couverture végétale
1,4	213,4	0,2 à 1,6	Remblais de graves sableuses, traces de briques, tuile, béton, plastique.
0,4	212,0	1,6 à 2,0	Limon sableux
0,4	211,6	2,0 à 2,4	Graves sableuses
Fin du sondage	211,2		

Remarques : Aucune venue d'eau observée.

Tenue des parois moyenne



DIAGRAMMES DES ESSAIS PENETROMETRIQUES

Principe du pénétromètre dynamique - NF EN 22476-2

L'essai pénétrométrique consiste à battre, à l'aide d'un mouton de masse 63,50 kg un train de tiges équipé d'un cône de pénétration de surface connue (20 cm²). La hauteur de chute du mouton est de 75 cm. Le principe de l'essai consiste à noter le nombre de coups nécessaire à un enfoncement unitaire de 20 cm.

Les essais de pénétration permettent de déterminer la *résistance dynamique apparente* **R_{da}** des terrains traversés, calculée à partir de la formule présentée ci-dessous :

$$R_{da} = \frac{Mgh}{Ae} + \frac{M}{M + M'}$$

avec : *M* masse du mouton,
g accélération de la pesanteur (9,8 ms⁻²),
h hauteur de chute libre (75 cm),
A section droite de la pointe (20 cm²),
e l'enfoncement par coup,
M' masse cumulée restante.



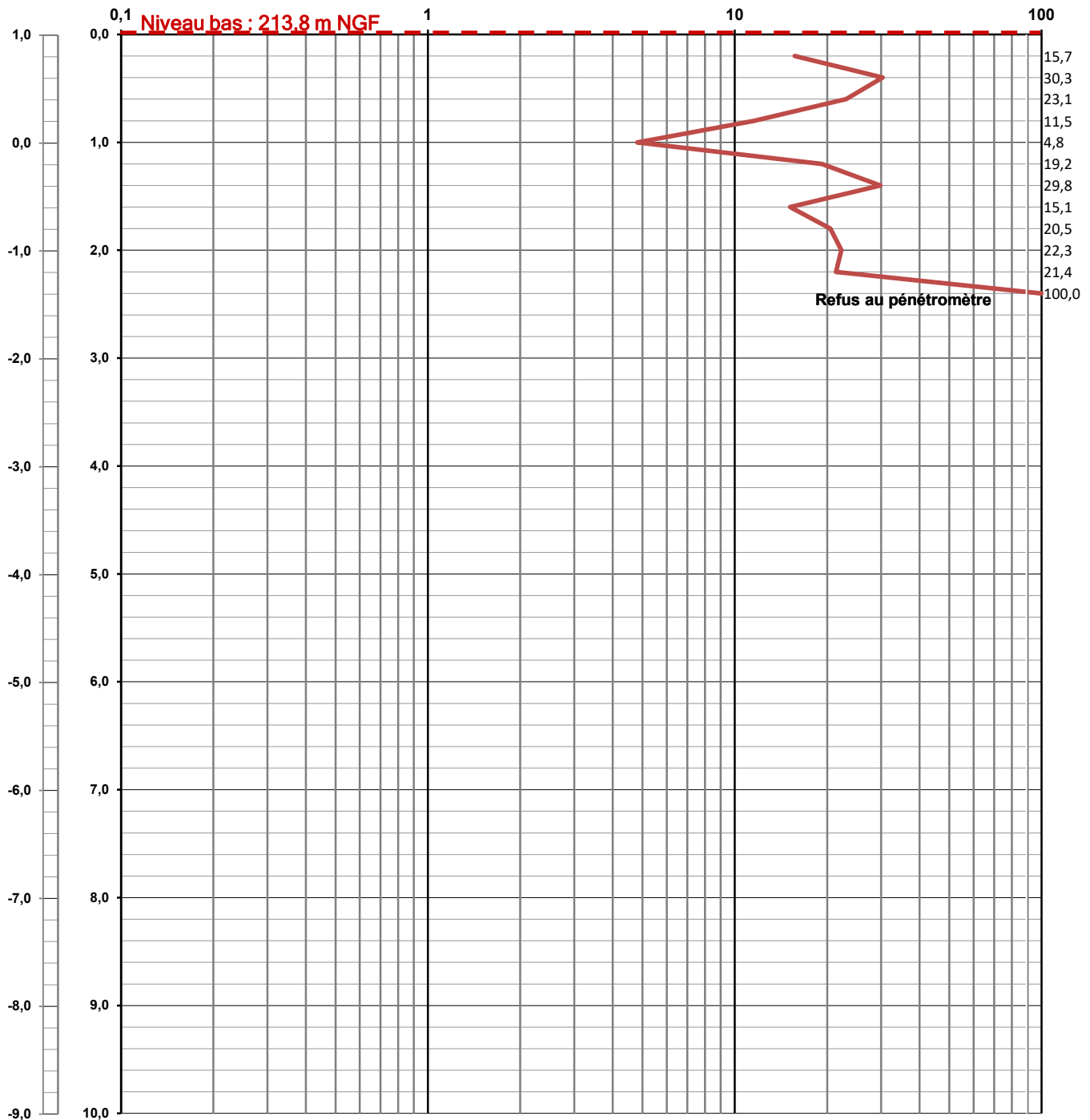
ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

ESSAI Pnd301



Projet : Construction d'un bâtiment de stockage et lo Numéro du dossier : 38/25/27316 DG
Client : CEA Date de réalisation : 17/06/2025
Commune : GRENOBLE Cote du sondage : 213,8 m NGF

RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE R_{da} (MPa)



CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

Surface de la pointe = 20 cm²

Enfoncement = 0,2 m

Hauteur de chute = 0,75 m

Masse = 63,5 kg

Masse additionnelle = 1,284 kg

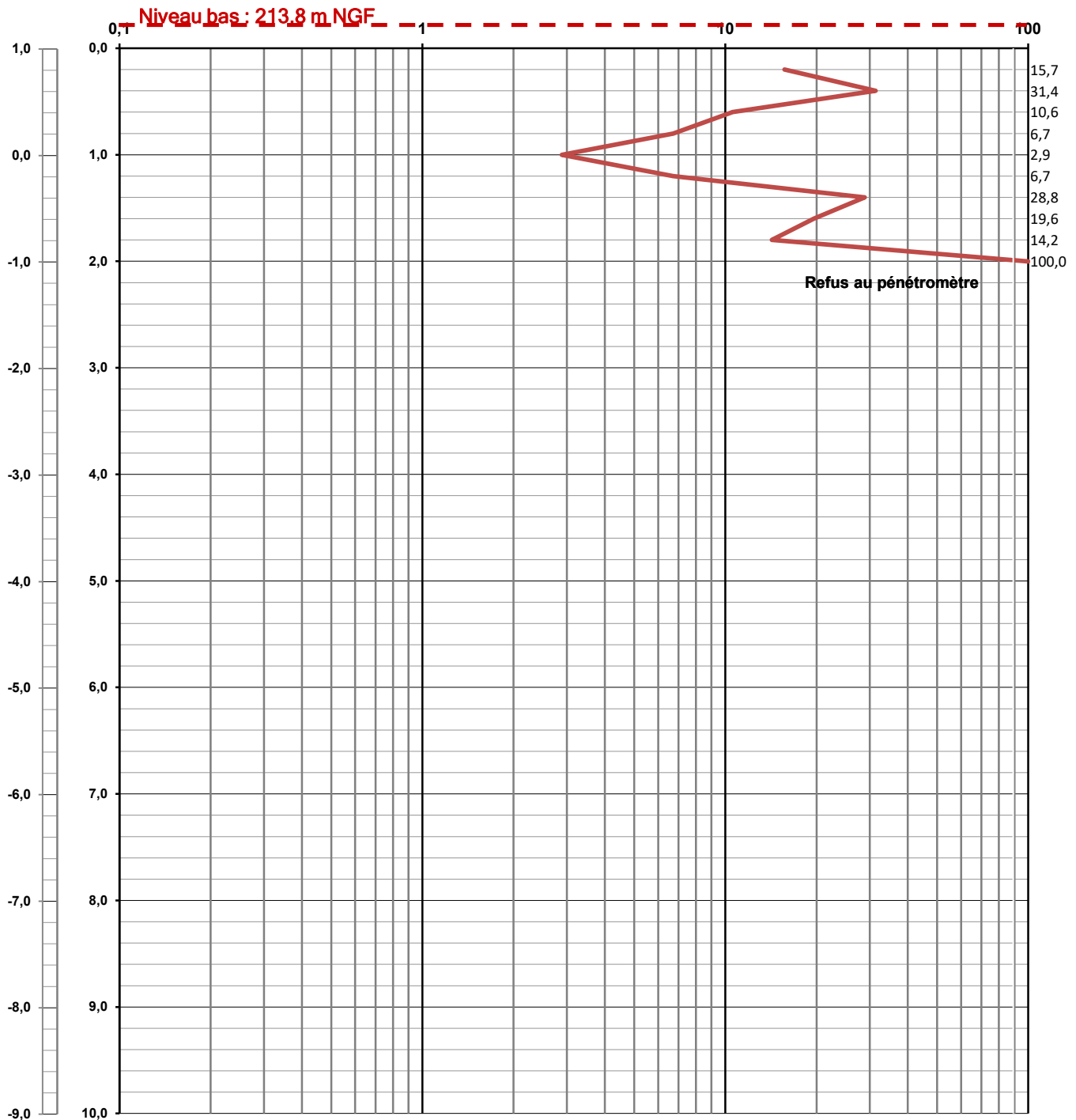
ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

