

2024

Gosselies, le 17/04/2024



PROCES VERBAL D'ESSAI DE SOL

ESSAIS AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

Rapport n° G24-0615

Réalisé par :

De² Geotechnics SRL

Rue d'Aiseau, 51

B-6250 PONT-DE-LOUP

TVA BE0785.255.778

info@de2-group.be

www.de2-group.be

1. INDEX

1. - INDEX	1
2. - INFORMATIONS	3
3. - INTRODUCTION	4
4. - INFORMATIONS SUR LE PROJET	4
4.1. - DOCUMENTATION	4
4.2. - SITUATION	5
4.3. - SITUATION CADASTRALE	5
4.4. - CONTEXTE GEOLOGIQUE	6
4.5. - CARTOGRAPHIE DES ALEAS	6
4.5.1. - ALEA D'INONDATION	7
4.5.2. - ZONE DE CONSULTATION DE LA DRIGM	7
4.5.3. - ATLAS DU KARST WALLON	7
4.5.4. - CONCESSIONS MINIERES	8
4.5.5. - ZONES DE PROTECTION DES CAPTAGES D'EAU	8
5. - SONDAGE	9
5.1. - METHODOLOGIE DE L'ESSAI	9
5.2. - NORMALISATION	9
5.3. - PROCEDURE DE BATTAGE	9
5.4. - APPAREILLAGE D'ESSAI	10
5.4.1. - PENETROMETRE SUR CHENILLES	10
5.4.2. - PENETROMETRE PORTATIF	10
5.5. - IMPLANTATION ALTIMETRIQUE ET NIVEAU D'EAU DANS LE SOL	11
5.6. - PROFONDEURS ET RESISTANCES MAXIMALES	12
6. - INTERPRETATIONS DES RESULTATS	12
6.1. - CALCUL DE LA CAPACITÉ PORTANTE	12
7. - CONCLUSION	14
7.1. - NATURE DU SOL	14
7.2. - CARACTERISTIQUES MECANQUES DU SOL	14
7.3. - DISCUSSION	15
8. - RESULTATS	16
8.1. - ESSAI 1 - TABLEAU RESULTATS	16
8.2. - ESSAI 1 - GRAPHIQUE NOMBRE DE COUPS	17
8.3. - ESSAI 1 - GRAPHIQUE RESISTANCE DE POINTE	18
8.4. - ESSAI 1 - GRAPHIQUE CONTRAINTE ADMISSIBLE	19
8.5. - ESSAI 2 - TABLEAU RESULTATS	20
8.6. - ESSAI 2 - GRAPHIQUE NOMBRE DE COUPS	21
8.7. - ESSAI 2 - GRAPHIQUE RESISTANCE DE POINTE	22
8.8. - ESSAI 2 - GRAPHIQUE CONTRAINTE ADMISSIBLE	23
8.9. - ESSAI 3 - TABLEAU RESULTATS	24
8.10. - ESSAI 3 - GRAPHIQUE NOMBRE DE COUPS	25
8.11. - ESSAI 3 - GRAPHIQUE RESISTANCE DE POINTE	26
8.12. - ESSAI 3 - GRAPHIQUE CONTRAINTE ADMISSIBLE	27
8.13. - VUE D'ENSEMBLE - CONTRAINTES ADMISSIBLE	28
8.14. - TABLEAU - CARACTERISTIQUES MECANIQUE	29
9. - PLAN D'IMPLANTATION	30

2. INFORMATIONS

Référence du rapport

Rapport rédigé le

Rapport rédigé par

G24-0615

mercredi 17 avril 2024

Jérémie REMY

Pour le compte de

A la demande de

VDARCHITECTURE SPRL

Rue des vauclles 143

6200 Bouffioulx

Lieu des essais

Rue Tienne Wérichet

5600 Philippeville

Province de Namur

N° Capakey parcelle : 93043A0326/00L002

Essais réalisés par l'opérateur

Date des essais

Flavio SCIARRETTA

mercredi 10 avril 2024

3. INTRODUCTION

A la demande de _____ et pour le compte _____ il nous a été confié une mission de sondages géotechniques menée conformément aux procédures standard pour la reconnaissance géotechnique.

Les essais ont été réalisés avec succès, le mercredi 10 avril 2024, sur le site sis Rue Tienne Wérichet à B-5600 Philippeville.

Pour mémoire, cette étude ne comprend pas :

- la recherche de pollution ;
- la recherche de cavité ;
- d'étude hydrogéologie ;
- de prélèvement d'échantillon ;
- de forage ;
- de dimensionnement structurel ou de fondations ;
- l'installation de tube piézométrique ;
- d'essai à la plaque.

4. INFORMATIONS SUR LE PROJET

4.1. DOCUMENTATION

Les documents suivants nous ont été communiqués en vue de réaliser l'étude :

Document	Reçu
Plan de situation	OUI
Plan cadastral	OUI
Plan topographique	NON
Plan de masse du projet	OUI
Plans des niveaux des projets	OUI
Plans des façades	OUI
Plans de coupe	OUI
Profil(s) du terrain	NON
Plan d'implantation des essais	NON

D'après les informations que nous avons reçues, le projet consiste en la construction :

- d'une maison de vacances comptant un niveau de gîte bois et une toiture.

4.2. SITUATION

Un plan de situation géographique, figure 1, représentant le lieu des essais.

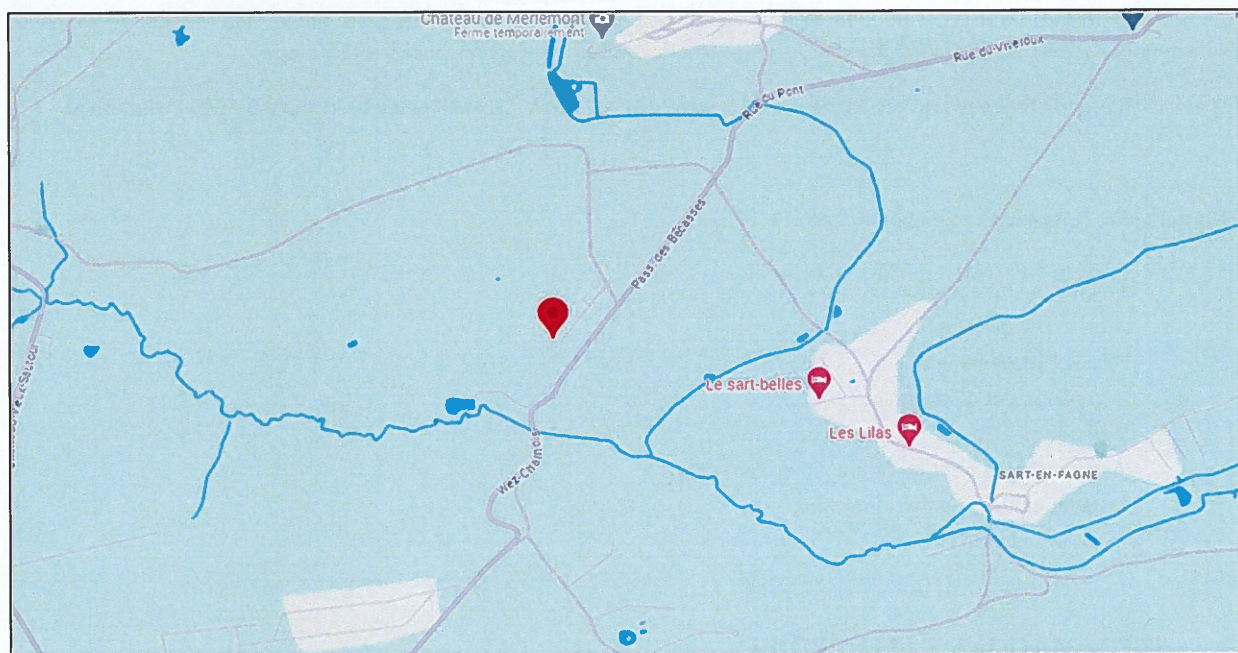


Figure 1 - extrait de la carte de Google Map (Source : www.google.be/maps).

4.3. SITUATION CADASTRALE

La figure 2 représente la situation au plan cadastral.

