



### Dossier n°25RP523V

#### Mission G5

Diagnostic géotechnique

#### Mission G2 AVP

Etude géotechnique de conception  
 Phase Avant-projet

## Bâtiment 100

### Quartier CSE de Rose - PAU (64)

Indice	Date	Nombre de pages		Responsable de l'étude	Contrôle interne
		Rapport	Annexes		
0	12/03/2025	22	44	Vincent BAVENCOFF	Pantxo OILLATAGUERRE

Diffusion :	VERDI BÂTIMENT - M. CHRISTOPHE MOREL
-------------	--------------------------------------

## SOMMAIRE

A. GENERALITES .....	5
A.1 DESCRIPTION DU BATIMENT ET DE SON ENVIRONNEMENT .....	5
A.2 DOCUMENTS REMIS POUR REALISER CETTE ETUDE .....	6
A.3 DEFINITION DU PROJET .....	6
A.4 OBJECTIF ET CADRE DE NOTRE MISSION D'AVANT-PROJET .....	7
B. PROGRAMME DE RECONNAISSANCE .....	8
C. CALAGE ALTIMETRIQUE DES SONDAGES .....	8
D. DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES .....	9
D.1 RISQUES ET ALEAS .....	9
D.2 CONTEXTE GEOLOGIQUE .....	10
E. SYNTHESE DES RESULTATS .....	11
E.1 CONSTITUTION DU NIVEAU BAS EXISTANT .....	11
E.2 LITHOLOGIE ET CARACTERISTIQUES MECANQUES DES SOLS .....	11
E.3 ESSAIS D'IDENTIFICATION DE SOLS EN LABORATOIRE .....	14
E.4 NIVEAU D'EAU .....	14
E.5 AGRESSIVITE DE L'EAU SUR LES BETONS .....	15
E.6 AGRESSIVITE DES SOLS SUR LES BETONS .....	15
F. CONTEXTE SISMIQUE .....	15
G. RECOMMANDATIONS .....	16
G.1 ETUDE DES FONDATIONS DU NOUVEAU PONT ROULANT .....	16
G.2 CAPACITE PORTANTE DES FONDATIONS EXISTANTES .....	17
G.3 REMPLACEMENT DE L'ENROBE EXISTANT PAR UNE DALLE BETON .....	18
H. TERRASSEMENTS GENERAUX .....	19
I. DRAINAGE ET GESTION DES EAUX .....	20
J. PRECONISATIONS SPECIFIQUES EN CONTEXTE DE SOLS ARGILEUX	21
K. SUITES A DONNER .....	22

## Annexes

### Nombre de pages

Plan d'implantation des sondages réalisés pour les bâtiments 100 et 101	1
Sondages pressiométriques (SP1 et SP2)	2
Sondages à la tarière mécanique (T1 à T8)	8
Essais au pénétromètre dynamique (P1 à P15)	15
PV identification GTR en laboratoire (E1 à E3)	3
PV agressivité des sols sur les bétons (ES1 et ES2)	8
PV agressivité de l'eau sur les bétons (EE1)	2

<u>Annexes générales</u>	5
--------------------------	---

Annexe A

*Observations importantes sur l'utilisation du présent rapport*  
*Conditions générales d'utilisation des rapports géotechniques*

Annexe B

*Conditions générales des missions géotechniques*

Annexe C

*Classification des missions d'ingénierie géotechnique - Norme NF P 94-500*

Annexe D

*Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique*

## Rapport d'étude géotechnique

À la demande et pour le compte de :

VERDI BATIMENT SUD-OUEST, représenté par M. CHRISTOPHE MOREL

Bâtiment B - 13, rue Archimède

33 693 MERIGNAC CEDEX

La société :

OPTIsol, agence des Pyrénées

ZA de Maignon - 41, route de Pitoys

64 600 ANGLET

a réalisé du 20/01 au 23/01/2025 une campagne de reconnaissances géotechniques dans le cadre d'un projet de réhabilitation des bâtiments 100 et 101 du quartier CSE de Rose le long de la route de Lescar à PAU (64).

La présente étude concerne plus précisément le bâtiment 100 et fait suite à la validation de notre proposition référencée 24DP368A émise le 22/07/2024.



## A. GENERALITES

### A.1 DESCRIPTION DU BATIMENT ET DE SON ENVIRONNEMENT

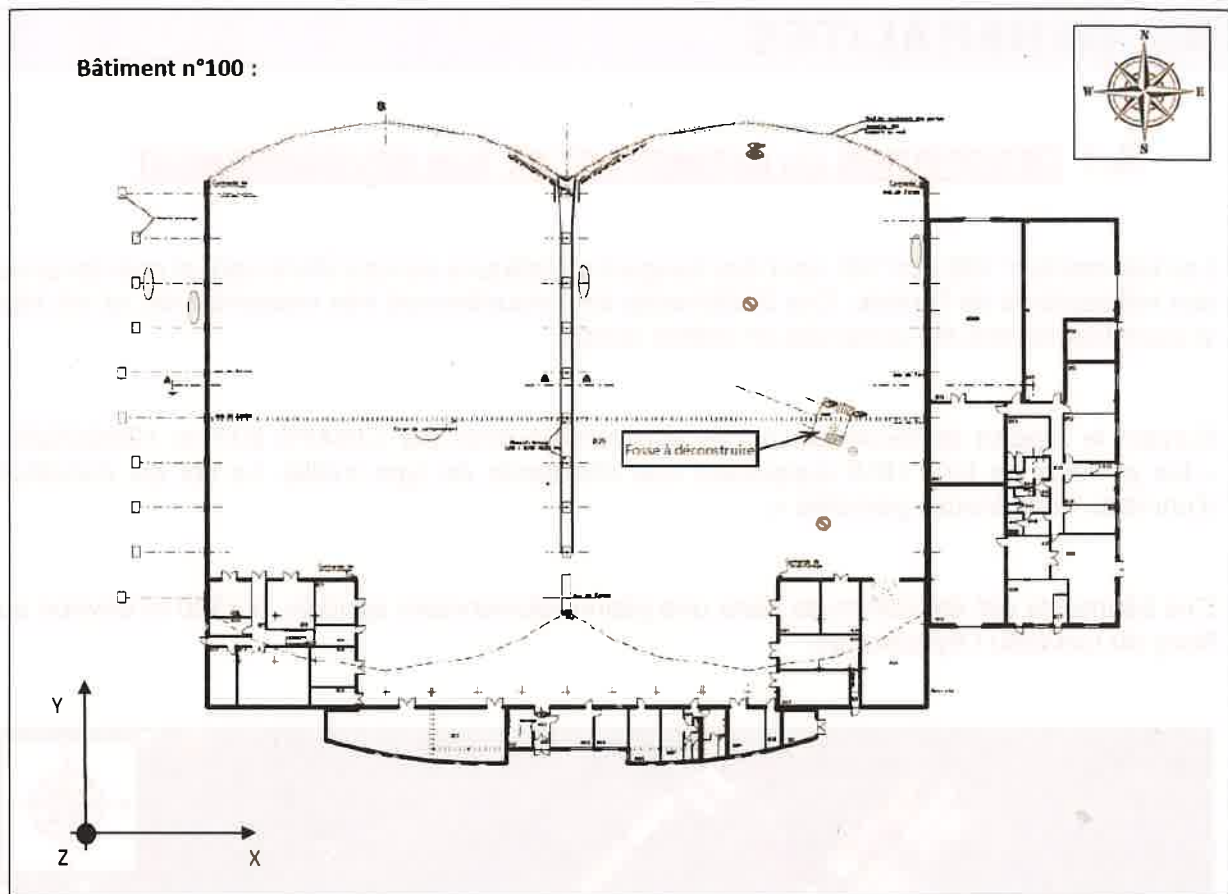
Les bâtiments n°100 et n°101 sont des hangars métalliques servant d'entrepôt et maintenance des hélicoptères de l'armée. Ces 2 bâtiments sont visuellement très ressemblants, et ont très vraisemblablement été construits en même temps.

Suivant le rapport de reconnaissances structurelles émis par CINAPS BTP le 10/03/2025 :  
« les poteaux de type HEA supportent une charpente de type treillis. Le sol est constitué d'enrobée bitumineuse percolée ».

Ces bâtiments ont été construits dans une plaine alluvionnaire agricole, à  $\pm 320$  m environ au Nord du ruisseau l'Ayguelonge.



Localisation des bâtiments 100 et 101 sur vue aérienne.



Pour des raisons de sécurité, aucune photo du site et des bâtiments n'est donnée dans ce rapport.

## **A.2 DOCUMENTS REMIS POUR REALISER CETTE ETUDE**

À la rédaction du présent rapport nous disposons des plans et documents suivants :

- Plan du bâtiment 100 (plan non daté, sans cartouche).
- Plan des réseaux souterrains supposés dans l'environnement des bâtiments 100 et 101 (plan non daté, sans cartouche).
- Rapport de reconnaissances structurelles émis par CINAPS BTP le 10/03/2025 (affaire n°CNP2024-190 / CNP2024-194).

## **A.3 DEFINITION DU PROJET**

A notre connaissance et à la rédaction du présent rapport il est envisagé :

- la construction d'un pont roulant qui nécessitera la mise en œuvre de nouvelles fondations.
- l'étude de la démolition de l'enrobé percolé existant et son remplacement par une dalle béton.

## **A.4 OBJECTIF ET CADRE DE NOTRE MISSION D'AVANT-PROJET**

Conformément aux termes de notre devis notre étude a pour but de présenter :

- le plan d'implantation de nos sondages.
- la lithologie et les caractéristiques mécaniques des terrains rencontrés : profils lithologiques, pressiométriques et pénétrométriques.
- le niveau d'eau reconnu au droit de nos sondages le jour de notre intervention.
- les résultats de nos essais d'identification de sols menés en laboratoire.
- les résultats des tests d'agressivité de l'eau de la nappe et du sol sur les bétons.
- la contrainte admissible du sol de fondation conformément à l'Eurocode 7.
- la capacité portante des fondations existantes (sur la base des reconnaissances de fondations de Cinaps BTP).
- le mode de fondation optimal pour les nouveaux appuis du pont roulant.
- l'amplitude des tassements prévisibles sous fondations superficielles (absolus et différentiels).
- les conditions de mise en place du dallage/dalle/plancher pour le niveau bas (si nécessité de reconstruction).
- les modules de déformation du sol dans le cadre du dimensionnement d'un dallage classique.
- les caractéristiques et les critères de réception (kw, EV2, EV1) du hérisson à mettre en œuvre.
- les valeurs de tassements prévisibles sous dallage conformément au DTU 13.3.
- les caractéristiques sismiques à prendre en compte conformément à l'Eurocode 8.

Notre prestation sera de type G5 - *diagnostic géotechnique* - et G2 AVP - *étude géotechnique de conception - phase avant-projet* - telle que définie dans les missions géotechniques de la norme NF P 94-500 de novembre 2013.

Sont exclus de la présente mission AVP :

- la recherche de polluants, compétence d'un cabinet environnemental.
- le diagnostic structurel des existants, compétence d'un BE Structure.
- la détermination des niveaux remarquables de la nappe (EB-EH-EE) ; cette étude pourra si nécessaire être confiée à un hydrogéologue.

## B. PROGRAMME DE RECONNAISSANCE

Suite à nos différents échanges avec l'USID et en accord avec VERDI Bâtiment SO nous avons réalisé dans l'emprise des bâtiments 100 et 101 les investigations suivantes :

### Sur site :

- 2 sondages à la tarière mécanique Ø63 mm descendus par passes à 8 m de profondeur, avec réalisation de 6 essais pressiométriques standards, notés SP1 et SP2.
- 15 essais au pénétromètre dynamique lourd poussés à 8 m de profondeur ou au refus, notés P1 à P15.
- 8 sondages à la tarière mécanique (Ø63 mm) descendus à 4 m de profondeur ou au refus, notés T1 à T8.
- 5 prélèvements d'échantillons de sols remaniés pour essais en laboratoire, noté E1 à E3, ES1 et ES2.
- 1 prélèvement d'un échantillon d'eau de la nappe au sein du piézomètre existant sur site à l'Est du bâtiment 100.

### En laboratoire :

- identification de la classe GTR sur 3 échantillons de sols prélevés (E1 à E3).
- analyse de l'agressivité des sols sur le béton sur 2 échantillons de sols prélevés (ES1 et ES2)
- analyse de l'agressivité de l'eau de la nappe sur les bétons.

L'implantation de ces différents sondages ainsi que les résultats associés sont joints en annexes. Cette implantation tient compte de la présence avérée/supposée de réseaux souterrains dans la zone des sondages, et des conditions d'accès et de réalisation suivants l'occupation du site.

## C. CALAGE ALTIMETRIQUE DES SONDAGES

Nos sondages n'ont pas été nivelés par le géomètre de l'opération. Par ailleurs nous ne disposons pas du plan topographique du site. Par conséquent nos sondages ne sont pas précisément recalés en NGF. Les profondeurs sont données par rapport au niveau du terrain à la date d'exécution des sondages (du 20 au 23/01/2025).



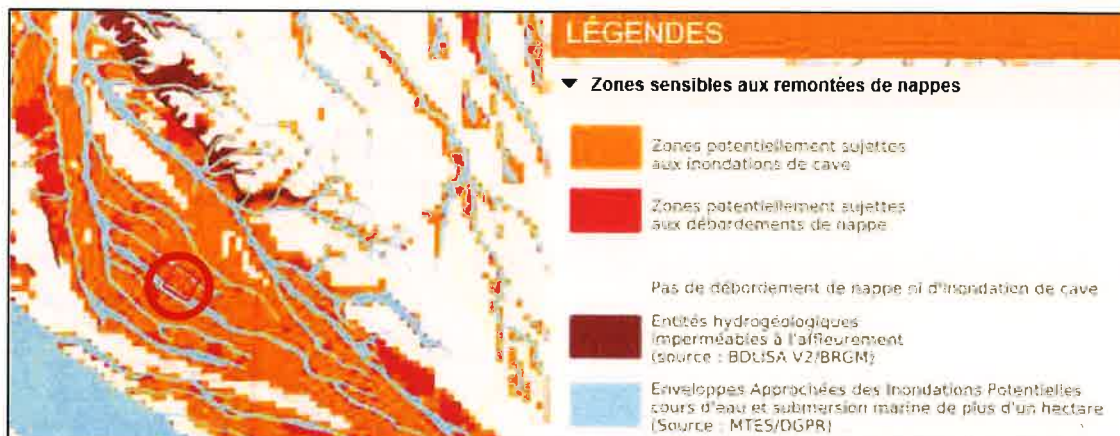
## D. DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

### D.1 RISQUES ET ALEAS

- ✚ Prise en compte du risque sismique conformément aux décrets n°2010-1254 et 2010-1255 en date du 22/10/2010 et au regard de l'EUROCODE 8 en vigueur : **zone de sismicité 3 - aléa modéré** (limite de zone de sismicité 4 - aléa moyen).
- ✚ Présence de cavités souterraines naturelles (source [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr)) répertoriées dans un rayon de 200 m autour de la parcelle : **non**.
- ✚ Présence de mouvements de terrain historiques (source [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr)) dans un rayon de 200 m autour de la parcelle : **non**.
- ✚ D'après la carte d'aléa retrait-gonflement des argiles du BRGM (source [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr)) la parcelle se situe en **zone d'aléa faible** :



- ✚ Vis-à-vis du risque d'inondation dans les sédiments (source [www.infoterre.gouv.fr](http://www.infoterre.gouv.fr)) la parcelle se positionne dans une **zone « potentiellement sujette aux inondations de cave », et bordée par une zone « d'enveloppes approchées des inondations potentielles cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare. »** Il appartient aux responsables du projet de se renseigner sur un éventuel PPRI sur la commune et sur les contraintes associées :



## **D.2 CONTEXTE GEOLOGIQUE**

La parcelle étudiée est caractérisée par la feuille géologique (édition du BRGM) de *PAU* au 1/50000<sup>ème</sup>. Au regard de cette carte le faciès attendu sur le terrain est :

- **Fw1 : alluvions du Mindel (nappe du Pont du Long).**

La notice précise : « Terrasse de 60-65 m du Gave d'Oloron et terrasse de 40 m du Gave de Pau. la nappe mindélienne, qui porte la ville de Pau, occupe une vaste étendue sur la rive droite du Gave, constituant la plaine du Pont-long. Dans une gangue argileuse ocre, les galets sont des quartzites patinés en gris bleu ou gris vert clair, des granites très arénisés, des schistes très altérés. Cette nappe est couronnée par un paléosol rouge (nappe du Pont long). Elle prolonge la nappe fluvio-glaciaire qui, issue du NE de Lourdes, s'est écoulée par la vallée de Pontacq (nappe du Pont Long). »



*Extrait feuille géologique de Pau.*



## E. SYNTHÈSE DES RESULTATS

### E.1 CONSTITUTION DU NIVEAU BAS EXISTANT

Suivant les conclusions du rapport émis par CINAPS BTP le 10/03/2025, le niveau bas existant du bâtiment 100 est composé d'un enrobé bitumineux, percolé en partie haute.