ESSAI Pnd302



Projet : Construction d'un bâtiment de stockage et lo Numéro du dossier : 38/25/27316 DG
Client : CEA Date de réalisation : 17/06/2025
Commune : GRENOBLE Cote du sondage : 213,6 m NGF

RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE R_{da} (MPa)



CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

Surface de la pointe = 20 cm²

Enfoncement = 0,2 m

Hauteur de chute = 0,75 m

Masse = 63,5 kg

Masse additionnelle = 1,284 kg

ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

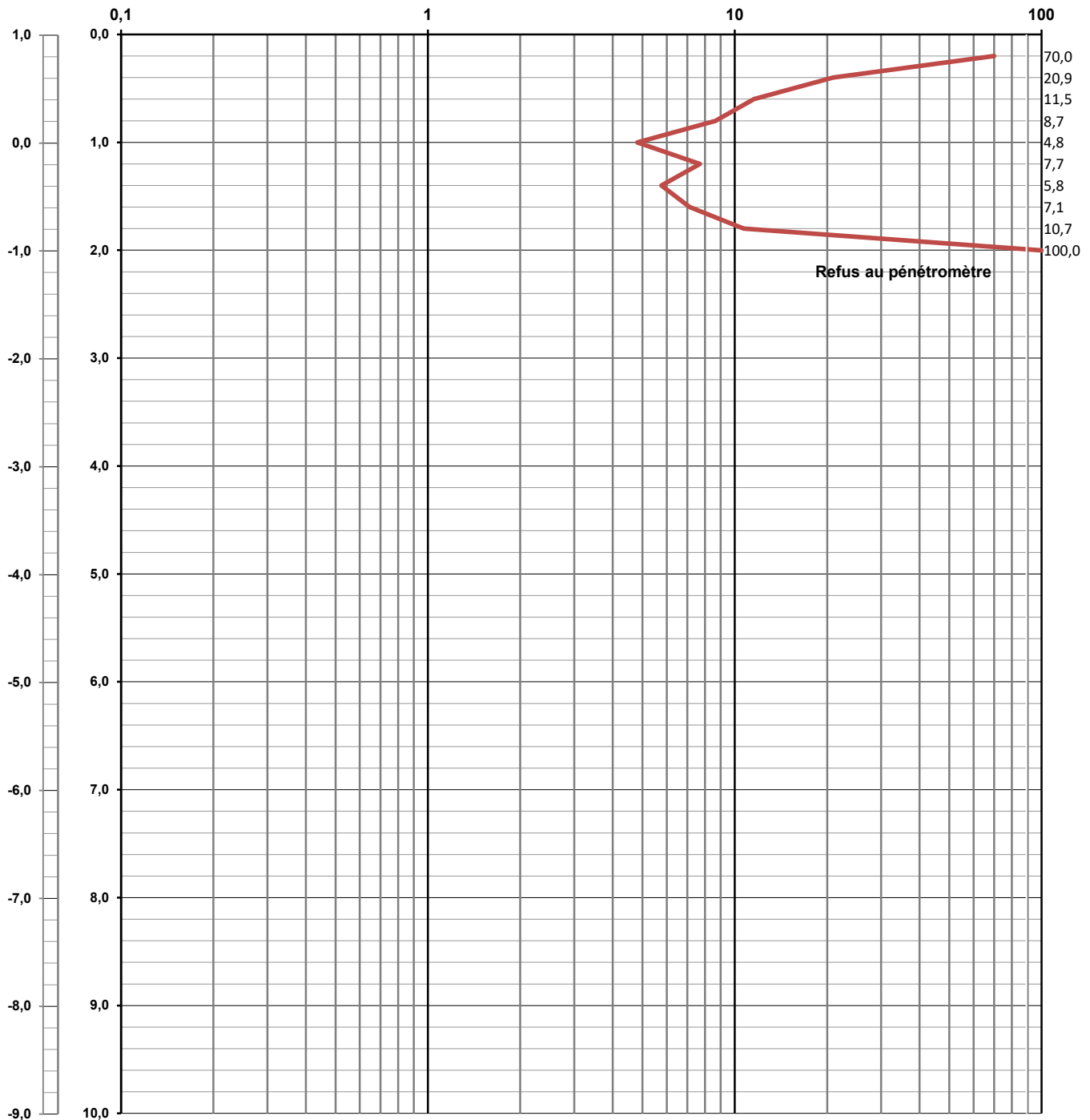
ESSAI Pnd303



Projet : Construction d'un bâtiment de stockage et lo Numéro du dossier : 38/25/27316 DG
Client : CEA Date de réalisation : 17/06/2025
Commune : GRENOBLE Cote du sondage : 213,3 m NGF

RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE R_{da} (MPa)

Niveau bas : 213,8 m NGF



CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

Surface de la pointe = 20 cm²

Enfoncement = 0,2 m

Hauteur de chute = 0,75 m

Masse = 63,5 kg

Masse additionnelle = 1,284 kg

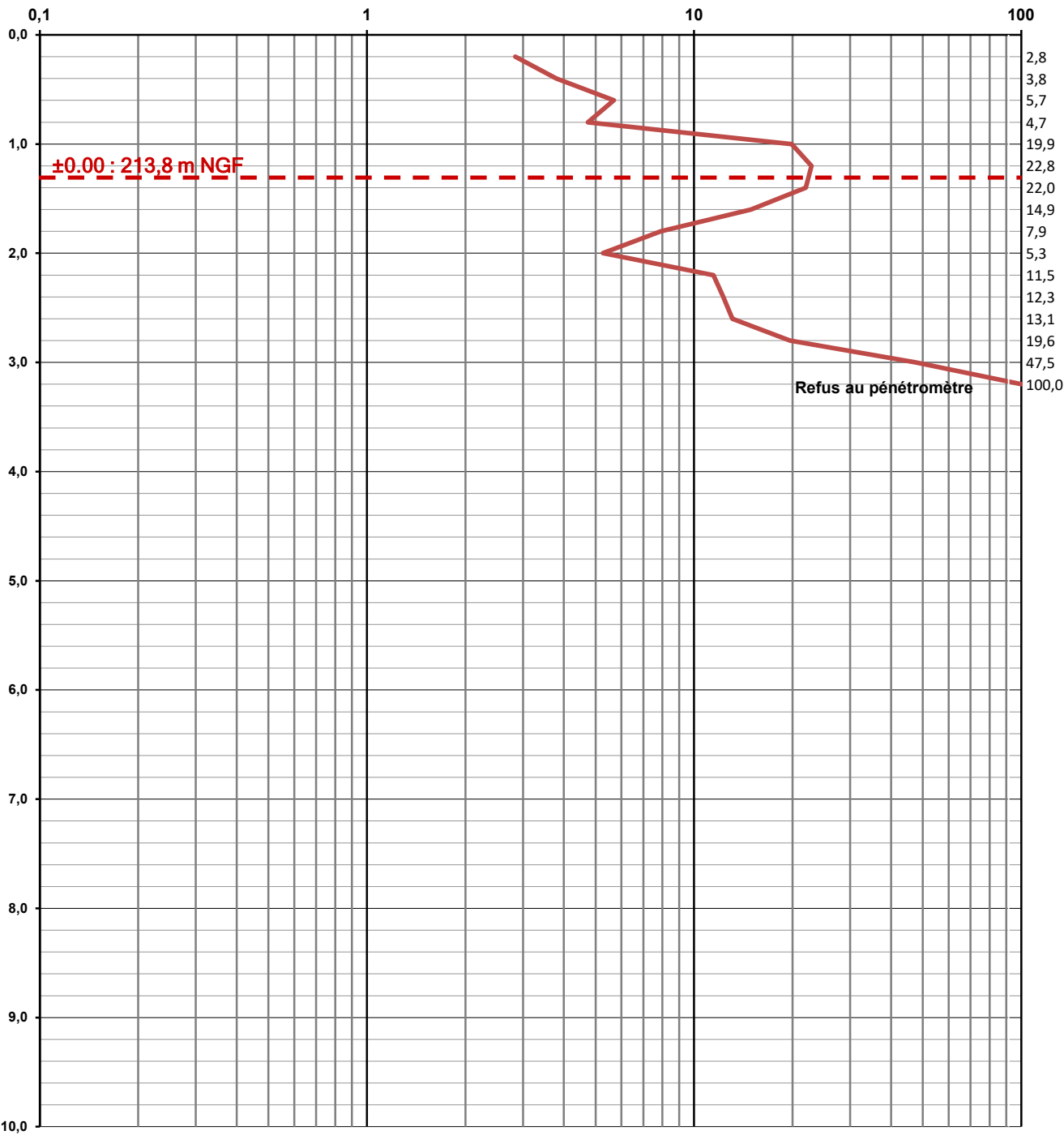
ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE
ESSAI Pnd201



Projet : Extension du pôle logistique - LETI
Client : CEA GRENOBLE
Commune : GRENOBLE

Numéro du dossier : 38/24/27316_BG+E
Date de réalisation : 02/04/2024
Cote du sondage : 215,1 m NGF

RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE Rda (MPa)



CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

Surface de la pointe = 20 cm²

Enfoncement = 0,2 m

Hauteur de chute = 0,75 m

Masse = 63,5 kg

Masse additionnelle = 8,584 kg

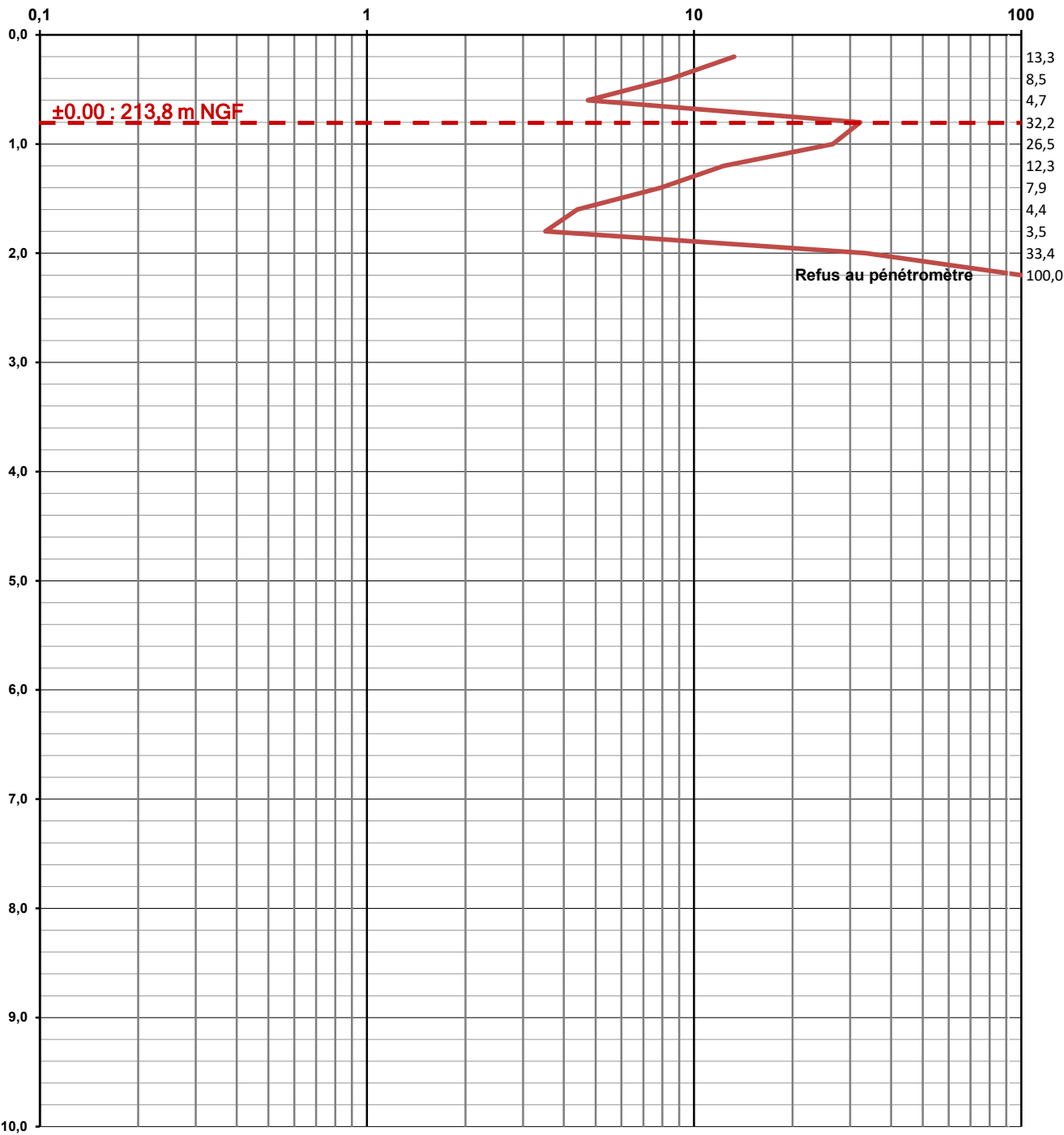
ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE
ESSAI Pnd202



Projet : Extension du pôle logistique - LETI
Client : CEA GRENOBLE
Commune : GRENOBLE

Numéro du dossier : 38/24/27316_BG+E
Date de réalisation : 02/04/2024
Cote du sondage : 214,6 m NGF

RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE Rda (MPa)



CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

Surface de la pointe = 20 cm²

Enfoncement = 0,2 m

Hauteur de chute = 0,75 m

Masse = 63,5 kg

Masse additionnelle = 8,584 kg

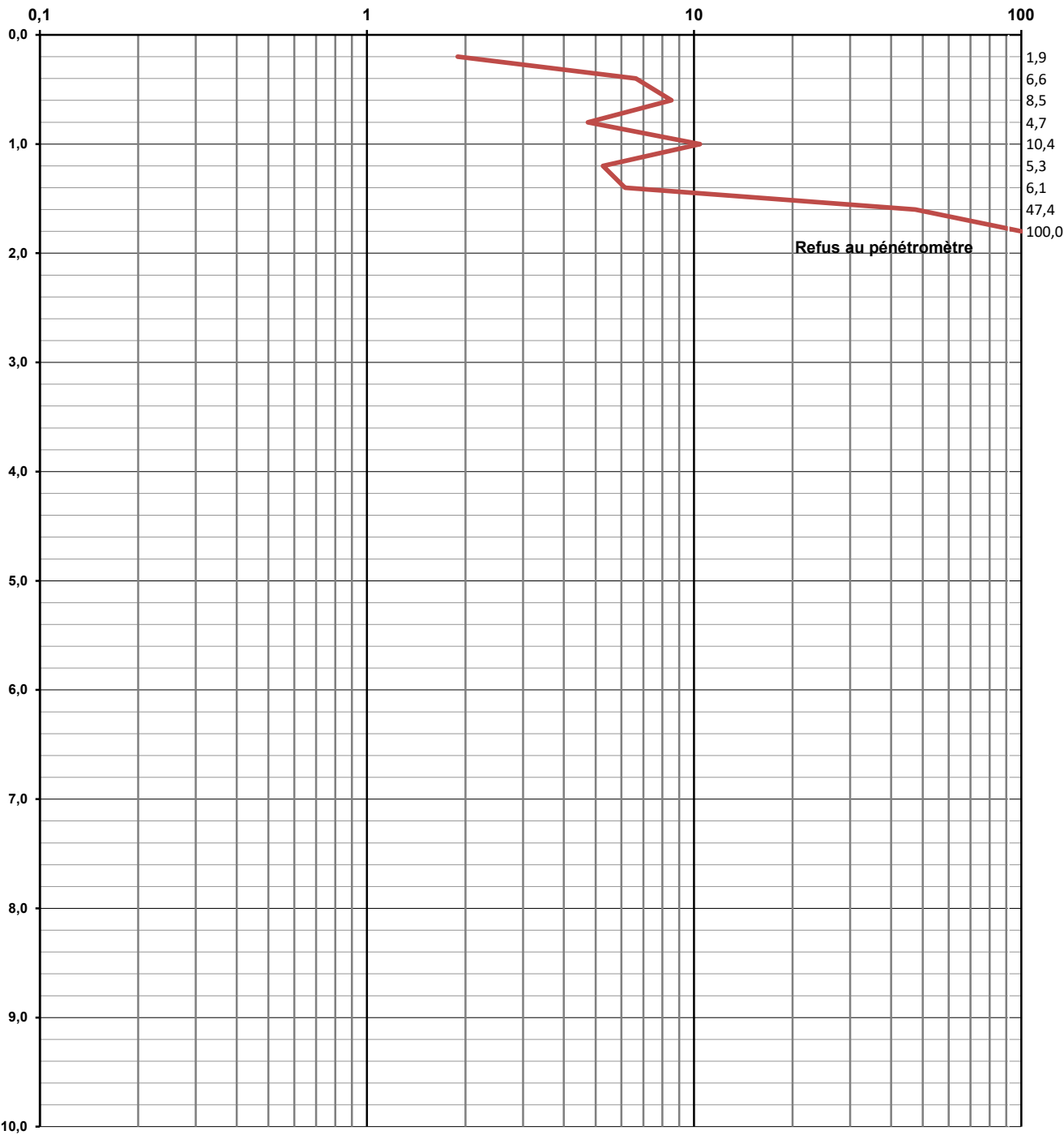
ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE
ESSAI Pnd203

Projet : Extension du pôle logistique - LETI
Client : CEA GRENOBLE
Commune : GRENOBLE

Numéro du dossier : 38/24/27316_BG+E
Date de réalisation : 02/04/2024
Cote du sondage : 213,2 m NGF

RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE Rda (MPa)