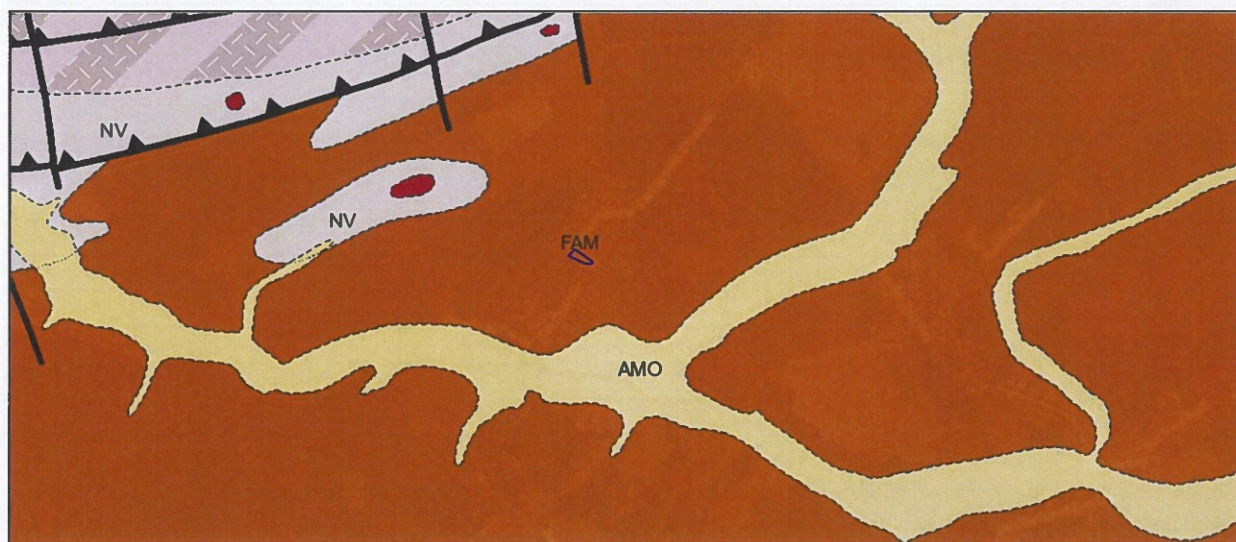


Figure 2 - extrait de la carte de CadGis (Source : eservices.minfin.fgov.be).

4.4. CONTEXTE GEOLOGIQUE

D'après la carte géologique, voir figure 3, le proche sous sol se trouve sur la Formation de la Famenne (FAM).

Souvent appelées «schistes» en raison de leur débitage particulier, les roches rencontrées dans la dépression de la Fagne sont des argilo-siltites micacées vertes à brunes. La schistosité (de type plan-axial) n'y étant pas uniformément développée, le terme «schiste» est souvent peu approprié et il serait judicieux à ce moment de parler «des shales et des schistes de la Famenne». Par ailleurs, ces roches sont fréquemment interstratifiées de grès fins micacés gris-vert, voire de quartzites en bancs centimétriques à décimétriques. Epaisseur : quelques centaines de mètres.



● Lieu des essais

Figure 3 - extrait de la carte Géologique de la Wallonie (Source : geoapps.wallonie.be/Cigale/Public/).

4.5. CARTOGRAPHIE DES ALEAS




La carte ci-dessous, figure 4, apporte une synthèse visuelle des aléas analysés. Les aléas identifiés sont à observer dans l'enquête documentaire ci-dessous (pages 6 et 7).



Figure 4 - extrait de la carte du géoportail de la Wallonie, représentant une synthèse des aléas (Source : geoportail.wallonie.be/walonmap/).






4.5.1. ALEA D'INONDATION

D'après les cartes approuvées par le gouvernement Wallon, l'aléa d'inondation pour le site étudié, par débordement de cours d'eau, et par ruissellement est :

X		A priori nul
		Aléa faible
		Aléa moyen
		Aléa élevé

4.5.2. ZONE DE CONSULTATION DE LA DRIGM

D'après la DRIGM (Direction des Risques Industriels Géologiques et Miniers), le site étudié est concerné par les risques industriels, géologiques et miniers suivants :










X		Aucune ou non référencée
		Présence de carrières souterraines
		Présence de puits de mines
		Présence potentielle d'anciens puits de mines
		Présence de minières de fer
		Présence de Karst

Ces zones de consultation ne sont pas exhaustives. Elles sont basées sur le dernier état des données à jour détenues par l'administration et sont de nature à évoluer.

4.5.3. ATLAS DU KARST WALLON





L'atlas du karst wallon constitue un inventaire cartographique et descriptif des sites karstiques et des rivières souterraines en Wallonie.

Le site étudié est concerné par la présence des sites karstiques répertoriés par l'atlas du karst wallon suivants :

X		Aucun
		Abri sous-roche
		Cavités
		Doline-Dépression
		Dépression paléokarstique
		Perte-Chantoir
		Puits houiller
		Puits naturel
		Résurgence-Exsurgence
		Divers
		Formations carbonatées :

4.5.4. CONCESSIONS MINIERES










Le site étudié est concerné par la présence des concessions minières et les zones (du couchant de Mons) considérées comme déhouillées, suivantes :

X		Aucune
		Existante
		Existante (retrait en préparation ou en cours)
		Renoncée
		Déchues
		Type :

4.5.5. ZONES DE PROTECTION DES CAPTAGES D'EAU

Les zones de protection sont définies par arrêté ministériel. Il en existe trois types : la zone de prise d'eau (10 m minimum autour des installations), la zone de prévention (entre 35 et 1035 m autour de la prise d'eau) et la zone de surveillance (qui couvre l'ensemble du bassin d'alimentation).

Le site étudié est concerné par les zones de protection et les captages suivants :

X		Aucun
		Zone de Surveillance
		Zone Arrêtée
		Enquête en cours ou terminée
		Dossier à l'instruction
		Zone de prévention forfaitaire
		Captage d'eau souterraine (pour lesquels il existe une zone de prévention arrêtée)
		Captage d'eau souterraine (pour lesquels il existe une zone de prévention forfaitaire)
		Captage d'eau souterraine (pour lesquels il n'existe pas de zone de prévention)
		Captage de surface

5. SONDAGE

5.1. METHODOLOGIE DE L'ESSAI

L'essai de pénétration dynamique (DP) est le plus ancien des essais géotechniques in situ. Son principe est très simple et consiste à enfoncer par battage dans le sol un train de tiges muni à son extrémité d'une pointe conique de section connue. Le battage est assuré par une masse déterminée appelée mouton tombant d'une hauteur déterminée appelée hauteur de chute. Pour une énergie de battage constante, fonction de l'appareillage utilisé, on compte le nombre N de coups de mouton correspondant à un enfoncement de 10 cm du train de tiges dans le terrain. Au cours de l'essai, à chaque palier de 10 cm, le nombre de coups nécessaires N pour enfoncer le train de tiges sur la longueur est enregistré. Ce nombre purement empirique peut par la suite être transformé en une résistance dynamique en fonction du type du pénétromètre utilisé. En tenant compte des différents paliers du train de tiges, on obtient alors la résistance de pointe dynamique R_d [en kg/cm^2]. L'essai de pénétration dynamique permet d'obtenir, la succession des différentes couches de terrain et la présence d'anomalies locales. Les résultats des essais de pénétration dynamique sont fournis sous forme d'un diagramme en coordonnées normales où est reportée, en fonction de la profondeur (par pas de 10 cm), la valeur de la résistance dynamique [en kg/cm^2]. L'essai de pénétration dynamique donne essentiellement des indications qualitatives sur les caractéristiques du sol. Le pénétromètre dynamique n'est pas adapté à l'étude des sols très lâches et des sols cohérents, il est réservé aux sols durs (sable, graves, cailloux,...). Dans les niveaux argileux très plastiques, le frottement assez important du terrain contre les tiges peut fausser l'interprétation de l'essai, dans ce type de sol. De² Geotechnics SRL privilégie alors l'essai de pénétration statique (CPT) qui est recommandé pour sa précision et son information sur la résistance au frottement. Cela garantit l'utilisation de la méthode de sondage la plus optimale en fonction des conditions du terrain à bâtir.

5.2. NORMALISATION

La procédure d'essai de pénétration dynamique respecte la norme NBN EN ISO 22476-2 : 2005 - Reconnaissance et essais géotechniques - Essais en place - Partie 2 : Essai de pénétration dynamique

5.3. PROCEDURE DE BATTAGE

La norme NBN EN ISO 22476-2 autorise quatre procédures de battage :

1. Essai au pénétromètre dynamique léger (DPL), effectué avec la masse la plus faible de la gamme.
2. Essai au pénétromètre dynamique moyen léger (DPML*), effectué avec la masse moyenne de la gamme et une hauteur de chute faible.
3. Essai au pénétromètre dynamique moyen (DPM), effectué avec la masse moyenne de la gamme.
4. Essai au pénétromètre dynamique lourd (DPH), effectué avec la masse moyenne à très lourde de la gamme.
5. Essai au pénétromètre dynamique ultra lourd (DPSH), effectué avec la masse la plus élevée de la gamme

* | Non normé

Dimensions et masses pour les différents types d'appareillages d'essai de pénétration dynamique

Appareillage de pénétration	Unités	DPL (léger)	DPML* (moyen léger)	DPM (moyen)	DPH (lourd)	DPSH A (très lourd)	DPSH-B (très lourd)
Masse du mouton	kg	10	30	30	50	63,5	63,5
Hauteur de chute	cm	50	20	50	50	50	75
Section de la pointe	cm^2	10	10	15	15	16	20
Angle de la pointe	°	90	90	90	90	90	90
Diamètre tige de battage	mm	22	22	32	32	32	35
Energie spécifique de battage	kJ/m^2	50	60	100	167	194	238

Le nombre normal de coups se situe généralement pour N entre 3 et 50 dans le cas des pénétromètres DPL, DPML*, DPM et DPH, et pour N entre 5 et 100 dans le cas des pénétromètres DPSH-A et DPSH-B. En général, l'essai est arrêté si le nombre de coups est supérieur à deux fois les valeurs maximales données ci-dessus ou si la valeur maximale est dépassée constamment sur 1 m de pénétration.

