



Projet Cézanne

Z.A. Les Sybilles
à LES PENNES MIRABEAU

Rapport d'étude **CAI2.O.260 - indice 1**

Etude géotechnique de conception (G2)
Phase Avant-Projet

25/03/2025



Agence d'Aix-en-Provence • 1030 rue JRGG de la Lauzière, Les Milles, 13290 AIX EN PROVENCE

Tél. 33 (0) 4 42 99 27 00 • Fax 33 (0) 4 42 99 27 35 • Email : cebtp.aix@groupeginger.com





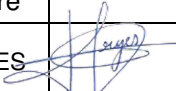
APL

106 Avenue Marx Dormoy
92120 MONTROUGE

PROJET CEZANNE

Z.A. Les Sybilles
13170 LES PENNES MIRABEAU

RAPPORT - Etude géotechnique de conception (G2) – phase AVP

Dossier : CAI2.O.260				Réf. rapport : CAI2.O.260-1		Contrat : CAI2.O.0425 BDC n° 24-004518 du 19/12/24	
Indice	Date	Chargé d'affaire	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
1	25/03/25	H.GRZES		S.PILOGE		187 pages dont 125 pages annexes	

A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser à condition de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui y figurent et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.

Sommaire

I. CONTEXTES.....	6
I.1. Contexte du projet.....	7
I.1.1. Données générales.....	7
I.1.2. Documents communiqués	7
I.2. Description du site	8
I.2.1. Extrait de carte IGN	8
I.2.2. Image(s) aérienne(s)	8
I.2.3. Topographie.....	9
I.2.4. Description du site	9
I.3. Description du projet.....	14
I.3.1. Ouvrages projetés.....	17
I.3.2. Sollicitations	17
I.3.3. Voiries projetées.....	17
I.4. Mission Ginger CEBTP	18
I.5. Contextes géologique, géotechnique, hydrogéologique et risques majeurs	19
I.5.1. Contextes géologique et géotechnique prévisionnels.....	19
I.5.2. Contexte hydrogéologique.....	19
I.5.3. Risques majeurs naturels ou anthropiques.....	20
II. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES.....	23
II.1. Préambule	24
II.2. Implantation et nivellement.....	24
II.3. Sondages et essais in situ - campagne 2024	24
II.3.1. Investigations in situ	24
II.3.2. Piézométrie	26
II.4. Sondages et essais in situ - campagne ALIOS 2023.....	27
II.5. Essais en laboratoire	29
II.5.1. Campagne 2024	29
II.5.2. Campagne ALIOS 2023.....	29
III. INTERPRETATIONS ET SYNTHESE DES INVESTIGATIONS – MODELE GEOTECHNIQUE.....	30
III.1. Synthèse des investigations - Interprétations.....	31
III.1.1. Lithologie	31
III.1.2. Caractéristiques géomécaniques	34
III.1.3. Résultats des essais en laboratoire.....	35
III.2. Piézométrie, niveaux d'eau	37

III.3. Modèle géotechnique	38
IV. ETUDE DES OUVRAGES	42
IV.1. Zone d'Influence Géotechnique : ZIG	43
IV.2. Traitement des risques majeurs ou anthropiques	43
IV.2.1. Argiles (retrait / gonflement)	43
IV.2.2. Risque sismique	43
IV.3. Adaptations du terrain au projet - Calage altimétrique	44
IV.4. Terrassements généraux - Fouilles	45
IV.4.1. Traficabilité en phase chantier.....	45
IV.4.2. Terrassabilité des matériaux	45
IV.4.3. Drainage de la plateforme en phase chantier	46
IV.4.4. Réemploi des matériaux en remblais	46
IV.4.1. Talus.....	47
IV.5. Fondations.....	49
IV.5.1. Justifications.....	49
IV.5.2. Fondations superficelles	49
IV.5.3. Dispositions constructives	55
IV.6. Niveau bas	56
IV.6.1. Généralités	56
IV.6.2. Conception	56
IV.7. Recommandations concernant les murs enterrés	57
IV.7.1. Drainage à l'arrière des murs	57
IV.8. Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau	57
IV.9. Protection des ouvrages vis-à-vis du risque sismique	59
IV.10. Zones de voiries et réseaux divers (VRD).....	60
IV.10.1. Référentiels.....	60
IV.10.2. Partie Supérieure des Terrassements (PST) et classe d'arase.....	60
IV.10.3. Couche de forme.....	60
V. ENCHAINEMENT DES ETUDES ULTERIEURES	62

ANNEXES

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

ANNEXE 3 – SONDAGES, ESSAIS IN-SITU ET LABORATOIRE ALIOS 2023

ANNEXE 4 – SONDAGES CAROTTES

ANNEXE 5 – SONDAGES DESTRUCTIFS – GINGER CEBTP

ANNEXE 6 – ESSAIS DE PENETRATION STATIQUE – GINGER CEBTP

ANNEXE 7 – ESSAIS DE PENETRATION DYNAMIQUE – GINGER CEBTP

ANNEXE 8 – PROCES VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

I. CONTEXTES

I.1. Contexte du projet

I.1.1. Données générales

I.1.1.1. Généralités

Nom de l'opération : Projet Cézanne
Localisation : Z.A. Les Sybilles
Commune : LES PENNES MIRABEAU
Code postal : 13170
Demandeur de la mission et client : APL

I.1.1.2. Phase du projet

D'après les éléments communiqués, le projet est au stade d'avancement suivant :

Etudes d'esquisse	Etudes d'avant-projet sommaire	Etudes d'avant-projet définitif	Etudes de projet	Etablissement DCE	Consultation ACT	Réalisation des ouvrages
		X				

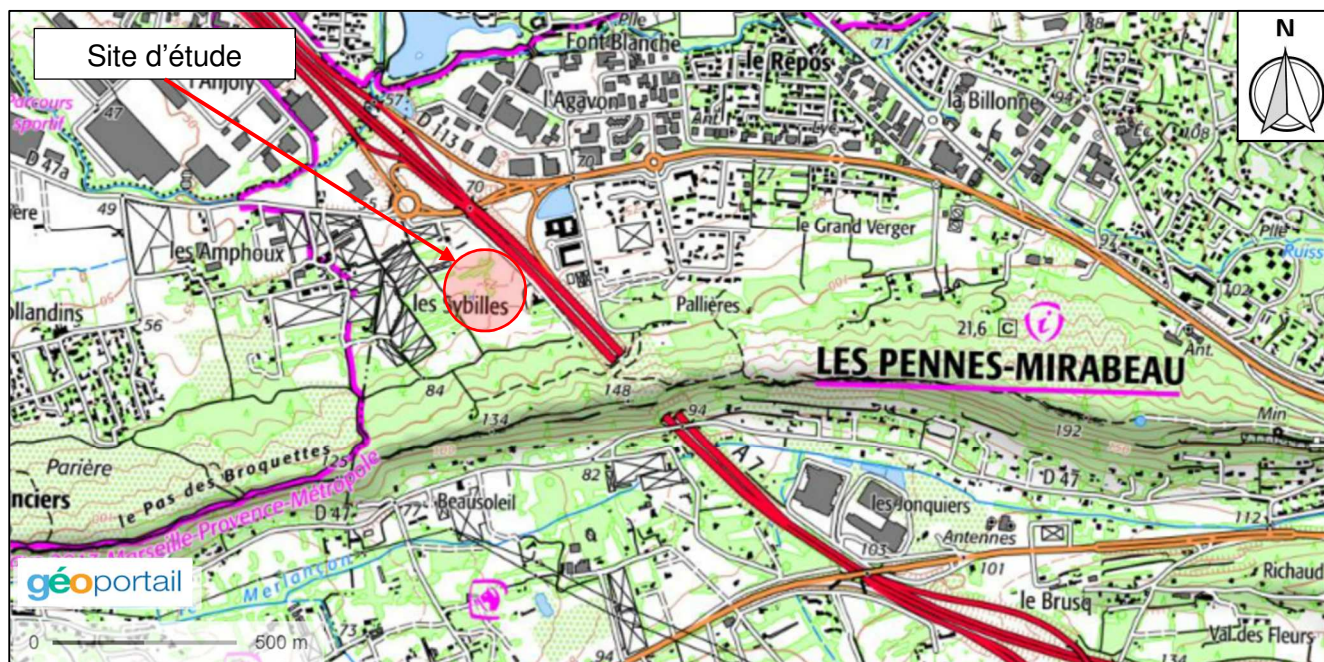
I.1.2. Documents communiqués

Les documents utilisés dans le cadre de cette étude sont les suivants :

- Rapport d'étude géotechnique de conception G2AVP référencé ASE23042 édité par ALIOS Ingénierie des sols le 25/07/2023 ;
- Plan masse projet au 1/500^{ème}, référencé APS15-GF_18 édité par RICHET Patrick, cabinet d'architecture D.P.L.G., le 29/08/2024 ;
- Plan masse existant (plan topographique) au 1/500, référencé plan masse geomètre_42 édité le 04/09/23. L'éditeur de ce plan ne nous a pas été communiqué ;
- Coupe projet édité par APL (sans référence).

I.2. Description du site

I.2.1. Extrait de carte IGN



Source : Géoportail

I.2.2. Image(s) aérienne(s)



Source : Géoportail

I.2.3. Topographie

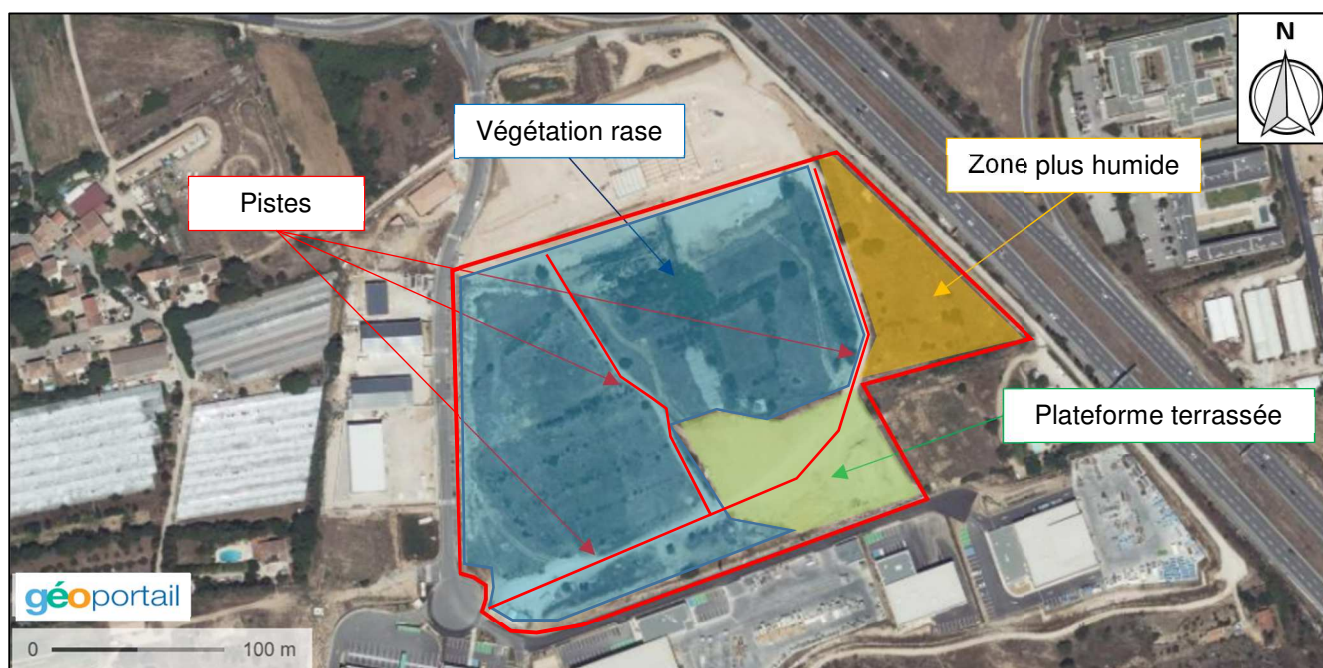
Le site concerné par les investigations présente une pente orientée vers le Nord. Son altitude varie de +81.2 à +70.0 mètres NGF.

I.2.4. Description du site

Le site se situe au sein de la Zone d'Activités Commerciales (Z.A.C.) des Sybilles sur la commune des Pennes Mirabeau (13). Le site est bordé par l'Autoroute A7 à l'Est, par un bâtiment commercial de la société TESLA au Sud, et par la voirie de l'Allée de la Broquette, à l'Ouest et au Sud du site étudié.

Lors de notre intervention (Décembre 2024 à Février 2025), le terrain était en friche tel que :

- La partie Sud située à l'amont, est une plateforme terrassée sur une profondeur inconnue avec quelques stocks de gravats de démolition (béton et enrobé) et divers matériaux (bois, graves et sables, etc. ...) ;
- La partie Est présente des zones visiblement plus humides (présence de roseaux/canne de provence) ;
- La partie Ouest et centrale est en grande partie occupée par de la végétation rase ;
- Il subsiste deux pistes orientées Nord-Sud et traversant le site étudié de part en part.



Source : Géoportail

I.2.4.1. **Partie Sud du site étudié**



Photo de la plateforme terrassée au Sud du site (GINGER CEBTP / 08/10/2024)



Photo de la plateforme terrassée au Sud du site (GINGER CEBTP / 08/10/2024)



Photo de la plateforme terrassée au Sud du site / Zoom sur les stocks (GINGER CEBTP / 08/10/2024)



Photo de la plateforme terrassée au Sud du site / Zoom sur les stocks (GINGER CEBTP / 08/10/2024)

I.2.4.2. **Partie Est du site étudié**



Photo de la partie Est du site (GINGER CEBTP / 08/10/2024)



Photo de la partie Est du site (GINGER CEBTP / 08/10/2024)

I.2.4.3. **Partie centrale et partie Ouest**



Photo de la partie centrale du site (GINGER CEBTP / 08/10/2024)



Photo de la partie Ouest du site (GINGER CEBTP / 08/10/2024)

I.3. Description du projet

D'après les documents et les informations fournies par le client (société APL Data Center), le projet se présente comme suit :

- Deux bâtiment à usage commercial d'une superficie de 13 225 m² chacun, de type R0 avec 2 niveaux enterrés pour le bâtiment Nord et 1 niveau semi- enterré pour le bâtiment Sud ;
- Un bâtiment à usage commercial d'une superficie de 1 419 m² ;
- Une voirie en enrobé pour circulation des poids-lourds ;
- Deux cuves enterrées de 100 m³ chacune ;
- Quatre parkings de stationnement en enrobé pour véhicules légers :
 - 1 parking de 150 places de stationnement à l'Est ;
 - 2 parking de 38 places de stationnement au Nord ;
 - 2 parking de 41 places de stationnement au Sud ;
 - 1 parking de 48 places de stationnement à l'Ouest.

Pour l'insertion du projet, il est prévu de terrasser le site sur :

- 11.6 m à 17.3 m pour le bâtiment Nord à une cote base estimée à 58 mNGF ;
- 6.9 m à 9.2 m pour le bâtiment Sud cote NGF estimée à 70 mNGF pour la plateforme intermédiaire et 74 mNGF pour la plateforme la plus au Sud.

Par ailleurs, il est prévu d'aménager des espaces verts en périphérie du projet.

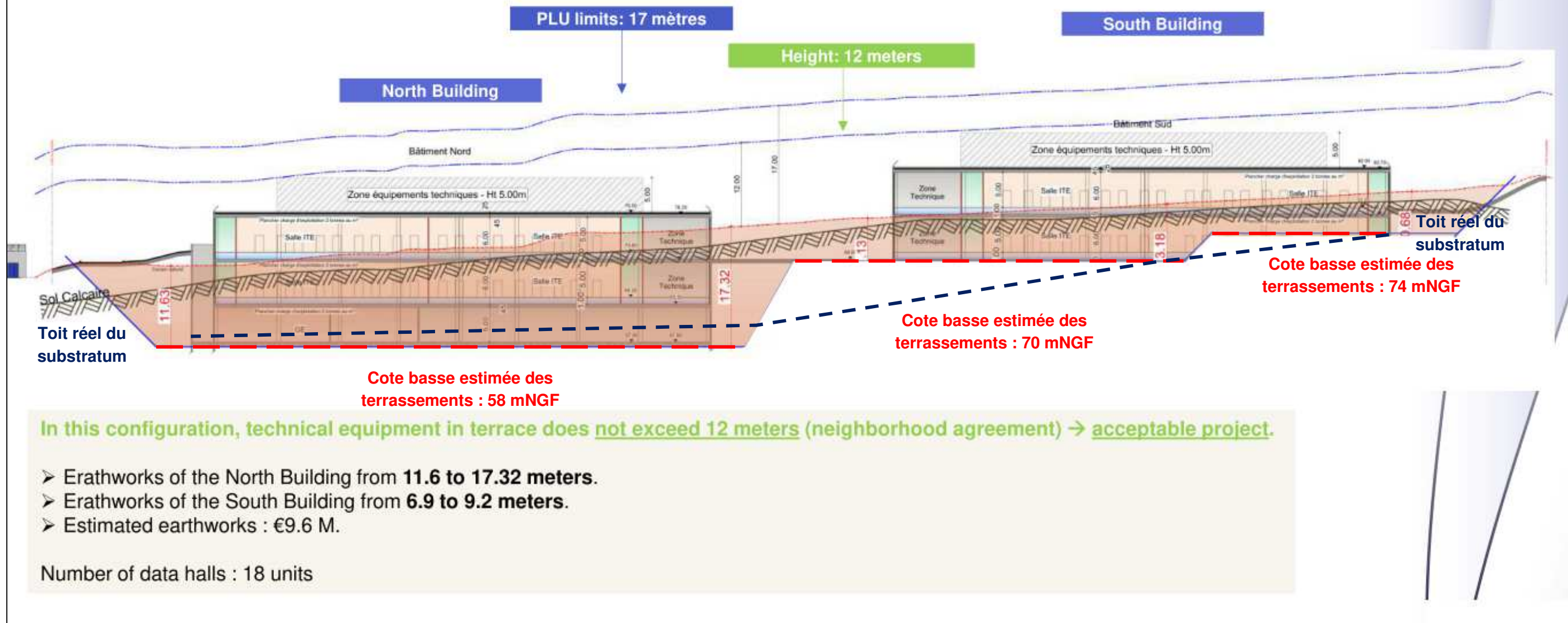


Plan masse projet au 1/500ème, référencé APS15-GF_18 édité par RICHET Patrick, cabinet d'architecture D.P.L.G., le 29/08/2024

Option n°2bis - Compliance with the total construction height limit of 12 meters
– REMOVAL OF ONE FLOOR on the South Building

Option n°2bis is retained
for further design stage

Minimum configuration (50 MW IT / 70 MWe)



Coupe projet édité par APL (sans référence)

I.3.1. Ouvrages projetés

Les ouvrages géotechniques et travaux nécessaires à la construction du projet sont les suivants :

- Préparation du terrain, terrassements (déblais et remblais), épuisement des fouilles,
- Pentes de talus,
- Fondations,
- Remblaiement périphérique,
- Niveaux bas et voiries.

Le présent rapport traite de leur étude au stade de l'avant-projet (mission G2 AVP).

I.3.2. Sollicitations

Les sollicitations appliquées aux fondations ne sont pas connues au stade actuel de l'étude. Il conviendra donc de s'assurer que les systèmes de fondations préconisés et les dispositions retenues sont compatibles avec les charges réellement apportées et les caractéristiques de l'ouvrage dans les missions ultérieures de conception.

I.3.3. Voiries projetées

Le projet comprend la réalisation de voiries pour véhicules légers et lourds ainsi que de plusieurs parkings pour véhicules légers.

L'étude du dimensionnement des chaussées ne fait pas partie de la mission qui nous a été confiée. Toutefois, les recommandations concernant le sol support sont abordées dans le présent rapport.

Les trafics envisagés ne nous ont pas été communiqués.

I.4. Mission Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme au contrat n°CAI2.O.0425 ayant fait l'objet du bon de commande n°24-004518 du 19/12/2024.

Il s'agit d'une **Etude géotechnique de conception (G2) réalisée en phase Avant-Projet (AVP)**, selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique.

Les résultats de l'étude réalisée au stade de la phase Avant-Projet (G2 AVP) ne sont pas suffisants pour être utilisés dans le DCE (Dossier de Consultation des Entreprises) car les risques importants sont traités à la fin de la mission G2 intégrant les phases PRO, DCE et ACT. De ce fait, cette étude d'Avant-Projet devra être suivie des études G2-PRO et G2-DCE/ACT.

L'étude comprend, conformément au contrat et à la norme NF P 94-500 de Novembre 2013, les prestations suivantes :

- L'ébauche des contextes géotechnique, hydrogéologique et sismique :
 - Etablir une première approche d'un modèle géologique,
 - Etudier les différents risques naturels identifiés,
 - Fournir une première approche d'un modèle hydrogéologique (niveaux d'eaux et relevés piézométriques dans le temps),
 - Présenter une première ébauche du contexte sismique et qualifier le risque de liquéfaction sous séisme,
 - Faire une première estimation des caractéristiques géotechniques importantes et des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet,
 - Donner les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants), ainsi qu'une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique,
- Préciser la disposition vis à vis des avoisinants et des ouvrages situés dans la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG) :
 - Etudier la stabilité générale du site pour un profil type, avant et après insertion du projet,
 - Juger de la stabilité des ouvrages avoisinants et mitoyens avant et après travaux.

Il convient de rappeler également que les aspects suivants ne font pas partie de la mission :

- L'historique du site (étude de diagnostic environnemental du milieu souterrain en cours par GINGER BURGEAP) ;
- Les aménagements extérieurs (drainage, murs de clôtures, etc.) ;
- L'étude de la pollution (étude de diagnostic environnemental du milieu souterrain en cours par GINGER BURGEAP) ;
- L'étude de l'inondabilité du site ;
- Les anomalies géotechniques situées en dehors de l'emprise de la reconnaissance ;
- L'étude du dimensionnement des chaussées.

I.5. Contextes géologique, géotechnique, hydrogéologique et risques majeurs

I.5.1. Contextes géologique et géotechnique prévisionnels

D'après notre expérience locale et la carte géologique de MARTIGUES à l'échelle 1/50000, le site serait constitué des formations colluvionnaires du Würm (Cy), constituées de limons soliflués, voir géliflués et d'éléments gélivés, sur le substratum calcaire Rognacien (c7b3), constitué de bancs calcaires lacustres avec minces intercalations marneuse ou ligniteuse. Localement, le substratum calcaire atteint une puissance dépassant les 50m.



Extrait de la carte géologique au 1/50 000 de Martigues (éd. BRGM)

I.5.2. Contexte hydrogéologique

D'après notre expérience locale et la carte géologique à l'échelle 1/50000, les formations colluvionnaires du Würm sont le siège de circulations d'eau ponctuelles et anarchiques. Des circulations au toit du substratum calcaire sont également à prévoir, ainsi qu'au sein des fractures et failles dans le calcaire.

Dans ce contexte de pente, le site est également soumis au ruissellement des eaux pluviales depuis l'amont (au Sud) vers l'aval (au Nord).

Par ailleurs, la commune n'est pas soumise à un Plan de Prévention vis-à-vis du Risque inondations.

I.5.3. Risques majeurs naturels ou anthropiques

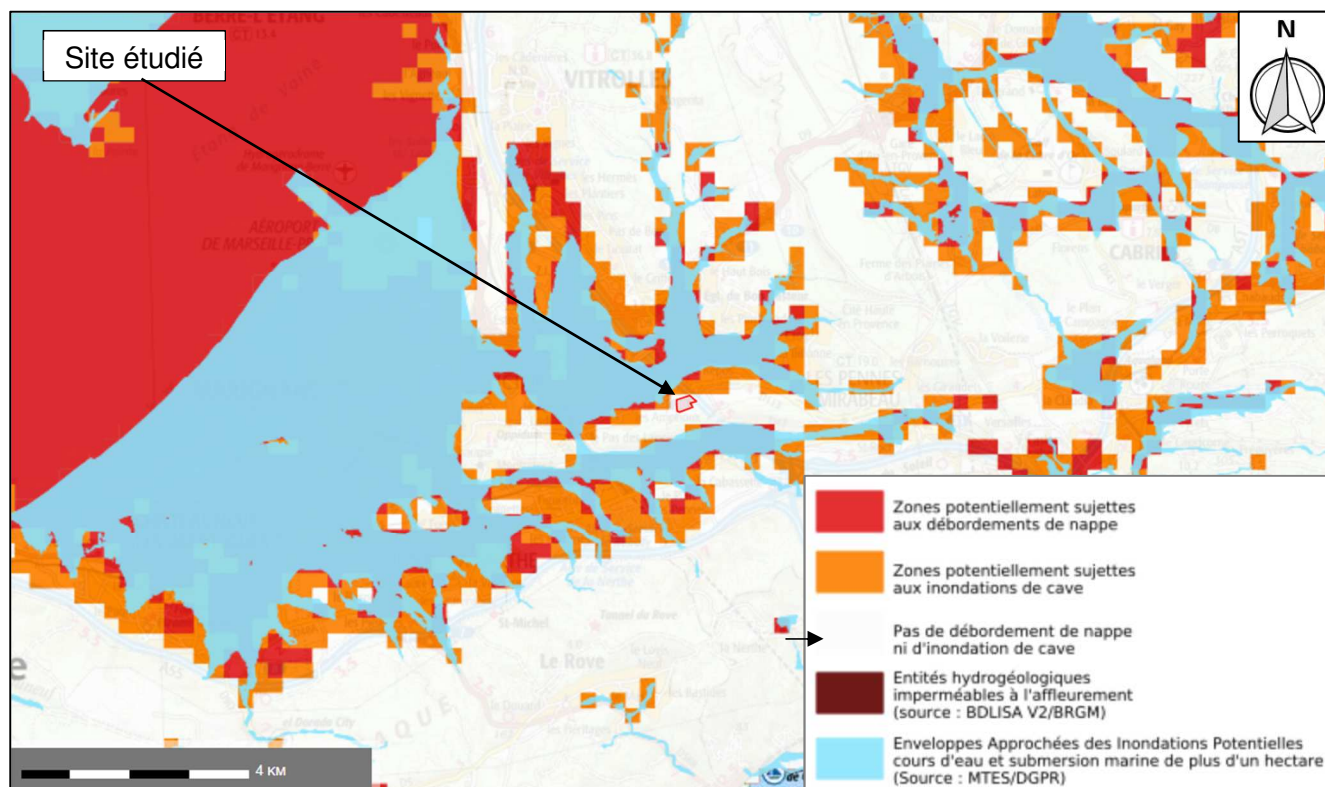
Les informations recueillies sur les sites internet consultés (www.georisques.gouv.fr et site de la préfecture) sont consignées dans le tableau ci-dessous.

Risques majeurs	Informations documentaires
Inondations/débordement de cours d'eau	Hors zone inondable identifiée (pas de PPRi en vigueur) Hors zone potentiellement sujette aux inondations *
Cavités naturelles ou anthropiques carrières	Pas de présence de cavités connues à proximité du projet *
Argiles (retrait/gonflement - carte 2020)	Niveau exposition fort *
Mouvements de terrains Instabilité – Glissement – Chute de blocs	Pas de présence de mouvements de terrains connus à proximité du projet *
Séismes	Zone 3 (modérée) *

* cf. détail et illustrations ci-après

I.5.3.1. Inondation /débordement de cours d'eau

D'après les données issues du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières : www.inondationsnappes.fr ou <http://cartorisque.prim.net>), la parcelle ne présente pas de **sensibilité** aux risques d'inondations par remontée de la nappe et aux débordements de rivière.



Extrait de la carte d'aléa d'inondation par remontée de nappe (BRGM)

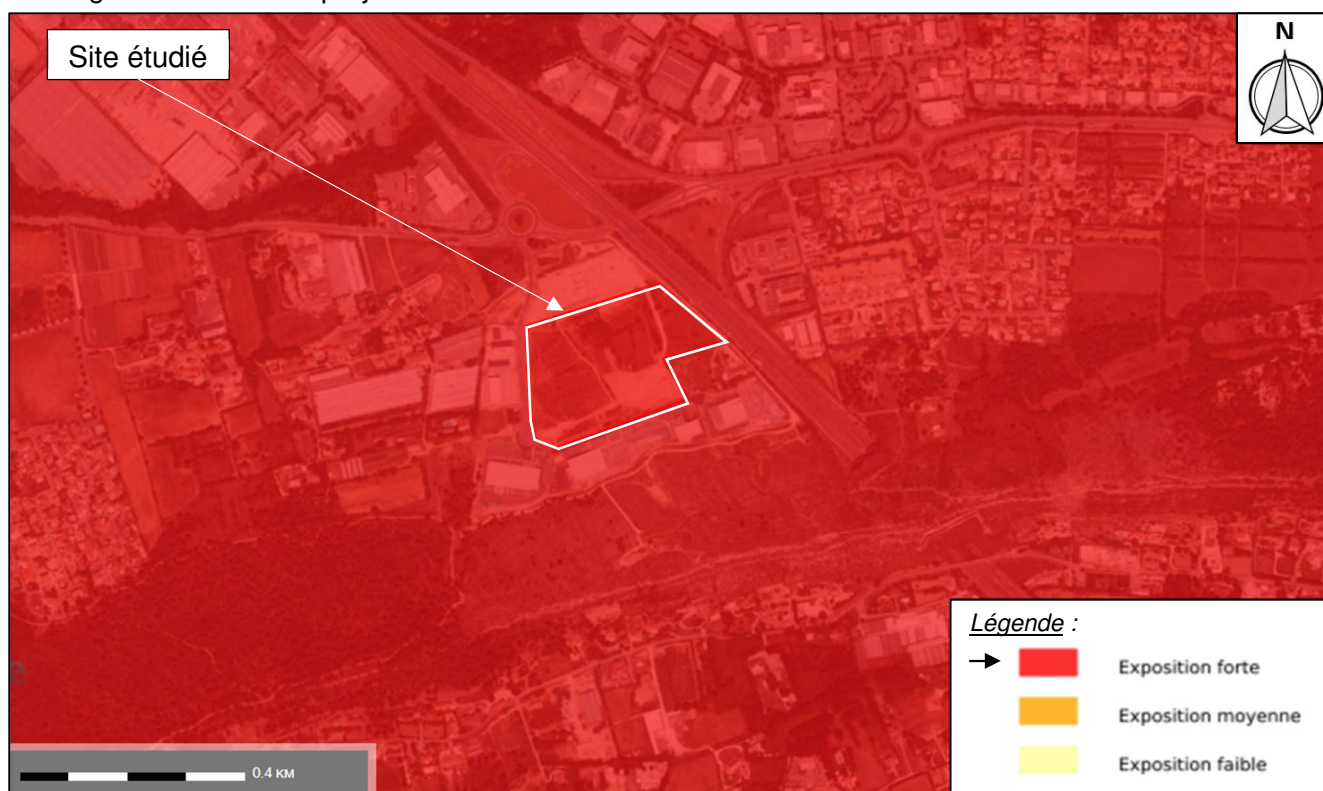
Par ailleurs des informations précises sur le risque réel d'inondation peuvent être fournies dans les documents d'urbanisme (P.L.U.) et dépendent des travaux de protection réalisés, donc susceptibles de varier dans le temps. S'agissant de données d'aménagement hydraulique et non de données hydrogéologiques, elles ne font pas partie de notre mission d'étude géotechnique.

I.5.3.2. Cavités naturelles ou anthropiques - Carrières

D'après les informations données par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), il n'est pas signalé la présence de cavités naturelles ou anthropiques dans un rayon de 500m autour du site étudié.

I.5.3.3. Argiles (retrait/gonflement - carte 2020)

A noter que, d'après les informations données par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), le niveau d'exposition vis-à-vis du retrait / gonflement des terrains argileux au droit du projet est **Fort**.



Extrait de la carte d'exposition au retrait-gonflement des argiles (éd. BRGM)

I.5.3.4. Mouvements de terrains – Instabilité – Glissement – Chute de blocs

D'après les informations données par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), il n'est pas signalé la présence de mouvements de terrain dans un rayon de 500m autour du site étudié.

I.5.3.5. Séisme

Le site étudié est classé en zone de sismicité 3 (modérée).

Dans le cas d'un ouvrage de catégorie d'importance 2 ou plus, l'application des règles parasismiques est obligatoire et il faut se reporter à l'Eurocode 8 (Norme NF EN 1998 – Calcul des structures pour leur résistance au séisme) le cas échéant.

Nous estimons à ce stade que l'ouvrage appartient à la catégorie sismique II, concernée par cette obligation (donnée à confirmer au plus tard en phase G2PRO par le Maître d'Ouvrage).

L'analyse du potentiel de liquéfaction des sols sous séismes est obligatoire en zone sismique 3.

II. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

II.1. Préambule

Une première campagne avait été réalisé par Alios Ingénierie dans le cadre d'une mission G2AVP précédente (Réf. ASE23042). La nouvelle campagne la complète, et la nomenclature des sondages a été conservée, et la suit.

La campagne d'investigations a été définie par Ginger CEBTP en accord avec le client.

Ces investigations ont toutes été réalisées.

II.2. Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 2. Elle a été définie et réalisée par Ginger CEBTP en fonction du projet.

L'altitude des têtes de sondages correspond au niveau du terrain au moment des investigations, noté « TA » dans la suite de ce rapport.

Les têtes de sondages ont été repérées et nivelées par Ginger CEBTP à l'aide d'un GPS de précision (type TRIMBLE TDC100 – Antenne R4). Les coordonnées sont fournies en X, Y (Lambert 3 CC44) et l'altimétrie Z (NGF) sur les coupes de sondages en annexes.

II.3. Sondages et essais in situ - campagne 2024

II.3.1. Investigations in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées entre Décembre 2024 et Février 2025 :

Type de sondage	Quantité	Nom	Prof. / TA	Altitude NGF	Critère d'Arrêt/Refus
Sondage destructif (tricone Ø66mm + eau) avec enregistrement des paramètres en continu et prélèvement de cuttings	4	SP11	22.3 m	73.77 m	Arrêt
		SP12	18.0 m	68.89 m	Arrêt
		SP13	18.5 m	70.58 m	Arrêt
		SP14	22.0 m	71.99 m	Arrêt
Exécution d'essais pressiométriques. Norme NF EN ISO 22476-4	44				
Sondage carotté (poinçonnement Ø114mm)	1	SC1	20.0 m	72.87 m	Arrêt
Essai au pénétromètre dynamique type B Norme NF EN ISO 22476-2	5	SPD33	7.0 m	73.00 m	Arrêt
		SPD34	7.0 m	72.97 m	Arrêt
		SPD35	6.6 m	74.24 m	Refus
		SPD36	2.4 m	75.27 m	Refus
		SPD37	4.2 m	75.96 m	Refus

Type de sondage	Quantité	Nom	Prof. / TA	Altitude NGF	Critère d'Arrêt/Refus
Essai au pénétromètre statique lourd de type PAGANI 200 kN Norme NF EN ISO 22476-12	5	CPT1	0.6 m	74.29 m	Refus
		CPT1BIS	3.5 m	74.29 m	Refus
		CPT2	5.6 m	77.53 m	Refus
		CPT3	1.3 m	76.86 m	Refus
		CPT3BIS	0.8 m	76.86 m	Refus
Essai au pénétromètre statique lourd de type PAGANI 200 kN Norme NF EN ISO 22476-12	11	CPT4	1.5 m	78.91 m	Refus
		CPT4BIS	1.6 m	78.91 m	Refus
		CPT5	1.0 m	76.34 m	Refus
		CPT5BIS	1.2 m	76.34 m	Refus
		CPT6	0.02 m	74.12 m	Refus
		CPT6BIS	0.01 m	74.12 m	Refus

Les coupes des sondages et les pénétrogrammes sont présentés en **annexes 4, 5, 6 et 7**, où l'on trouvera en particulier les renseignements décrits ci-après :

- **Sondages destructifs (sondages notés SP) :**

- Coupe approximative des sols (l'interprétation des sols à partir des forages de type destructif est faite uniquement d'après l'examen des cuttings, des courbes de pénétration des sols et des diagraphies)
- Diagraphie des paramètres de forage enregistrés :
 - V.A. : vitesse d'avancement instantanée (m/h),
 - P.O. : pression sur l'outil (bars),
 - P.I. : pression d'injection (bars),
 - C.R. : couple de rotation (bars).
- Essais pressiométriques :
 - Module pressiométrique : E_M (MPa),
 - Pression limite nette : p_l^* (MPa),
 - Pression de fluage nette p_f^* (MPa),
 - Rapport E_M/p_l^* .

- **Sondages carottés (sondages notés SC) :**

- Coupe détaillée des sols,
- Pourcentage de carottage et RQD,
- Indication de carottes intactes de sols mis dans des caisses en bois,
- Indication d'échantillons intacts sous gaine PVC translucide,
- Photographies des échantillons,
- Equipement piézométrique.

- **Essais au pénétromètre dynamique Lourd de type B (essais notés SPD) :**

- Diagramme donnant la résistance dynamique en pointe q_d en fonction de la profondeur et calculée selon la formule des Hollandais.

- **Essais au pénétromètre statique PAGANI 200 kN (essais notés CPT):**
 - Diagramme donnant la résistance statique q_c en fonction de la profondeur,
 - Diagramme donnant le frottement latéral sur le manchon f_s en MPa,
 - Diagramme donnant le rapport R_f de frottement f_s/q_c en %.

Nota : les feuilles de sondages peuvent également contenir des informations complémentaires dont les niveaux d'eau éventuels, les pertes de fluide d'injection, les incidents de forage, etc.

Par ailleurs, les forages destructifs et carottés (notés SP et SC) de cette campagne d'investigation étant réalisés à l'eau, les niveaux d'eau en forage ne sont pas toujours identifiables ou peuvent être biaisés en raison de leur interférence avec les fluides de forage injectés.

Nous attirons l'attention sur la nécessité de reboucher les piézomètres ou les forages équipés avant le démarrage des travaux lorsque ces ouvrages se trouvent dans l'emprise du terrassement. En effet, recouper un forage équipé ou un piézomètre lors du terrassement en déblais peut conduire à des arrivées d'eau dans la fouille en cas de nappe artésienne. Nous restons à la disposition du client pour proposer un rebouchage selon les règles de l'art.

II.3.2. Piézométrie

Les équipements suivants ont été mis en place :

Sondage de référence / Diamètre	Description de l'équipement piézométrique mis en place			
	Equipement en tête	Ø du Tube	Profondeur du tube (m/TA)	Niveau de la partie crépinée (m/TA)
SC1 Ø114 mm	Capot métallique de protection scellé au terrain	Ø52/60 mm	19.5 m	Tube PVC lisse jusqu'à 1.5 m/TA Tube PVC crépiné de 1.5 m à 19.5 m/TA

Les relevés des niveaux d'eau effectués ainsi que le détail des équipements mis en place sont indiqués sur les coupes de forage correspondantes.

Ce piézomètre fait l'objet d'un suivi piézométrique ponctuel et mensuel, sur une période de 12 mois, soit jusqu'en Janvier 2026, par GINGER CEBTP. Un compte-rendu spécifique sera rédigé en fin de campagne, précisant les niveaux d'eaux caractéristiques.

II.4. Sondages et essais in situ - campagne ALIOS 2023

Une campagne d'investigations avait déjà été réalisée sur ce même site en 2023 dans le cadre d'une précédente mission géotechnique d'avant-projet G2AVP, référencé ASE23042 réalisée par ALIOS.

Les investigations suivantes avaient été réalisées entre Mai et Juin 2023 :

Type de sondage	Quantité	Nom	Prof. / TA	Altitude NGF	Critère d'Arrêt/Refus
Sondage destructif (tricône Ø66mm + eau) avec enregistrement des paramètres en continu et prélèvement de cuttings	10	SP1	8.26 m	69.90 m	Arrêt
		SP2	8.24 m	70.50 m	Arrêt
		SP3	8.20 m	68.50 m	Arrêt
		SP4	8.20 m	72.70 m	Arrêt
		SP5	8.20 m	73.90 m	Arrêt
		SP6	8.27 m	75.80 m	Arrêt
		SP7	8.20 m	76.00 m	Arrêt
		SP8	8.00 m	76.30 m	Arrêt
		SP9	8.20 m	80.00 m	Arrêt
		SP10	8.20 m	81.00 m	Arrêt
Exécution d'essais pressiométriques. Norme NF EN ISO 22476-4	50				
Essai au pénétromètre dynamique type B Norme NF EN ISO 22476-2	32	SPD1	0.60 m	78.00 m	Refus
		SPD2	2.60 m	75.80 m	Refus
		SPD3	0.50 m	75.00 m	Refus
		SPD4	1.40 m	76.60 m	Refus
		SPD5	5.60 m	79.00 m	Refus
		SPD6	6.00 m	77.50 m	Refus
		SPD7	6.00 m	75.50 m	Refus
		SPD8	6.00 m	73.70 m	Refus
		SPD9	6.00 m	73.80 m	Refus
		SPD10	1.60 m	77.50 m	Refus
		SPD11	1.50 m	79.90 m	Refus
		SPD12	0.90 m	78.30 m	Refus
		SPD13	1.40 m	76.80 m	Refus
		SPD14	0.60 m	75.50 m	Refus
		SPD15	1.00 m	77.90 m	Refus
		SPD16	0.80 m	79.50 m	Refus
		SPD17	2.80 m	70.60 m	Refus
		SPD18	2.80 m	69.80 m	Refus
		SPD19	3.80 m	69.90 m	Refus
		SPD20	5.00 m	71.20 m	Refus
		SPD21	1.10 m	70.60 m	Refus

Type de sondage	Quantité	Nom	Prof. / TA	Altitude NGF	Critère d'Arrêt/Refus
Essai au pénétromètre dynamique type B Norme NF EN ISO 22476-2	32	SPD22	2.80 m	69.00 m	Refus
		SPD23	3.80 m	71.70 m	Refus
		SPD24	5.00 m	70.50 m	Refus
		SPD25	6.00 m	72.10 m	Refus
		SPD26	0.40 m	73.00 m	Refus
		SPD27	0.80 m	72.80 m	Refus
		SPD28	4.80 m	68.80 m	Refus
		SPD29	3.80 m	68.10 m	Refus
		SPD30	4.20 m	68.70 m	Refus
		SPD31	4.20 m	69.30 m	Refus
		SPD32	4.80 m	69.00 m	Refus
Fouille à la pelle mécanique	5	PM1	1.30 m	74.80 m	Arrêt
		PM2	2.00 m	72.20 m	Arrêt
		PM3	1.70 m	67.40 m	Arrêt
		PM4	1.00 m	75.00 m	Refus
		PM5	1.90 m	80.50 m	Arrêt

Les coupes des sondages et les pénétrogrammes sont présentés en **annexes 4, 5, 6 et 7**, où l'on trouvera en particulier les renseignements décrits ci-après :

- **Sondages destructifs (sondages notés SP) :**
 - Coupe approximative des sols (l'interprétation des sols à partir des forages de type destructif est faite uniquement d'après l'examen des cuttings, des courbes de pénétration des sols et des diagraphies)
 - Diagraphie des paramètres de forage enregistrés :
 - V.A. : vitesse d'avancement instantanée (m/h),
 - P.O. : pression sur l'outil (bars),
 - P.I. : pression d'injection (bars),
 - C.R. : couple de rotation (bars).
 - Essais pressiométriques :
 - Module pressiométrique : E_M (MPa),
 - Pression limite nette : p_l^* (MPa),
 - Pression de fluage nette p_f^* (MPa),
 - Rapport E_M/p_l^* .
- **Essais au pénétromètre dynamique Lourd de type B (essais notés SPD) :**
 - Diagramme donnant la résistance dynamique en pointe q_d en fonction de la profondeur et calculée selon la formule des Hollandais.
- **Fouilles de reconnaissance à la pelle (fouilles notés PM) :**
 - Coupe détaillée des sols,
 - Tenue des fouilles,
 - Prélèvements d'échantillons intacts et/ou remaniés,
 - Photographies de la fouille et des sols extraits.

II.5. Essais en laboratoire

II.5.1. Campagne 2024

Les essais suivants ont été réalisés sur les échantillons prélevés dans le sondage carotté :

Identification des sols	Nombre	Norme
Teneur en eau pondérale W	3	NF EN ISO 17892-1
Masse volumique	3	NF EN ISO 17892-2
Analyse granulométrique par tamisage	3	NF EN ISO 17892-4
Limites d'Atterberg W_L et W_P déterminées à la coupelle et au rouleau	3	NF P94-051
Valeur au bleu du sol (VBS)	3	NF P94-068
Classification des sols (GTR)	3	NF P11-300
Caractéristiques mécaniques	Nombre	Norme
Essai triaxial consolidé non drainé avec mesure de la pression interstitielle (CU + u)	1	NF EN ISO 17892-9
Indice de dégradabilité sur roche (Idg)	2	NF P 94-067
Indice de fragmentabilité sur roche (lfr)	2	NF P 94-066

Nota : les prélèvements d'échantillons sont la propriété du client. Ils seront conservés pendant un mois à compter de l'envoi du rapport. S'il le souhaite, le client pourra donc soit récupérer ses prélèvements, soit demander à ce qu'ils soient conservés. A défaut de demande expresse, les prélèvements seront mis au rebus.

Les résultats des essais en laboratoire sont présentés en **annexe 8** et commentés au chapitre III.1.3.

II.5.2. Campagne ALIOS 2023

Les essais suivants ont été réalisés sur les échantillons prélevés dans les fouilles :

Identification des sols	Nombre	Norme
Teneur en eau pondérale W	5	NF EN ISO 17892-1
Analyse granulométrique par tamisage	5	NF EN ISO 17892-4
Valeur au bleu du sol (VBS)	5	NF P94-068
Classification des sols (GTR)	5	NF P11-300

Les résultats des essais en laboratoire sont présentés en **annexe 8** et commentés au chapitre III.1.3.

III. INTERPRETATIONS ET SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS – MODÈLE GEOTECHNIQUE

III.1. Synthèse des investigations - Interprétations

III.1.1. Lithologie

La profondeur des horizons est donnée par rapport au terrain naturel (noté TA) tel qu'il était au moment de la reconnaissance.

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser la coupe géotechnique schématique suivante :

Horizon H1 : Terre végétale et remblais

Épaisseur :

- Terre végétale : 0.10 m
- Remblais : 0.4 à 2.0 m, avec des surépaisseurs possibles.

Cote de la base : 67.3 à 80.4 m NGF.

Commentaires : Il s'agit de terre végétale limoneuse brune et de remblais sablo-graveleux d'aménagement de la parcelle.

Horizon H2 : Argile graveleuse et limons ± sableux

Profondeur : à partir de 0.10 à 2.0 m/TA jusqu'à 0.4 à 12.5 m/TA.

Cote de la base : 59.5 à 78.6 m NGF.

Commentaire : Il s'agit de terrains à dominance de sables graveleux contenant des passages plus argileux et des passages composés majoritairement de blocs.

Horizon H3 : Substratum marno-calcaire

- **Sous-horizon H3a : Marnes**

Profondeur : à partir de 2.2 à 10.10 m/TA jusqu'à 2.80 à 14.00 m/TA.

Cote de la base : 54.89 à 74.5 m NGF.

Commentaire : Il s'agit du faciès marneux du substratum.

- **Sous-horizon H3b : Calcaire**

Profondeur : à partir de 5.6 à 14.00 m/TA jusqu'à l'arrêt des sondages, soit 22.0 m/TA pour le plus profond (SC1).

Commentaires : Il s'agit du substratum rocheux local composé de calcaire gris ± fracturé.

Pour une meilleure analyse, il a été établi ci-après une classification des horizons décrits ci-dessus au droit de chaque sondage.

Ouvrage	Campagne	Sondages	Toit de l'horizon		Toit de l'horizon		Toit de l'horizon		Toit de l'horizon		Arrêt (A)/refus(R) des sondages	
			H1		H2		H3a		H3b			
			Remblais/TV		Colluvions		Marnes		Calcaire		m/TN	NGF
		m/TN	NGF	m/TN	NGF	m/TN	NGF	m/TN	NGF	m/TN	NGF	
Bâtiment Sud	ALIOS 2023	PM1	0	74.8	1.00	73.8	-	-	-	-	1.30	73.5
		PM4	0	75.0	0.10	74.9	-	-	-	-	1.00	74.0
		PM5	0	80.5	0.10	80.4	-	-	-	-	1.90	78.6
		SP5	0	73.9	0.10	73.8	-	-	-	-	8.20	65.7
		SP6	0	75.8	0.10	75.7	-	-	-	-	8.27	67.5
		SP7	0	76.0	1.80	74.2	-	-	-	-	8.20	67.8
		SP8	0	76.3	1.20	75.1	-	-	5.60	70.7	8.00	68.3
		SP9	0	80.0	0.10	79.9	5.40	74.6	6.70	73.3	8.20	71.8
		SP10	0	81.0	2.00	79.0	5.50	75.5	6.50	74.5	8.20	72.8
		SPD1	0	78.0	-	-	-	-	-	-	0.60	77.4
		SPD2	0	75.8	0.40	75.4	-	-	-	-	2.60	73.2
		SPD3	0	75.0	-	-	-	-	-	-	0.50	74.5
		SPD4	0	76.6	-	-	-	-	-	-	1.40	75.2
		SPD5	0	79.0	1.80	77.2	5.00	74.0	5.60	73.4	5.60	73.4
		SPD6	0	77.5	1.20	76.3	-	-	-	-	6.00	71.5
		SPD7	0	75.5	2.00	73.5	-	-	-	-	6.00	69.5
		SPD8	0	73.7	0.10	73.6	-	-	-	-	6.00	67.7
		SPD9	0	73.8	0.10	73.7	-	-	-	-	6.00	67.8
		SPD10	0	77.5	-	-	-	-	-	-	1.60	75.9
		SPD11	0	79.9	-	-	-	-	-	-	1.50	78.4
		SPD12	0	78.3	-	-	-	-	-	-	0.90	77.4
		SPD13	0	76.8	-	-	-	-	-	-	1.40	75.4
		SPD14	0	75.5	-	-	-	-	-	-	0.60	74.9
		SPD15	0	77.9	-	-	-	-	-	-	1.00	76.9
		SPD16	0	79.5	-	-	-	-	-	-	0.80	78.7
	GINGER CEBTP 2024	CPT1	0	74.3	-	-	-	-	-	-	0.64	73.7
		CPT1BIS	0	74.3	0.10	74.2	-	-	-	-	3.46	70.8
		CPT2	0	77.5	2.00	75.5	-	-	-	-	5.62	71.9
		CPT3	0	76.9	-	-	-	-	-	-	1.33	75.5
		CPT3BIS	0	76.9	-	-	-	-	-	-	0.81	76.1
		CPT4	0	78.9	-	-	-	-	-	-	1.54	77.4
		CPT4BIS	0	78.9	-	-	-	-	-	-	1.60	77.3
		CPT5	0	76.3	-	-	-	-	-	-	0.99	75.4
		CPT5BIS	0	76.4	-	-	-	-	-	-	1.20	75.2

Nota : - absent ou non atteint

Ouvrage	Campagne	Sondages	Toit de l'horizon		Toit de l'horizon		Toit de l'horizon		Toit de l'horizon		Arrêt (A)/refus(R) des sondages	
			H1		H2		H3a		H3b			
			Remblais/TV		Colluvions		Marnes		Calcaire			
			m/TN	NGF	m/TN	NGF	m/TN	NGF	m/TN	NGF	m/TN	NGF
Bâtiment Nord	ALIOS 2023	PM2	0	72.2	0.10	72.1	-	-	-	-	2.00	70.2
		PM3	0	67.4	0.10	67.3	-	-	-	-	1.70	65.7
		SP1	0	69.9	0.10	69.8	-	-	-	-	8.26	61.6
		SP2	0	70.5	1.00	69.5	-	-	-	-	8.24	62.3
		SP3	0	68.5	1.00	67.5	-	-	6.40	62.1	8.20	60.3
		SP4	0	72.7	0.10	72.6	5.40	67.3	-	-	8.20	64.5
		SPD21	0	70.6	-	-	-	-	-	-	1.10	69.5
		SPD23	0	71.7	1.80	69.9	-	-	-	-	3.80	67.9
		SPD24	0	70.5	1.00	69.5	-	-	-	-	5.00	65.5
		SPD25	0	72.1	1.40	70.7	-	-	-	-	6.00	66.1
		SPD26	0	73.0	-	-	-	-	-	-	0.40	72.6
		SPD27	0	72.8	-	-	-	-	-	-	0.80	72.0
		SPD28	0	68.8	0.10	68.7	-	-	-	-	4.80	64.0
		SPD29	0	68.1	0.10	68.0	-	-	-	-	3.80	64.3
		SPD30	0	68.7	0.10	68.6	-	-	-	-	4.20	64.5
		SPD31	0	69.3	0.10	69.2	-	-	-	-	4.20	65.1
		SPD32	0	69.0	0.10	68.9	-	-	-	-	4.80	64.2
		GINGER CEBTP	SP11	0	73.8	0.10	73.7			10.10	63.7	22.24
	SP12		0	68.9	1.00	67.9	6.00	62.9	14.00	54.9	18.00	50.9
	SP13		0	70.6	1.00	69.6	-	-	9.50	61.1	18.50	52.1
	SP14		0	72.0	0.10	71.9	-	-	12.50	59.5	21.95	50.0
	SC1		0	72.9	0.10	72.8	-	-	10.50	62.4	20.00	52.9
Parking Est	ALIOS 2023	SP3	0	68.5	1.00	67.5	-	-	6.40	62.1	8.20	60.3
		SP4	0	72.7	0.10	72.6	5.40	67.3	-	-	8.20	64.5
		SPD17	0	70.6	0.10	70.5	2.40	68.2	-	-	2.80	67.8
		SPD18	0	69.8	0.10	69.7	2.20	67.6	-	-	2.80	67.0
		SPD19	0	69.9	1.20	68.7	3.00	66.9	-	-	3.80	66.1
		SPD20	0	71.2	2.00	69.2	4.40	66.8	-	-	5.00	66.2
		SPD22	0	69.0	1.00	68.0	2.20	66.8	-	-	2.80	66.2
	GINGER CEBTP 2024	SPD33	0	73.0	0.10	72.9	-	-	-	-	7.00	66.0
		SPD34	0	73.0	0.10	72.9	6.60	66.4	-	-	7.00	66.0
		SPD35	0	74.2	0.10	74.1	6.40	67.8	-	-	6.60	67.6
		SPD36	0	75.3	0.10	75.2	-	-	-	-	2.40	72.9
		SPD37	0	76.0	0.10	75.9	3.80	72.2	-	-	4.20	71.8
		CPT6	0	74.1	-	-	-	-	-	-	Refus immédiat	74.1
		CPT6BIS	0	74.1	-	-	-	-	-	-	Refus immédiat	74.1

Nota : – absent ou non atteint

Remarques :

- Nous rappelons qu'il n'est pas toujours évident de distinguer les variations horizontales et/ou verticales éventuelles, inhérentes aux changements de faciès, compte tenu de la surface investiguée par rapport à celle concernée par le projet. De ce fait, les caractéristiques indiquées précédemment ont un caractère représentatif mais non absolu,
- Au droit des essais de pénétration dynamique, les limites des couches sont extrapolées à partir des diagrammes (valeurs de compacité du sol) et de notre connaissance du contexte géologique. La nature des terrains et les limites des couches pourront être confirmées lors des phases ultérieures (études ou travaux).

