



GEODECRION

LA GEOTECHNIQUE DEPUIS 1972

Ingénieur conseil - Ingénierie – Expertises
Géotechnique - Géophysique
Environnement – Etude pollution
Sondage et essais de sol - Instrumentation
Laboratoire de mécanique des sols - Assistance Technique

SAS au capital de 101 200 Euros - SIRET : 507 967 602 00081 - APE : 7112B - TVA : FR32507967602 – SMA COURTAGE : 7356000/002 42303/47



IRISOLARIS

DEUX CHAISES
(Allier)

Parcelle ZE 2

Construction d'une centrale solaire
Mr MONCELON

RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE

N° Affaire :		C23-462	19 Mars 2024
ETABLI PAR		Annexes : 16	
Daniel GALAZKA		Texte : 11	
Responsable d'agence		Nb de feuilles : 28	

© 2024 - GEODECRION -

www.geodecrion.com

AGENCE CENTRE : VICHY-MOULINS – Z.I. Vichy Rhue - Rue du Commandant Aubrey (03300 -
Creuzier-le-Vieux) Tel : 04 70 55 78 35 - geodecrion@geodecrion.pro

SOMMAIRE

I - MISSION	2
II - PROJET	2
III - ETUDE GEOTECHNIQUE.....	3
3.1 <i>METHODE DE TRAVAIL</i>	3
3.2 <i>RESULTATS ET INTERPRETATION</i>	4
3.2.1 LE SITE.....	4
3.2.2 NATURE DU SOL	5
3.2.3 L'EAU DANS LE SOL.....	5
3.2.4 CARACTERISTIQUES MECANIQUES	6
3.2.5 CLASSIFICATION SELON LES RISQUES	7
IV - ETUDE DES FONDATIONS	10
4.1 <i>CARACTERISTIQUE DES PIEUX</i>	10
4.2 <i>LONGUEUR DE FICHES</i>	10
4.3 <i>PRECAUTIONS D'EXECUTION ET DE MISE EN ŒUVRE</i>	11

I - MISSION

A la demande de la société IRISOLARIS, notre société a réalisé des sondages de reconnaissance et des essais de sol en Février et Mars 2024, pour la construction d'une centrale solaire, sur la parcelle ZE 2, à DEUX CHAISES (03240).

Notre mission consistait en une étude géotechnique pour :

- Reconnaître les sols de fondation au droit du projet,
- Faire une proposition sur les types et caractéristiques des fondations à envisager.

La présente étude correspondra à une étude géotechnique de conception du type G2 – AVP + PRO, de la norme NFP 94-500 du 30 novembre 2013 et de la norme NF DTU 13.1 P1-1 de septembre 2019.

Le document fourni pour remplir notre mission a été le plan des parcelles et les coordonnées GPS.

II - PROJET

Le projet consiste en la construction d'un champs de panneaux solaires sur une surface d'environ 11,7 hectares.

Les panneaux photovoltaïques seront sur poteaux.

Les charges maximales reçues par les sols ne nous ont pas été communiquées.

III - ETUDE GEOTECHNIQUE

3.1 METHODE DE TRAVAIL

Nous avons procédé à l'exécution de 4 sondages de reconnaissance, notés DEC1 à DEC4, jusqu'à 4,0 m de profondeur par rapport à la surface topographique du terrain au moment du chantier.

Nous avons aussi réalisé 10 essais au pénétromètre dynamique (Norme NF P 94-115-32kgs et DIN 4094), notés PDB1 à PDB10, battus jusqu'à 4 m de profondeur.

Leur implantation est reportée sur le plan annexé.

Le sondage DEC1 a été foré en Ø 63 mm à la tarière mécanique hélicoïdale continue avec un atelier SOCOMAFOR 35P, et les sondages DEC2 à DEC4 à la tarière à main Ø 64 mm.

Des échantillons remaniés représentatifs des différentes couches traversées ont été prélevés au fur et à mesure de l'avancement pour leur identification géologique

La coupe géologique de chacun des sondages, et les résultats des essais, sont joints sur les feuilles placées en annexe.

3.2 RESULTATS ET INTERPRETATION

3.2.1 LE SITE

Il s'agit de la parcelle agricole, ZE 2.



3.2.2 NATURE DU SOL

Les sondages de reconnaissance ont permis de distinguer, sous quelques décimètres de terre végétale, les formations ci-après, de haut en bas :

■ Couche 1 :

- des **limons** +/- argileux, de couleur dominante brune, jusqu'à 0,5 m à 0,6 m sur l'ensemble des sondages.

■ Couche 2 :

- des **arènes** composées de sables argileux, à cailloutis, de couleurs dominantes marron et rousse, au-delà.

3.2.3 L'EAU DANS LE SOL

Il n'a pas été observé d'arrivée d'eau dans les sondages au moment du chantier (du 28/02 au 01/03/2024)). Signalons cependant que les sols superficiels sont souvent le siège de circulations anarchiques d'eaux d'infiltration qui ont tendance à gagner les points bas naturels ou artificiels.

Nota : des arrivées d'eaux ponctuelles peuvent être rencontrées en cas d'épisodes météorologiques défavorables dans les niveaux superficiels.

3.2.4 CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Les caractéristiques mécaniques mesurées au moyen d'essais au pénétromètre (Norme NF P 94-115-32kgs et DIN 4094) s'avèrent :

■ **Couche 1 :**

- **Faibles** dans les **limons**, avec une résistance dynamique de pointe (qd) comprise entre 1 et 3 MPa.

■ **Couche 2 :**

- **Moyennes à bonnes** dans les **arènes**, avec une résistance dynamique de pointe (qd) comprise entre 3 et 12 MPa.

Les valeurs à retenir dans chacune des couches pour les calculs sont données dans le modèle géotechnique ci-après :

Couche (n°)	Nature	Prof. base (m)	Epaisseur (m)	α	Em (MPa)	Es (MPa)	Pl* (MPa)	qd (MPa)
1	LIMON	≈ 0,6	≈ 0,6	0,5	1,4	2,8	0,20	1
2	ARENE	> 4,0	> 3,4	0,33	4,9	2,1	0,70	3,5

Avec $Es = Em/\alpha$, avec $Pl^* = qd/5$ pour un faciès sableux, et $Em = 7 Pl^*$ (Cassan-1978)

3.2.5 CLASSIFICATION SELON LES RISQUES

a) **Risque sismique :**

La classe du sol a été définie en considérant les sondages de reconnaissance et les essais géotechniques réalisés in situ.

Elle est définie selon le tableau ci-dessous (source Fondations et Ouvrages en Terre de Philipponnat) :

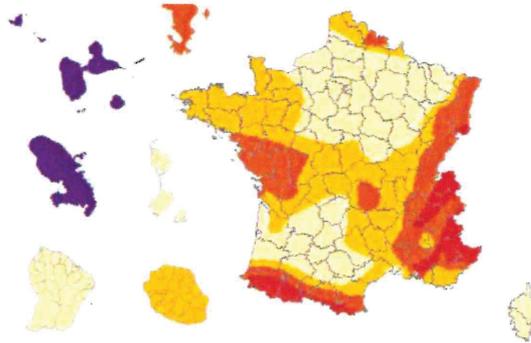
Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Paramètres			Ordre de grandeur		
		$V_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (coups/30 cm)	C_u (kPa)	q_c (MPa)	E_M (MPa)	p_f (MPa)
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériau moins résistant.	> 800	-	-		> 100	> 5
B	Dépôts raides de sable, de graviers ou d'argile surconsolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur.	360 – 800	> 50	> 250	> 3,5 (argile) > 20 (sable)	25 – 100	> 1,2 (argile) 2,0 à 5,0 (sable)
C	Dépôts profonds de sable de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide ayant des épaisseurs de quelques dizaines à quelques centaines de mètres.	180 – 360	15 – 50	70 – 250	De 1 à 3,5 (argile) De 6 à 20 (sable)	5 – 25	0,5 à 1,2 (argile) 0,8 à 2 (sable)
D	Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant une majorité de sols cohérents mous à fermes.	< 180	< 15	< 70	< 1 (argile) < 5 (sable)	< 5	< 0,5 (argile) < 0,8 (sable)
E	Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions avec des valeurs de v_s de classe C ou D et une épaisseur comprise entre 5 m environ et 20 m, reposant sur un matériau plus raide avec $v_s > 800$ m/s.						
S_1	Dépôts composés ou contenant une couche d'au moins 10 m d'épaisseur d'argiles molles/vases avec un indice de plasticité élevé (I_p ou $P_l > 40$) et une teneur en eau importante.	< 100	-	10 – 20	< 0,6		< 0,2
S_2	Dépôts de sols liquéfiables, d'argiles sensibles ou tout autre profil de sol non compris dans les classes A à E ou S_1						

Le profil de sol à considérer dans le présent rapport est de **classe C**.