Le complexe d'enrobé présente une épaisseur totale de l'ordre de 18,5 à 18,9 cm.

CINAPS BTP a reconnu sous l'enrobé un hérisson composé de sables et graves roulées.

### E.2 LITHOLOGIE ET CARACTERISTIQUES MECANQUES DES SOLS

Sous la terre végétale à l'extérieur et le complexe d'enrobé sur remblais graveleux à l'intérieur ( $\leq 0,5$  m) nos sondages ont mis en évidence une **épaisse couche de limons argileux mous**. Ces limons ont été rencontrés jusqu'à  $\pm 0,8 / 1,4$  m de profondeur (profondeur moyenne de l'ordre de 1,0 m).

Dessous nos sondages ont mis en évidence des **argiles bariolées** de couleur dominante beige marron ocre gris. En termes de compacité ces argiles non graveleuses (ou peu graveleuses à la base de la couche) sont globalement **molles à peu compactes**. Elles ont été rencontrées jusqu'à  $\pm 1,5 / 2,6$  m de profondeur (profondeur moyenne de l'ordre de 2,0 m).

Au-delà ces argiles bariolées laissent place à des **argiles sablo-graveleuses**. Ces dernières ont été reconnues jusqu'à la base de nos investigations (8 m). Notons que cette couche alluvionnaire est **très graveleuse en tête de couche** (jusqu'à  $\pm 4$  m) **puis globalement moins graveleuse au-delà**.

Plus localement, nous avons relevé :

- présence de remblais limoneux avec briquettes jusqu'à  $\pm 0,7$  m de profondeur en SP2.
- odeur d'hydrocarbures au droit du sondage SP2, dans les limons et les argiles bariolées.

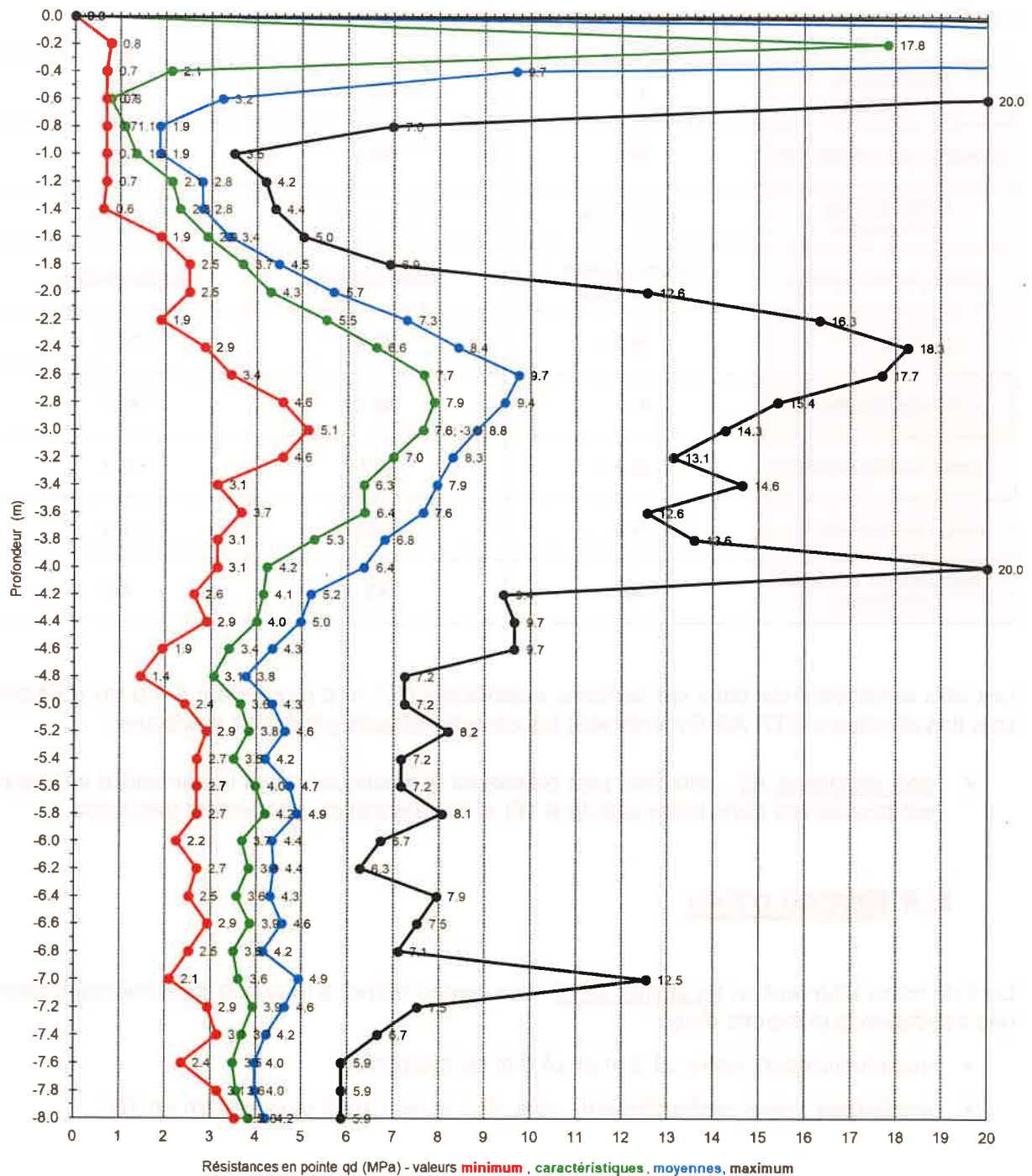
En guise de synthèse on retiendra au regard de nos résultats de sondages :

Réf. couche	Couche	Base de la couche / terrain actuel au droit de nos sondages	Résistances mesurées (MPa)	Etat de compacité suivant norme XP P 94-011
n°1	Limons argileux marron gris beige	$\pm 0,8 \text{ à } \pm 1,4 \text{ m}$ (moyenne $\pm 1,0 \text{ m}$ )	$0,5 \leq q_d \leq 3$ $E_m \pm 5$ $PI^* \pm 0,5$ (nota : 1 seul essai pressiométrique dans cette couche)	<b>Limons très mous à mous</b>
n°2	Argiles bariolées (pas à peu graveleuses)	$\pm 1,5 \text{ à } \pm 2,6 \text{ m}$ (moyenne $\pm 2,0 \text{ m}$ )	$2 \leq q_d \leq 5$ $E_m \pm 7$ $PI^* \pm 0,7$ (nota : 1 seul essai pressiométrique dans cette couche)	<b>Argiles molles devenant progressivement fermes avec la profondeur</b>
n°3a	Argiles graveleuses (riches en galets et graviers)	$\pm 3,0 \text{ à } \pm 5,0 \text{ m}$ (moyenne $\pm 4,0 \text{ m}$ )	$3 \leq q_d \leq 20$ $4 \leq X_{eq} q_d \leq 8$ $40 \leq E_m \leq 50$ $3,3 \leq PI^* \leq 3,5$	<b>Alluvions moyennement denses à très denses</b>
n°3b	Argiles sablo-graveleuses (plus ou moins riches en galets et graviers)	$> 8 \text{ m}$	$2 \leq q_d \leq 8$ $3 \leq X_{eq} q_d \leq 4$ $12 \leq E_m \leq 32$ $X_{eq} E_m \# 18$ $1,1 \leq PI^* \leq 2,4$ $X_{eq} PI^* \# 1,5$	<b>Alluvions moyennement denses</b>

Avec :  
 *$E_m$  : module pressiométrique*  
 *$PI^*$  : pression limite nette*  
 *$q_d$  : résistance de pointe au pénétromètre dynamique*  
 *$X_{eq}$  : valeur caractéristique (moyenne - écart type/2)*



A titre indicatif nous proposons ci-dessous un pénétrogramme de synthèse établi sur la base de nos 15 essais au pénétromètre dynamique répartis sur le site :



Remarque :

- les variations de faciès sont difficiles à mettre en évidence compte tenu du rapport infiniment petit entre le volume de matériaux investigués par nos sondages et le volume de sols sollicités par le bâtiment.
- nos relevés lithologiques ont été effectués à la tarière mécanique, ce qui limite la précision des interfaces à 0,3 m.



### **E.3 ESSAIS D'IDENTIFICATION DE SOLS EN LABORATOIRE**

Les PV de ces essais en laboratoire sont présentés en annexes.

Référence du prélèvement	E1	E2	E3
Sondage de prélèvement	SP2	SP2	T3
Profondeur du prélèvement	- 0,7 / 1,1 m	- 1,1 / 1,7 m	- 1,2 / 1,9 m
Nature de l'échantillon	Limons argileux gris noirâtre	Argile bariolée	Argile bariolée
Wnat %	28,6	22,7	24,7
Limite de Liquidité %	41,1	38,5	40,7
Limite de Plasticité %	24,8	22,5	24,4
Indice de Plasticité %	16,3	16,0	16,4
Identification suivant GTR V2000	<b>A2</b>	<b>A2</b>	<b>A2</b>

Les sols échantillonnés dans les horizons superficiels ( $0,7 \text{ m} \leq \text{profondeur} \leq 1,9 \text{ m}$ ) sont des sols fins de classe GTR A2. On retiendra les caractéristiques générales suivantes :

- sols de classe A2 : sols fins, peu plastiques à plastiques, dont la sensibilité au retrait est peu élevée dans notre cas ( $I_p \# 16$ ) et le potentiel de gonflement très faible.

### **E.4 NIVEAU D'EAU**

Lors de notre intervention fin janvier 2025 nous avons relevé à la sonde piézométrique dans nos sondages la présence d'eau :

- majoritairement : entre  $\pm 3,3 \text{ m}$  et  $\pm 4,0 \text{ m}$  de profondeur.
- localement moins profondément : vers  $\pm 2,1 \text{ m}$  en T10 et vers  $\pm 2,6 \text{ m}$  en T8.

En outre, compte tenu de notre connaissance du secteur étudié, des arrivées d'eau à la base des limons argileux (au toit des argiles bariolées) peuvent se développer, notamment à la suite d'épisodes pluvieux. Ces arrivées d'eau à faibles profondeurs (vers  $1,0 \text{ m}$ ) correspondent dans ce contexte géotechnique à l'essorage des limons.

Nos relevés sont ponctuels, variables dans le temps, et fonction notamment des conditions météorologiques du moment ; ils ne représentent en rien un état permanent. Pour plus de précisions il appartient aux responsables du projet de solliciter une étude hydrogéologique auprès d'un bureau d'étude spécialisé afin de caractériser le régime hydraulique du site et apprécier les niveaux d'eau remarquables de la nappe (EB-EH-EE) sous l'emprise du projet.

## **E.5 AGRESSIVITE DE L'EAU SUR LES BETONS**

Un échantillon d'eau a été prélevé au sein du piézomètre existant sur le site (à l'Est du bâtiment 100). Selon la norme NF EN 206, l'eau prélevée est de **classe d'agressivité < XA1**, soit un environnement chimiquement non agressif. Le PV de résultats de cette analyse est donné en annexe.

## **E.6 AGRESSIVITE DES SOLS SUR LES BETONS**

Deux échantillons de sols référencés ES1 et ES2 ont été prélevés sur site.

- ES1 : tranche 0,5 - 1,2 m au sein du sondage T3 (limons argileux)
- ES2 : tranche 1,3 - 2,0 m au sein du sondage T10 (argile bariolée)

Selon la norme NF EN 206, les sols échantillonnés sont de **classe d'agressivité < XA1**, soit un environnement chimiquement non agressif. Le PV de résultats de ces analyses est donné en annexe.

## **F. CONTEXTE SISMIQUE**

Conformément aux décrets n°2010-1254 et 2010-1255 du 22/10/2010 et à l'Eurocode 8, les données à retenir concernant l'aléa sismique du projet sont les suivantes :

Zone de sismicité	3
Accélération du sol $a_{gr}$ (m/s <sup>2</sup> )	1,1
Catégorie d'importance	IV
Coefficient d'importance $\gamma_i$	1,4
Classe de sol retenue	C
Paramètre de sol S	1,5

(\*) catégorie d'importance du bâtiment à confirmer par l'exploitant du bâtiment.

Les caractéristiques des sols en présence et notre connaissance du secteur nous conduisent à écarter le risque de liquéfaction. Les règles de dimensionnement parasismique de l'Eurocode 8 sont à prendre en compte sur la base de ces informations.

## G. RECOMMANDATIONS

### G.1 ETUDE DES FONDATIONS DU NOUVEAU PONT ROULANT

Pour fonder le nouveau pont roulant nous préconisons une solution de **massifs isolés**.

Ces massifs isolés devront respecter la double condition suivante :

- ancrage à **2,2 m de profondeur minimum / niveau de l'enrobé actuel** (afin de s'affranchir des limons mous et argiles bariolées).
- encastrement de **0,3 m minimum** au sein des **argiles graveleuses denses** en place et non remaniées.

Cette profondeur minimale d'assise (2,2 m) nécessitera le blindage des fouilles afin de garantir la bonne exécution des massifs et limiter les volumes de béton (les rattrapages de profondeurs pourront être réalisés en gros béton).

Toutes les dispositions devront enfin être prises afin d'évacuer les arrivées d'eau parasites en fond de fouilles et permettre de couler les fondations dans de bonnes conditions d'exécution. A ce titre nous rappellerons que le pompage direct en fond de fouille est à proscrire pour éviter toute déstructuration du squelette granulaire (tout rabattement éventuel de la nappe devra être réalisé par pompages dans des puits déportés, selon faisabilité hydraulique).

Dans ce cadre et au regard de l'ensemble de nos résultats nous retiendrons pour le dimensionnement des fondations les valeurs de contraintes suivantes :

Contrainte de rupture nette du sol	$q_{net}$	0,70 MPa
Contrainte de calcul aux Etats Limites Ultimes	$q_{v;d} (ELU)$	0,42 MPa
Contrainte de calcul aux Etats Limites de Service	$q_{v;d} (ELS)$	<b>0,25 MPa = 2,5 bars</b>

Afin d'assurer une bonne transmission des efforts, un enrobage correct des armatures, et dans un souci d'exécution soignée, la largeur des massifs isolés ne devra pas être inférieure à 0,6 m (quelle que soit la descente de charge).

A titre d'exemple nous avons estimé les tassements de sols sous fondations à partir du cas suivant :

Type de fondation	Hypothèses charge verticale compression (G+Q) - à vérifier en phase PRO -	Dimensions retenues
Massif isolé	20 t sous poteau	0,65 x 0,65 m

Les valeurs de tassements estimées dans ce cadre sont les suivantes :

- Tassement absolu maximum :  $\leq 0,5 \text{ cm}$
- Tassement différentiel :  $< 0,5 \text{ cm}$

Cette valeur de tassement absolu sera à considérer en termes de tassement différentiel avec les existants. Le type de joint à mettre en œuvre entre les différents volumes est laissé à l'appréciation du BE Structure. Ces tassements seront affinés dans le cadre de la mission G2PRO sur la base du plan de fondations du projet avec les descentes de charges pondérées transmises par le BE Structure.