III.1.2. Caractéristiques géomécaniques

Les essais mécaniques réalisés ont permis de définir les plages de variations suivantes :

Paramètre	Horizon H2		Horizon H3a		Horizon H3b	
	Colluvions sablo-graveleux		Marnes		Calcaire	
	min	max	min	max	min	max
Nombre d'essais	57 essais		9 essais		22 essais	
Pf* (MPa)	0.14	2.55	1.04	4.87	1.46	4.99
	MG = 0.84		MG = 2.18		MG = 4.02	
PI* (MPa)	0.5	4.8	1.8	4.9	2.2	5.8
	MG = 1.49		MG = 3.45		MG = 4.47	
EM (MPa)	2.8	68.3	32.4	288.5	99.1	936.3
	MH = 13.4		MH = 85.1		MH = 246.7	
α	1/2		1		1/2	
qd (MPa)	1	>20	15	>20	-	-
	VR = 4		VR = 18		-	
qc (MPa)	1	15	-	-	-	-
	VR = 10		-		-	

pl* = Pression limite nette EM = module pressiométrique α = coefficient rhéologique
qd = résistance dynamique en pointe qc = résistance en pointe du pénétromètre statique (CPT)
MG : moyenne géométrique ; MH : moyenne harmonique ; VR : Valeurs retenues

Remarque : les caractéristiques indiquées précédemment ont un caractère représentatif mais non absolu.

III.1.3. Résultats des essais en laboratoire

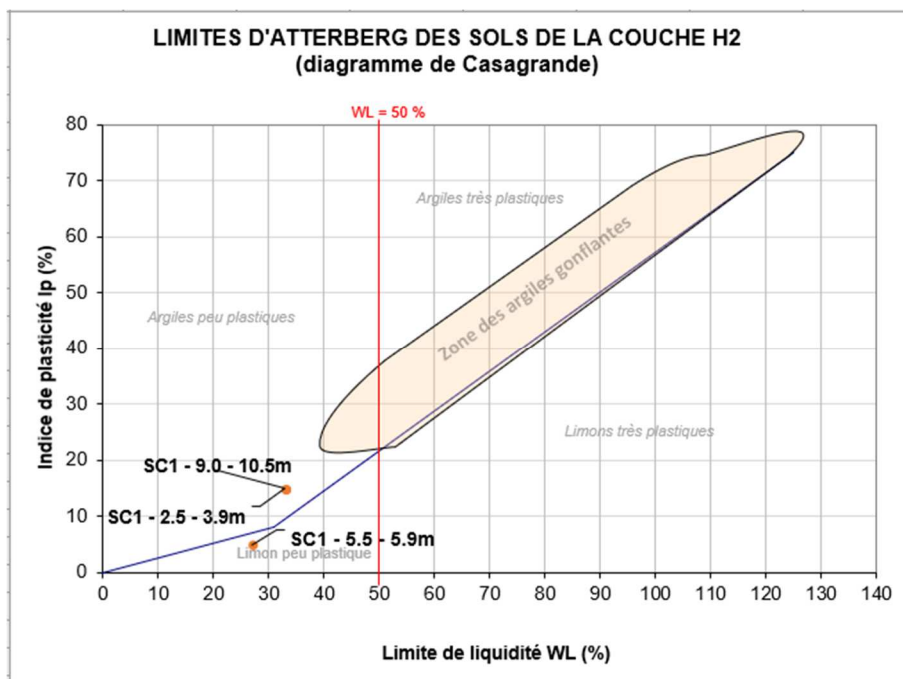
Les procès-verbaux des essais en laboratoire sont insérés en **annexe 8**.

Dans le tableau ci-dessous sont reportés les résultats des essais d'identification sur matériaux non rocheux :

ESSAIS D'IDENTIFICATION				Classification	Teneur en eau	Granulométrie par tamisage		Valeur au bleu	Masse volumique sèche
Sondage	Horizon	Profondeur	Type de sol	GTR	W	passant		VBS	pd
				-	%	D _{max} (mm)	à 80µm (%)	g/100g	kg/m ³
				NF P11-300	NF P94-050	NF P94-056		NF P94-068	NF P 94-053
PM1	H1	1.00 – 1.30 m	Remblais sablo-graveleux	C1 B4	2.4	80	7.4	0.29	-
PM2	H2	1.10 – 2.00 m	Limon sablo-graveleux	B2	3.8	10	12	0.64	-
PM3	H2	1.00 – 1.70 m	Sable graveleux et blocs	C1 B5	3.0	80	24.4	0.86	-
PM4	H2	0.50 – 1.00 m	Sable graveleux et blocs	C1 B5	3.8	80	14.6	0.35	-
PM5	H2	0.80 – 1.90 m	Sable limono-graveleux	B5	3.2	20	13.7	0.40	-
SC1	H2	2.50 - 3.90 m	Argile finement sableuse	A2 ts	12.2	50	52.9	1.48	1730
SC1	H2	5.50 – 5.90 m	Limon sableux	A1	17.7	5	78.5	1.41	1880
SC1	H2	9.00 – 10.50 m	Graves à matrice argilo-sableuse	B6	10.0	50	22.6	1.06	1910

Selon le diagramme de Casagrande ci-dessous, les argiles de l'horizon H2 ne font pas parties de la zone des argiles dites gonflantes :

ESSAIS D'IDENTIFICATION				Classification	Teneur en eau	Limites d'Atterberg		
Sondage	Horizon	Profondeur	Type de sol	GTR	W	Limite de liquidité	Limite de plasticité	Indice de plasticité
				-	%	WL (%)	WP (%)	Ip
				NF P11-300	NF P94-050	NF P 94-051		
SC1	H2	2.50 - 3.90 m	Argile finement sableuse	A2 ts	12.2	33	18	15
SC1	H2	5.50 – 5.90 m	Limon sableux	A1	17.7	27	22	5
SC1	H2	9.00 – 10.50 m	Graves à matrice argilo-sableuse	B6	10.0	33	18	15



Dans le tableau ci-dessous sont reportés les résultats des de dégradabilité et fragmentabilité sur matériaux rocheux :

ESSAIS MÉCANIQUES				Coefficient de dégradabilité	Coefficient de Fragmentabilité
Sondage	Horizon	Profondeur	Type de sol	DG	DF
				-	-
				NF P 94-067	NF P 94-066
SC1	H3	15.00 – 17.00 m	Calcaire	1.0	1.2

Les échantillons testés sont peu dégradable et peu fragmentable.

Dans le tableau ci-dessous sont reportés les résultats des essais triaxiaux sur matériaux non rocheux :

Horizon / type de sol	Prof. (m) échantillon	W (%)	γ_d (kN/m ³)	Triaxial CU + u		
				ϕ' (°)	C' (kPa)	λ_{cu} (°)
H2 / Limon sableux	5.5 – 5.9 m	22.0	1.66	29	5	0.47

Légende :

- W : Teneur en eau pondérale,
- γ_d : Poids volumique sec,
- ϕ' / C' : Angle de frottement et cohésion effectifs,
- λ_{cu} : Angle d'accroissement de la cohésion non drainée en fonction de la pression de consolidation.

III.2. Piézométrie, niveaux d'eau

Aucun niveau d'eau n'a été relevé dans les sondages (absence d'eau ou mesure impossible car éboulement de sondages).

Des niveaux d'eau a été mesuré à 3.2 m en CPT2 et 3.55 m en CPT1BIS, indiquant la présence de circulation ou d'une nappe.

Un niveau d'eau non stabilisé en cours de forage a été noté à 5.8 m en SP12, mais possiblement influencé par le fluide de forage (eau).

Ces profondeurs correspondent à une cote altimétrique comprise entre 63.1 et 73.95 m NGF et correspondent à des niveaux d'eau rencontrés au sein des colluvions H2.

De plus, des circulations d'eau ponctuelles / anarchiques ne sont pas à exclure au sein des Remblais H1 et des Argiles graveleuse H2, ainsi qu'au toit du substratum marno-calcaire H3 notamment en cas de précipitations. Des circulations +/- importantes peuvent aussi être présentes au sein du substratum, aux interfaces marnes/ calcaire et dans les zones fracturées.

La situation sur le versant nord de la colline peut engendrer des nappes artésiennes.

Les niveaux d'eau dans le sol peuvent varier en fonction de la saison et de la pluviométrie. Les niveaux d'eau mesurés doivent donc être considérés à un instant donné.

Pour mieux préciser ce niveau, un piézomètre a été installé sur site avec un suivi basé sur des mesures périodiques (une fois tous les par mois) du niveau d'eau, sur une durée de 12 mois. La pose d'autres piézomètres pourra être nécessaire en fonction des premiers résultats.

III.3. Modèle géotechnique

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser les modèles géotechniques suivant.

Au droit de la plateforme Sud : (± 74 mNGF)

Horizon H1 : Terre végétale et remblais

Épaisseur : 0.10 à 2.00 m

Cote de la base : 73.3 à 81.0 m NGF.

Commentaires : Il s'agit de terre végétale limoneuse brune et de remblais sablo-graveleux d'aménagement de la parcelle.

Horizon H2 : Argile graveleuse et limons $\pm$ sableux

Profondeur : à partir de 0.10 à 2.0 m/TA jusqu'à 5.4 à 5.6 m/TA.

Cote de la base : 70.7 à 75.5 m NGF.

Commentaire : Il s'agit de terrains à dominance de sables graveleux contenant des passages plus argileux et des passages composés majoritairement de blocs.

Caractéristiques mécaniques moyennes :

- PI^* compris entre 0.79 et 4.80 MPa – **VR = 1.49 MPa**
- E_M compris entre 13.1 et 37.3 MPa – **VR = 15 MPa**

Horizon n°H3 : Substratum marno-calcaire

Sous-horizon H3a : Marnes

Profondeur : à partir de 5.4 à 5.5 m/TA jusqu'à 6.5 à 6.7 m/TA.

Cote de la base : 73.3 à 74.5 m NGF.

Commentaire : Il s'agit du faciès marneux du substratum.

Caractéristiques mécaniques élevées à très élevées :

- PI^* compris entre 1.8 et 4.87 MPa – **VR = 3.45 MPa**
- E_M compris entre 78.9 et 246 MPa – **VR = 85 MPa**

Sous-horizon H3b : Calcaire

Profondeur : à partir de 6.5 à 6.7 m/TA jusqu'à l'arrêt des sondages, 8.2 m/TA en SP9 et SP10 pour les plus profonds.

Commentaires : Il s'agit du substratum rocheux local composé de calcaire gris $\pm$ fracturé.

Caractéristiques mécaniques très élevées :

- PI^* compris entre 2.85 et 4.93 MPa – **VR = 4.47 MPa**
- E_M compris entre 101 et 936 MPa – **VR = 246 MPa**

Au droit de la plateforme Nord : (± 58 mNGF)

Horizon H1 : Terre végétale et remblais

Épaisseur : 0.10 à 1.00 m

Cote de la base : 69.6 à 73.7 m NGF.

Commentaires : Il s'agit de terre végétale limoneuse brune et de remblais sablo-graveleux d'aménagement de la parcelle.

Horizon H2 : Argile graveleuse et limons ± sableux

Profondeur : à partir de 0.10 à 1.0 m/TA jusqu'à 6.0 à 9.5 m/TA.

Cote de la base : 59.5 à 63.7 m NGF.

Commentaire : Il s'agit de terrains à dominance de sables graveleux contenant des passages plus argileux et des passages composés majoritairement de blocs.

Caractéristiques mécaniques moyennes :

- PI^* compris entre 0.56 et 3.52 MPa – **VR = 1.49 MPa**
- E_M compris entre 2.8 et 91.3 MPa – **VR = 15 MPa**

Horizon n°H3 : Substratum marno-calcaire

• Sous-horizon H3a : Marnes

Profondeur : à partir de 6.0 m/TA jusqu'à 14.0 m/TA uniquement au droit de SP12.

Cote de la base : 54.9 m NGF.

Commentaire : Il s'agit du faciès marneux du substratum.

Caractéristiques mécaniques élevées à très élevées :

- PI^* compris entre 2.27 et 4.67 MPa – **VR = 3.45 MPa**
- E_M compris entre 17.1 et 105.5 MPa – **VR = 60 MPa**

• Sous-horizon H3b : Calcaire

Profondeur : à partir de 6.0 à 14.0 m/TA jusqu'à l'arrêt des sondages, 22.0 m/TA en SP11 et SP14 pour les plus profonds.

Commentaires : Il s'agit du substratum rocheux local composé de calcaire gris ± fracturé.

Caractéristiques mécaniques très élevées :

- PI^* compris entre 3.56 et 4.99 MPa – **VR = 4.47 MPa**
- E_M compris entre 131 et 574 MPa – **VR = 246 MPa**

Au droit de la plateforme intermédiaire : (± 70 mNGF)

Horizon H1 : Terre végétale et remblais

Épaisseur : 0.10 à 1.80 m

Cote de la base : 73.8 à 75.7 m NGF.

Commentaires : Il s'agit de terre végétale limoneuse brune et de remblais sablo-graveleux d'aménagement de la parcelle.

Horizon H2 : Argile graveleuse et limons ± sableux

Profondeur : à partir de 0.10 à 1.8 m/TA jusqu'à l'arrêt des sondages, 8.3 m/TA en SP6 pour le plus profond.

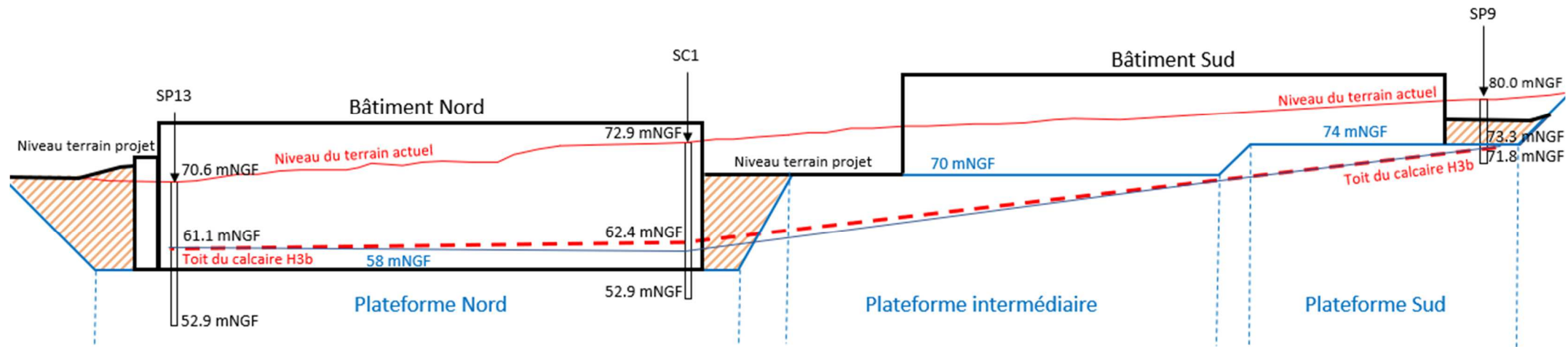
Cote de la base : 70.7 à 75.5 m NGF.

Commentaire : Il s'agit de terrains à dominance de sables graveleux contenant des passages plus argileux et des passages composés majoritairement de blocs.

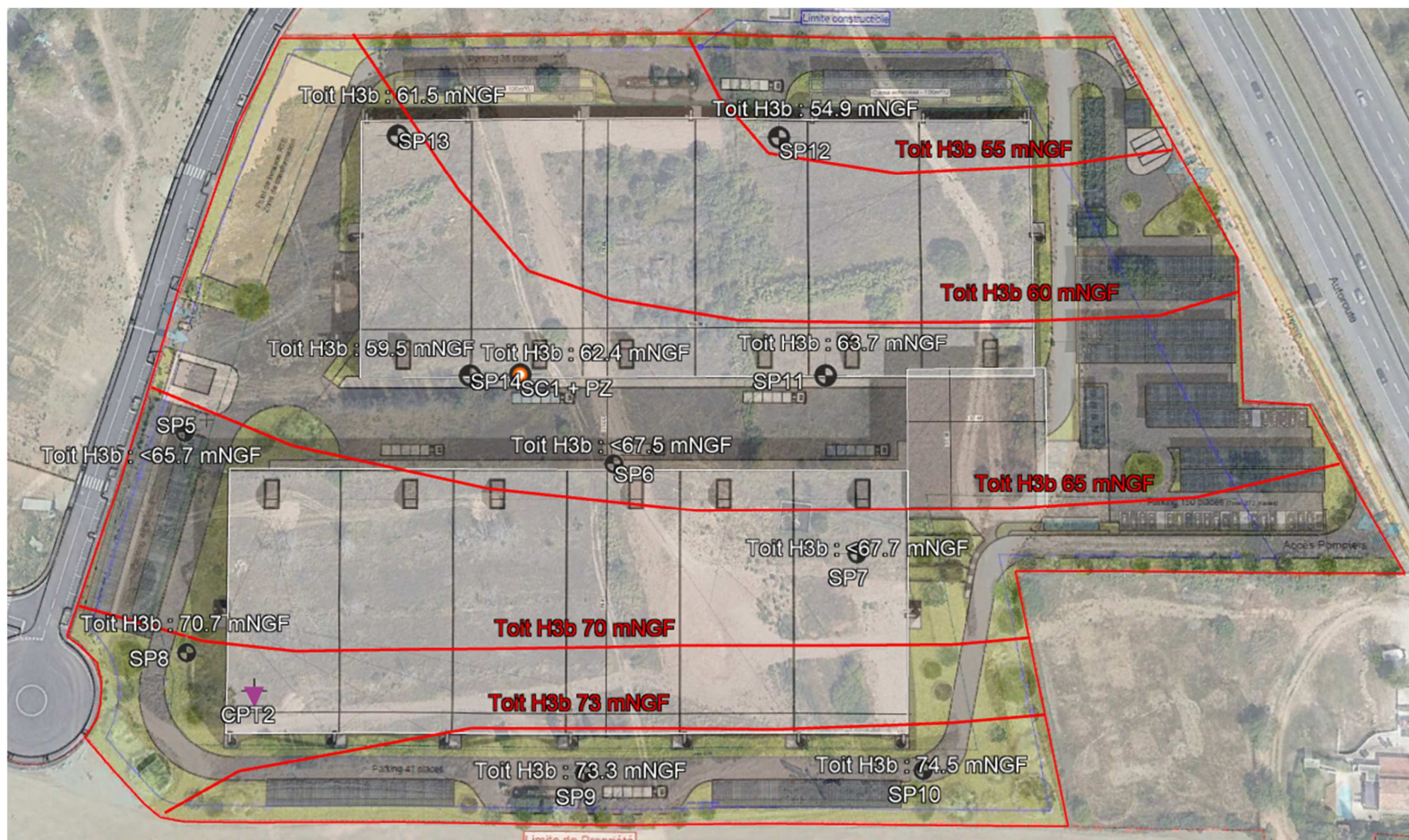
Caractéristiques mécaniques moyennes :

- PI^* compris entre 0.6 et 1.2 MPa – **VR = 1.2 MPa**
- E_M compris entre 9.2 et 51.6 MPa – **VR = 15 MPa**

Coupe schématique projet avec modèle géotechnique



Coupe schématique projet annoté avec les cotes du toit du calcaire H3b et cotes basse estimées des plateformes



Plan projet avec toit de l'horizon calcaire H3b annoté a titre indicatif

IV. ETUDE DES OUVRAGES

IV.1. Zone d'Influence Géotechnique : ZIG

Le projet est concerné par la présence d'avoisinants :

- Au Sud et à l'Est, le site est bordé d'une voirie publique, Allée de la Broquette ;
- Au Sud-Ouest, le site est bordé par une propriété privée ;
- A l'Ouest le site est bordé par une voirie publique, Route de la Fonchenelle puis par l'Autouroute A7 ;
- Au Nord, le site est bordé par un bâtiment commercial et des parking appartenant à la société Tesla.

La zone d'influence géotechnique (ZIG) concerne donc le projet en lui-même, y compris ses fondations et réseaux enterrés propres et les avoisinants cités précédemment.

IV.2. Traitement des risques majeurs ou anthropiques

IV.2.1. Argiles (retrait / gonflement)

Le projet est concerné par la présence d'argiles sensibles au retrait/gonflement (Argile graveleuse et limons H2 et marnes H3).

Des dispositions spécifiques sont à prévoir pour les fondations et le niveau bas.

Ces dispositions sont décrites dans les paragraphes des ouvrages géotechniques étudiés.

IV.2.2. Risque sismique

IV.2.2.1. Données réglementaires

Selon le décret n°2010-1255 et la norme NF EN 1998 (EUROCODE 8), les principales données parasismiques déduites des éléments du projet et des reconnaissances effectuées dans le cadre de cette étude et présentées dans les paragraphes précédents, figurent dans le tableau ci-dessous :

Paramètre	Référence	Valeur
Catégorie d'importance de bâtiment	Arrêté 22/10/10	II (à confirmer par le MOA)
Coefficient d'importance γ_i		1
Zone de sismicité		3 (modérée)
Accélération maximale de référence au rocher a_{gr}		1,1 m/s ²
Accélération horizontale de calcul au rocher $a_g = \gamma_i \cdot a_{gr}$		1,1 m/s ²

$V_{s30} = \frac{30}{\sum_i \frac{h_i}{V_{si}}}$	EC8	450 m/s
Classe de sol	Tableau 3.1 page 29 EC8-partie 1	B*
Paramètre de sol S	Arrêté 22/10/10	1,35

(*) : la classe de sol a été déterminée en fonction d'une estimation de la V_{s30} (vitesse de propagation des ondes de cisaillement sur les 30 premiers mètres avec $V_{si} = 1,85 \text{ à } 2,1 \times \sqrt{E_{Mi}}$).

(**) les 30 premiers mètres de sols n'ayant pas été investigués (arrêt du sondage pressiométrique SP11 à 22 m), V_{s30} a été estimée avec la base de l'horizon calcaire prise à 30 m/TN.

Les spectres de réponse élastiques sont à déterminer en fonction des valeurs de T_B , T_C et T_D .

Paramètre	Composante verticale	Composante horizontale
T_B	0,03	0,05
T_C	0,20	0,25
T_D	2,5	2,5

La classe d'ouvrage devra être confirmée *a minima* avant les études de la phase projet.

Les accélérations sismiques ont été définies par corrélations avec les essais réalisés à ce stade.

IV.2.2.2. Liquéfaction

En l'absence de nappe et compte tenu des caractéristiques mécaniques des argiles graveleuse et limons H2 et calcaire H3b, le risque de liquéfaction des sols est négligeable.

IV.3. Adaptations du terrain au projet - Calage altimétrique

Le projet prévoit la réalisation de trois plateformes entièrement en déblai. Les déblais envisagés sont de grande ampleur et sont prévus jusqu'à 18 m/TA maximum sur la partie Sud du site et jusqu'à 3 m/TA maximum sur la partie Nord du site.

Les cotes basses des terrassement sont estimés comme suit (hypothèse en phase G2AVP) :

- Plateforme Sud : 74 mNGF ;
- Plateforme intermédiaire : 70 mNGF ;
- Plateforme Nord : 58 mNGF.

IV.4. Terrassements généraux - Fouilles

IV.4.1. Traficabilité en phase chantier

Les essais d'identification ont permis de classer les sols extraits comme suit selon le GTR :

- Horizon H1 : Remblais de classe C_1B_4 , (une seule valeur non représentative - globalement les remblais seront constitués comme l'horizon H2 - A_2 , B_5 , B_6 , etc.)
- Horizon H2 :
 - Sable limoneux de classe B_2 , B_5 et B_6 ,
 - Argile finement sableuse de classe A_1 et A_2 ,
 - Graves à matrice argilo-sableuse de classe C_1B_5 .
- Horizon H3a : Marnes non identifiées. D'après notre expérience locale, ces terrains sont classés A_1 à A_2 .
- Horizon H3b : Calcaire non identifiés. D'après notre expérience locale, ces terrains sont classés R_2 .

Au droit des plateformes dont la cote basse seront dans les terrains de l'horizon H2 (Sud et intermédiaire) et compte tenu des classifications précédentes, les déblais concernent les terrains des horizons H1 et H2 sensibles à l'eau. Par conséquent, les travaux devront être réalisés dans des conditions météorologiques favorables sinon le chantier peut rapidement devenir impraticable et nécessiter la mise en place de surépaisseurs en matériaux insensibles à l'eau.

Pour la plateforme Nord, dont la cote basse sera dans les terrains de l'horizon H3a et H3b, la traficabilité et la portance sera assurée.

IV.4.2. Terrassabilité des matériaux

La réalisation des déblais concernant la terre végétale et les remblais H1 et les Colluvions sablo-graveleux H2, ne présentera pas de difficulté particulière d'extraction. Les terrassements pourront donc se faire à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance. La présence de niveaux blocailleux au sein des colluvions sablo-graveleux H2 pourrait néanmoins nécessiter l'emploi d'engins et/ou d'outils adaptés tels que pelle puissante, BRH, dérocteur.

La réalisation des déblais concernant les marnes H3a et les calcaires H3b nécessiteront l'emploi d'engins et/ou d'outils adaptés au rocher tels que pelle puissante, BRH, dérocteur, éclateur, etc.

Nous attirons l'attention sur le fait que ces procédés génèrent des vibrations dont il faudra tenir compte notamment vis-à-vis des avoisinants. Dans tous les cas, la technique de déroctage retenue devra tenir compte de la présence de mitoyens afin d'éviter tout désordre sur les avoisinants (limitation des vibrations, mesures de vibrations par pose de capteurs, et/ou géophones, etc.).

Une étude spécifique, qui ne relève pas des missions d'ingénierie géotechnique, pourra être réalisée par les concepteurs du projet.

IV.4.3. Drainage de la plateforme en phase chantier

La présence de venues d'eau au sein des argiles graveleuses H2 nécessitent de procéder à un drainage dès le démarrage du chantier (rigoles, épis, épuisement périphérique, etc.).

Les terrassements en déblai recouperont les niveaux d'eau observé au sein des sondages, il sera nécessaire de prévoir la gestion des eaux sur les plateformes (pentes, contrepentes, puisards sur plateforme aval avec pompe, etc.).

Les dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer la mise au sec de la plateforme de travail à tout moment (notamment merlon ou fossé périphérique pour protéger le chantier des eaux extérieures)

Toute zone décomprimée fera l'objet d'un traitement spécifique si elle doit recevoir un élément de l'ouvrage à porter (purge).

En fonction des résultats de l'étude hydrogéologique à mener, pour la phase provisoire et dans le cas d'une exhaure, il sera impératif de vérifier que les eaux d'exhaures peuvent être gérées (évacuation au réseau, rejet parcelle, infiltration sur site, etc.) et que dans le cas contraire, une solution pour réduire le débit voire s'affranchir de l'exhaure peut être nécessaire et donc conditionner les solutions géotechniques (paroi étanche, etc...).

IV.4.4. Réemploi des matériaux en remblais

La terre végétale et les remblais (H1) seront mis en décharge ou stockés dans les zones d'espaces verts.

Compte tenu des classes GTR des terrains identifiés au sein des colluvions H2 et de leur état d'humidité au moment des investigations, les matériaux de déblai du site pourront être réutilisés en remblai sous réserve que les conditions météorologiques soient favorables.

Pour la réalisation des remblais de hauteur moyenne (< 10m de hauteur), le réemploi des argiles graveleuses H2, sera conditionné à la connaissance fine de l'état hydrique des matériaux au moment de la réalisation des remblais. Compte tenu des classes GTR de ces matériaux, ils pourront être réemployé dans des états hydriques moyens (m) ou secs (s).

Les matériaux issus des déblais (horizon H2) sont sensibles à l'eau. Ils seront stockés provisoirement pour être réutilisés. Il sera nécessaire de maintenir ces matériaux dans un état hydrique m. Ils devront donc faire l'objet d'une attention particulière quant à leur stockage afin d'éviter leur saturation :

- Scarification et aération des matériaux dans un état hydrique très humide (th) et humide (h) ;
- Mise en œuvre du stock avec léger compactage ;
- Lissage de la surface à chaque arrêt de chantier ;
- Pente de la surface pour évacuer les eaux ;
- Protection par polyane de la surface si longue période de stockage.

Les remblais seront réceptionnés par des essais à la plaque. Les critères de réception seront les suivants :

- $EV2 > 50 \text{ MPa}$;
- $EV2/EV1 < 2$.

Dans tous les cas, l'utilisation de matériaux humides (h) sur le dernière mètre de remblai est à proscrire, pour éviter le matelassage au niveau Arase.

IV.4.1. Talus

Hors mitoyenneté et hors nappe, les talus **provisoires** de faibles hauteurs (<5m de hauteur) pourront être dressés comme suit :

- De 3 de base pour 2 de hauteur, dans les colluvions H2 ;
- De 1 de base pour 1 de hauteur, dans les marnes H3a ;
- De 1 de base pour 5 de hauteur, dans les calcaires H3b.

Des risbermes intermédiaires de 2m de large pourrait être nécessaires dans l'horizon H2 ainsi qu'à l'interface entre les horizon H2 et H3b.

La stabilité des talus devra être étudiée précisément en G2PRO, en fonction des emprises et de niveaux d'eau (calculs à prévoir).

Ces pentes seront à adapter lors des terrassements si cela s'avère nécessaire.

Des hétérogénéités locales peuvent être rencontrées au fur et à mesure de l'ouverture des fouilles et provoquer des éboulements locaux. L'ensemble des talus devra être protégé des intempéries par des feuilles de polyane par exemple soigneusement fixées, des cunettes étanches en tête de talus.

Pour des hauteurs de talus supérieures à 5m, pour des talus plus raides ou pour des terrassement sous nappe, un confortement est à prévoir dans les horizons H2 et H3. Son dimensionnement fera l'objet d'une étude particulière spécifique en phase Projet (G2PRO).

Plusieurs solutions de confortement sont envisageables selon la réalité du terrain et des résultats de l'étude hydrogéologique à mener (données à titre indicatif) :

Solution n°1 : Faibles venue d'eau :

Dans le cas de venue d'eau faible, une solution par écran de soutènement discontinu de type paroi lutécienne ou paroi berlinoise, voire une solution par pieux sécants utilisés comme éléments de fondations en phase définitive, peut être envisagée.

Dans le cas des pieux sécants, ils seront ancrés dans le substratum marno-calcaire H3 avec au minimum 1 lit de tirants.

Des drains subhorizontaux seront à prévoir à l'interface entre les Colluvions H2 et le substratum marno-calcaire H3. Des pointes filtrantes peuvent également être envisagées dans le cas de venues d'eau plus importantes.

Solution n°2 : Venues d'eau importante :

Dans le cas de venue d'eau importante, une solution par écran de soutènement continu de type pieux sécants ou paroi moulée, ancrée dans le substratum marno-calcaire H3, doit être privilégiée.

Des drains subhorizontaux seront à prévoir à l'interface entre les Colluvions H2 et le substratum marno-calcaire H3.

Hors mitoyenneté, les talus **définitifs** de faibles hauteurs (<5m de hauteur), non surchargés pourront être dressés avec une pente de 3 de base pour 2 de hauteur. Une végétalisation rapide est nécessaire pour éviter les phénomènes de ravinement. Ils seront munis de cunettes étanches en tête et en pieds de talus, reliées à un exutoire étanche.

Pour des hauteurs de talus supérieures à 5m, la définition des pentes et la justification du dimensionnement devra faire l'objet d'une étude particulière spécifique en phase Projet (G2PRO).

IV.5. Fondations

Compte tenu des éléments précédents, les solutions de fondation suivantes sont envisageables pour les différents ouvrages :

- Pour les bâtiments Sud et Nord – plateformes estimées respectivement à 74 mNGF et 58 mNGF, une solution par fondations superficielles ancrées dans l'horizon H3 est envisageable ;
- Pour les ouvrages fondées sur la plateforme intermédiaire estimée à 70 mNGF, une solution par fondations superficielles ancrées dans l'horizon H2 est envisageable.

IV.5.1. Justifications

Suivant la norme NF P 94 261, les vérifications doivent porter sur :

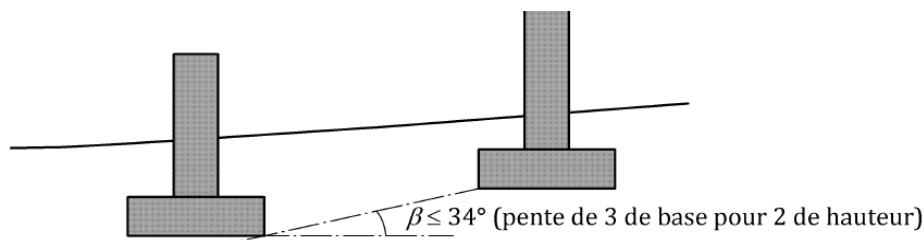
- Pour les situations à l'ELU :
 - Poinçonnement,
 - Glissement,
 - Excentrement de la charge,
- Pour les situations à l'ELS :
 - Limitation de la charge,
 - Excentrement de la charge,
 - Tassement.
- Justification du système de fondations au seisme.

IV.5.2. Fondations superficielles

IV.5.2.1. Prescriptions générales – Bâtiments Nord et Sud

Comme critères définissant le niveau d'assise sur les plateforme Nord et Sud, on retiendra, parmi les suivants, le plus restrictif :

- ancrage minimal de 0.3 m dans l'horizon marno-calcaire porteur H3,
- respect de la norme NFP 94-261 pour les fondations à niveaux décalés, mitoyennes ou à proximité de talus :



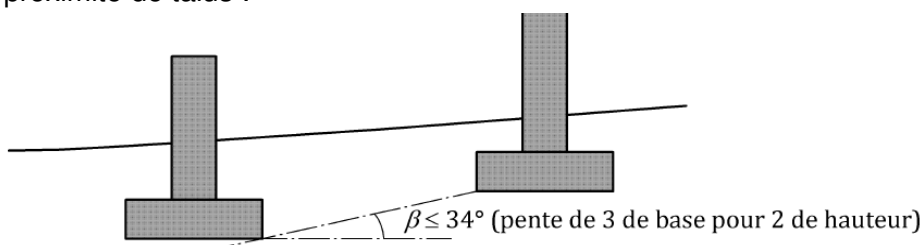
La définition exacte des dispositions à prendre en compte ne fait pas partie de la présente mission et devra faire l'objet d'une mission complémentaire dans le cadre d'une étude en phase projet (G2 PRO).

Il appartient au BET structure de prendre en compte les tassements différentiels et de concevoir une éventuelle rigidification de l'ouvrage.

IV.5.2.2. Prescriptions générales - Ouvrages sur plateforme intermédiaire

Comme critères définissant le niveau d'assise sur la plateforme intermédiaire, on retiendra, parmi les suivants, le plus restrictif :

- Ancrage minimal de 0.3 m dans l'horizon H2,
- Respect d'un encastrement minimal de 0.8 mètre par rapport au niveau fini du terrain, vis-à-vis du risque d'imbibition-dessiccation des sols fins,
- Respect de la norme NFP 94-261 pour les fondations à niveaux décalés, mitoyennes ou à proximité de talus :

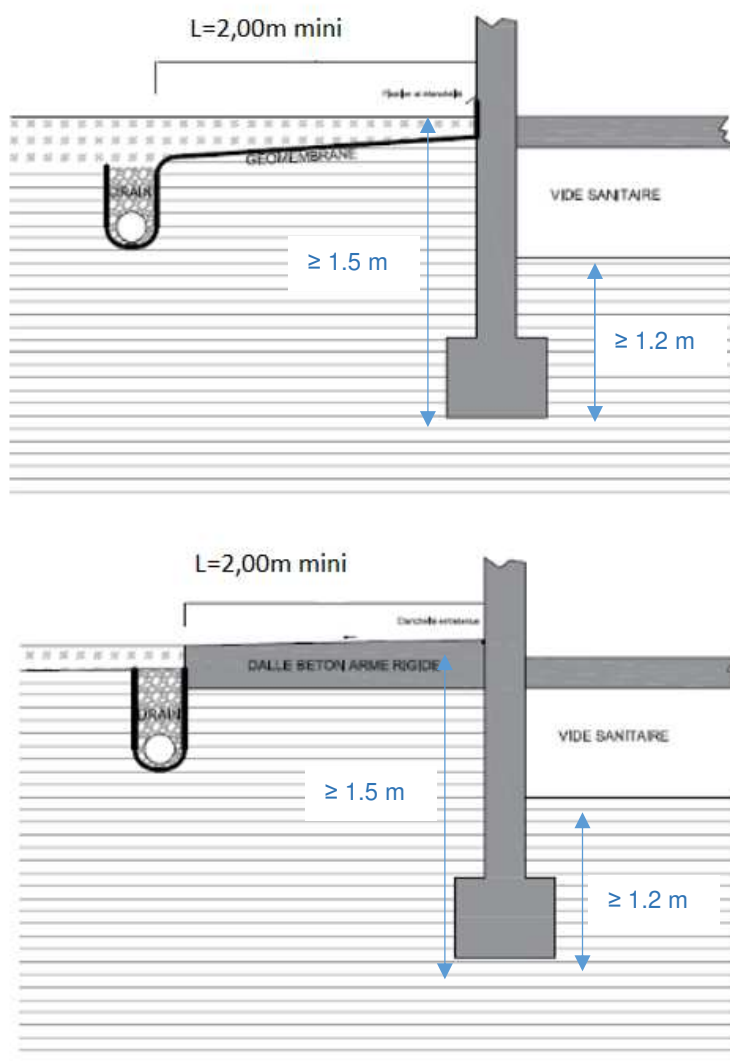


Il conviendra de retenir les dispositions suivantes pour les sols sensibles au retrait/gonflement :

- Les fondations superficielles seront descendues à une profondeur minimale de 1.5 m par rapport au terrain fini extérieur (et 1,20 m mini par rapport au niveau du sol dans un vide sanitaire mitoyen à la fondation). La profondeur de la dessiccation est une donnée très approximative au stade actuel des connaissances scientifiques. De ce fait, l'encastrement demandé des fondations doit impérativement être respecté ainsi que le chaînage,

Les fondations seront coulées à pleine fouille sur toute la hauteur afin de garder le sol d'assise à l'abri des variations hydriques. Les longrines seront disposées sans contact avec le sol en place pour être protégées vis-à-vis du gonflement du terrain.

- Il sera mis en œuvre une protection périphérique, d'au moins 2 m de largeur, avec une pente vers l'extérieur de telle sorte à récupérer et évacuer les eaux, par un drain en extrémité de protection. Cette protection pourra être une géomembrane étanche située environ à 10 cm de profondeur au droit du voile et descendant selon une pente régulière jusqu'au drain. Cette géomembrane sera recouverte de terre sur toute sa surface. Cette protection pourra aussi être un trottoir en béton. Dans ce cas, il devra être suffisamment ferrailé de telle sorte à éviter toute fissuration due au tassement différentiel lié aux sols décomprimés en surface (fonctionnement comme un bloc rigide). On veillera à l'étanchéité de la liaison protection périphérique / voile de l'ouvrage, pour éviter toute infiltration au niveau des fondations.



- Les eaux de toiture seront collectées avec un système de gouttières, et évacuées à distance des fondations,
- Les arbres seront éloignés des fondations, à une distance qui dépend de la nature de l'arbre et de son réseau racinaire. Ils pourraient nécessiter la mise en place d'un écran pour protéger les fondations des racines,
- Respecter une distance minimale de 1.5 fois la hauteur adulte de l'arbre entre l'ouvrage et l'arbre,
- On procédera à la rigidification de l'infrastructure du niveau bas, la rigidité maximale dans le sens de la plus grande portée,
- **Des joints structuraux seront mis en place sur toute la hauteur du bâtiment (y compris les fondations) au niveau de toute variation de descentes de charges ou du profil géologique (interface entre les argile H2 et calcaire H3b),**
- On envisagera un vide sanitaire pour éviter de générer des efforts sur le niveau bas
- Proscrire toute infiltration d'eau et tout pompage à proximité de la construction,
- La structure sera rigidifiée (fondations, soubassement, plancher, chainages horizontaux et chainages verticaux) de telle sorte que l'ouvrage réagisse comme un bloc.

La définition exacte des dispositions à prendre en compte ne fait pas partie de la présente mission et devra faire l'objet d'une mission complémentaire dans le cadre d'une étude en phase projet (G2 PRO).

Il appartient au BET structure de prendre en compte les tassements différentiels et de concevoir une éventuelle rigidification de l'ouvrage.

IV.5.2.3. Ebauche dimensionnelle des fondations

Le prédimensionnement des fondations est mené à partir des résultats pressiométriques, conformément à la norme NFP 94-261 de juin 2013 (Justification des ouvrages géotechniques – Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles).

Capacité portante :

On s'assurera que la charge verticale transmise par la fondation superficielle au terrain V_d est inférieure à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle $R_{v;d}$:

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d} \qquad R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R;d}} \qquad R_{v;k} = \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R;d,v}}$$

Avec :

- R_0 est la valeur du poids de volume de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux – ici négligé,
- $R_{v;d}$ est la valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- $\gamma_{R;d}$ est un facteur partiel à considérer, égal à 2.30 à l'ELS quasi-permanent et caractéristique et 1.40 à l'ELU pour les situations durables et transitoires,
- $R_{v;k}$ est la valeur caractéristique de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- A' est la surface effective de la base d'une fondation superficielle,
- q_{net} est la contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- $\gamma_{R;d,v}$ est le coefficient de modèle lié à la méthode de calcul utilisée pour le calcul de la contrainte q_{net} (1.20 pour la méthode pressiométrique)

Calcul de q_{net} , contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle :

La contrainte q_{net} du terrain sous une fondation est déterminée à partir de la relation suivante :

$$q_{net} = k_p \cdot p_{le}^* \cdot i_\delta \cdot i_\beta \text{ pour la méthode pressiométrique (Eurocode 7)}$$

Avec :

- k_p est le facteur de portance pressiométrique qui dépend des dimensions de la fondation, de son encastrement relatif et de la nature du sol,
- p_{le}^* est la pression limite nette équivalente,
- i_δ est le coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement (on considère ici une charge verticale centrée, soit $i_\delta = 1.00$)

- i_β est le coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus de pente β (pour une fondation éloignée à plus de $8 \times B$ d'un talus, $i_\beta = 1.00$)
- B la largeur de la semelle

Ainsi, pour une semelle filante ancrée dans les calcaires (H3b) selon les prescriptions données plus haut, en tablant sur $p_{ie}^* = 4.47 \text{ MPa}$ et $k_p = 0.8$, il vient, hors coefficients de réduction :
 $q_{net} = 3.58 \text{ MPa}$

Contraintes admissibles du terrain sous la fondation superficielle :

Il vient les contraintes maximales suivantes dans l'horizon H3b :

- à l'ELU, pour les situations durables et transitoires, une contrainte limitée à $\sigma_{Rv;d ELU} = 820.i\delta.i_\beta \text{ kPa}$
- à l'ELS quasi-permanent et caractéristique, une contrainte limitée à $\sigma_{Rv;d ELS} = 500.i\delta.i_\beta \text{ kPa}$

A titre d'information, les capacités portantes sont les suivantes **pour des semelles ancrées dans les calcaire H3b** et selon les principes donnés précédemment (hors coefficients de réduction $.i\delta.i_\beta$) :

Avec $\sigma_{Rv;d ELS} = 500 \text{ kPa}$		$\sigma_{Rv;d ELU} = 820 \text{ kPa}$
Largeur B de la semelle filante	$R_{v;d ELS}$	$R_{v;d ELU}$
0.5 m	250 kN/ml	410 kN/ml
0.8 m	400 kN/ml	656 kN/ml
1 m	500 kN/ml	820 kN/ml

Largeur B de la semelle carrée	$R_{v;d ELS}$	$R_{v;d ELU}$
0.8 m	320 kN	525 kN
1 m	500 kN	820 kN
1.2 m	720 kN	1 181 kN

Note : 1 tonne = 9,8 kN

La justification du dimensionnement devra faire l'objet d'une étude spécifique dans le cadre d'une étude de projet géotechnique (G2 PRO).

Estimations des tassements :

Compte-tenu des caractéristiques mécaniques mesurés dans le substratum calcaire H3b, cet horizon peut être considéré comme indéformable et les tassements nuls.

Pour une semelle filante ancrée dans les argiles graveleuses (H2) selon les prescriptions données plus haut, en tablant sur $p_{ie}^* = 1.2 \text{ MPa}$ et $k_p = 0.8$, il vient, hors coefficients de réduction :
 $q_{net} = 0,96 \text{ MPa}$

Contraintes admissibles du terrain sous la fondation superficielle :

Il vient les contraintes maximales suivantes dans l'horizon H2 :

- à l'ELU, pour les situations durables et transitoires, une contrainte limitée à $\sigma_{Rv;d ELU} = 411 \cdot i\delta \cdot i\beta$ kPa
- à l'ELS quasi-permanent et caractéristique, une contrainte limitée à $\sigma_{Rv;d ELS} = 250 \cdot i\delta \cdot i\beta$ kPa

A titre d'information, les capacités portantes sont les suivantes **pour des semelles ancrées dans les argiles graveleuses H2** et selon les principes donnés précédemment (hors coefficients de réduction $i\delta \cdot i\beta$) :

Avec $\sigma_{Rv;d ELS} = 250$ kPa		$\sigma_{Rv;d ELU} = 411$ kPa
Largeur B de la semelle filante	$R_{v;d ELS}$	$R_{v;d ELU}$
0.8 m	200 kN/ml	328.8 kN/ml
1 m	250 kN/ml	411 kN/ml
1.2 m	300 kN/ml	493.2 kN/ml

Largeur B de la semelle carrée	$R_{v;d ELS}$	$R_{v;d ELU}$
1 m	250 kN	411 kN
1.2 m	360 kN	592 kN
1.4 m	490 kN	806 kN

Note : 1 tonne = 9,8 kN

La justification du dimensionnement devra faire l'objet d'une étude spécifique dans le cadre d'une étude de projet géotechnique (G2 PRO).

Estimations des tassements :

Conformément à l'exemple donné, pour une semelle de largeur 0.8 m chargée à 200 kN/ml, le tassement estimé est de l'ordre de 0.5 cm.

Les tassements ont été calculés selon les recommandations de l'annexe H norme NF P 94-261 pour des charges verticales centrées et pour des sollicitations et dimensions de semelles précises. On rappelle que les tassements sont dimensionnant pour les ouvrages. Ainsi, en fonction de l'admissibilité des tassements, une limitation de charge pourra s'appliquer.

Limites du pré-dimensionnement :

Dans le cas où les charges seraient inclinées, par exemple pour des semelles excentrées en limite de propriété, il conviendra d'appliquer les coefficients minorateurs $i\delta$ et $i\beta$ (cf. les recommandations de l'annexe D de la norme NF P 94-261).

Les éléments qui nous ont été fournis ne permettent pas de d'établir une ébauche dimensionnelle pour les combinaisons sismiques (pas de descentes de charges).

IV.5.3. Dispositions constructives

Les choix constructifs ne peuvent être faits que par le BET structure mais les points suivants sont toutefois à signaler :

- Il est recommandé de ne pas descendre la largeur des fondations en dessous de 0.5 m avec une surface au sol (assise) de 0.5 m² minimum pour une semelle isolée (soit 0.7 m x 0.7 m pour des semelles carrées), ceci pour des raisons de bonnes exécution (cela vise notamment à permettre d'assurer un enrobage correct des armatures standards)
- Dans les mêmes conditions, le niveau bas sera rigidifié au maximum pour limiter l'effet des tassements différentiels,
- En cas de deux bâtiments ou de deux parties d'un même bâtiment, fondés de façon différente ou présentant un nombre de niveaux différent, il conviendra de s'assurer que la structure peut s'adapter sans danger aux tassements différentiels qui pourraient se produire,
- Dans le cas contraire, les projeteurs devront prévoir un joint de construction intéressant toute la hauteur de l'ouvrage, y compris les fondations elles-mêmes,
- Il est impératif de récupérer les eaux météoriques et les éloigner des sols de fondation par un réseau d'évacuation spécifique.

Par ailleurs, des fondations établies à des niveaux différents et à proximité de talus doivent respecter la règle des 3 de base pour 2 de hauteur entre arêtes de fondations et/ou pied de talus (NF P 94-261 et NF DTU 13.1).

La présence d'eau pourra entraîner des sujétions de blindage des parois et de pompage pour épuisement des fouilles et/ou rabattement de la nappe lors des travaux de fondation.

Les fonds de fouilles seront nettoyés de tous matériaux éboulés ou remaniés, propres et horizontaux.

Sur une plateforme pré-terrassée ou reconstituée, les fondations doivent impérativement être coulées à pleine fouille et non coffrées à moins qu'il s'agisse de graviers insensibles aux intempéries et à la décompression.

La justification du dimensionnement devra faire l'objet d'une étude spécifique dans le cadre d'une étude de projet géotechnique (G2 PRO).

IV.6. Niveau bas

IV.6.1. Généralités

En fonction de l'étude hydrogéologique à mener, sur les plateformes Sud et intermédiaire, les terrains devraient en principe être secs jusqu'à la cote basse des terrassements (estimées à 74 mNGF et 70 mNGF).

Sur la plateforme Sud, la réalisation d'un dallage sur terre-plein est envisageable compte tenu de la qualité du sol support après terrassement (Calcaires H3b). Une couche de réglage uniquement sera nécessaire avant sa mise en œuvre.

Sur la plateforme intermédiaire, la réalisation d'un dallage sur terre-plein est envisageable après vérification du potentiel de gonflement des argiles graveleuse H2. Une couche de forme sera nécessaire avant sa mise en œuvre. Si le potentiel gonflant des argiles est démontré, on s'orientera alors sur une solution de dalle portée sur vide sanitaire.

Sur la plateforme Nord, la présence de venue d'eau recoupant les terrassements et compte-tenu de la présence de l'horizon marneux H3a potentiellement gonflant, il convient de réaliser les préconisations suivantes pour orienter la solution d'adaptation du niveau bas :

- Vérification du potentiel de gonflement ou purge des marnes H3a ;
- Étude hydrogéologique pour connaissance fine des circulations d'eau au niveau de la plateforme à créer.

En fonction des résultats, les solutions envisageables pourraient être les suivantes :

- Si le potentiel gonflant des marnes H3a n'est pas démontré ou si purge des marnes H3a et en l'**absence de niveaux d'eau avérés** une solution de dallage drainant ou de dallage sur terre-plein associé à une gestion périphériques des eaux est envisageable. Une couche de forme sera nécessaire avant sa mise en œuvre ;
- Si le potentiel gonflant des marnes H3a n'est pas démontré ou si purge des marnes H3a et en **présence de niveaux d'eau avérés**, une solution de niveau bas par radier sur cuvelage ou plancher porté résistant aux sous-pressions sera nécessaire.
- Si le **potentiel gonflant des marnes H3a est démontré**, on s'orientera alors sur une solution de dalle portée sur vide sanitaire ;

IV.6.2. Conception

La mise en œuvre de la structure sous dallage sera réalisée moyennant les précautions successives suivantes :

- Terrassement jusqu'au fond de forme qui sera constitué par l'horizon H2 ou H3,
- Purge éventuelle des poches médiocres et des sols détériorés par les engins de terrassement ou les eaux de pluie.

Ces remblais seront réceptionnés par des essais à la plaque. Les critères de réception seront $EV2 > 50 \text{ MPa}$ sur la couche de forme à long terme.

Les dallages seront conçus conformément au DTU 13.3 et désolidarisés de la structure et des fondations.

IV.7. Recommandations concernant les murs enterrés

D'après la coupe transmise, les murs enterrés formeront une boîte fermée. Les voiles seront dimensionné en soutènement.

IV.7.1. Drainage à l'arrière des murs

L'arrière immédiat des murs périphériques devra prévoir un dispositif de drainage efficace de type drain routier en base de voile pris dans une chaussette géotextile remplie de matériaux drainant Ø 20/40 ou Ø 0/80 en D₂₁ ou D₃₁. Ce drainage devra inclure le rejet dans un exutoire adapté loin des fondations des ouvrages en projet ou des avoisinants.

IV.8. Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau

Il appartient aux concepteurs de s'assurer auprès des services compétents que le terrain n'est pas inondable.

Les préconisations suivantes seront à mettre à jour en fonction des résultats de l'étude hydrogéologique et de l'évolution future du projet.

Même pour une phase provisoire, dans le cas d'une exhaure, il sera impératif de vérifier que les eaux d'exhaures peuvent être gérées (évacuation au réseau, rejet parcelle, infiltration sur site, etc.) et que dans le cas contraire, des solutions pour réduire le débit voire s'affranchir de l'exhaure peut être nécessaire et donc conditionner les solutions géotechniques.