5.4. APPAREILLAGE D'ESSAI

5.4.1. PENETROMETRE SUR CHENILLES

Constructeur : Pagani Géotechnical Equipment SRL

Modèle : TG 63-150

Puissance essai dynamique : DPSH-B (très lourd)

Puissance essai statique : 150 kN ou 15 tonnes (CPTu)

Organisme de certification : Bureau Veritas - TÜV

Dimensions et masse de la machine :

Poids : 1350 kg (avec tiges et matériels)

Largeur minimum : 130 cm

Hauteur mât replié (en mouvement) : 170 cm

Hauteur mât déplié (en travail) : 460 cm

Pente maximale (en mouvement) : 20 % (20 cm/100 cm)

Avantages : puissance, robustesse et facilité

Inconvénients : encombrement et poids



5.4.2. PENETROMETRE PORTATIF

Constructeur : Pagani Géotechnical Equipment SRL

Modèle : DPM 30

Puissance essai dynamique : DPML (moyen léger)

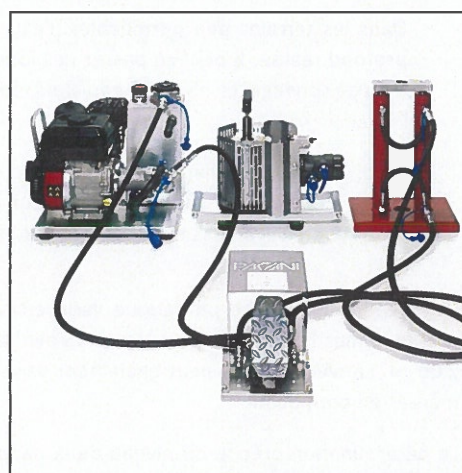
Organisme de certification : Bureau Veritas - TÜV

Dimensions compactes permettent d'exécuter des essais même dans des sites inaccessibles aux machines sur chenilles.

Le pénétromètre est entièrement commandé par une pédale hydraulique.

Avantages : portable et matériel passe partout

Inconvénients : faible énergie de battage et puissance limitée



5.5. IMPLANTATION ALTIMETRIQUE ET NIVEAU D'EAU DANS LE SOL

Le plan de localisation des essais est donné en annexe. Le niveau du sol à l'endroit des essais sur le site a été déterminé par rapport au point de référence local (voir annexe).

Essai	Niveau du début de l'essai [m]	Colmatage du trou de sondage	Eau détectée	Niveau [m] *
1	-2,67	NON	OUI	-3,17
2	-2,34	NON	NON	
3	-1,58	NON	NON	
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

* Niveau d'eau détecté ou niveau de colmatage/éboulement décelé

Etant donné que ces mesures sont effectuées dans des trous de sondage étroits et non protégés (10 cm² ou 15 cm²), ces mesures sont données uniquement à titre indicative. Le niveau réel de la nappe phréatique pouvant s'écarter considérablement de cette valeur dans les deux sens. Les raisons les plus fréquentes et non exhaustives sont :

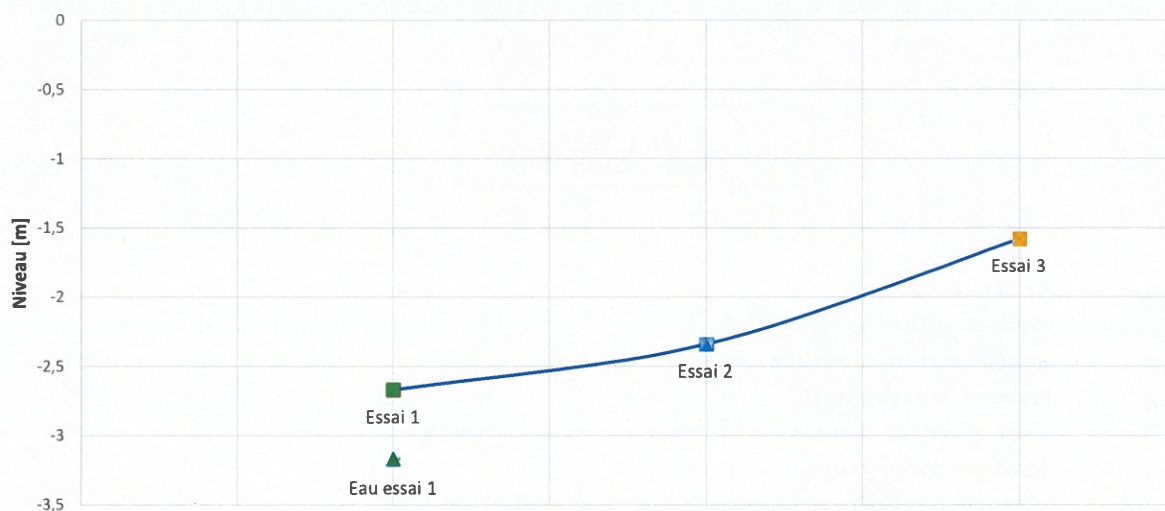
- Un rétrécissement, un colmatage ou un éboulement du trou de sondage pouvant se produire après l'enlèvement des tiges et du cône, rendant impossible la mesure du niveau d'eau ;
- Une couche de sol supérieure saturée localement par exemple par l'eau de pluies récentes. Lorsque cette couche supérieure est plus perméable que les terrains sous-jacents, notamment dans le cas de remblais graveleux, l'eau s'écoule vers le trou de sondage et s'accumule dans celui-ci, d'autant plus si le forage/sondage s'est colmaté ou éboulé. Dans ce cas, le niveau d'eau mesuré est supérieur au niveau réel ;
- Dans les terrains peu perméables, l'eau qui s'écoule à faible débit dans le sol remplit lentement le trou de sondage profond réalisé. Il peut se passer des jours, voire des semaines, avant que l'équilibre de la nappe ne soit atteint dans le trou de sondage. Le niveau d'eau alors mesuré est alors plus bas que le niveau réel de la nappe phréatique;
- En présence d'une nappe artésienne ou captive, celle-ci est retenue sous pression sous un horizon étanche. Le niveau d'eau mesuré peut donc être supérieur à celui que l'on mesurerait si la couche imperméable au dessus de la nappe phréatique n'avait pas été percée lors du sondage.

Le niveau d'une nappe phréatique varie en fonction des conditions climatiques (pluviosité, saisons). En règle générale, le niveau le plus haut est atteint vers le 15 avril et le plus bas vers le 15 octobre. Le niveau de la nappe peut varier de 1,00 m à 2,00 m. Le niveau d'eau peut également varier du fait d'un pompage réalisé à proximité du chantier, ou de l'influence des marées en bord de mer.

La détermination précise du niveau de la nappe et son suivi au cours du temps peut être réalisé en plaçant un ou plusieurs piézomètres de contrôle à profondeur suffisante. En l'absence d'obstacles résistants, cette méthode est rapidement et efficacement mise en place à partir des machines de sondage. Dans le cas contraire ou si une profondeur importante est requise, il sera nécessaire de le(s) mettre en place à l'aide d'une machine de forage.

Si cela s'avère nécessaire, notre bureau De² Geotechnics, reste à votre entière disposition afin de placer des piézomètres.

Relevé altimétrique



5.6. PROFONDEURS ET RESISTANCES MAXIMALES

Pour chaque sondage réalisé, est listé dans le tableau ci-dessous, la résistance maximale atteinte ainsi que sa profondeur et son niveau :

Essai	Type de sondage	Profondeur [m]	Niveau [m]	q_d [kg/cm ²]
1	DPSH-B	1,60	-4,27	907,62
2	DPSH-B	0,80	-3,14	953,40
3	DPSH-B	1,20	-2,78	953,40
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

6. INTERPRETATIONS DES RESULTATS

6.1. CALCUL DE LA CAPACITÉ PORTANTE

La formule des Hollandais donne la résistance d'un sol à la pointe (q_d) à partir du nombre de coups à chaque palier de 10 cm :

$$q_d = \frac{m_m^2 \cdot H_c \cdot g \cdot N_{10}}{S \cdot (m_m + m_a) \cdot \Delta h} \quad [\text{kg/cm}^2]$$

q_d :	Résistance à la pointe
m_m :	Masse du mouton de battage [kg]
H_c :	Hauteur de chute du mouton [cm]
g :	Pesanteur terrestre [m/s^2]
N_{10} :	Nombre de coups de mouton pour enfoncer 10 cm de train de tige
S :	Section de pointe [cm^2]
m_a :	Masse des accessoires du pénétromètre (enclume et tiges) [kg]
Δh :	Profondeur d'enfoncement de la tige [cm]

Pour déterminer, la contrainte admissible R_d (à l'ELS), on considère :

$$R_d = \frac{q_d}{10 \text{ à } 20}$$

20 sera plutôt employé dans des matériaux graveleux et 10 dans des argiles et limons moyennement consolidés.

En l'absence d'échantillonnage de terrain, nous poserons de manière conservatoire 18.