## G.2 CAPACITE PORTANTE DES FONDATIONS EXISTANTES

Les reconnaissances menées par CINAPS BTP sur 3 appuis de la charpente métallique du bâtiment 100 mettent en évidence :

Fouille	Type de fondation	Profondeur d'assise / enrobé	Dimensions relevées	Surface de contact de la fondation avec le sol
Rf1	Puits	-2,19 m	Ø2,10 m	3,46 m <sup>2</sup>
Rf2	Puits	<-2,67 m	Ø3,24 m	8,24 m <sup>2</sup>
Rf3	Massif isolé	<-2,54 m	1,98 m x 2,14 m	4,23 m <sup>2</sup>

Au regard de la profondeur d'assises de ces fondations (-2,2 m minimum) et de nos résultats d'investigations, ces fondations doivent être établies au sein des alluvions graveleuses denses au sein desquelles nous avons retenu  $q_{v,d} \text{ (ELS)} = 2,5 \text{ bars}$  (cf. §G.1). Toutefois, les relevés de CINAPS BTP mentionnent une assise dans des « *terrains argileux de couleur marron foncé* ». Par conséquent nous avons volontairement limitée la contrainte admissible du sol à 1,5 bar (ELS) afin d'évaluer des capacités portantes conservatrices\* :

Fouille	Type de fondation	Profondeur d'assise / enrobé	Dimensions relevées	Surface de contact de la fondation avec le sol	Capacité portante avec taux de travail du sol $q_{v,d} \text{ (ELS)} = 1,5 \text{ bar}$
Rf1	Puits	-2,19 m	Ø2,10 m	3,46 m <sup>2</sup>	51,9 t*
Rf2	Puits	<-2,67 m	Ø3,24 m	8,24 m <sup>2</sup>	123,6 t*
Rf3	Massif isolé	<-2,54 m	2,14 m x 1,98 m	4,23 m <sup>2</sup>	63,5 t*

Nous restons à votre disposition pour échanger sur ces estimations de capacité portante, et pour calculer des tassements sous appuis dans le cas où les fondations existantes seraient rechargées dans le cadre du projet.

### **G.3 REMPLACEMENT DE L'ENROBE EXISTANT PAR UNE DALLE BETON**

Sous l'enrobé et la couche de forme graveleuse existante, nos sondages ont mis évidence une **épaisse couche de limons argileux de consistance molle jusqu'à  $\pm 0,8$  à  $\pm 1,4$  m de profondeur (profondeur moyenne de l'ordre de 1,0 m / enrobé)**. Dans ce contexte et compte tenu de la vocation du bâtiment (entrepôt de maintenance) nous préconisons une solution de **dallage classique sur terreplein moyennement des sujétions d'exécution et la mise en œuvre d'un hérissou épais** (avec potentiellement cloutage du fond de forme).

Pour une charge surfacique répartie sur le dallage  $\leq 2,0 \text{ t/m}^2$  le DTU 13.3 (décembre 2021) fixe le critère de réception  $EV_2 \geq 50 \text{ MPa}$ . Pour pouvoir atteindre ce critère on prévoira la mise en œuvre d'une couche de forme granulaire épaisse, avec possible cloutage du fond de forme à l'aide de matériaux grossiers en fonction du comportement des limons sous le passage du compacteur.

A titre d'exemple nous préconisons au stade de l'avant-projet et après décapage des remblais existants :

- recompactage du fond de forme suivie de la pose d'un géotextile.
- mise en œuvre d'une **couche de forme de 50 cm minimum** composée de matériaux insensibles à l'eau, non gélifs (type R21, R41 ou R61), correctement gradués (type concassés calcaires 0/31,5) mis en œuvre par couches successives soigneusement compactées dans les règles de l'Art.

**L'entreprise de terrassement devra IMPERATIVEMENT réaliser une planche d'essais préalable afin de statuer sur les épaisseurs de cailloux à mettre en œuvre et la méthodologie la plus adaptée en fonction du comportement du fond de forme à l'ouverture.**

Dans le cas où le fond de forme s'avère particulièrement mou et matelasse, on prévoira le **cloutage des limons** (avant la couche de forme) avec des matériaux grossiers (type concassés calcaires 80/150). Le cloutage devra être mis en œuvre directement sur le sol en place (sans géotextile) afin de « poinçonner » les limons et stabiliser le fond de forme. Le but étant que les gros éléments rentrent pour partie dans la couche molle. Dans ce cas le géotextile ne sera pas nécessaire entre le cloutage et la couche de forme.

Avant coulage, l'épaisseur et la compacité de la couche de forme mise en œuvre par l'entreprise de terrassement devront permettre de vérifier :

$$EV_2 \geq 50 \text{ MPa}$$

$$EV_2/EV_1 < 2,2$$

Le GTR fournit, en fonction du matériel de compactage et des matériaux retenus, les épaisseurs de couches unitaires et le nombre de passes à respecter pour obtenir une qualité de remblai technique type q3 ou « couche de forme ».



Une attention particulière devra être portée lors des terrassements afin de ne pas déstabiliser les existants.

Dans le cadre du dimensionnement du dallage on pourra retenir les modules de déformation de sol suivants au regard de l'ensemble de nos résultats de sondages :

Profondeur / enrobé existant	Lithologie dominante	Alpha	Em (MPa)	Eoedo (MPa)	Es (MPa)
---	Couche de forme granulaire	---	---	---	45 = (0,9 x EV2)
jusqu'à - 1,0 m	Limons argileux	2/3	4	6	4,4
de -1,0 m à - 2,0 m	Argiles	2/3	7	10,5	7,8
de -2,0 m à - 4,0 m	Argiles graveleuses	1/2	20	40	29,6
de -4,0 m à - 8,0 m	Argiles sableuses plus ou moins graveleuses	2/3	12	18	13,3

Nota : le module Es est défini dans le DTU 13.3 de décembre 2021 comme étant le « *module de Young de la couche de forme et des couches de sol sous-jacentes* ». Ce module d'Young est rattaché d'un point de vue géotechnique au module œdométrique par la relation :  $Es = Eoedo \cdot [(1+\nu) \cdot (1-2\nu) / (1-\nu)]$ . Pour un coefficient de poisson  $\nu = 0,3$  dans les couches de sols, la relation devient :  $Es = 0,74 \cdot Eoedo$ . Enfin, le module œdométrique est rattaché au module pressiométrique par la relation :  $Eoedo = Em/\alpha$ .

En première approche, les tassements du sol en place (avec une charge d'exploitation uniformément répartie sur le dallage de 2 t/m<sup>2</sup>) sont estimés **de l'ordre du centimètre**. Cette valeur de tassement sera à considérer en termes de tassement différentiel au niveau des zones de jonction avec la dalle des zones hors entrepôt (bureaux, sanitaires, etc.). Ces tassements seront être affinés dans le cadre de la mission G2PRO.

## H. TERRASSEMENTS GENERAUX

- Les terrassements pourront être réalisés à l'aide d'engins traditionnels.
- Les terrassements vont se dérouler dans un contexte de sols limoneux en tête puis argileux, de consistance molle jusqu'à ± 1,0 m de profondeur en moyenne au droit de nos sondages. La consistance et le comportement de ces sols évoluent avec la teneur en eau. Ils perdent de leur portance à teneur en eau élevée et sont sujets au matelassage / orniérage dans des conditions hydriques défavorables. L'entreprise de terrassement veillera à maintenir la traficabilité du site et la qualité de la plateforme.

- A notre connaissance le projet ne prévoit pas de terrassement de talus. Dans le cas contraire ces derniers seront étudiés en G2PRO sur la base de coupes en travers des ouvrages.
- On veillera à prendre les dispositions nécessaires afin d'éviter les interactions entre les différents ouvrages, en phase provisoire comme en phase définitive. En ce sens on veillera notamment à ne pas déchausser les fondations existantes ni décompresser leur sol d'assise lors des différentes phases de terrassements.
- Les éventuels fossés / tranchées / réseaux sous l'emprise du futur dallage devront être soigneusement purgés / dévoyés et enfin comblés à l'aide de remblais sains soigneusement compactés par fines couches et mis en œuvre dans les règles de l'Art afin d'éviter toutes poches molles résiduelles sous le projet.

## I. DRAINAGE ET GESTION DES EAUX

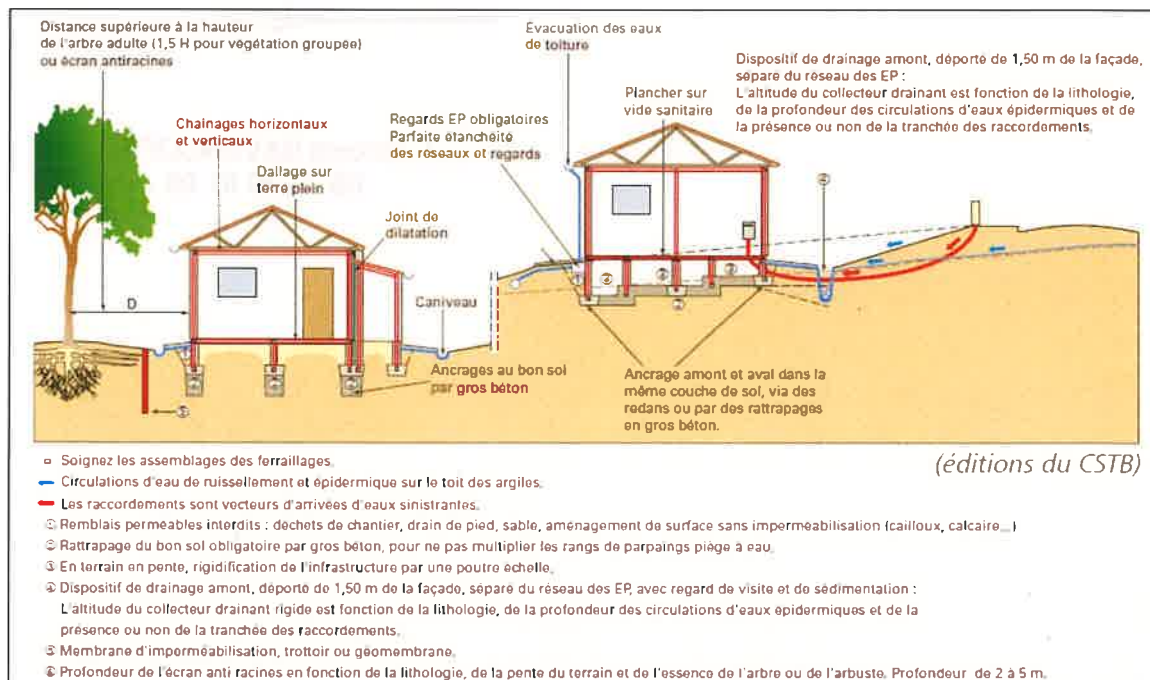
- **A notre connaissance la toiture du bâtiment existant est conservée, et sera donc maintenue pendant les travaux.** En ce sens aucune arrivée d'eau météorique ne devrait se produire. Toutefois, de manière générale toutes les dispositions devront être prises afin d'éviter la stagnation des eaux sur la plateforme et éviter l'effet « piscine ». Rappelons que les sols constituant le fond de forme seront de nature limono-argileuse, avec un faible coefficient de perméabilité naturel.
- Toutes les arrivées d'eau, y compris de ruissellement, devront impérativement être captées, collectées, et évacuées gravitairement ou par pompage vers un exutoire judicieusement choisi et viable dans le temps.
- En phase provisoire, compte tenu des niveaux d'eau relevés dans la période de notre étude, toutes les dispositions devront enfin être prises afin d'évacuer les arrivées d'eau en fond de fouilles et permettre de couler les fondations dans de bonnes conditions d'exécution. Nous rappellerons que le pompage direct en fond de fouille est à proscrire pour éviter toute déstructuration du squelette granulaire (tout rabattement éventuel de la nappe devra être réalisé par pompes dans des puits déportés, selon faisabilité hydraulique, et suivant recommandations d'une étude hydrogéologique).
- En phase définitive la gestion des eaux pourra se faire par le biais de systèmes de drainage périmétrique conforme au DTU (avec des drains type routiers à l'exception des drains agricoles) associé à un exutoire parfaitement dimensionné ou éventuellement par des systèmes de modelés de surface avec noues de récupération.
- Les regards de pied de chutes des eaux de toiture seront impérativement raccordés à un réseau d'écoulement correctement dimensionné. Par ailleurs on veillera à entretenir tout au long de la vie des ouvrages les réseaux humides en périphérie des constructions (EP et EU notamment) afin d'éviter d'éventuelles saturations localisées des sols de fondations.

## J. PRECONISATIONS SPECIFIQUES EN CONTEXTE DE SOLS ARGILEUX

Le projet s'inscrit dans un contexte de sols argileux sensibles aux variations de teneur en eau vis-à-vis du phénomène de RGA (argiles A2). En conséquence, nous rappelons que les solutions techniques données dans la présente étude ne sont valables que si les mesures définies dans les PPR (Plan de Prévention des Risques) « sols d'assises argileux » sont également respectées, soient à minima :

- aucun arbre ne devra être laissé ou planté à proximité des constructions ( $D_{\text{sécurité}} > 1,0 \times H_{\text{arbre adulte}}$  et  $D_{\text{sécurité}} > 1,5 \times H_{\text{arbres adultes}}$  si rideau d'arbres). En effet ces derniers pourraient provoquer en période sèche un retrait très important dans le sol de fondations argileux créant ainsi par tassement différentiel une fissuration importante préjudiciable à l'ouvrage. Dans le cas où ces arbres ne pourraient être supprimés, la mise en place d'écrans anti-racines sera indispensable (exemples EAR : tranchée remplie de gros béton descendue à 2,5 m de profondeur minimum, géomembrane, écran de palplanches - cf. guide CSTB « *La pathologie des fondations superficielles* » - A.F. Béchade).
- parfaite étanchéité des réseaux et regards EP et EU.
- rejets ou puits d'infiltration à une distance minimale de 15 m de toute construction.

Le schéma page suivante illustre de façon plus exhaustive les préconisations à respecter.



Extrait guide « *La pathologie des fondations superficielles* » - éditions du CSTB.

## K. SUITES A DONNER

Les conclusions du présent rapport sont fournies sous réserve des observations importantes jointes en annexe.

Le présent document concerne une mission de type G2AVP (étude géotechnique de conception - phase avant-projet), avec une densité de sondages adaptée, afin de définir le contexte géotechnique global du projet. Cela n'exclut évidemment pas la présence d'anomalies ou de points singuliers entre les différents points de mesure. Cette étude s'intègre dans le schéma de l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique rappelé en annexes. Elle devra faire l'objet d'une mission G2PRO et d'éventuelles missions complémentaires, notamment G4 pour la supervision du suivi d'exécution des ouvrages géotechniques. La mission G3 reste à charge de l'entreprise. Les ouvrages annexes non évoqués devront faire l'objet d'une mission complémentaire G3 ou G5 spécifique, tout comme les solutions variantes proposées par l'entreprise.

Nous restons bien entendu à la disposition de l'équipe de conception pour échanger sur le contenu du présent rapport.

Le géotechnicien,



Vincent BAVENCOFF  
06 79 30 61 08



Nota : le prélèvement échantillon d'eau pour agressivité sur le béton a été effectué au sein d'un piézomètre existant sur site à l'Est du bâtiment 100.