- **Classification du site :**

Le site géographique est à classer en **zone sismique 1 (aléa très faible)** d'après la carte de sismicité de la France (Décret n° 2010-1255 du 22 Octobre 2010).

Zone de sismicité	Niveau d'aléa	a_g (m/s ²)
Zone 1	Très faible	0,4
Zone 2	Faible	0,7
Zone 3	Modéré	1,1
Zone 4	Moyen	1,6
Zone 5	Fort	3

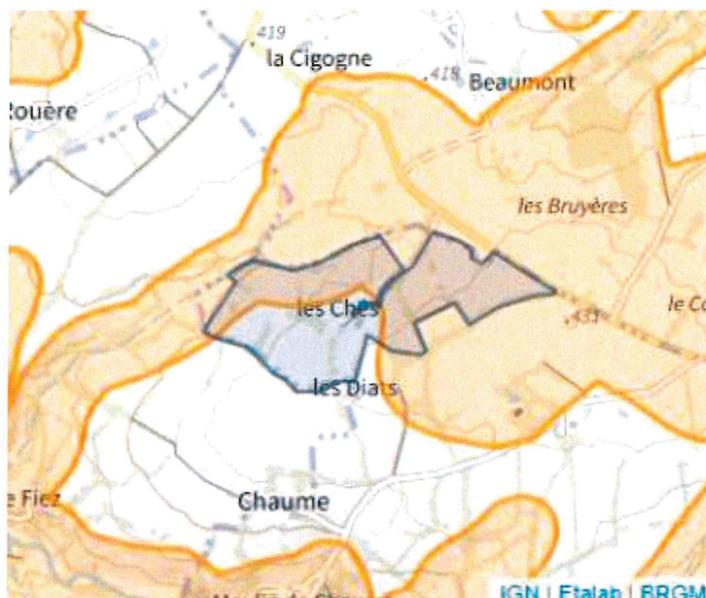


Le coefficient de sol S permet de traduire l'amplification de la sollicitation sismique exercée par certains sols (arrêté du 22 Octobre 2010).

Classes de sol	S (zones 1 à 4)	S (zone 5)
A	1	1
B	1,35	1,2
C	1,5	1,15
D	1,6	1,35
E	1,8	1,4

b) Risque au retrait des sols de fondation :

Le site en aléa **nul** dû aux mouvements de terrain différentiels consécutifs aux sécheresses et à la réhydratation des sols (phénomène de retrait-gonflement des argiles).

**c) Risque minier et cavités souterraines :**

Aucune cavité n'est recensée au droit du projet (source InfoTerre).

d) Risques inondations :

La parcelle est située hors zone de crues potentielles (source georisques.gouv.fr).

e) Risque de liquéfaction :

L'analyse de la liquéfaction n'est pas requise dans les zones de sismicité 1 et 2 (très faible et faible) par l'arrêté de l'article 4 de l'Euro code 8 NF-EN 10 298-5.

En conséquence, ce risque est **nul**.

IV - ETUDE DES FONDATIONS

De l'analyse des résultats des sondages et des essais présentés plus haut, il ressort principalement que le sol est composé de limons mous (couche 1), recouvrant des arènes sablo-argileuses moyennement compactes (couche 2).

Dans ces conditions, il est possible de fonder les panneaux photovoltaïques par des **PIEUX battus**.

Cette solution est donc étudiée ci-après.

Pour le rapport, un pieu H battu acier sera pris pour exemple.

4.1 CARACTERISTIQUE DES PIEUX

Pieux H battus, catégorie 14, classe 6, selon la norme NF P94-262, et les Eurocodes 7.

4.2 LONGUEUR DE FICHES

Les pieux seront battus d'au moins 1,5 m dans les arènes (couche 2).

Le prédimensionnement d'un pieu a été réalisé avec le logiciel GEOFOND avec les valeurs retenues dans le chapitre 3.2.4, pour différentes profondeurs (entre 2,0 et 3,5 m) et pour différentes largeurs (entre 0,1 et 0,6 m).

Les résultats sont joints en annexes.

4.3 PRECAUTIONS D'EXECUTION ET DE MISE EN ŒUVRE

Les fiches des pieux devront être ajustées en fonction des charges et des efforts horizontaux à reprendre, ce qui pourra conduire à allonger la fiche de certains pieux.

Il est impératif de réaliser des pieux d'essais avant de retenir avec essais d'arrachement en mission G3/G4, avant le démarrage du chantier.



Les éléments nouveaux mis en évidence au début et en cours des travaux de terrassements, et de l'ouverture des fouilles de fondations, qui n'auraient pu être détectés au moment de la présente étude géotechnique, doivent nous être immédiatement signalés à geodecrion@geodecrion.pro pour réactualiser nos conclusions si nécessaires.

Une mission complémentaire d'étude et suivi géotechniques d'exécution G3/G4 sera alors nécessaire.

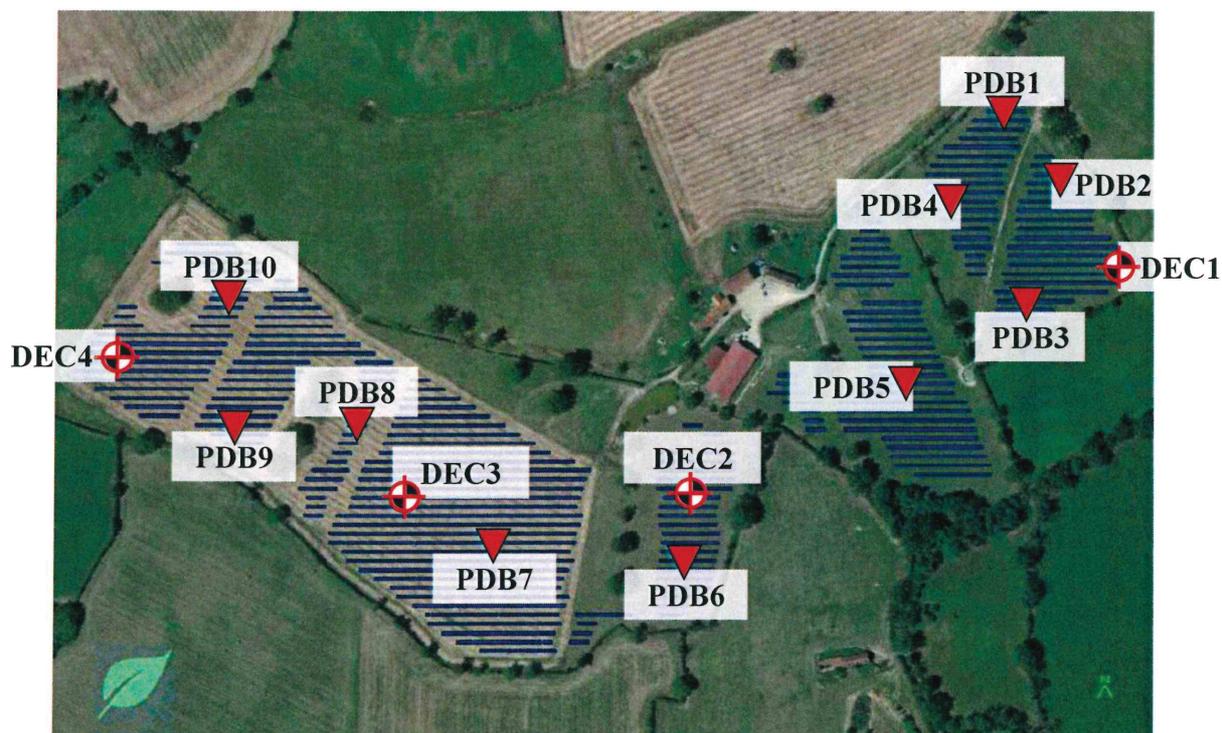


Nous vous remercions de bien vouloir inscrire notre société sur le panneau de chantier.



Nous restons à la disposition des différents intervenants pour tous renseignements complémentaires dans le cadre de notre mission G2-PRO.