7. CONCLUSION

7.1. NATURE DU SOL

Ces données ne sont fournies dans le rapport qu'à titre indicatif. Il est important de tenir en compte la surface limitée d'un sondage (seulement 10 ou 15 cm^2), ce qui n'est qu'une fraction du terrain étudié. Les résultats donnés dans ce rapport ne sont valables qu'aux endroits des essais réalisés. L'Eurocode 7 exige donc toujours une inspection visuelle lors des travaux de terrassement pour déterminer si les résultats sont représentatif de tout le terrain et qu'aucune anomalie ou hétérogénéité locale ne se produit. Des couches locales (telles que de la tourbe, des roches, des sols remaniés, des remblais, ...) sont difficilement caractérisées à l'aide de sondages. Si la présence de remblais est constatée, il y a lieu d'en avvertir le bureau d'études en charge du dossier afin de déterminer les mesures adéquates.

Nous notons que la composition exacte du sol ne peut être certaine qu'avec la réalisation de forage ou la prise d'échantillonnage.

Si cela s'avère nécessaire, notre bureau De² Geotechnics, reste à votre entière disposition pour prélever des échantillons permettant la détermination précise de la lithologie du sol.

7.2. CARACTERISTIQUES MECANIQUES DU SOL

ESSAI 1

Niv : -2,67 m

-de	-2,67 m	à	-3,27 m	couverture inconsistent(e)	qd < 10 kg/cm ²
-de	-3,27 m	à	-4,27 m	niveau très compacte	qd > 200 kg/cm ²
entraînant le refus de la machine					

ESSAI 2

Niv : -2,34 m

-de	-2,34 m	à	-2,54 m	couverture peu compacte	10 kg/cm ² < qd < 25 kg/cm ²
-de	-2,54 m	à	-2,74 m	couche compacte	100 kg/cm ² < qd < 200 kg/cm ²
-de	-2,74 m	à	-3,14 m	niveau très compacte	qd > 200 kg/cm ²
entraînant le refus de la machine					

ESSAI 3

Niv : -1,58 m

-de	-1,58 m	à	-1,78 m	couverture peu compacte	10 kg/cm ² < qd < 25 kg/cm ²
-de	-1,78 m	à	-1,98 m	couche compacte	100 kg/cm ² < qd < 200 kg/cm ²
-de	-1,98 m	à	-2,78 m	niveau très compacte	qd > 200 kg/cm ²

entraînant le refus de la machine

7.3. DISCUSSION

Ne possédant pas toutes les données définitives de la construction (Niveau d'assise des fondations, portée des hourdis et de la toiture, matériaux utilisés, ...) les conclusions ci-dessous sont conservatrices et établies de manière générale. Le système de fondation ainsi que la descente des charges sont propres à chaque construction. Il est par conséquent nécessaire de réaliser une étude complète de stabilité afin de dimensionner les éléments porteurs ainsi que les fondations de la construction.

Pour des données plus précises, notre bureau d'Etudes De² Engineering, reste à votre entière disposition.

L'étude de sol a été réalisée dans le cadre d'une nouvelle habitation, type maison de vacances.

La construction pourrait être fondée avec une assise sous la couche végétale, hors gel, sous remblais éventuels et sous une profondeur de minimum de 0,80 m par rapport au terrain en place lors de la réalisation des sondages de sol sur semelles filantes en béton armé.

Le taux de travail admissible est limité à 150 kPa ($\approx 1,50 \text{ kg/cm}^2$).

Le mode de fondation le plus approprié dépend de l'ampleur du bâtiment à construire et devra être déterminé par l'ingénieur responsable.

Fait de bonne foi, à Gosselies, le 17 avril 2024.

Fin du procès verbal.

Pour De² Géotechnics SRL

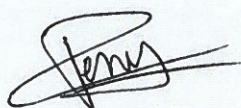
Ing. Fabien DE LILLE | Administrateur

Ingénieur Expert | Membre ABEX



Ing. Jérémie REMY

Ingénieur géotechnique



Pour De² Géotechnics SRL

Ing. Nicolas DECERF | Administrateur

Ingénieur Expert | Membre ABEX



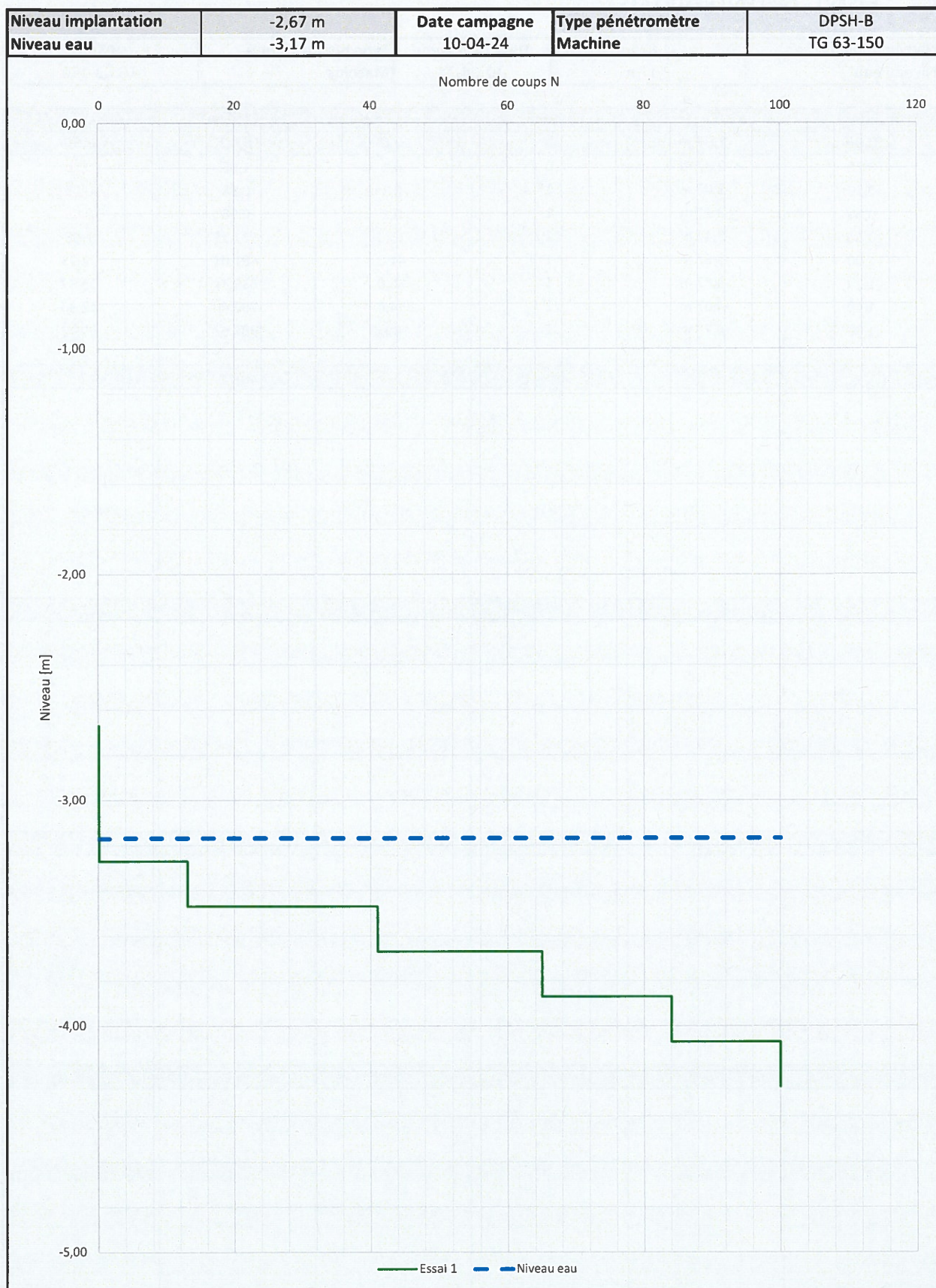
8.

8.1.