Profondeur (m)	Lithologie	Pression de fluage Pf* (MPa)	Pression limite Pl* (MPa)	Module pressiométrique Em (MPa)	Em/Pf*	Outil	Niveau d'eau
0.2	EBP/EB						
0.4	sur remblais graveleux						
	Remblais sablo-limoneux noirs						
0.9	Limons argileux marron beige						
1.2	Argile bariolée beige ocre gris	0.45	0.74	6.8	9.2		
1.8	Argile beige ocre						
2.5	Argile graveleuse beige ocre	2.02	3.48	43.2	12.4		
3.0		1.55	2.28	30.0	13.2		
4.0		0.97	1.36	16.9	12.4		
5.0	Argile sablo-graveleuse marron beige	0.84	1.22	15.4	12.6		
7.0		0.82	1.13	16.8	14.8		
8.0							

Tarlère mécanique Ø63 mm par passes

3.3 m

Profondeur (m)	Lithologie	Pression de fluage Pf* (MPa)	Pression limite PI* (MPa)	Module pressiométrique Em (MPa)	Em/PI*	Outil	Niveau d'eau
0	EBP/EB sur remblais graveleux						
0.4	Remblais limoneux gris avec briquettes						
0.7	Remblais limoneux gris avec briquettes						
1.1	Limons argileux gris noirâtre (odeur hydrocarbure)	0.33	0.49	4.9	10.0		
2.0	Argile bariolée beige ocre gris (odeur hydrocarbure)						
2.7	Argile graveleuse marron ocre	1.94	3.29	46.5	14.1		
3	Argile graveleuse marron ocre	0.91	1.56	12.7	8.1		
4	Argile graveleuse marron ocre	1.18	1.88	26.2	13.9		
5	Argile sablo-graveleuse marron ocre						
6	Argile sablo-graveleuse marron ocre	1.55	2.41	31.2	12.9		
7	Argile sablo-graveleuse marron ocre	1.34	1.98	27.6	13.9		
8.0	Argile sablo-graveleuse marron ocre						

Tarîère mécanique Ø63 mm par passes

4.0 m

Profondeur (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau
0.1	Terre végétale	Tarière mécanique Ø63 mm	3.4 m
0.4	Limons gris		
1.1	Limons argileux marron gris		
1.7	Argile bariolée beige ocre gris		
2.2	Argile beige		
3	Argile sablo-graveleuse beige marron		
4.0			






Profondeur (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau
0.1	Terre végétale	Tarière mécanique Ø63 mm	3.3 m
0.4	Limons gris		
0.8	Limons argileux gris beige		
1	Argile bariolée beige ocre gris		
1.6	Argile graveleuse beige		
2	Argile graveleuse beige	Tarière mécanique Ø63 mm	3.3 m
2.5	Argile sablo-graveleuse beige		
3	Argile sablo-graveleuse beige	Tarière mécanique Ø63 mm	3.3 m
4.0	Argile sablo-graveleuse beige		

Profondeur (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau
0.1	Terre végétale	Tarière mécanique Ø63 mm	3.5 m
1.2	Limons argileux marron gris		
1.9	Argile bariolée beige ocre gris		
4.0	Argile sablo-graveleuse marron core		



Profondeur (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau
0.1	Terre végétale	Tarière mécanique Ø63 mm	3.3 m
0.3	Remblais limoneux noirs avec rognons gris		
1	Limons argileux marron gris		
1.3			
1.7	Argile bariolée beige ocre gris		
2	Argile beige		
2.2			
2.6	Argile beige ocre avec graviers épars	Tarière mécanique Ø63 mm	3.3 m
3	Argile sablo-graveleuse ocre marron		
4.0			

Profondeur (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau
0	Enrobé sur remblais graveleux	Tarière mécanique Ø63 mm	3,8 m
0,4			
1	Limons marron		
1,2			
2	Argile marron ocre gris	Tarière mécanique Ø63 mm	3,8 m
2,0			
3	Argile graveleuse beige		
4			
4,0			

Profondeur (m)	Lithologie		Outil	Niveau d'eau
0		Enrobé sur remblais graveleux	Tarière mécanique Ø63 mm	 2,6 m
0,4				
		Limons marron		
0,9				
1				
2				
2,6				
3,1		Argile graveleuse beige		
3				

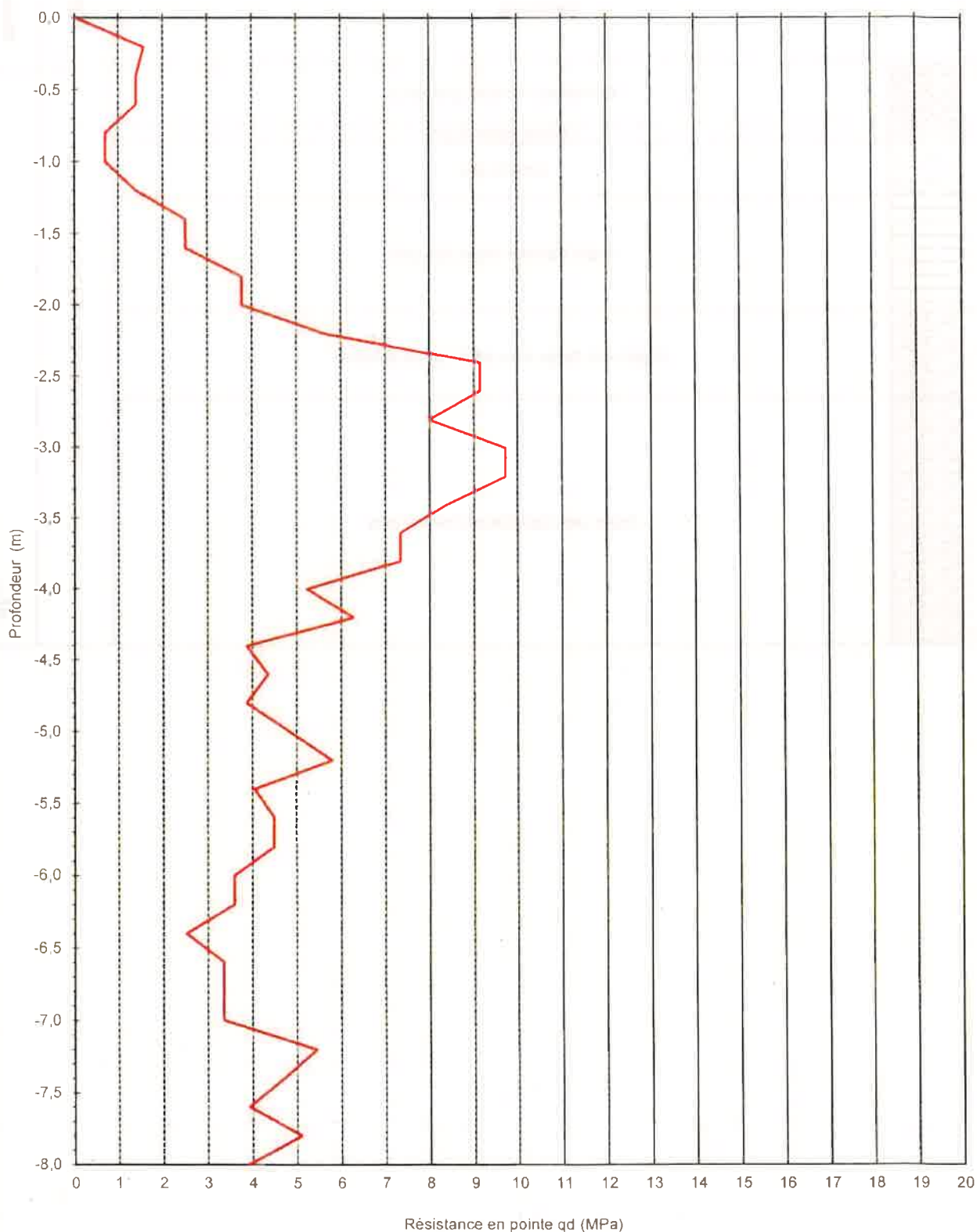
- Refus tarière à 3,1 m sur banc graveleux dense.

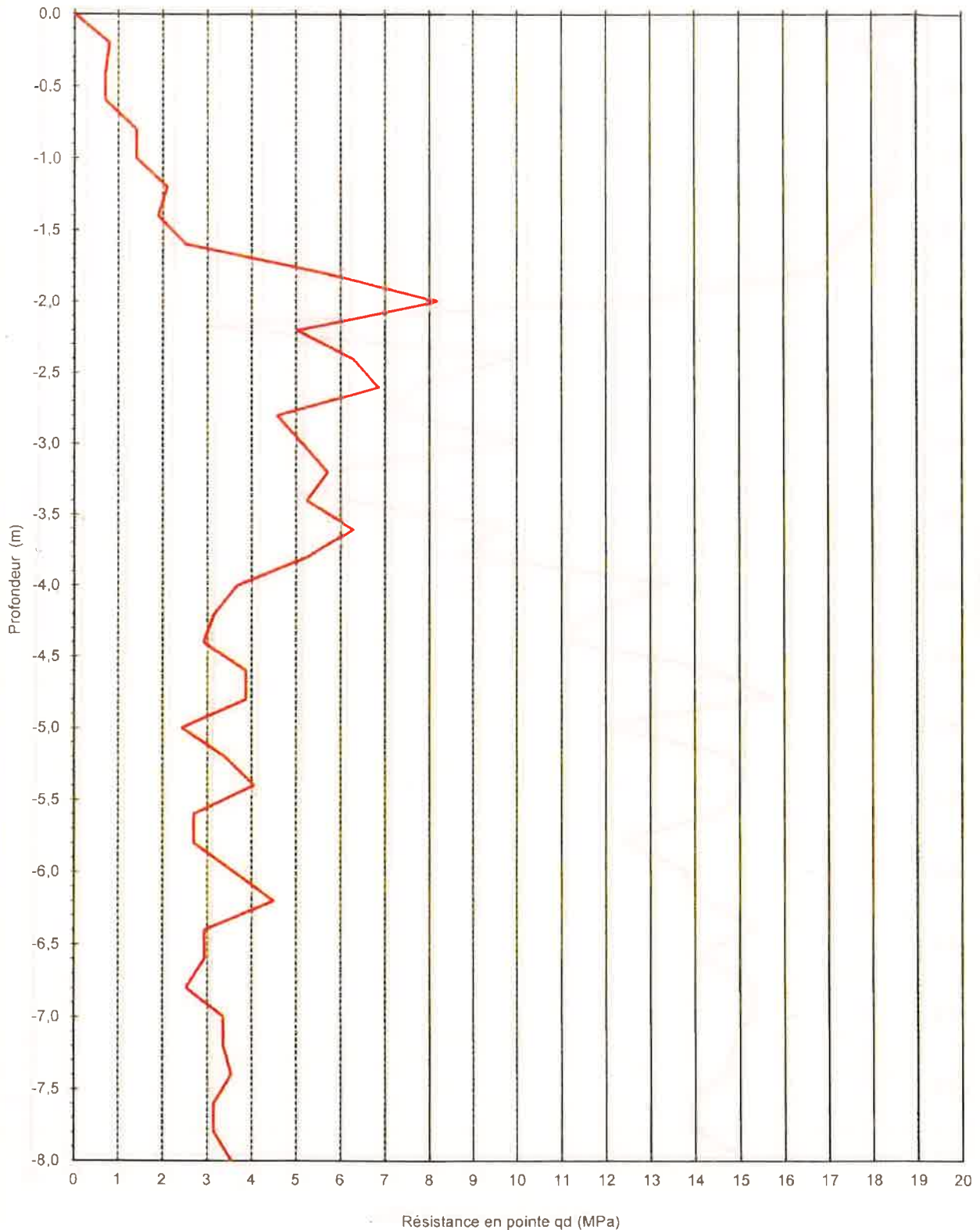
Profondeur (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau
0	Enrobé sur remblais graveleux	Tarière mécanique Ø63 mm	2,1 m
0.5			
1	Limons marron foncé		
1.3	Argile beige ocre gris		
2	Argile graveleuse ocre	Tarière mécanique Ø63 mm	2,1 m
2.1			
3			
3.5			

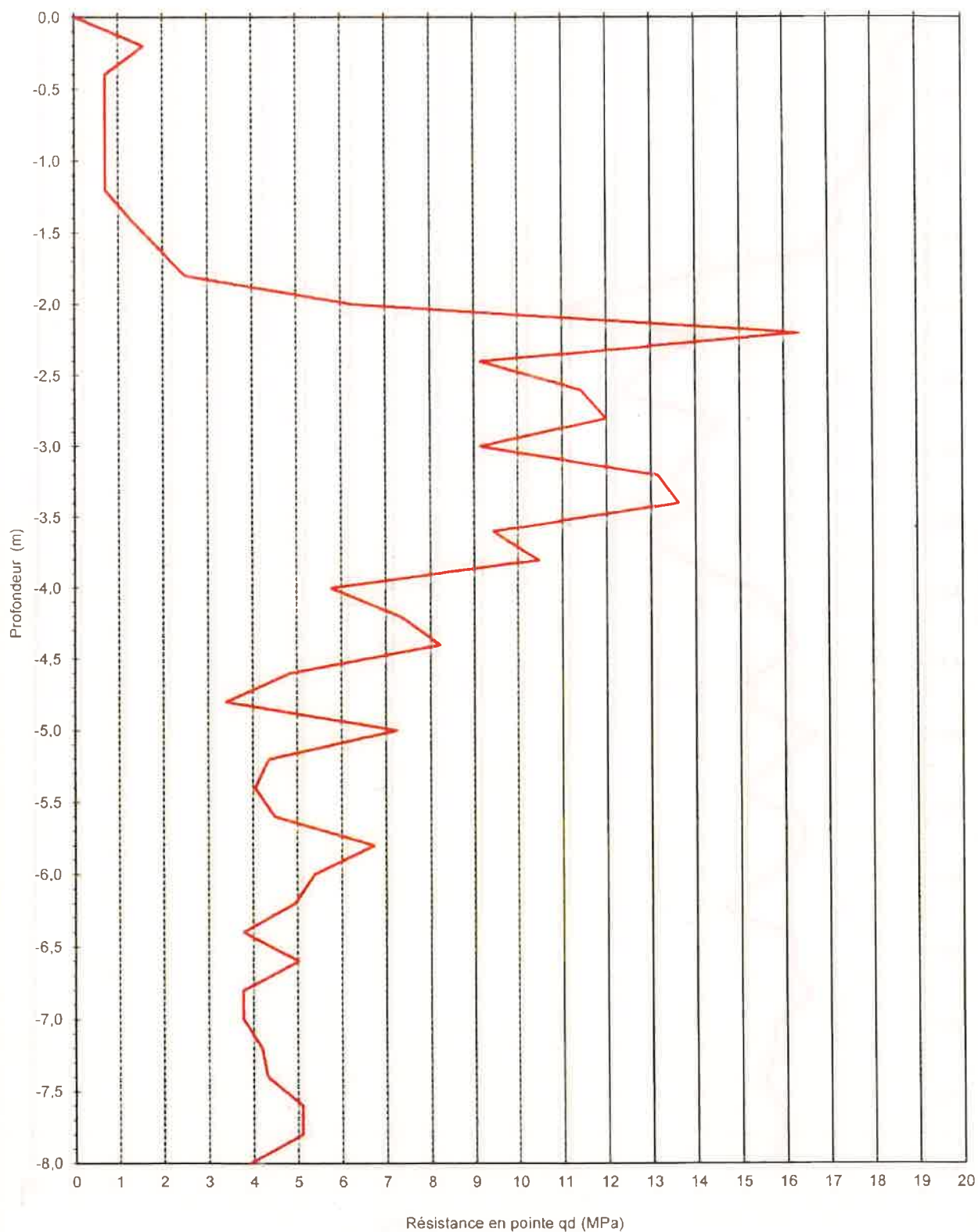
- Refus tarière à 3,5 m sur banc graveleux dense.



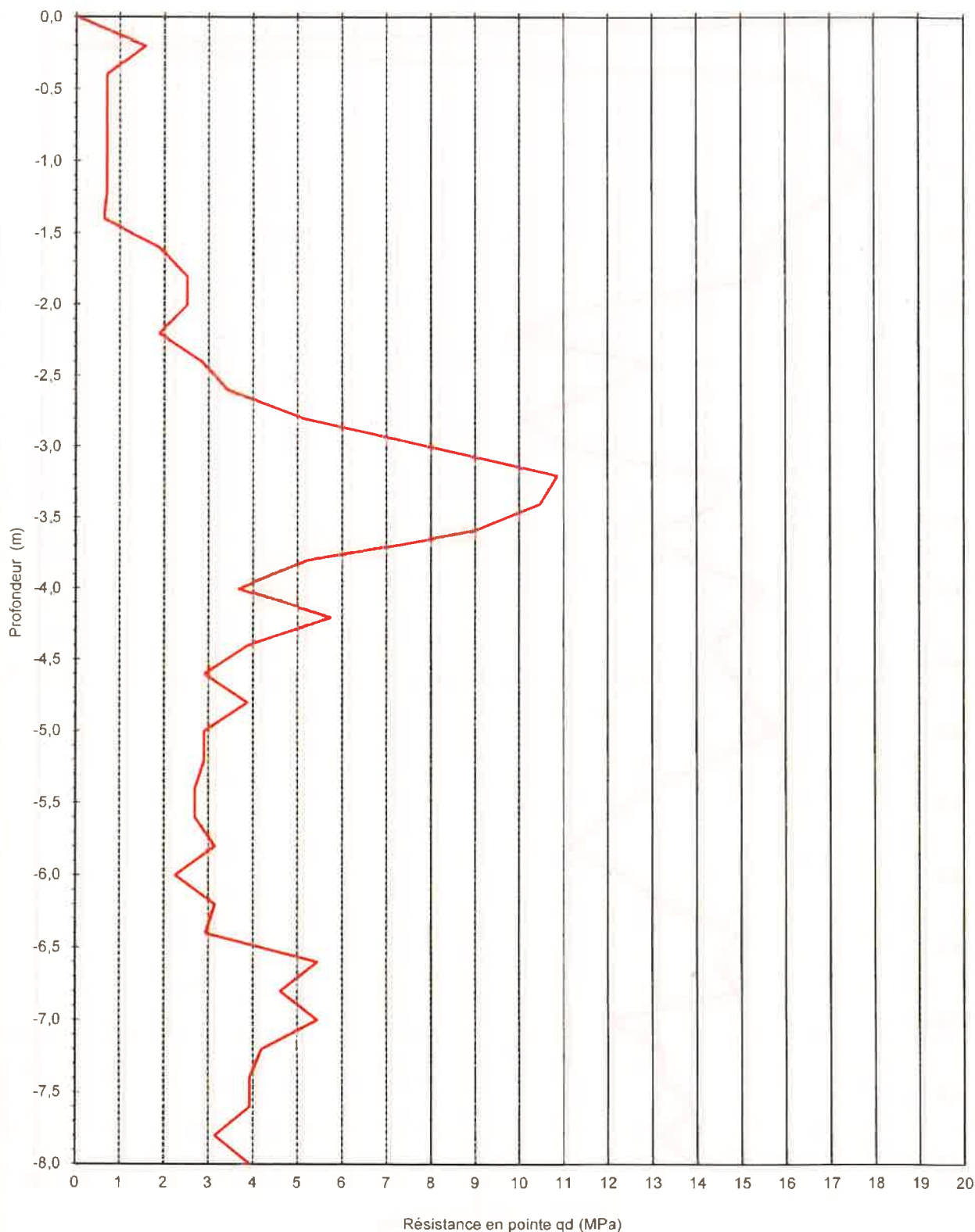
Profondeur (m)	Lithologie	Outil	Niveau d'eau
0	Enrobé sur remblais graveleux	Tarière mécanique Ø63 mm	3,7 m
0,4			
0,5	Limons sableux gris		
0,9	Limons gris		
1			
1,7	Argile bariolée beige ocre gris	Tarière mécanique Ø63 mm	3,7 m
2	Argile ocre beige avec petits graviers épars		
2,3			
3	Argile sablo-graveleuse marron ocre	Tarière mécanique Ø63 mm	3,7 m
4,0			