Pour la phase définitive, il convient de prévoir un drainage périphérique afin d'éviter l'infiltration et la circulation des eaux météoriques et des eaux de ruissellement, dans les remblais réalisés. Ces drainages sont à définir en fonction de l'ouvrage. Pour les ouvrages de bâtiment, on se référera au DTU 20.1. Dans tous les cas, on s'assurera du bon entretien des ouvrages de drainage.

Nous rappelons que la technique retenue devra tenir compte du degré de protection souhaité des ouvrages et des possibilités de rejet disponibles. Aussi, en fonction du projet, plusieurs solutions sont envisageables pour se prémunir contre l'action de l'eau. :

- Dans le cas d'une nappe pérenne interceptant le niveau du sous-sol, un cuvelage étanche devra être réalisé. Le niveau bas sera alors conçu comme résistant aux sous-pressions ;
- Dans le cas de venues d'eau intermittentes de faibles débits, un pompage/drainage sous dallage avec évent de décompression pourra être réalisé (si acceptation d'une inondation ponctuelle du sous-sol).

Le système de drainage devra être conforme aux normes en vigueur. On veillera également à la bonne étanchéité des réseaux, regards, fosses et à leur raccordement vers des exutoires adaptés.

Ces choix seront établis à l'issus d'un suivi piézométrique et de l'étude hydrogéologique, à lancer le plus tôt possible, pour éviter les solutions surdimensionnées.

Note importante relative aux pompages destinés aux rabattement de nappe :

En cas d'interaction de la nappe avec des niveaux bas, et à compter du 22 juillet 2020, la Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Bouches-du-Rhône adopte la stratégie suivante pour la gestion quantitative de la ressource en eau :

- Pour les pompages permanents en phase chantier, le rejet des eaux pompées devra se faire dans la nappe prélevée ou à défaut dans le milieu naturel. Si cela est techniquement impossible, ce qui devra être démontré, il devra se faire dans le réseau d'assainissement pluvial et non dans un réseau unitaire ou d'assainissement.
- Les pompages de rabattement de nappe permanents qui correspondent au fonctionnement normal d'un bâtiment en phase d'exploitation ne sont pas autorisés.

IV.9. Protection des ouvrages vis-à-vis du risque sismique

Dispositions générales à respecter :

- Système de fondation homogène sous un même corps de bâtiment, à moins de délimiter des parties par joints parasismiques ;
- Éviter les fondations isolées ; en cas de sol rocheux continu, non fracturé et non délité, ce dernier peut être considéré comme assurant la liaison entre les fondations isolées ;
- Ne pas fonder les constructions à cheval sur deux ou plusieurs types de sol de caractéristiques géotechniques très différentes, ou sur des discontinuités naturelles du sol : fractures, ressauts, brusque, changement de pente, etc... ;
- Veiller à ce que l'assise des fondations soit horizontale ;
- Avoir un seul niveau de fondation et un niveau identique de fondation pour un même corps d'ouvrage. Si la stratification des couches géologiques est inclinée, la totalité des fondations doit descendre dans un niveau de sol identique, éventuellement avec décrochement de niveaux bas, de préférence inférieur à 1.2 m ;
- Ne pas fonder les ouvrages sur des sols liquéfiables ;
- Éviter impérativement toute accumulation d'eau de ruissellement autour des constructions (drainage périphérique efficace avec des regards de visite) ;
- Prévoir tous les éléments raidisseurs dans la structure, tels que chaînages, voiles, même courts en longueur, poteaux de même hauteur plutôt longs que courts, notion de couple poteaux forts / poutres faibles à respecter.

IV.10. Zones de voiries et réseaux divers (VRD)

Dans le cadre de notre mission qui comporte un prédimensionnement des structures sous voiries, les indications données ici constituent une première approche, qui devra être complétée par un dimensionnement complet en phase PRO (G2 PRO).

IV.10.1. Référentiels

Pour l'ébauche dimensionnelle des structures, nous avons utilisé le guide technique de réalisation des remblais et des couches de forme SETRA & LCPC de Septembre 1992 revue en Mai 2023 (GTR)

IV.10.2. Partie Supérieure des Terrassements (PST) et classe d'arase

La partie supérieure des terrassements sera constituée par des remblais d'apports de type C1B4 à C1B5.

Pour les zones de PF en remblai, les matériaux mis en oeuvre devront permettre une PST n°2 AR1.

Les travaux devront être réalisés en période météorologique favorable pour permettre une circulation des engins sur la PST sans difficulté.

IV.10.3. Couche de forme

Les caractéristiques de la couche de forme (matériaux utilisés et épaisseurs) sont fournies dans le fascicule II du GTR 92, en fonction des classes de PST et AR.

Pour obtenir une PF2 ($EV2 \geq 50$ MPa) à partir d'une PST n°2, AR 1, il est nécessaire d'appliquer les préconisations suivantes :

Etat hydrique de la PST	Classe PST / AR	Amélioration de la PST	Couche de forme
th	PST 0 / AR 0	Drainage latéral + traitement à la chaux* sur 50 cm d'épaisseur Ou Drainage latéral + matériaux d'apport type R21 sur 50 cm d'épaisseur	0.35 m de matériaux A2 traités au liant et éventuellement à la chaux ou 0.30 m de matériaux de type R21 (0/60 ou 0/100) au-dessus d'un géotextile
h	PST 1 / AR 1	Traitement à la chaux sur 50 cm d'épaisseur Ou Matériaux d'apport type R21 sur 50 cm d'épaisseur	

Etat hydrique de la PST	Classe PST / AR	Amélioration de la PST	Couche de forme
m	PST 2 / AR 1	Pas nécessaire	0.35 m de matériaux A2 traités au liant et éventuellement à la chaux
s	PST 3 / AR 1		ou
ts			0.30 m de matériaux de type R21 (0/60 ou 0/100) au-dessus d'un géotextile

**Sous réserve de la vérification de l'aptitude au traitement des sols*

Nota : 30 cm de CDF en plus pour obtenir une PF2qs ($EV2 \geq 80$ MPa) si trafic PL.

Dans le cas de matériau d'apport extérieur, une couche de forme calcaire 0/31,5 à 0/80 pourra être retenue ou d'autres matériaux granulaires insensibles à l'eau.

Pour prononcer la réception de la plateforme, il sera nécessaire de contrôler l'ensemble de ces points :

- La qualité des matériaux ;
- La bonne mise en œuvre (compactage, épaisseur des couches, réglage, etc.) des matériaux ;
- La portance (avec un module de déformation $EV2 \geq 50$ MPa pour une PF2) ;
- L'efficacité des dispositifs de drainage et d'assainissement.

V. ENCHAINEMENT DES ETUDES ULTERIEURES

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve de nos conditions générales et des missions d'ingénierie géotechnique selon la norme NF P94-500 de novembre 2013 (extrait en annexe).

Nous rappelons que cette étude est une mission de niveau G2 menée en phase Avant-Projet.

A ce stade G2AVP, il reste des incertitudes sur :

- La définition du toit du rocher et son plongement, notamment au niveau de la plateforme intermédiaire (à lever par des sondages de type destructifs) ;
- La proportion de marnes H3a au niveau de la Plateforme Nord, à vérifier par sondages carottés et essais de gonflement;
- La réutilisation possible de l'horizon calcaire H3b, qui pourrait être valorisée (essais Los Angeles, Microdeval, etc.) à réaliser dans des sondages carottés;
- L'étude de l'hydrogéologie, à lever par une étude spécifique complète, afin de définir les niveaux d'eau, l'évolution de la nappe et les débits possibles, qui seront dimensionnants dans les systèmes de fondations et de tenue des talus/parois surtout sur le talus entre Plateforme Nord et intermédiaire. Cette étude doit être lancée le plus tôt possible, avec des sondages piezométriques sur tous les bâtiments (car la variation du toit du substratum est forte).

Ces sondages complémentaires pourront être réalisés en phase G2PRO, mais si les cotes du projet sont confirmées, devraient être lancées dès que possible, afin de pouvoir affiner les solutions techniques.

Ginger CEBTP se tient à disposition pour la réalisation des missions géotechniques suivantes.

Conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, il est nécessaire d'enchaîner les études d'ingénierie géotechniques avec les phases suivantes :

- Etude géotechnique de conception phase PROJET (G2 PRO),
- Etude géotechnique de conception phase DCE/ACT (G2 DCE / ACT),
- Puis, après attribution du marché de travaux, les études géotechniques de réalisation G4.

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

- Classification des missions types d'ingénierie géotechnique,
- Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique.

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

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.

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)

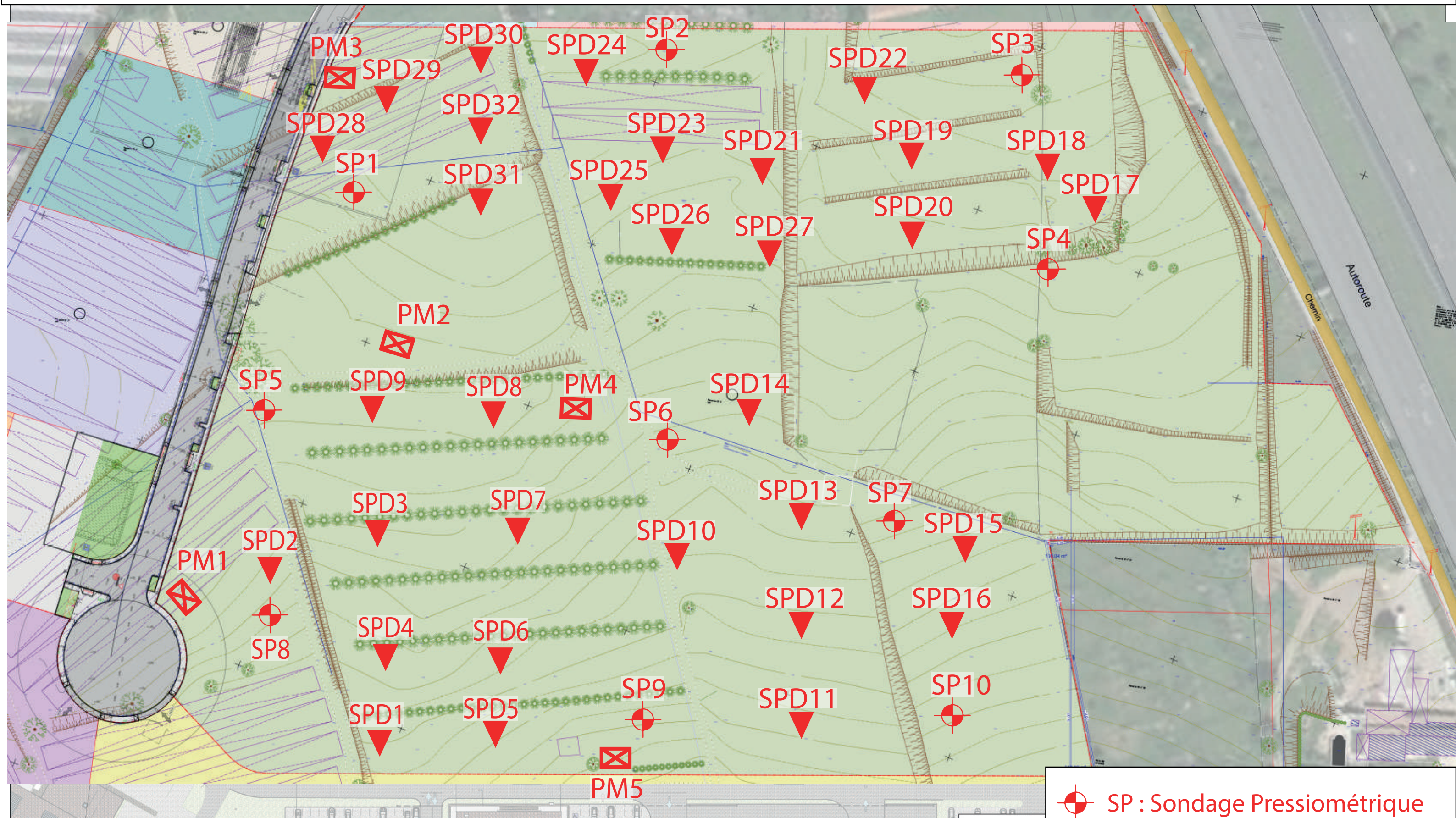
Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou 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).

ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

- Campagne d'investigations ALIOS 2023 ;
- Campagne d'investigations GINGER CEBTP 2025 ;
- Plan d'implantation global

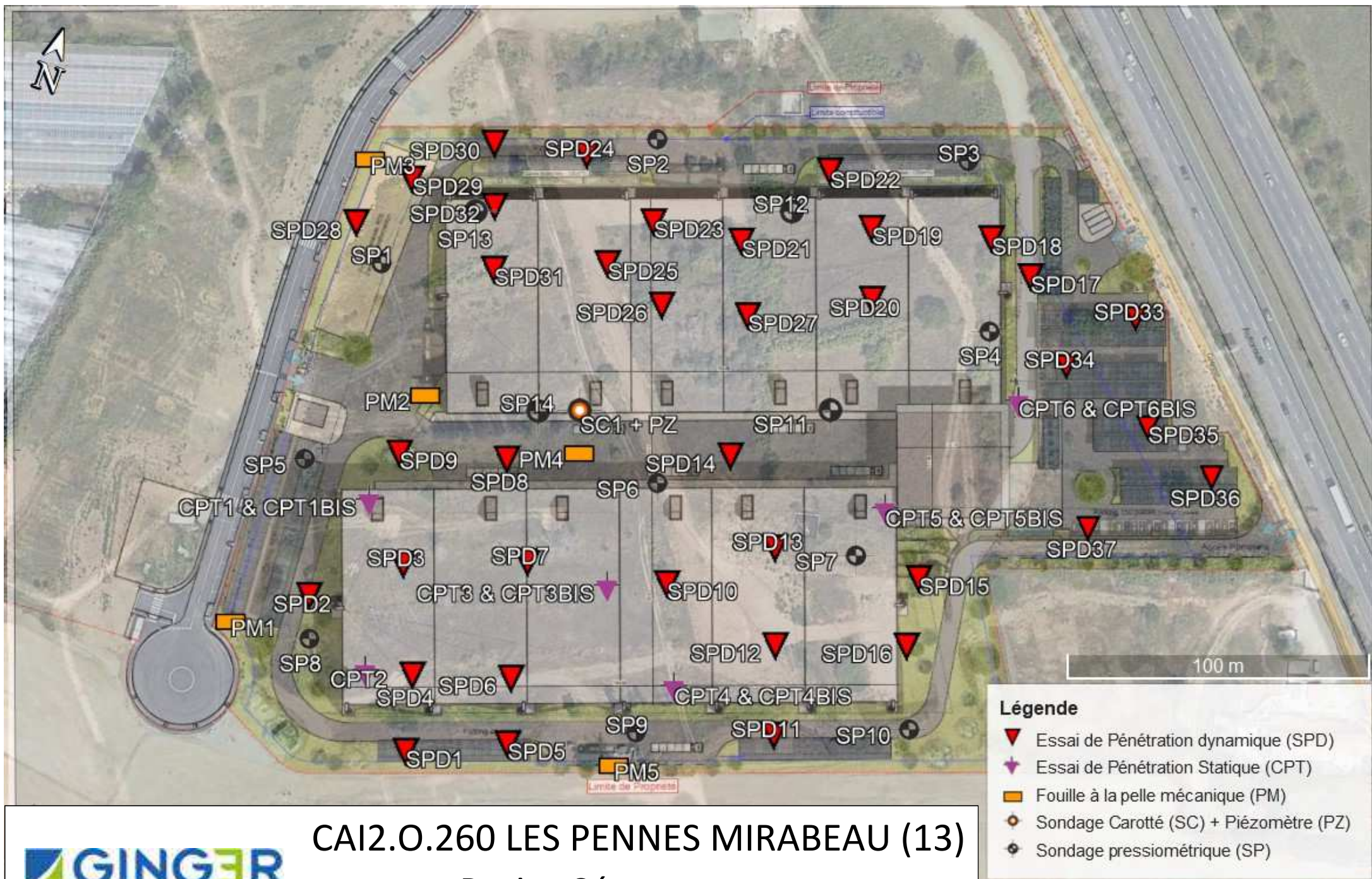
IMPLANTATION DES SONDAGES SUR PLAN TOPOGRAPHIQUE



-  SP : Sondage Pressiométrique
-  SPD : Sondage au Pénétromètre Dynamique
-  PM : Fouilles à la pelle mécanique

PLAN D'IMPLANTATION





CAI2.O.260 LES PENNES MIRABEAU (13)

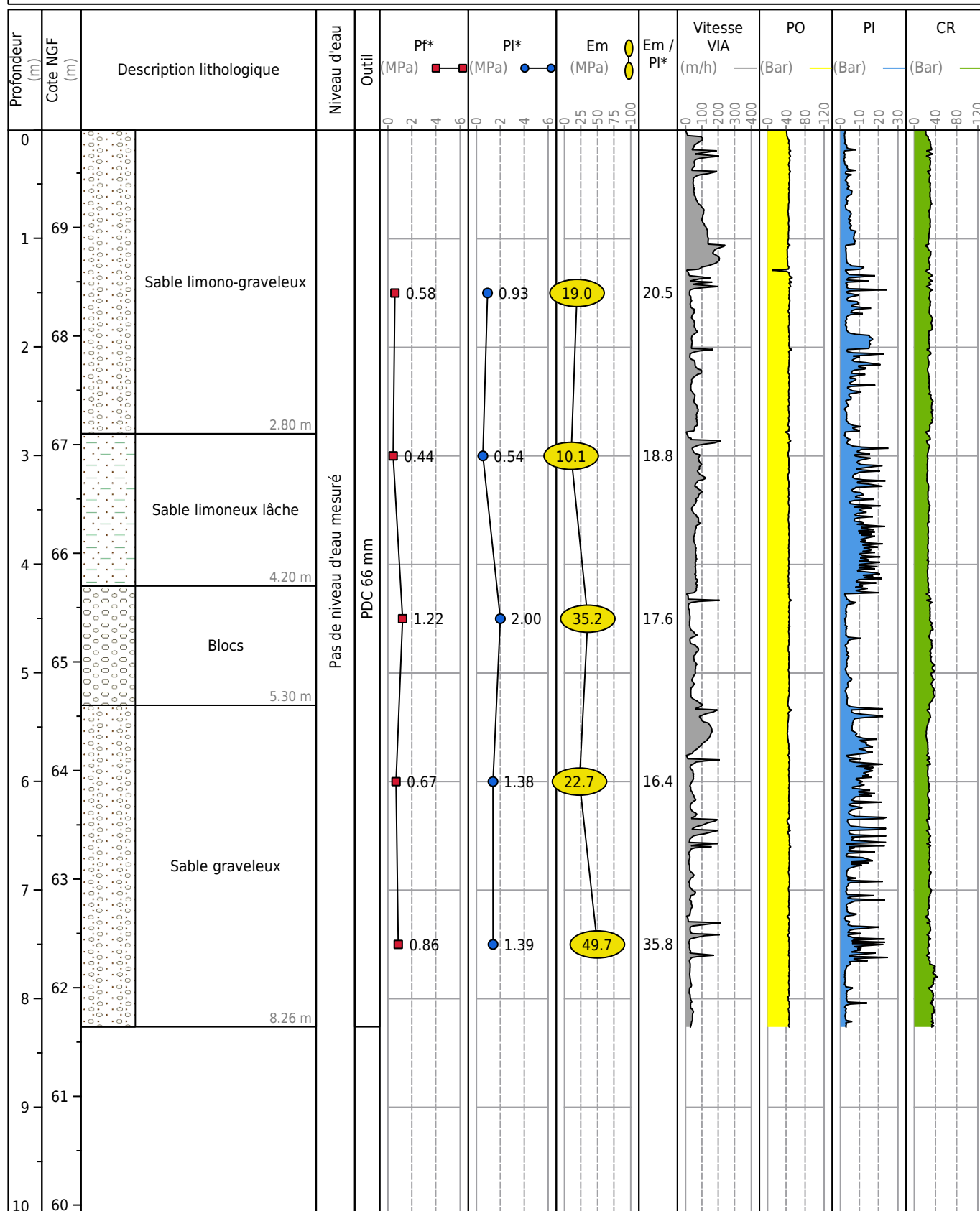
Projet Cézanne

Plan d'implantation des sondages

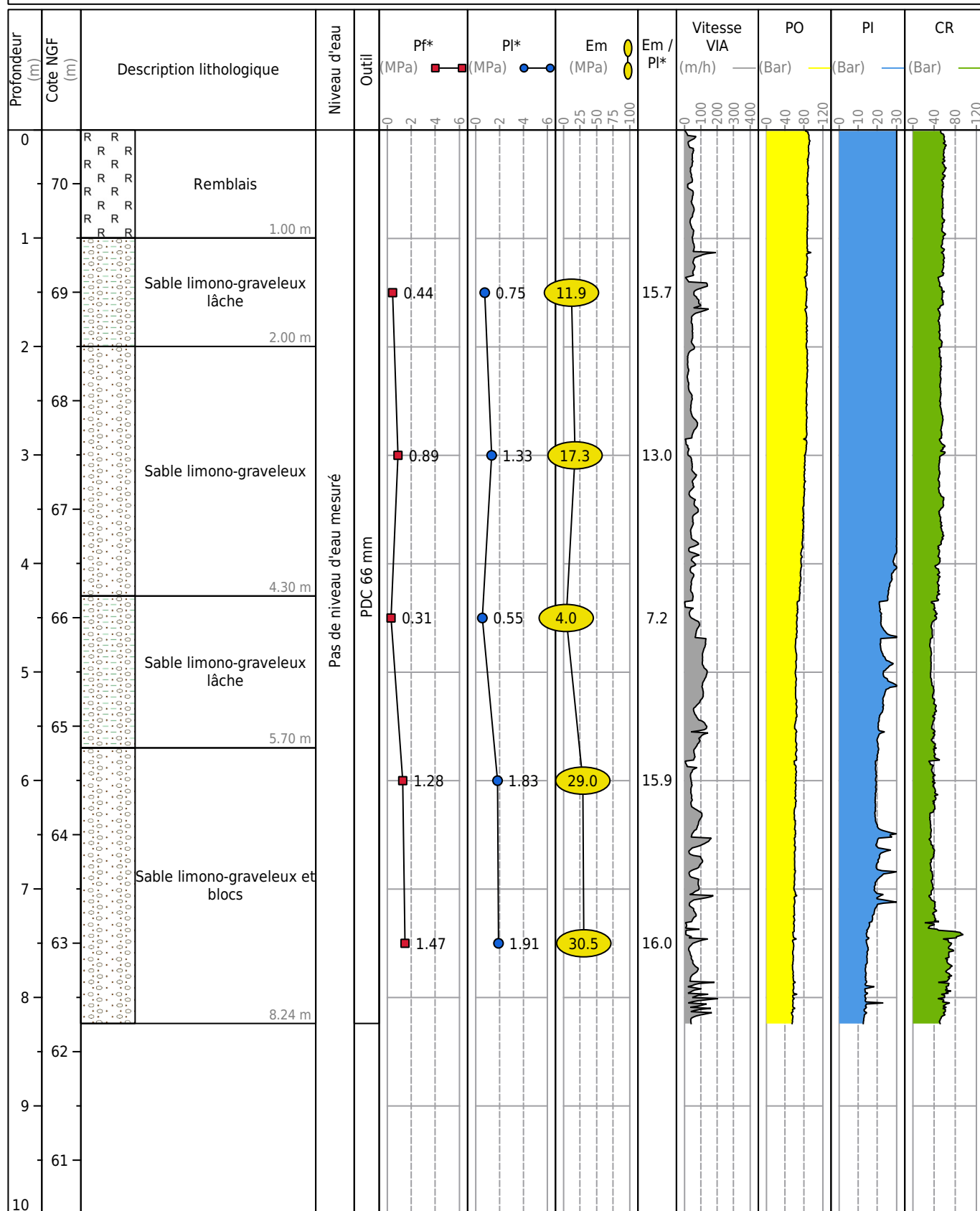
ANNEXE 3 – SONDAGES, ESSAIS IN-SITU ET LABORATOIRE ALIOS 2023

- Sondages destructifs :
 - Coupes des sondages destructifs,
 - Niveau d'eau éventuel,
 - Courbes pressiométriques éventuelles (p_i^* , p_i^* , E_M et E_M/p_i^*),
 - Diagrammes des enregistrements de paramètres :
 - V.I.A. : vitesse instantanée d'avancement (m/h),
 - P.O. : pression sur l'outil (bars),
 - P.I. : pression d'injection (bars),
 - C.R. : couple de rotation (bars).
- Sondages à la pelle mécanique :
 - Coupes détaillée des sols,
 - Tenue des fouilles,
 - Niveau d'eau éventuel,
 - Prélèvements d'échantillons intacts et/ou remaniés,
 - Photographies des fouilles à la pelle et des matériaux extraits.
- Essais de pénétration dynamique :
 - Pénétrogrammes,
 - Niveau d'eau éventuel,
 - Coupes approximatives des sols éventuelles,
 - Valeurs de frottements éventuelles.

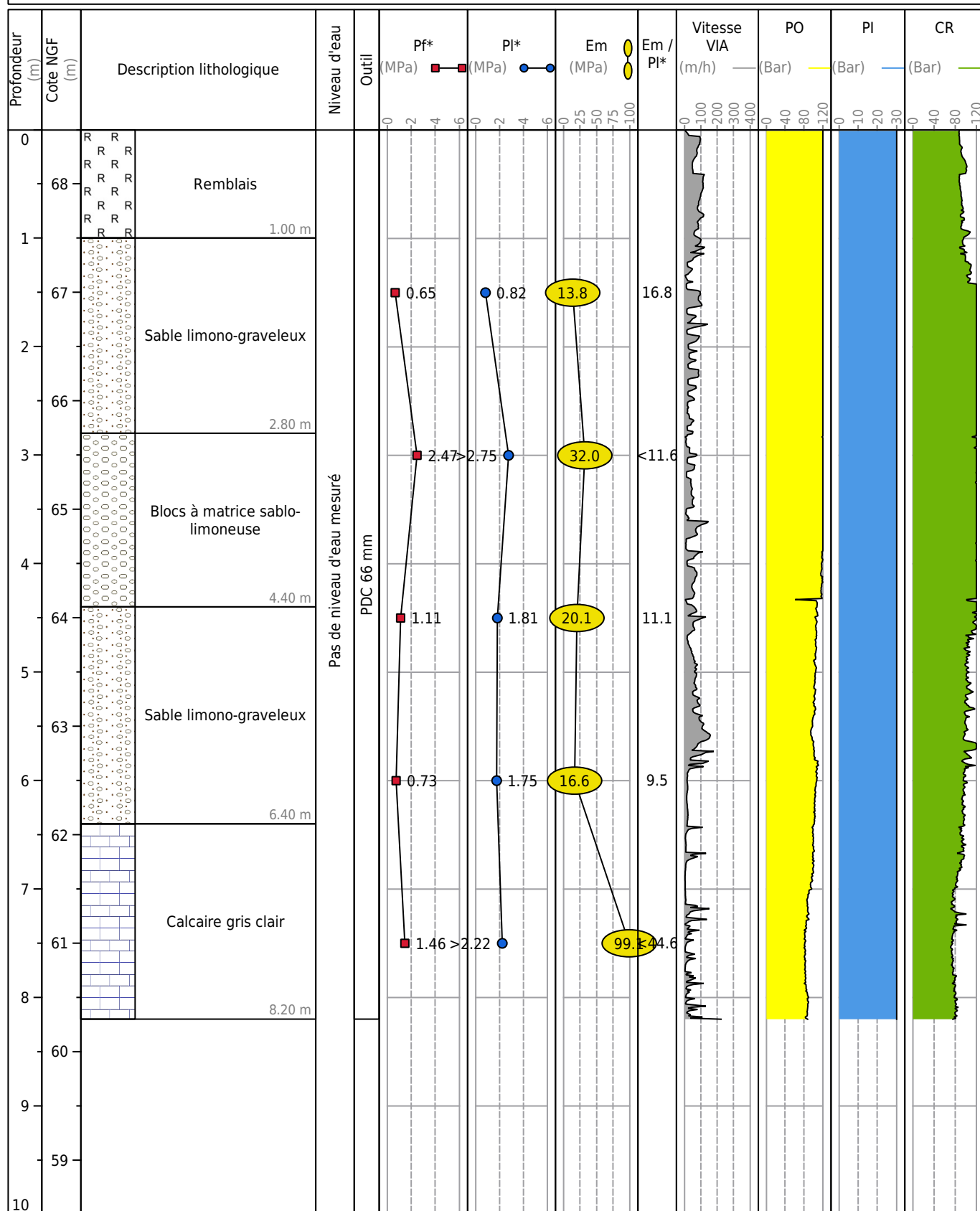
Z(NGF) : **69.90 m**



Obs. :

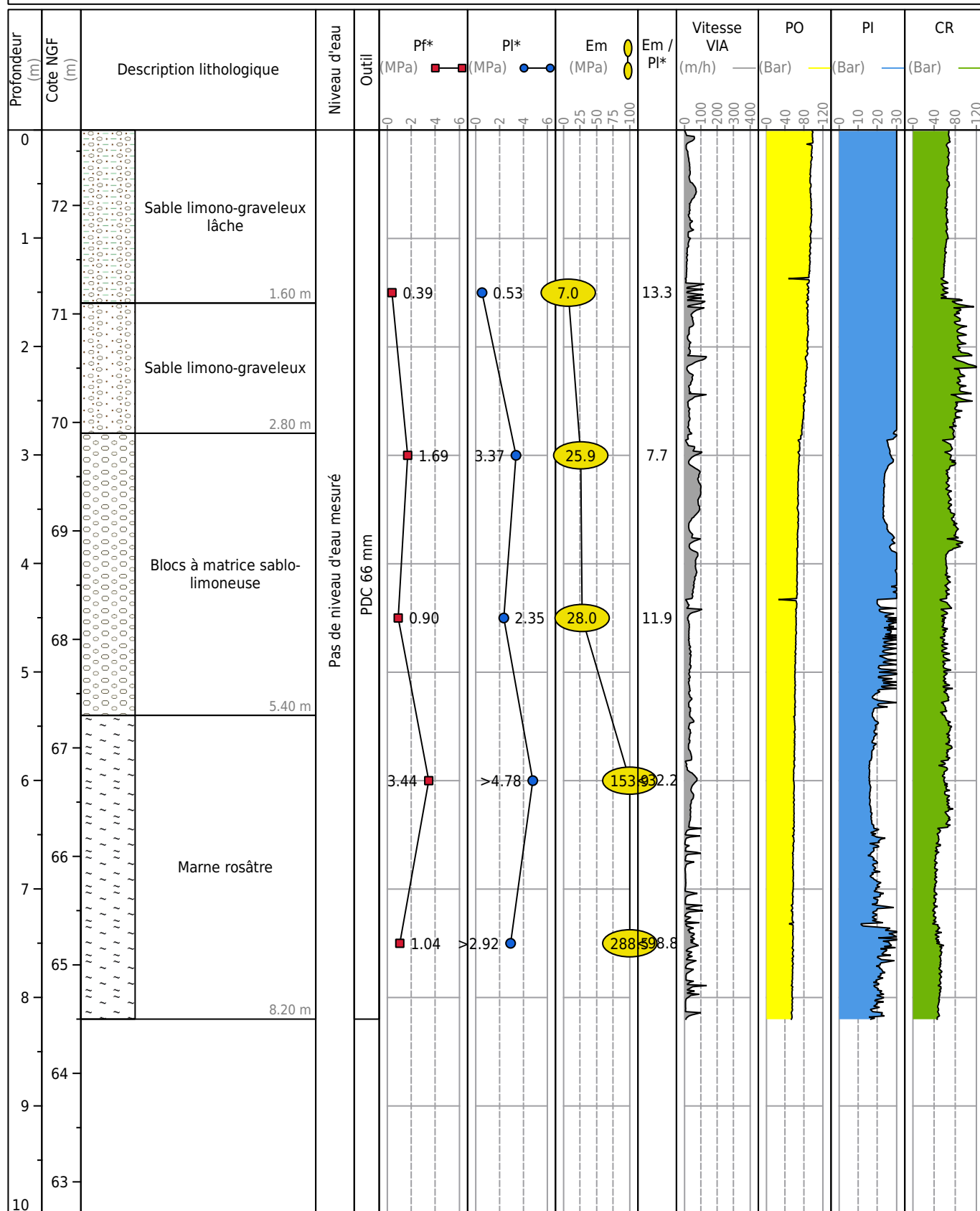


Obs. :



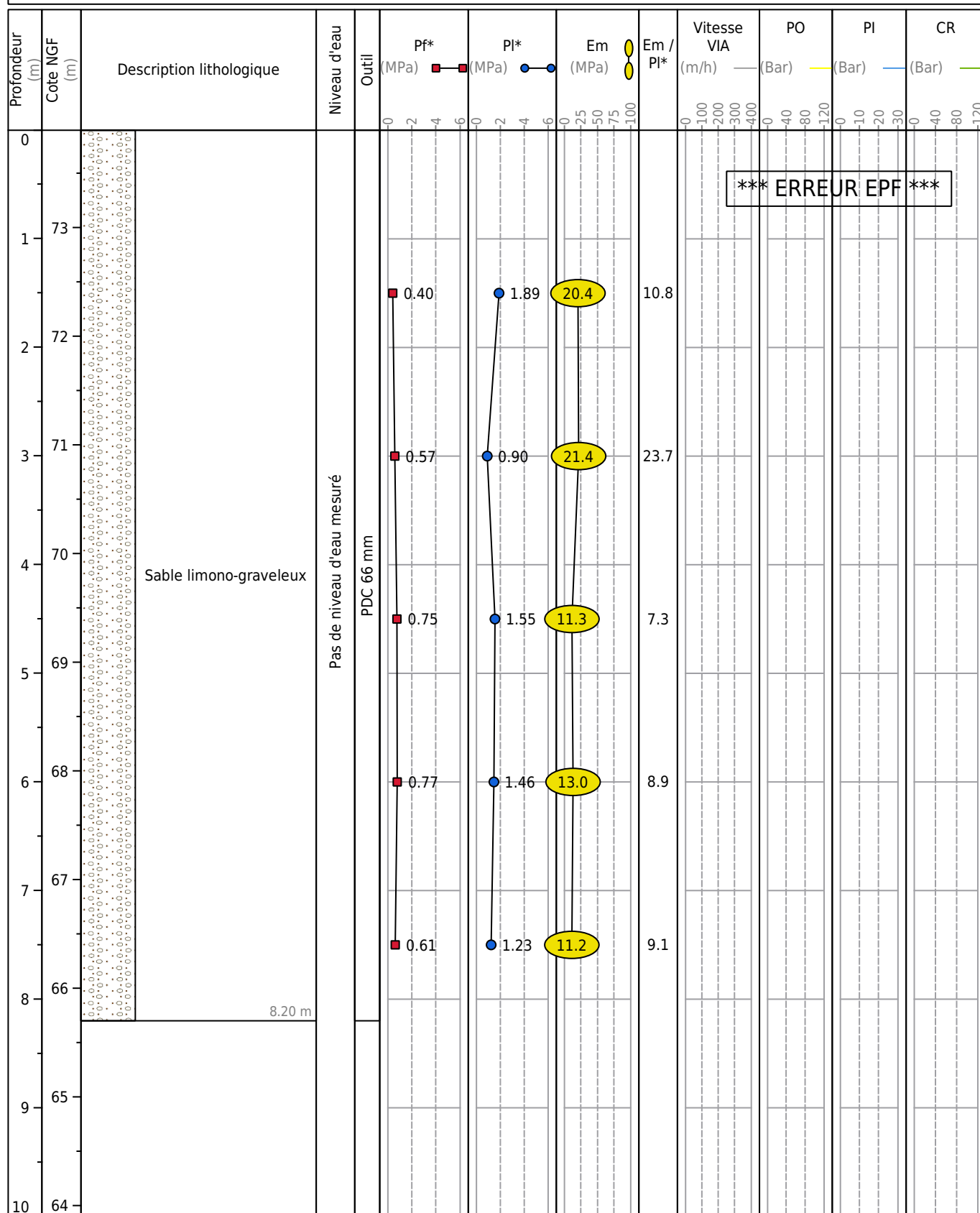
Obs. :

Z(NGF) : **72.70 m**



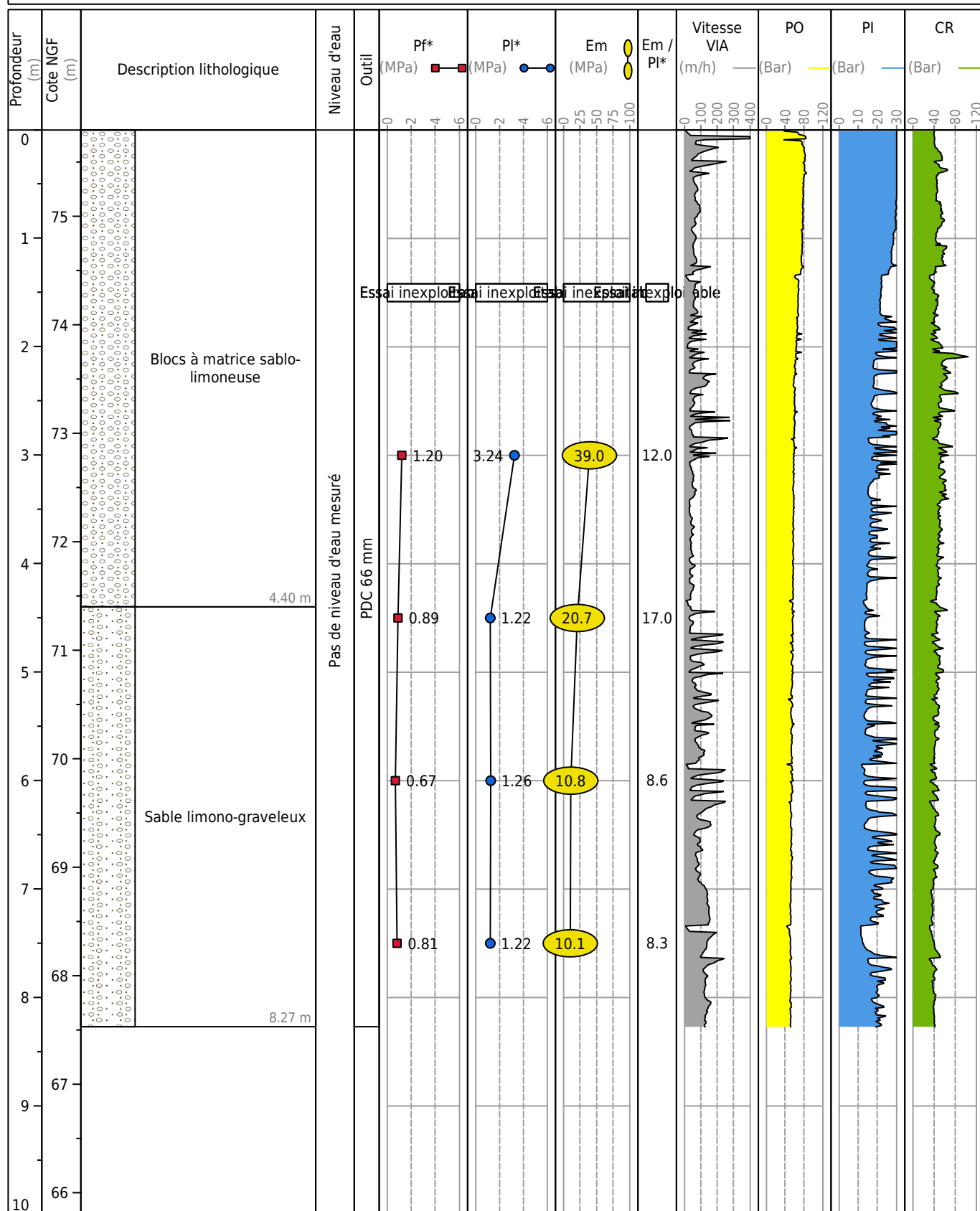
Obs. :

Z(NGF) : **73.90 m**



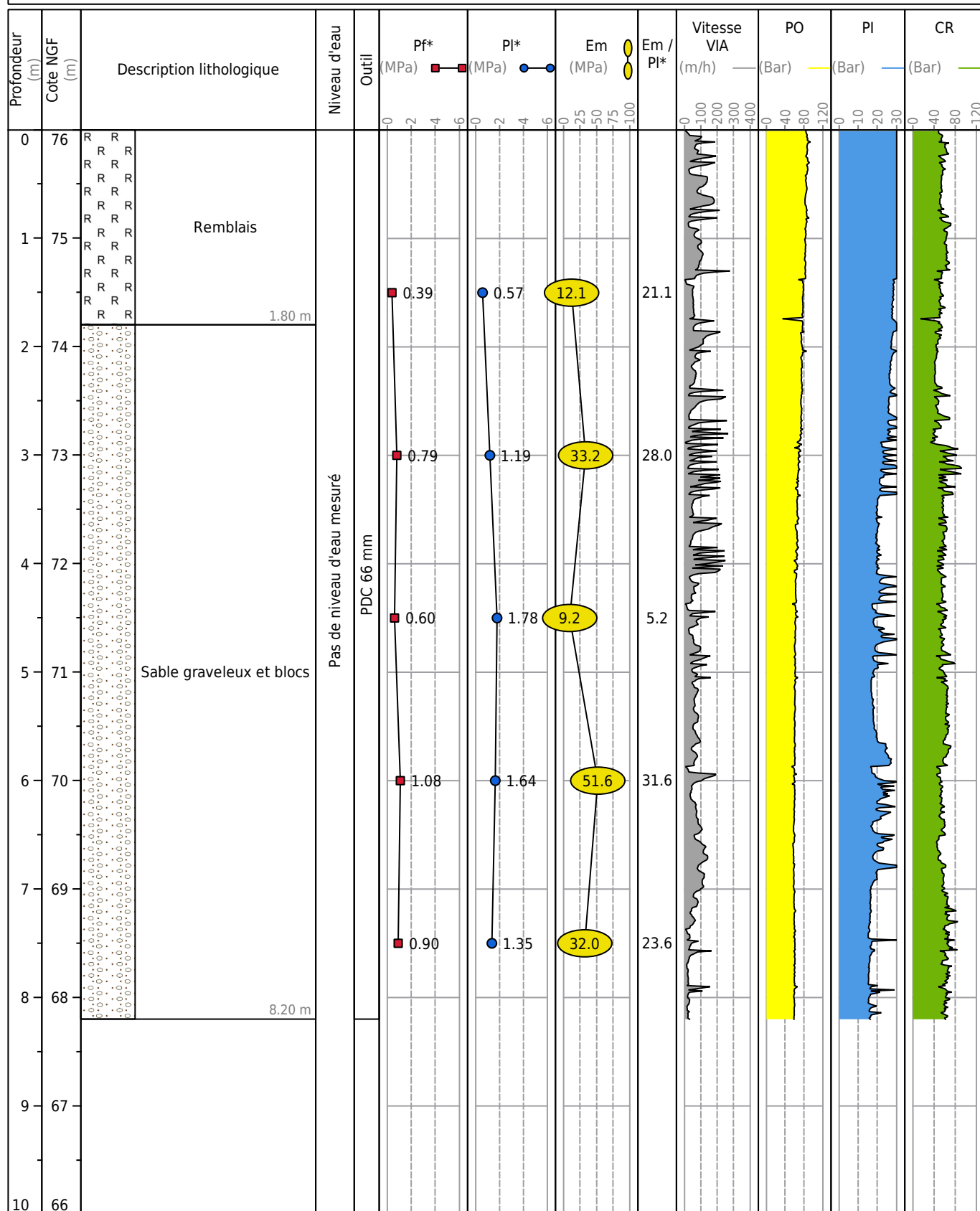
Obs. :

Z(NGF) : **75.80 m**

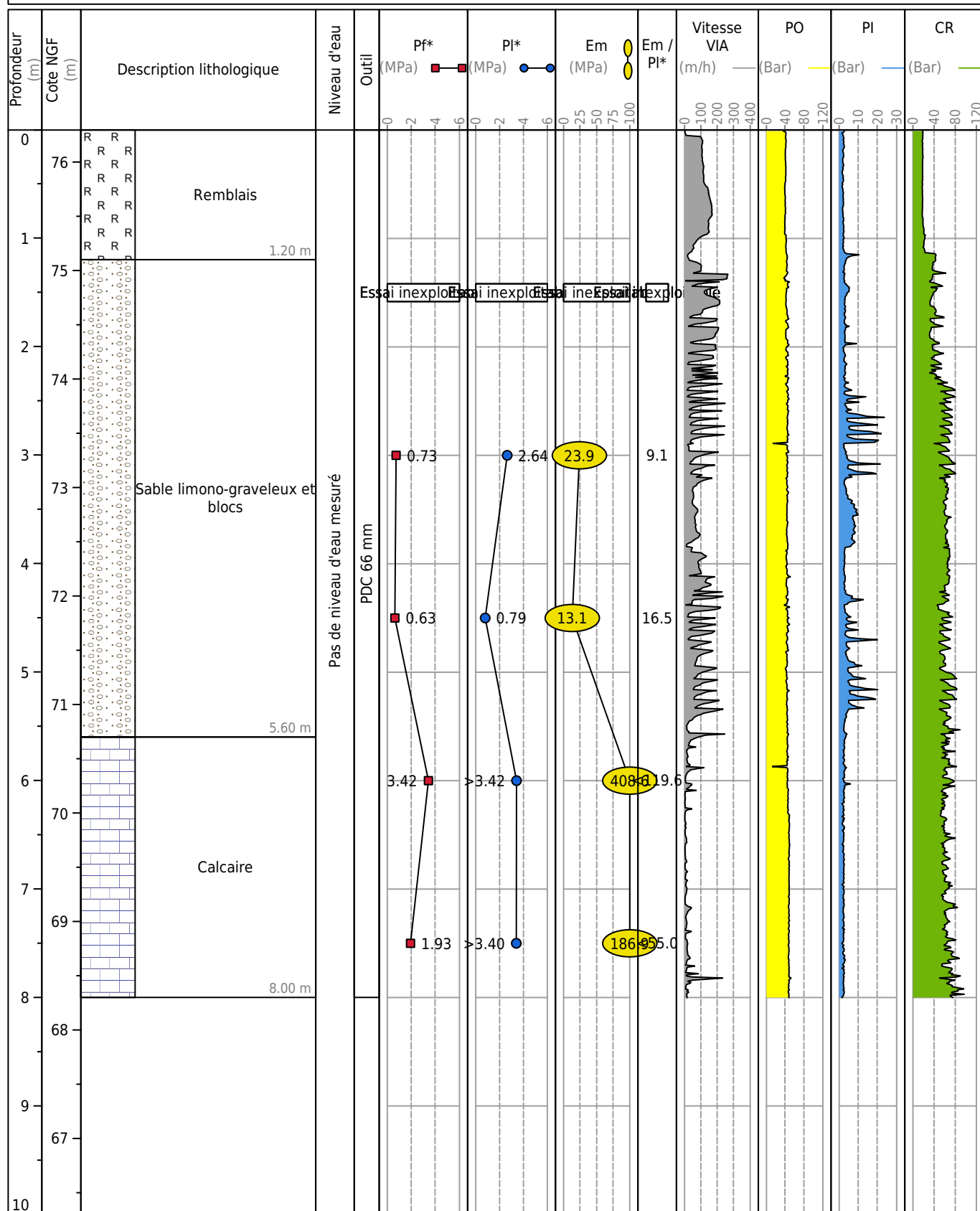


Obs. :

Z(NGF) : **76.00 m**

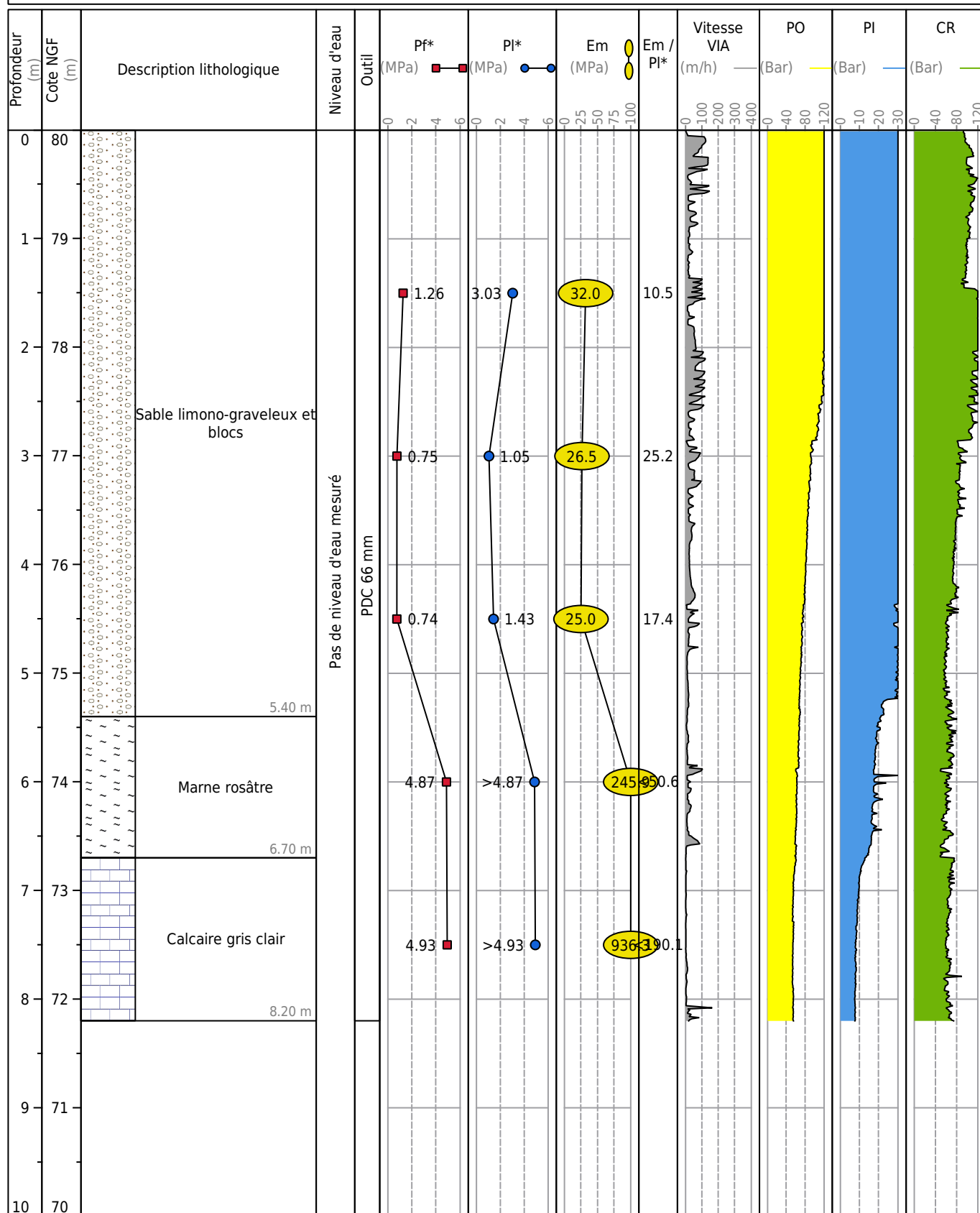


Obs. :

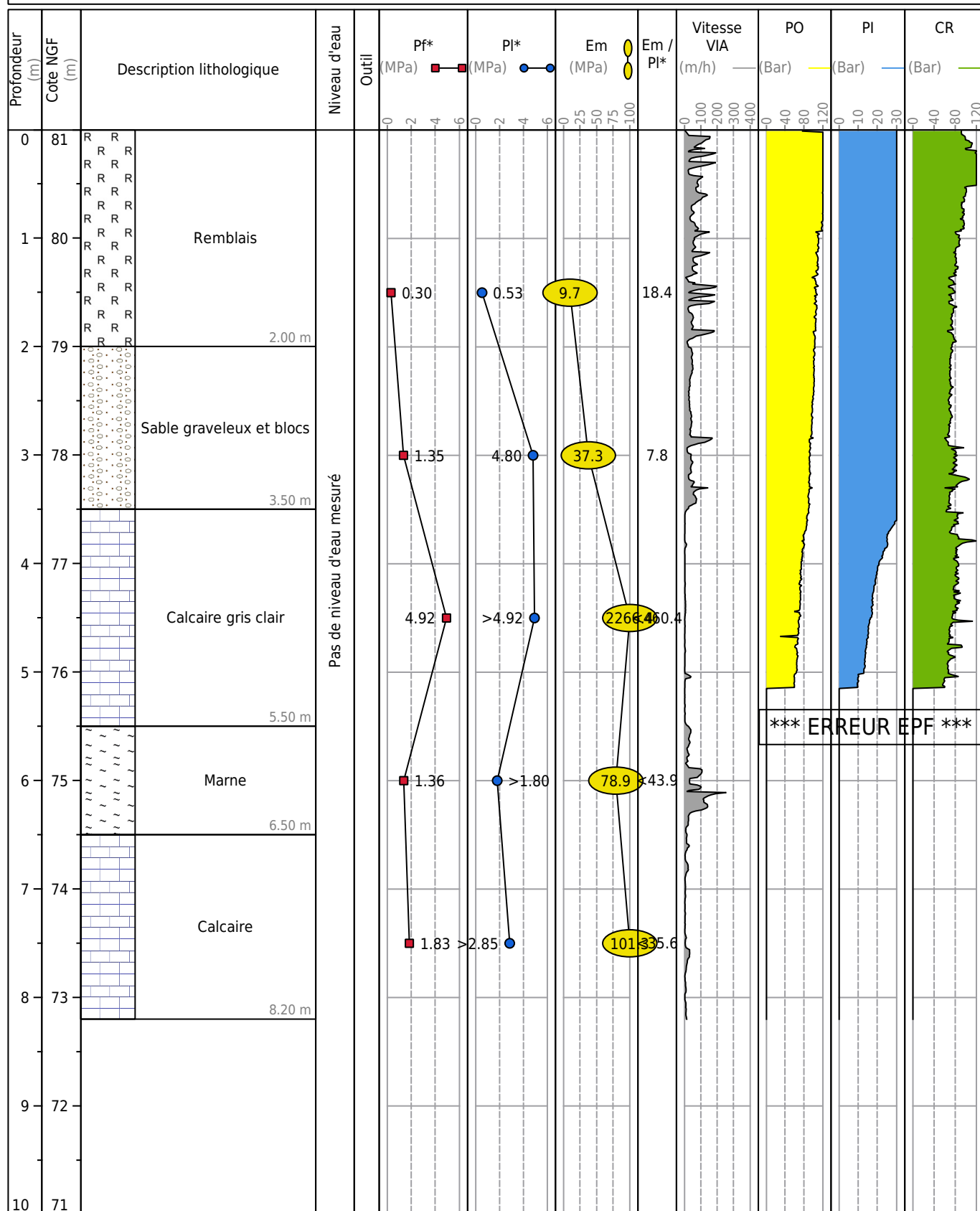


Obs. :