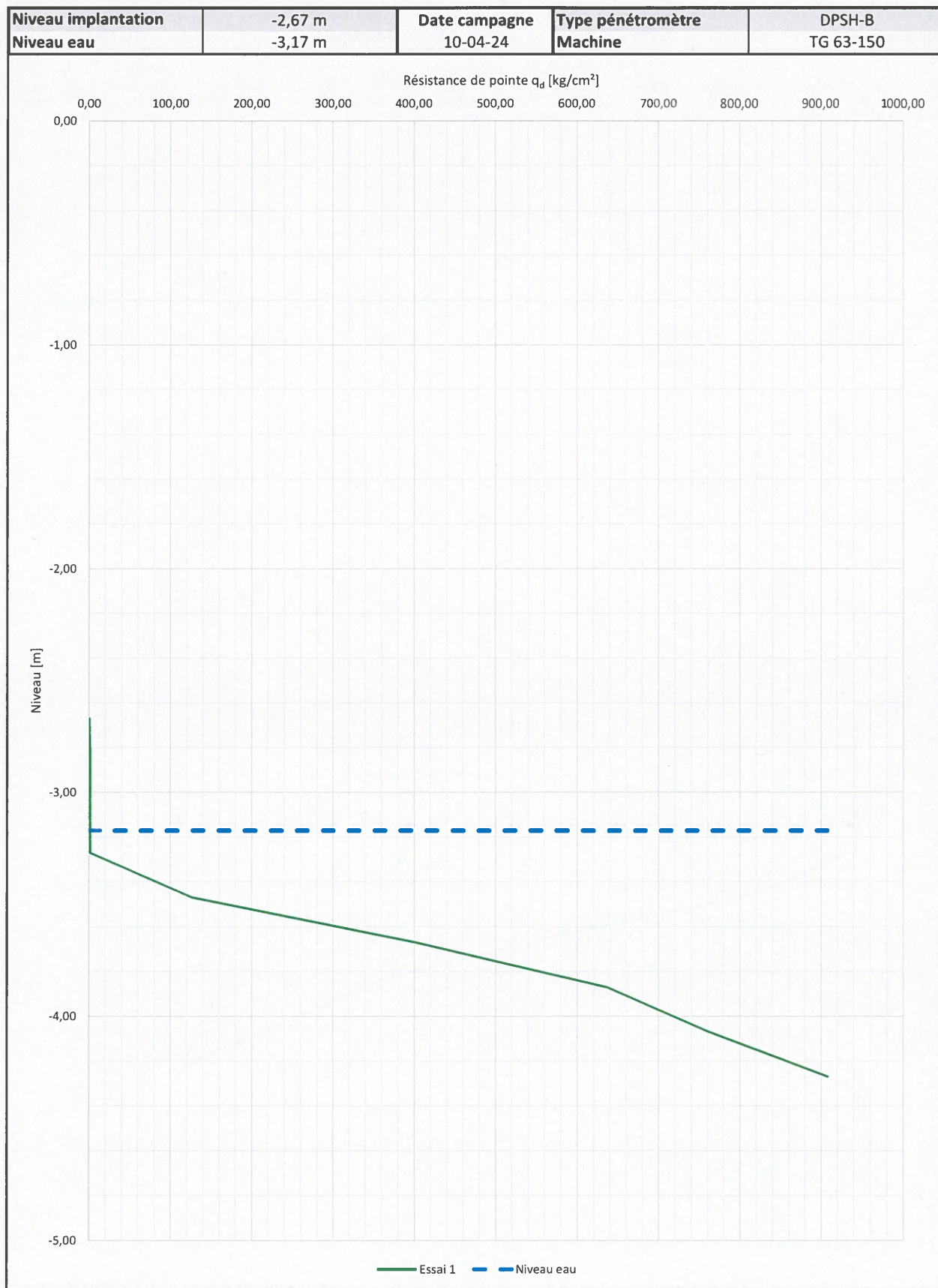
Niveau implantation	-2,67 m	Date campagne	Type pénétromètre	DPSH-B
Niveau eau	-3,17 m	10-04-24	Machine	TG 63-150

[illegible]

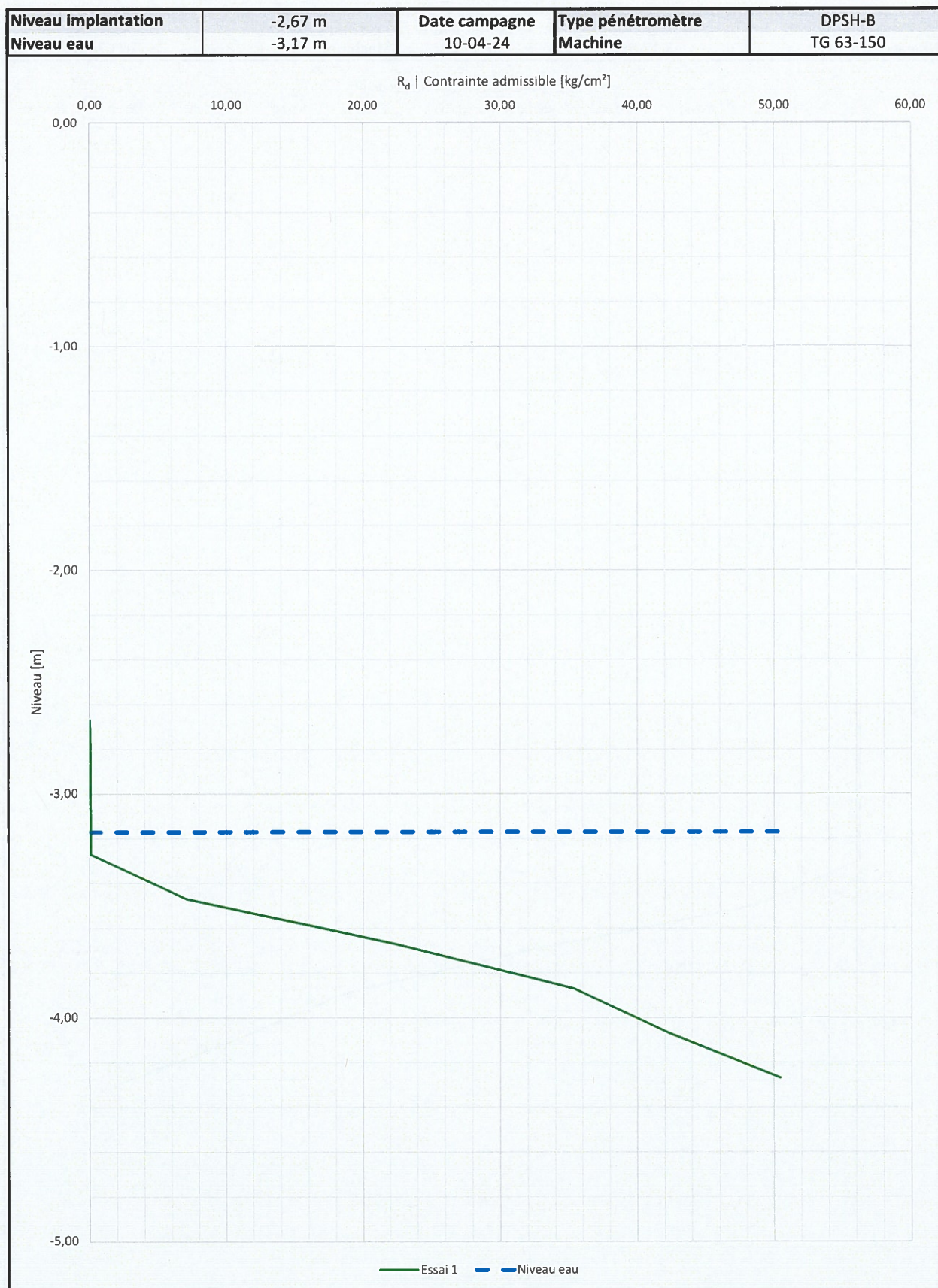
8.2. ESSAI 1 - GRAPHIQUE NOMBRE DE COUPS



8.3. ESSAI 1 - GRAPHIQUE RESISTANCE DE POINTE



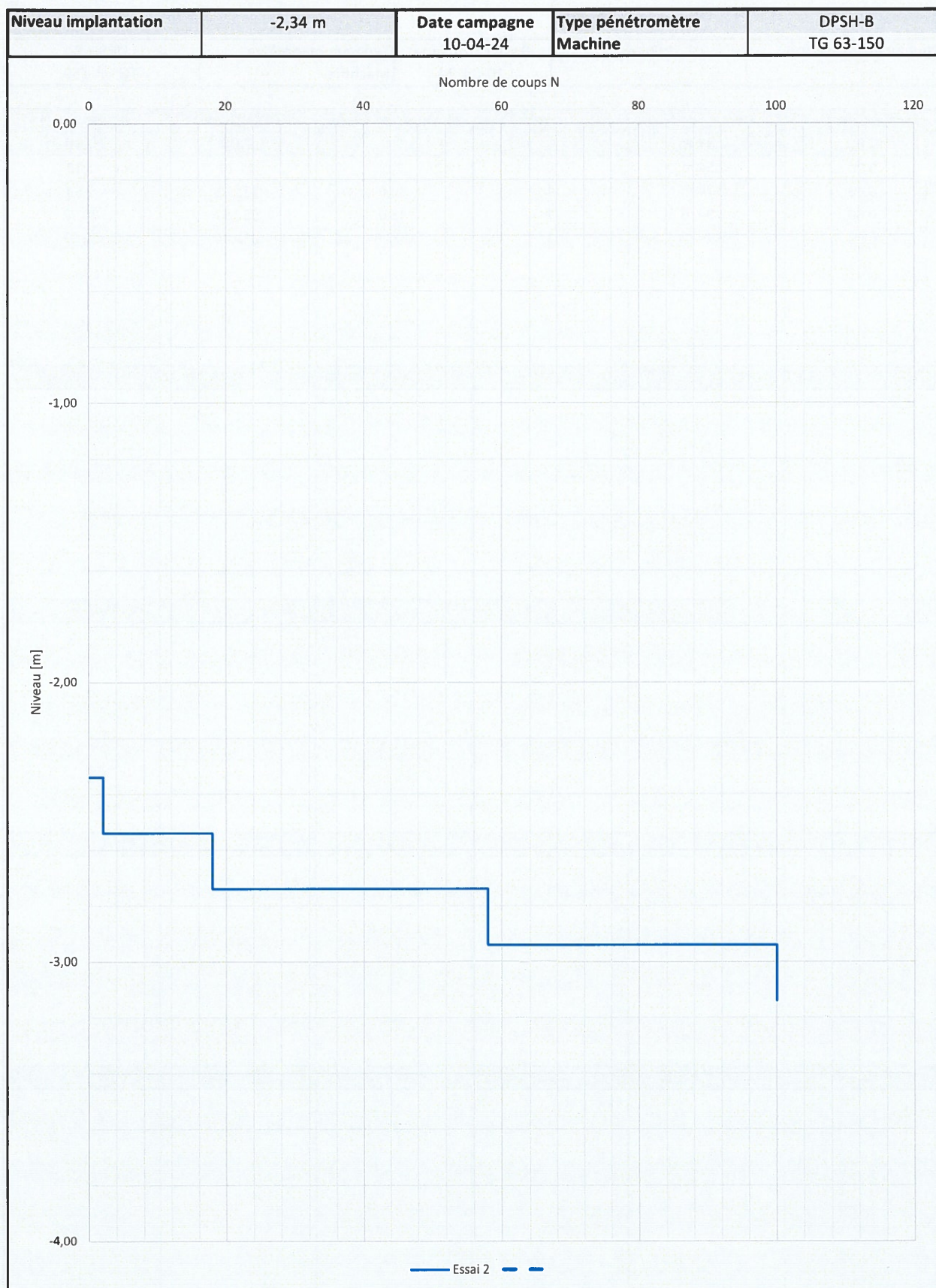
8.4. ESSAI 1 - GRAPHIQUE CONTRAINTE ADMISSIBLE