Daniel GALAZKA
Responsable d'agence CENTRE
06 09 76 98 90



LEGENDE

-  Sondage de reconnaissance
-  Essai au pénétromètre dynamique



C23-462 – DEUX CHAISES (03)
Construction d'une centrale solaire

Plan d'implantation



Cote (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Faciès	Outil
0	0	LIMON brun à racines			
			0.20 m		
		LIMON argileux brun		LIMON	
			0.60 m	0.60 m	
-1	1				
-2	2	SABLE argileux marron roux à cailloutis	SANS EAU	ARENE	SOCO 35 P + THC Ø 63 mm
-3	3				
-4	4		4.00 m	4.00 m	4.00 m
-5	5				

Obs. :



SONDAGE DEC2

Date : 28/02/2024

Machine : TAM

Inclinaison : 0 °

Opérateur : N.M

Cote (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Faciès	Outil
0	0	LIMON brun à racines			
		LIMON argileux brun		LIMON	
-1	1				
-2	2	SABLE argileux marron roux à cailloutis	SANS EAU	ARENE	TAM Ø 64 mm
-3	3				
-4	4				
-5	5				

Obs. :



Cote (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Faciès	Outil
0	0	LIMON brun à racines			
		LIMON argileux brun		LIMON	
-1	1				
-2	2	SABLE argileux marron roux à cailloutis	SANS EAU	ARENE	TAM Ø 64 mm
-3	3				
-4	4				
			4,00 m	4,00 m	4,00 m
-5	5				

Obs. :



SONDAGE DEC4

Date : 29/02/2024

Machine : TAM

Inclinaison : 0 °

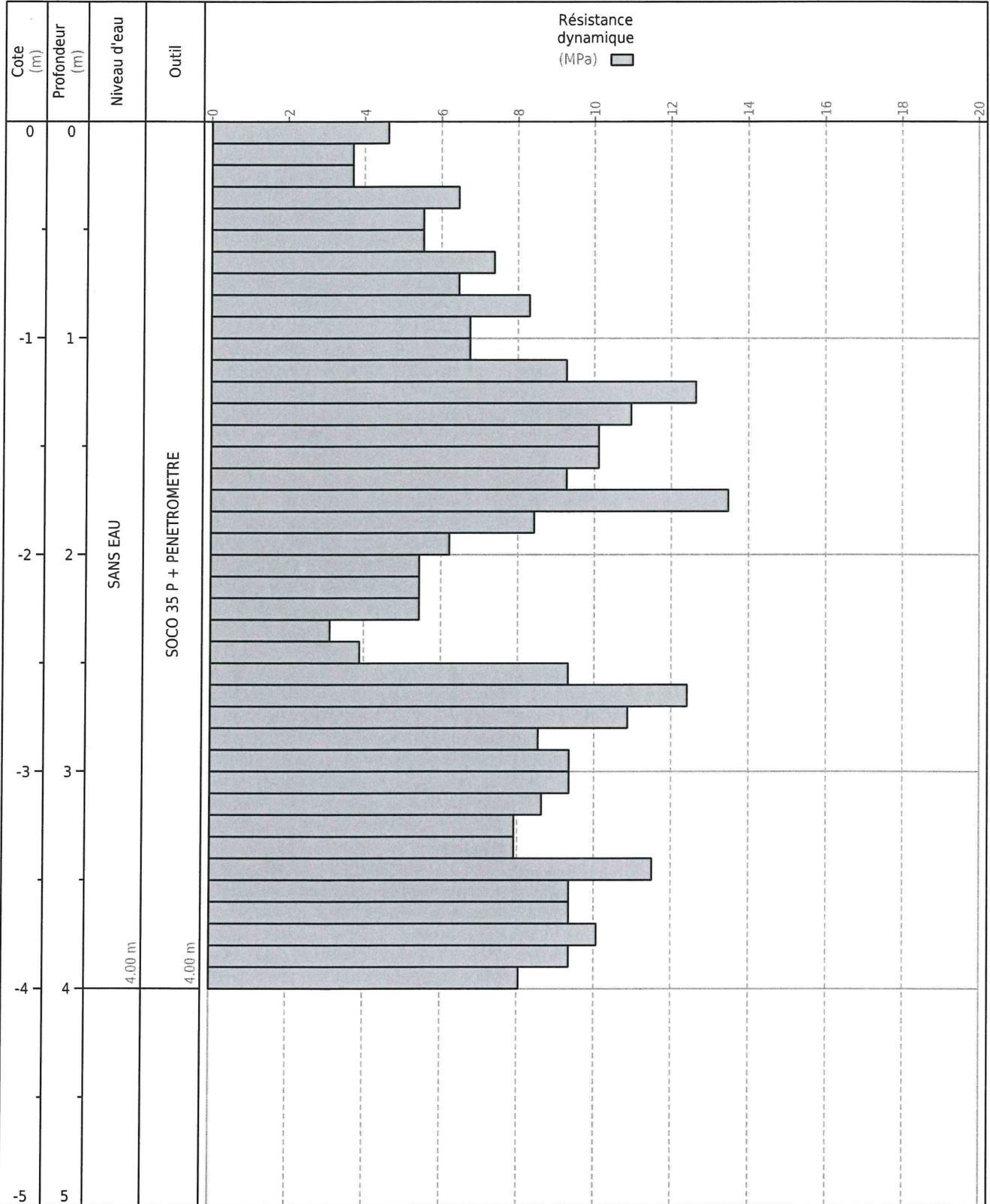
Opérateur : N.M

Cote (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Faciès	Outil
0	0	LIMON brun à racines			
		LIMON argileux brun		LIMON	
-1	1				
-2	2	SABLE argileux marron roux à cailloutis	SANS EAU	ARENE	TAM Ø 64 mm
-3	3				
-4	4				
-5	5				

Obs. :



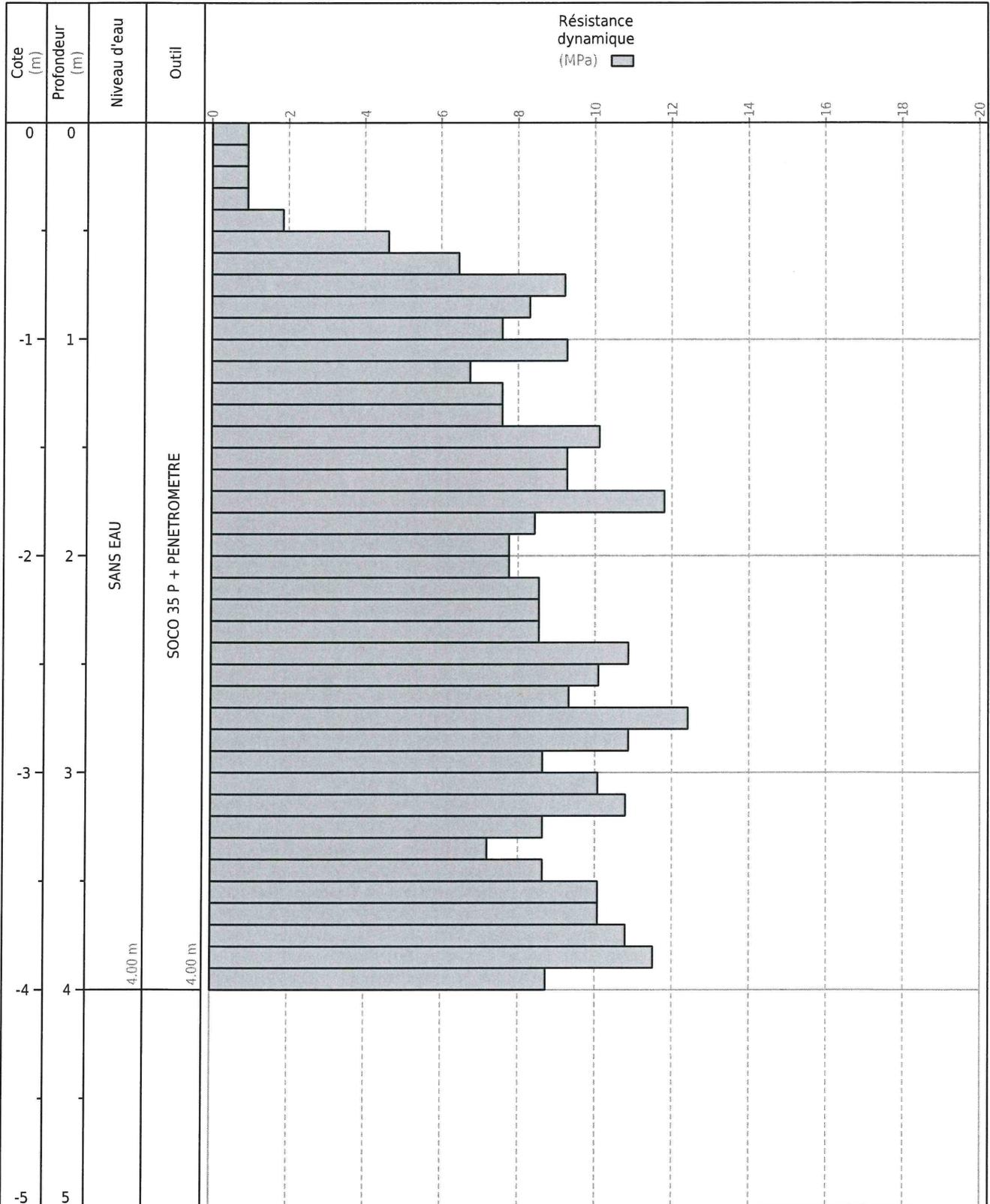
SONDAGE PDB1



Obs. :