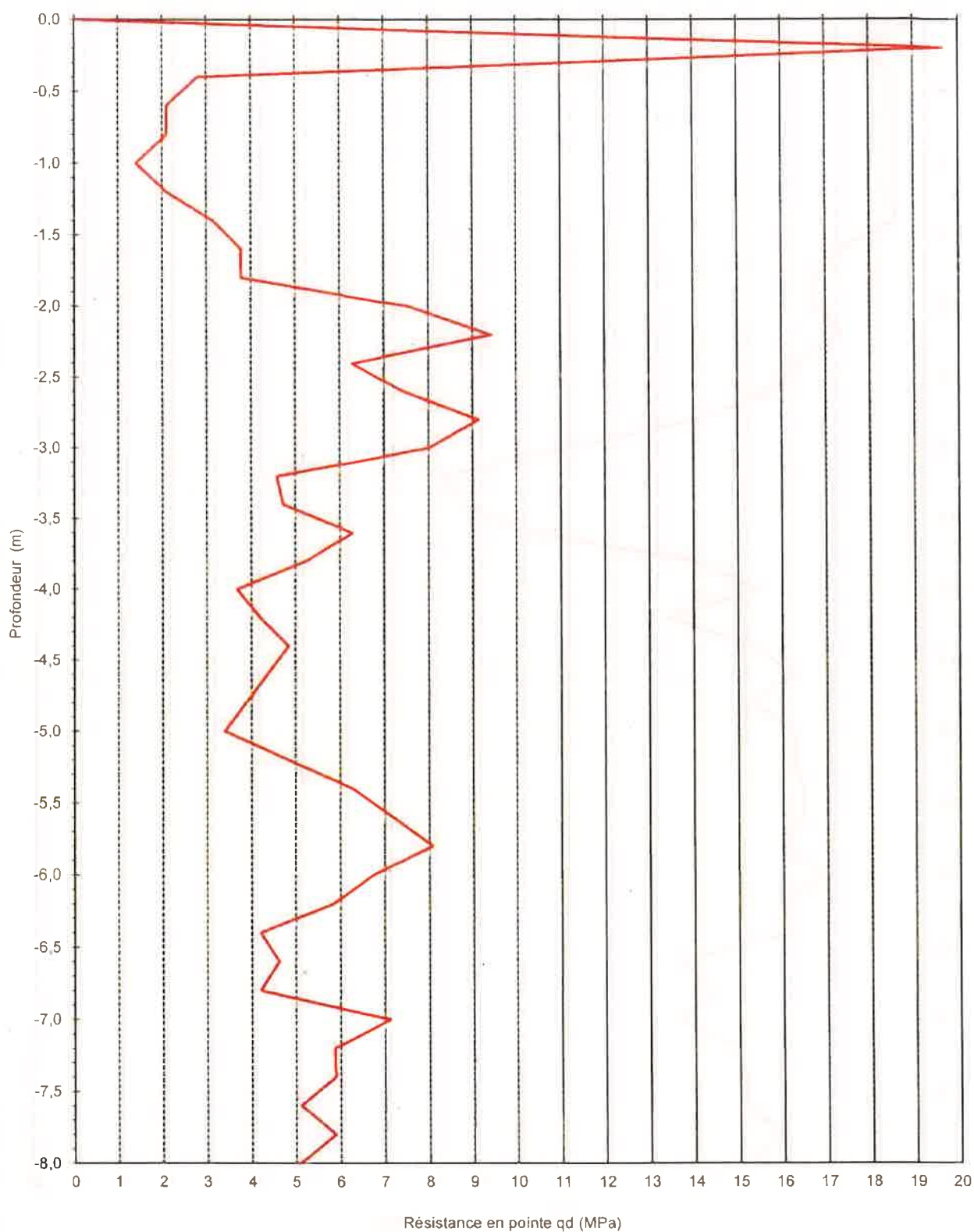


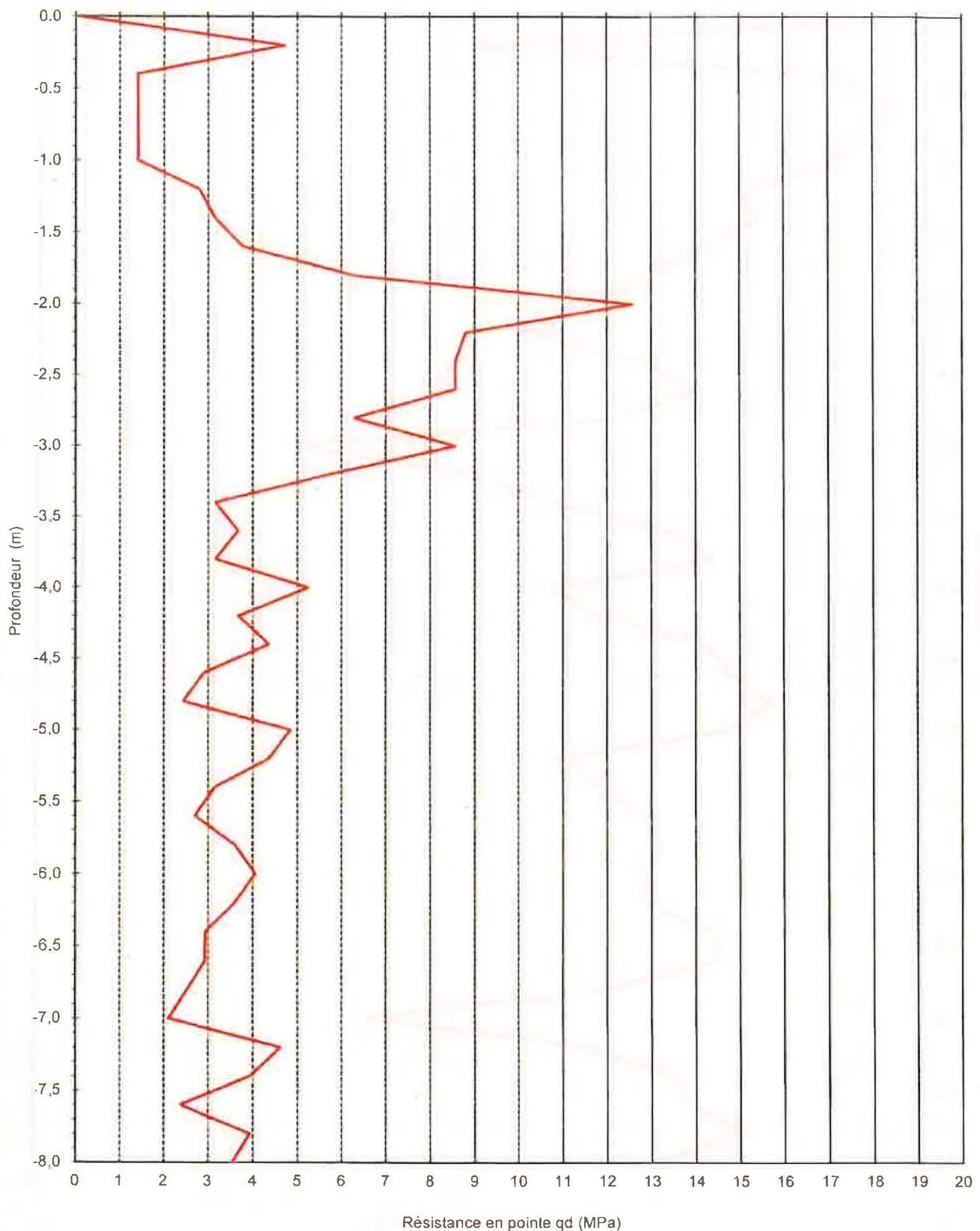


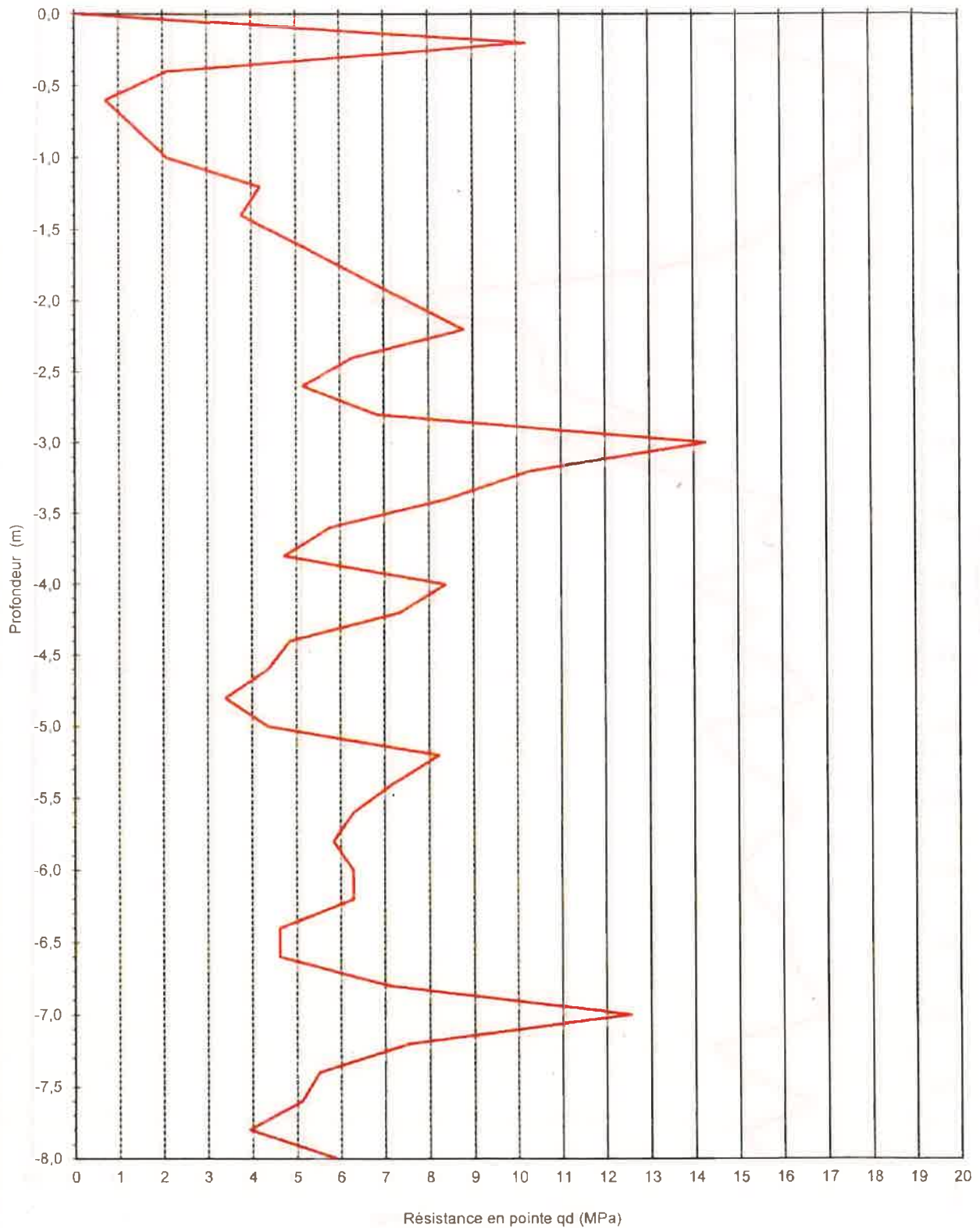




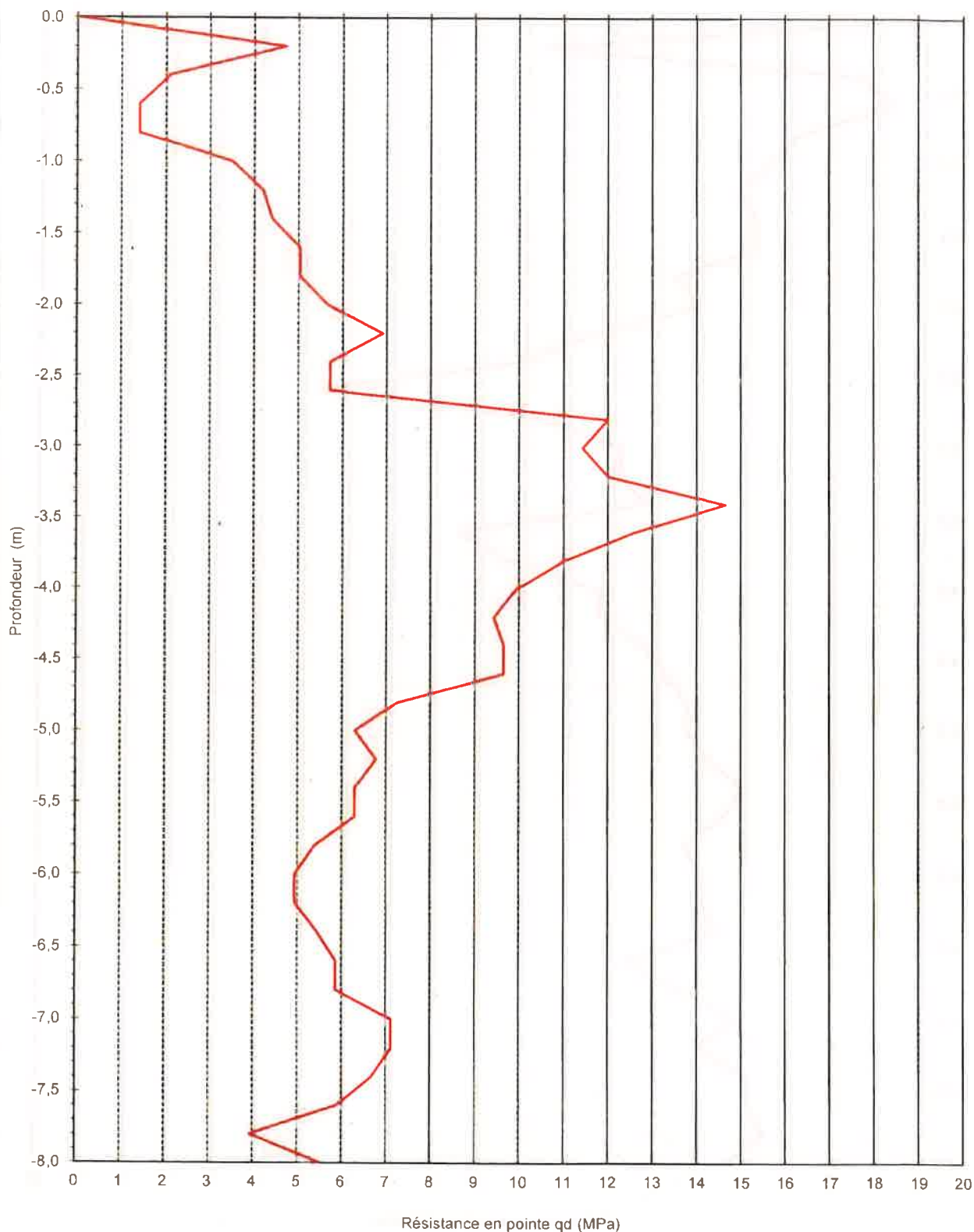




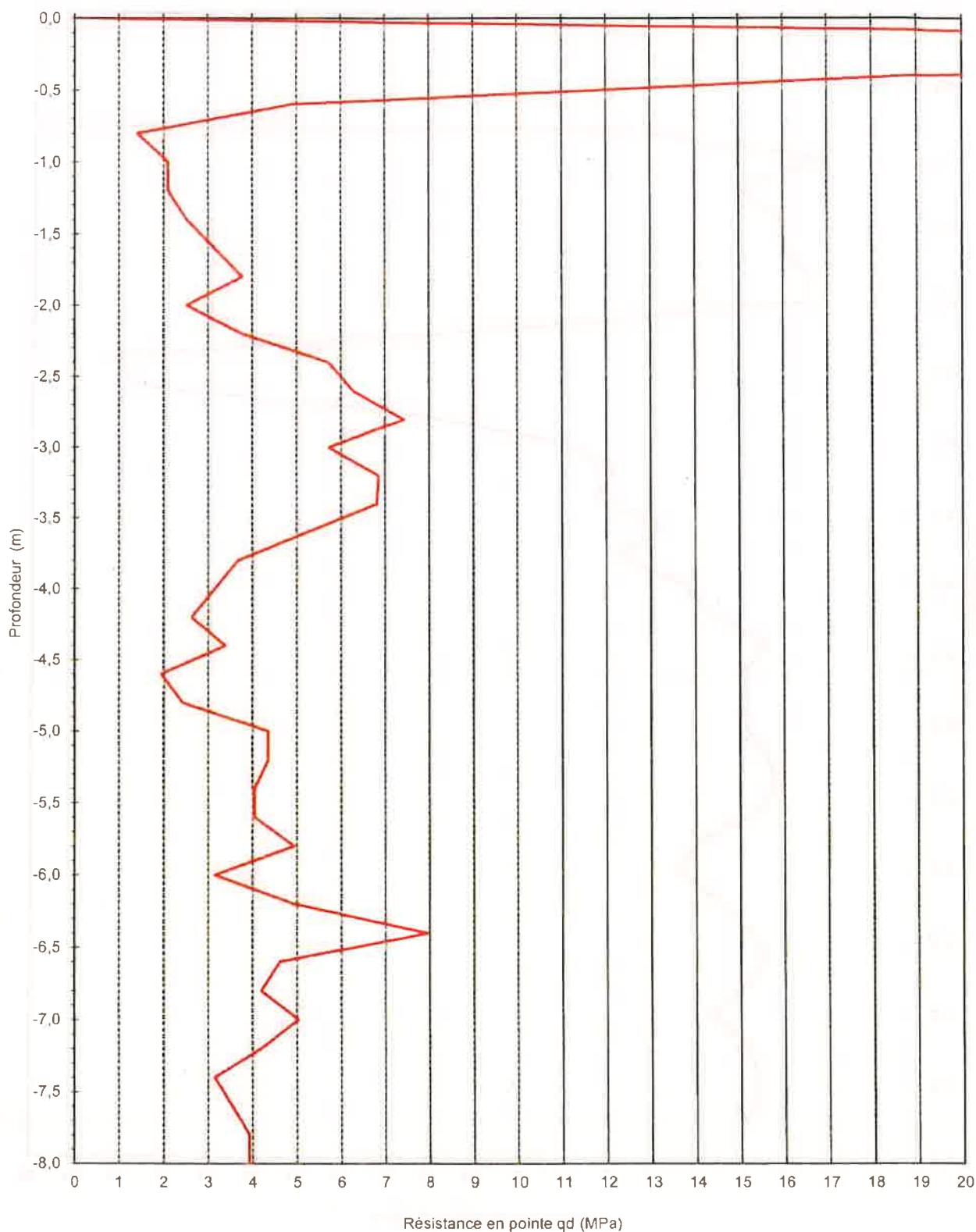


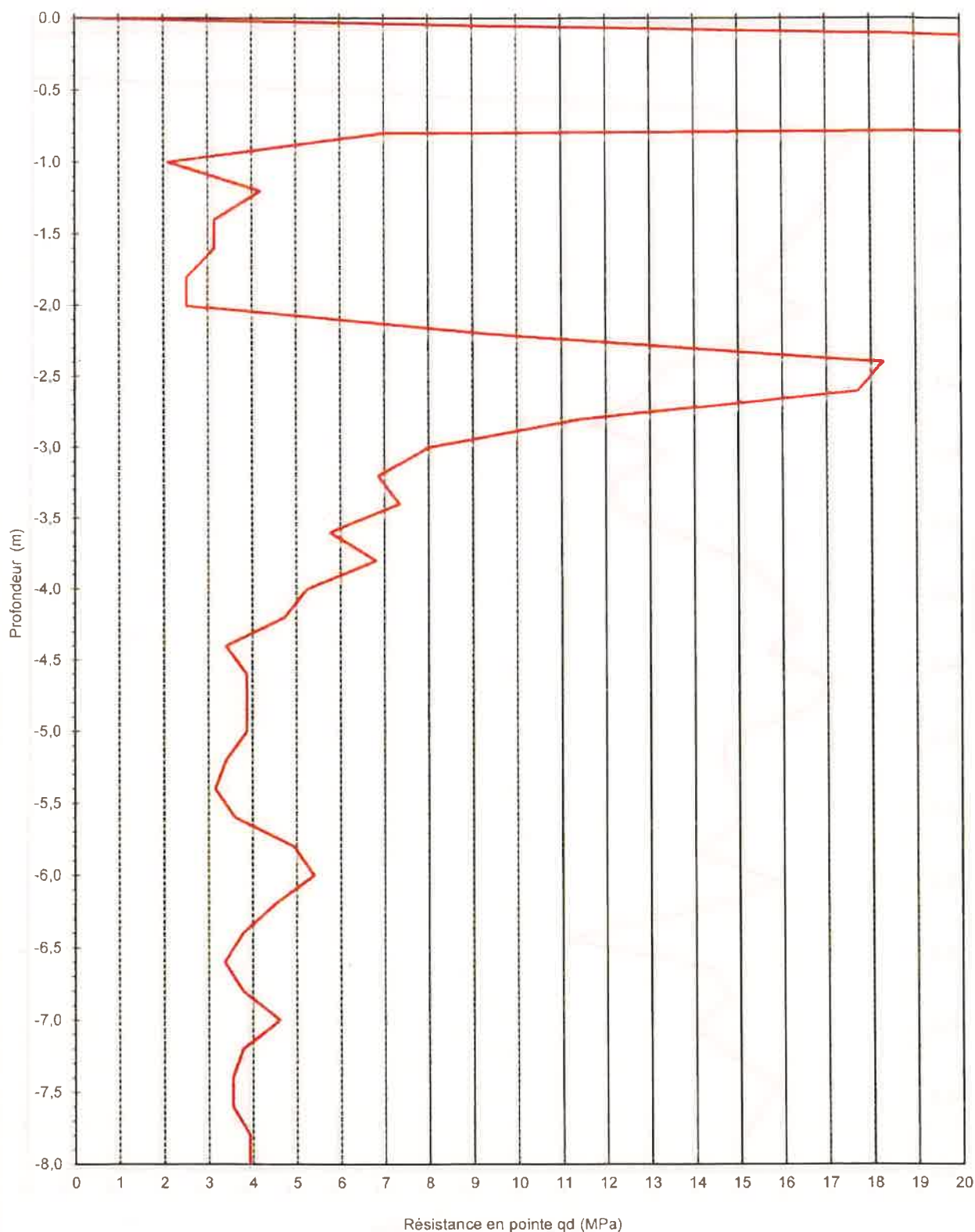




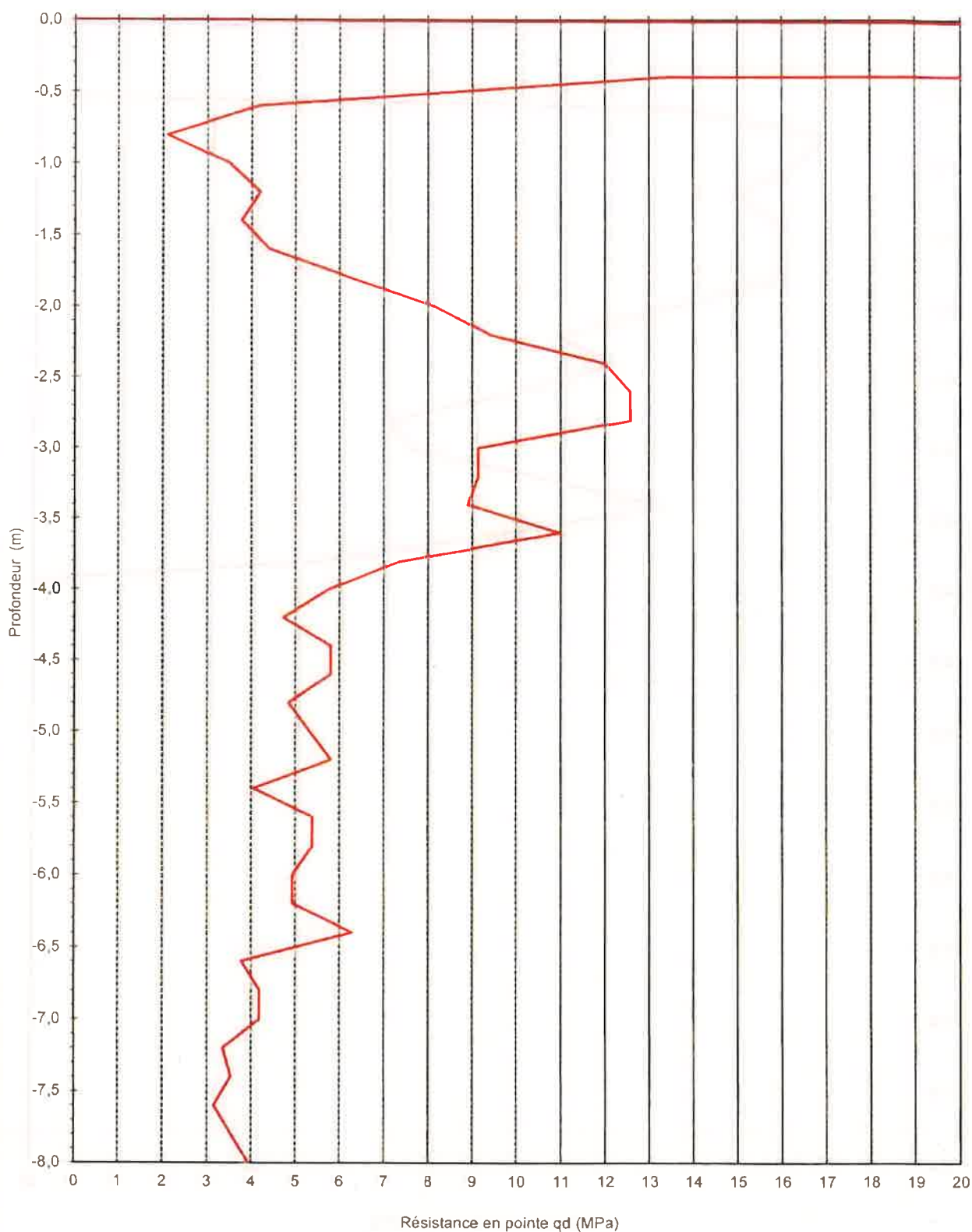




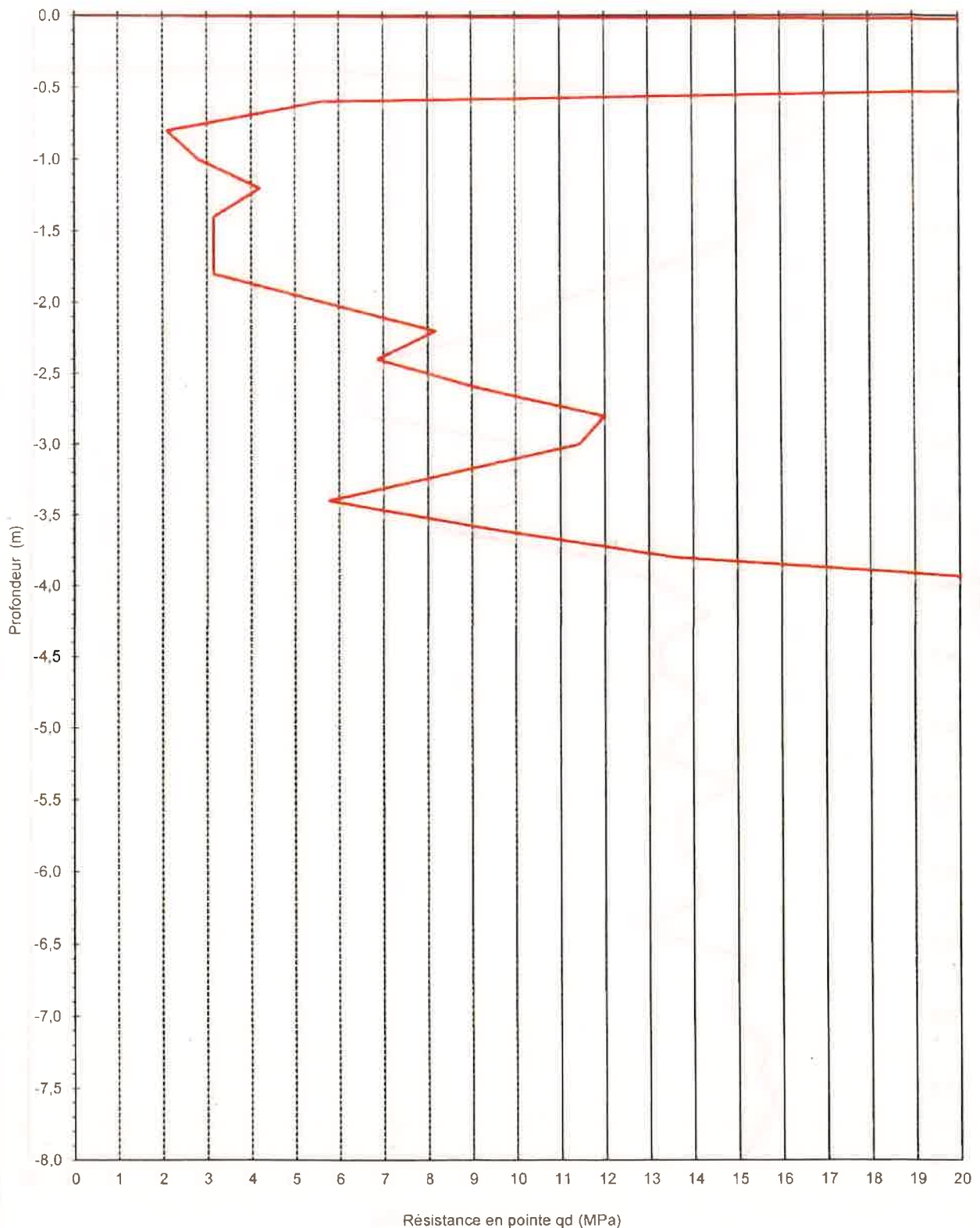


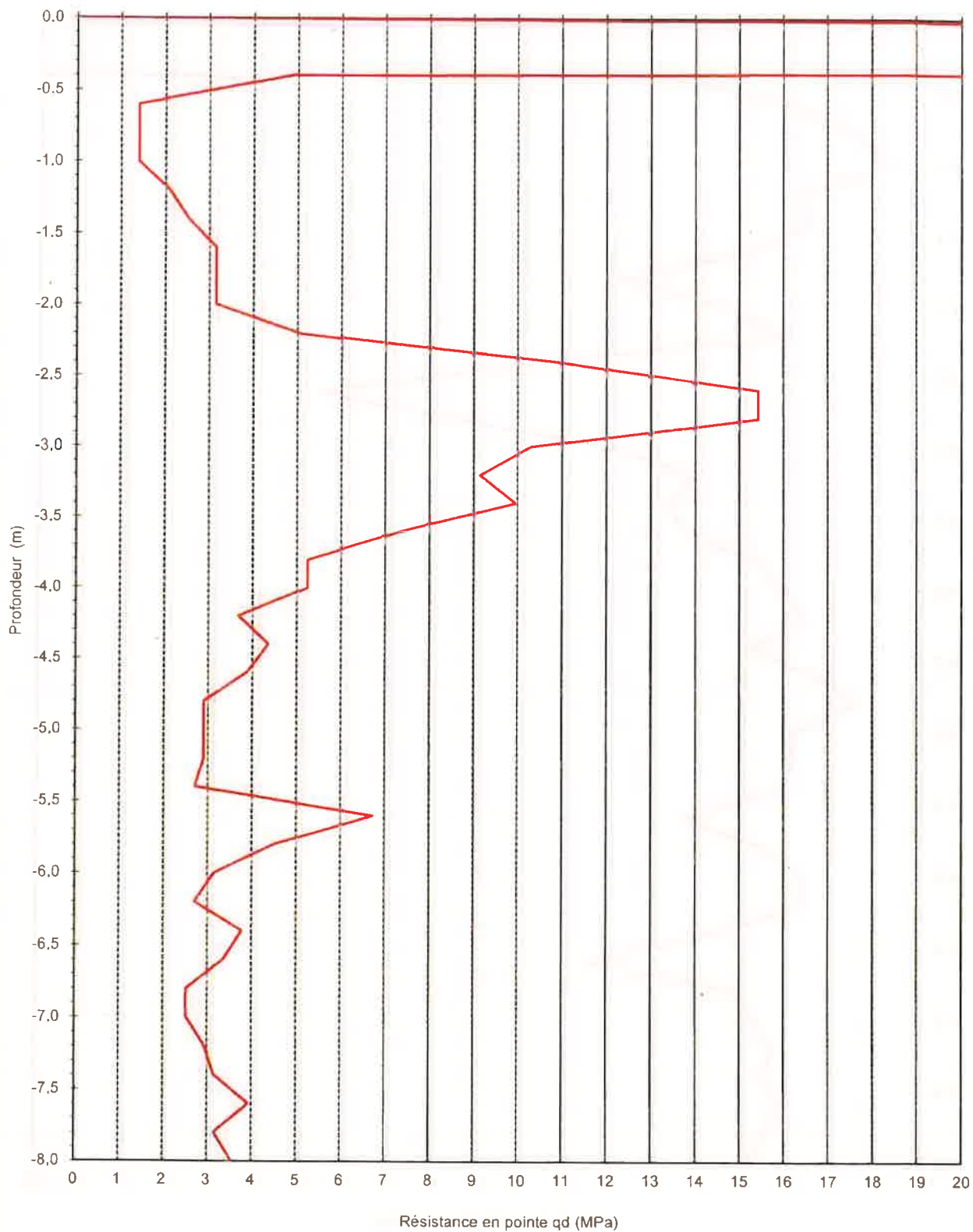


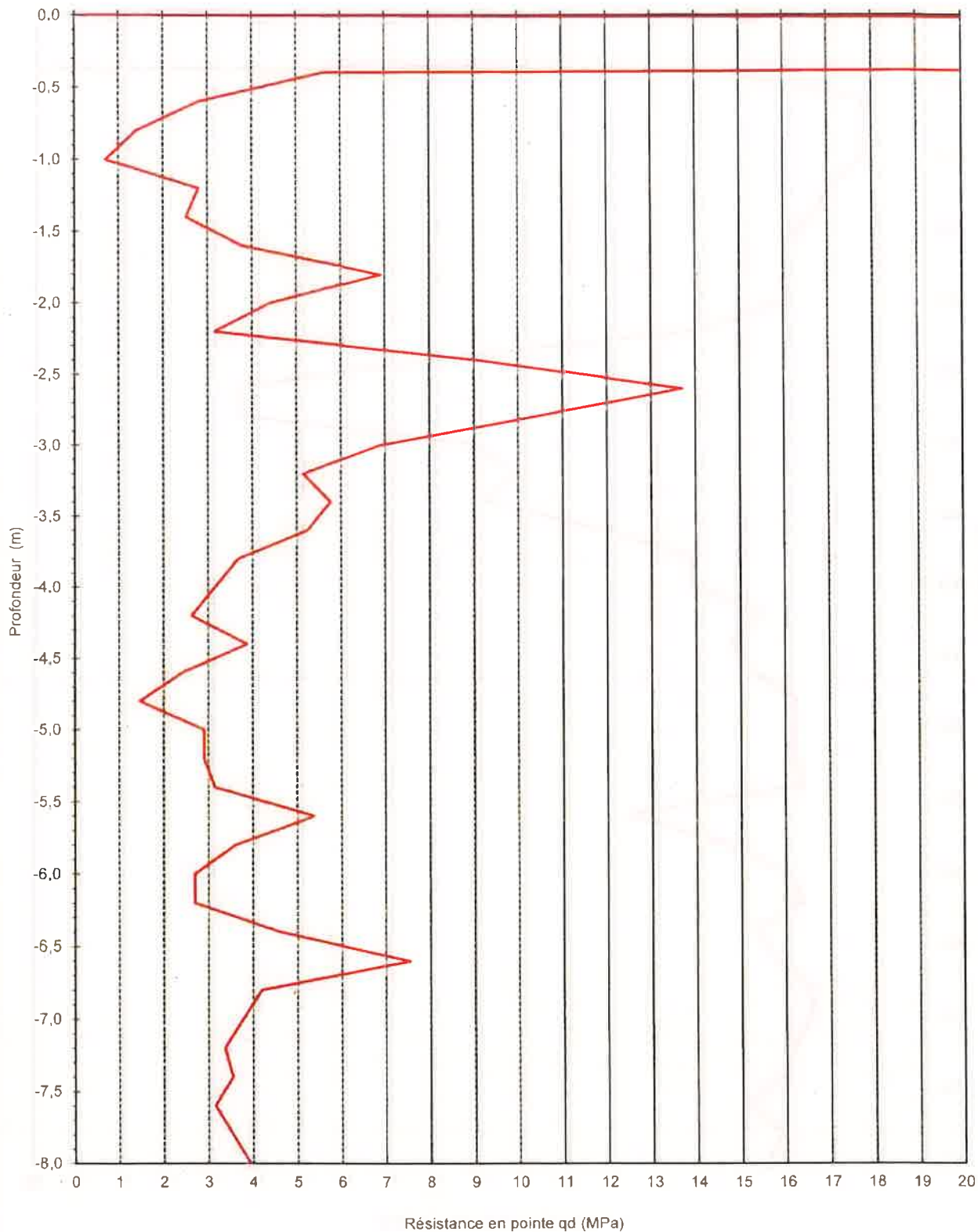










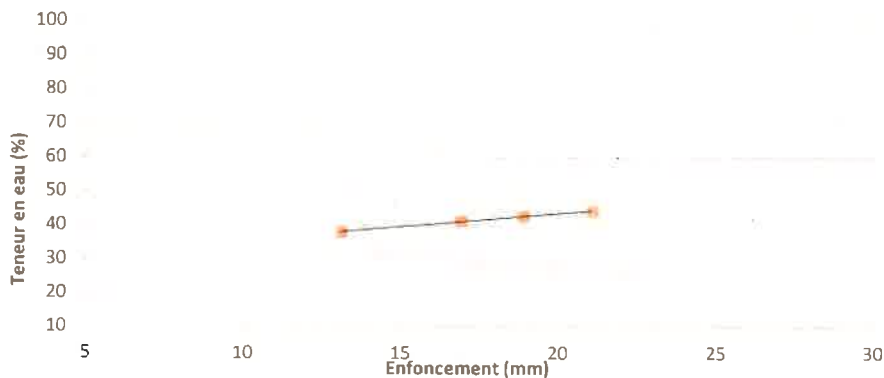


Teneur en eau naturelle - Limite de liquidité au cône de pénétration - Limite de plasticité au rouleau

<b>Affaire :</b>	CSE DE ROSES - BATIMENT 100 - PAU (64)
<b>Référence du dossier :</b>	25RP523V

<b>Prélèvement</b>	Date de prélèvement :	20/01/2025	Mode de prélèvement :	Tarière Ø 63 mm
	Mode de conservation :	Sac hermétique	Date de réception :	27/01/2025

<b>Echantillon</b>  <b>E1</b>	Sondage :	SP2	Profondeur :	0,70 - 1,10 m