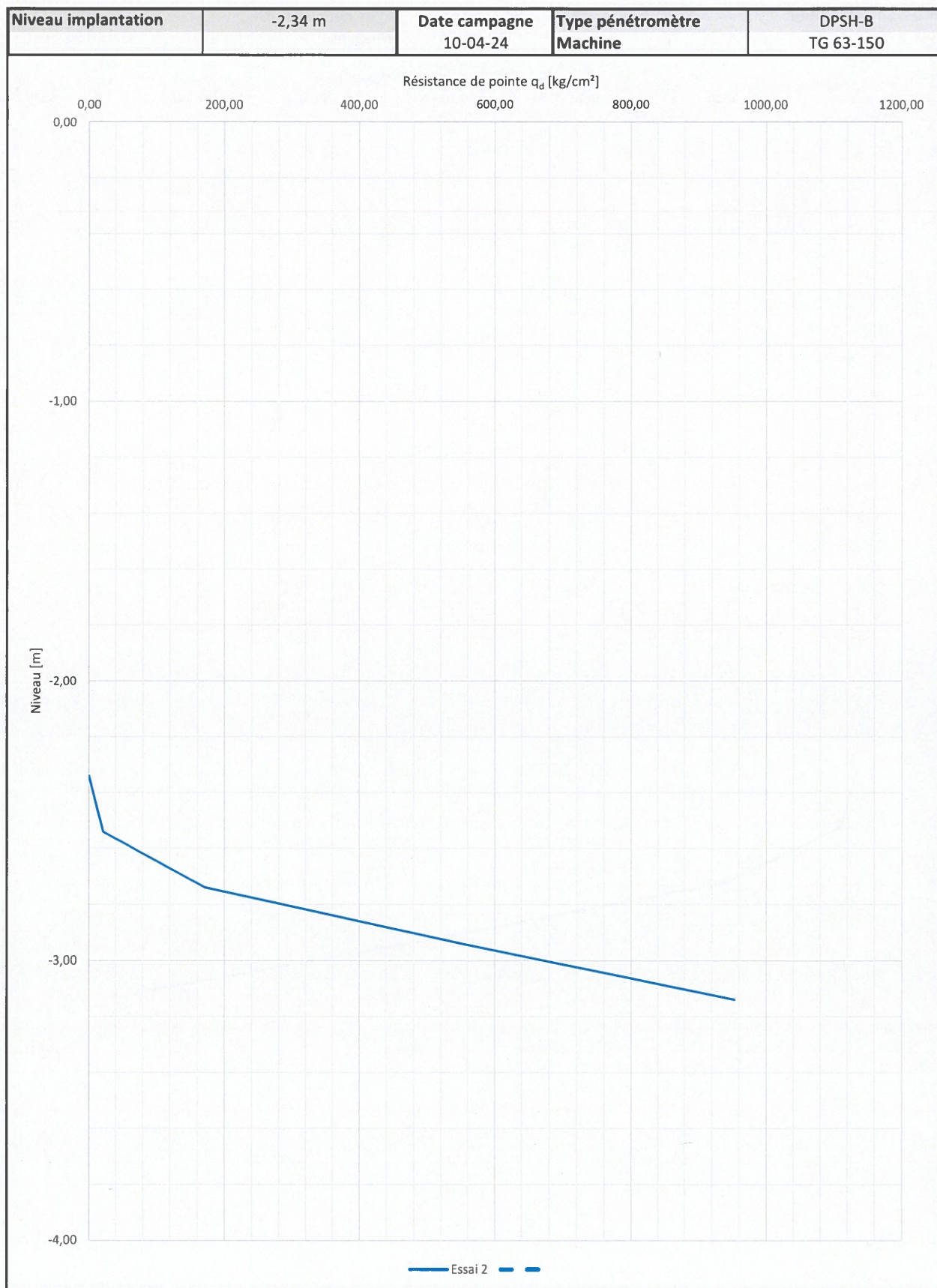
Niveau implantation	-2,34 m	Date campagne 10-04-24	Type pénétromètre Machine	DPSH-B TG 63-150
---------------------	---------	---------------------------	------------------------------	---------------------

[illegible]

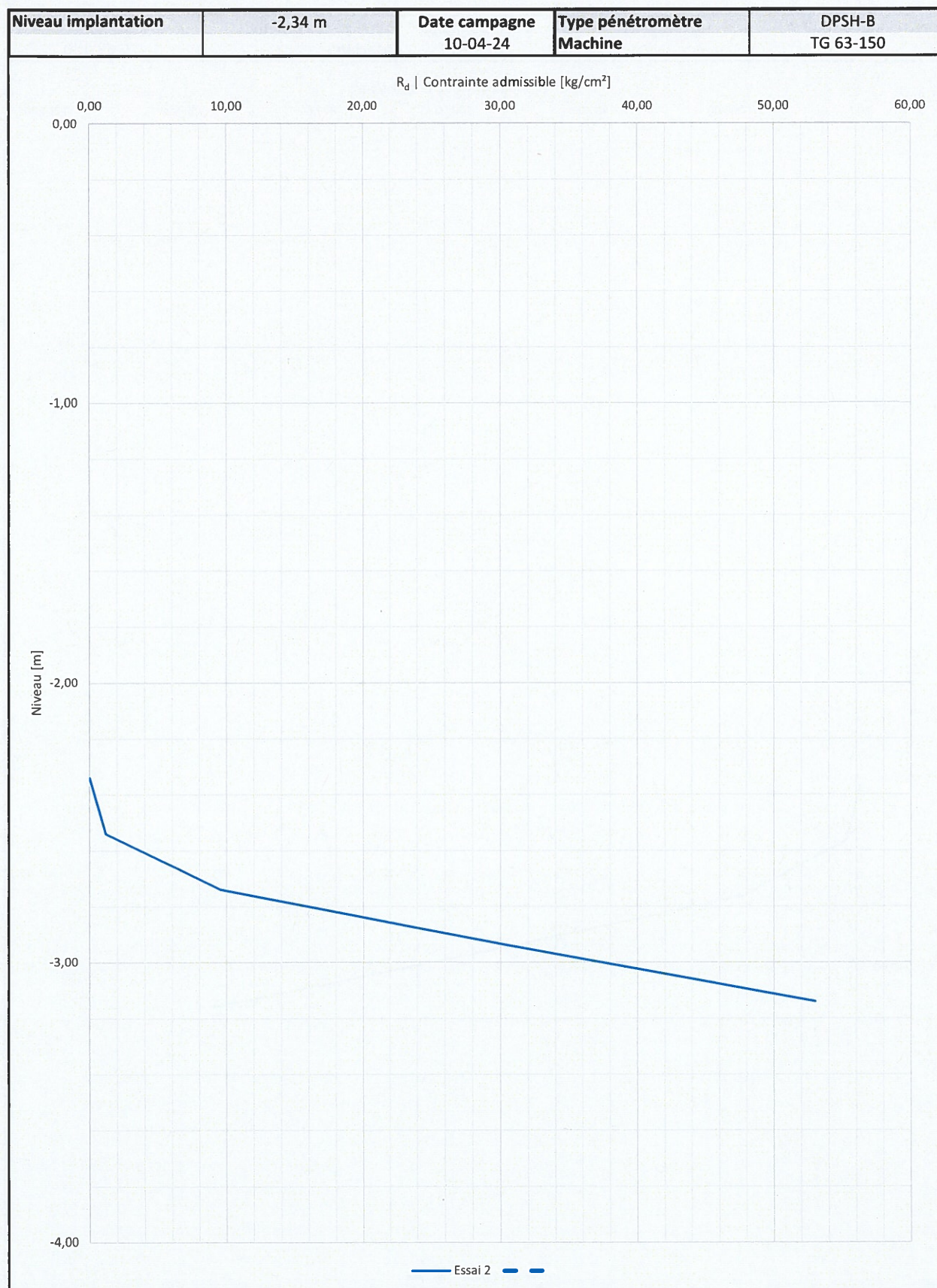
8.6. ESSAI 2 - GRAPHIQUE NOMBRE DE COUPS