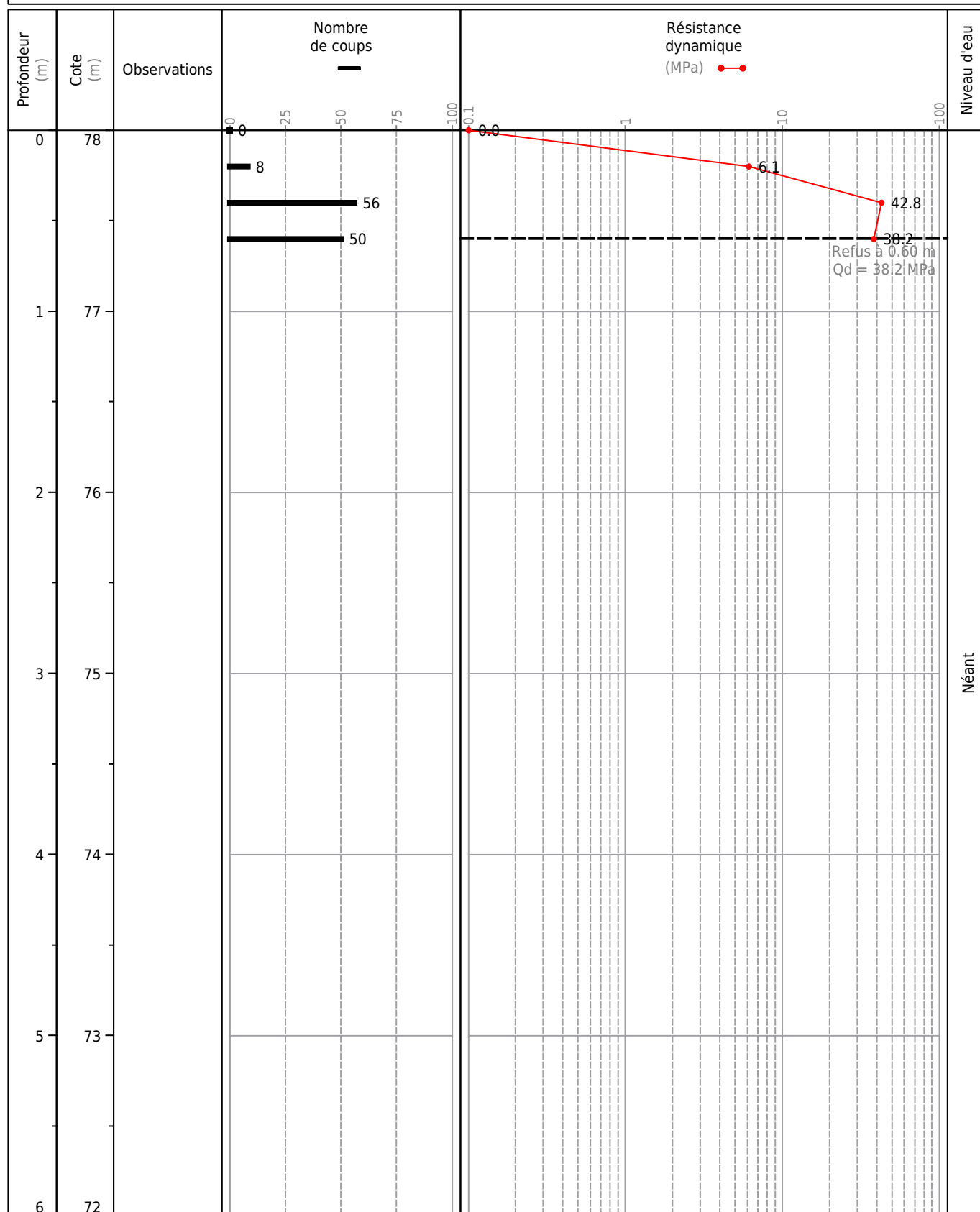
Z(NGF) : **80.00 m**



Obs. :



Obs. :



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

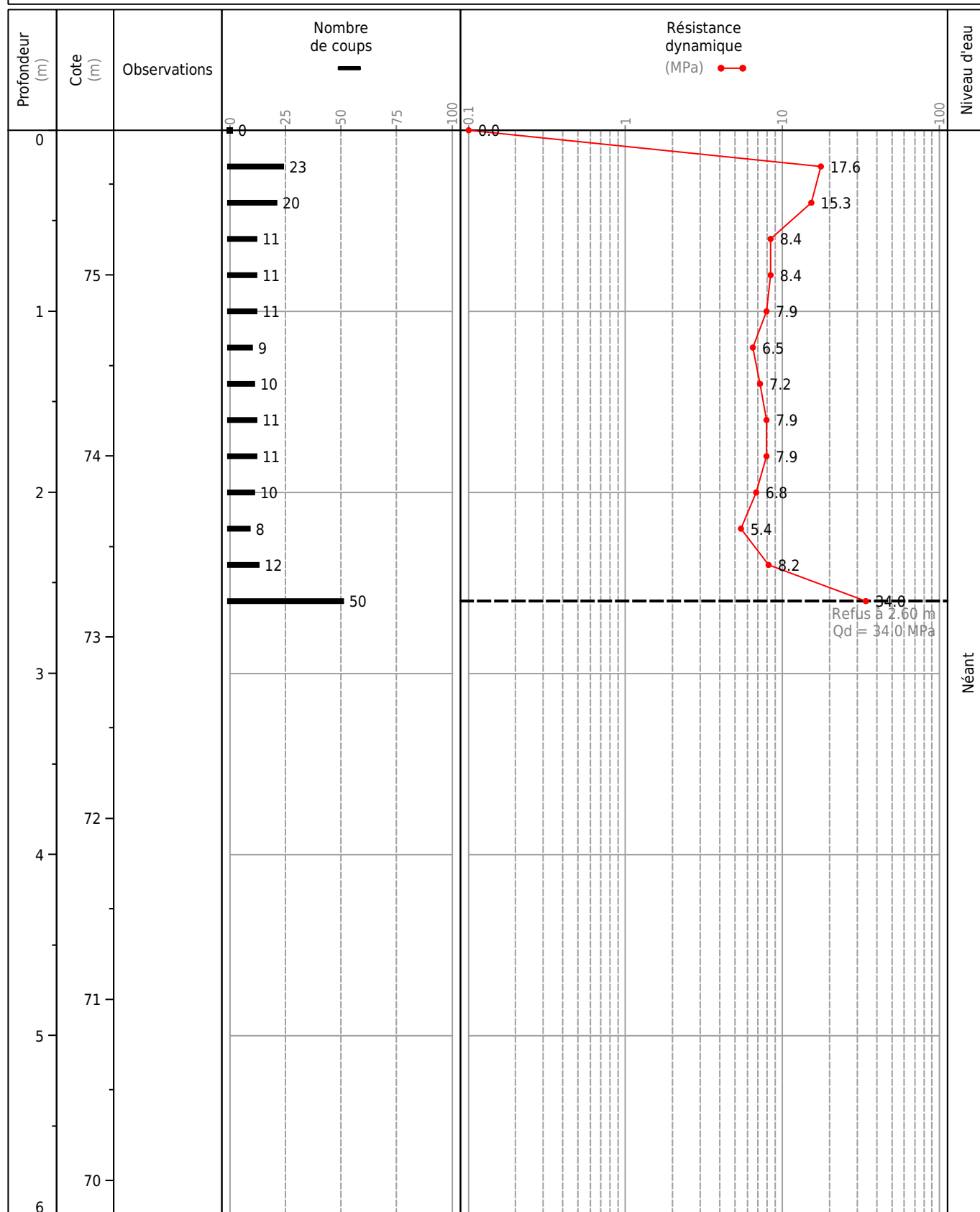
Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**

Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

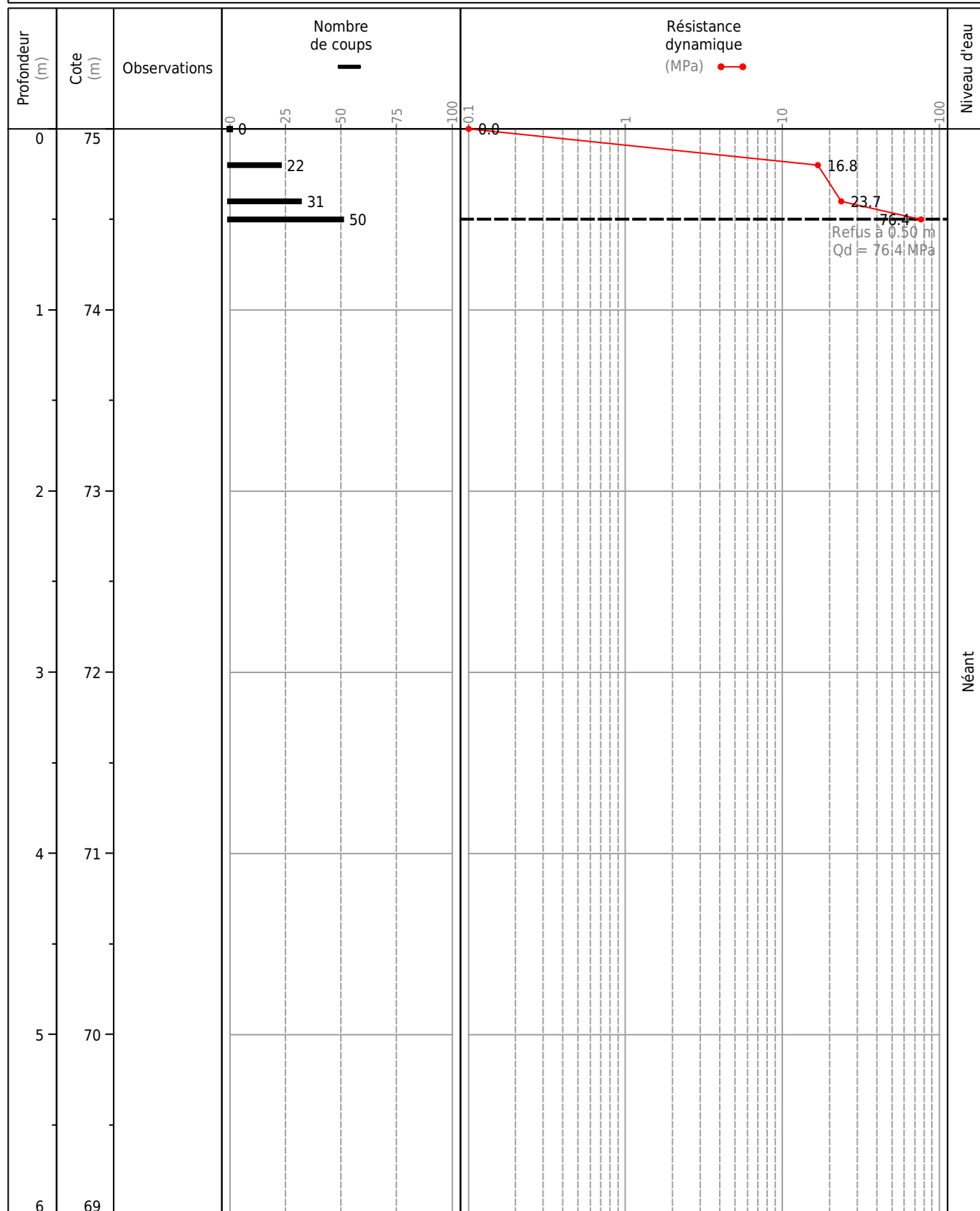
Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**

Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

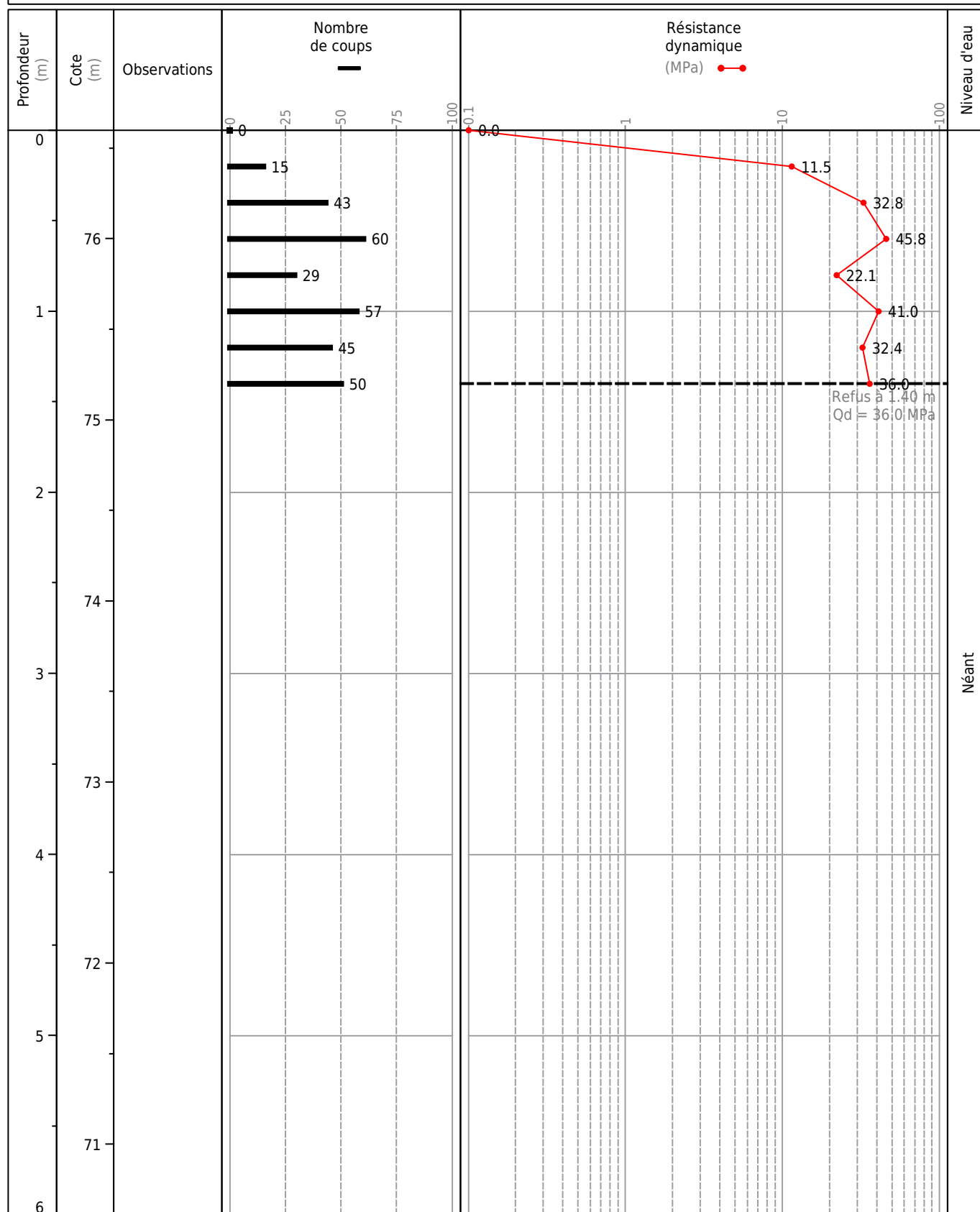
Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**

Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

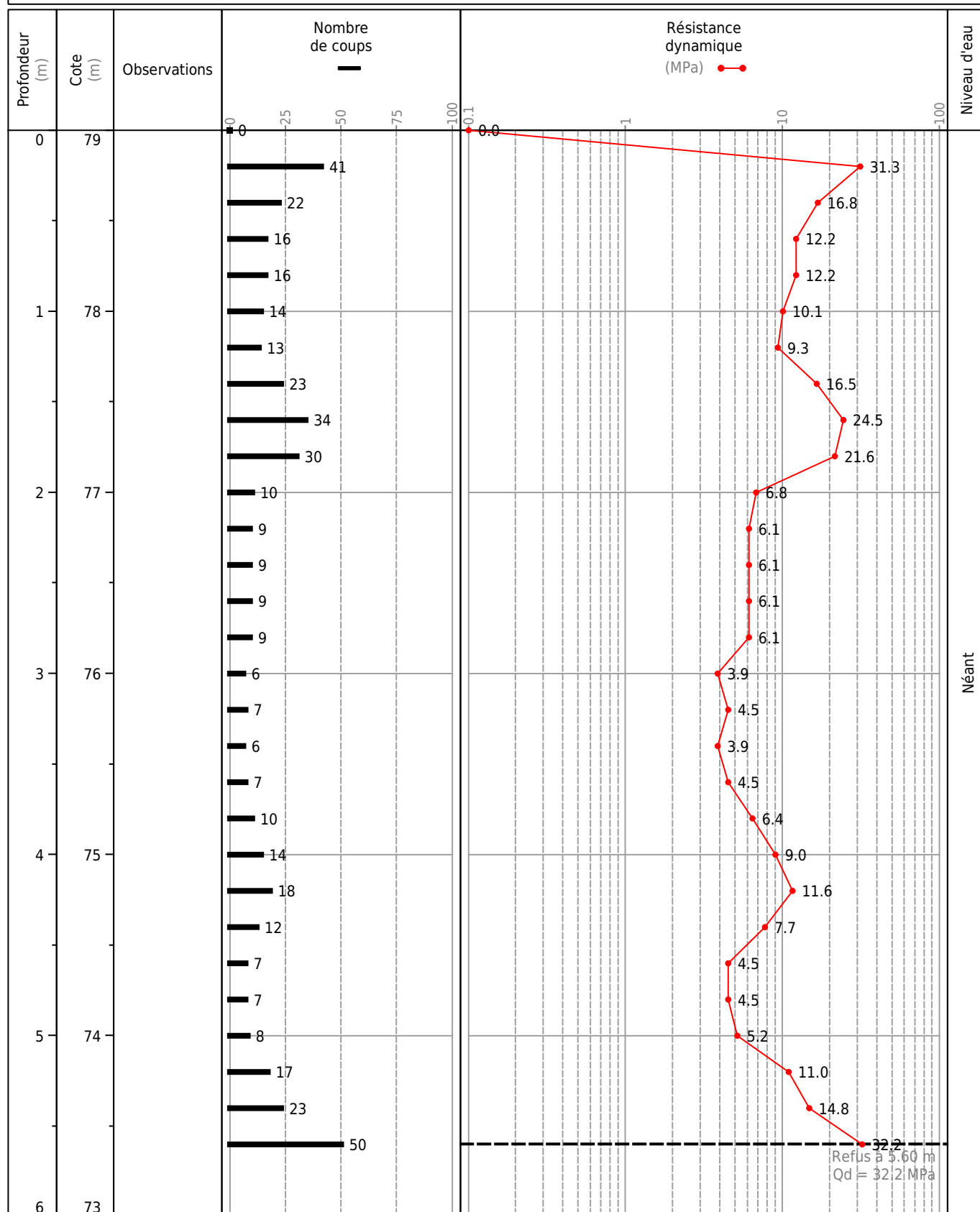
Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**

Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

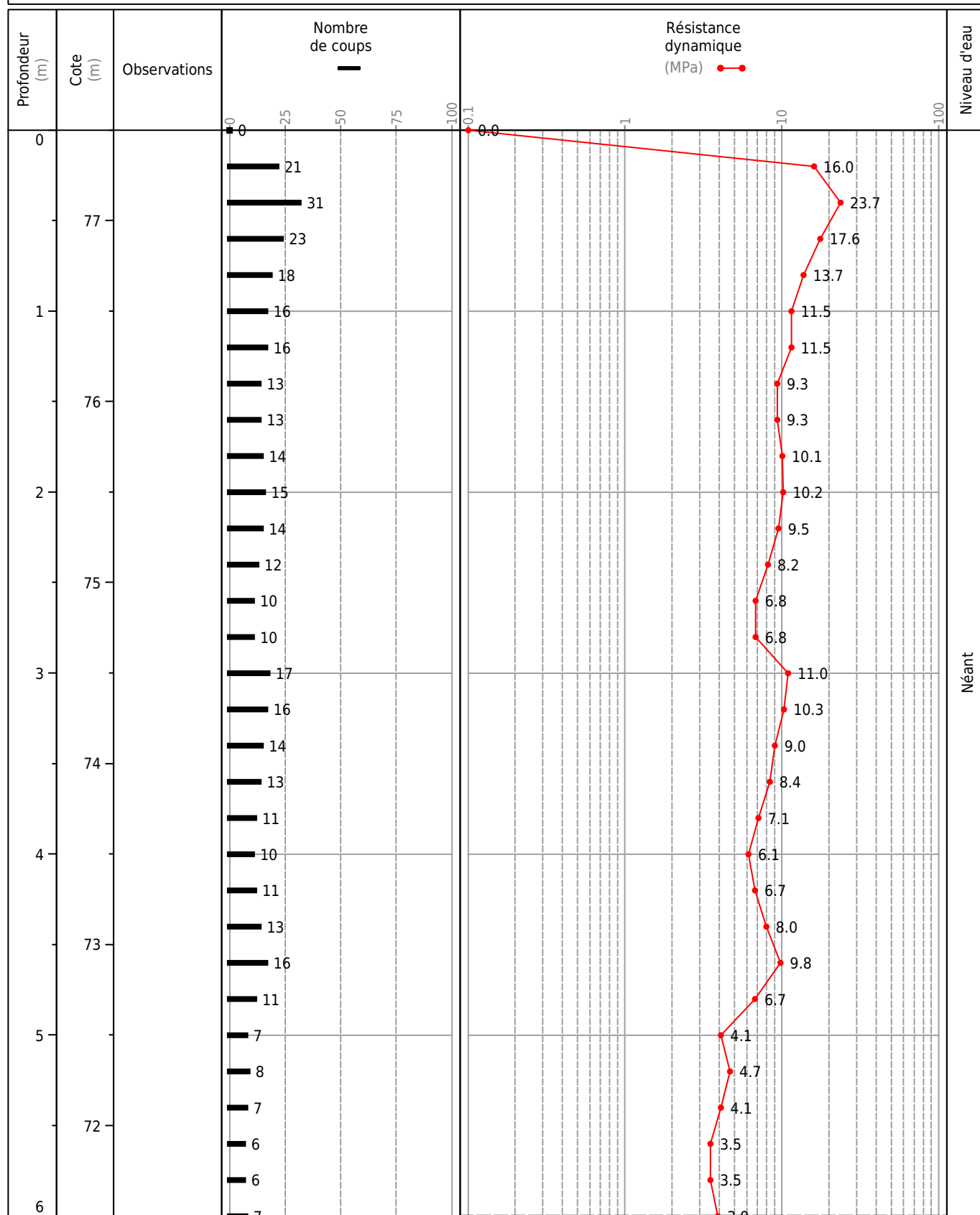
Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**

Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**



Section de la pointe (Sp) : 20 cm²

Masse de l'enclume (Me) : 21 kg

Hauteur de chute (H) : 75 cm

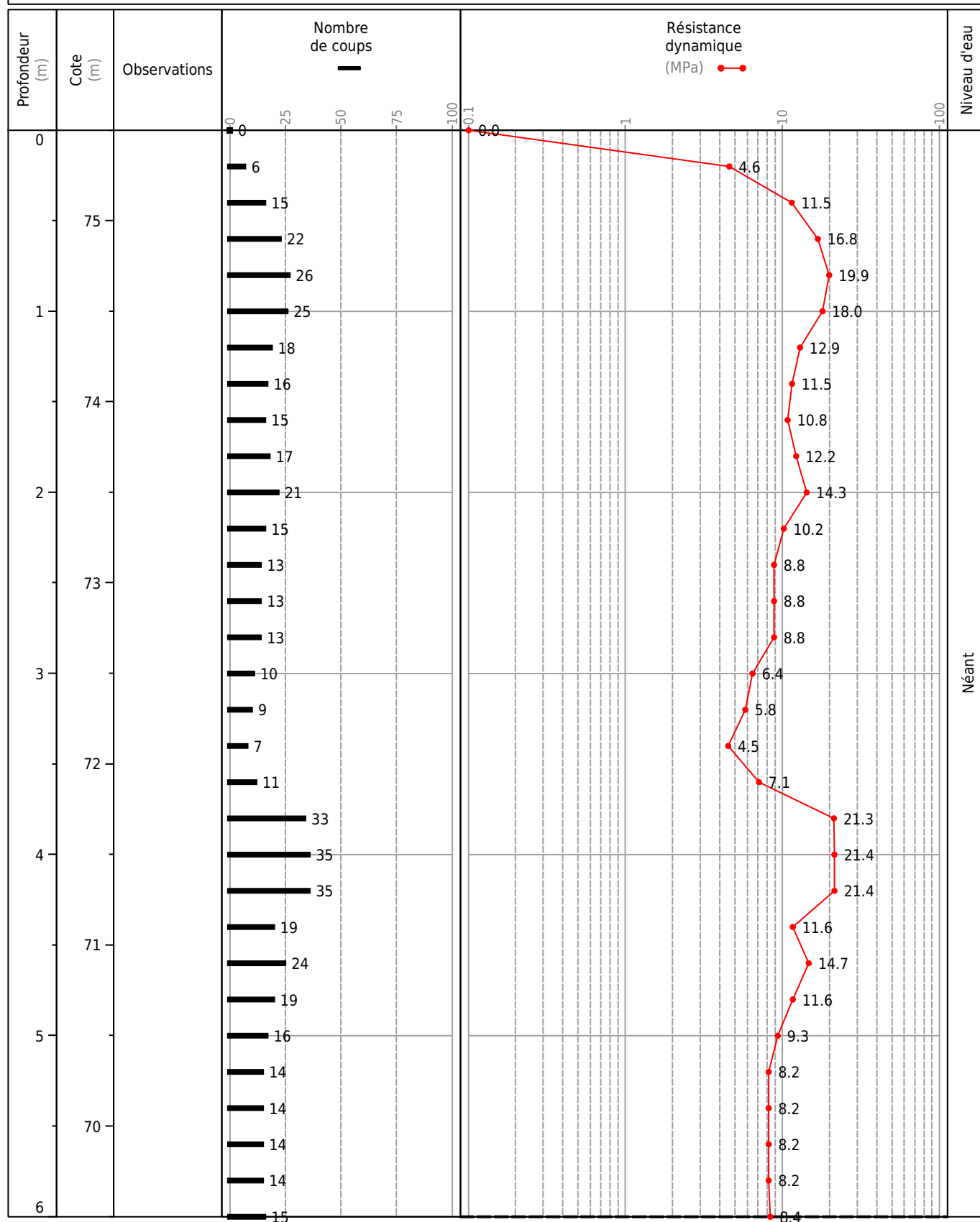
Masse de la pointe (Mp) : 0.632 kg

Masse du mouton (M) : 63.5 kg

Masse d'une tige (Mt) : 6 kg

Refus à 6.00 m

Q_{cd} = 3.9 MPa



Section de la pointe (Sp) : 20 cm²

Masse de l'enclume (Me) : 21 kg

Hauteur de chute (H) : 75 cm

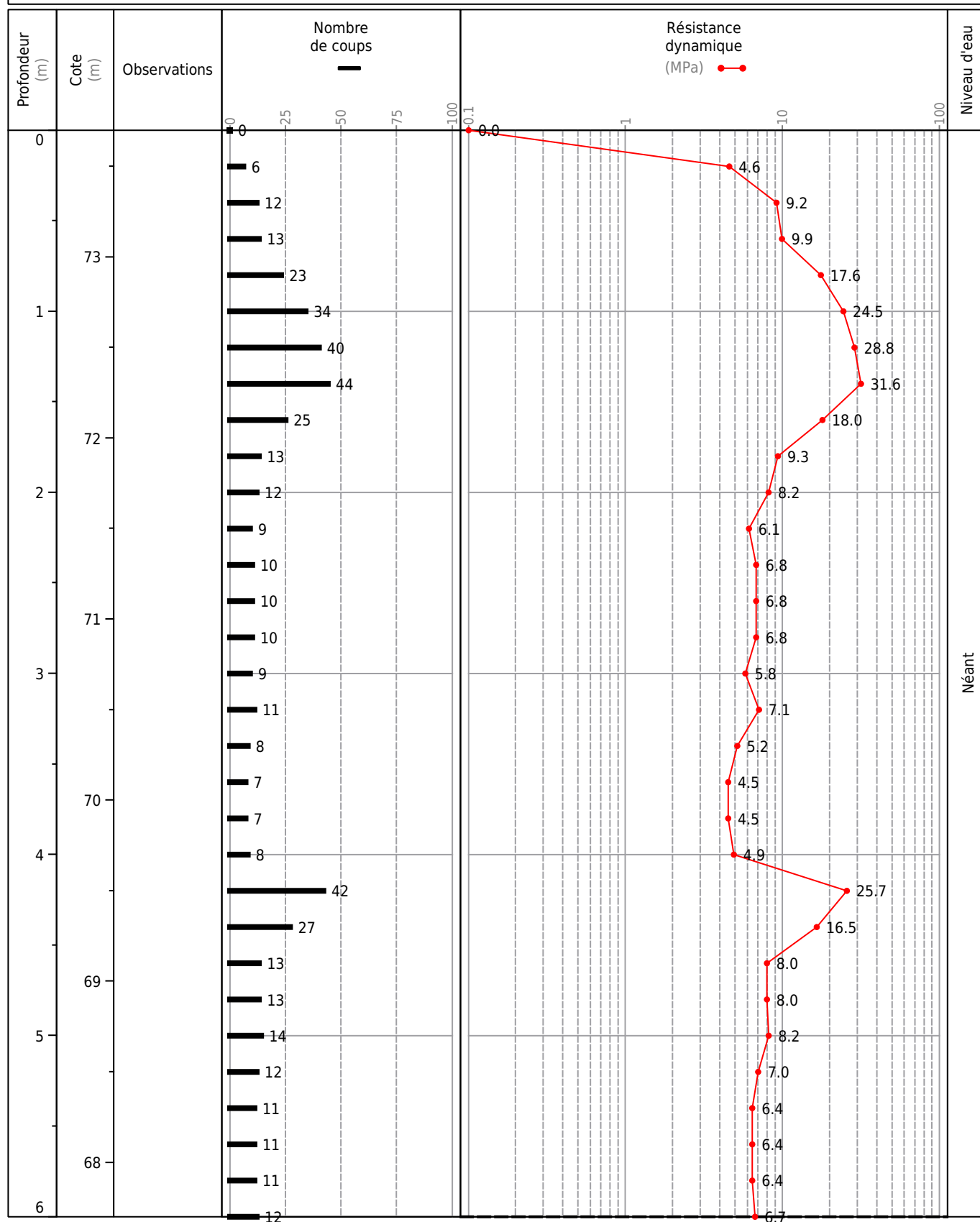
Masse de la pointe (Mp) : 0.632 kg

Masse du mouton (M) : 63.5 kg

Masse d'une tige (Mt) : 6 kg

Refus à 6.00 m

Qd = 8.4 MPa



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**

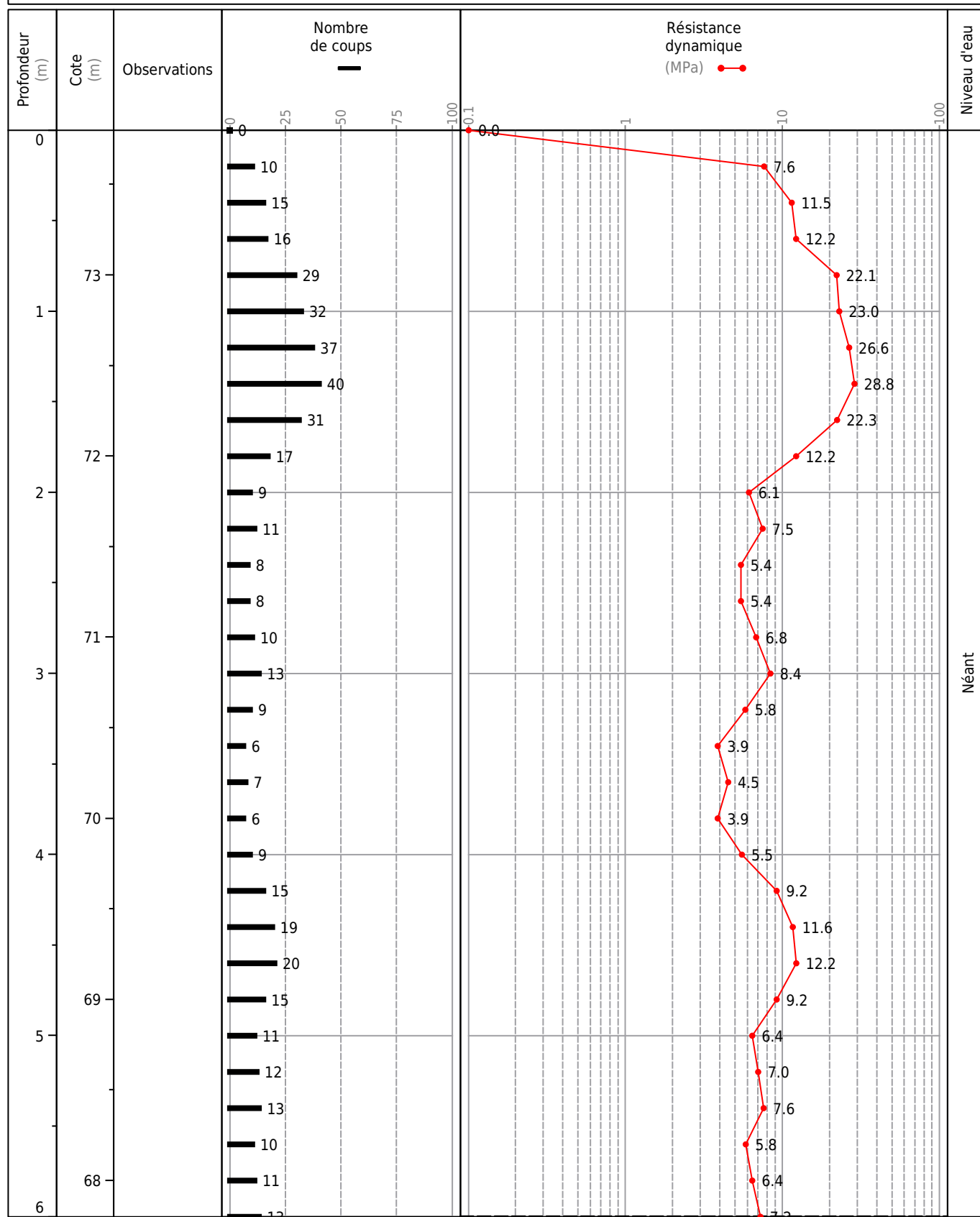
Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**

Refus à 6.00 m

Q_{cd} = 6.7 MPa



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**

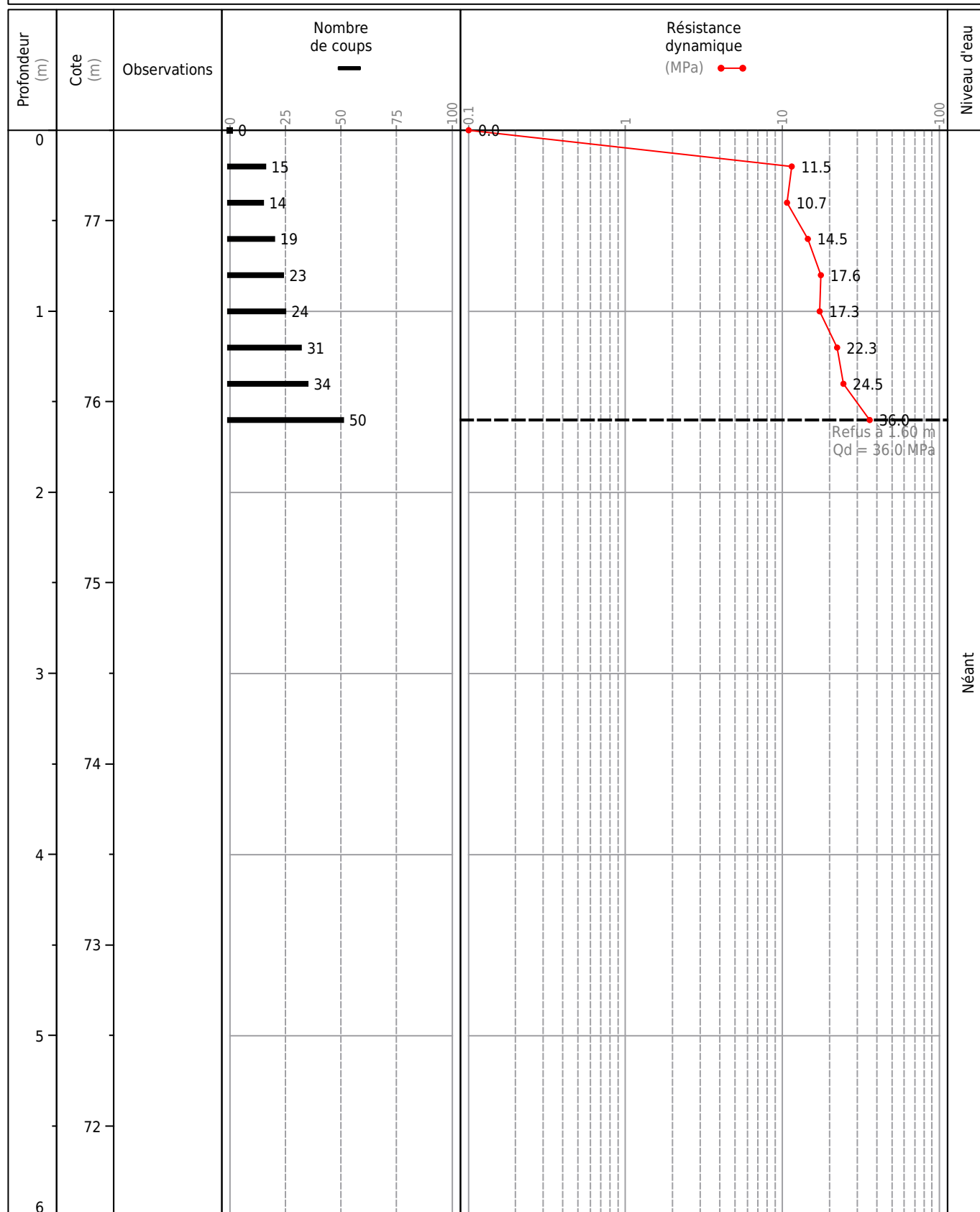
Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**

Refus à 6.00 m

Qd = 7.2 MPa



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

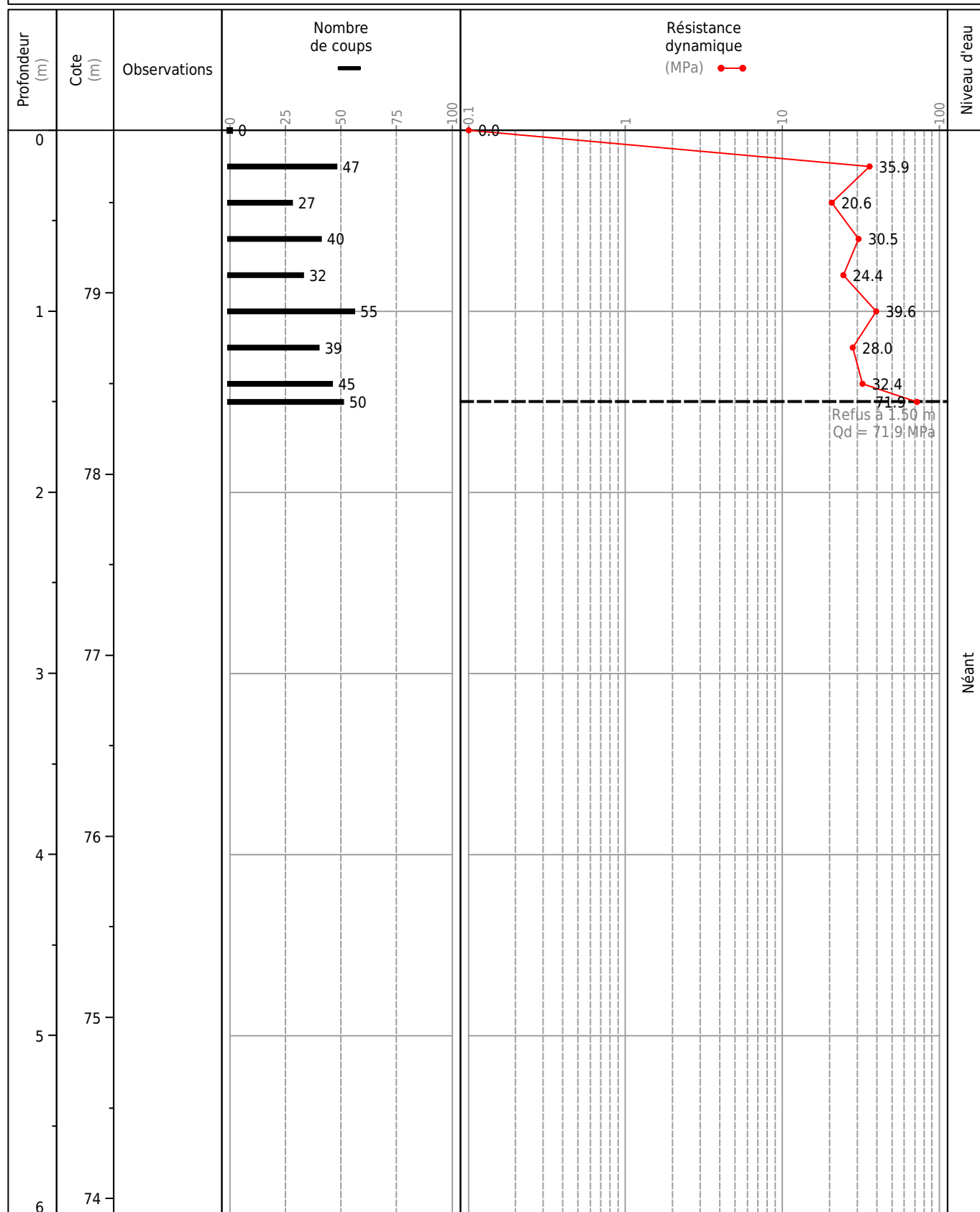
Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**

Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

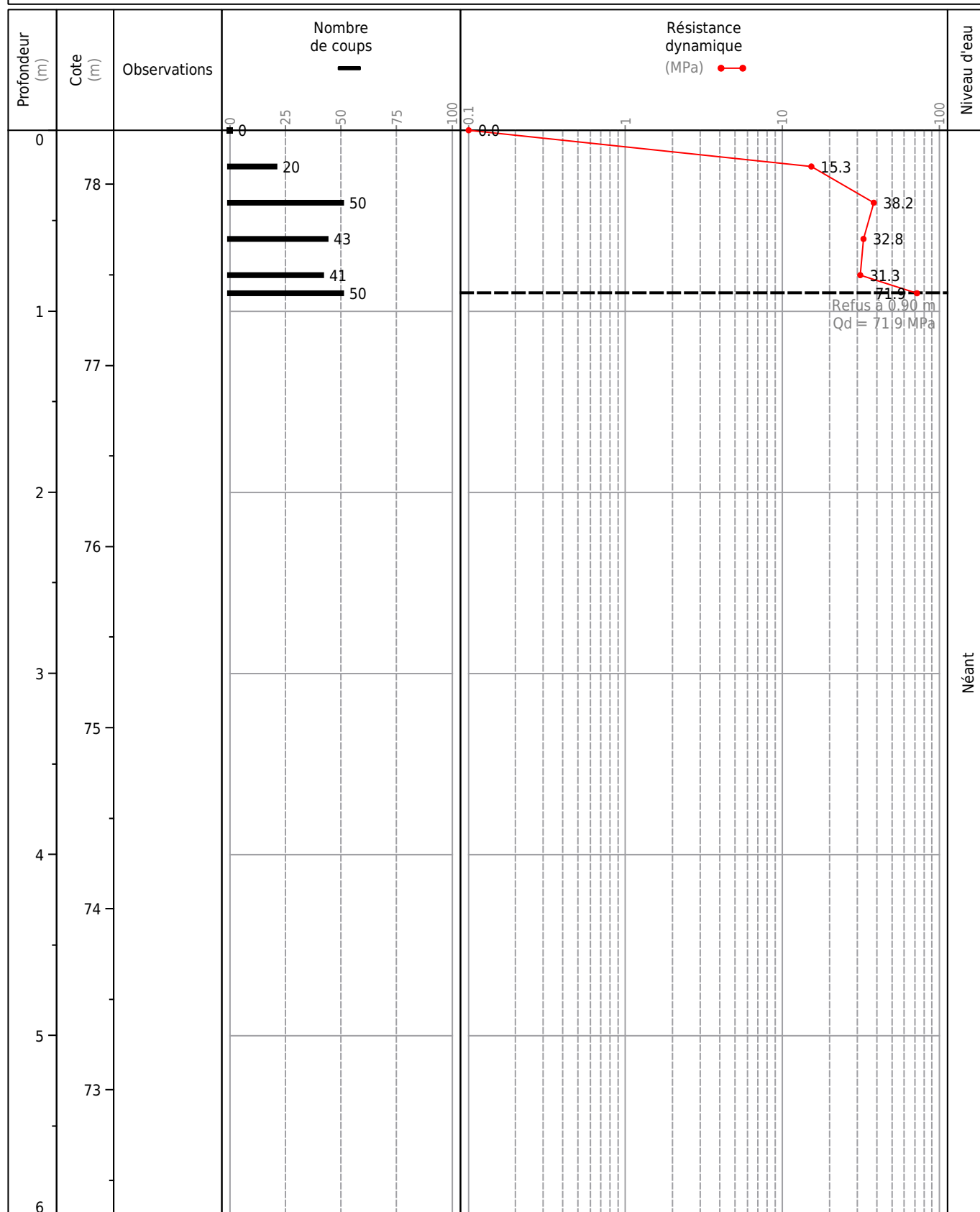
Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**

Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**



Section de la pointe (Sp) : 20 cm²

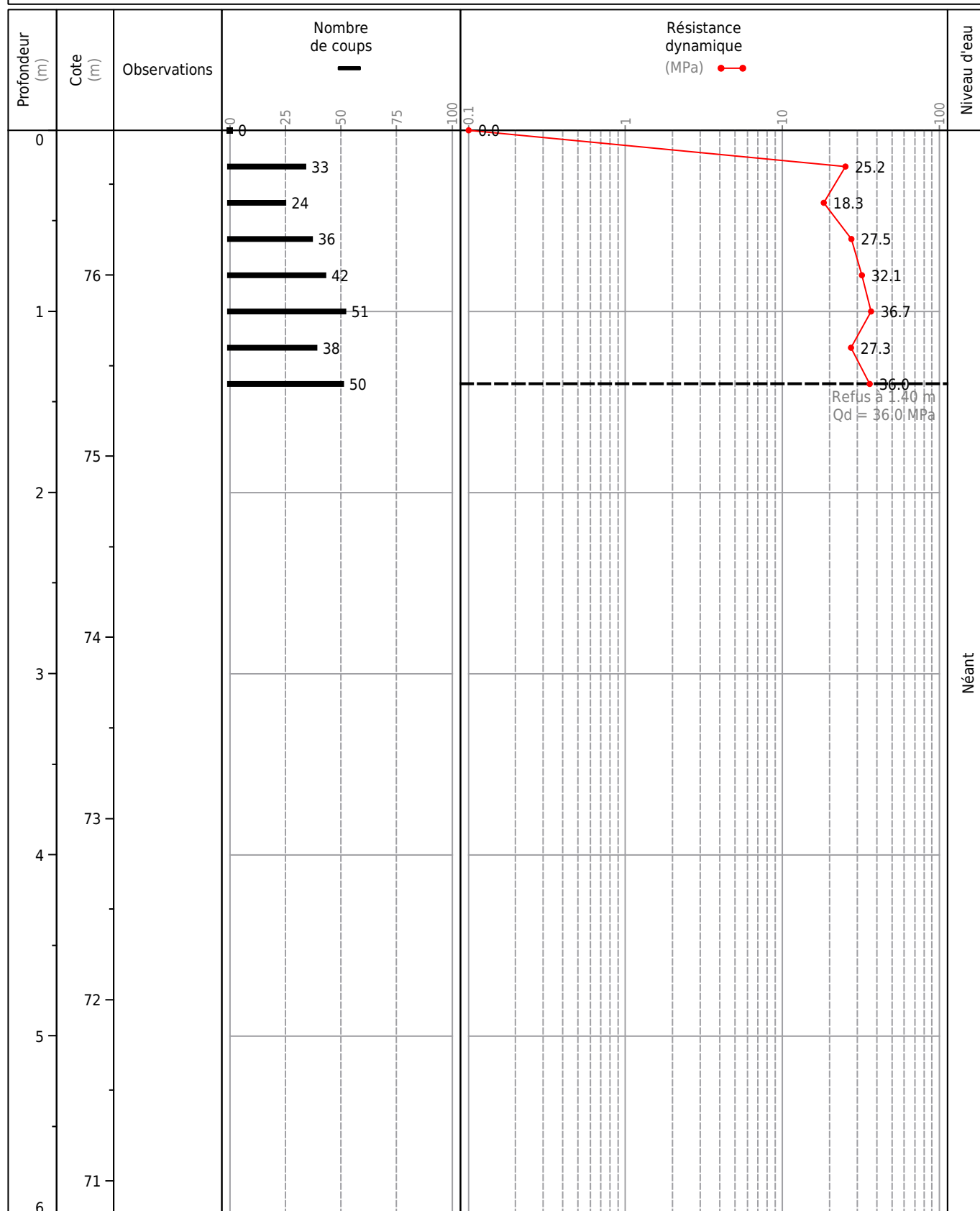
Masse de l'enclume (Me) : 21 kg

Hauteur de chute (H) : 75 cm

Masse de la pointe (Mp) : 0.632 kg

Masse du mouton (M) : 63.5 kg

Masse d'une tige (Mt) : 6 kg



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

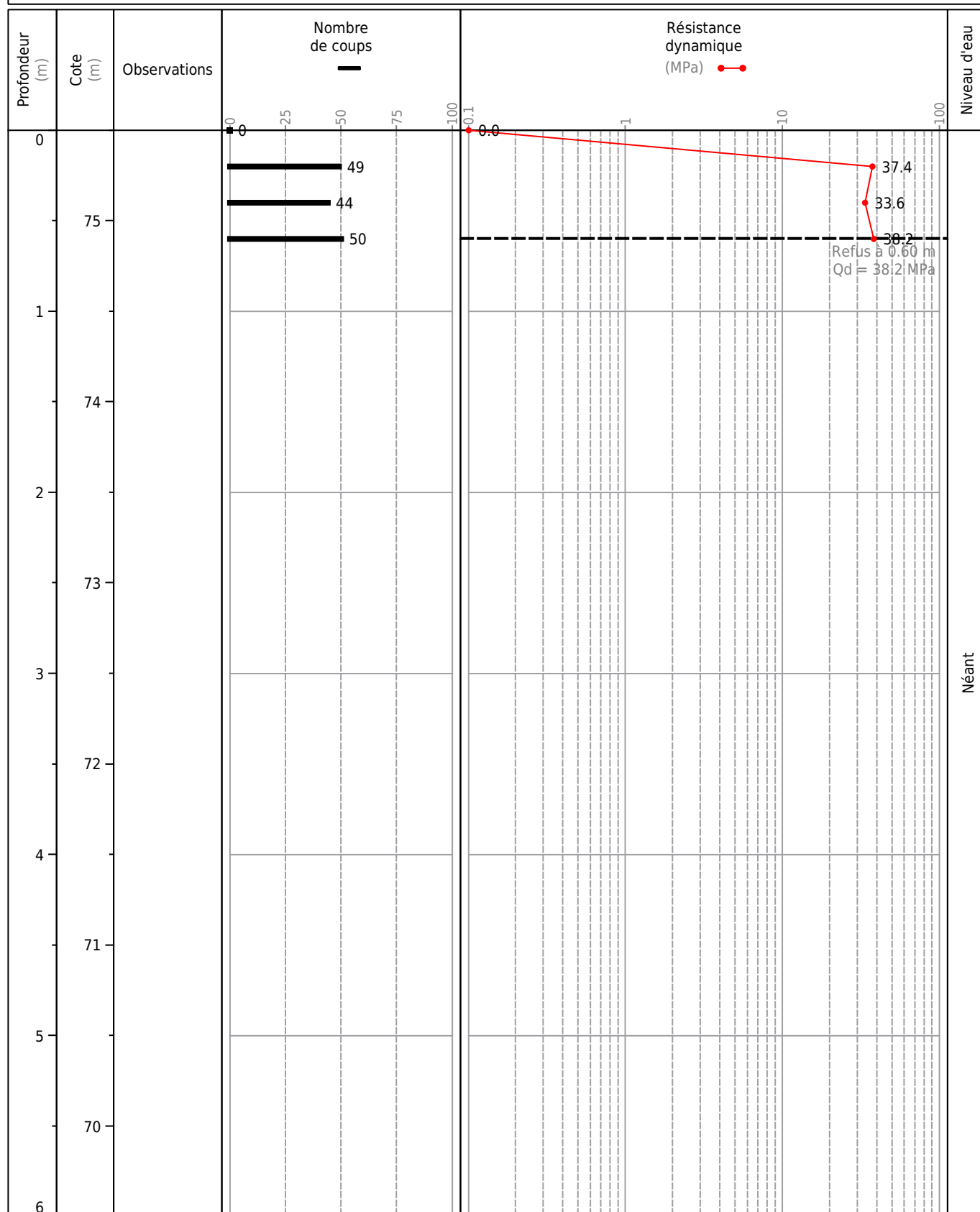
Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**

Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**



Section de la pointe (Sp) : 20 cm²

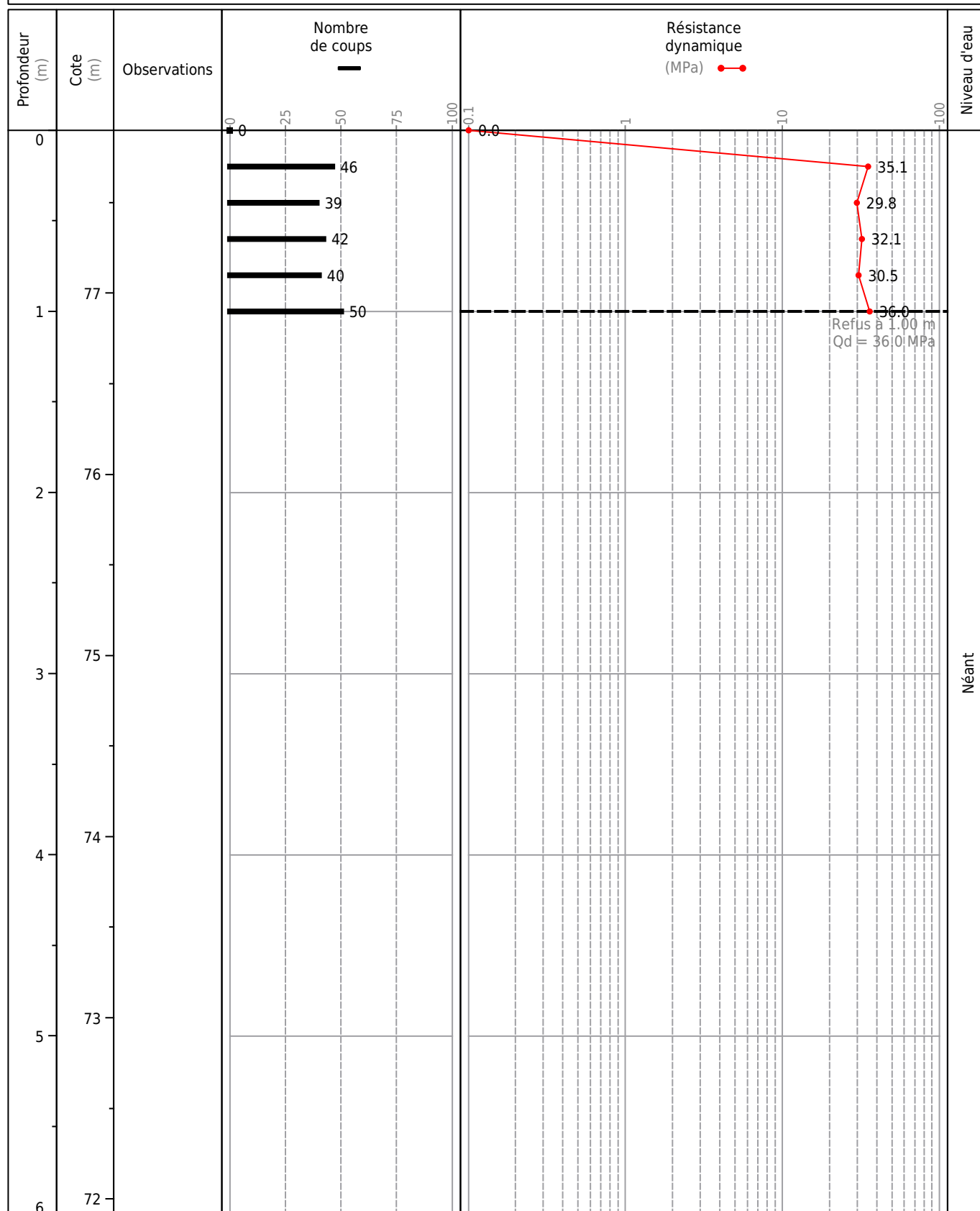
Masse de l'enclume (Me) : 21 kg

Hauteur de chute (H) : 75 cm

Masse de la pointe (Mp) : 0.632 kg

Masse du mouton (M) : 63.5 kg

Masse d'une tige (Mt) : 6 kg



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

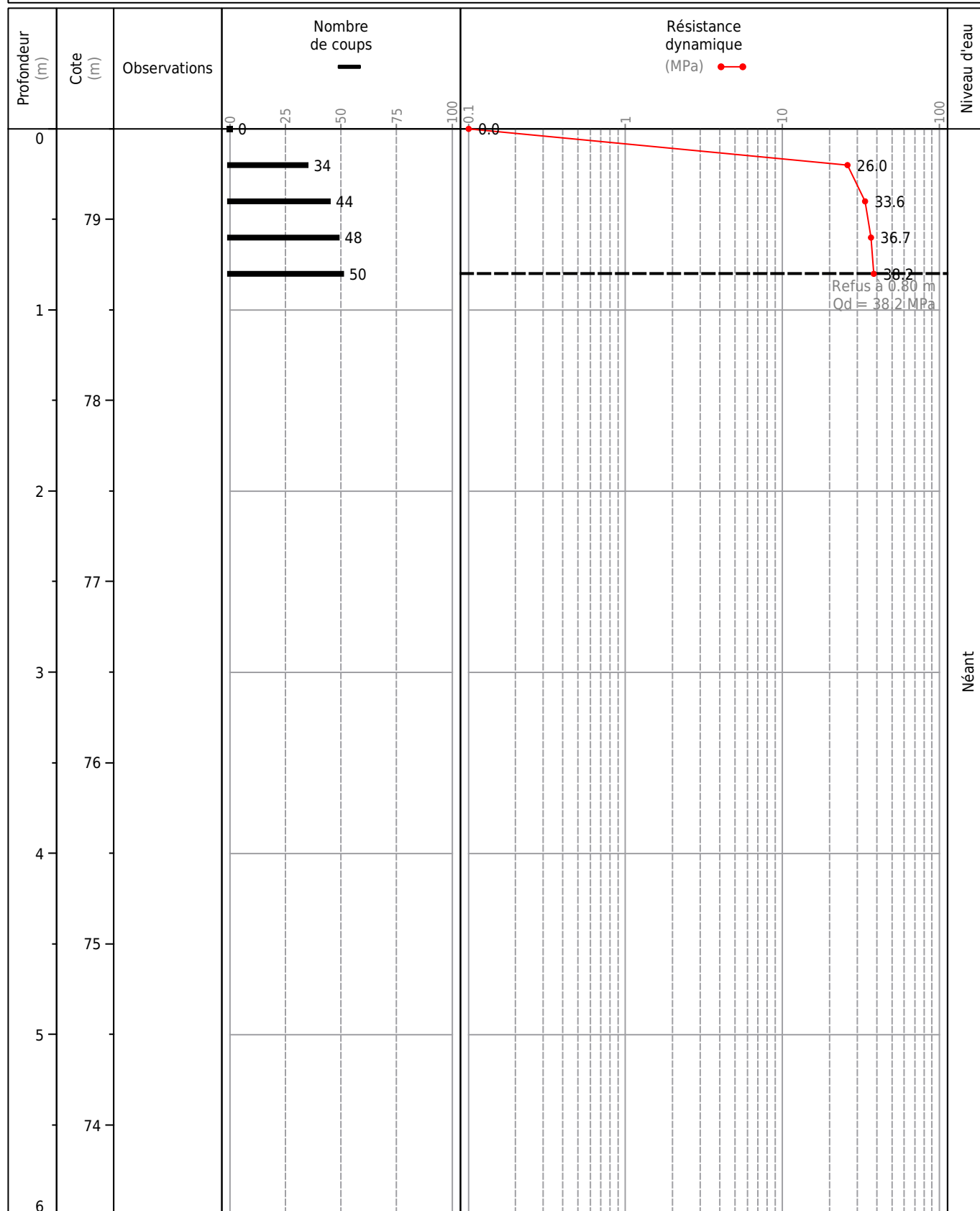
Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**

Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

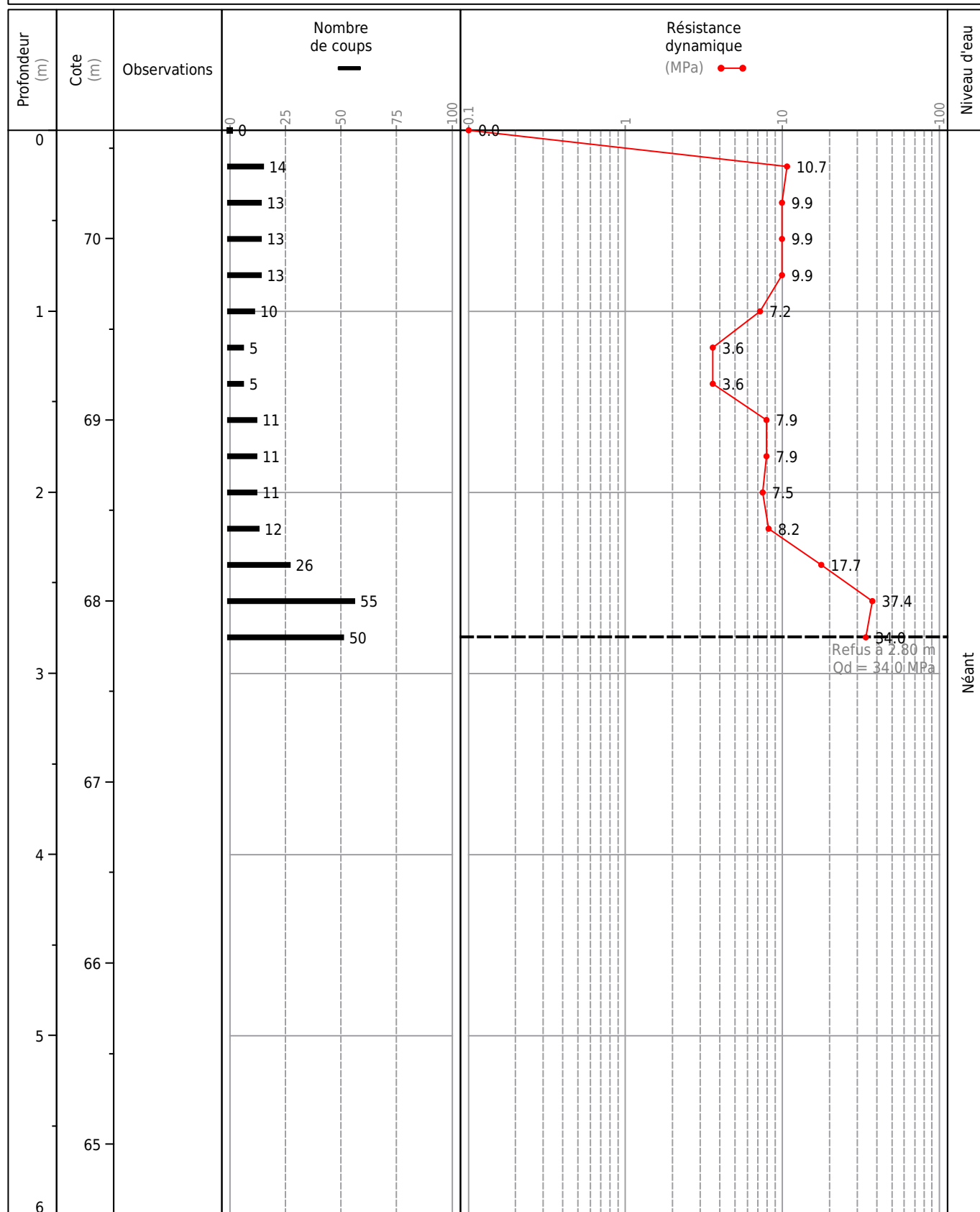
Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**

Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

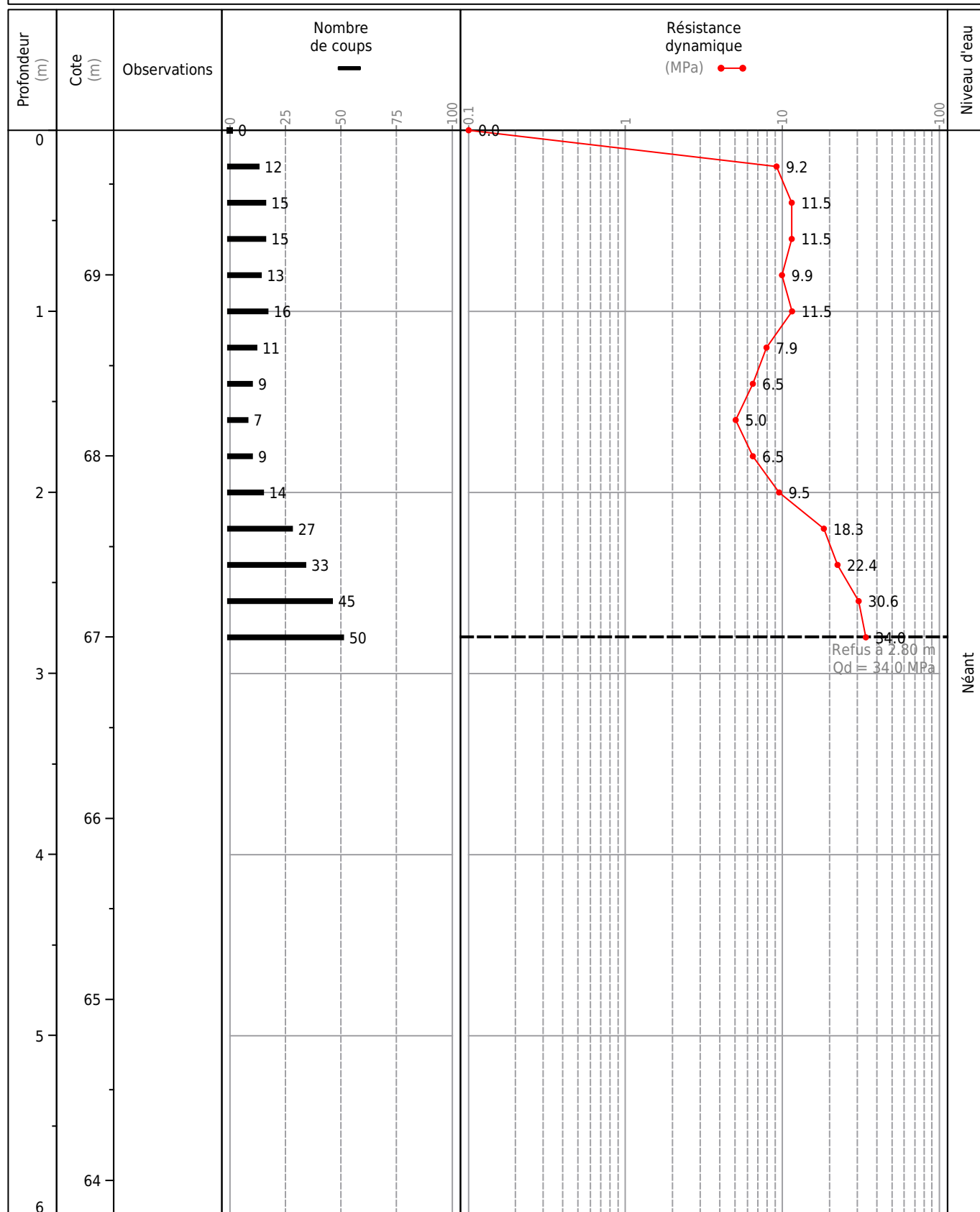
Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**

Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

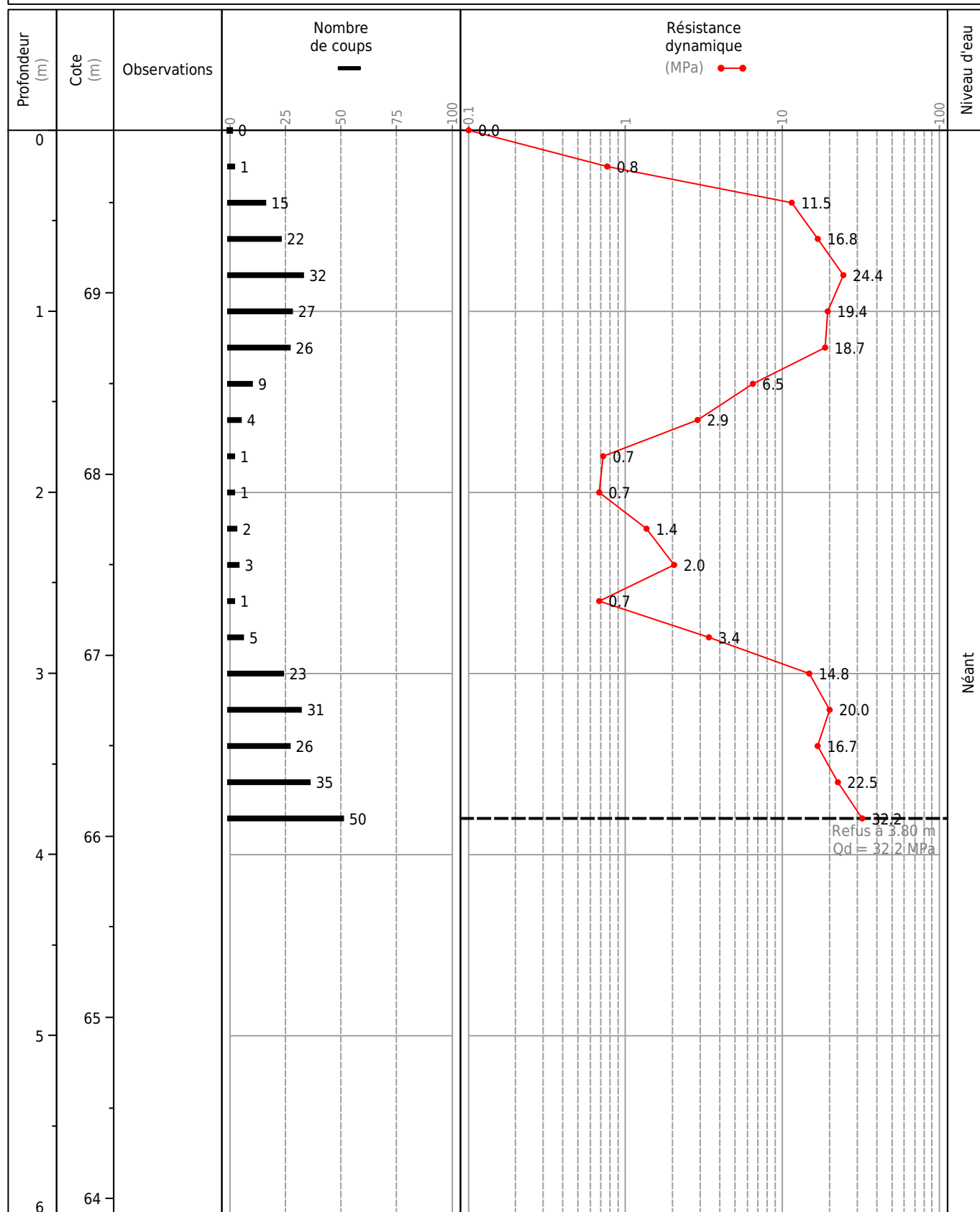
Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**

Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

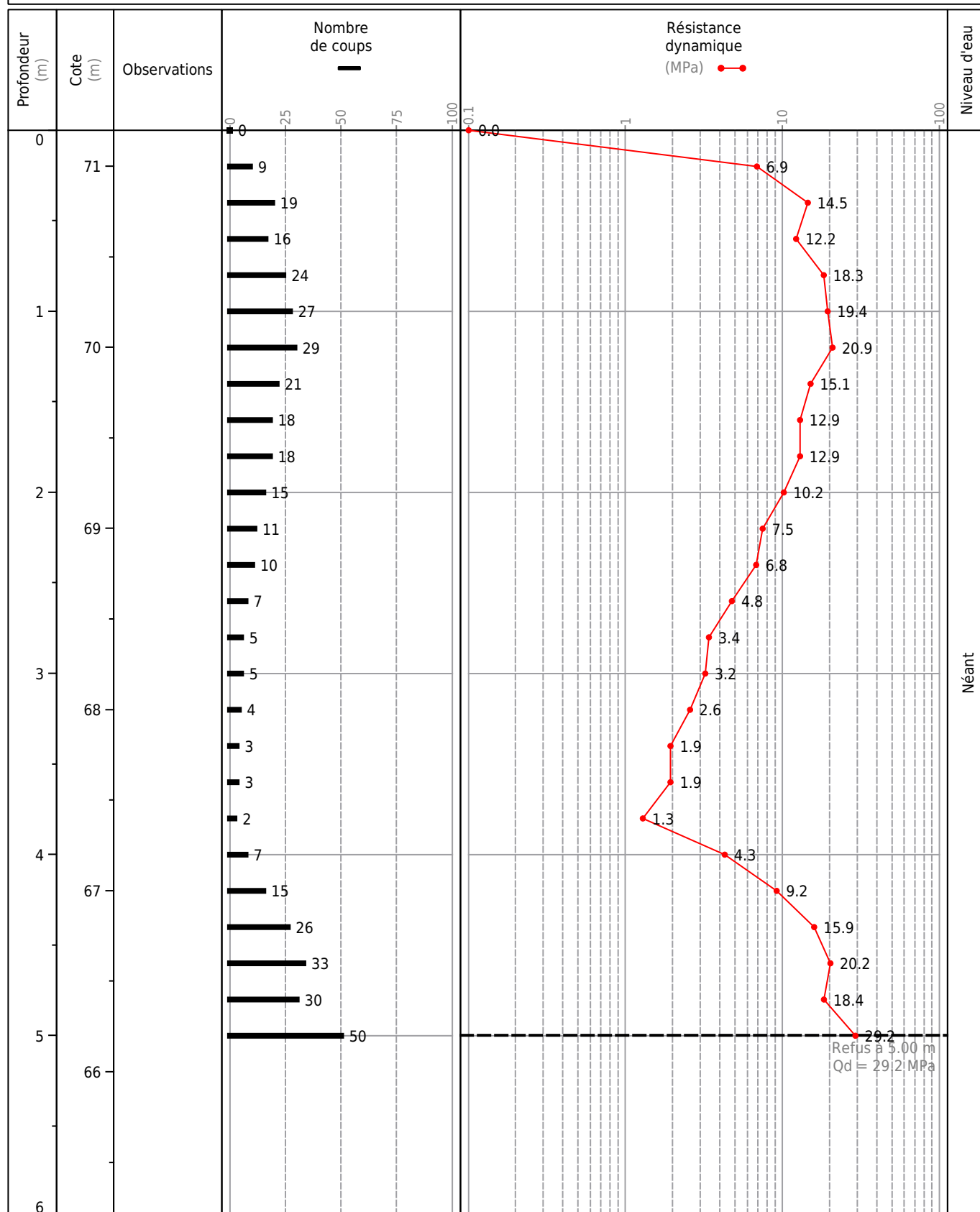
Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**

Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

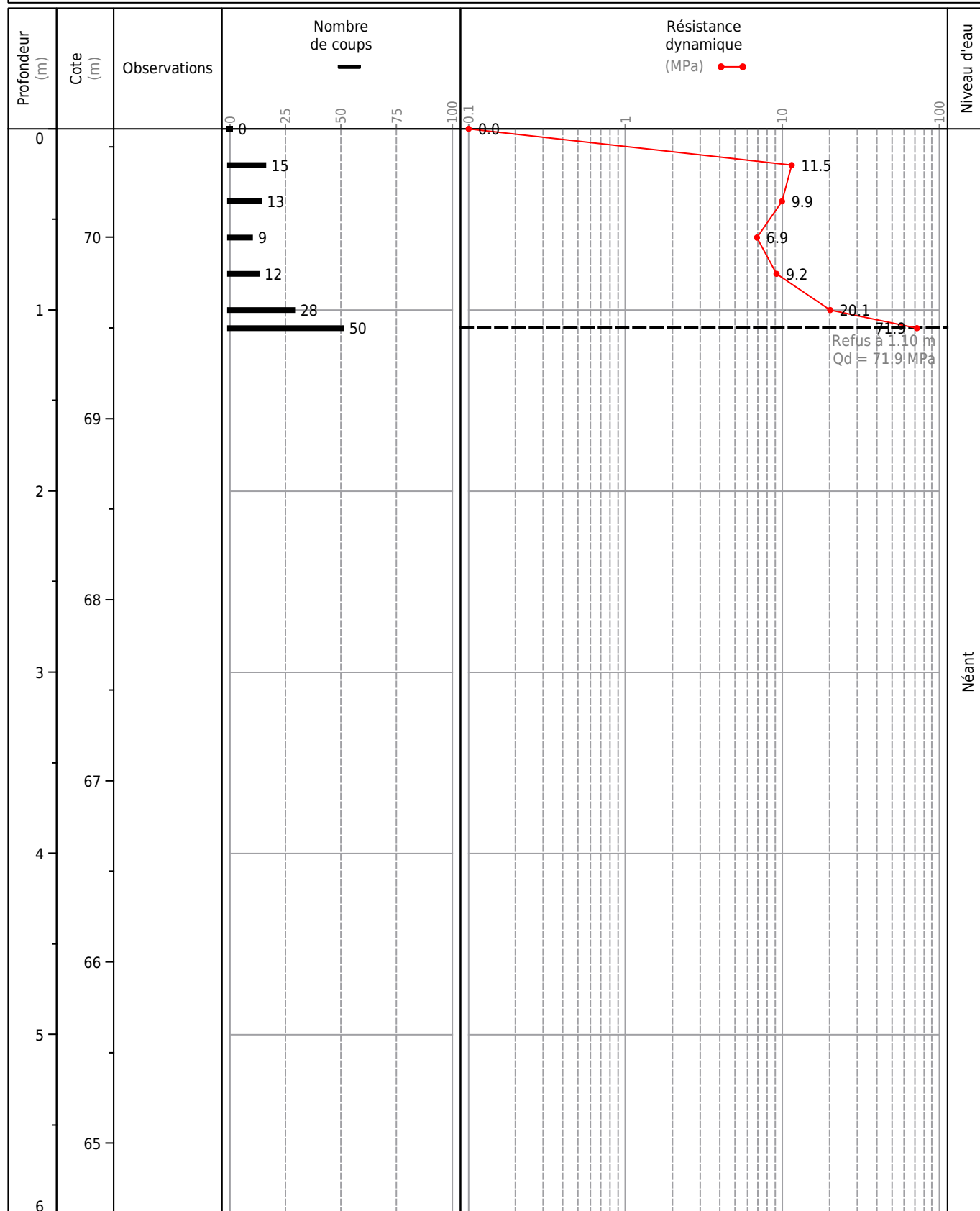
Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**

Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

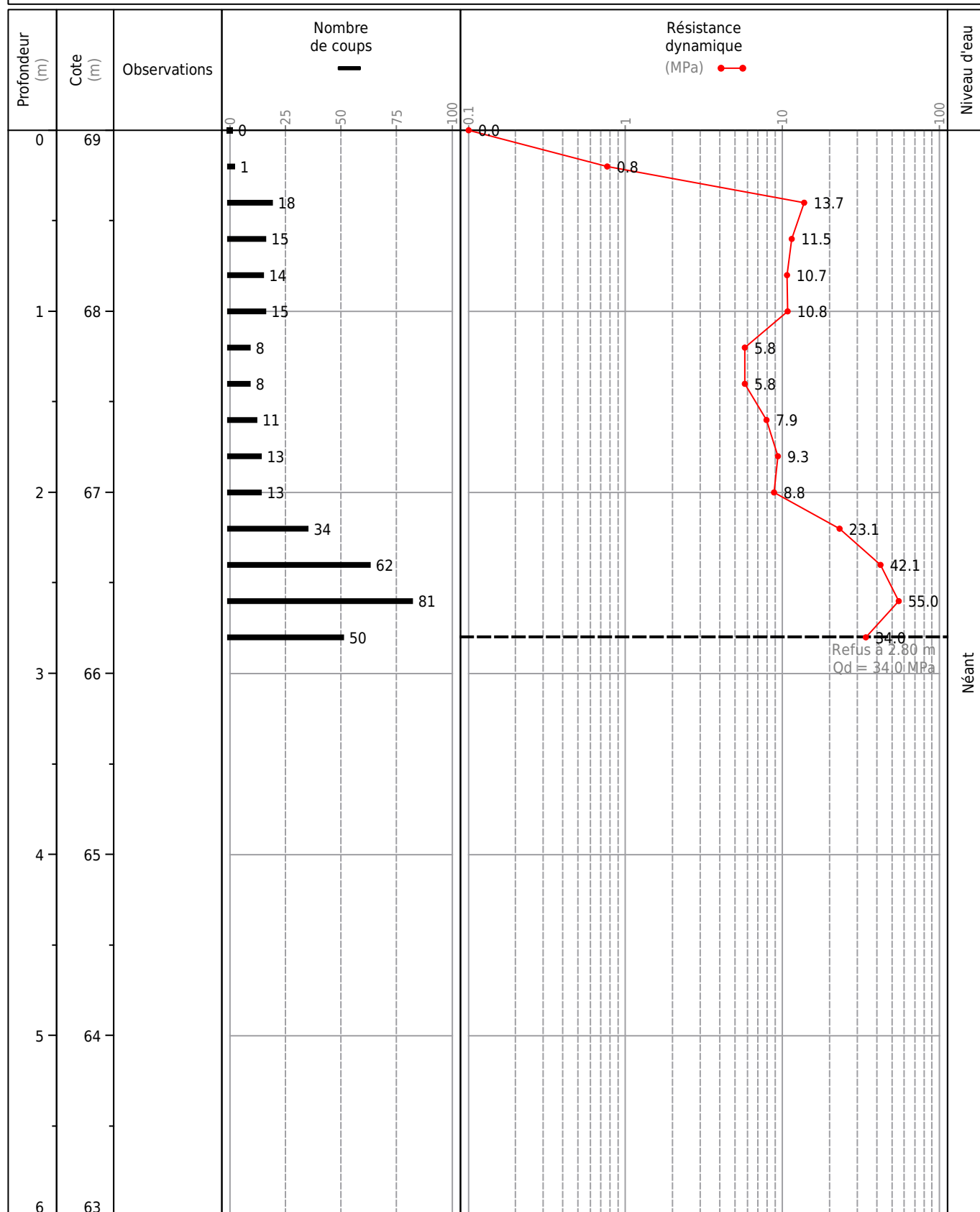
Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**

Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

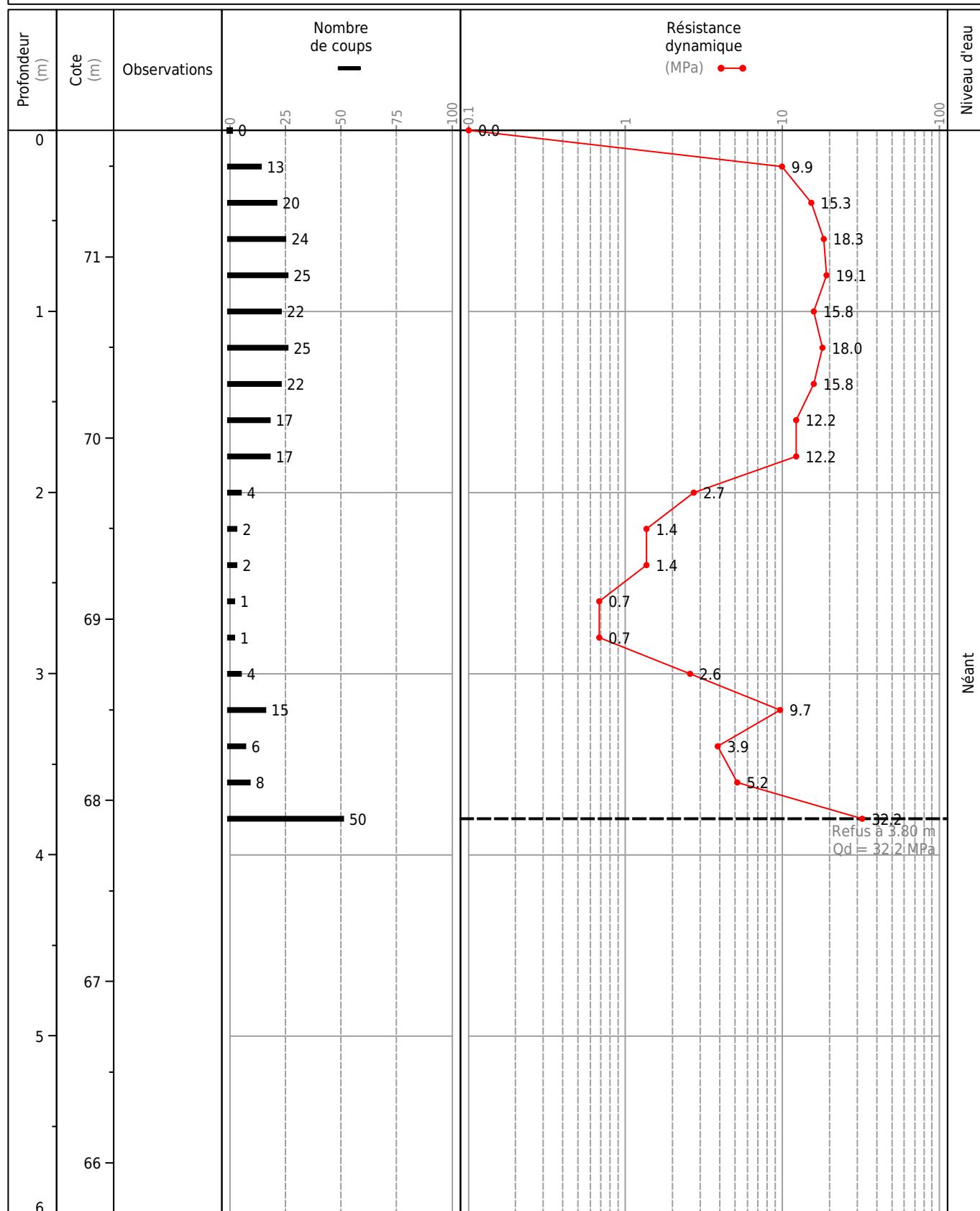
Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**

Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

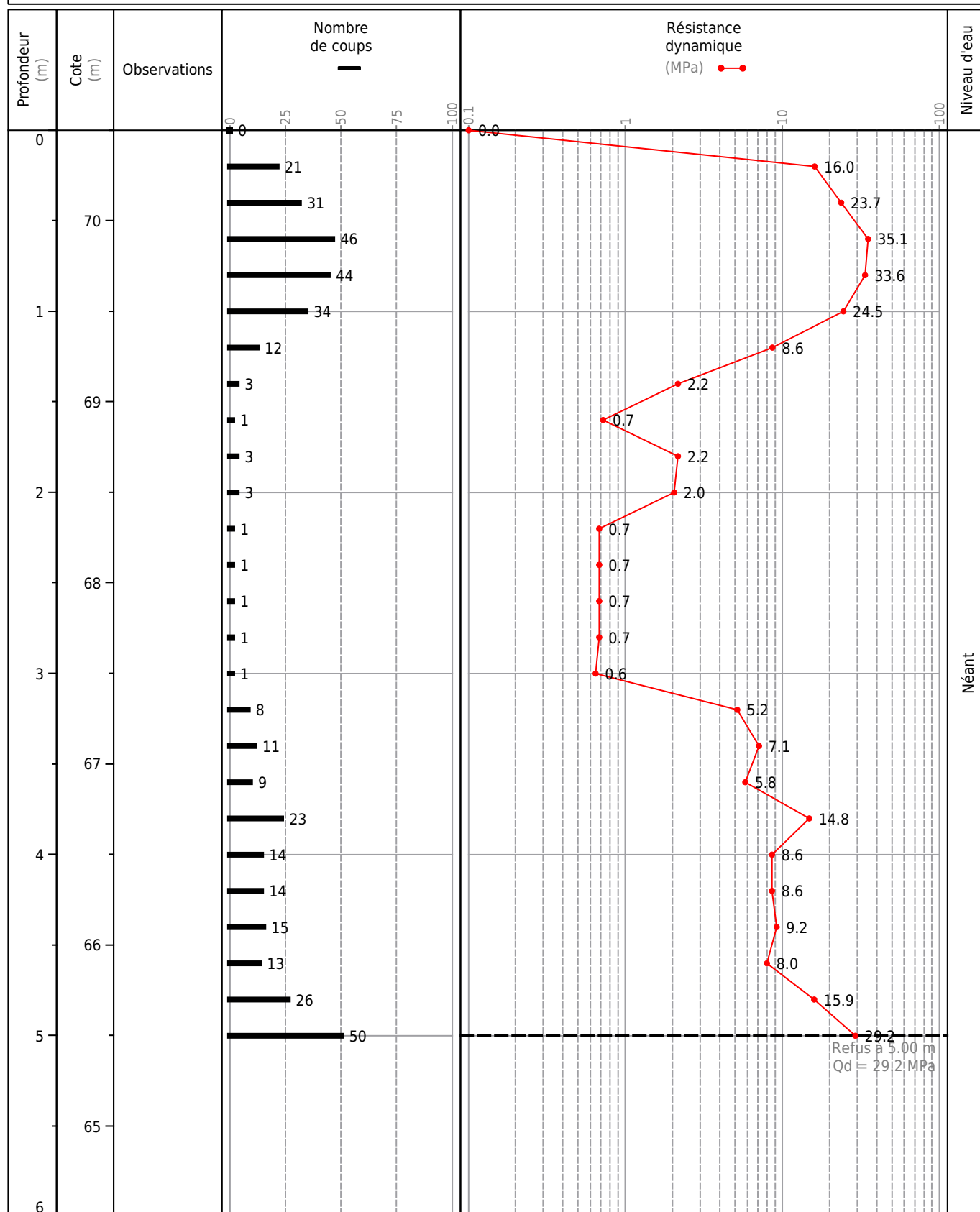
Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**

Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

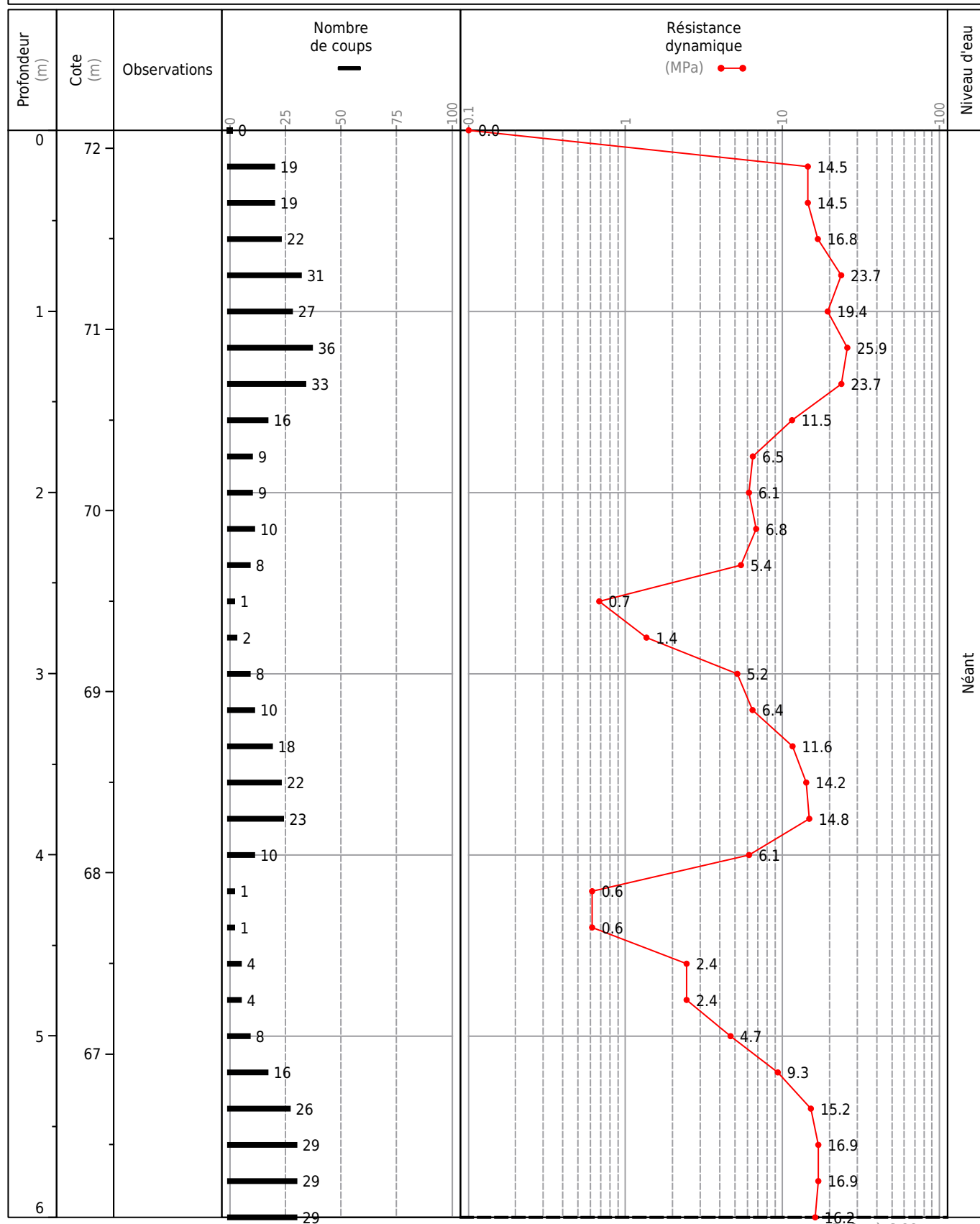
Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**

Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

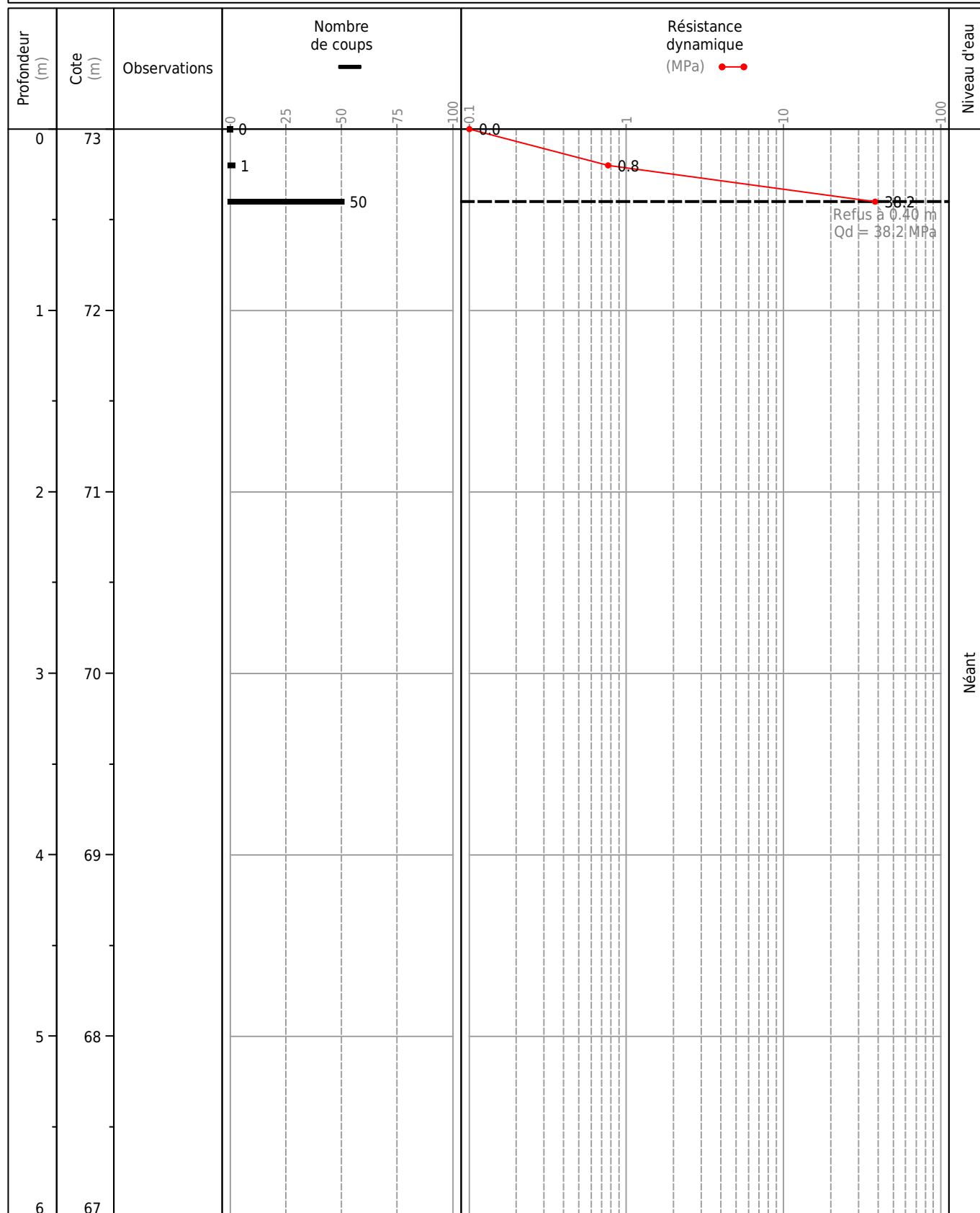
Hauteur de chute (H) : **75 cm**

Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

Masse d'une tige (Mt) : **8 kg**

Qd = 16.2 MPa



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

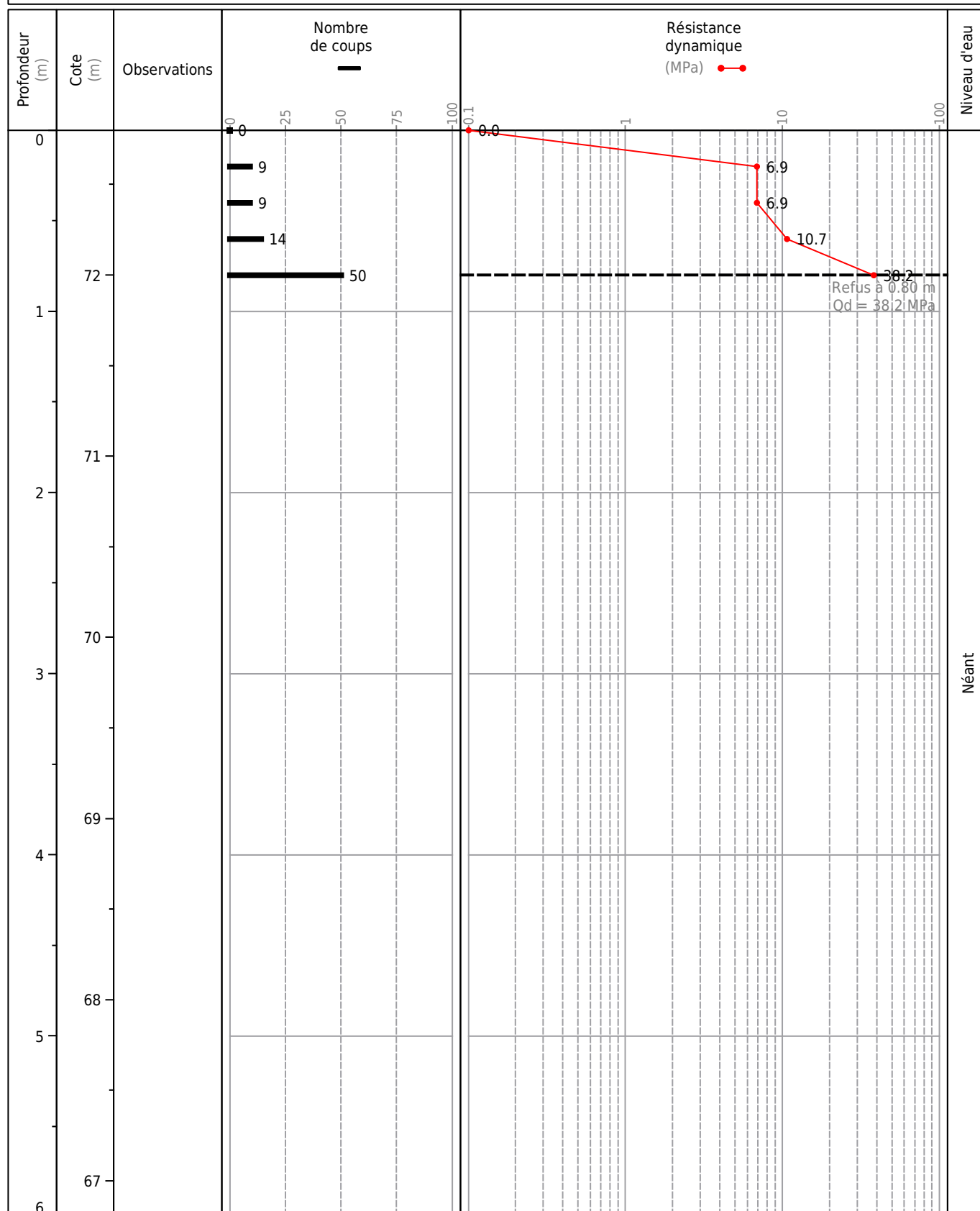
Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**

Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

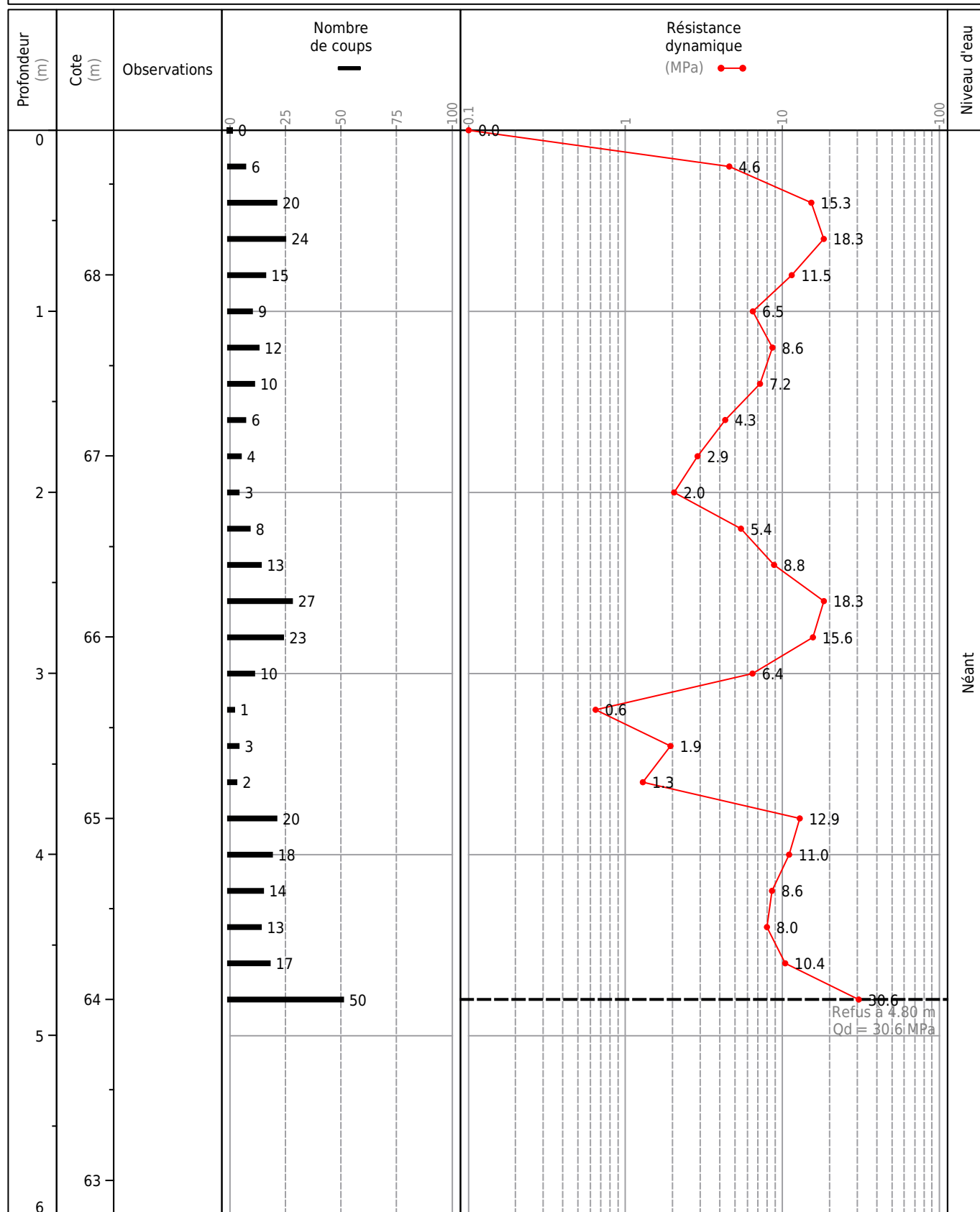
Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**

Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

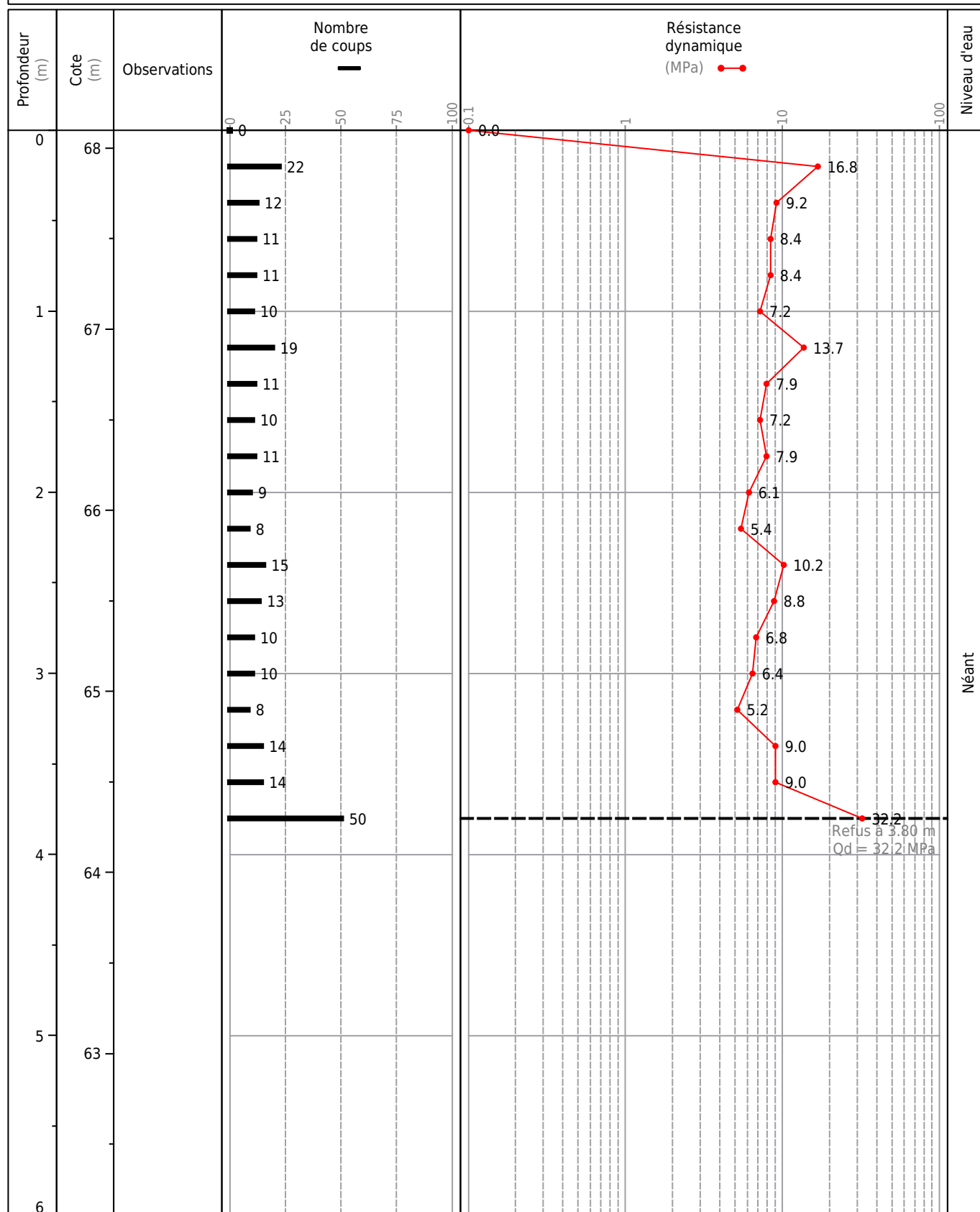
Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**
Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**
Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**
Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**



Section de la pointe (Sp) : 20 cm²

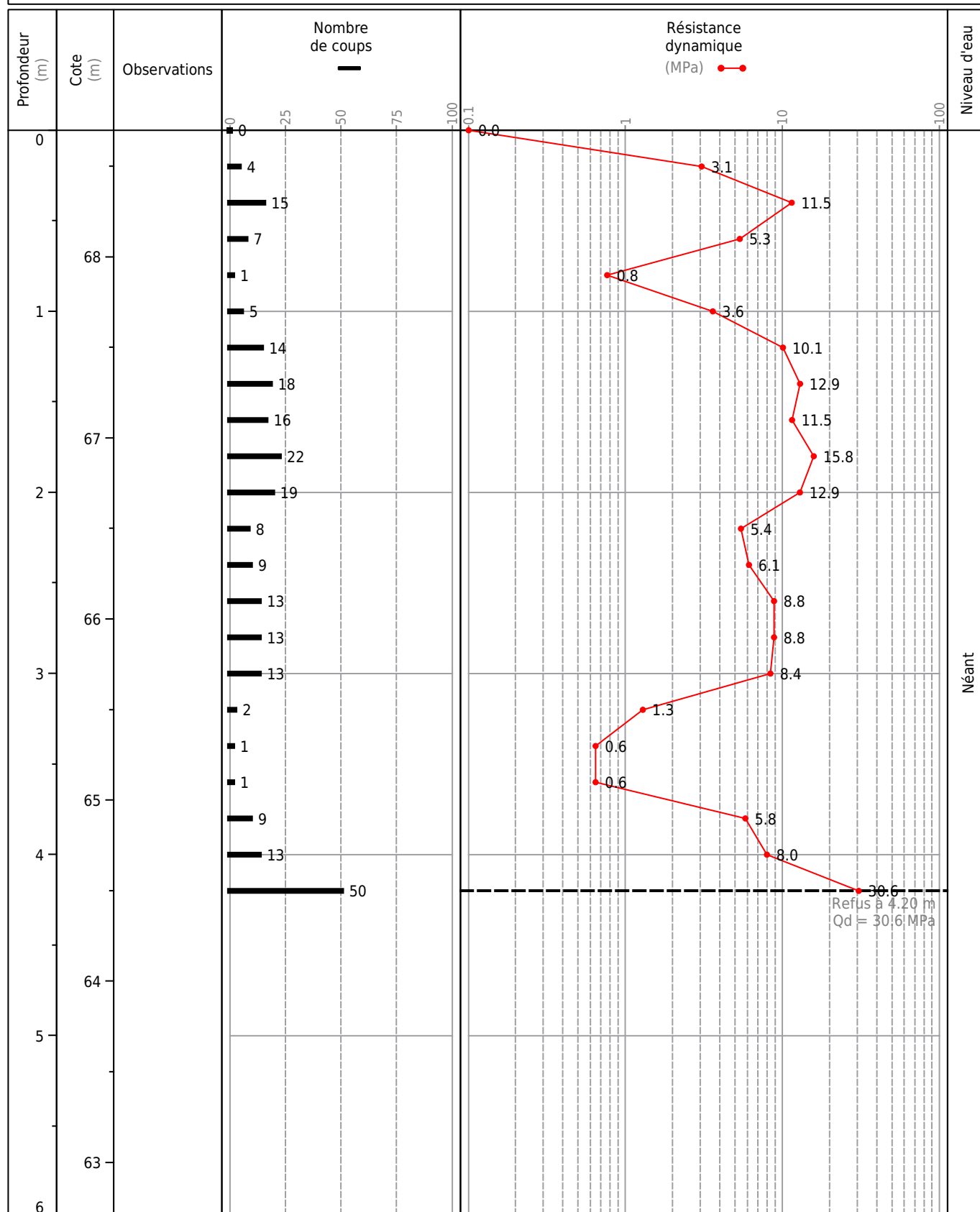
Masse de l'enclume (Me) : 21 kg

Hauteur de chute (H) : 75 cm

Masse de la pointe (Mp) : 0.632 kg

Masse du mouton (M) : 63.5 kg

Masse d'une tige (Mt) : 6 kg



Section de la pointe (Sp) : **20 cm²**

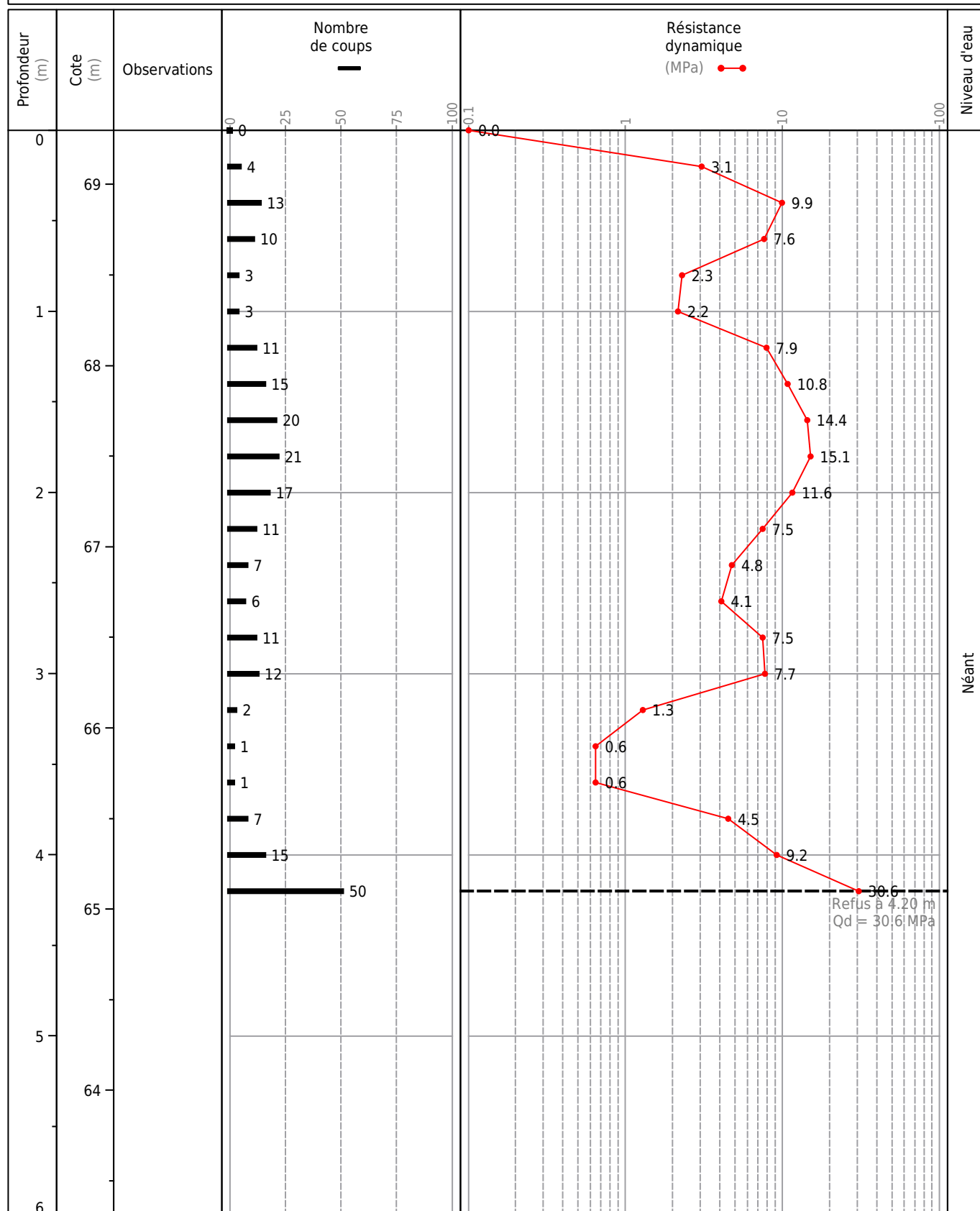
Masse de l'enclume (Me) : **21 kg**

Hauteur de chute (H) : **75 cm**

Masse de la pointe (Mp) : **0.632 kg**

Masse du mouton (M) : **63.5 kg**

Masse d'une tige (Mt) : **6 kg**



Section de la pointe (Sp) : 20 cm²

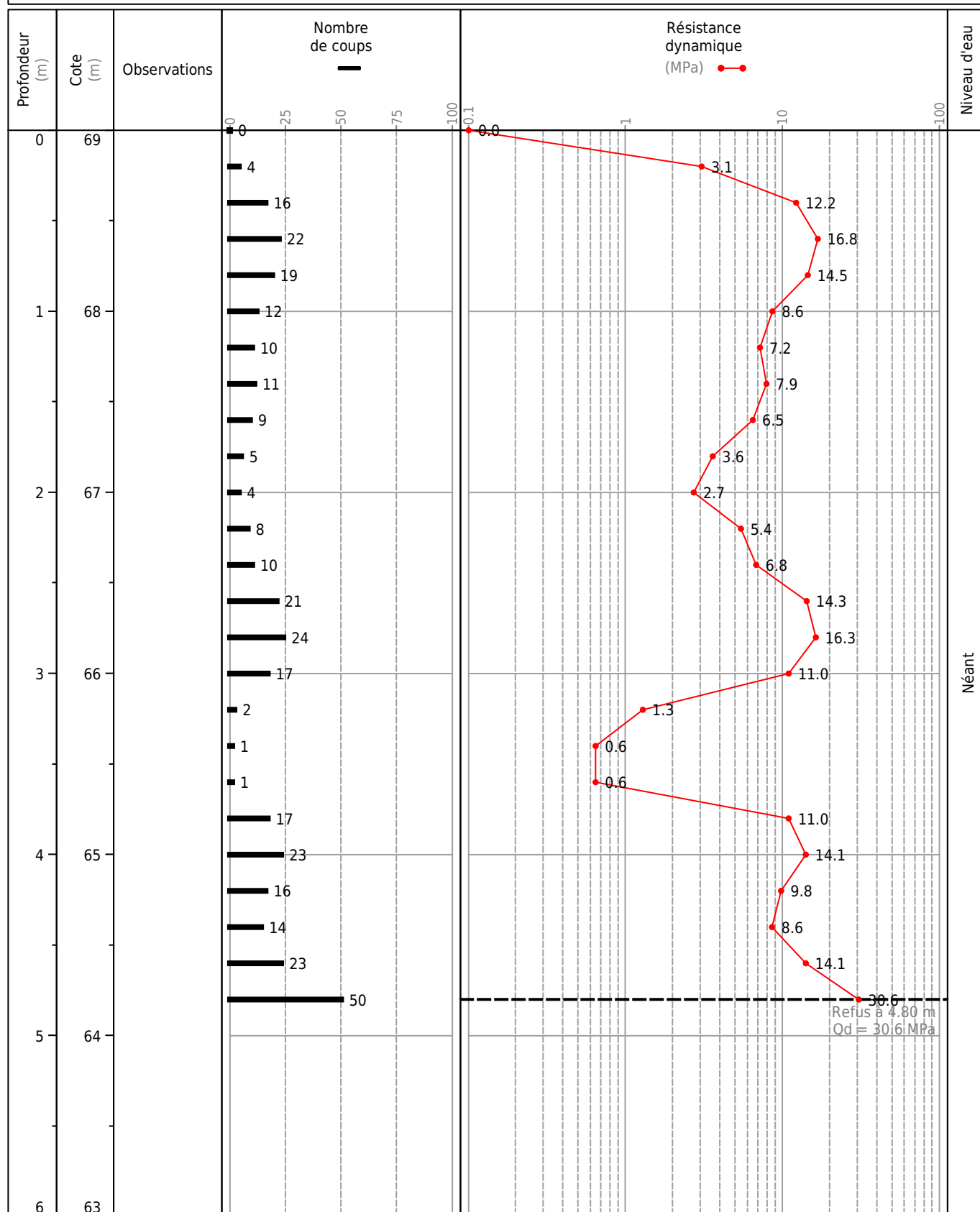
Masse de l'enclume (Me) : 21 kg

Hauteur de chute (H) : 75 cm

Masse de la pointe (Mp) : 0.632 kg

Masse du mouton (M) : 63.5 kg

Masse d'une tige (Mt) : 6 kg



Section de la pointe (Sp) : 20 cm²

Masse de l'enclume (Me) : 21 kg

Hauteur de chute (H) : 75 cm

Masse de la pointe (Mp) : 0.632 kg

Masse du mouton (M) : 63.5 kg

Masse d'une tige (Mt) : 6 kg

Profondeur (m)	Cote (m)	Description lithologique	Niveau d'eau	Outil
0		Terre végétale limono-sableuse	0.10 m	
74		Remblais limono-sableux beige, légèrement graveleux, gravats et débris plastiques.	1.00 m	Pelle 7 tonnes - Godet 60 cm
1		Sable limono-graveleux brun-ocre, quelques blocs.	1.30 m	
73				
2				
72				
3				

Obs. :

PM1



Z: **72.20 m**

Profondeur (m)	Cote (m)	Description lithologique	Niveau d'eau	Outil
0		Terre végétale limono-sableuse	0.10 m	
72				
		Sable limono-graveleux brun-ocre, quelques blocs.		
1			1.10 m	
71				
		Sable fin, légèrement graveleux, brun-ocre		
2			2.00 m	
70				
3				

Obs. :

PM2



Z: **67.40 m**

Profondeur (m)	Cote (m)	Description lithologique	Niveau d'eau	Outil
0		Terre végétale limono-sableuse	0.10 m	
67				
1		Sable limono-graveleux brun-ocre, quelques blocs		
66				
1.70 m				
2				
65				
3				

Obs. :

PM3



Profondeur (m)	Cote (m)	Description lithologique	Niveau d'eau	Outil
0	75	Terre végétale limono-sableuse	0.10 m	
1	74	Blocs à matrice sablo-limoneuse beige à nuances rosâtres	1.00 m	Pelle 7 tonnes - Godet 60 cm
2	73			
3	72			

Obs. :

PM4



Z: **80.50 m**

Profondeur (m)	Cote (m)	Description lithologique	Niveau d'eau	Outil
0		Terre végétale limono-sableuse	0.10 m	
80		Limon sableux marron, légèrement graveleux, quelques blocs, racinelles	0.80 m	
1		Sable limono-graveleux brun-ocre, quelques blocs	1.90 m	
79				
2				
78				
3				

Obs. :

PM5



PROCES VERBAL D'ESSAIS

Classification GTR

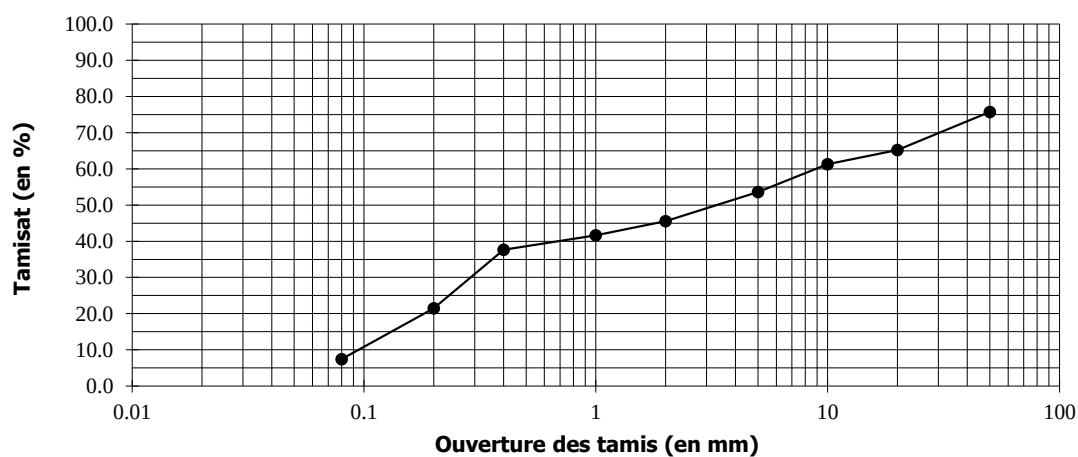
NF P 11-300

Date	22/06/2023	Demandeur	RICHET ARCHITECTES
Chantier	SAINT VICTORET (13) - SMII	Dossier	ASE 23042
Implantation	PM1	Profondeur	1,00 à 1,30 m
Description	Graves et blocs dans matrice sablo-limoneux marron		

TAMIS (ouverture) en mm	% REFUS	% PASSANT
50	24.3	75.7
20	34.8	65.2
10	38.7	61.3
5	46.4	53.6
2	54.5	45.5
1	58.3	41.7
0.4	62.3	37.7
0.2	78.5	21.5
0.08	92.6	7.4

Teneur en eau naturelle	2.4 %
VBS	0.29
Ip	-
IPI	-
Classification GTR	C ₁ B ₄

COURBE GRANULOMETRIQUE



PROCES VERBAL D'ESSAIS

Classification GTR

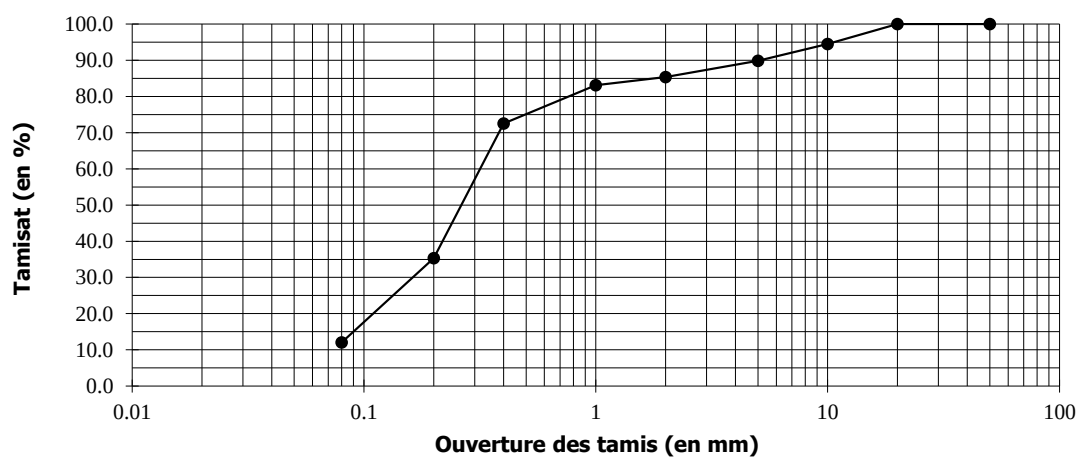
NF P 11-300

Date	22/06/2023	Demandeur	RICHET ARCHITECTES
Chantier	SAINT VICTORET (13) - SMII	Dossier	ASE 23042
Implantation	PM2	Profondeur	1,10 à 2,00 m
Description	Sable peu limoneux graveleux marron		

TAMIS (ouverture) en mm	% REFUS	% PASSANT
50	0.0	100.0
20	0.0	100.0
10	5.5	94.5
5	10.1	89.9
2	14.6	85.4
1	16.9	83.1
0.4	27.5	72.5
0.2	64.6	35.4
0.08	88.0	12.0

Teneur en eau naturelle	3.8 %
VBS	0.64
Ip	-
IPI	-
Classification GTR	B ₂

COURBE GRANULOMETRIQUE



PROCES VERBAL D'ESSAIS

Classification GTR

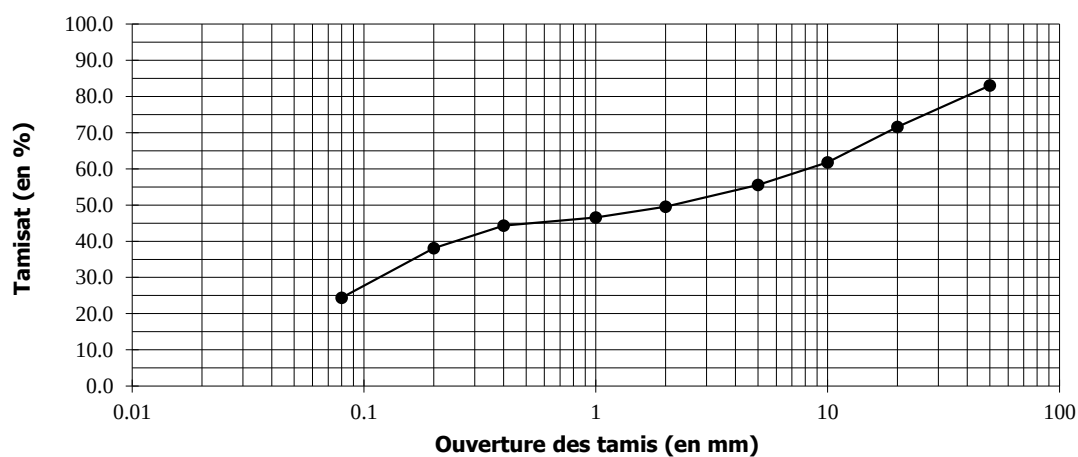
NF P 11-300

Date	22/06/2023	Demandeur	RICHET ARCHITECTES
Chantier	SAINT VICTORET (13) - SMII	Dossier	ASE 23042
Implantation	PM3	Profondeur	1,00 à 1,70 m
Description	Sable peu limoneux graveleux et blocs marron		

TAMIS (ouverture) en mm	% REFUS	% PASSANT
50	17.0	83.0
20	28.4	71.6
10	38.2	61.8
5	44.5	55.5
2	50.5	49.5
1	53.4	46.6
0.4	55.7	44.3
0.2	61.9	38.1
0.08	75.6	24.4

Teneur en eau naturelle	3.0 %
VBS	0.86
Ip	-
IPI	-
Classification GTR	C ₁ B ₅

COURBE GRANULOMETRIQUE



PROCES VERBAL D'ESSAIS

Classification GTR

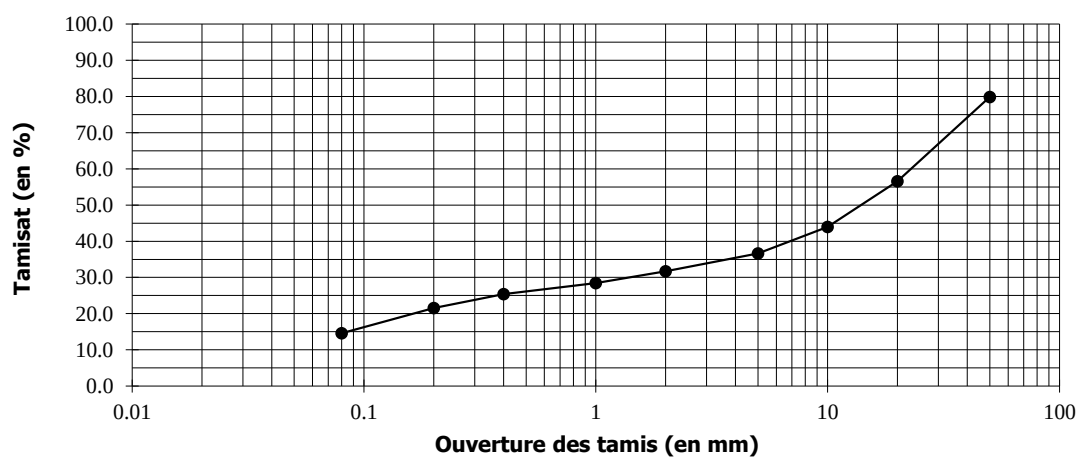
NF P 11-300

Date	22/06/2023	Demandeur	RICHET ARCHITECTES
Chantier	SAINT VICTORET (13) - SMII	Dossier	ASE 23042
Implantation	PM4	Profondeur	0,50 à 1,00 m
Description	Sable peu limoneux graveleux et blocs marron		

TAMIS (ouverture) en mm	% REFUS	% PASSANT
50	20.1	79.9
20	43.4	56.6
10	56.0	44.0
5	63.3	36.7
2	68.3	31.7
1	71.6	28.4
0.4	74.6	25.4
0.2	78.4	21.6
0.08	85.4	14.6

Teneur en eau naturelle	3.8 %
VBS	0.35
Ip	-
IPI	-
Classification GTR	C ₁ B ₅

COURBE GRANULOMETRIQUE



PROCES VERBAL D'ESSAIS

Classification GTR

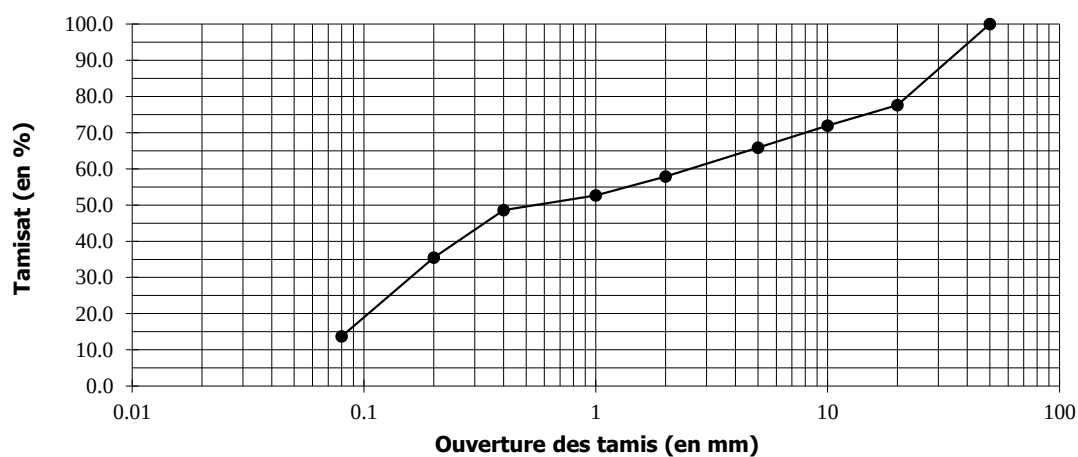
NF P 11-300

Date	22/06/2023	Demandeur	RICHET ARCHITECTES
Chantier	SAINT VICTORET (13) - SMII	Dossier	ASE 23042
Implantation	PM5	Profondeur	0,80 à 1,90 m
Description	Sable peu limoneux graveleux marron		

TAMIS (ouverture) en mm	% REFUS	% PASSANT
50	0.0	100.0
20	22.4	77.6
10	28.1	71.9
5	34.1	65.9
2	42.1	57.9
1	47.3	52.7
0.4	51.4	48.6
0.2	64.5	35.5
0.08	86.3	13.7

Teneur en eau naturelle	3.2 %
VBS	0.40
Ip	-
IPI	-
Classification GTR	B ₅

COURBE GRANULOMETRIQUE



ANNEXE 4 – SONDAGES CAROTTES

- Coupes détaillées des sols,
- Photographies des échantillons intacts (EI) et caisses à carotte (CàC).

soilcloud.tech

SC1+PZ		X	Y	Système de coordonnées			Précision des relevés		Niveau d'eau								
		1884 308,06	3 137 422,66	RGF93 / CC44			Centimètre		☐ Néant ☐ Non mesuré								
		Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimet	Nivellement	Précision des nivellements		☐ En cours de forage								
		+72,87 m	Non renseigné	0,0°	-	NGF	Décimètre		☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec								
Début			Fin			Machine			Opérateur								
31/12/2024			31/12/2024			SOCOMAFOR			L.MOUSSAOUI								
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions				Outils	Tubages	Equipements	Echantillons	Taux de récupération	SCR	RQD				
62,87	10		Graves et cailloutis à matrice argileuse et sableuse				poinçonneur Ø 114 mm	tubage PW Ø 140mm	PVC CREPINÉ Ø 52/60 mm	EI N°7	100,0 %	10,5 m	10,5 m				
62,37	10,5 m				EI N°8	100,0 %											
	11		Calcaire altéré : argile + graves + blocs avec +/- de matrice argilo-graveleuse				12 m	12 m				12 m	12 m				
	12 m																
60,87	12		Calcaire gris clair assez fracturé - fractures à remplissage argileux ocre rouge et beige				ROTATION + EAU + CAROTTIER 116 T6			CAC N°1	85,0 %	100,0 %	9,5 %				
	13 m																
59,87	13		Calcaire bréchique gris foncé à gris rosé très fracturé - Large fracture à remplissage argileux ocre rouge et cailloutis calcaires de 13.50 à 14.00m									14 m	14 m	14 m	14 m		
	14		14,8 m														
58,07	15		Calcaire à nombreuses fractures avec recristallisation de cristaux de calcite (nombreuses géodes)							CAC N°2	90,0 %	200,0 %	28,5 %				
	15,35 m																
57,52	16		Calcaire gris très fracturé									16 m	16 m	16 m	16 m		
	17		17,75 m														
55,12	18		Calcaire gris légèrement fracturé							CAC N°4	100,0 %	400,0 %	79,0 %				
	19		20 m														
52,87	20											19,5 m	20 m	20 m	20 m	20 m	

soilcloud.tech

SONDAGE CAROTTE : SC1 de 0.00 à 15.70m

De 0.00 à 12.00m : Prélèvement d'échantillons intacts (EI)

De 12.00 à 20.00 m : Prélèvement d'échantillon en caisse à carottes (CaC)

Echantillons intacts :



Echantillons en caisse à carotte :





ANNEXE 5 – SONDAGES DESTRUCTIFS – GINGER CEBTP

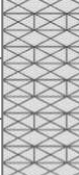
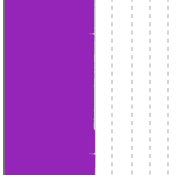
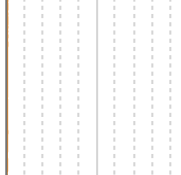
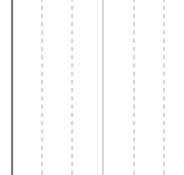
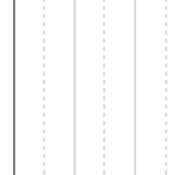
- Coupes des sondages destructifs,
- Courbes pressiométriques éventuelles (p_r et E_M),
- Diagrammes des enregistrements de paramètres.

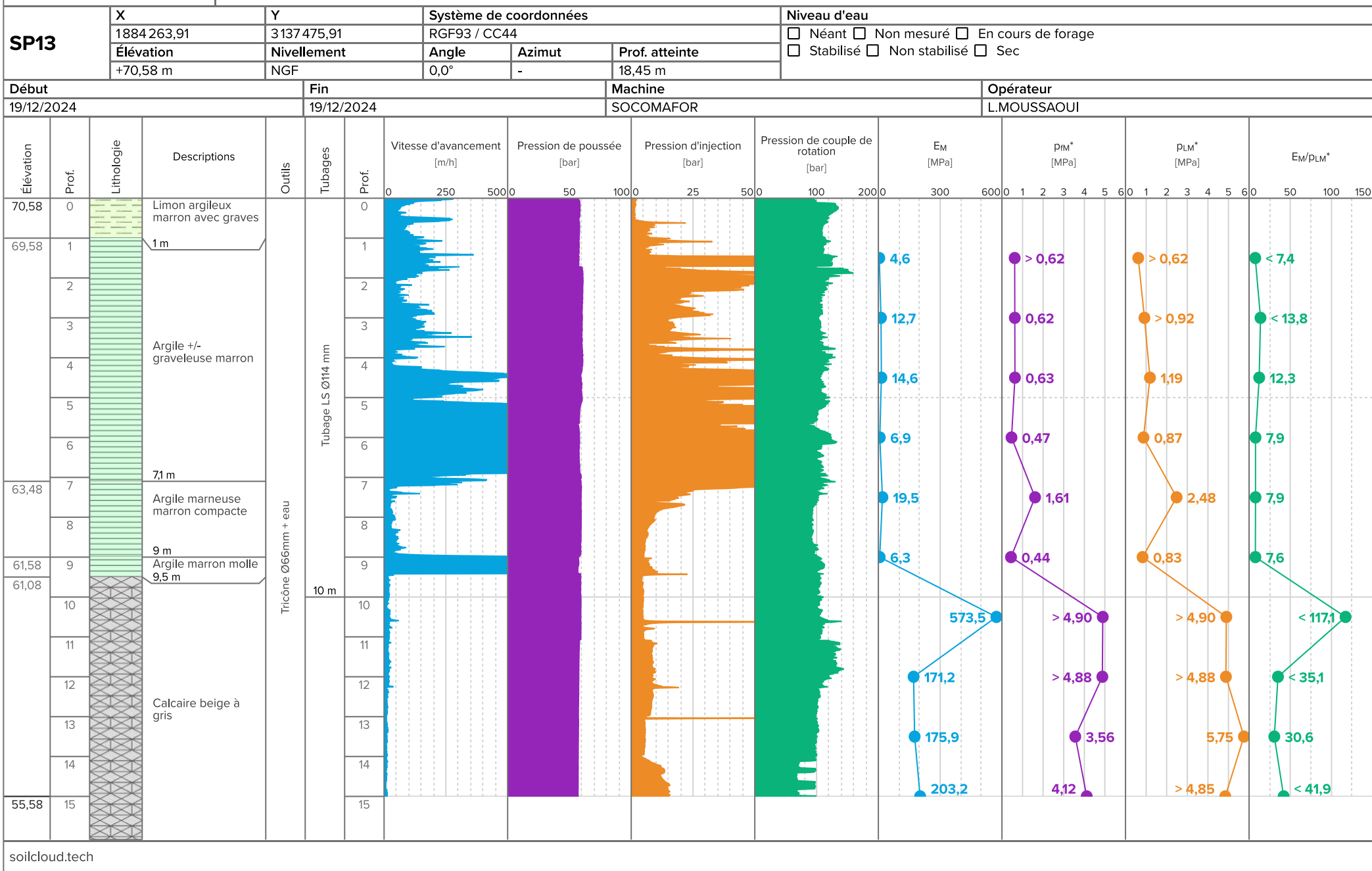
SP11	X		Y		Système de coordonnées			Niveau d'eau											
	1884 386,79		3137 449,49		RGF93 / CC44			☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage											
	Élévation		Nivellement		Angle	Azimut	Prof. atteinte	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec											
	+73,77 m		NGF		0,0°	-	22,26 m												
Début					Fin					Machine					Opérateur				
31/12/2024					31/12/2024					SOCOMAFOR					H.CHAYAH				
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages	Prof.	Vitesse d'avancement [m/h]	Pression de poussée [bar]	Pression d'injection [bar]	Pression de couple de rotation [bar]	EM [MPa]	PIM* [MPa]	PLM* [MPa]	EM/PLM*					
73,77	0		Argile limono-sableuse marron 0,95 m	Tricône Ø66mm + eau	Tubage LS Ø114 mm	0													
72,82	1	Alternances d'argile graveleuse et limon sablo-graveleux marron à marron ocre				1				2,8	0,22	0,56	5,0						
	2					2				20,3	1,59	2,19	9,3						
	3					3				22,2	1,20	2,28	9,7						
	4					4				11,3	0,84	1,57	7,2						
	5					5				29,4	1,65	2,47	11,9						
	6					6				91,3	> 3,07	> 3,07	< 29,7						
	7					7				430,3	> 4,99	> 4,99	< 86,3						
	8					8				379,6	> 4,91	> 4,91	< 77,3						
	9					9				131,3	> 4,84	> 4,84	< 27,1						
63,67	10	Calcaire +/- fracturé	10,1 m			10				518,8	> 4,97	> 4,97	< 104,3						
	11					11													
	12					12													
	13					13													
	14					14													
58,77	15						15												

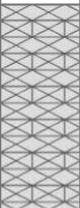
soilcloud.tech

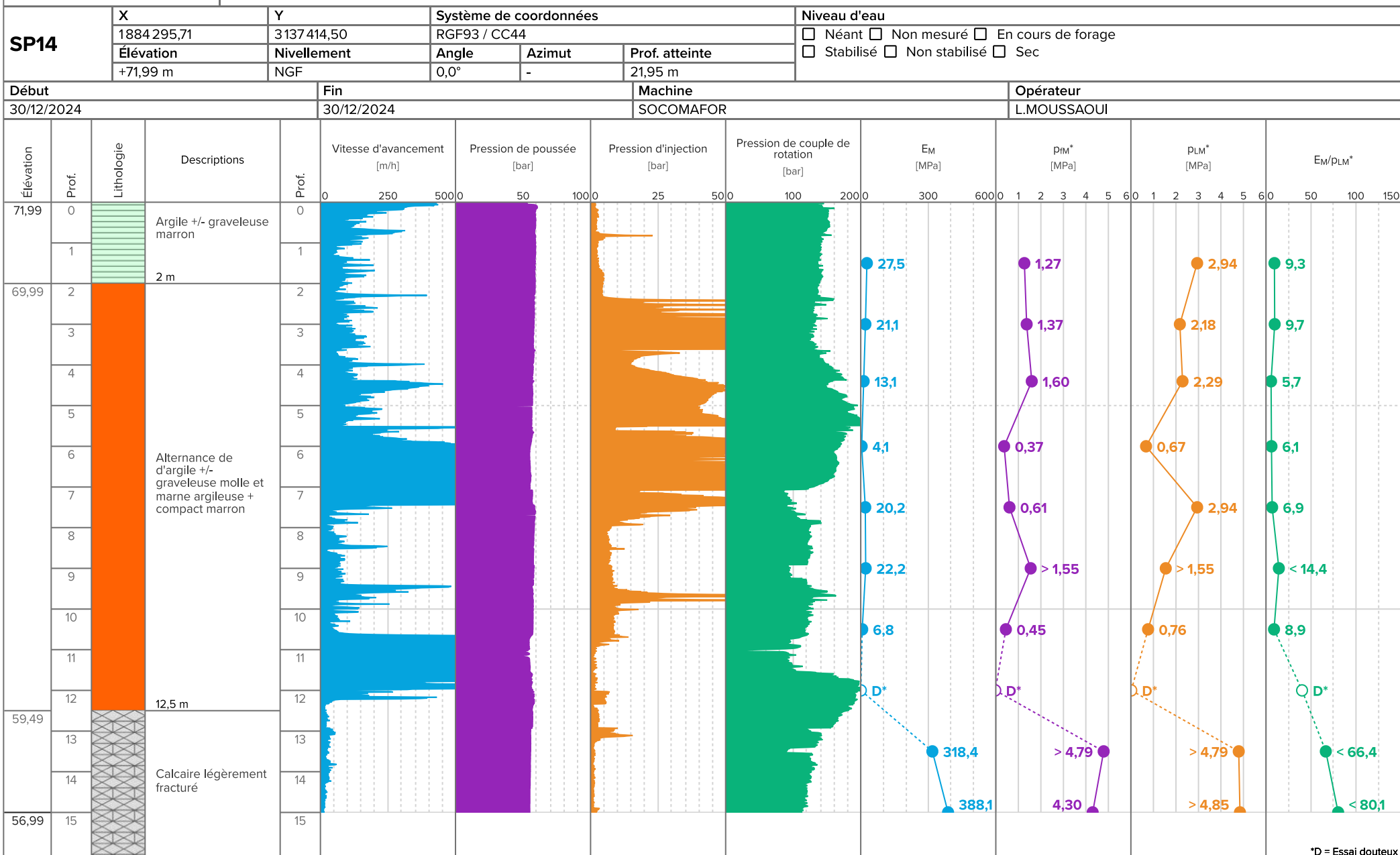
SP11	X		Y		Système de coordonnées			Niveau d'eau							
	1884 386,79		3137 449,49		RGF93 / CC44			☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage							
	Élévation		Nivellement		Angle	Azimut	Prof. atteinte	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec							
	+73,77 m		NGF		0,0°	-	22,26 m								
Début					Fin			Machine				Opérateur			
31/12/2024					31/12/2024			SOCOMAFOR				H.CHAYAH			
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages	Prof.	Vitesse d'avancement [m/h]	Pression de poussée [bar]	Pression d'injection [bar]	Pression de couple de rotation [bar]	E _M [MPa]	p _{IM} * [MPa]	p _{LM} * [MPa]	E _M /p _{LM} *	
58,77	15		Calcaire +/- fracturé	Tricône Ø66mm + eau		15					518,8	> 4,97	> 4,97	< 104,3	
	16					16					410,5	> 4,95	> 4,95	< 82,9	
	17					17									
	18					18									
	19					19									
	20					20									
	21					21									
	22					22									
			22,24 m	22 m											

SP12		X	Y	Système de coordonnées			Niveau d'eau										
		1884 352,01	3 137 505,28	RGF93 / CC44			☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage										
		Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec										
		+68,89 m	NGF	0,0°	-	18,0 m											
Début				Fin				Machine				Opérateur					
06/01/2025				06/01/2025				SOCOMAFOR				H.CHAYAH					
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages	Niveau d'eau	Prof.	Vitesse d'avancement [m/h]	Pression de poussée [bar]	Pression d'injection [bar]	Pression de couple de rotation [bar]	Em [MPa]	P _{1m} * [MPa]	P _{LM} * [MPa]	E _m /P _{LM} *		
68,89	0		Sable et cailloux beiges 1 m	Tricône Ø66mm + eau	Tubage LS Ø114mm	 5,8 m	0										
67,89	1		Alternances d'argile graveleuse et limon sablo- graveleux marron à marron ocre														
	2																
	3										39,6	> 2,51	> 2,51	< 15,8			
	4										47,3	2,30	3,52	13,4			
	5																
62,89	6		6 m Marne argileuse beige à rosé, avec passages d'argile marneuse, graveleuse														
	7									94,4	3,03	4,67	20,2				
	8									105,5	2,82	4,62	22,8				
	9									34,2	1,51	2,61	13,1				
	10									17,1	1,28	2,27	7,5				
	11																
	12									94,3	1,75	3,13	30,2				
	13									66,1	2,51	3,73	17,7				
54,89	14		Calcaire beige à gris														
53,89	15																

SP12		X	Y	Système de coordonnées					Niveau d'eau																									
		1884 352,01		3 137 505,28		RGF93 / CC44					☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage																							
		Élévation		Nivellement		Angle	Azimut		Prof. atteinte			☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec																						
		+68,89 m		NGF		0,0°	-		18,0 m																									
Début				Fin				Machine						Opérateur																				
06/01/2025				06/01/2025				SOCOMAFOR						H.CHAYAH																				
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages	Niveau d'eau	Prof.	Vitesse d'avancement [m/h]			Pression de poussée [bar]			Pression d'injection [bar]			Pression de couple de rotation [bar]			EM [MPa]		pM* [MPa]					pLM* [MPa]					EM/pLM*		
53,89	15		Calcaire beige à gris	Tricône Ø66mm + eau			15																											
	16																																	
	17																																	
50,89	18		18 m	18 m			18																											



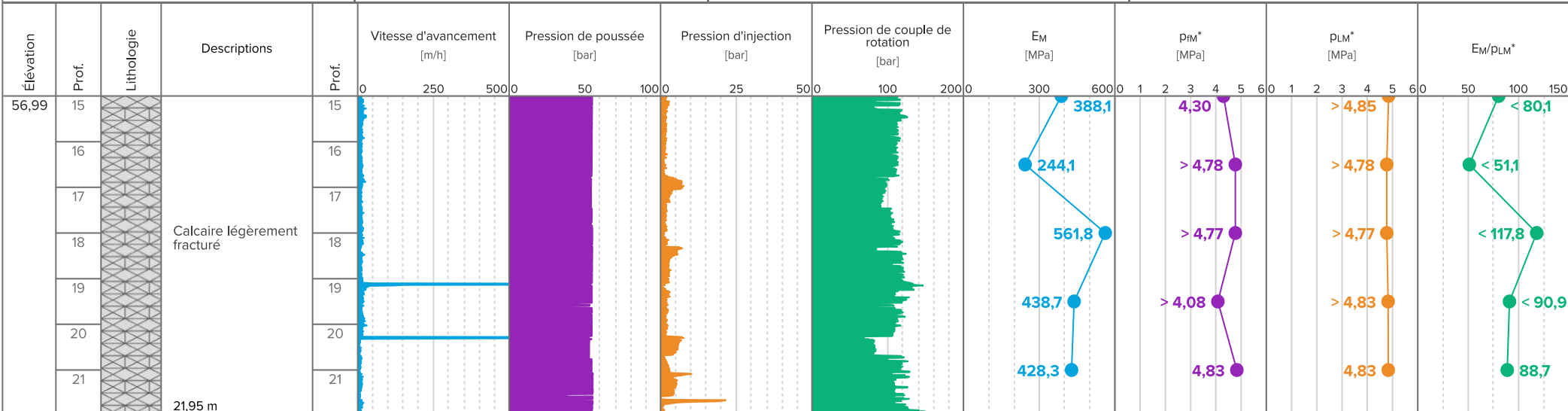
SP13		X	Y	Système de coordonnées			Niveau d'eau							
		1884 263,91	3 137 475,91	RGF93 / CC44			☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage							
		Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec							
Début		Fin		Machine			Opérateur							
19/12/2024		19/12/2024		SOCOMAFOR			L.MOUSSAOUI							
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages	Prof.	Vitesse d'avancement [m/h]	Pression de poussée [bar]	Pression d'injection [bar]	Pression de couple de rotation [bar]	E _M [MPa]	p _{IM} * [MPa]	p _{LM} * [MPa]	E _M /p _{LM} *
55,58	15		Calcaire beige à gris	Tricône Ø66mm + eau		15					203,2	4,12		< 41,9
	16					16					213,5	3,84	> 4,85	< 44,0
	17					17								
	18					18								
52,08			18,5 m	18 m										



*D = Essai douteux

SP14	X	Y	Système de coordonnées			Niveau d'eau		
	1884 295,71	3137 414,50	RGF93 / CC44			☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage		
	Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec		
	+71,99 m	NGF	0,0°	-	21,95 m			

Début	Fin	Machine	Opérateur
30/12/2024	30/12/2024	SOCOMAFOR	L.MOUSSAOUI



ANNEXE 6 – ESSAIS DE PENETRATION STATIQUE – GINGER CEBTP

- Pénétrogrammes,
- Valeurs de frottements.

GINGER

CEBTP

LES PENNES MIRABEAU (13) - PROJET CEZANNE - G2AVP

CAI2.O.260

Client: APL

CPT1

X

1884 255,41

Y

3137367,83

Système de coordonnées

RGF93 / CC44

Niveau d'eau

☐ Néant

☐ Non mesuré

☐ En cours de forage

☒ Stabilisé

☐ Non stabilisé

☒ Sec

Élévation

+74,29 m

Nivellement

NGF

Angle

0,0°

Azimut

-

Prof. atteinte

0,64 m

Données

CPT1

Type

CPTU

Début

20/12/2024

Fin

20/12/2024

Machine

CPT (M720)

Opérateur

P.N

Avant-trou

-

Ydry

16,0 kN/m³

Ywet

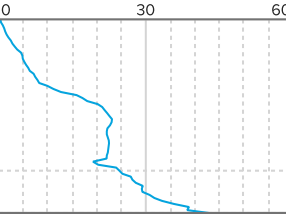
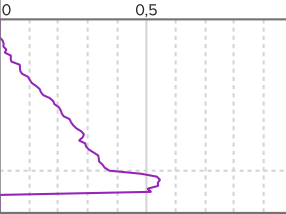
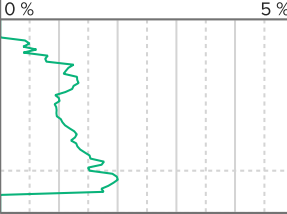
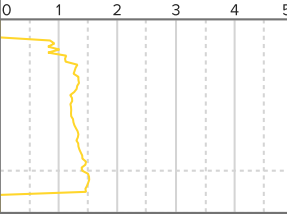
18,0 kN/m³

Ywater

10,0 kN/m³

a

0,81

Élévation	Prof.	Venues d'eau	Niveau d'eau	qc [MPa]	fs [MPa]	Rf [%]	lc
74,29	0		Stabilisé				

soilcloud.tech

Avant-trou	γ_{dry}	γ_{wet}	γ_{water}	a
-	16,0 kN/m ³	18,0 kN/m ³	10,0 kN/m ³	0,81



soilcloud.tech

CPT2	X		Y		Système de coordonnées		Niveau d'eau						
	1884 274,26		3137313,82		RGF93 / CC44		☐ Néant ☐ Non mesuré ☒ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec						
	Élévation +77,53 m		Nivellement NGF		Angle 0,0°	Azimut -	Prof. atteinte 5,62 m						
Données			Type		Début		Fin		Machine		Opérateur		
CPT2			CPTU		20/12/2024		20/12/2024		CPT (M720)		P.N		
Avant-trou				Y _{dry}			Y _{wet}			Y _{water}			a
-				16,0 kN/m ³			18,0 kN/m ³			10,0 kN/m ³			0,81
Élévation	Prof.	Niveau d'eau	q _c [MPa]			f _s [MPa]			R _f [%]			I _c	
72,53	5		0 30 60 0			0,5 1 0 %			5 % 0			1 2 3 4 5	

GINGER

CEBTP

LES PENNES MIRABEAU (13) - PROJET CEZANNE - G2AVP

CAI2.O.260

Client: APL

CPT3

X

1884 338,61

Élévation

+76,86 m

Y

3137 368,56

Nivellement

NGF

Système de coordonnées

RGF93 / CC44

Angle

0,0°

Azimut

-

Prof. atteinte

1,33 m

Niveau d'eau

☐ Néant

☐ Non mesuré

☐ En cours de forage

☐ Stabilisé

☐ Non stabilisé

☒ Sec

Données

CPT3

Avant-trou

-

Type

CPTU

Ydry

16,0 kN/m³

Début

20/12/2024

Ywet

18,0 kN/m³

Fin

20/12/2024

Ywater

10,0 kN/m³

Machine

CPT (M720)

a

0,81

Opérateur

P.N

Élévation

76,86

Prof.

0

1

Niveau d'eau

qc

[MPa]

0

30

60

fs

[MPa]

0

0,5

1

Rf

[%]

0 %

5 %

Ic

0

1

2

3

4

5

soilcloud.tech

GINGER

CEBTP

LES PENNES MIRABEAU (13) - PROJET CEZANNE - G2AVP

CAI2.O.260

Client: APL

CPT3BIS

X

Y

Système de coordonnées

Niveau d'eau

1884 339,93

3137 365,04

RGF93 / CC44

☐ Néant

☐ Non mesuré

☐ En cours de forage

Élévation

Nivellement

Angle

Azimet

Prof. atteinte

☐ Stabilisé

☐ Non stabilisé

☒ Sec

+76,86 m

NGF

0,0°

-

0,81 m

Données

Type

Début

Fin

Machine

Opérateur

CPT3BIS

CPTU

20/12/2024

20/12/2024

CPT (M720)

P.N

Avant-trou

Ydry

Ywet

Ywater

a

-

16,0 kN/m³

18,0 kN/m³

10,0 kN/m³

0,81

Élévation

Prof.