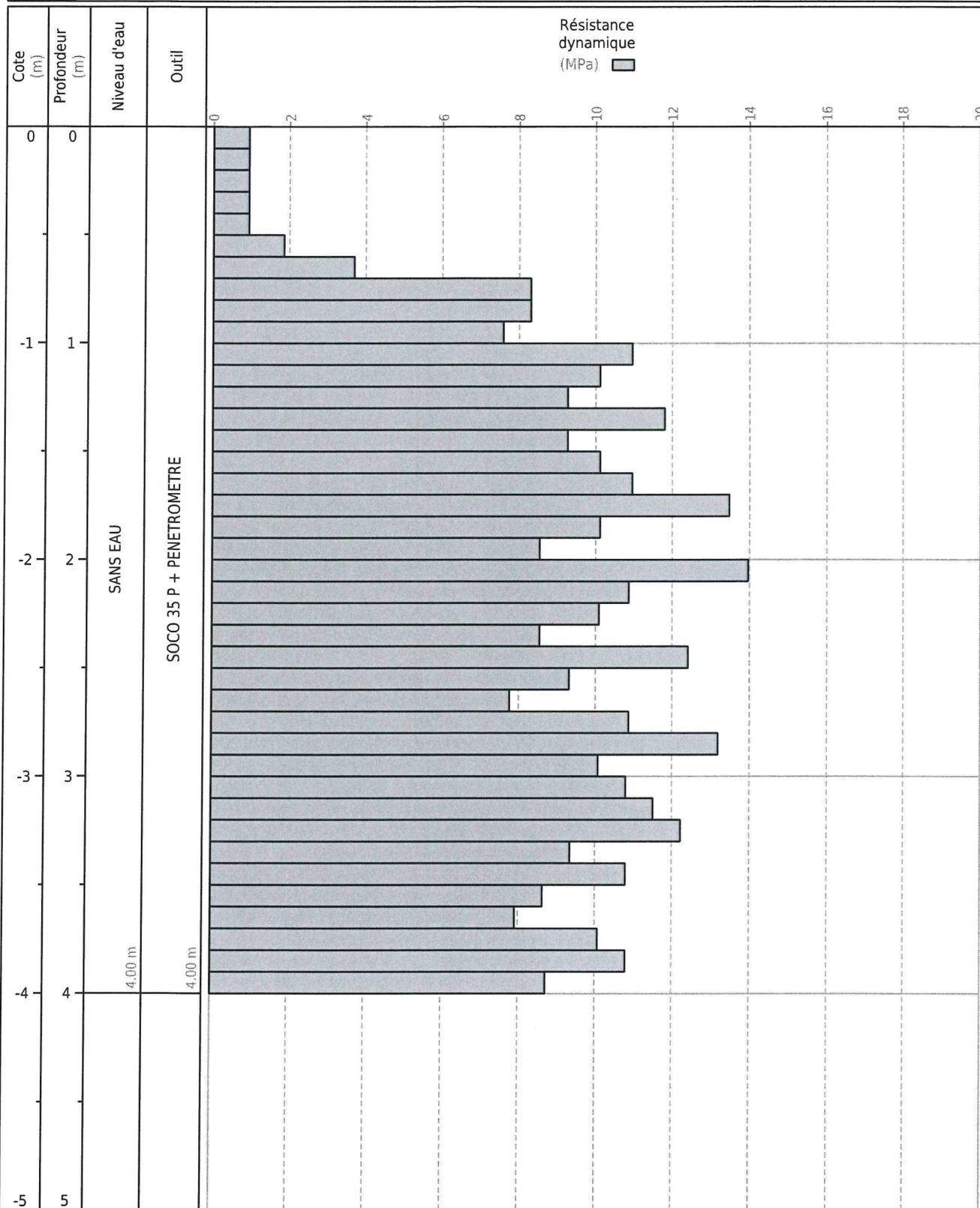
SONDAGE PDB2



Obs. :



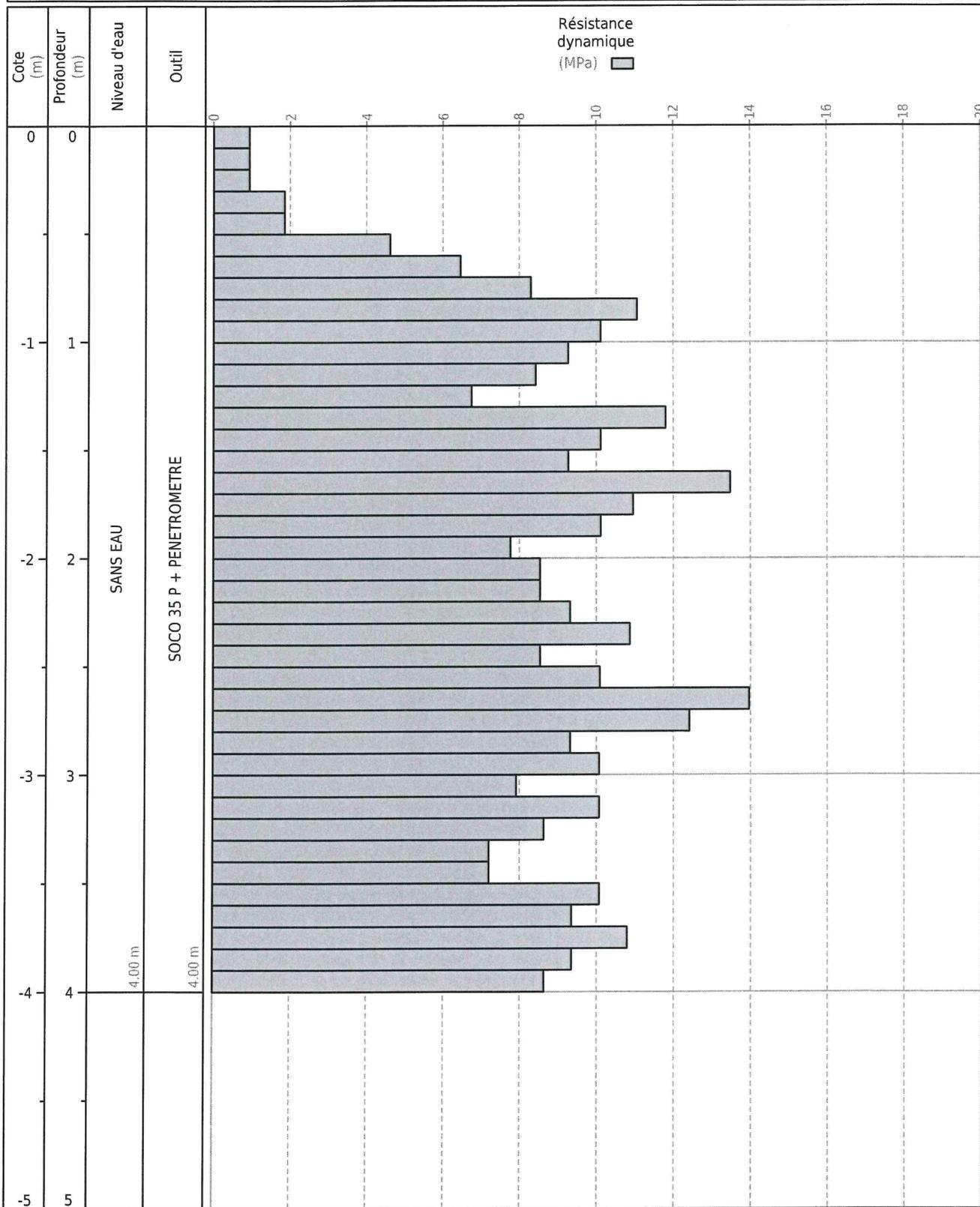
SONDAGE PDB3



Obs. :