8.7. ESSAI 2 - GRAPHIQUE RESISTANCE DE POINTE



8.8. ESSAI 2 - GRAPHIQUE CONTRAINTE ADMISSIBLE

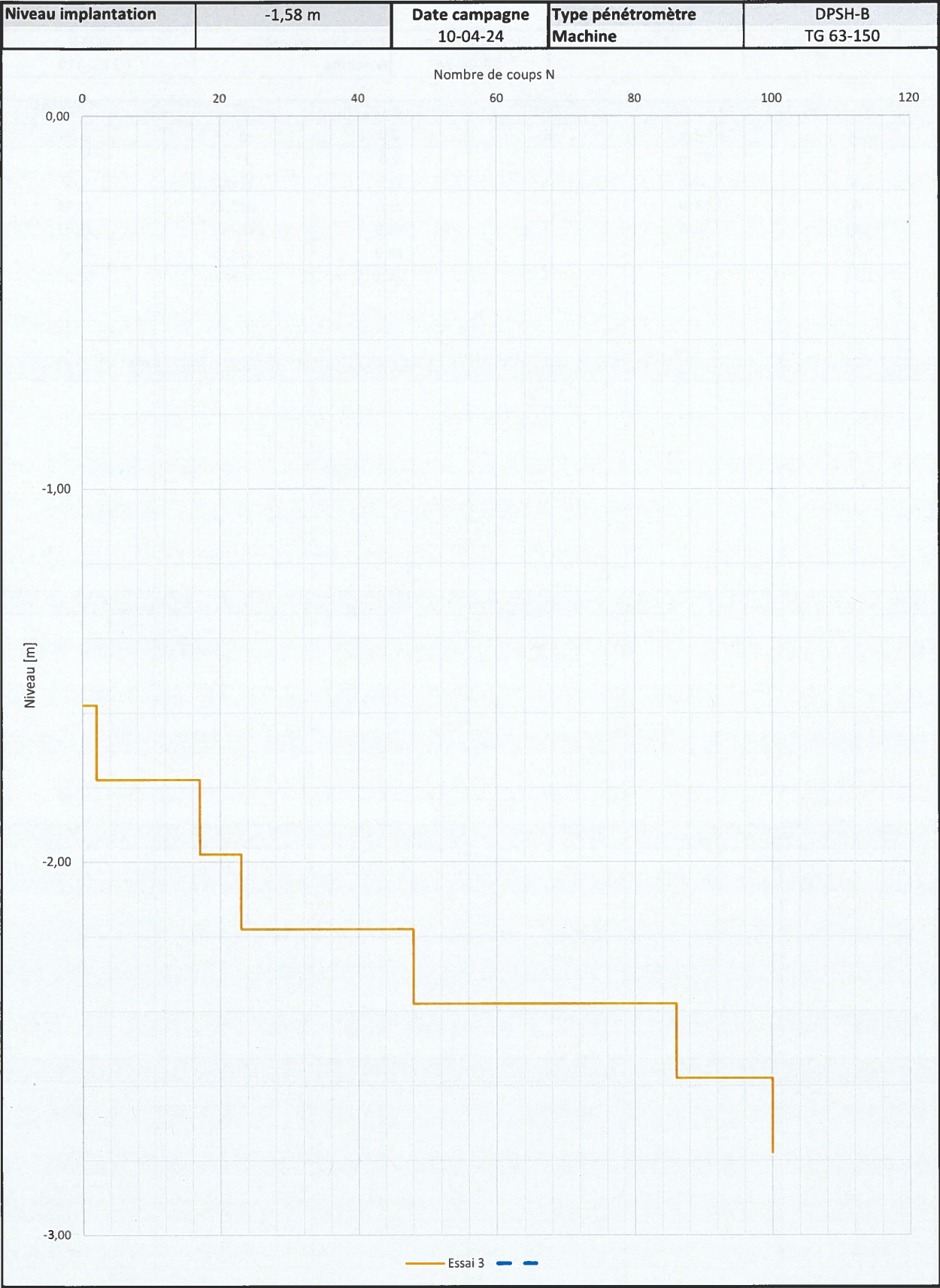


Niveau implantation	-1,58 m	Date campagne 10-04-24	Type pénétromètre Machine	DPSH-B TG 63-150
---------------------	---------	---------------------------	------------------------------	---------------------

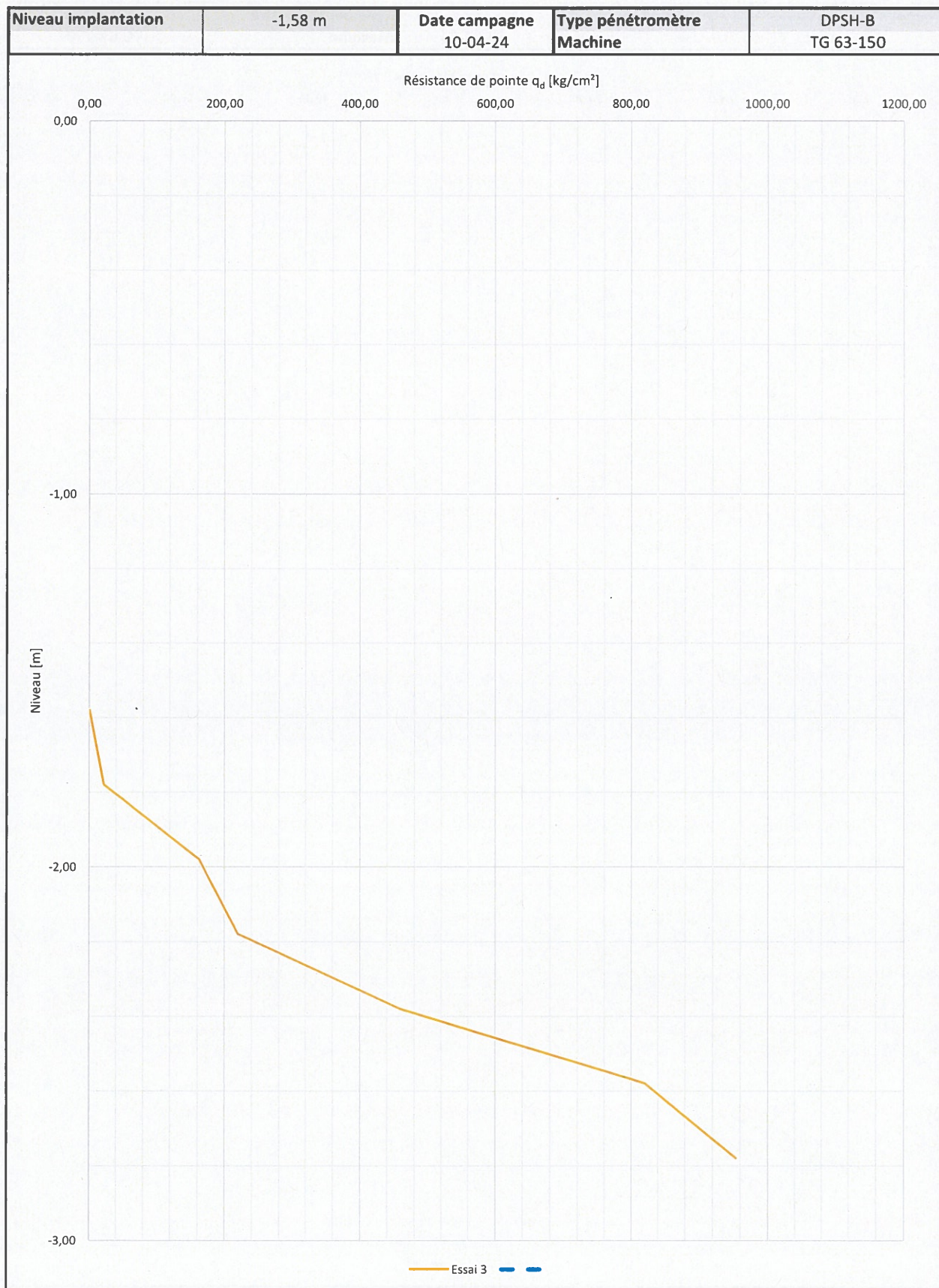
[illegible]