Niveau d'eau

qc
[MPa]

fs
[MPa]

Rf
[%]

lc

0

30

60

0

0,5

1

0 %

5 %

0

1

2

3

4

5

76,86

0

soilcloud.tech

GINGER

CEBTP

LES PENNES MIRABEAU (13) - PROJET CEZANNE - G2AVP

CAI2.O.260

Client: APL

CPT4

X

1884 367,69

Élévation

+78,91 m

Y

3137 348,75

Nivellement

NGF

Système de coordonnées

RGF93 / CC44

Angle

0,0°

Azimut

-

Prof. atteinte

1,54 m

Niveau d'eau

☐ Néant

☐ Non mesuré

☐ En cours de forage

☐ Stabilisé

☐ Non stabilisé

☒ Sec

Données

CPT4

Type

CPTU

Début

20/12/2024

Fin

20/12/2024

Machine

CPT (M720)

Opérateur

P.N

Avant-trou

-

Ydry

16,0 kN/m³

Ywet

18,0 kN/m³

Ywater

10,0 kN/m³

a

0,81

Élévation

78,91

Prof.

0

Niveau d'eau

qc

[MPa]

fs

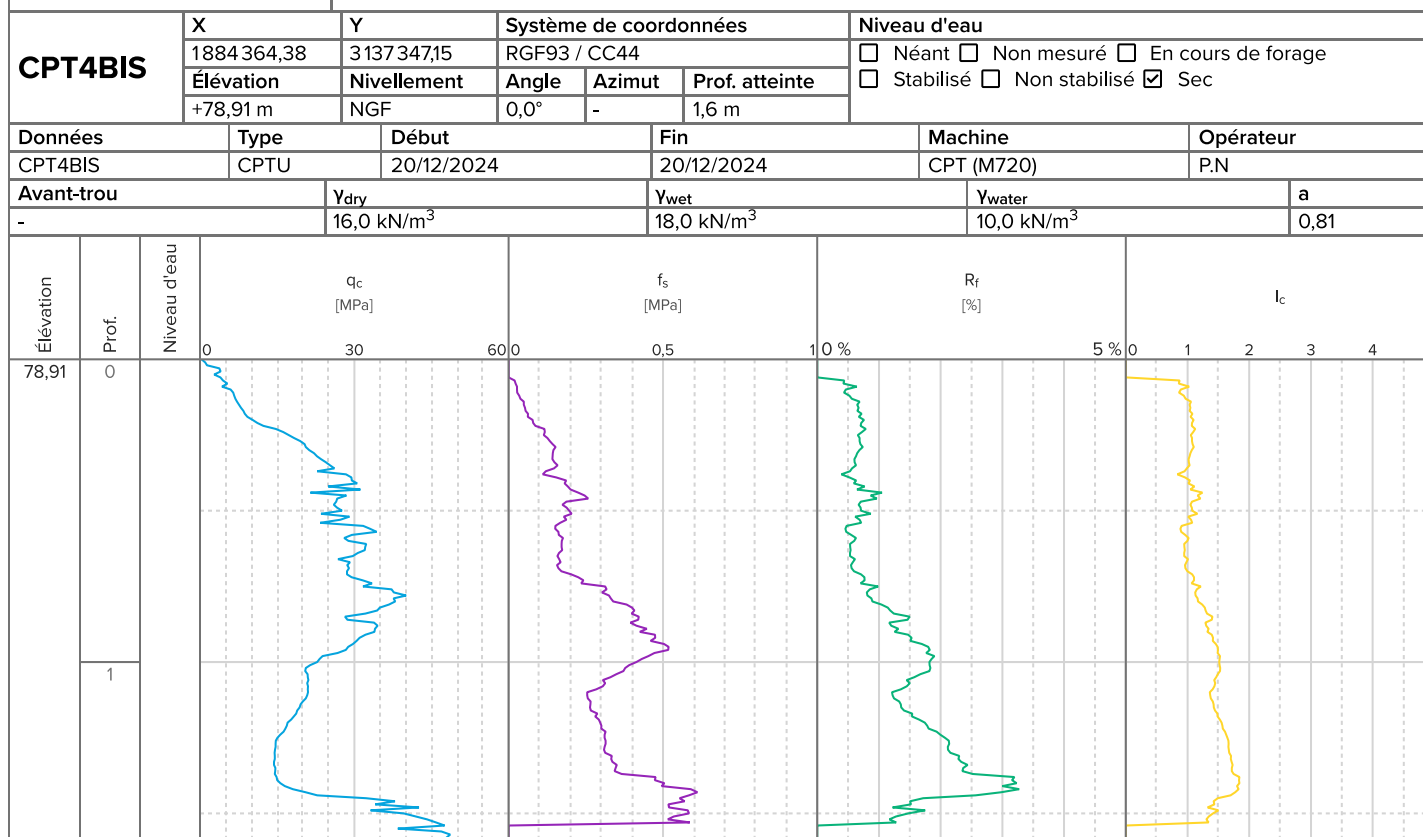
[MPa]

Rf

[%]

Ic

soilcloud.tech



GINGER

CEBTP

LES PENNES MIRABEAU (13) - PROJET CEZANNE - G2AVP

CAI2.O.260

Client: APL

CPT5

X

1884 414,46

Y

3 137 429,52

Système de coordonnées

RGF93 / CC44

Niveau d'eau

☒ Néant

☐ Non mesuré

☐ En cours de forage

☐ Stabilisé

☐ Non stabilisé

☒ Sec

Élévation

+76,34 m

Nivellement

NGF

Angle

0,0°

Azimet

-

Prof. atteinte

0,99 m

Données

CPT5

Type

CPTU

Début

20/12/2024

Fin

20/12/2024

Machine

-

Opérateur

-

Avant-trou

-

Ydry

16,0 kN/m³

Ywet

18,0 kN/m³

Ywater

10,0 kN/m³

a

0,81

Élévation

76,34

Prof.

0

Niveau d'eau

Néant

qc

[MPa]

0

30

60

fs

[MPa]

0

0,5

1

Rf

[%]

0 %

5 %

Ic

0

1

2

3

4

5

soilcloud.tech

GINGER

CEBTP

LES PENNES MIRABEAU (13) - PROJET CEZANNE - G2AVP

CAI2.O.260

Client: APL

CPT5BIS

X

Y

Système de coordonnées

Niveau d'eau

1884 417,13

3 137 426,82

RGF93 / CC44

☒ Néant

☐ Non mesuré

☐ En cours de forage

Élévation

Nivellement

Angle

Azimet

Prof. atteinte

☐ Stabilisé

☐ Non stabilisé

☒ Sec

+76,34 m

NGF

0,0°

-

1,2 m

Données

Type

Début

Fin

Machine

Opérateur

CPT5BIS

CPTU

20/12/2024

20/12/2024

CPT (M720)

P.N

Avant-trou

Ydry

Ywet

Ywater

a

-

16,0 kN/m³

18,0 kN/m³

10,0 kN/m³

0,81

Élévation

Prof.

Niveau d'eau

q_c
[MPa]

f_s
[MPa]

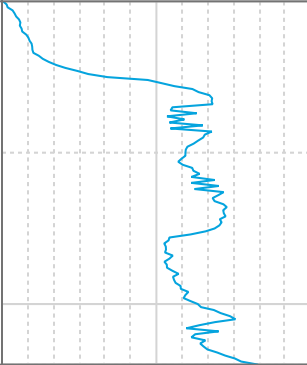
R_f
[%]

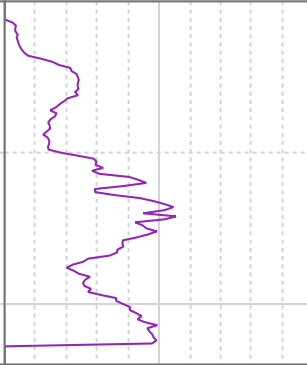
I_c

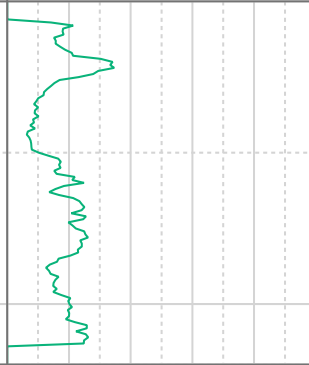
76,34

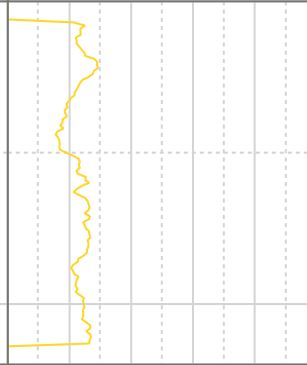
0

Néant









1

soilcloud.tech

GINGER

CEBTP

LES PENNES MIRABEAU (13) - PROJET CEZANNE - G2AVP

CAI2.O.260

Client: APL

CPT6

X

Y

Système de coordonnées

Niveau d'eau

1884443,88

3137473,35

RGF93 / CC44

☐ Néant

☐ Non mesuré

☐ En cours de forage

Élévation

Nivellement

Angle

Azimet

Prof. atteinte

☐ Stabilisé

☐ Non stabilisé

☒ Sec

+74,12 m

NGF

0,0°

-

0,02 m

Données

Type

Début

Fin

Machine

Opérateur

CPT6

CPTU

20/12/2024

20/12/2024

CPT (M720)

P.N

Avant-trou

Ydry

Ywet

Ywater

a

-

16,0 kN/m³

18,0 kN/m³

10,0 kN/m³

0,81

Élévation

Prof.

Niveau d'eau

qc
[MPa]

fs
[MPa]

Rf
[%]

lc

74,12

0

0

30

60

0

0,5

1

0 %

5 %

0

1

2

3

4

5

soilcloud.tech

GINGER

CEBTP

LES PENNES MIRABEAU (13) - PROJET CEZANNE - G2AVP

CAI2.O.260

Client: APL

CPT6BIS

X

Y

Système de coordonnées

Niveau d'eau

1884 444,69

3 137 469,11

RGF93 / CC44

☒ Néant

☐ Non mesuré

☐ En cours de forage

Élévation

Nivellement

Angle

Azimut

Prof. atteinte

☐ Stabilisé

☐ Non stabilisé

☒ Sec

+74,12 m

NGF

0,0°

-

0,01 m

Données

Type

Début

Fin

Machine

Opérateur

CPT6BIS

CPTU

20/12/2024

20/12/2024

CPT (M720)

P.N

Avant-trou

Ydry

Ywet

Ywater

a

-

16,0 kN/m³

18,0 kN/m³

10,0 kN/m³

0,81

Élévation

Prof.

Niveau d'eau

q_c
[MPa]

f_s
[MPa]

R_f
[%]

I_c

0

30

60

0

0,5

1

0 %

5 %

0

1

2

3

4

5

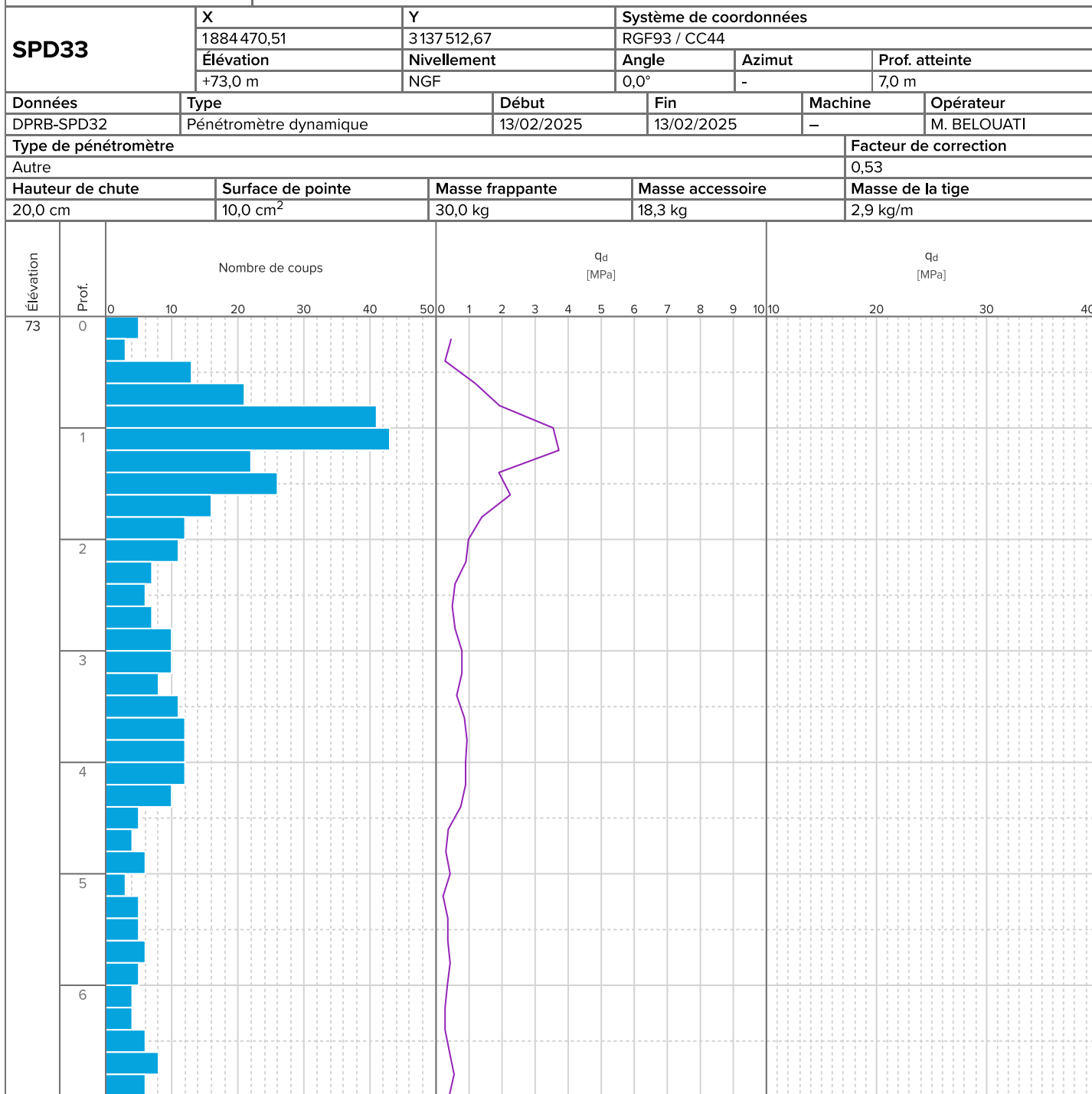
74,12

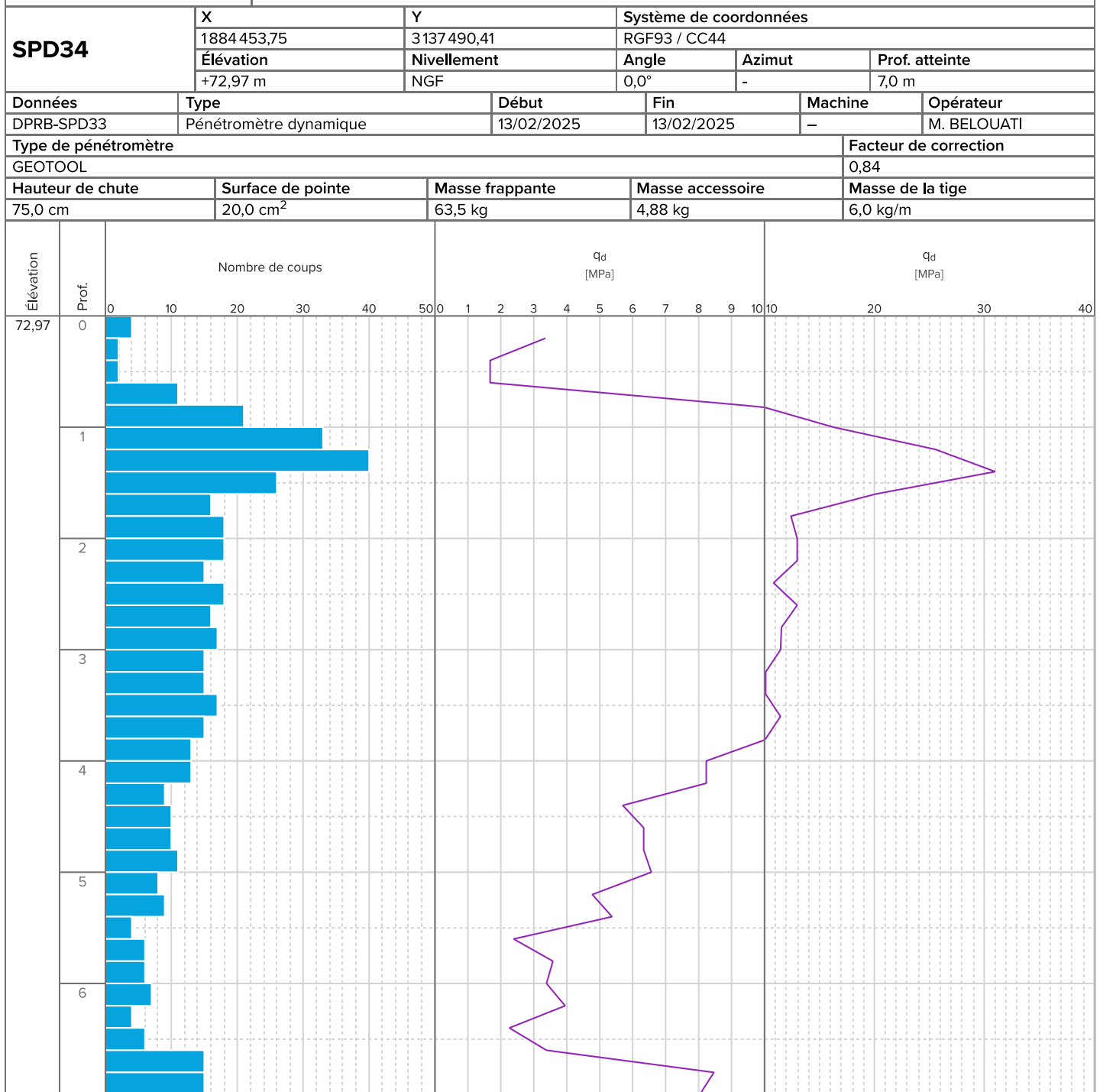
0

soilcloud.tech

ANNEXE 7 – ESSAIS DE PENETRATION DYNAMIQUE – GINGER CEBTP

- Pénétrogrammes,
- Coupes approximatives des sols éventuelles,
- Valeurs de frottements éventuelles.





		LES PENNES MIRABEAU (13) - PROJET CEZANNE - G2AVP				Client: APL									
SPD37		X	Y	Système de coordonnées											
		1884 480,09	3 137 441,30	RGF93 / CC44											
		Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte									
		+75,96 m	NGF	0,0°	-	4,2 m									
Données	Type	Début		Fin		Machine	Opérateur								
DPRB-SPD36	Pénétromètre dynamique	13/02/2025		13/02/2025		—	M. BELOUATI								
Type de pénétromètre						Facteur de correction									
GEOTOOL						0,84									
Hauteur de chute		Surface de pointe		Masse frappante		Masse accessoire									
75,0 cm		20,0 cm ²		63,5 kg		4,88 kg									
						Masse de la tige									
						6,0 kg/m									
Élévation	Prof.	Nombre de coups				q _d [MPa]				q _d [MPa]					
		0 10 20 30 40 50				0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10				10 20 30 40					
		75,96				0									
		0													
		1													
		2													
3															
4															
				Refus				Refus				Refus			
soilcloud.tech															

ANNEXE 8 – PROCES VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

- Essais d'identification et paramètres d'état :
 - teneur en eau,
 - courbe granulométrique,
 - mesure de la VBS,
 - limites d'Atterberg,
 - masse volumique,
- Essais de mécanique des sols :
 - Fragmentabilité sur roche,
 - Dégradabilité sur roche,

COEFFICIENT DE DEGRADABILITÉ DES MATÉRIAUX ROCHEUX NF P 94-067

GINGER CEBTP

1030 rue JRGG de la lauziere
Les Milles
13290 AIX EN PROVENCE

Informations générales

N° dossier : **CA12.0260.0001**

Client / MO : **STE TELEHOUSE INTL CORP EUROPE**

Désignation : **LES PENNES MIRABEAU - PROJET CEZANNE - G2 AVP PRO**

Localité : **LES PENNES MIRABEAU**

Demandeur / MOE : **APL DATA CENTER**

Chargé d'affaire : **Hippolyte GRZES**

Informations sur l'échantillon N° 25AIX-0230

Mode de prélèvement : **Sondage carotté**

Sondage : **SC1 CAC N°2**

Prélevé par : **GINGER CEBTP**

Profondeur : **15.00/17.00 m**

Date prélèvement : **31/12/24**

Mode de conservation : **Ech. Intact en gaine PVC**

Date de livraison : **28/01/25**

Description : **Calcaire**

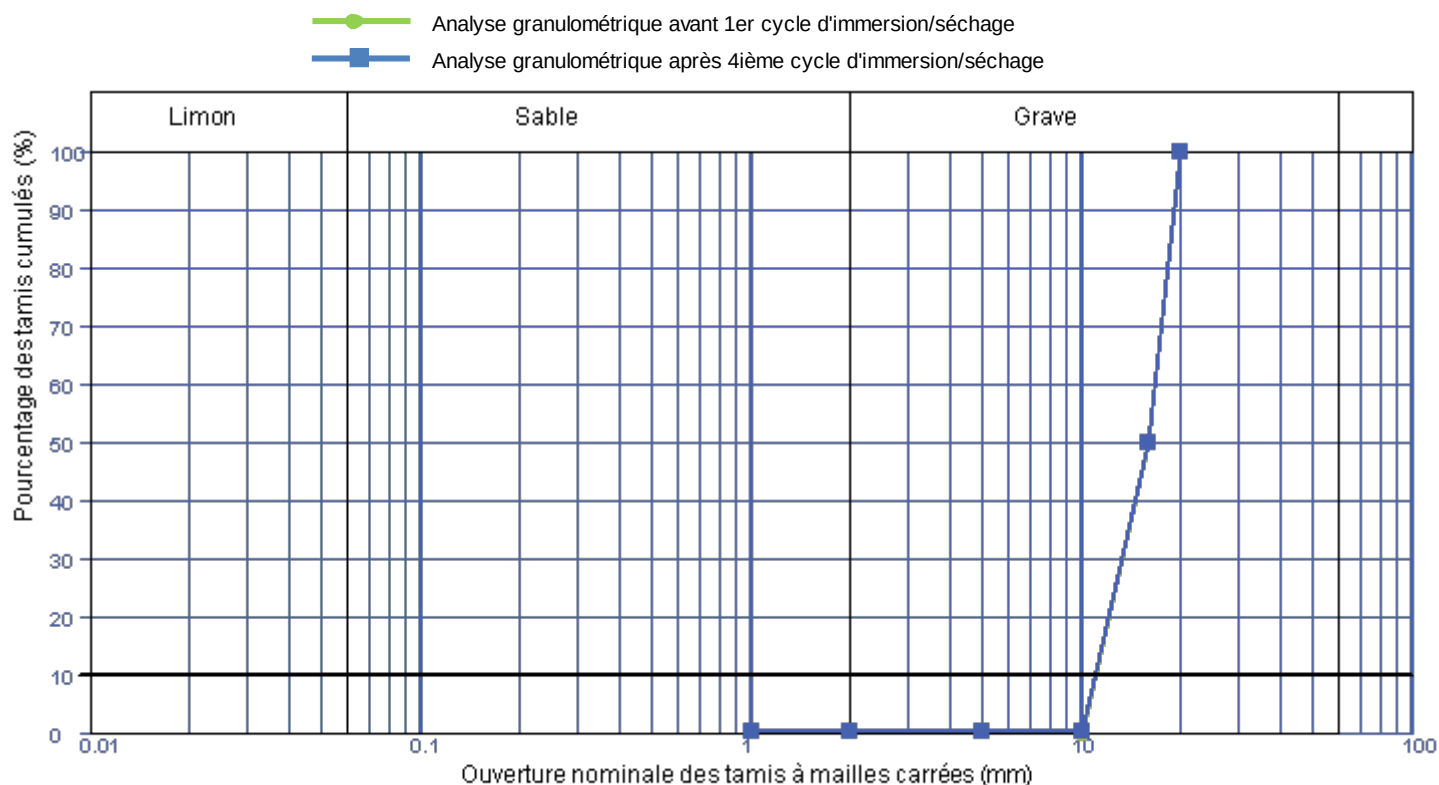
Informations sur l'essai

Fraction soumise à l'essai : **10/20 mm**

Technicien : **Cédric LACOSTE**

Date essai : **17/02/25**

Résultats de l'essai



D10 avant 1er cycle d'immersion/séchage (mm) = 11.2

Coefficient de Dégradabilité - DG = 1.0

D10 après 4ième cycle d'immersion/séchage (mm) = 11.2

Observations :

GINGER CEBTP

1030 rue JRGG de la lauziere
Les Milles
13290 AIX EN PROVENCE

Informations générales

N° dossier : **CAI2.0260.0001**

Client /MO : **STE TELEHOUSE INTL CORP EUROPE**

Désignation : **LES PENNES MIRABEAU - PROJET CEZANNE - G2 AVP PRO**

Localité : **LES PENNES MIRABEAU**

Demandeur / MOE : **APL DATA CENTER**

Chargé d'affaire : **Hippolyte GRZES**

Informations sur l'échantillon N° 25AIX-0230

Mode de prélèvement : **Sondage carotté**

Sondage : **SC1 CAC N°2**

Prélevé par : **GINGER CEBTP**

Profondeur : **15.00/17.00 m**

Date prélèvement : **31/12/24**

Mode de conservation : **Ech. Intact en gaine PVC**

Date de livraison : **28/01/25**

Description : **Calcaire**

Informations sur l'essai

Fraction soumise à l'essai : **10/20 mm**

Technicien : **Cédric LACOSTE**

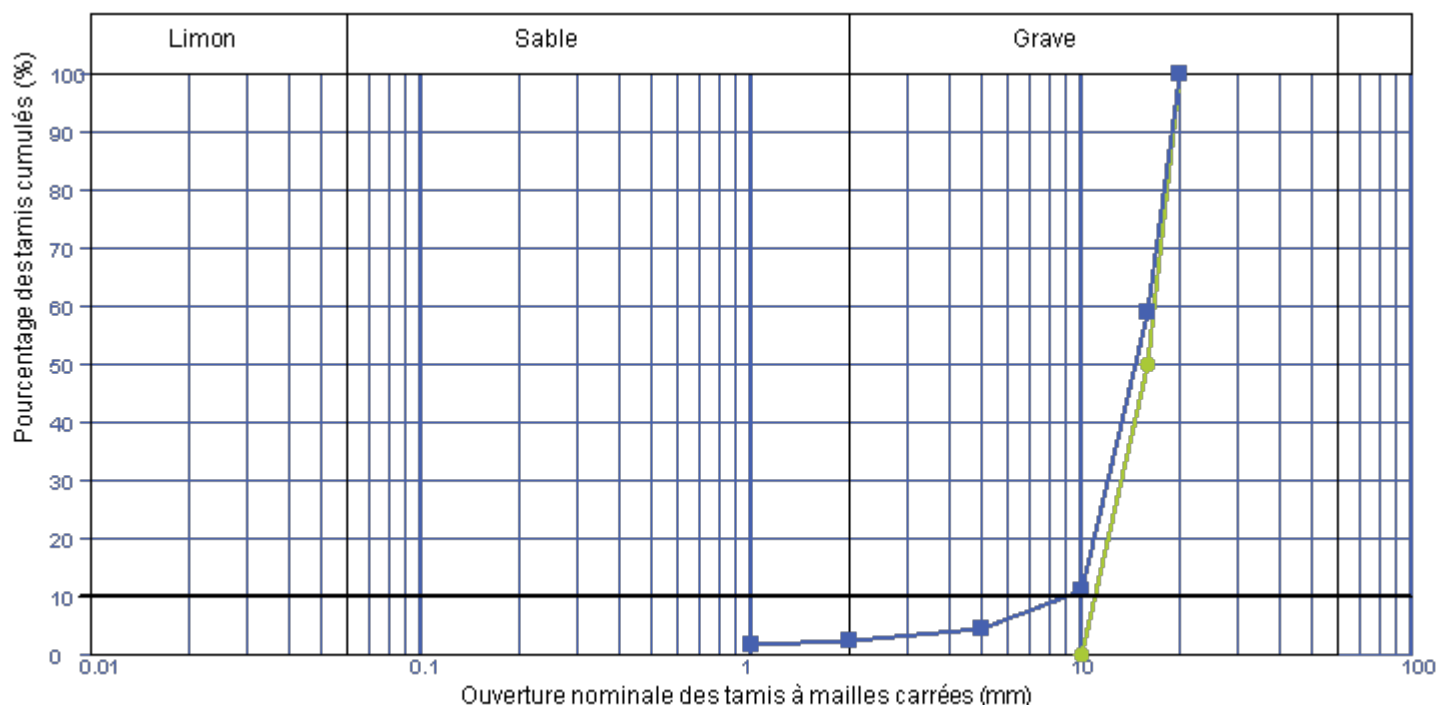
Date essai : **17/02/25**

Résultats de l'essai

Conditions d'exécution de la désagrégation du moulage après pilonnage (100 coups): **Aisées**

—●— Analyse granulométrique avant pilonnage

—■— Analyse granulométrique après pilonnage



D10 avant pilonnage (mm) = 11.2

Coefficient de Fragmentabilité - FR = 1.2

D10 après pilonnage (mm) = 9.4

Classification suivant NF P11-300 =

Observations :

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP

1030 rue JRGG de la lauziere
Les Milles
13290 AIX EN PROVENCE

Informations générales

N° dossier : **CA12.O260.0001**

Client / MO : **STE TELEHOUSE INTL CORP EUROPE**

Désignation : **LES PENNES MIRABEAU - PROJET CEZANNE - G2 AVP PRO**

Localité : **LES PENNES MIRABEAU**

Demandeur / MOE : **APL DATA CENTER**

Chargé d'affaire : **Hippolyte GRZES**

Informations sur l'échantillon N° 25AIX-0222

Mode de prélèvement : **Sondage carotté**

Sondage : **SC1 EI N°2**

Prélevé par : **GINGER CEBTP**

Profondeur : **2.50/3.90 m**

Date prélèvement : **31/12/24**

Mode de conservation : **Ech. Intact en gaine PVC**

Date de livraison : **28/01/25**

Description : **Argile finement sableuse marron orangée à cailloux**

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	50	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	83.6	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	52.9	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - WL	ME selon NFP94-051	33	%
Limite de plasticité - WP	ME selon NFP94-051	18	%
Indice de plasticité - Ip	WL - WP	15	
VBS	NF P94-068	1.48	g de bleu pour 100

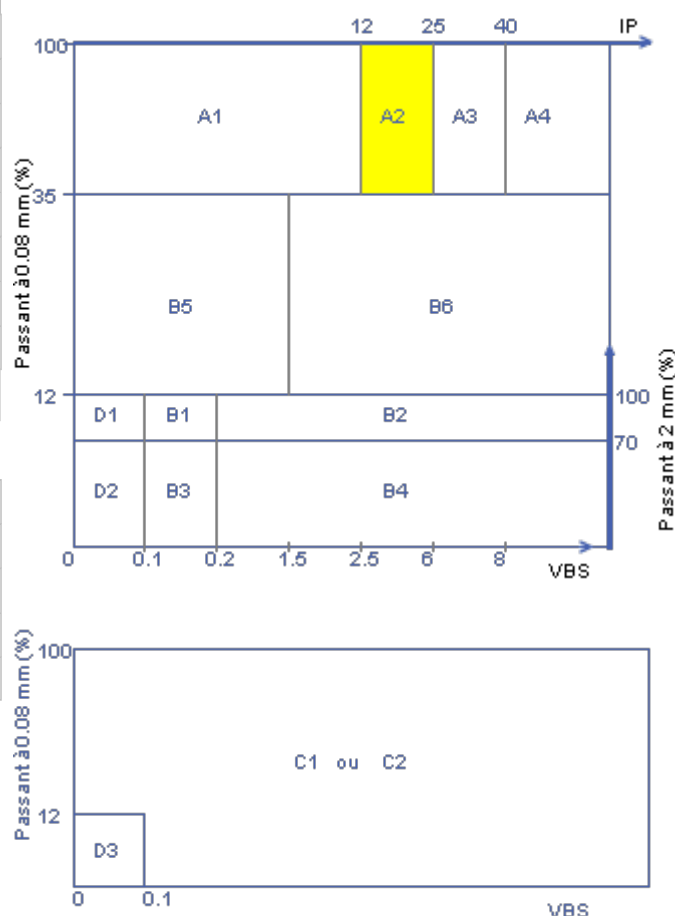
Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P 94-050	12.2	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / Ip		
Wn / W OPN	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W OPN (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ OPN (Mg/m3) :	

CLASSIFICATION NF P 11-300: A2 ts (F2 ts)



Observations:

CEDRIC LACOSTE

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

Méthode par tamisage à sec après lavage

Méthode d'essai selon NF P 94-056 (norme périmée)

GINGER CEBTP

1030 rue JRGG de la lauziere
Les Milles
13290 AIX EN PROVENCE

Informations générales

N° dossier : CAI2.0260.0001

Client / MO : STE TELEHOUSE INTL CORP EUROPE

Désignation : LES PENNES MIRABEAU - PROJET CEZANNE - G2 AVP PRO

Localité : LES PENNES MIRABEAU

Demandeur / MOE : APL DATA CENTER

Chargé d'affaire : Hippolyte GRZES

Informations sur l'échantillon N° 25AIX-0222

Mode de prélèvement : Sondage carotté

Sondage : SC1 EI N°2

Prélevé par : GINGER CEBTP

Profondeur : 2.50/3.90 m

Date prélèvement : 31/12/24

Mode de conservation : Ech. Intact en gaine PVC

Date de livraison : 28/01/25

dm (mm) : 50

dc (mm) : 20

Description : Argile finement sableuse marron orangée à cailloux

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage

Technicien : Cédric LACOSTE

Température : 105°C

Date essai : 18/02/25

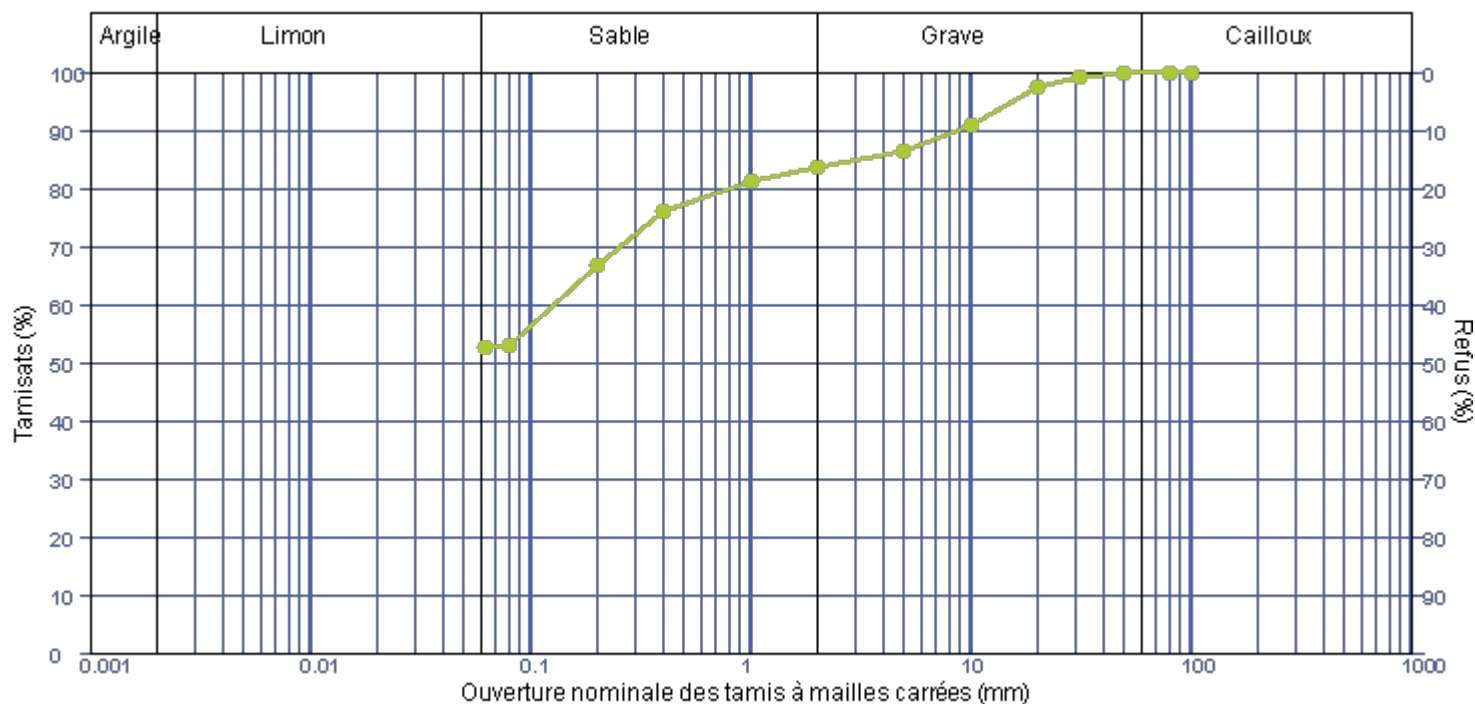
Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamais à mailles carrées (mm)	100 mm	80 mm	50 mm	31.5 mm	20 mm	10 mm	5 mm	2 mm	1 mm	400 µm	200 µm	80 µm	63 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	99.2	97.5	91.0	86.4	83.6	81.1	76.0	66.8	52.9	52.5

Facteur d'uniformité Cu = (N.D.)

Facteur de courbure Cc = (N.D.)

Facteur de symétrie Cs = (N.D.)



Observations :

RESPONSABLE DES ESSAIS
LOUISA PARES AMORIM

GINGER CEBTP

1030 rue JRGG de la lauziere
Les Milles
13290 AIX EN PROVENCE**Mesure de la capacité d'adsorption de bleu de méthylène d'un sol ou d'un matériaux rocheux par l'essai à la tâche**
Méthode d'essai selon NF P 94-068 (norme périmée)

Informations générales

N° dossier : CAI2.O260.0001

Client / MO : STE TELEHOUSE INTL CORP EUROPE

Désignation : LES PENNES MIRABEAU - PROJET CEZANNE - G2 AVP PRO

Localité : LES PENNES MIRABEAU

Demandeur / MOE : APL DATA CENTER

Chargé d'affaire : Hippolyte GRZES

Informations sur l'échantillon N° 25AIX-0222

Mode de prélèvement : Sondage carotté

Sondage : SC1 EI N°2

Prélevé par : GINGER CEBTP

Profondeur : 2.50/3.90 m

Date prélèvement : 31/12/24

Mode de conservation : Ech. Intact en gaine PVC

Date de livraison : 28/01/25

dm (mm) : 50

Description : Argile finement sableuse marron orangée à cailloux

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage

Technicien : Cédric LACOSTE

Température : 105°C

Date essai : 24/02/25

Résultats

VB = 1.72 g de bleu pour 100 g de matériaux sec (Sans correction)

VBs = 1.48 g de bleu pour 100 g de matériaux sec C = 86.4 W (%) : 0.9

C= proportion de la fraction 0/5 mm dans la fraction 0/50 mm (%) - Si dm = 5 mm, alors C=100 %

Observations :

DÉTERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG
Limite de liquidité à la coupelle - Limite de plasticité au rouleau
Méthode d'essai selon NF P 94-051 (norme périmée)

GINGER CEBTP

 1030 rue JRGG de la lauzière
 Les Milles
 13290 AIX EN PROVENCE

Informations générales

 N° dossier : **CAI2.0260.0001**

Client /MO :

Désignation : LES PENNES MIRABEAU - PROJET CEZANNE - G2 AVP PRO

Localité : LES PENNES MIRABEAU

 Demandeur / MOE : **APL DATA CENTER**

Chargé d'affaire : Hippolyte GRZES

Informations sur l'échantillon

Mode de prélèvement : Sondage carotté

Sondage : SC1 EI N°2

Prélevé par : GINGER CEBTP

Profondeur : 2.50/3.90 m

Date prélèvement : 31/12/24

Mode de conservation : Ech. Intact en gaine PVC

Date de livraison : 28/01/25

dm (mm) : 50

w (%) : 12.2

Description : Argile finement sableuse marron orangée à cailloux

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage

Technicien : Cédric LACOSTE

Température : 105°C

Date essai : 24/02/25

Résultats de l'essai

Limite de Liquidité W_L (%)		
Mesure N°	Nb de chocs N	Teneur en eau W (%)
1	15	34.7
2	19	33.8
3	23	33.2
4	28	32.6
5	37	32.0

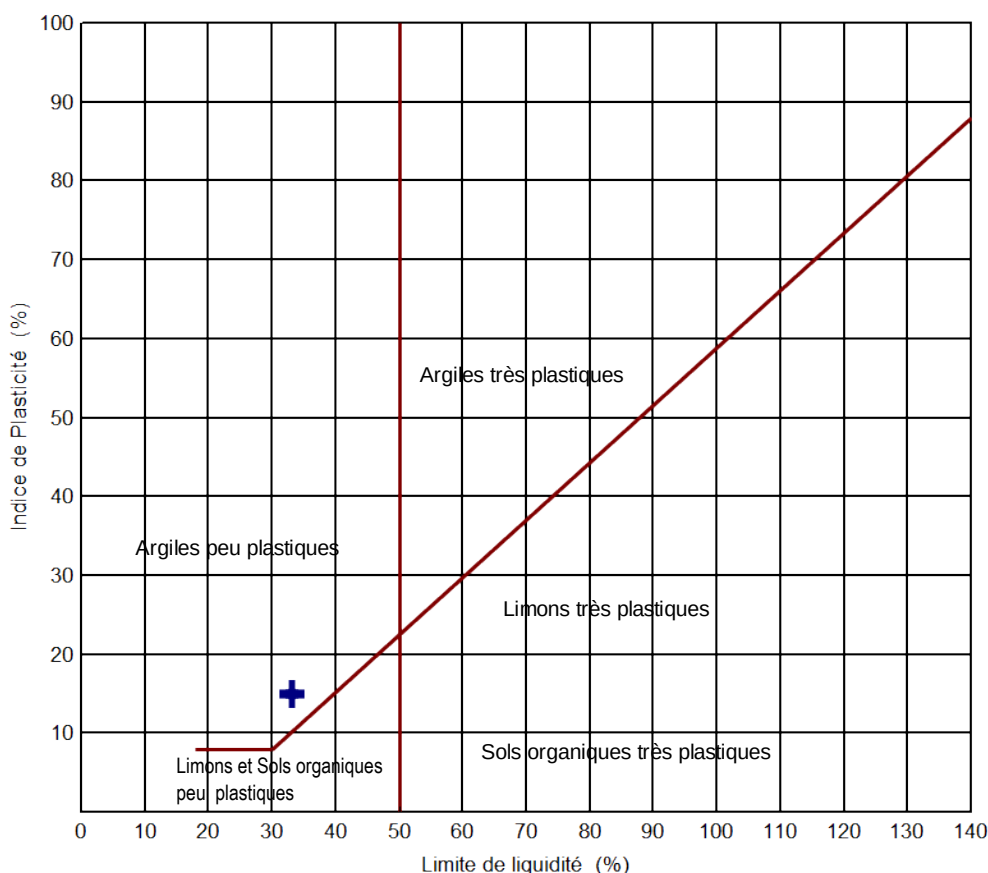
Limite de Plasticité W_P (%)	
Mesure N°	Teneur en eau W (%)
1	18.4
2	18.4

 Limite de liquidité W_L (%) = 33

 Limite de plasticité W_P (%) = 18

 Indice de plasticité I_P = 15

 Indice de consistance I_C = 1.39

DIAGRAMME DE CASAGRANDE

Observations : I_C est donnée à titre indicatif, car le passant à 400 μm est inférieur à 80 %

DÉTERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS
Méthode de la trousse coupante, du moule et de l'immersion dans l'eau
Méthode d'essai selon NF P 94-053 (norme périmée)

GINGER CEBTP

1030 rue JRGG de la lauzière
Les Milles
13290 AIX EN PROVENCE

Informations générales

N° dossier : **CA12.0260.0001**Client /MO : **STE TELEHOUSE INTL CORP EUROPE**Désignation : **LES PENNES MIRABEAU - PROJET CEZANNE - G2 AVP PRO**Localité : **LES PENNES MIRABEAU**Demandeur / MOE : **APL DATA CENTER**Chargé d'affaire : **Hippolyte GRZES**Informations sur l'échantillon **25AIX-0222**Mode de prélèvement : **Sondage carotté**Sondage : **SC1 EI N°2**Prélevé par : **GINGER CEBTP**Profondeur : **2.50/3.90 m**Date prélèvement : **31/12/24**Mode de conservation : **Ech. Intact en gaine PVC**Date de livraison : **28/01/25**Description : **Argile finement sableuse marron orangée à cailloux**

Informations sur l'essai

Mode de séchage : **Etuvage**Technicien : **Cédric LACOSTE**Température : **105°C**Date essai : **19/02/25**Méthode utilisée: **Immersion dans l'eau**Température de salle d'essai (°C): **17.0**

Résultats de l'essai

Masse volumique humide $\rho = 1990$ kg/m³Teneur en eau naturelle $W_{nat} = 15.4$ %Masse volumique sèche $\rho_d = 1730$ kg/m³

Résultats à titre indicatif

Masse volumique des particules solides de sols ρ_s (kg/m³) = 2650 (estimée)Masse volumique du sol saturé ρ_{sat} (kg/m³) = 2075Teneur en eau naturelle de saturation W_{sat} (%) = 20.1Porosité n (%) = 34.8Indice des vides e = 0.534Degré de saturation S_r (%) = 76.3

Observations :

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP

1030 rue JRGG de la lauziere
Les Milles
13290 AIX EN PROVENCE

Informations générales

N° dossier : **CA12.O260.0001**

Client / MO : **STE TELEHOUSE INTL CORP EUROPE**

Désignation : **LES PENNES MIRABEAU - PROJET CEZANNE - G2 AVP PRO**

Localité : **LES PENNES MIRABEAU**

Demandeur / MOE : **APL DATA CENTER**

Chargé d'affaire : **Hippolyte GRZES**

Informations sur l'échantillon N° 25AIX-0227

Mode de prélèvement : **Sondage carotté**

Sondage : **SC1 EI N°7**

Prélevé par : **GINGER CEBTP**

Profondeur : **9.00/10.50 m**

Date prélèvement : **31/12/24**

Mode de conservation : **Ech. Intact en gaine PVC**

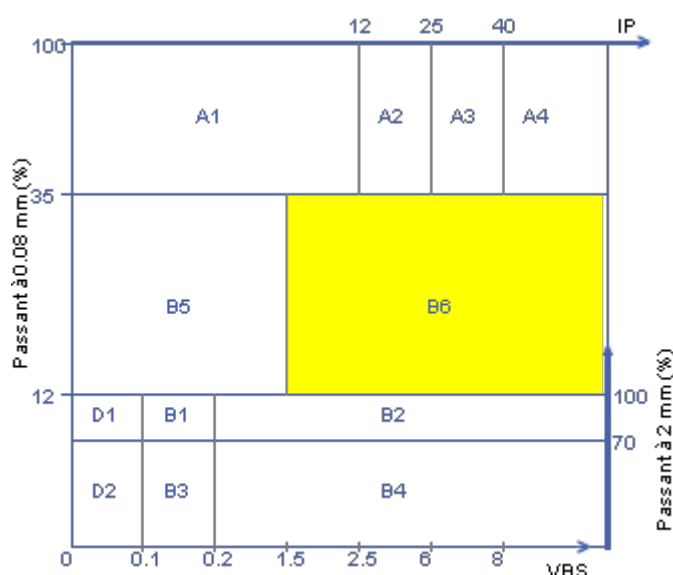
Date de livraison : **28/01/25**

Description : **Argile sableuse graveleuse ocre**

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	50	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	48.2	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	22.6	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - WL	ME selon NFP94-051	33	%
Limite de plasticité - WP	ME selon NFP94-051	18	%
Indice de plasticité - Ip	WL - WP	15	
VBS	NF P94-068	1.06	g de bleu pour 100

CLASSIFICATION NF P 11-300: B6 (I2)

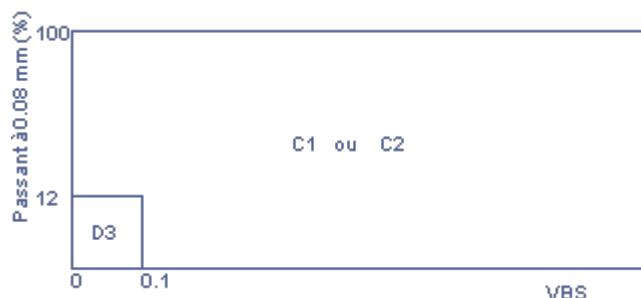


Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P 94-050	10.0	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / Ip		
Wn / W OPN	NF P94-093		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W OPN (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ OPN (Mg/m3) :	



Observations:

CEDRIC LACOSTE

GINGER CEBTP

1030 rue JRGG de la lauziere
Les Milles
13290 AIX EN PROVENCE

Informations générales

N° dossier : **CAI2.0260.0001**

Client / MO : **STE TELEHOUSE INTL CORP EUROPE**

Désignation : **LES PENNES MIRABEAU - PROJET CEZANNE - G2 AVP PRO**

Localité : **LES PENNES MIRABEAU**

Demandeur / MOE : **APL DATA CENTER**

Chargé d'affaire : **Hippolyte GRZES**

Informations sur l'échantillon N° 25AIX-0227

Mode de prélèvement : **Sondage carotté**

Sondage : **SC1 EI N°7**

Prélevé par : **GINGER CEBTP**

Profondeur : **9.00/10.50 m**

Date prélèvement : **31/12/24**

Mode de conservation : **Ech. Intact en gaine PVC**

Date de livraison : **28/01/25**

dm (mm) : **50**

dc (mm) : **20**

Description : **Argile sableuse graveleuse ocre**

Informations sur l'essai

Mode de séchage : **Etuvage**

Technicien : **Cédric LACOSTE**

Température : **105°C**

Date essai : **18/02/25**

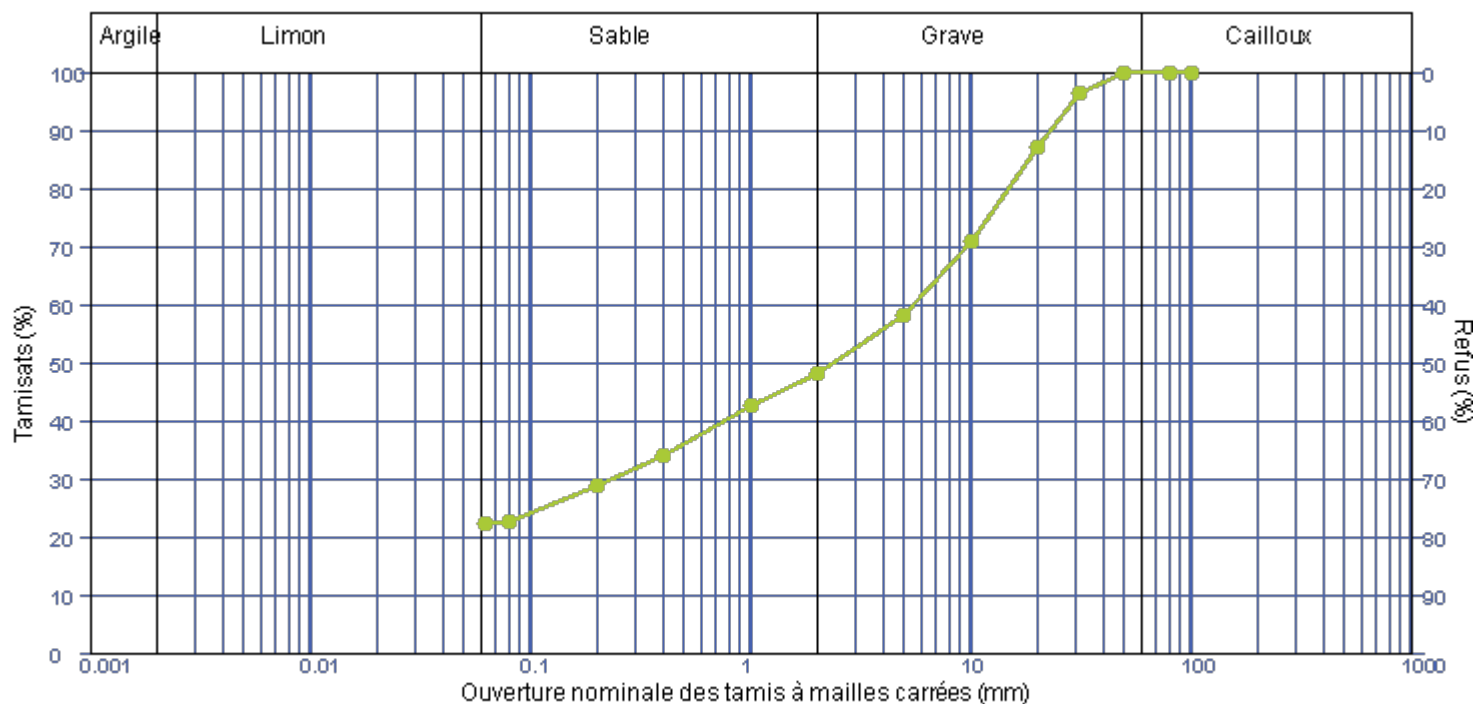
Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamais à mailles carrées (mm)	100 mm	80 mm	50 mm	31.5 mm	20 mm	10 mm	5 mm	2 mm	1 mm	400 µm	200 µm	80 µm	63 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	96.2	87.1	70.9	58.2	48.2	42.6	34.1	28.8	22.6	22.1

Facteur d'uniformité $C_u = (N.D.)$

Facteur de courbure $C_c = (N.D.)$

Facteur de symétrie $C_s = (N.D.)$



Observations :