	Matériau :	Limon argileux gris noirâtre (avec très forte odeur d'hydrocarbures)		
	Date d'essai :	04/02/2025		



Teneur en eau naturelle :	28.6 %
---------------------------	--------

Limite de liquidité (WL) :	41.1 %
----------------------------	--------

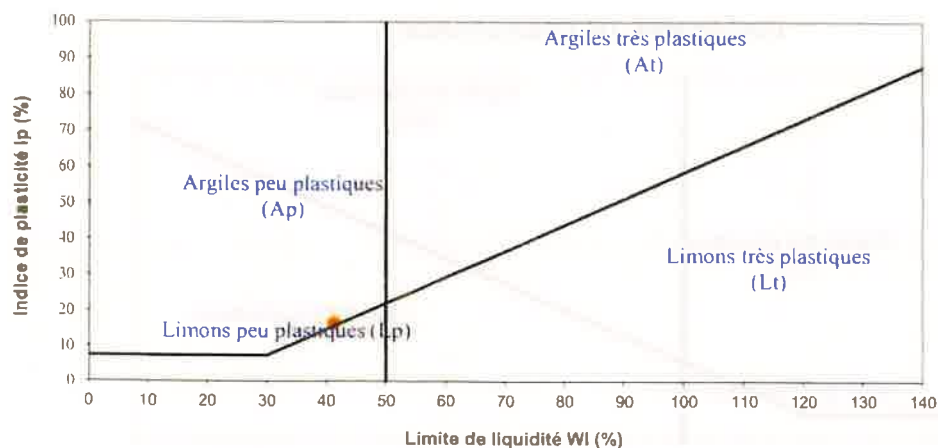
Limite de plasticité (Wp) :	24.8 %
-----------------------------	--------

Indice de plasticité (Ip) :	16.3 %
-----------------------------	--------

Indice de consistance (Ic) :	0.8
------------------------------	-----

Classe GTR 2000 :	A2
-------------------	----

### DIAGRAMME DE CASAGRANDE



*Teneur en eau naturelle - Limite de liquidité au cône de pénétration - Limite de plasticité au rouleau*

**Affaire :** CSE DE ROSES - BATIMENT 100 - PAU (64)

**Référence du dossier :** 25RP523V

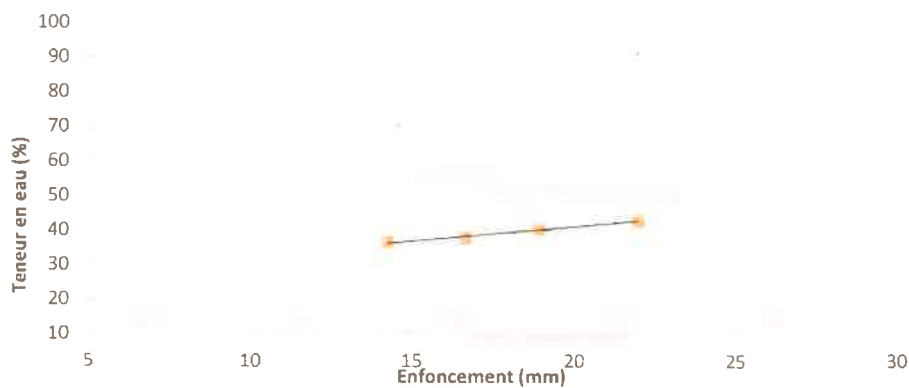
**Prélèvement**

Date de prélèvement : 20/01/2025 Mode de prélèvement : Tarière Ø 63 mm  
Mode de conservation : Sac hermétique Date de réception : 27/01/2025