±0.00 : 213,8 m NGF



CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

Surface de la pointe = 20 cm²

Enfoncement = 0,2 m

Hauteur de chute = 0,75 m

Masse = 63,5 kg

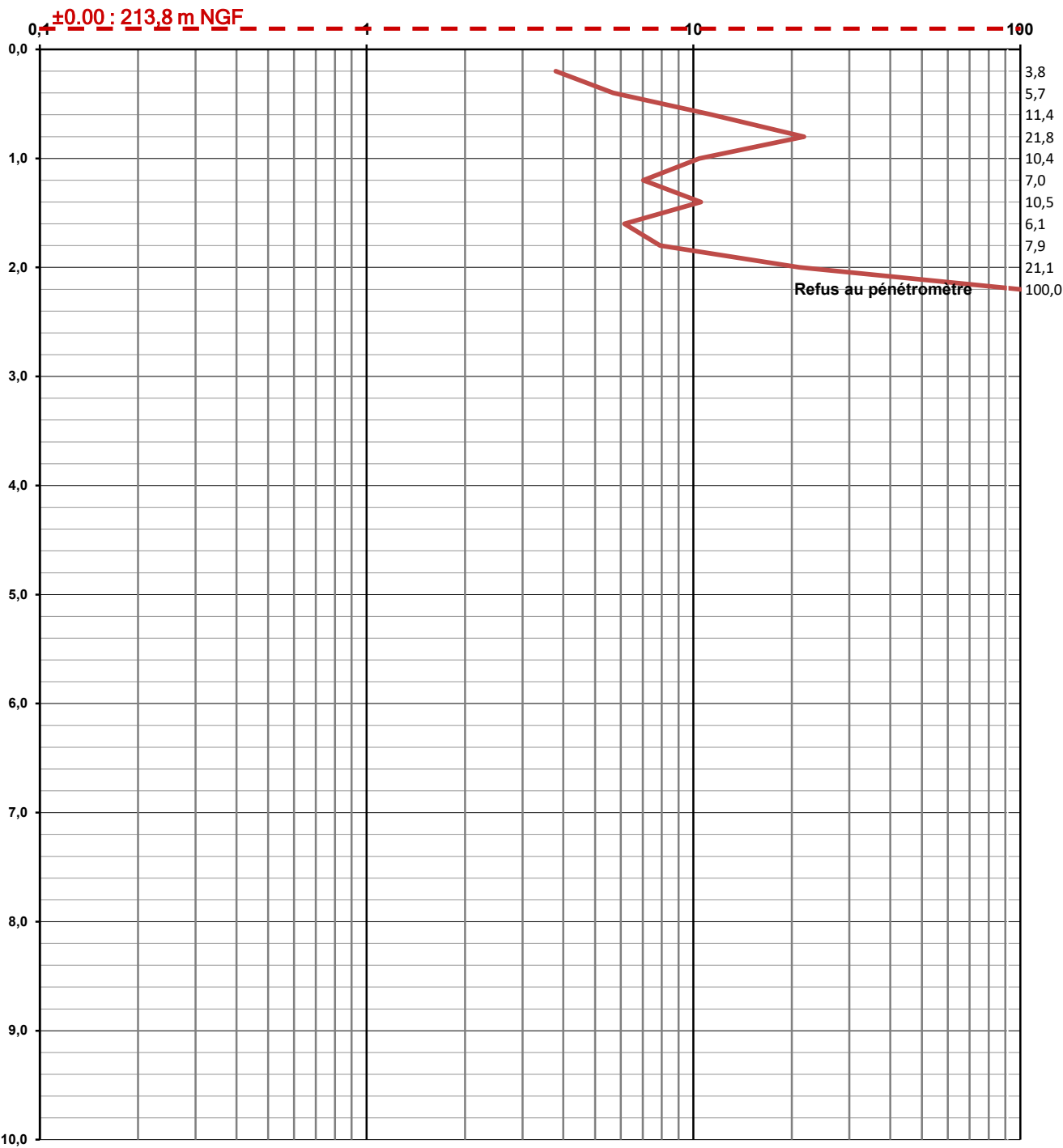
Masse additionnelle = 8,584 kg

ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE
ESSAI Pnd204

Projet : Extension du pôle logistique - LETI
Client : CEA GRENOBLE
Commune : GRENOBLE

Numéro du dossier : 38/24/27316_BG+E
Date de réalisation : 02/04/2024
Cote du sondage : 213,6 m NGF

RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE Rda (MPa)



CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

Surface de la pointe = 20 cm²

Enfoncement = 0,2 m

Hauteur de chute = 0,75 m

Masse = 63,5 kg

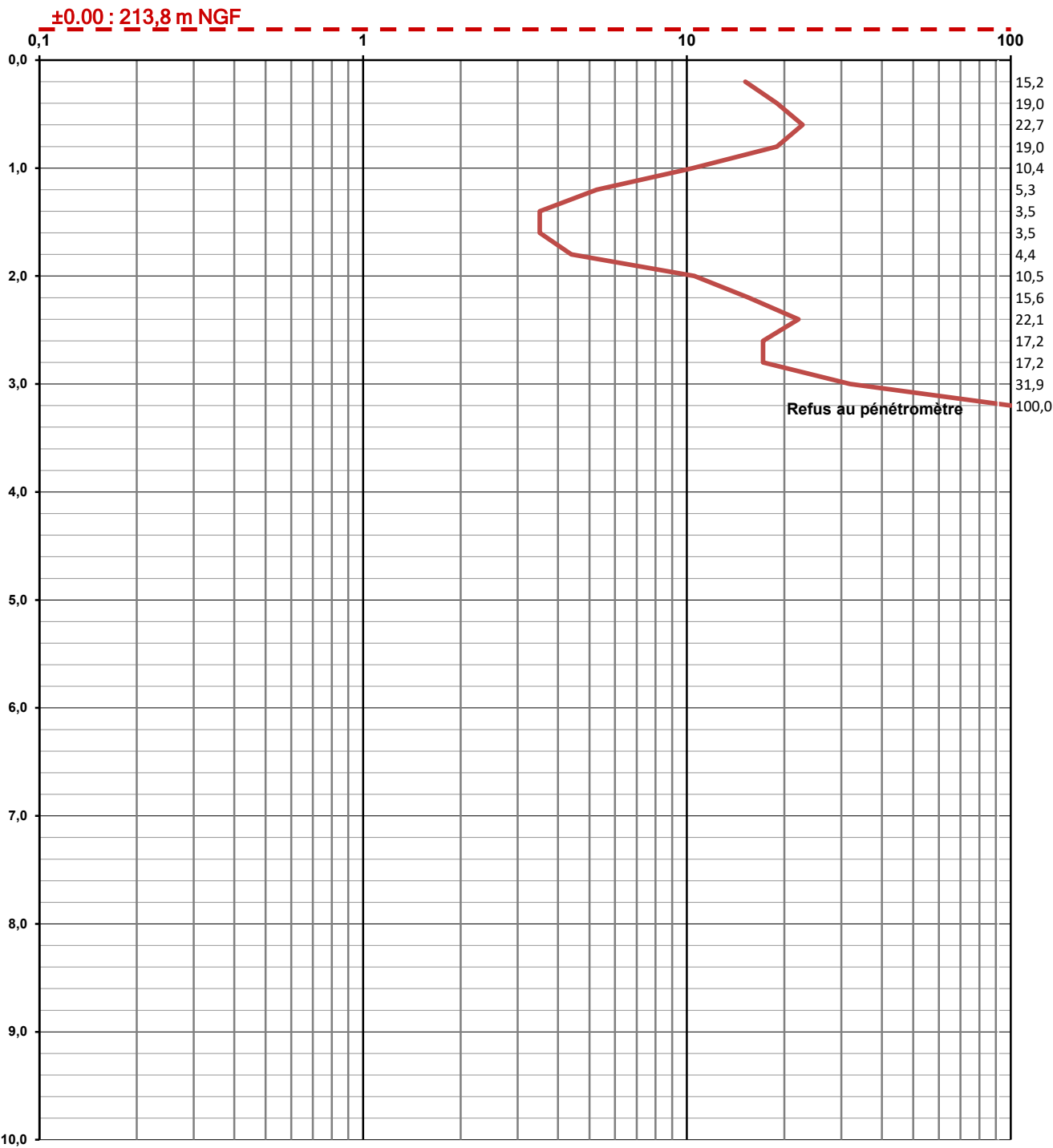
Masse additionnelle = 8,584 kg

ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE
ESSAI Pnd205

Projet : Extension du pôle logistique - LETI
Client : CEA GRENOBLE
Commune : GRENOBLE

Numéro du dossier : 38/24/27316_BG+E
Date de réalisation : 02/04/2024
Cote du sondage : 213,5 m NGF

RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE Rda (MPa)



CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

Surface de la pointe = 20 cm²

Enfoncement = 0,2 m

Hauteur de chute = 0,75 m

Masse = 63,5 kg

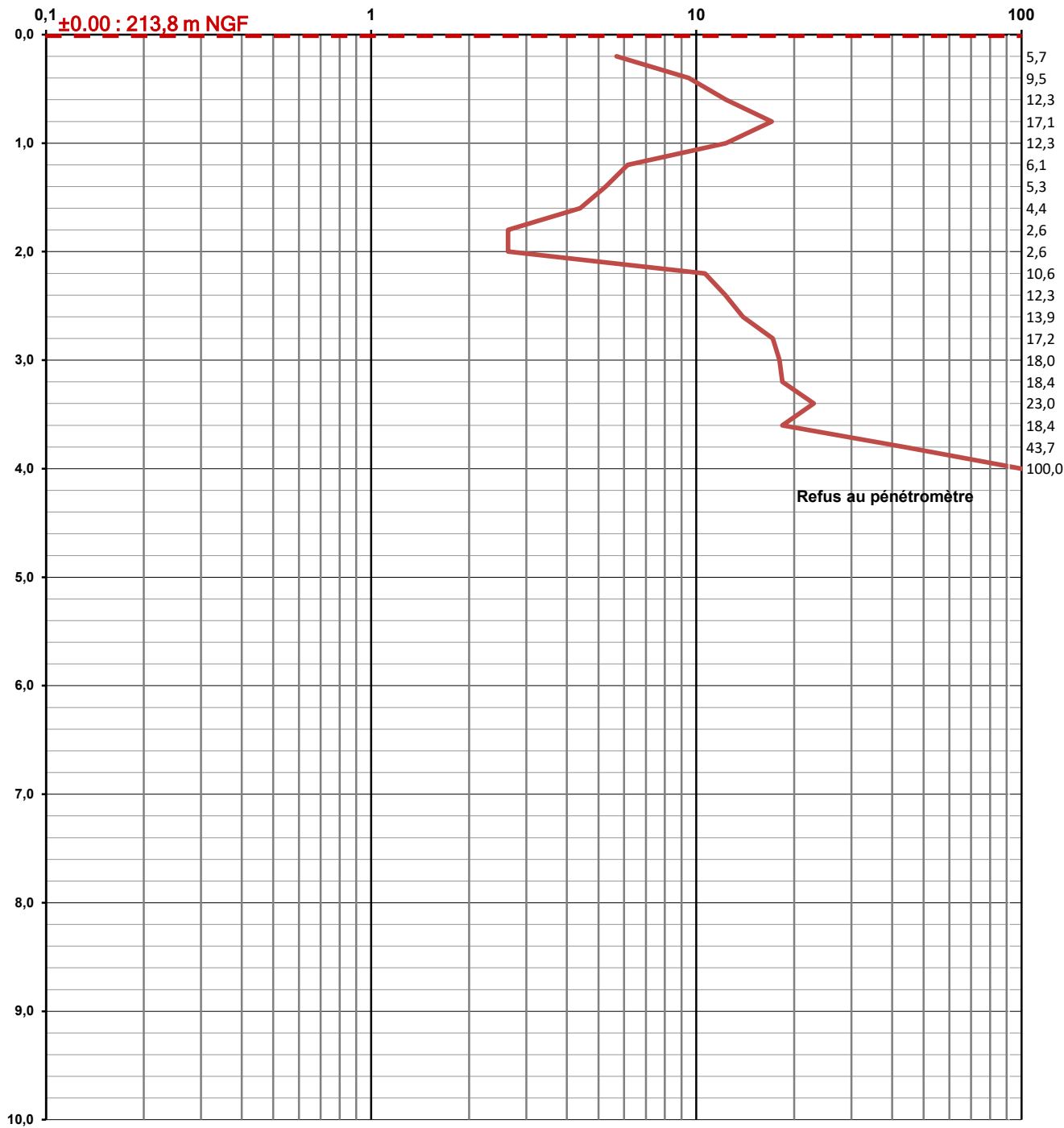
Masse additionnelle = 8,584 kg

ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE
ESSAI Pnd206

Projet : Extension du pôle logistique - LETI
Client : CEA GRENOBLE
Commune : GRENOBLE

Numéro du dossier : 38/24/27316_BG+E
Date de réalisation : 02/04/2024
Cote du sondage : 213,8 m NGF

RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE Rda (MPa)



CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

Surface de la pointe = 20 cm²

Enfoncement = 0,2 m

Hauteur de chute = 0,75 m

Masse = 63,5 kg

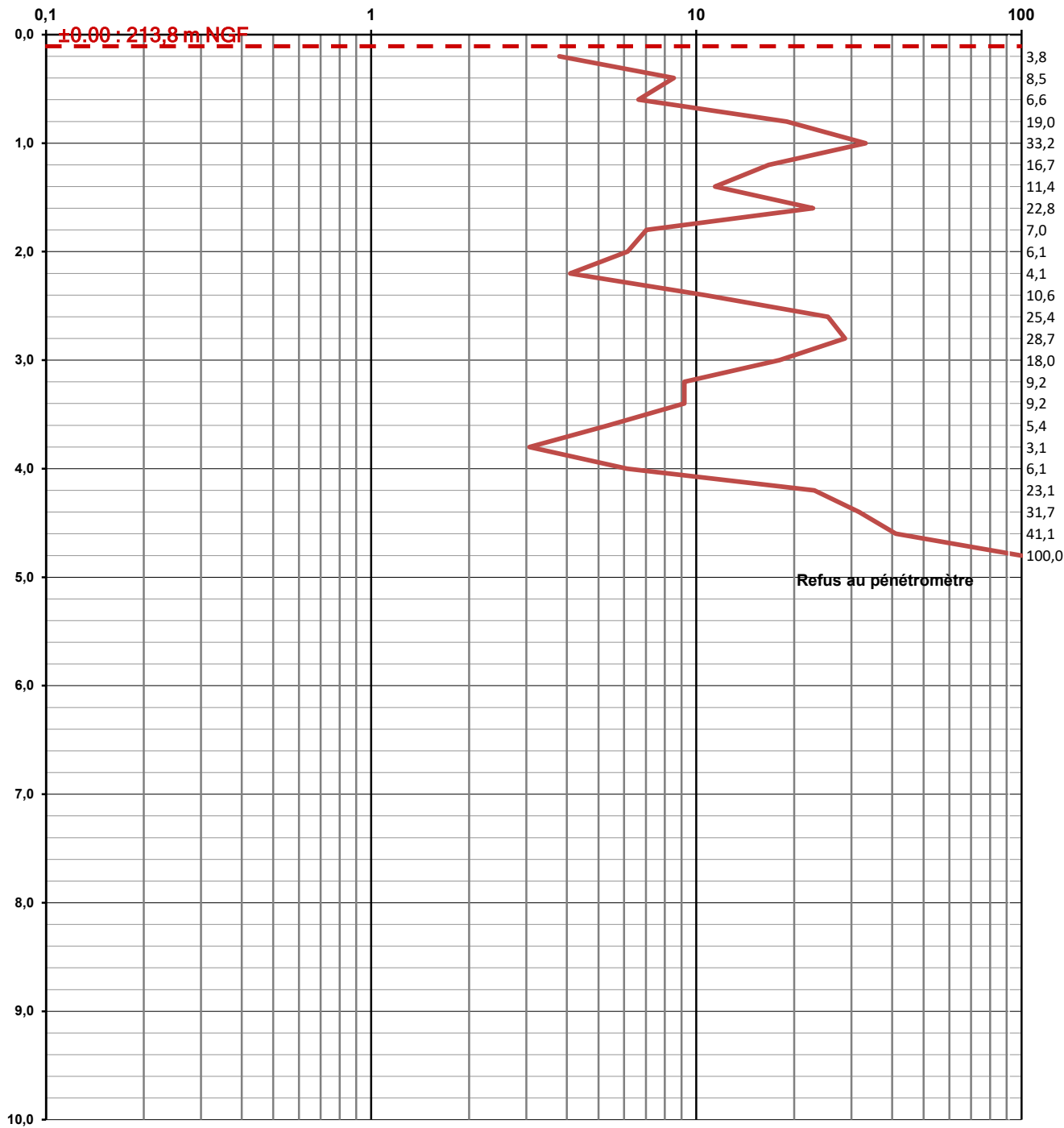
Masse additionnelle = 8,584 kg

ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE
ESSAI Pnd207

Projet : Extension du pôle logistique - LETI
Client : CEA GRENOBLE
Commune : GRENOBLE

Numéro du dossier : 38/24/27316_BG+E
Date de réalisation : 02/04/2024
Cote du sondage : 213,9 m NGF

RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE Rda (MPa)



CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

Surface de la pointe = 20 cm²

Enfoncement = 0,2 m

Hauteur de chute = 0,75 m

Masse = 63,5 kg

Masse additionnelle = 8,584 kg

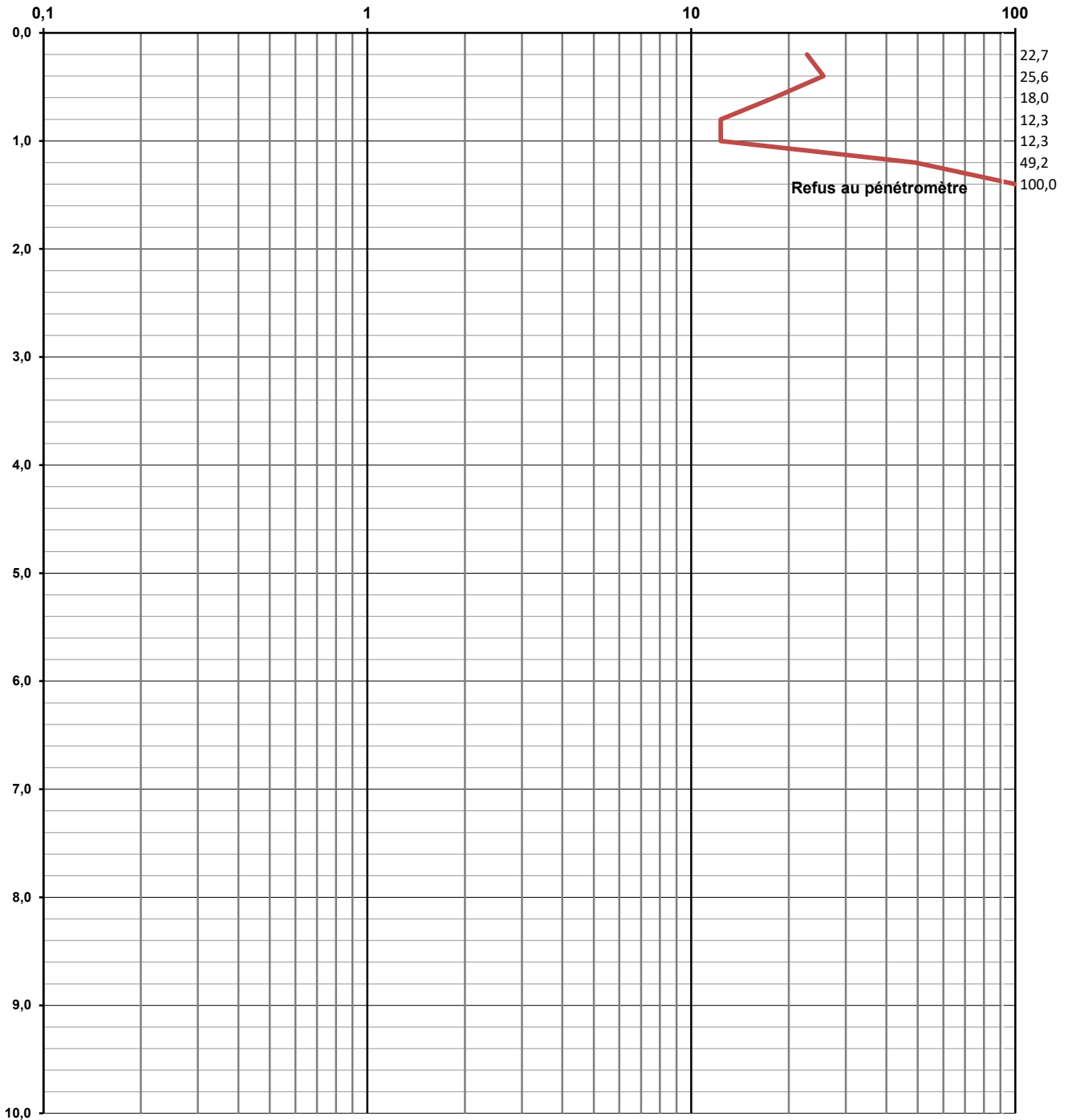
ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