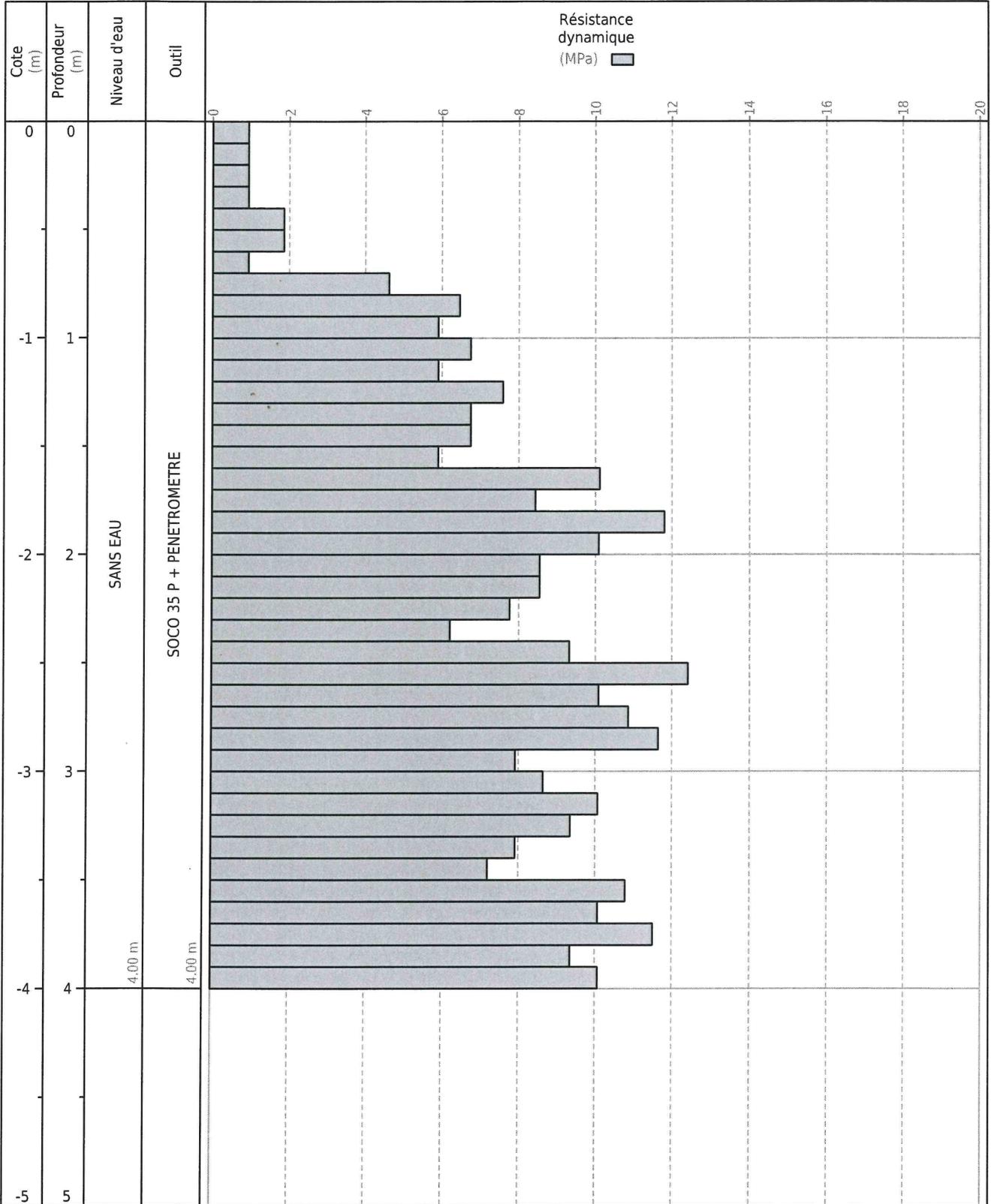
SONDAGE PDB4



Obs. :



SONDAGE PDB5



Obs. :



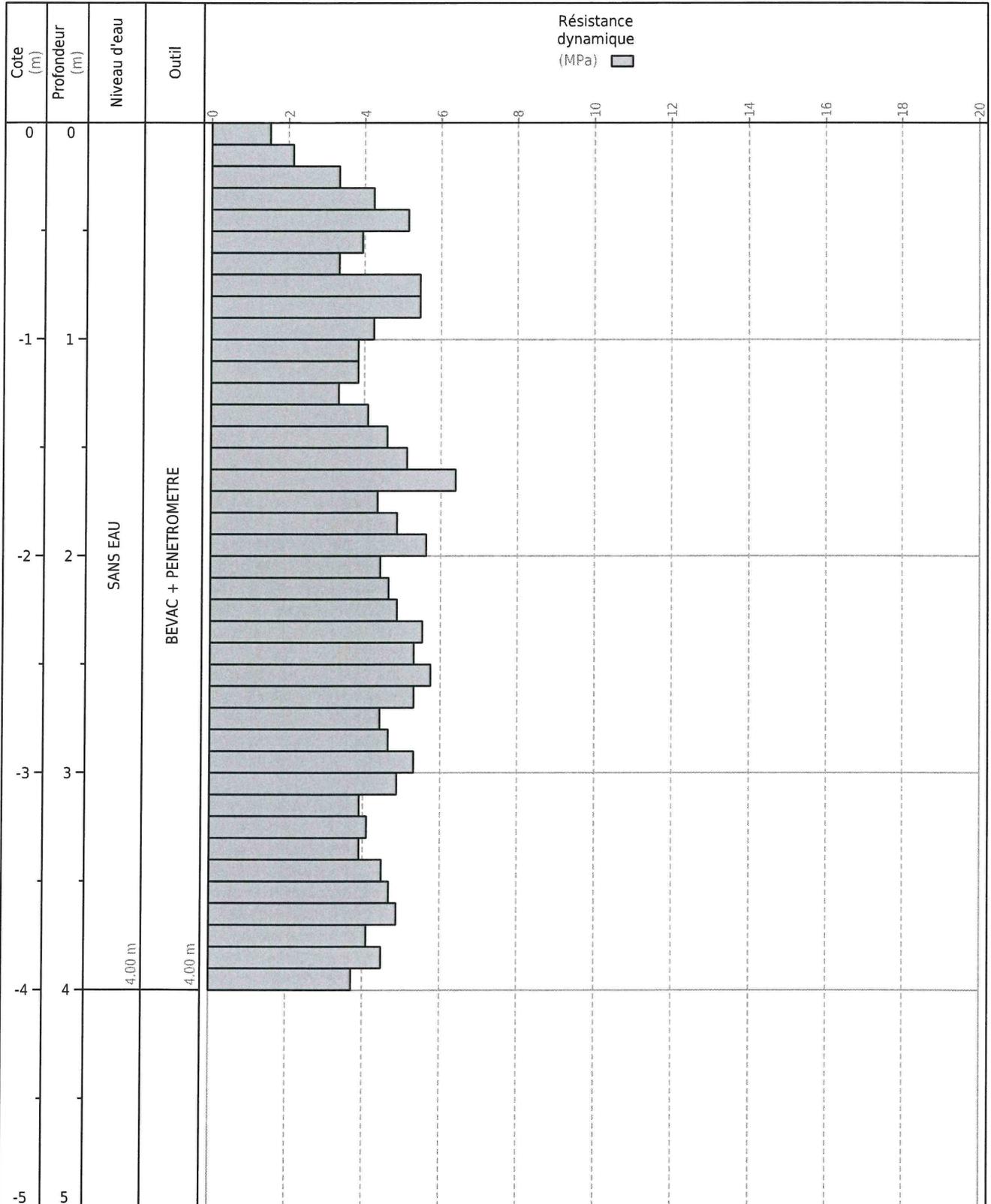
SONDAGE PDB6

Date : 29/02/2024

Machine : BEVAC

Inclinaison : 0 °

Opérateur : N.M



Obs. :