RESPONSABLE DES ESSAIS
LOUISA PARES AMORIM

Mesure de la capacité d'adsorption de bleu de méthylène d'un sol ou d'un matériaux rocheux par l'essai à la tâche

Méthode d'essai selon NF P 94-068 (norme périmée)

GINGER CEBTP

1030 rue JRGG de la lauziere
Les Milles
13290 AIX EN PROVENCE

Informations générales

N° dossier : CAI2.0260.0001

Client / MO : STE TELEHOUSE INTL CORP EUROPE

Désignation : LES PENNES MIRABEAU - PROJET CEZANNE - G2 AVP PRO

Localité : LES PENNES MIRABEAU

Demandeur / MOE : APL DATA CENTER

Chargé d'affaire : Hippolyte GRZES

Informations sur l'échantillon N° 25AIX-0227

Mode de prélèvement : Sondage carotté

Sondage : SC1 EI N°7

Prélevé par : GINGER CEBTP

Profondeur : 9.00/10.50 m

Date prélèvement : 31/12/24

Mode de conservation : Ech. Intact en gaine PVC

Date de livraison : 28/01/25

dm (mm) : 50

Description : Argile sableuse graveleuse ocre

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage

Technicien : Cédric LACOSTE

Température : 105°C

Date essai : 20/02/25

Résultats

VB = 1.82 g de bleu pour 100 g de matériaux sec (Sans correction)

VBs = 1.06 g de bleu pour 100 g de matériaux sec C = 58.2 W (%) : 0.7

C= proportion de la fraction 0/5 mm dans la fraction 0/50 mm (%) - Si dm = 5 mm, alors C=100 %

Observations :

DÉTERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG
Limite de liquidité à la coupelle - Limite de plasticité au rouleau
Méthode d'essai selon NF P 94-051 (norme périmée)

GINGER CEBTP

 1030 rue JRGG de la lauzière
 Les Milles
 13290 AIX EN PROVENCE

Informations générales

 N° dossier : **CAI2.O260.0001**

Client /MO :

Désignation : LES PENNES MIRABEAU - PROJET CEZANNE - G2 AVP PRO

Localité : LES PENNES MIRABEAU

 Demandeur / MOE : **APL DATA CENTER**

Chargé d'affaire : Hippolyte GRZES

Informations sur l'échantillon

Mode de prélèvement : Sondage carotté

Sondage : SC1 EI N°7

Prélevé par : GINGER CEBTP

Profondeur : 9.00/10.50 m

Date prélèvement : 31/12/24

Mode de conservation : Ech. Intact en gaine PVC

Date de livraison : 28/01/25

dm (mm) : 50

w (%) : 10.0

Description : Argile sableuse graveleuse ocre

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage

Technicien : Cédric LACOSTE

Température : 105°C

Date essai : 24/02/25

Résultats de l'essai

Limite de Liquidité W_L (%)		
Mesure N°	Nb de chocs N	Teneur en eau W (%)
1	16	34.8
2	20	34.2
3	26	33.0
4	30	32.7
5	39	32.3

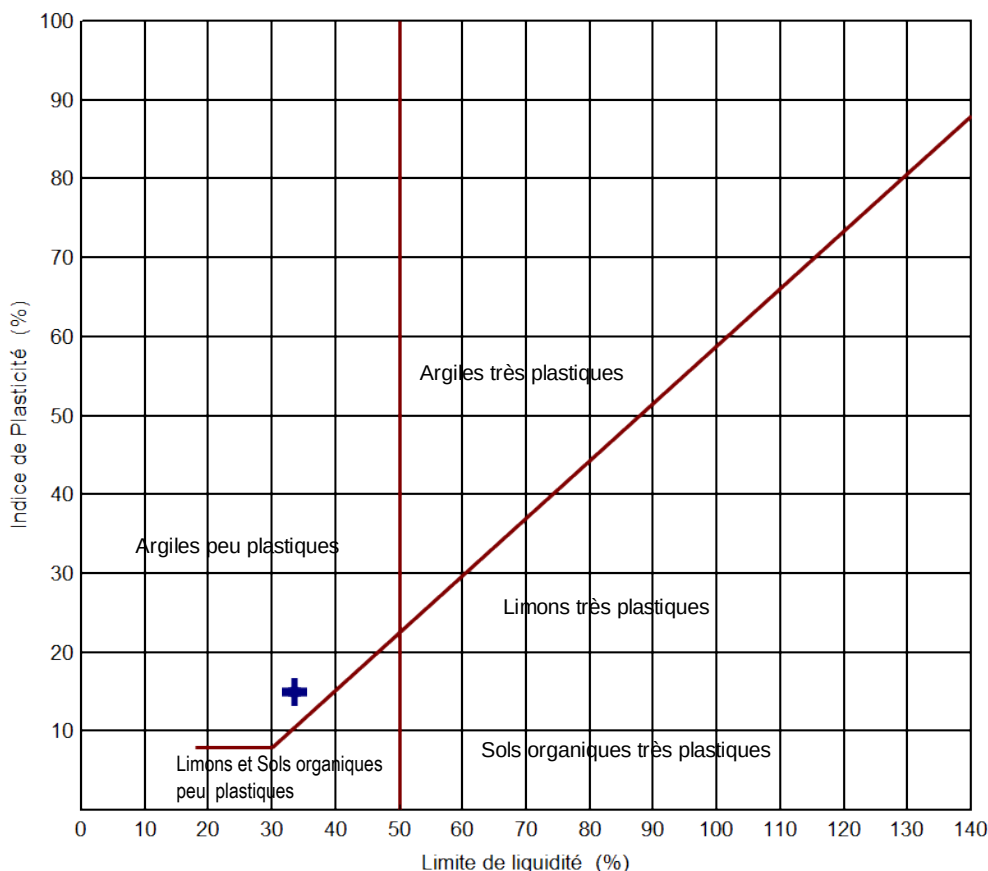
Limite de Plasticité W_P (%)	
Mesure N°	Teneur en eau W (%)
1	18.6
2	18.3

 Limite de liquidité W_L (%) = 33

 Limite de plasticité W_P (%) = 18

 Indice de plasticité I_P = 15

 Indice de consistance I_C = 1.53

DIAGRAMME DE CASAGRANDE

Observations : I_C est donnée à titre indicatif, car le passant à 400 μm est inférieur à 80 %

DÉTERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS
Méthode de la trousse coupante, du moule et de l'immersion dans l'eau
Méthode d'essai selon NF P 94-053 (norme périmée)

GINGER CEBTP

1030 rue JRGG de la lauzière
Les Milles
13290 AIX EN PROVENCE

Informations générales

N° dossier : **CA12.0260.0001**Client /MO : **STE TELEHOUSE INTL CORP EUROPE**Désignation : **LES PENNES MIRABEAU - PROJET CEZANNE - G2 AVP PRO**Localité : **LES PENNES MIRABEAU**Demandeur / MOE : **APL DATA CENTER**Chargé d'affaire : **Hippolyte GRZES**Informations sur l'échantillon **25AIX-0227**Mode de prélèvement : **Sondage carotté**Sondage : **SC1 EI N°7**Prélevé par : **GINGER CEBTP**Profondeur : **9.00/10.50 m**Date prélèvement : **31/12/24**Mode de conservation : **Ech. Intact en gaine PVC**Date de livraison : **28/01/25**Description : **Argile sableuse graveleuse ocre**

Informations sur l'essai

Mode de séchage : **Etuvage**Technicien : **Cédric LACOSTE**Température : **105°C**Date essai : **18/02/25**Méthode utilisée: **Immersion dans l'eau**Température de salle d'essai (°C): **17.0**

Résultats de l'essai

Masse volumique humide $\rho = 2180$ kg/m³Teneur en eau naturelle $W_{nat} = 14.2$ %Masse volumique sèche $\rho_d = 1910$ kg/m³

Résultats à titre indicatif

Masse volumique des particules solides de sols ρ_s (kg/m³) = 2650 (estimée)Masse volumique du sol saturé ρ_{sat} (kg/m³) = 2187Teneur en eau naturelle de saturation W_{sat} (%) = 14.7Porosité n (%) = 28.0Indice des vides e = 0.389Degré de saturation S_r (%) = 96.8

Observations :

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES

Informations générales

N° dossier : **CAI2.0260.0001**

Client / MO : **STE TELEHOUSE INTL CORP EUROPE**

Désignation : **LES PENNES MIRABEAU - PROJET CEZANNE - G2 AVP PRO**

Localité : **LES PENNES MIRABEAU**

Demandeur / MOE : **APL DATA CENTER**

Chargé d'affaire : **Hippolyte GRZES**

Informations sur l'échantillon N° 25AIX-0224

Mode de prélèvement : **Sondage carotté**

Sondage : **SC1 EI N°4**

Prélevé par : **GINGER CEBTP**

Profondeur : **5.50/5.90 m**

Date prélèvement : **31/12/24**

Mode de conservation : **Ech. Intact en gaine PVC**

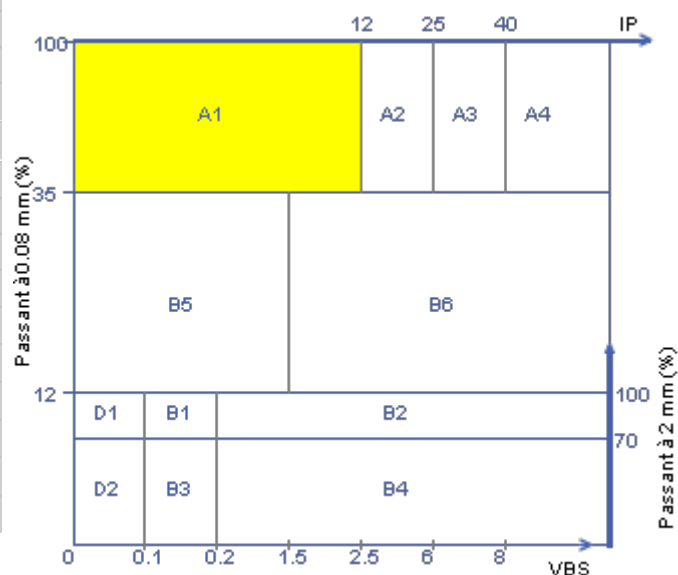
Date de livraison : **28/01/25**

Description : **LIMON sableux marron clair**

Paramètres de nature

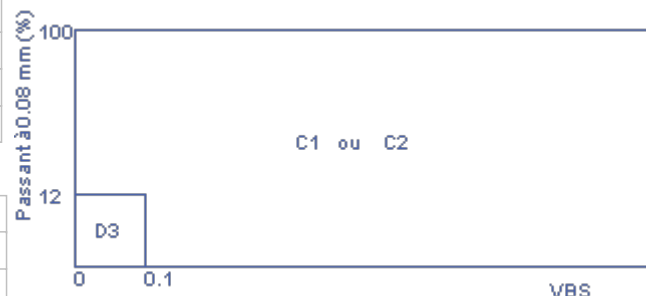
Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	5	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	98.9	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	78.5	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - W_L	ME selon NFP94-051	27	%
Limite de plasticité - W_P	ME selon NFP94-051	22	%
Indice de plasticité - IP	$W_L - W_P$	5	
VBS	NF P94-068	1.41	g /100 g
MV des particules solides ρ_s	NF P94-054		kg/m3
Propreté des sables - SE	NF EN 933-8		%
Masse volumique humide ρ	NF P94-053	1880	kg/m3
Masse volumique sèche ρ_d	NF P94-064		t/m3
Teneur en carbonate	NF P94-048		%
Teneur en MO - C_{MOC}	XP P 94-047		%

CLASSIFICATION NF P 11-300: A1



Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - W_n	NF P 94-050	17.7	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - I_c	$(W_L - W_n) / I_P$		
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		



Paramètres de comportement mécanique - Matériaux rocheux

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Fragmentabilité - FR	NF P94-066		
Dégradabilité - DG	NF P94-067		
micro-Deval - MDE (10/14 mm)	NF EN 1097-1		
Los Angeles - LA (10/14 mm)	NF EN 1097-2		
Friabilité des sables - F_s	NF P18-576		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

Observations :

Cheffe de section laboratoire
AURELIE FONTES



GINGER CEBTP

Parc d'activités Clément Ader
12 rue des Frères Lumière
34830 JACOU

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

Méthode par tamisage à sec après lavage

Méthode d'essai selon NF P 94-056 (norme périmée)

Dérogation à la norme (NF P 94-056): La fin du tamisage sur chaque tamis est déterminée visuellement

Informations générales

N° dossier : CAI2.0260.0001

Client / MO : STE TELEHOUSE INTL CORP EUROPE

Désignation : LES PENNES MIRABEAU - PROJET CEZANNE - G2 AVP PRO

Localité : LES PENNES MIRABEAU

Demandeur / MOE : APL DATA CENTER

Chargé d'affaire : Hippolyte GRZES

Informations sur l'échantillon N° 25AIX-0224

Mode de prélèvement : Sondage carotté

Sondage : SC1 EI N°4

Prélevé par : GINGER CEBTP

Profondeur : 5.50/5.90 m

Date prélèvement : 31/12/24

Mode de conservation : Ech. Intact en gaine PVC

Date de livraison : 28/01/25

dm (mm) : 5

Description : LIMON sableux marron clair

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage

Technicien : DEFOSSE Christophe

Température : 105°C

Date essai : 05/03/25

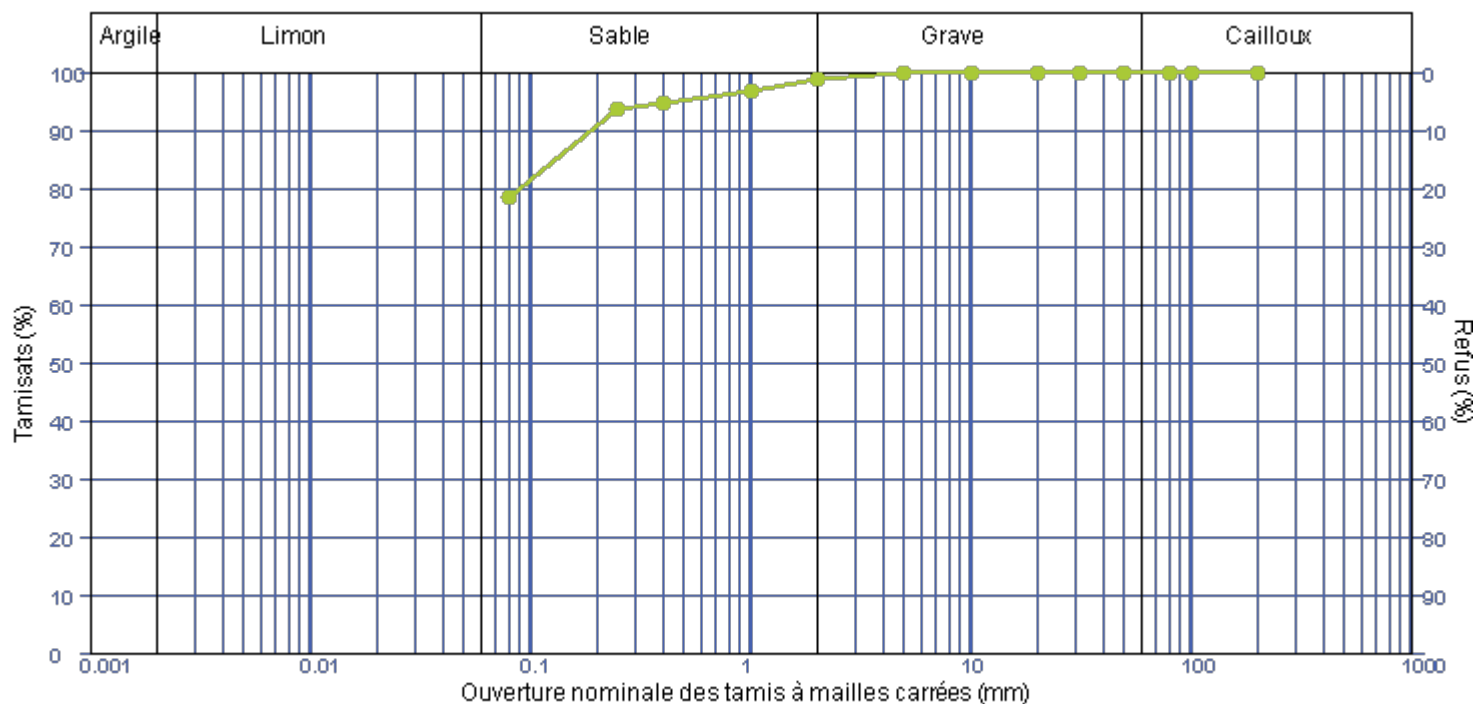
Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamais à mailles carrées (mm)	200 mm	100 mm	80 mm	50 mm	31.5 mm	20 mm	10 mm	5 mm	2 mm	1 mm	400 µm	250 µm	80 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	98.9	96.8	94.7	93.7	78.5

Facteur d'uniformité Cu = (N.D.)

Facteur de courbure Cc = (N.D.)

Facteur de symétrie Cs = (N.D.)



Observations :

Cheffe de section laboratoire
AURELIE FONTES



GINGER CEBTP

Parc d'activités Clément Ader
12 rue des Frères Lumière
34830 JACOU**Mesure de la capacité d'adsorption de bleu de méthylène d'un sol ou d'un matériaux rocheux par l'essai à la tâche**
Méthode d'essai selon NF P 94-068 (norme périmée)

Informations générales

N° dossier : CAI2.0260.0001

Client / MO : STE TELEHOUSE INTL CORP EUROPE

Désignation : LES PENNES MIRABEAU - PROJET CEZANNE - G2 AVP PRO

Localité : LES PENNES MIRABEAU

Demandeur / MOE : APL DATA CENTER

Chargé d'affaire : Hippolyte GRZES

Informations sur l'échantillon N° 25AIX-0224

Mode de prélèvement : Sondage carotté

Sondage : SC1 EI N°4

Prélevé par : GINGER CEBTP

Profondeur : 5.50/5.90 m

Date prélèvement : 31/12/24

Mode de conservation : Ech. Intact en gaine PVC

Date de livraison : 28/01/25

dm (mm) : 5

Description : LIMON sableux marron clair

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage

Technicien : MAZOUNI Mohammed

Température : 105°C

Date essai : 07/03/25

Résultats

VB = 1.41 g de bleu pour 100 g de matériaux sec (Sans correction)

VBs = 1.41 g de bleu pour 100 g de matériaux sec C = 100.0 W (%) : 17.7

C= proportion de la fraction 0/5 mm dans la fraction 0/50 mm (%) - Si dm = 5 mm, alors C=100 %

Observations :

Cheffe de section laboratoire
AURELIE FONTES

GINGER CEBTP

Parc d'activités Clément Ader
12 rue des Frères Lumière
34830 JACOU

DÉTERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG

Limite de liquidité à la coupelle - Limite de plasticité au rouleau

Méthode d'essai selon NF P 94-051 (norme périmée)

Informations générales

N° dossier : **CA12.0260.0001**

Client / MO : **STE TELEHOUSE INTL CORP EUROPE**

Désignation : **LES PENNES MIRABEAU - PROJET CEZANNE - G2 AVP PRO**

Localité : **LES PENNES MIRABEAU**

Demandeur / MOE : **APL DATA CENTER**

Chargé d'affaire : **Hippolyte GRZES**

Informations sur l'échantillon N° 25AIX-0224

Mode de prélèvement : **Sondage carotté**

Sondage : **SC1 EI N°4**

Prélevé par : **GINGER CEBTP**

Profondeur : **5.50/5.90 m**

Date prélèvement : **31/12/24**

Mode de conservation : **Ech. Intact en gaine PVC**

Date de livraison : **28/01/25**

dm (mm) : **5**

w (%) : **17.7**

Description : **LIMON sableux marron clair**

Informations sur l'essai

Mode de séchage : **Etuvage**

Technicien : **DEFOSSE Christophe**

Température : **105°C**

Date essai : **10/03/25**

Résultats de l'essai

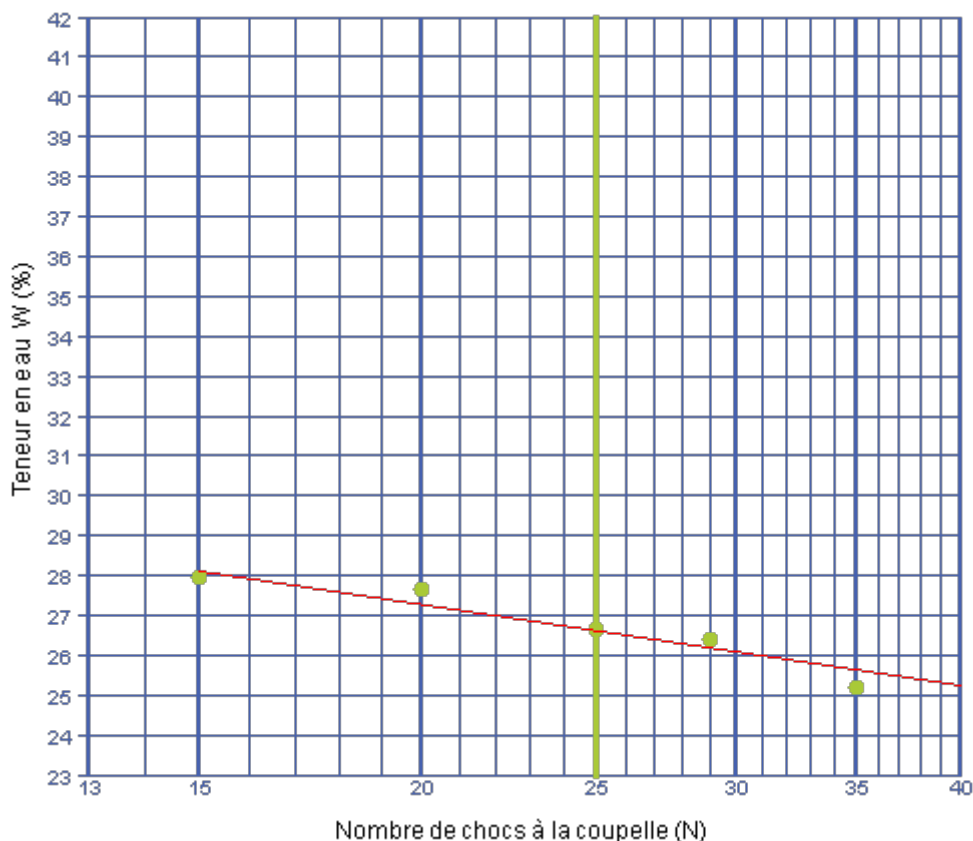
Limite de Liquidité W_L (%)		
Mesure N°	Nb de chocs N	Teneur en eau W (%)
1	35	25.2
2	29	26.4
3	25	26.6
4	20	27.6
5	15	27.9

Limite de Plasticité W_P (%)	
Mesure N°	Teneur en eau W (%)
1	22.2
2	22.0
3	22.3

Limite de liquidité W_L (%) = 27

Limite de plasticité W_P (%) = 22

Indice de plasticité I_P = 5



Observations :

Cheffe de section laboratoire
AURELIE FONTES



DÉTERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS Méthode de la trousse coupante, du moule et de l'immersion dans l'eau Méthode d'essai selon NF P 94-053 (norme périmée)

Informations générales

N° dossier :	CAI2.0260.0001	Client /MO :	STE TELEHOUSE INTL CORP EUROPE
Désignation :	LES PENNES MIRABEAU - PROJET CEZANNE - G2 AVP PRO		
Localité :	LES PENNES MIRABEAU	Demandeur / MOE :	APL DATA CENTER
Chargé d'affaire :	Hippolyte GRZES		

Informations sur l'échantillon 25AIX-0224

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC1 EI N°4
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	5.50/5.90 m
Date prélèvement :	31/12/24		
Mode de conservation :	Ech. Intact en gaine PVC		
Date de livraison :	28/01/25		
Description :	LIMON sableux marron clair		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	LOSSE Jérémie
Température :	105°C	Date essai :	04/03/25
Méthode utilisée:	Moule	Température de salle d'essai (°C):	17.0

Résultats de l'essai

Masse volumique humide	$\rho = 1880$	kg/m3
Teneur en eau naturelle	$W_{nat} = 24.2$	%
Masse volumique sèche	$\rho_d = 1510$	kg/m3

Résultats à titre indicatif

Masse volumique des particules solides de sols	ρ_S (kg/m3)	=	2700 (estimée)
Masse volumique du sol saturé	ρ_{sat} (kg/m3)	=	1954
Teneur en eau naturelle de saturation	W_{sat} (%)	=	29.0
Porosité	n (%)	=	43.9
Indice des vides	e	=	0.783
Degré de saturation	S_r (%)	=	83.5

Observations :

Cheffe de section laboratoire
AURELIE FONTES



Agence de MONTPELLIER

Service Contrôle et Essais

12, rue des Frères Lumière

34830 JACOU

Tél. : 04-67-59-40-10

Fax. : 04-67-59-23-30

cebt.p.montpellier@groupe-cebtp.com

Informations générales
Dossier N° : CA12.0260.0001

Chantier : PROJET CEZANNE

LES PENNES MIRABEAU

Client STE TELEHOUSE INTL CORP EUROPE

Informations sur l'échantillon
Mode de prélèvement : carottier

 σ_{v0} = 104 KPa

Date de prélèvement : -

 u_0 = 0 KPa

Mode de conservation : gaine

Sondage N° : SC1

Prélevé par : GINGER CEBTP

Profondeur : 5.50-5.90 m

Date de réception : -

Date essai : 04/03/2025

Description : LIMON sableux marron clair

Caractéristiques initiales des éprouvettes

Valeurs	Unité	Ep 1	Ep 2	Ep 3	Ep 4
H_0	mm	98.87	100.89	98.86	
D_0	mm	50.00	50.00	50.00	
w	%	25.2	24.2	22.1	
ρ	Mg/m ³	1.970	1.984	2.025	
ρ_d	Mg/m ³	1.574	1.597	1.658	
Sr	%	95	95	95	
e		0.72	0.69	0.63	
ρ_s	Mg/m ³	2.70	Estimée		

Caractéristiques des éprouvettes après saturation

ΔV	cm ³	20.99	20.38	13.77	
B		0.95	0.95	0.95	
u_{op}	kPa	393	398	395	
σ'_c	kPa	107	202	305	

Caractéristiques des éprouvettes après consolidation

ΔH_s	mm	-0.82	-1.11	-1.31	
ΔV_s	cm ³	-4.8	-6.5	-7.7	
w_{sat}	%	24.9	23.5	20.9	
ρ	Mg/m ³	2.016	2.040	2.087	
ρ_d	Mg/m ³	1.614	1.651	1.727	
e	-	0.67	0.64	0.56	
t_{100}	min	32	10	7	

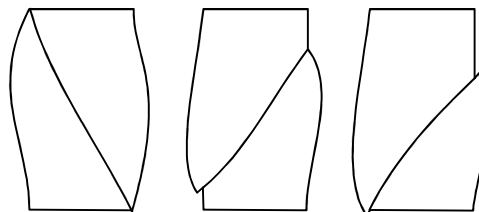
Vitesse d'écrasement - v = 50 μ m/min

Caractéristiques finales des éprouvettes

w	%	23.4	22.3	20.3	
---	---	------	------	------	--

Résultats

Définition des critères d'interprétation de rupture	φ' Degrés	c' kPa
$\square$ CRITERE 1 = $q_{max} = (\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$	29	5
$\diamond$ CRITERE 2 = $(\sigma'_1 / \sigma'_3)_{max}$	30	1

Photo ou schéma des éprouvettes après essais

Observations

Mode de rupture des éprouvettes: cisaillement

Présentation du procès verbal d'essai

Le présent procès verbal d'essai comporte 6 pages :

- Page 1 : caractéristiques des éprouvettes et résultats c' et φ'
- Page 2 : 3 graphiques : $q = f(\epsilon_1)$, $\sigma'_1 / \sigma'_3 = f(\epsilon_1)$ et $\Delta u = f(\epsilon_1)$
- Page 3 : représentations Mohr - Coulomb selon CRITERE 1
- Page 4 : représentations Mohr - Coulomb selon CRITERE 2
- Page 5 : représentations Lambe / Cambridge selon CRITERE 1
- Page 6 : représentations Lambe / Cambridge selon CRITERE 2

Il ne concerne que les objets soumis aux essais. Sauf autorisation préalable, il n'est utilisable à des fins commerciales ou publicitaires qu'en reproduction intégrale.

Fait à MONTPELLIER le 20/03/2025

Le Technicien chargé de l'essai

J. Losse

Agence de MONTPELLIER

Service Contrôle et Essais
12, rue des Frères Lumière
34830 JACOU
Tél. : 04-67-59-40-10
Fax. : 04-67-59-23-30
cebt.p.montpellier@groupe-cebtp.com

Informations générales

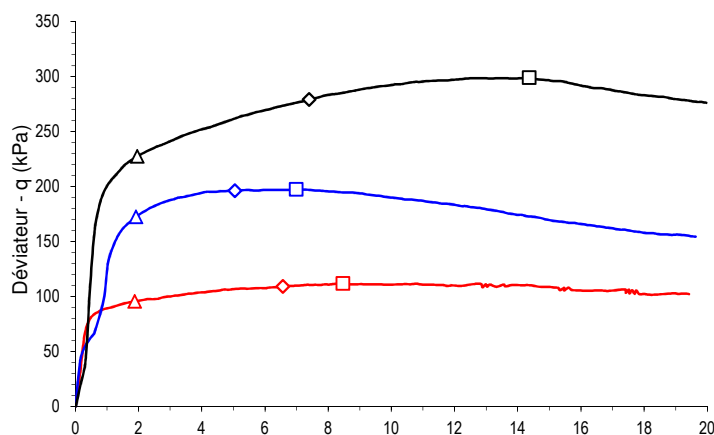
Dossier N° : CAI2.O260.0001
Chantier : PROJET CEZANNE
LES PENNES MIRABEAU
Client : STE TELEHOUSE INTL CORP EUROPE

Informations sur l'échantillon

Sondage N° : SC1
Profondeur : 5.50-5.90 m
Description : LIMON sableux marron clair

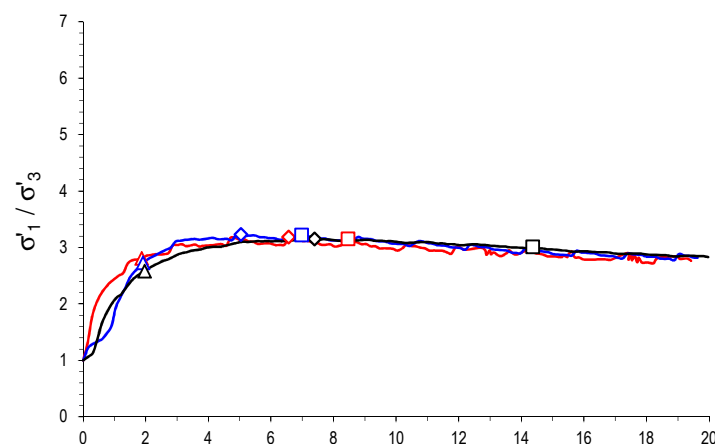
σ_{v0} = 104 kPa
 u_0 = 0 kPa

Représentation graphique et résultats



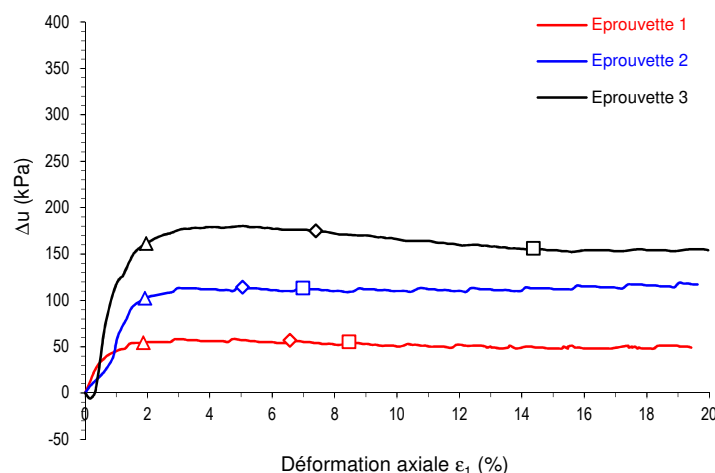
□ CRITERE 1 = $q_{\max} = (\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}$

Ep N°	q kPa	$\frac{\sigma'_1}{\sigma'_3}$	Δu kPa	ϵ %	A ⁽¹⁾	s' kPa	t kPa
1	112	3.15	55.0	8.46	0.492	107.9	55.9
2	197	3.22	113.0	6.98	0.573	187.7	98.7
3	299	3.01	156.0	14.36	0.522	298.5	149.5
4							



◇ CRITERE 2 = $(\sigma'_1 / \sigma'_3)_{\max}$

Ep N°	q kPa	$\frac{\sigma'_1}{\sigma'_3}$	Δu kPa	ϵ %	A ⁽¹⁾	s' kPa	t kPa
1	109	3.19	57.0	6.56	0.521	104.7	54.7
2	196	3.23	114.0	5.04	0.580	186.2	98.2
3	279.3	3.15	175.0	7.39	0.627	269.6	139.6
4							



Demande spécifique

△ CRITERE 3 2% ϵ_1

Ep N°	q kPa	$\frac{\sigma'_1}{\sigma'_3}$	Δu kPa	ϵ %	A ⁽¹⁾
1					
2					
3					
4					

⁽¹⁾ avec $A = \Delta u / q$ = facteur de pression interstitielle.

Agence de MONTPELLIER
Service Contrôle et Essais
12, rue des Frères Lumière
34830 JACOU
Tél. : 04-67-59-40-10
Fax. : 04-67-59-23-30
cebt.p.montpellier@groupe-cebtp.com

Informations générales

Dossier N° : CAI2.O260.0001

Chantier : PROJET CEZANNE

LES PENNES MIRABEAU

Client : STE TELEHOUSE INTL CORP EUROPE

Informations sur l'échantillon

Sondage N° : SC1

Profondeur : 5.50-5.90 m

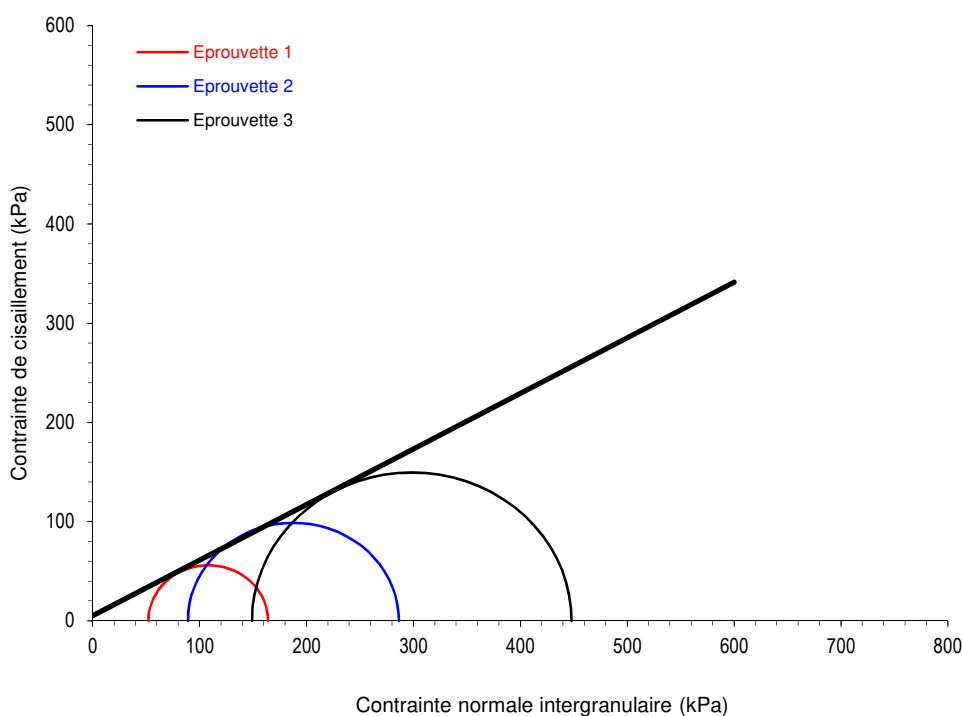
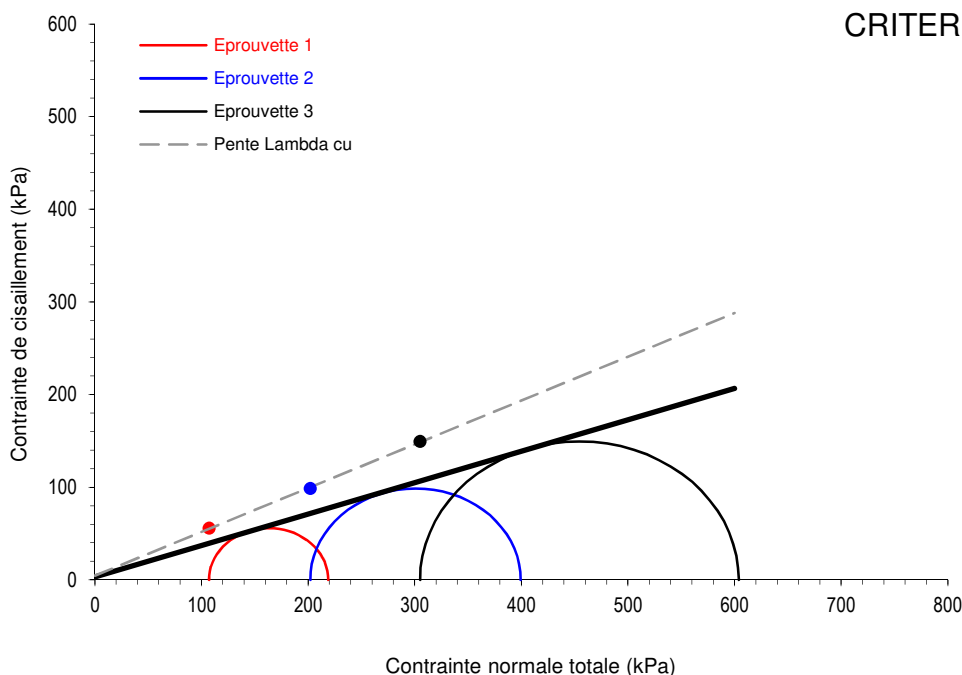
Description : LIMON sableux marron clair

σ_{v0} = 104 kPa

u_0 = 0 kPa

Représentation de MOHR - COULOMB selon CRITERE 1

$$\text{CRITERE 1} = q_{\max} = (\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}$$



Agence de MONTPELLIER
Service Contrôle et Essais
12, rue des Frères Lumière
34830 JACOU
Tél. : 04-67-59-40-10
Fax. : 04-67-59-23-30
cebt.p.montpellier@groupe-cebtp.com

Informations générales

Dossier N° : CAI2.O260.0001

Chantier : PROJET CEZANNE

LES PENNES MIRABEAU

Client : STE TELEHOUSE INTL CORP EUROPE

Informations sur l'échantillon

Sondage N° : SC1

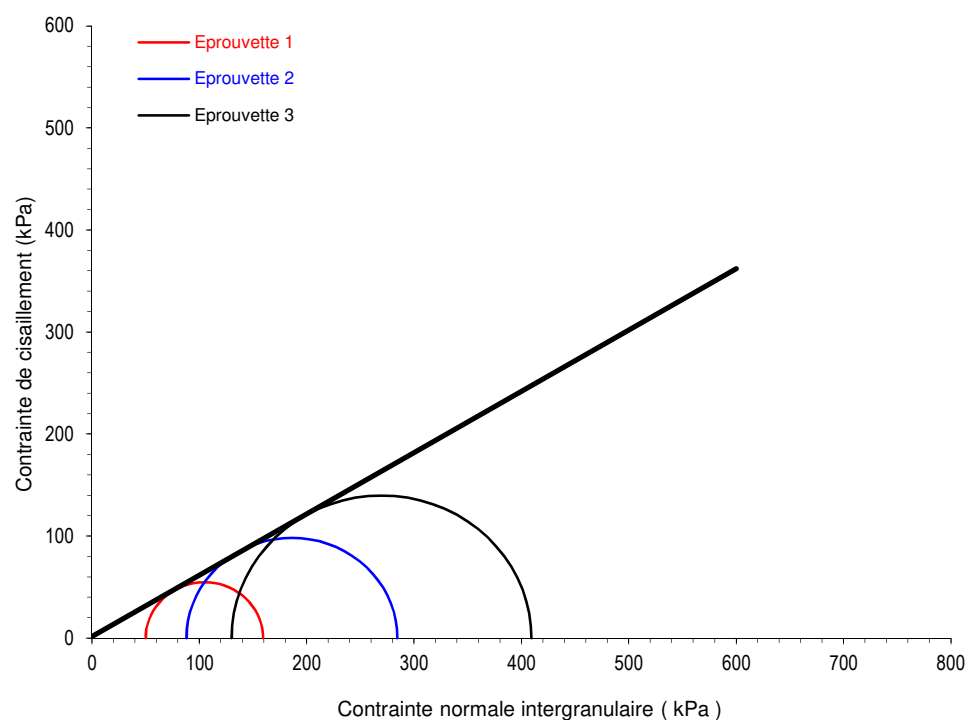
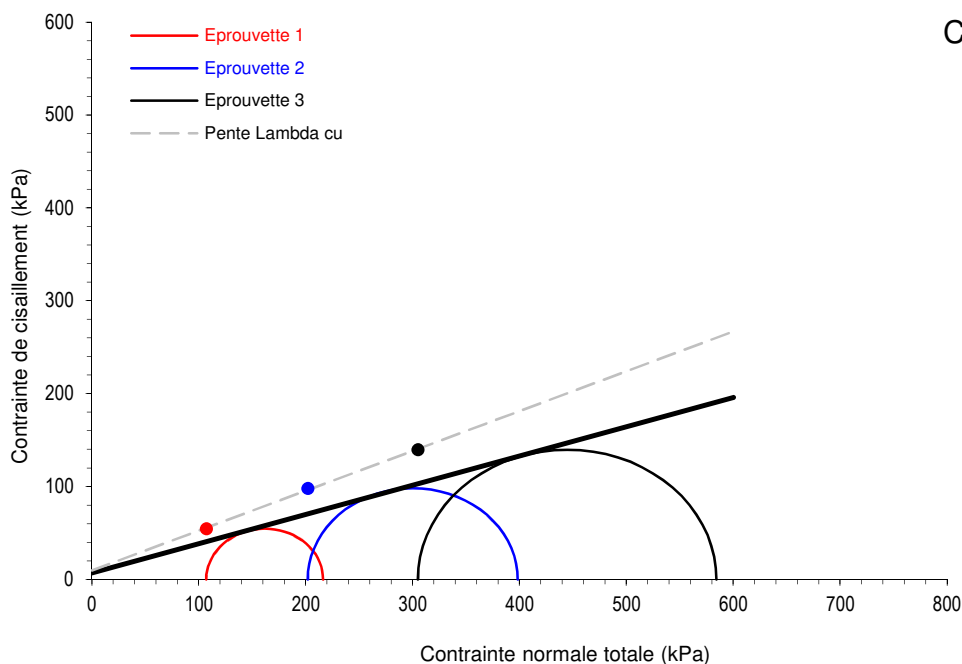
Profondeur : 5.50-5.90 m

Description : LIMON sableux marron clair

σ_{v0} = 104 kPa

u_0 = 0 kPa

Représentation de MOHR - COULOMB selon CRITERE 2



Agence de MONTPELLIER

Service Contrôle et Essais

12, rue des Frères Lumière

34830 JACOU

Tél. : 04-67-59-40-10

Fax. : 04-67-59-23-30

cebt.p.montpellier@groupe-cebtp.com

Informations générales

Dossier N° : CAI2.O260.0001

Chantier : PROJET CEZANNE

LES PENNES MIRABEAU

Client : STE TELEHOUSE INTL CORP EUROPE

Informations sur l'échantillon

Sondage N° : SC1

Profondeur : 5.50-5.90 m

Description : LIMON sableux marron clair

$\sigma_{v0} = 104$ kPa

$u_0 = 0$ kPa

Représentation de Lambe et de Cambridge selon CRITERE 1

□ CRITERE 1 = q_{max}

$$q_{max} = (\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$$

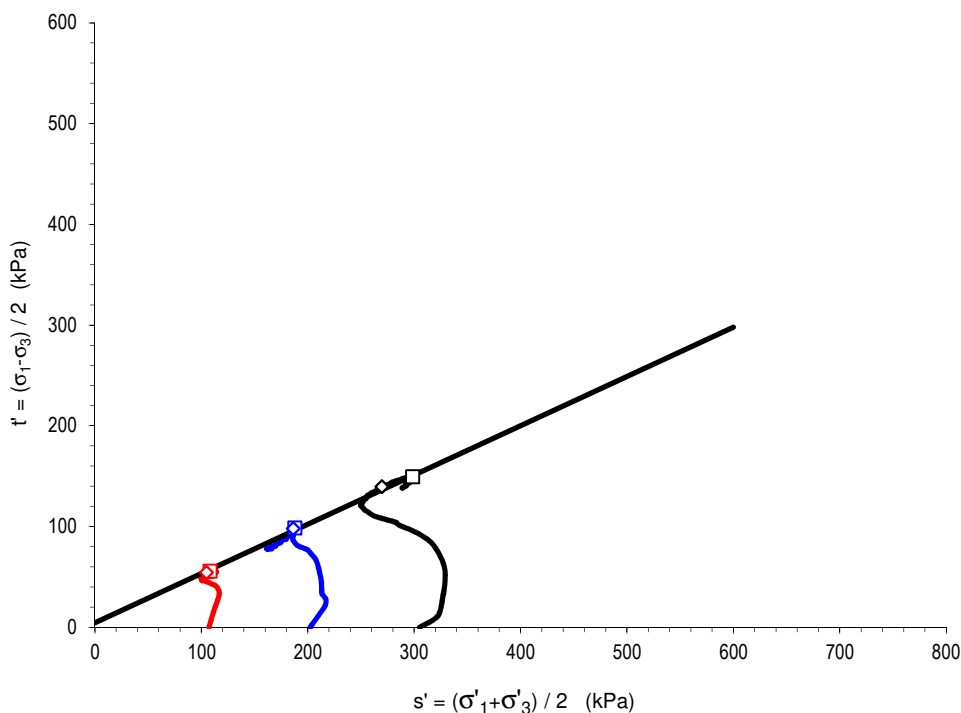


Diagramme de LAMBE

$\phi' = 29$ Degrés

$c' = 5$ kPa

— Eprouvette 1

— Eprouvette 2

— Eprouvette 3

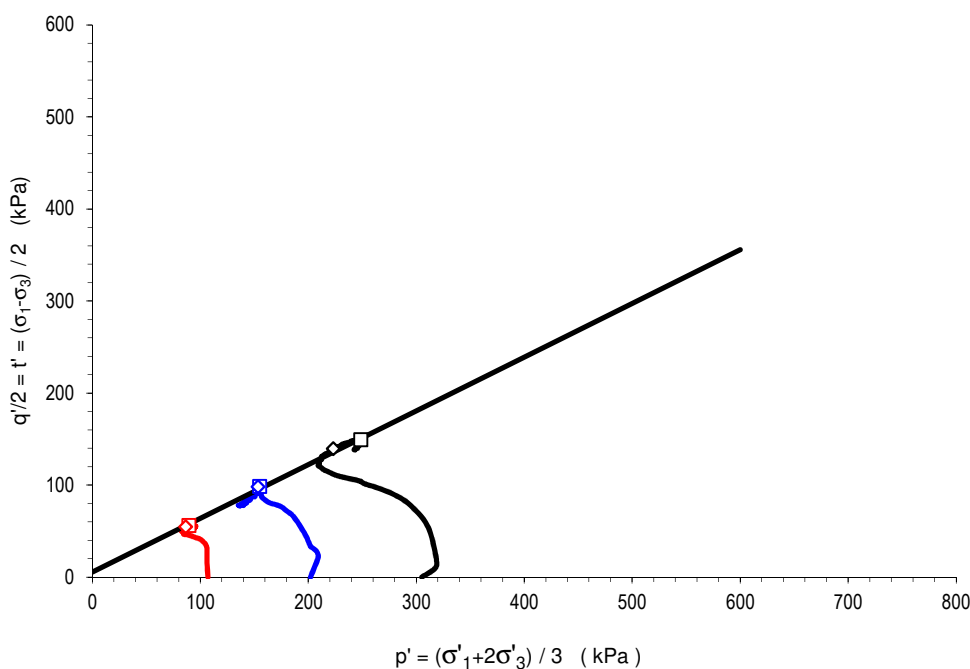


Diagramme de CAMBRIDGE

$\phi' = 30$ Degrés

$c' = 5$ kPa

Agence de MONTPELLIER

Service Contrôle et Essais

12, rue des Frères Lumière

34830 JACOU

Tél. : 04-67-59-40-10

Fax. : 04-67-59-23-30

cebtp.montpellier@groupe-cebtp.com

Informations générales

Dossier N° : CAI2.O260.0001

Chantier : PROJET CEZANNE

LES PENNES MIRABEAU

Client : STE TELEHOUSE INTL CORP EUROPE

Informations sur l'échantillon

Sondage N° : SC1

Profondeur : 5.50-5.90 m

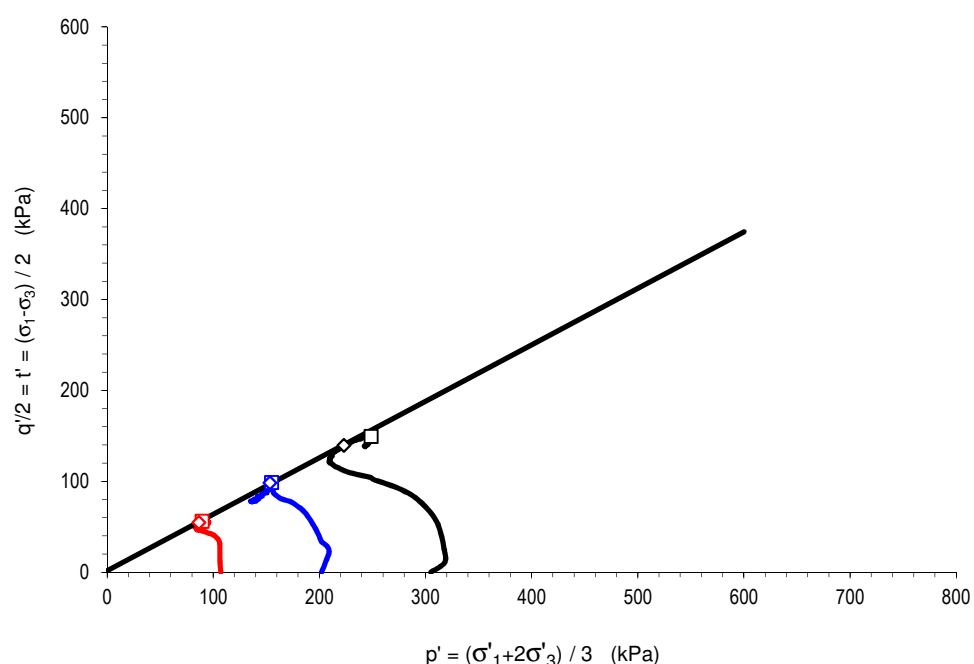
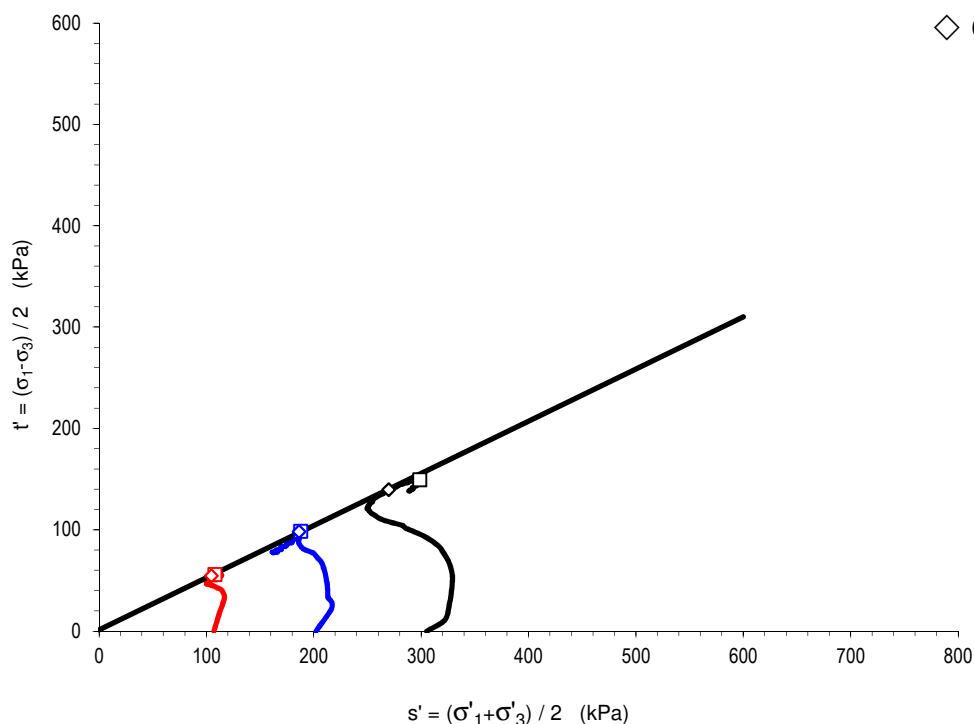
Description : LIMON sableux marron clair

$\sigma_{v0} = 104$ kPa

$u_0 = 0$ kPa

Représentation de Lambe et de Cambridge selon CRITERE 2

◇ CRITERE 2 = $(\sigma'_1 / \sigma'_3)_{\max}$





www.groupeginger.com

CONTACT

Agence d'Aix-en-Provence

1030 rue JRGG de la Lauzière, Les Milles
13290 AIX EN PROVENCE

Tél. 33 (0) 4 42 99 27 00

Fax 33 (0) 4 42 99 27 35

www.groupeginger.com