**Echantillon**

E2

Sondage : SP2 Profondeur : 1,10 - 1,70 m  
Matériau : Argile bariolée  
Date d'essai : 04/02/2025



Teneur en eau naturelle : 22,7 %

Limite de liquidité ( $W_L$ ) : 38,5 %

Limite de plasticité ( $W_P$ ) : 22,5 %

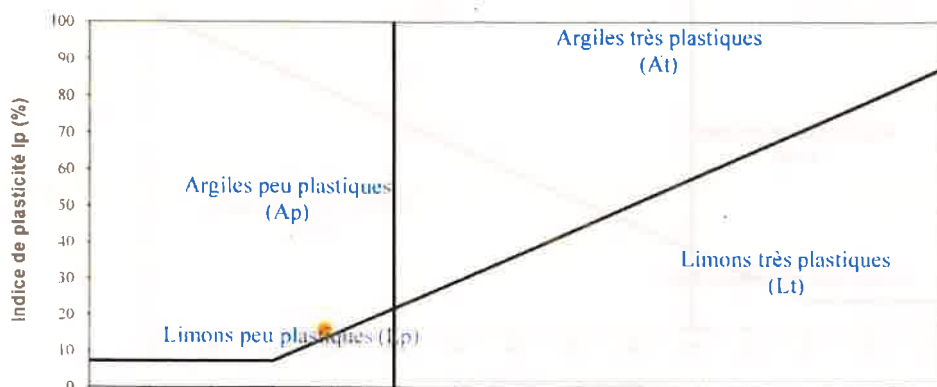
Indice de plasticité ( $I_P$ ) : 16,0 %

Indice de consistance ( $I_c$ ) : 1,0

Classe GTR 2000 :

A2

**DIAGRAMME DE CASAGRANDE**



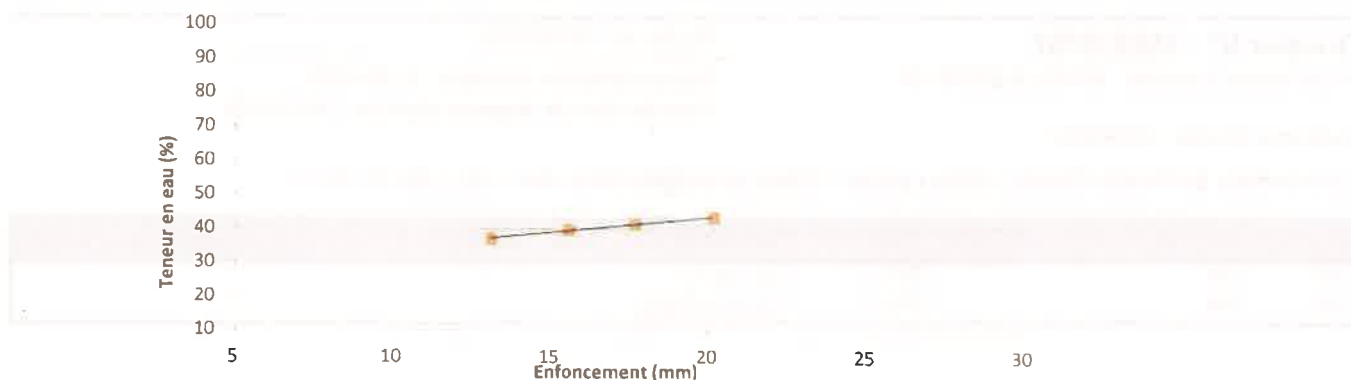


*Teneur en eau naturelle - Limite de liquidité au cône de pénétration - Limite de plasticité au rouleau*

<b>Affaire :</b>	CSE DE ROSES - BATIMENT 101 - PAU (64)
<b>Référence du dossier :</b>	25RP523V

<b>Prélèvement</b>	Date de prélèvement :	20/01/2025	Mode de prélèvement :	Tarière Ø 63 mm
	Mode de conservation :	Sac hermétique	Date de réception :	27/01/2025

<b>Echantillon</b>  <b>E3</b>	Sondage :	T3	Profondeur :	1,20 - 1,90 m
	Matériau :	Argile bariolée		
	Date d'essai :	04/02/2025		