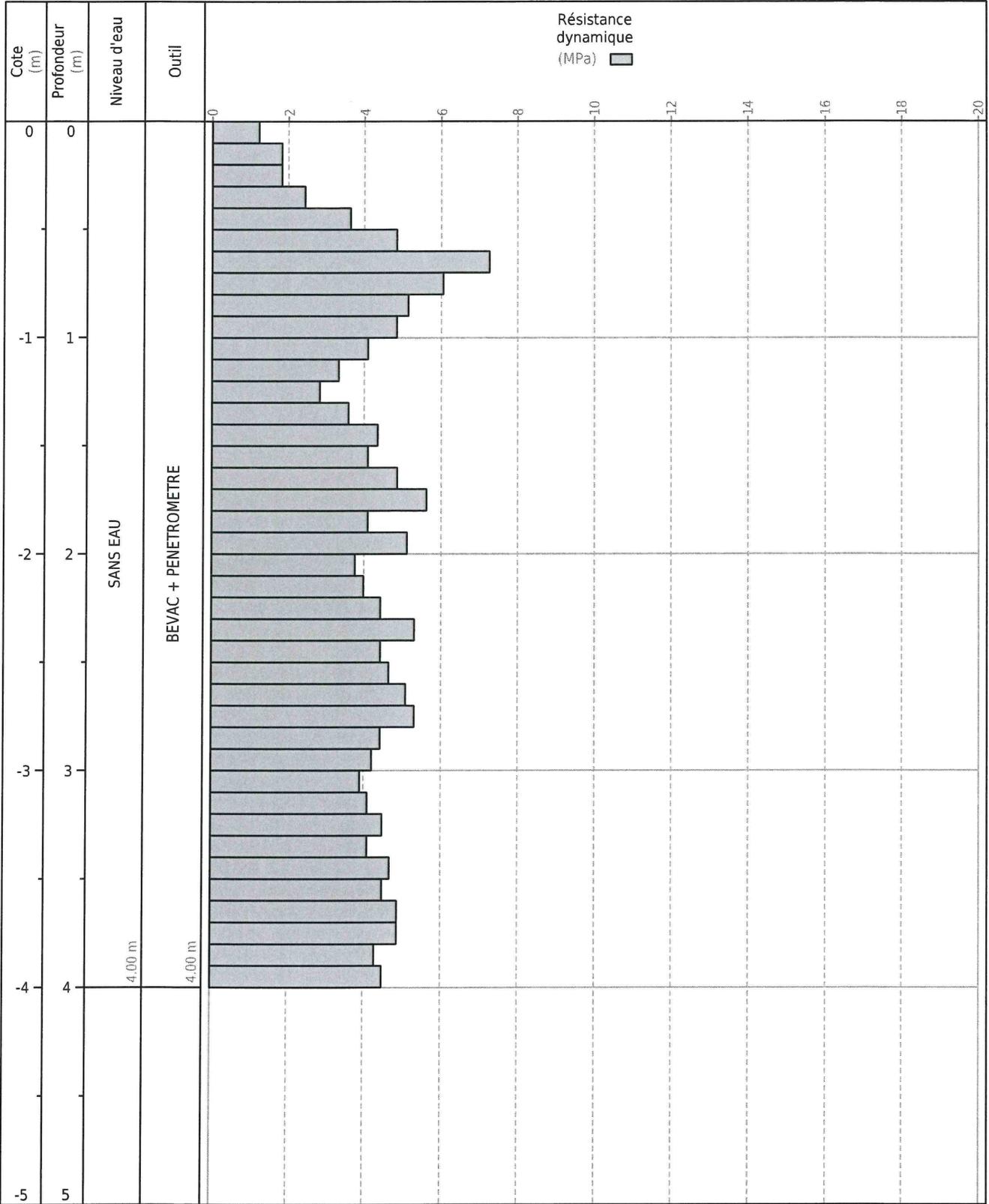
SONDAGE PDB7

Date : 29/02/2024

Machine : BEVAC

Inclinaison : 0 °

Opérateur : N.M



Obs. :