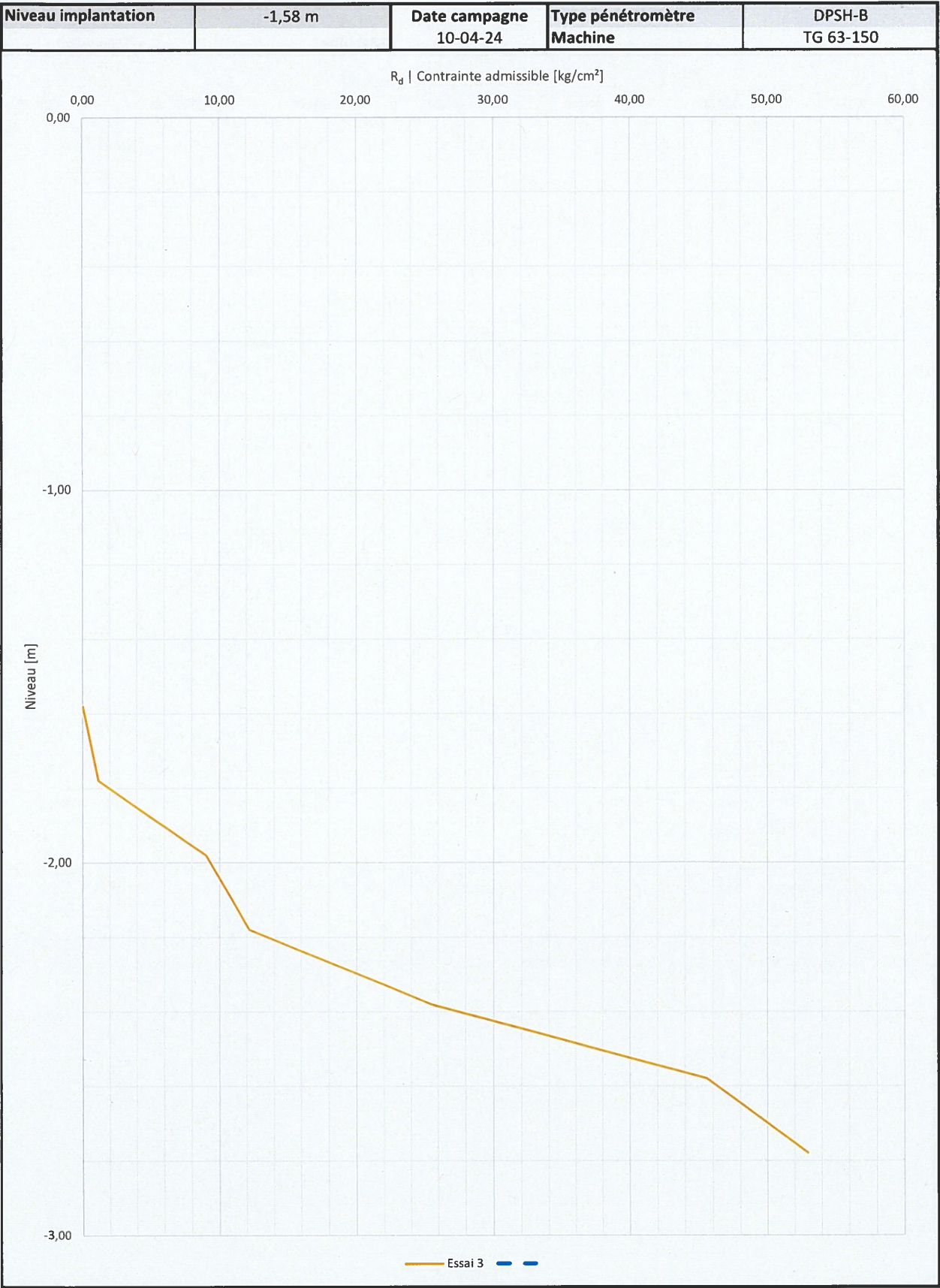
8.10. ESSAI 3 - GRAPHIQUE NOMBRE DE COUPS



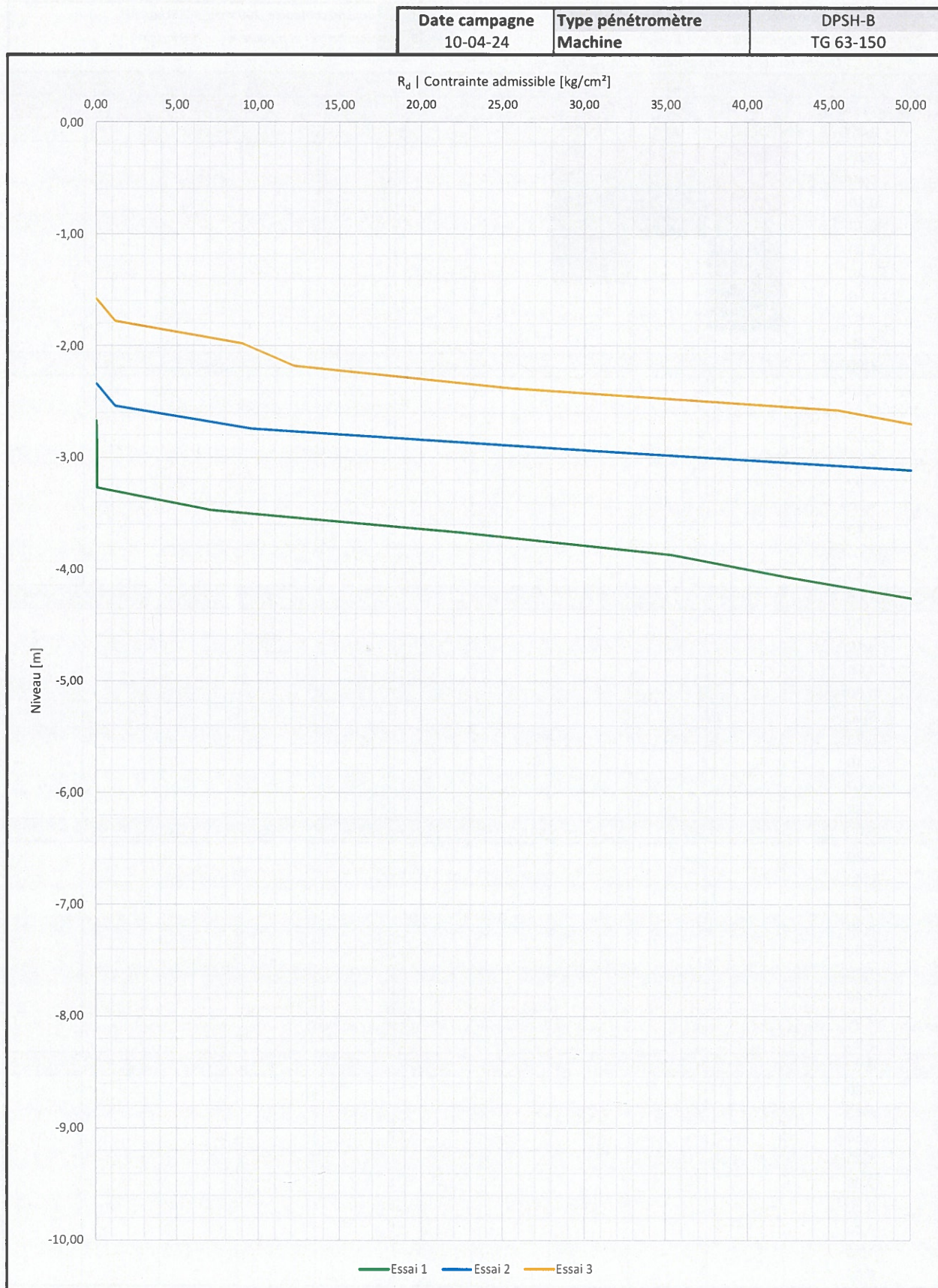
8.11. ESSAI 3 - GRAPHIQUE RESISTANCE DE POINTE



8.12. ESSAI 3 - GRAPHIQUE CONTRAINTE ADMISSIBLE



8.13. VUE D'ENSEMBLE - CONTRAINTES ADMISSIBLE



8.14. TABLEAU - CARACTERISTIQUES MECANIQUE

	Couche inconsistante, $q_d \leq 10\text{kg/cm}^2$			Couche compacte, $100 < q_d \leq 200\text{ kg/cm}^2$						
	Couche peu consistante, $10 < q_d \leq 25\text{ kg/cm}^2$			Couche très compacte, $q_d > 200\text{ kg/cm}^2$						
	Couche moyennement compacte, $25 < q_d \leq 100\text{ kg/cm}^2$									
q _d [kg/cm²]										
Profondeur [m]	Essai 1	Essai 2	Essai 3							
0,00	0,00	0,00	0,00							
0,20	1,06	21,21	21,21							
0,40	0,98	171,61	162,08							
0,60	0,98	552,97	219,28							
0,80	127,15	953,40	457,63							
1,00	401,01		819,92							
1,20	635,74		953,40							
1,40	762,40									
1,60	907,62									
1,80										
2,00										
2,20										
2,40										
2,60										
2,80										
3,00										
3,20										
3,40										
3,60										
3,80										
4,00										
4,20										
4,40										
4,60										
4,80										
5,00										
5,20										
5,40										
5,60										
5,80										
6,00										
6,20										
6,40										
6,60										
6,80										
7,00										
7,20										
7,40										
7,60										
7,80										
8,00										
8,20										
8,40										
8,60										
8,80										
9,00										
9,20										
9,40										
9,60										
9,80										

9. PLAN D'IMPLANTATION