Teneur en eau naturelle :	24.7 %
---------------------------	--------

Limite de liquidité (WL) :	40.7 %
----------------------------	--------

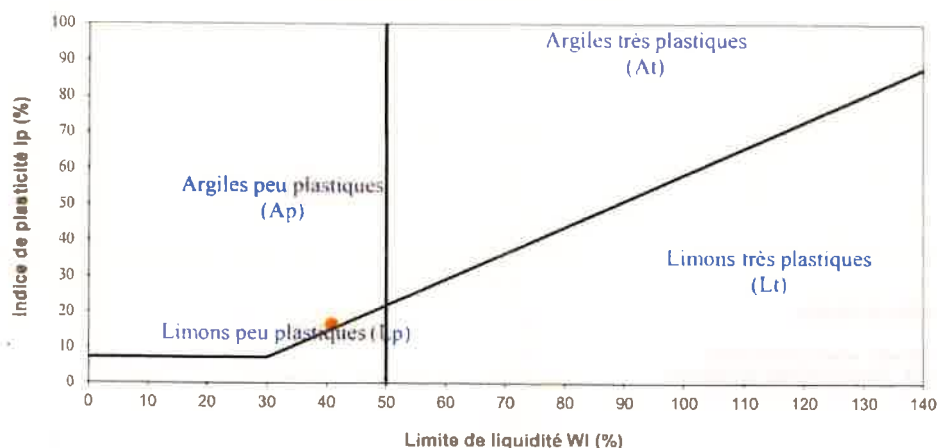
Limite de plasticité (Wp) :	24.4 %
-----------------------------	--------

Indice de plasticité (Ip) :	16.4 %
-----------------------------	--------

Indice de consistance (Ic) :	1.0
------------------------------	-----

Classe GTR 2000 :	A2
-------------------	----

**DIAGRAMME DE CASAGRANDE**



**OPTISOL****Sandrine Wanner**

Centre Urbegi - 2, rue Jean Mouton

64600 ANGLET

**RAPPORT D'ANALYSE****Dossier N° : 25E015757**

Version du : 20/02/2025

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-032751-01

Date de réception technique : 31/01/2025

Première date de réception physique : 30/01/2025

Référence Dossier : 25RP523V

Coordinateur de Projets Clients : Gilles Lacroix / GillesLacroix@eurofins.com / +33 3 88 91 19 11

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	
001	Sol	(SOL)	0.50-1.20 T3
002	Sol	(SOL)	1.30-2m T10/ES2

## RAPPORT D'ANALYSE

**Dossier N° : 25E015757**

Version du : 20/02/2025

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-032751-01

Date de réception technique : 31/01/2025

Première date de réception physique : 30/01/2025

Référence Dossier : 25RP523V

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

**001**
**0.50-1.20 T3**
**SOL**
**21/01/2025**
**01/02/2025**
**4.8°C**
**002**
**1.30-2m**
**T10/ES2**
**SOL**
**20/01/2025**
**01/02/2025**
**4.8°C**
**Sous-traitance**
**EM00B : Sulfates solubles dans l'acide (SO4) -  
Agressivité sur béton**

Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité  
Béton  
Classe d'agressivité selon NF EN 206

mg/kg

1070

1440

&lt; XA1

&lt; XA1


**Gilles Lacroix**

Chef de Service Coord. Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 4 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec  $k = 2$ ) sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

### Annexe technique

**Dossier N° :25E015757**

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-032751-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet : 25RP523V

Référence commande :

**Sol**

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
EM00B	Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton  Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton Classe d'agressivité selon NF EN 206	Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206	100		mg/kg	Prestation soustraite à Eurofins Analyses Des Matériaux Et Combustibles Fr

## EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

### Annexe de traçabilité des échantillons

*Cette traçabilité recense les flacons des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire*

**Dossier N° : 25E015757**

N° de rapport d'analyse : AR-25-LK-032751-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet : 25RP523V

Référence commande :

**Sol**

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique (1)	Date de Réception Technique (2)	Code-Barre	Nom Flacon
001	0 50-1 20 T3		30/01/2025	31/01/2025		
002	1 30-2m T10/ES2		30/01/2025	31/01/2025		

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon



**EUROFINS ANALYSES POUR  
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**  
Département Environnement  
5 rue d'Otterswiller  
67700 SAVERNE

## RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-25-EM-002802-01      Version du : 20/02/2025

Page 1/2

Dossier N° : 25Q000861

Date de réception : 04/02/2025

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200152499

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
001	Sols	25E015757-001	Client

### Conservation de vos échantillons.

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

**EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS**

3 rue d'Otterswiller

67700 Saverne

SAS au capital de 115 750 €

APE 7120B RCS SAVERNE 529294100

TVA FR72529294100

Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531

Mail : [Materiaux@etfr Eurofins.com](mailto:Materiaux@etfr Eurofins.com)

ACCREDITATION  
N° 1- 6313  
Portée disponible sur  
[www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr)

## RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-25-EM-002802-01 Version du : 20/02/2025

Page 2/2

Dossier N° : 25Q000861

Date de réception : 04/02/2025

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200152499

N° Echantillon **25Q000861-001**

Référence : 25E015757-001

Date de prélèvement : 21/01/2025

Début d'analyse : 20/02/2025

Description échantillon : 0.50-1.20 T3 -

### Essais Chimiques

EM00B : **Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton** Prestation réalisée sur le site de

Saverne COFRAC ESSAIS 1-6313

Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206

Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton

Résultat

Unité

Limite

1070

mg/kg

Classe d'agressivité selon NF EN 206

< XA1

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ●.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole \*.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches

P.B. : Produit Brut



Dorothée Mangold  
Cheffe d'Equipe

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

3 rue d'Oterswiller

67700 Saverne

SAS au capital de 115 750 €

APE 7120B RCS SAVERNE 529294100

TVA FR72529294100

Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531

Mail : [Materiaux@etfr Eurofins.com](mailto:Materiaux@etfr Eurofins.com)

ACCREDITATION  
N° 1- 6313  
Portée disponible sur  
[www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr)

**cofrac**  
  
**ESSAIS**

**EUROFINS ANALYSES POUR  
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS**  
Département Environnement  
5 rue d'Otterswiller  
67700 SAVERNE

## RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-25-EM-002803-01      Version du : 20/02/2025  
Dossier N° : 25Q000861      Date de réception : 04/02/2025  
Référence Dossier :  
Référence Commande : EUFRSA200152499

Page 1/2

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
002	Sols	25E015757-002	Client

### Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

**RAPPORT D'ANALYSE**

N° de rapport d'analyse : AR-25-EM-002803-01 Version du : 20/02/2025

Page 2/2

Dossier N° : 25Q000861

Date de réception : 04/02/2025

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200152499

N° Echantillon **25Q000861-002**

Référence : 25E015757-002

Date de prélèvement : 20/01/2025

Début d'analyse : 20/02/2025

Description échantillon : 1.30-2m T10/ES2 -

**Essais Chimiques**

EM00B : **Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton** Prestation réalisée sur le site de  
Saverne COFRAC ESSAIS 1-6313  
Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206

Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton

\*

Résultat

Unité

Limite

1440

mg/kg

Classe d'agressivité selon NF EN 206

\*

&lt;XAT

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ●.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole \*.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "&lt;" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches

P.B. : Produit Brut



Dorothée Mangold  
Cheffe d'Equipe

**DEMANDEUR / PRESCRIPTEUR**

SA OPTISOL - WANNER  
ZA Maignon - 41, Route de Pitoys  
Bât B Lot 8  
64600 ANGLET (i)

**DESTINATAIRE**

Code organisme : 3017761

**OPTISOL**  
**85 AVENUE DE TECHENEY**  
**33370 ARTIGUES-PRÈS-BORDEAUX (i)**

Technicien : Sandrine WANNER (i)

Température de réception (°C) : 6

Station	USID (i)		
Commune (Dpt)	PAU 64000 (i)		
N° de commande			
Date début prél	21/01/2025 16:30 (i)	Date d'arrivée	24/01/2025 10:51
Date fin prél	21/01/2025 16:30 (i)	Début d'analyse	24/01/2025 11:32
Date et heure collecte	21/01/2025 16:30 (i)	Date d'édition	04/02/2025 (v.1)
Température collecte		Type de prélèvement	

N° LIMS	ENAL25080174	RÉFÉRENCE CLIENT	25 RP 524 (i)		
N° ÉCHANTILLON	97378731	NATURE	Eau naturelle (i)	TYPE D'EAU	Eaux naturelles divers (i)

L'accréditation Cofrac atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole « C ». Les incertitudes de mesures sont disponibles sur le site internet du laboratoire [www.aurea.eu](http://www.aurea.eu), rubrique « qualité ». Les déterminations confiées à un prestataire externe accrédité, sont précédées du signe « pe » et sont couvertes par l'accréditation du prestataire, et celles confiées à un prestataire externe non accrédité, du signe « de ». Les rapports originaux sont disponibles sur simple demande. Ce rapport d'analyse ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse. Sa reproduction n'est autorisée que sous sa forme fac-similé photographique intégral. Échantillon conservé au laboratoire entre 2 et 5 °C.

COFRAC	DÉTERMINATIONS	NORMES	SYMBOLES & UNITÉS	RÉSULTATS
<b>PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES</b>				
<b>Physico-chimie de base</b>				
#	Calcium	NF EN ISO 15593-1 et NF EN ISO 11935	Ca mg/L	41
#	Magnésium	NF EN ISO 15593-1 et NF EN ISO 11935	Mg mg/L	0,65 < xA1
#	Potassium	NF EN ISO 15593-1 et NF EN ISO 11935	K mg/L	< 1,00
#	Sodium	NF EN ISO 15593-1 et NF EN ISO 11935	Na mg/L	3,1
<b>Équilibre calco-carbonique</b>				
1	Potentiel hydrogène	NF EN ISO 10523	pH unité pH	7,3 < xA1
	Température de mesure du pH	NF EN ISO 10523	°C	17,6
	Carbonates	NF EN ISO 9963-1	CO3- mg CO3-L	0
	Hydrogénocarbonates	NF EN ISO 9963-1	HCO3- mg HCO3-L	110
	CO2 libre	Méthode interne	CO2 mg/L	9,1
	CO2 agressif	Méthode interne	CO2 mg/L	6,0 < xA1
	Titre alcalimétrique complet	NF EN ISO 9963-1	TAC °F	9,1 < xA1
<b>Oxygénation du milieu</b>				
	Oxygène dissous	NF EN 25814	O2 mg O2/L	4,7
	Taux de saturation en oxygène		O2 %	49
	Salinité		O2 g/L	0,22
	Pression atmosphérique		O2 mbar	1010

Ce rapport est la version originale. (i) Informations fournies par le client. Le laboratoire est exonéré de toute responsabilité lorsque ces informations peuvent affecter la validité des résultats. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.



ENAL25080174

RÉFÉRENCE

25 RP 524

COFRAC	DÉTERMINATIONS	NORMES	SYMBOLES & UNITES	RÉSULTATS
<b>Anions</b>				
#	Chlorures	NF EN ISO 10304-1	Cl <sup>-</sup> mg/L	5,2
1	Nitrates	NF EN ISO 15923-1	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg NO <sub>3</sub> -L	5,5
1	Nitrites	NF EN ISO 15923-1	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg NO <sub>2</sub> -L	< 0,010
#	Orthophosphates	NF EN ISO 10304-1	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> mg/L	< 0,03
#	Sulfates	NF EN ISO 10304-1	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> mg/L	11 <b>&lt;XA1</b>
<b>Cations</b>				
1	Ammonium	NF EN ISO 15923-1	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg NH <sub>4</sub> -L	0,035 <b>&lt;XA1</b>
<b>Minéralisation</b>				
1	Conductivité électrique	NF EN 27888	µS/cm	220
	Résistivité	Calcul	Ohm.cm	4550

**Commentaires liés à l'analyse de l'échantillon**

1 - Résultats émis hors accréditation en raison d'un délai de mise en analyse par rapport au prélèvement supérieur aux exigences normatives. Dans ce cas, interpréter prudemment les résultats.

**Validation des résultats**



Cecile DESTOMBES  
Responsable service chimie (site 17)

Ce rapport est la version originale. (i) Informations fournies par le client. Le laboratoire est exonéré de toute responsabilité lorsque ces informations peuvent affecter la validité des résultats. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

### **OBSERVATIONS IMPORTANTES SUR L'UTILISATION DU PRÉSENT RAPPORT**

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

Des changements dans l'implantation, la conception ou le nombre de niveaux par rapport aux données de la présente étude doivent être portés à la connaissance de la société OPTIsol, car ils peuvent conduire à modifier la conclusion du rapport.

De même, des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des fondations et n'ayant pu être détectés au cours des opérations de reconnaissance (par exemple : caverne de dissolution, hétérogénéité localisée, venues d'eau, etc.) rendront caduque tout ou partie des conclusions du rapport.

Ces éléments nouveaux ainsi que tout incident important survenant en cours des travaux (glissement de talus, éboulement de fouilles, dégâts occasionnés aux constructions existantes, etc.) doivent être immédiatement signalés à la société OPTIsol pour lui permettre de reconsidérer ou d'adapter éventuellement les solutions initialement préconisées.

La société OPTIsol ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à son étude que dans la mesure où elle aurait donné, par écrit, son accord sur lesdites modifications.

L'utilisation du présent document doit être faite conformément aux conditions générales d'utilisation des rapports géotechniques (version du 01 décembre 1997) développées au paragraphe suivant.

### **CONDITIONS GÉNÉRALES D'UTILISATION DES RAPPORTS GÉOTECHNIQUES**

Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société.

Le rapport géotechnique devient la propriété du client après paiement intégral du prix de la prestation. Le client devient alors responsable de son usage et de sa diffusion. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra faire l'objet de poursuite judiciaire à l'encontre du contrevenant.

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une reconnaissance du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés au géotechnicien chargé du suivi géotechnique d'exécution (mission G3) afin qu'il en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution voire la conception de l'ouvrage géotechnique.

Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe, ...), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. Conformément à la classification des missions géotechniques types (CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES TYPES Norme NF P 94-500), chaque mission ne couvre qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution du projet. En particulier :

- Une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission de type correspondante ;
- Une mission type G1 à G5 n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part du projet décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport ;
- Une mission type G1 ou G5 exclut tout engagement de notre société sur les dimensionnements, quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques ;
- Une mission de type G2 PRO engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie (s) d'ouvrage(s) concerné(s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission géotechnique objet du rapport : en particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission.

Par référence à la CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES TYPES (Norme NF P 94-500), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions géotechniques nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens et délais opportuns, et confiées à des hommes de l'Art.

## Conditions générales des missions géotechniques

### 1. CADRE DE LA MISSION

Par référence à la norme NF P 94-500 sur les missions d'ingénierie géotechnique (en particulier extrait de 2 pages du chapitre 4 joint à toute offre et à tout rapport), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions d'ingénierie géotechnique nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art.

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution. En particulier :

- Les missions d'étude géotechnique préalable (G1) : phase étude de site (ES) et phase principes généraux de construction (PGC), d'étude géotechnique de conception (G2) : phase avant-projet (AVP), phase projet (PRO) et phase DCE/ACT, d'étude géotechnique de réalisation (G3 et G4) : étude et suivi géotechniques d'exécution (G3), et supervision géotechnique d'exécution (G4), ces deux dernières missions sont distinctes et simultanées ;
- Ces missions sont réalisées dans l'ordre successif ;
- La mission de diagnostic géotechnique (G5) ;
- Exceptionnellement, une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante après accord explicite, le client confiant obligatoirement le complément de la mission à un autre prestataire spécialisé en ingénierie géotechnique ;
- L'exécution d'investigations géotechniques engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et sur l'exactitude des résultats qu'elle fournit ;
- Toute mission d'ingénierie géotechnique n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport ;
- Toute mission d'étude géotechnique G1-ES, G1-PGC, G2-AVP ou G5 exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques. De convention expresse, la responsabilité de notre société ne peut être engagée que dans l'hypothèse où la mission suivante G2-PRO ou G2-DCE/ACT lui est confiée ;
- Une mission G2-PRO ou G2-DCE/ACT engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission d'ingénierie géotechnique objet du rapport. En particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

De même, ce rapport reste notre propriété jusqu'au règlement intégral de notre prestation. Son utilisation et sa diffusion ne peuvent être effectives qu'après transfert de propriété.

De fait, notre société ne saurait être engagée si le transfert de propriété n'a pu être effectué par non-paiement de notre prestation.

### 2. RECOMMANDATIONS

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés à l'ingénierie géotechnique chargée de l'étude et suivi géotechniques d'exécution (mission G3) afin qu'elle en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution voire la conception de l'ouvrage géotechnique.

Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

### 3. RAPPORT DE LA MISSION

Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission d'ingénierie géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission.

Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

## Norme NF P 94-500 de novembre 2013

## Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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

**ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)**

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

**ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)**

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

### ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G4, 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).



## Schéma d'enchaînement des missions types 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)		A la charge de l'entreprise	A 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, mesure 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
A 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