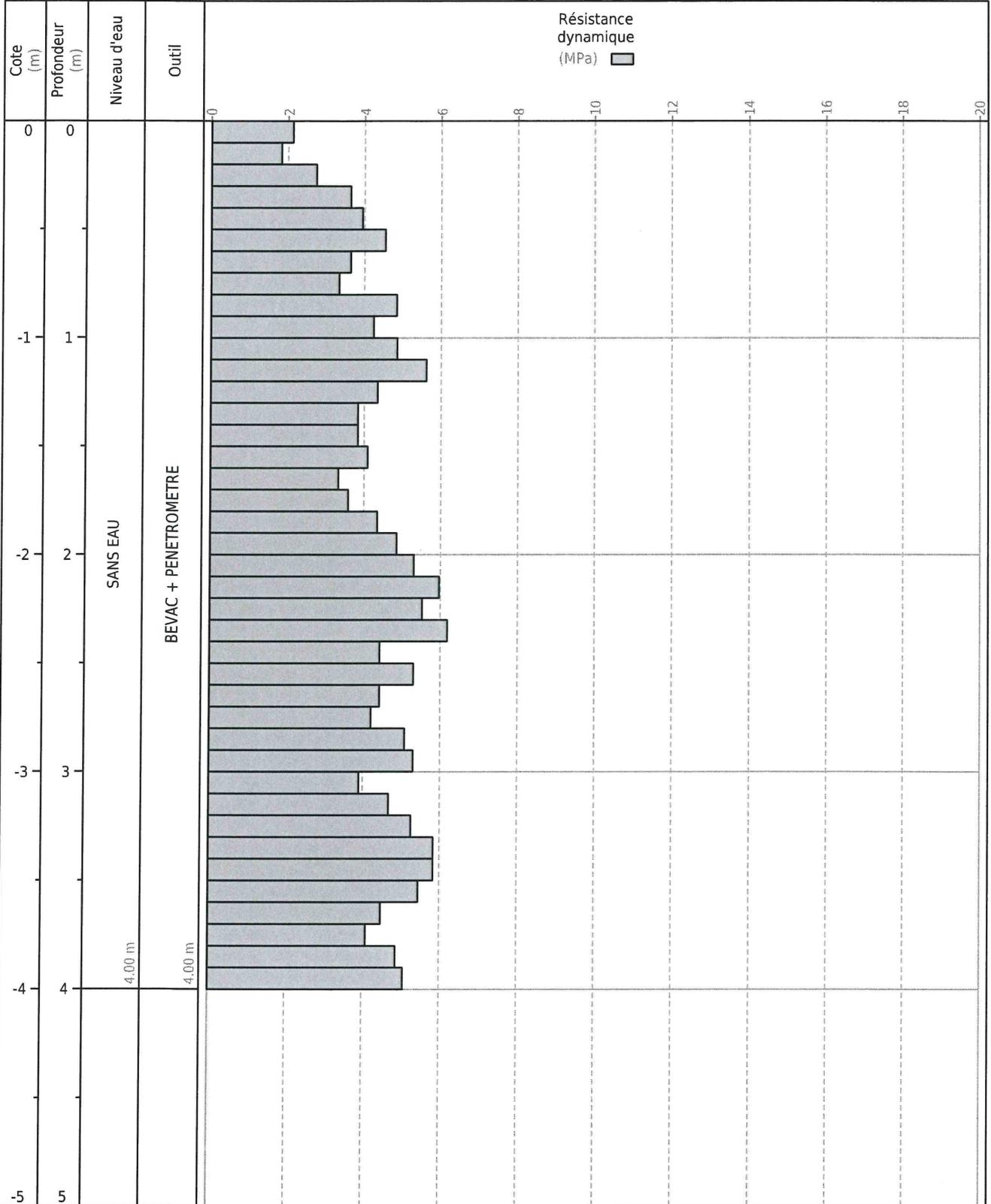
SONDAGE PDB8

Date : 01/03/2024

Machine : BEVAC

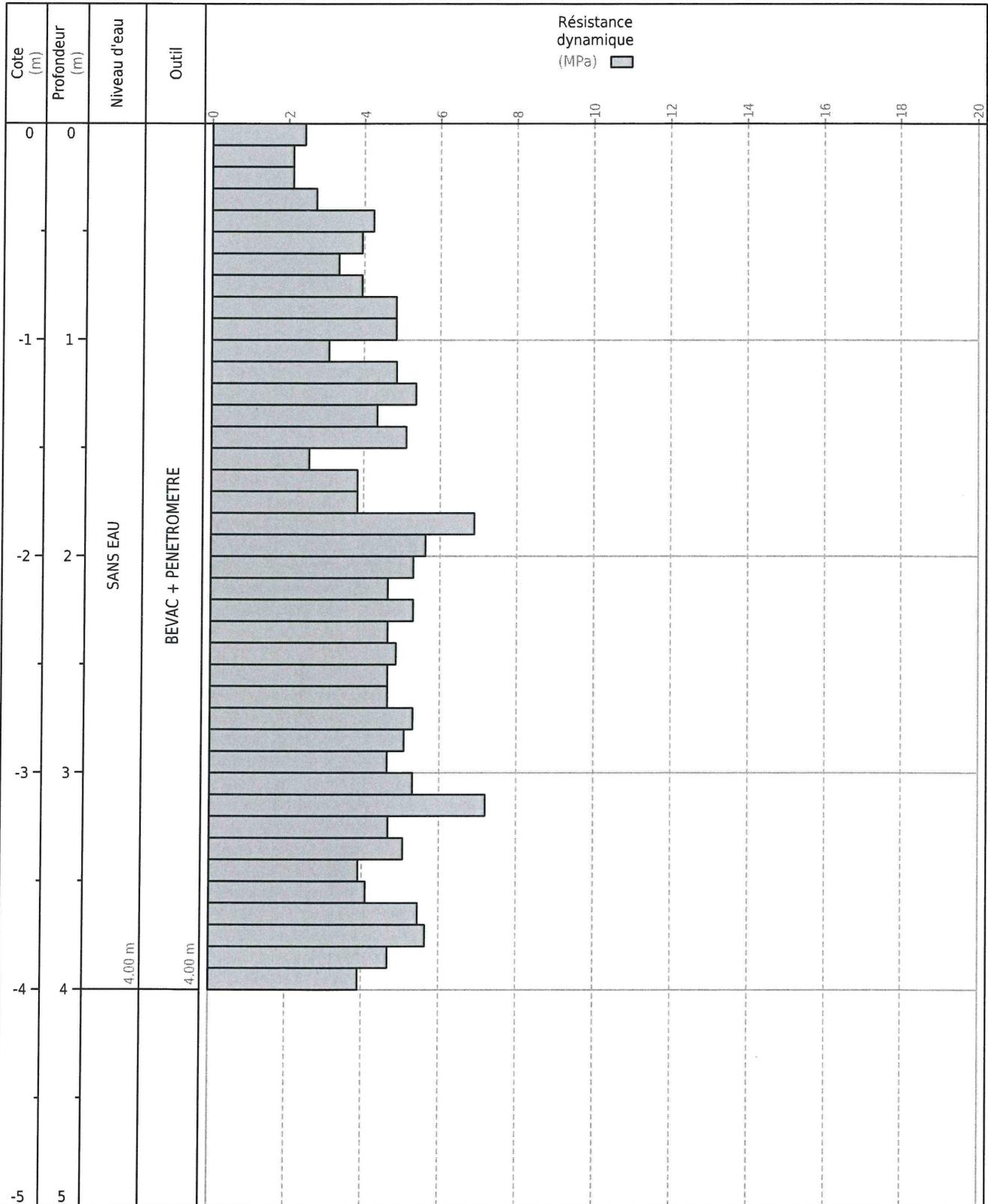
Inclinaison : 0 °

Opérateur : N.M





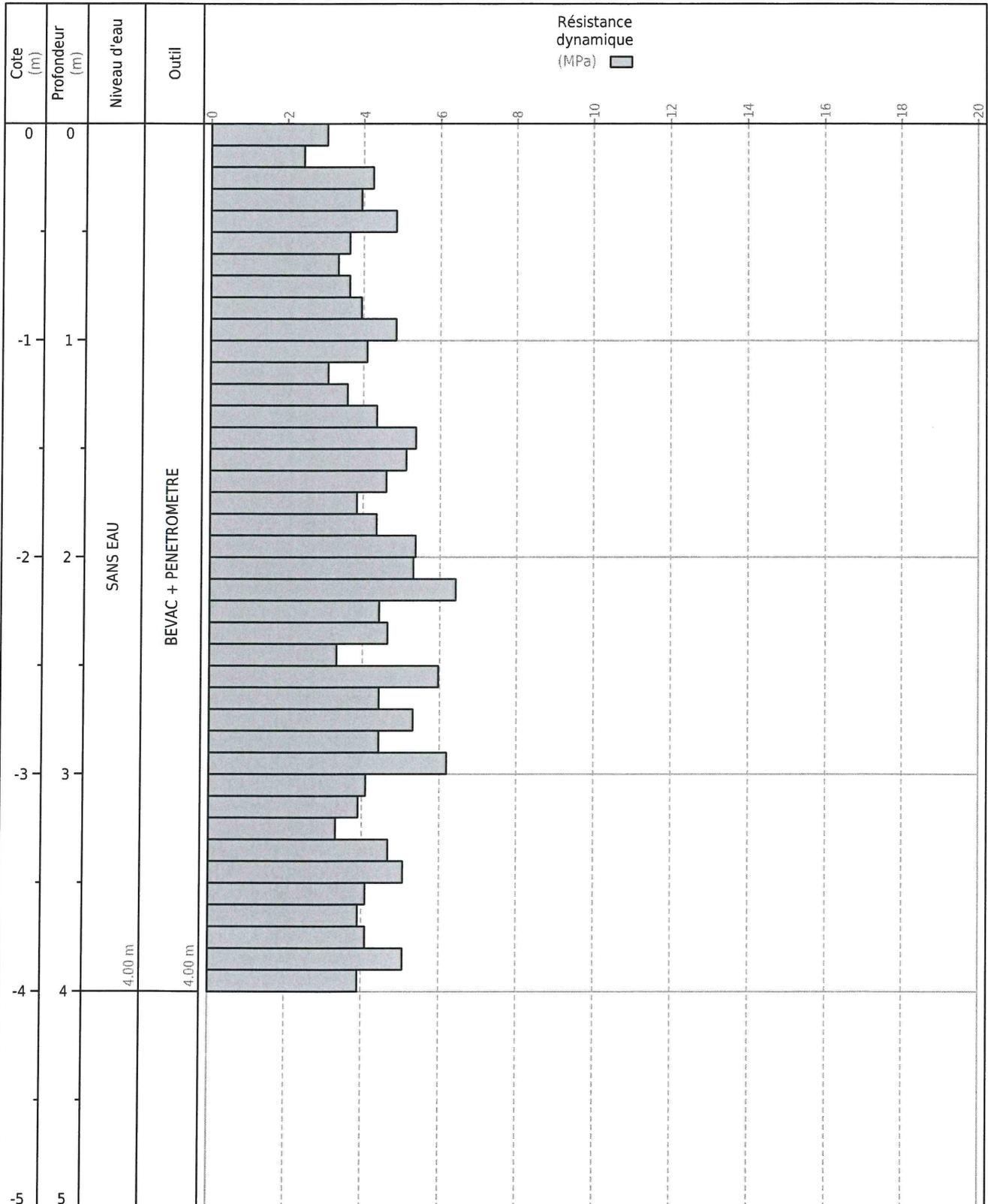
SONDAGE PDB9



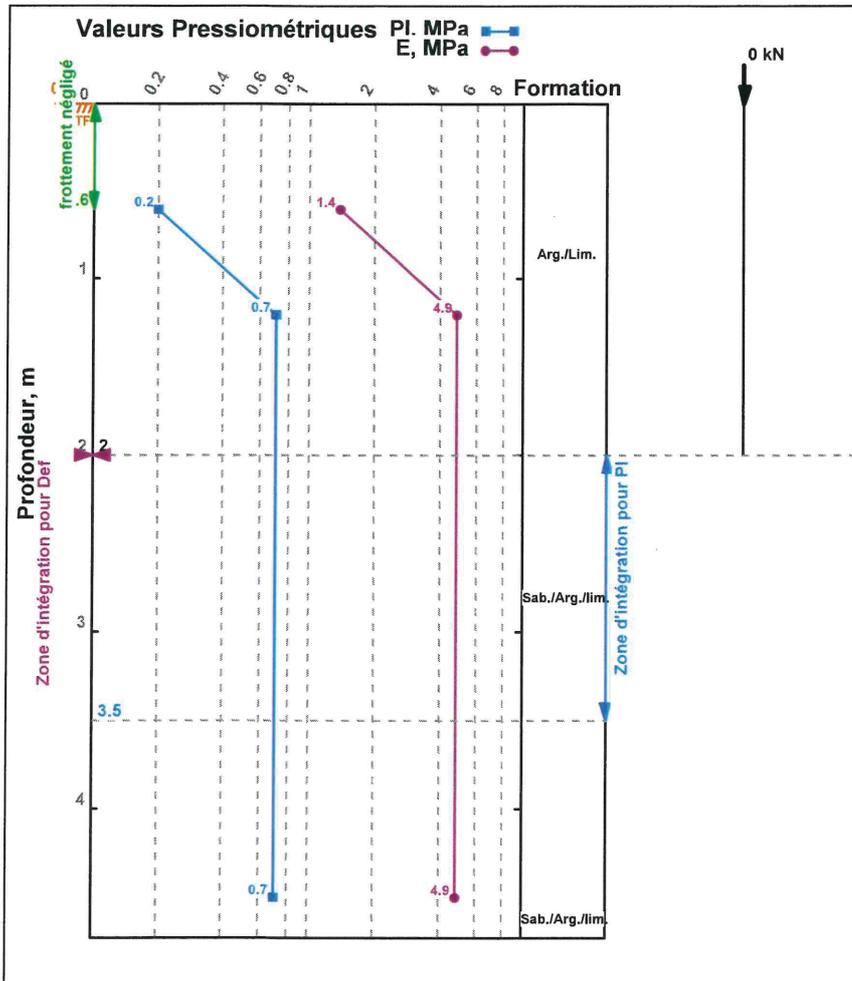
Obs. :