ESSAI Pnd1

Projet : Local enterré pour station ERP / G2 AVP
Client : CEA GRENOBLE
Commune : GRENOBLE

Numéro du dossier : 38/23/27892 G
Date de réalisation : 17/07/2023
Cote du sondage : 213,6 m NGF

RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE R_{da} (MPa)



CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

Surface de la pointe = 20 cm²

Enfoncement = 0,2 m

Hauteur de chute = 0,75 m

Masse = 63,5 kg

Masse additionnelle = 8,584 kg

ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

ESSAI Pnd 1 bis



Projet : Construction d'un pôle logistique / G1 ES+ G1 F

Numéro du dossier : 38/23/27316 G+E

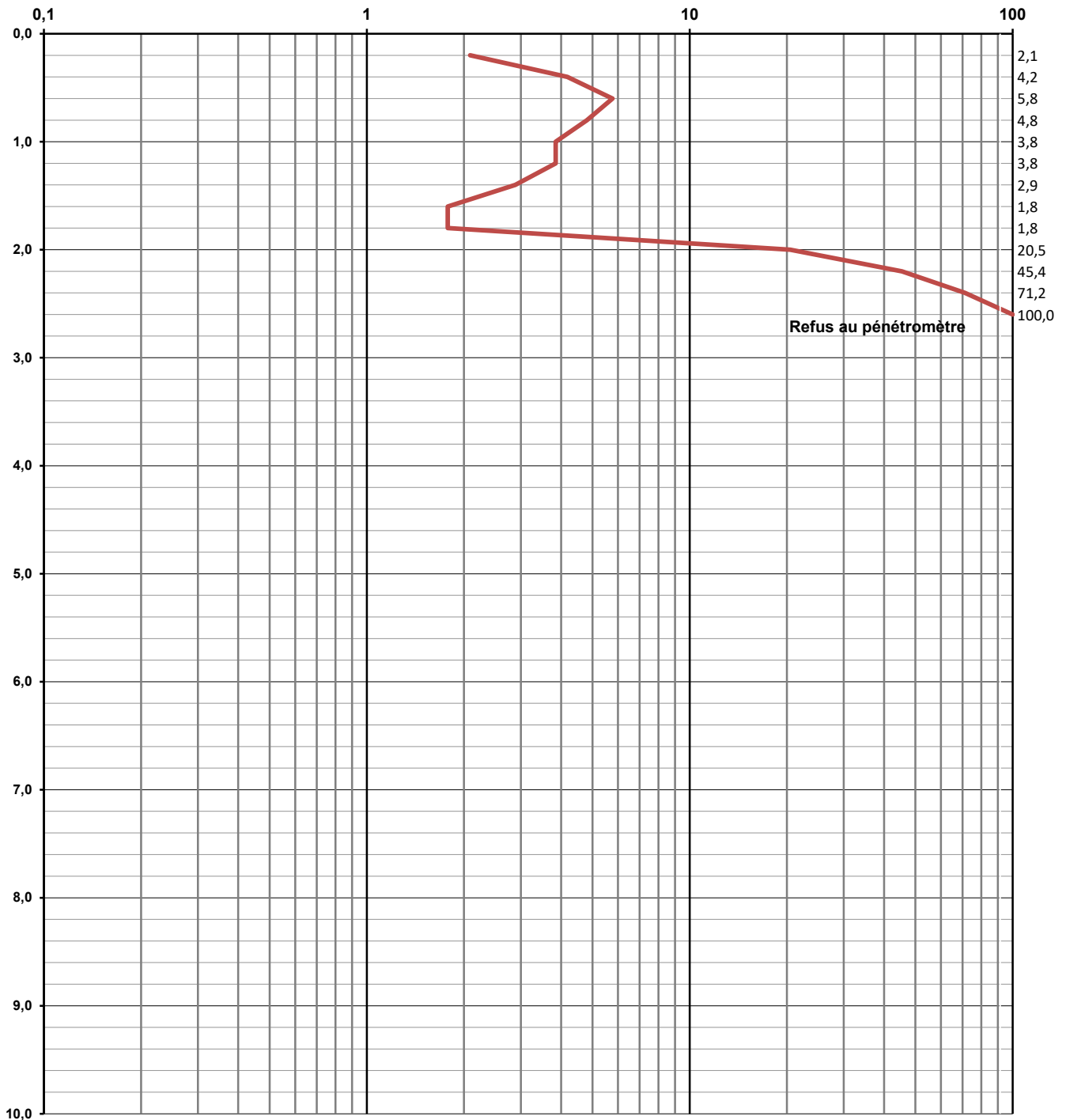
Client : CEA GRENOBLE

Date de réalisation : 30/03/2023

Commune : GRENOBLE

Cote du sondage : 213,1 m NGF

RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE Rda (MPa)



CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

Surface de la pointe = 20 cm²

Enfoncement = 0,2 m

Hauteur de chute = 0,75 m

Masse = 63,5 kg

Masse additionnelle = 1,284 kg

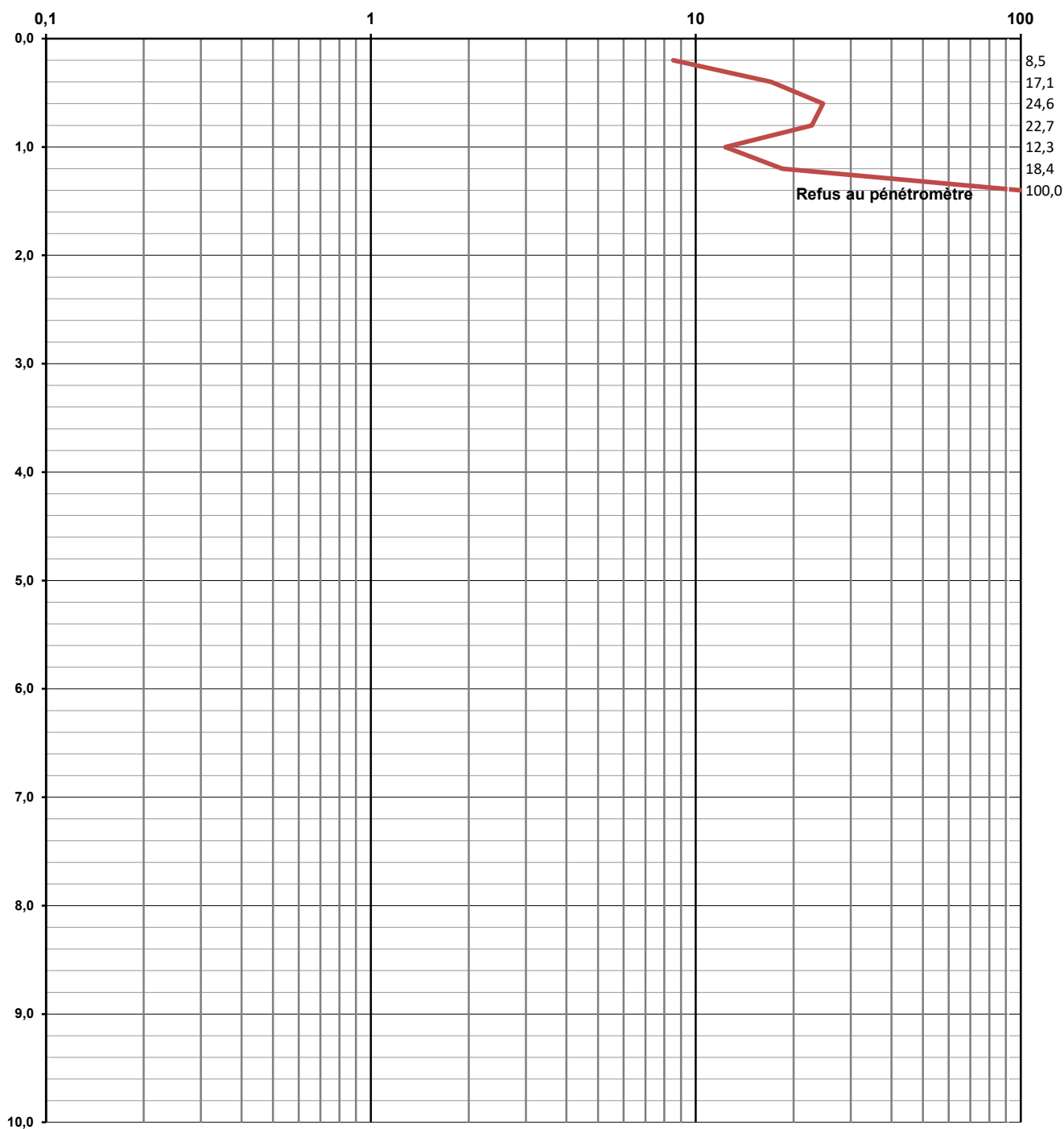
ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

ESSAI Pnd4

Projet : Local enterré pour station ERP / G2 AVP
Client : CEA GRENOBLE
Commune : GRENOBLE

Numéro du dossier : 38/23/27892 G
Date de réalisation : 17/07/2023
Cote du sondage : 213,6 m NGF

RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE R_{da} (MPa)



CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

Surface de la pointe = 20 cm²

Enfoncement = 0,2 m

Hauteur de chute = 0,75 m

Masse = 63,5 kg

Masse additionnelle = 8,584 kg

LITHOLOGIE ET DIAGRAMMES DES ESSAIS PRESSIOMETRIQUES

PRINCIPE DU SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

La méthode pressiométrique de type MENARD consiste à introduire à l'intérieur d'un forage une sonde cylindrique dilatable ($\varnothing$ 50 mm ou $\varnothing$ 60 mm) reliée à un système de pression - volume en surface.