SONDAGE PDB10

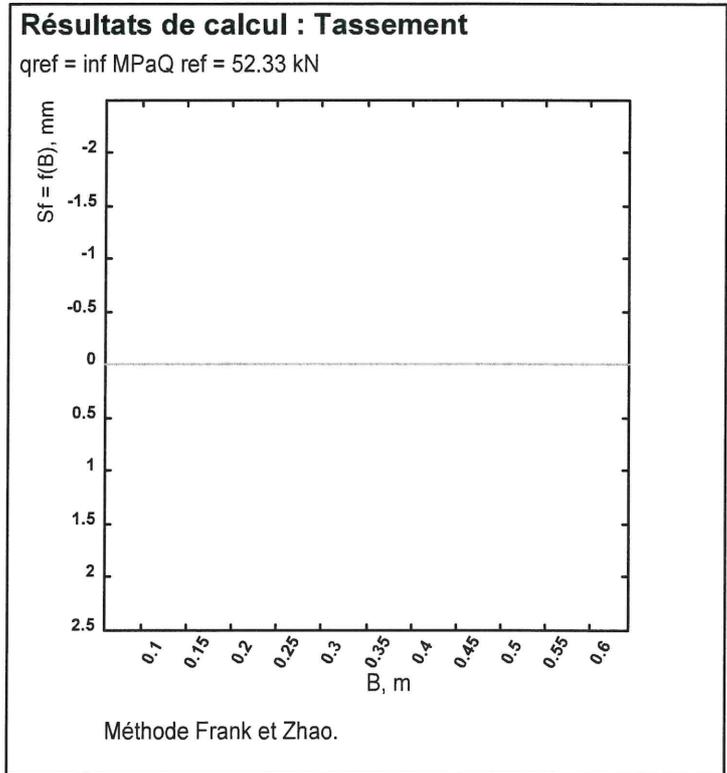
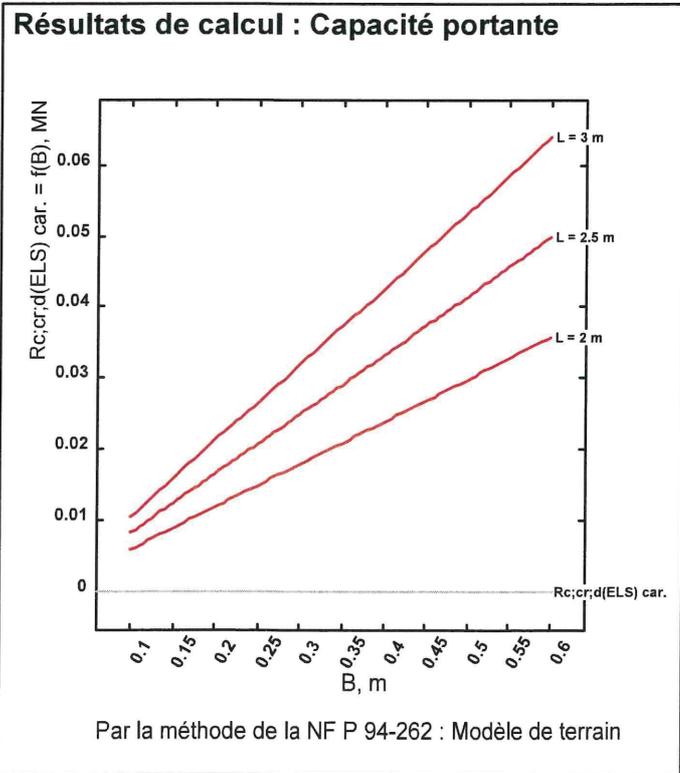


Obs. :



Pieu
 Type de pieu : Profilé H battu
 Prof. Base : entre 2 m et 3 m
 Largeur : entre 0.1 m et 0.6 m
 Largeur : entre 0.1 m et 0.6 m
 Encastr.form. porteuse : entre 0 m et 1 m
 Hauteur où le frottement est négligé : 0.6 m
 mise en oeuvre sans refoulement du sol

Fichier : C23-462 - Calcul pieux.gfd



19/03/2024 11:39		FIGURE

Pour une longueur de pieu de 2 m

Largeur B (m)	Contraire qref (MPa)	Rc;cr;k (MN)	Rt;cr;k (MN)	Rc;d ELU dur. (MN)	Rc;d ELU acc. (MN)	Rc;d ELU sis. (MN)	Rc;cr;d ELS car. (MN)	Rc;cr;d ELS qp (MN)	Rt;d ELU dur. (MN)	Rt;d ELU acc. (MN)	Rt;d ELU sis. (MN)	Rt;cr;d ELS car. (MN)	Rt;cr;d ELS qp (MN)	Sf sous qref (mm)
0.1	inf	0.00538	0.00442	0.00699	0.00769	0.00699	0.00598	0.00489	0.00549	0.00601	0.00549	0.00402	0.00295	Non Conv
0.2	inf	0.0108	0.00884	0.014	0.0154	0.014	0.012	0.00978	0.011	0.012	0.011	0.00803	0.00589	Non Conv
0.3	inf	0.0161	0.0133	0.021	0.0231	0.021	0.0179	0.0147	0.0165	0.018	0.0165	0.0121	0.00884	Non Conv
0.4	inf	0.0215	0.0177	0.0279	0.0307	0.0279	0.0239	0.0196	0.022	0.024	0.022	0.0161	0.0118	Non Conv
0.5	inf	0.0269	0.0221	0.0349	0.0384	0.0349	0.0299	0.0245	0.0274	0.0301	0.0274	0.0201	0.0147	Non Conv
0.6	inf	0.0323	0.0265	0.0419	0.0461	0.0419	0.0359	0.0293	0.0329	0.0361	0.0329	0.0241	0.0177	Non Conv

Pour une longueur de pieu de 2.5 m

Largeur B (m)	Contraire qref (MPa)	Rc;cr;k (MN)	Rt;cr;k (MN)	Rc;d ELU dur. (MN)	Rc;d ELU acc. (MN)	Rc;d ELU sis. (MN)	Rc;cr;d ELS car. (MN)	Rc;cr;d ELS qp (MN)	Rt;d ELU dur. (MN)	Rt;d ELU acc. (MN)	Rt;d ELU sis. (MN)	Rt;cr;d ELS car. (MN)	Rt;cr;d ELS qp (MN)	Sf sous qref (mm)
0.1	inf	0.00749	0.00615	0.00972	0.0107	0.00972	0.00832	0.00681	0.00764	0.00837	0.00764	0.00559	0.0041	Non Conv
0.2	inf	0.015	0.0123	0.0194	0.0214	0.0194	0.0166	0.0136	0.0153	0.0167	0.0153	0.0112	0.0082	Non Conv
0.3	inf	0.0225	0.0184	0.0292	0.0321	0.0292	0.025	0.0204	0.0229	0.0251	0.0229	0.0168	0.0123	Non Conv
0.4	inf	0.0299	0.0246	0.0389	0.0428	0.0389	0.0333	0.0272	0.0306	0.0335	0.0306	0.0224	0.0164	Non Conv
0.5	inf	0.0374	0.0307	0.0486	0.0535	0.0486	0.0416	0.034	0.0382	0.0418	0.0382	0.028	0.0205	Non Conv
0.6	inf	0.0449	0.0369	0.0583	0.0642	0.0583	0.0499	0.0408	0.0458	0.0502	0.0458	0.0335	0.0246	Non Conv

Pour une longueur de pieu de 3 m

Largeur B (m)	Contraire qref (MPa)	Rc;cr;k (MN)	Rt;cr;k (MN)	Rc;d ELU dur. (MN)	Rc;d ELU acc. (MN)	Rc;d ELU sis. (MN)	Rc;cr;d ELS car. (MN)	Rc;cr;d ELS qp (MN)	Rt;d ELU dur. (MN)	Rt;d ELU acc. (MN)	Rt;d ELU sis. (MN)	Rt;cr;d ELS car. (MN)	Rt;cr;d ELS qp (MN)	Sf sous qref (mm)
0.1	inf	0.00959	0.00788	0.0125	0.0137	0.0125	0.0107	0.00872	0.00979	0.0107	0.00979	0.00716	0.00525	Non Conv
0.2	inf	0.0192	0.0158	0.0249	0.0274	0.0249	0.0213	0.0174	0.0196	0.0214	0.0196	0.0143	0.0105	Non Conv
0.3	inf	0.0288	0.0236	0.0374	0.0411	0.0374	0.032	0.0262	0.0294	0.0322	0.0294	0.0215	0.0158	Non Conv
0.4	inf	0.0384	0.0315	0.0498	0.0548	0.0498	0.0426	0.0349	0.0392	0.0429	0.0392	0.0287	0.021	Non Conv
0.5	inf	0.048	0.0394	0.0623	0.0685	0.0623	0.0533	0.0436	0.0489	0.0536	0.0489	0.0358	0.0263	Non Conv
0.6	inf	0.0576	0.0473	0.0748	0.0822	0.0748	0.064	0.0523	0.0587	0.0643	0.0587	0.043	0.0315	Non Conv

19/03/2024 11:39		FIGURE