L'essai permet d'obtenir une relation contrainte - déformation traduisant le comportement mécanique du sol en place. Les résultats sont représentés sur des courbes pression - volume injecté.

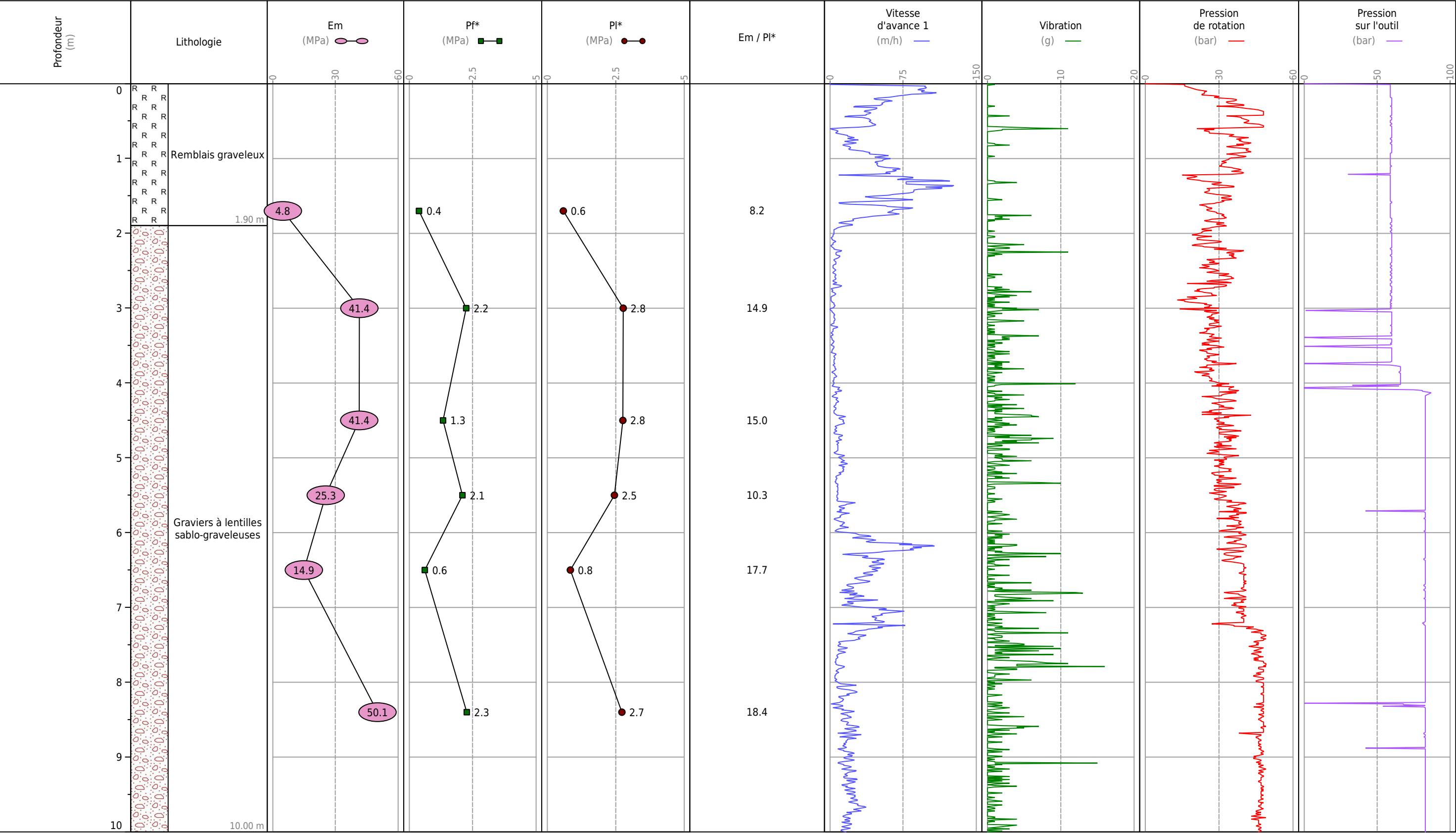
On détermine d'après ces courbes trois caractéristiques **fondamentales** qui permettent d'estimer les tassements sous fondation :

- **P_f** : pression de fluage qui correspond au passage du domaine de déformation pseudo-élastique au domaine de déformation plastique.
- **P_l** : pression limite qui correspond à la limite de rupture du terrain sur la paroi de la cavité cylindrique soumise à un état de contraintes croissantes et qui intervient dans les calculs de la stabilité à la rupture.
- **E_m** : module pressiométrique qui caractérise la phase de déformation pseudo-élastique de l'essai et qui intervient dans les calculs de tassements.

ENREGISTREMENT DES PARAMETRES DE FORAGES

Nous avons effectué pendant la réalisation des sondages destructifs, l'enregistrement en continu des paramètres de forage. Les mesures effectuées portent sur trois paramètres fondamentaux. Les trois paramètres enregistrés sont les suivants :

- **VIA** en m/h : caractérise la vitesse d'avancement de l'outil de forage, cette vitesse dépend du type d'outil utilisé et de la nature du sol. La mesure s'effectue à partir d'un boîtier externe de défilement de la tête de forage,
- **PO** en bar : cette donnée correspond à la pression sur l'outil de forage, la mesure s'effectue à partir d'un capteur de pression hydraulique installé sur le distributeur hydraulique du circuit correspondant. Cette mesure est dans la plupart des cas associée à la vitesse d'avancement pour déterminer la présence de vide dans le sol,
- **CR** en bar : le couple de rotation donne la pression en bar appliquée à la tête de forage pour mettre en rotation l'outil de forage.





SONDAGE SP201

Dossier : 27316 BG GRENOBLE

Date : 08/04/2024

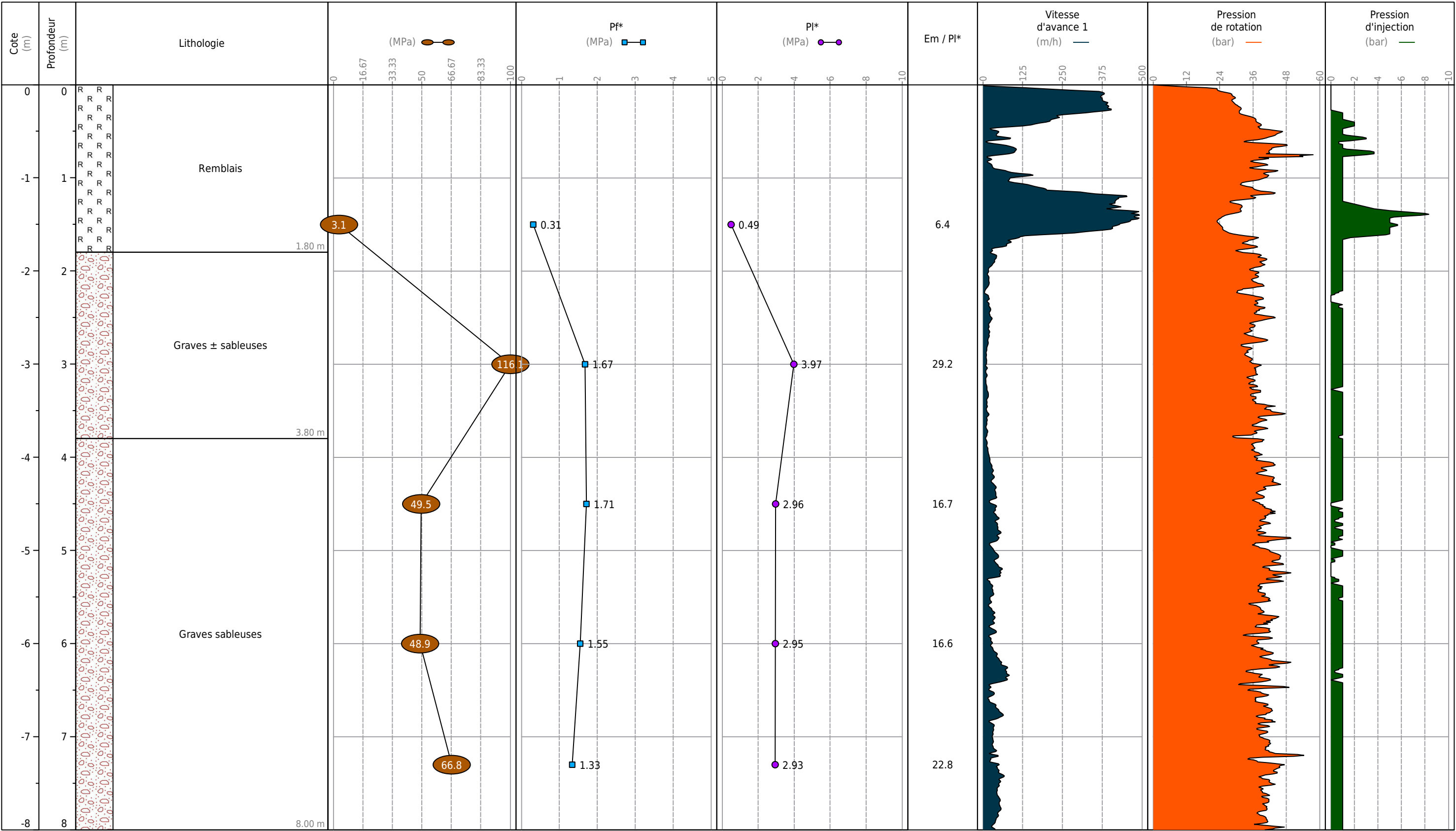
Echelle 1/40

Client : CEA Grenoble

Profondeur : 8.05 m

Z : 213,4 m (NGF)

Chantier : Extension pôle logistique LETI





SONDAGE SP202

Dossier : 27316 BG GRENOBLE

Date : 09/04/2024

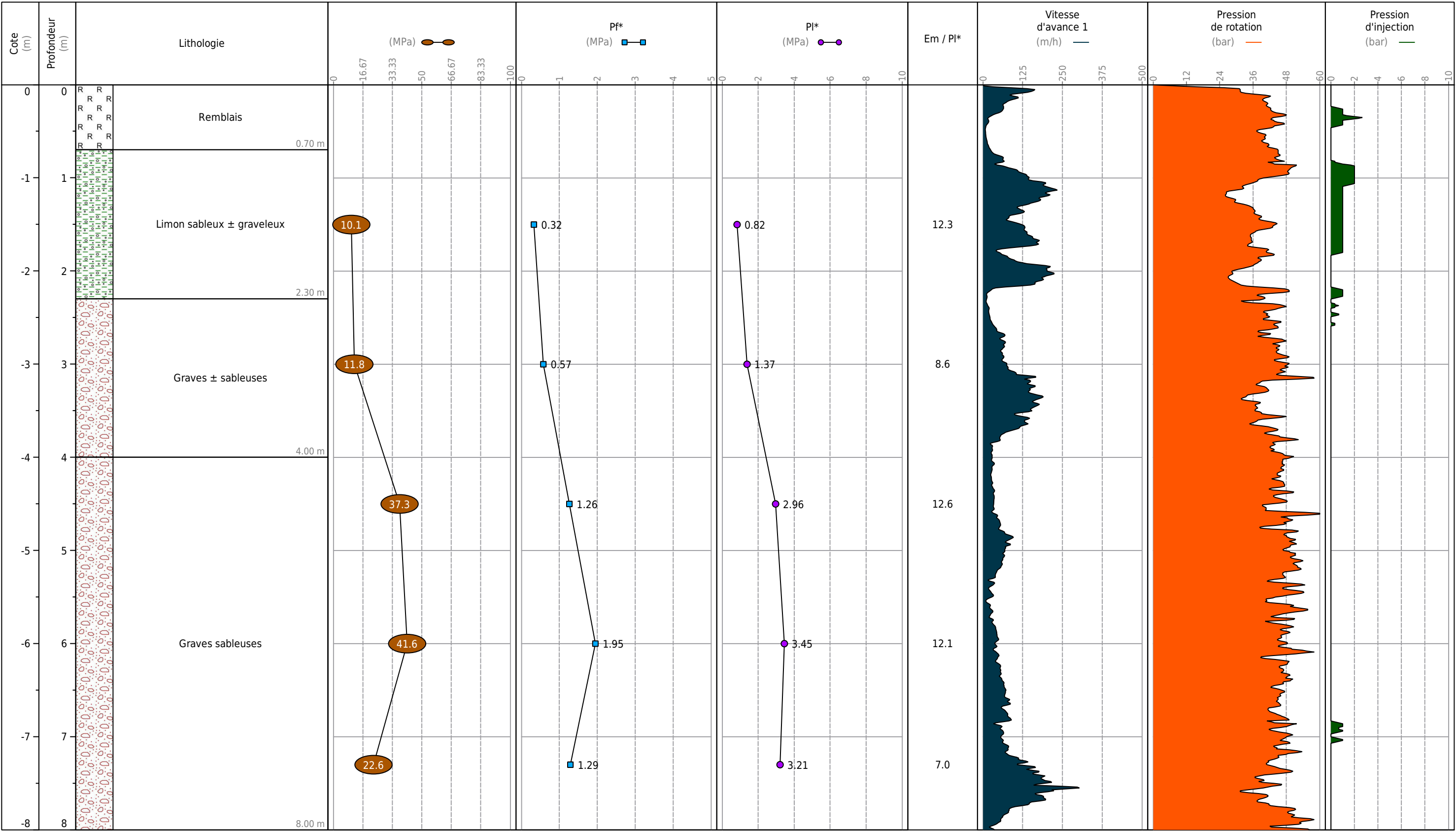
Echelle 1/40

Client : CEA Grenoble

Profondeur : 8.04 m

Z : 213.5 (NGF)

Chantier : Extension pôle logistique LETI





SONDAGE SP2

Dossier : 38/23/27316 G GRENOBLE

Date : 05/04/2023

Echelle 1/50

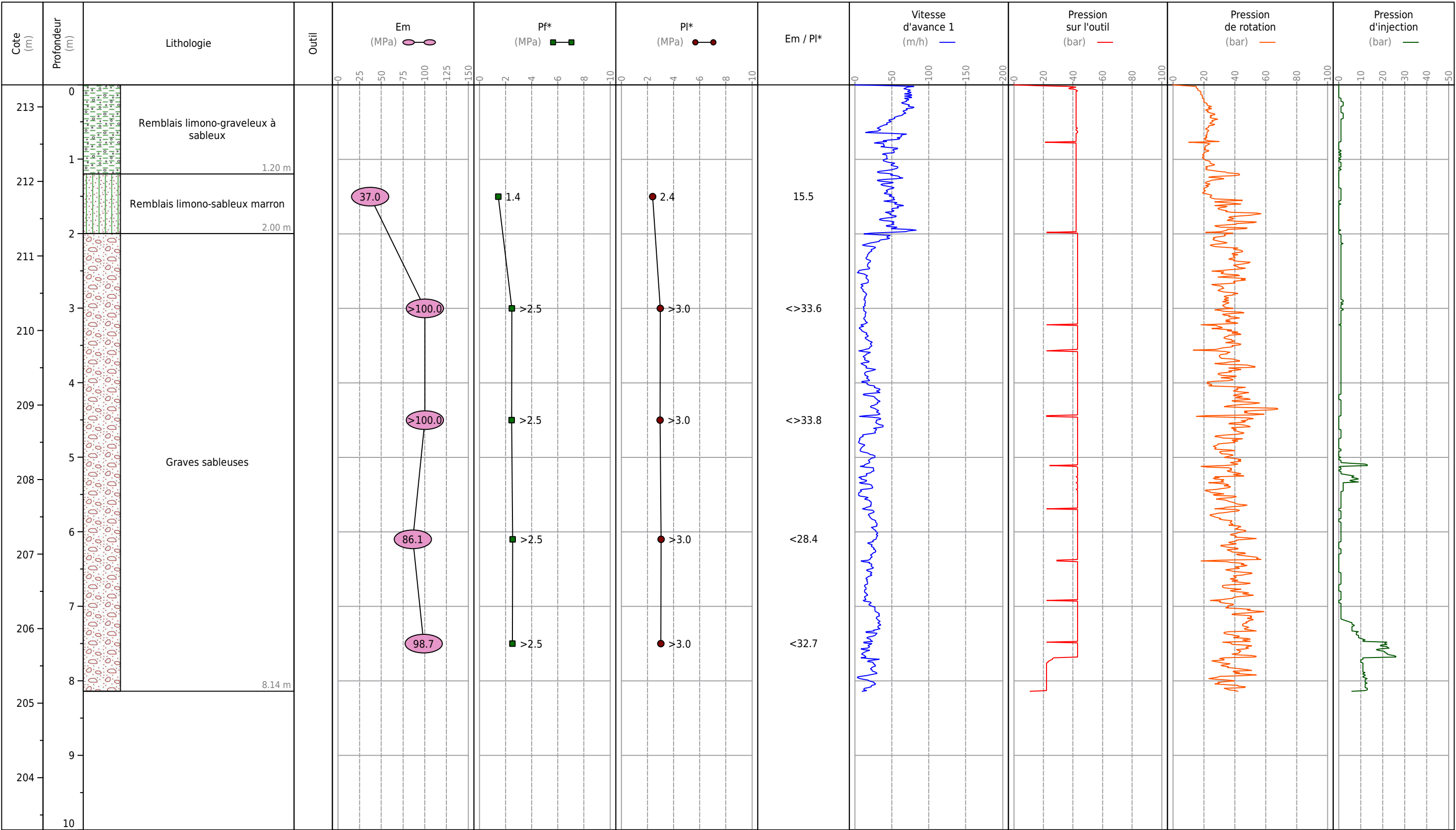
Client : CEA

Profondeur : 8.14 m

X : Y : Z : 213.30 m

Chantier : GRENOBLE

Niveau d'eau : 4.00 m



Obs. :