

## Reconstruction du Centre Hospitalier de La Roche aux Fées

Rue du Bois Rouge à JANZÉ (35)



Dossier 230294G2AVP – Version 2

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION - PHASE AVP



# SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>2</b>
<b>PRÉSENTATION.....</b>	<b>3</b>
1. Intervenants KORN OG géotechnique .....	3
2. Projet.....	3
3. Intervenants .....	3
4. Mission.....	3
5. Documents reçus.....	4
6. Investigations géotechniques .....	4
<b>MISSION G1 - phase ES Étude de Site .....</b>	<b>7</b>
7. Caractéristiques du site .....	7
8. Synthèse des résultats .....	11
9. Récapitulatif des données principales du site .....	15
<b>MISSION G1 - phase PGC Orientation du projet.....</b>	<b>17</b>
10. Description du projet.....	17
11. Risque sismique .....	19
12. Risque radon .....	20
13. Adaptations générales du projet.....	20
<b>MISSION G2 - phase AVP Ébauche dimensionnelle .....</b>	<b>21</b>
14. Hypothèses de calculs.....	21
15. Fondations superficielles (bâtiment).....	22
16. Fondations superficielles de type radier (groupe électrogène) .....	25
17. Protection des ouvrages enterrés vis-à-vis de l'eau.....	27
18. Soutènements.....	27
19. Terrassements et assise des voiries et radiers .....	28
20. Dispositions constructives et précautions particulières .....	33
21. Aléas géotechniques et conditions contractuelles.....	34
<b>ANNEXES :</b>	
📄 Annexe 1 : Classification des missions géotechniques selon la norme NF P 94-500	
📄 Annexe 2 : Sondages et essais in situ	
📄 Annexe 3 : Plans	
📄 Annexe 4 : Essais en laboratoire	

# PRÉSENTATION

## 1. Intervenants KORN OG géotechnique

Agence en charge du dossier : VANNES (56) <a href="mailto:56@kornog-geo.fr">56@kornog-geo.fr</a>			
Version	Date	Chargé d'affaire	Contrôleur externe
1	24 janvier 2024	Adrien JOUMARD	Yannick VÉTO
2	28 février 2024	Adrien JOUMARD	Yannick VÉTO

La présente version annule et remplace toute précédente version du rapport relatif à cette étude..

Ce document est une copie conforme de l'exemplaire original détenu par **KORN OG géotechnique** propriétaire. La conformité de cette copie est authentifiée par le visa original d'un des signataires en fin

## 2. Projet

Adresse : Rue du Bois Rouge à JANZÉ (35)

Nom de l'opération : **Reconstruction du Centre Hospitalier de La Roche aux Fées**

## 3. Intervenants

Maître d'Ouvrage : CENTRE HOSPITALIER DE LA ROCHE AUX FÉES

Assistant à Maîtrise d'Ouvrage : A2MO

Architecte : ADQUATIO Architectes

B.E.T. structure : BETOM

## 4. Mission

La mission de **KORN OG géotechnique** est conforme à la proposition DE01774 du 31 août 2023 et à la commande du 25 octobre 2023. Elle consiste, dans un premier temps (mission G2AVP) à:

- procéder à une campagne de reconnaissance des sols,
- établir un rapport donnant :
  - le modèle géologique du site ainsi que les hypothèses géotechniques des sols à prendre en compte pour le projet,
  - les recommandations vis-à-vis des règles parasismiques,
  - une étude des ouvrages géotechniques nécessaires à la réalisation du projet comprenant leur définition et une ébauche dimensionnelle,
  - les dispositions générales à prendre vis-à-vis des nappes et des avoisinants,
  - les principales sujétions de conception et d'exécution.

Il s'agit d'une mission G1 et de la phase AVP d'une mission d'ingénierie de type G2, selon la norme NF P 94-500.

## 5. Documents reçus

Document	Format	Origine / Référence	Date de réception
Cahier des charges	pdf	A2MO / CDC étude géotechnique	2 août 2023
Plan de sous-sol	pdf	A2MO / 01-PLAN SSOL	3 août 2023
Plan de rez-de-chaussée	pdf	A2MO / 02-PLAN RDC	
Coupes voiries	pdf	A2MO / JAN-COUPES LIMITES VOIRIES	
Plan de masse projet	dwg	ADQUATIO / JA-PL-PM	15 novembre 2023
Plan du rez-de-chaussée	dwg	ADQUATIO / JA-APS_ PAYSAGE RDC	
Plan du sous-sol	dwg	ADQUATIO / JA-PL-SSOL	
Plan des galeries et VS	dwg	ADQUATIO / JA-PL-SSOL – galeries	
Plan topographique	dwg	ADQUATIO / JA-PL-TOPO EXISTANTE	
Coupes projet	dwg	BETOM / JAN-COUPES_231121	24 novembre 2023

## 6. Investigations géotechniques

### 6.1. Sondages et essais in situ

Les sondages et essais réalisés in situ sont présentés dans les tableaux suivants et leurs résultats sont joints en annexe 2. Les sondages de même numéro ont été couplés pour étalonnage.

#### 6.1.1. Sondages de reconnaissance

Type de sondage	Sondage	Profondeur (m)	Sondage	Profondeur (m)
Sondage à la pelle mécanique 10 t	PM1	1.5	PM25	1.5
	PM5	2.5	PM26	2.5
	PM7	1.5	PM27	1.9
	PM8	3.0	PM28	1.5
	PM11	2.5	PM29	2.0
	PM12	3.0	POR31	2.2
	PM13	3.5	POR32	1.8
	PM15	2.5	POR33	1.9
	PM17	3.0	POR34	1.3
	PM18	2.3	POR35	1.2
	PM19	2.0	POR36	1.2
	PM24	3.0	POR37	1.5

Type de sondage	Sondage	Profondeur (m)	Sondage	Profondeur (m)
Sondage semi-destructif à la tarière hélicoïdale continue	SP2	7.0	SP16	7.0
	SP4	7.0	SP21	7.0
	SP9	7.0	SP23	7.0
	SP14	7.0		

### 6.1.2. Essais mécaniques in situ

Type d'essai mécanique in situ	Sondage	Profondeur (m)	Sondage	Profondeur (m)
Sondage au pénétromètre dynamique mené au refus d'un mouton de 63.5 kg	PDB1	5.0	PDB16	4.0
	PDB2	5.3	PDB17	4.7
	PDB3	6.1	PDB18	3.7
	PDB4	6.3	PDB19	3.8
	PDB5	4.8	PDB20	2.7
	PDB6	4.2	PDB21	3.4
	PDB7	4.2	PDB22	3.0
	PDB8	2.4	PDB23	4.8
	PDB9	4.9	PDB24	2.6
	PDB10	4.6	PDB25	3.0
	PDB11	3.8	PDB26	5.0
	PDB12	2.5	PDB27	3.0
	PDB13	3.0	PDB28	3.0
	PDB14	5.5	PDB29	3.0
	PDB15	3.3	PDB30	3.0

Type d'essai mécanique in situ	Sondage	Nombre	Sondage	Nombre
Essai pressiométrique	SP2	5	SP16	5
	SP4	5	SP21	5
	SP9	5	SP23	5
	SP14	5		

### 6.1.3. Perméabilité in situ

Type d'essai de perméabilité in situ	Sondage	Profondeur (m)	Sondage	Profondeur (m)
Essai Porchet	POR31	2.0-2.2	POR35	1.0-1.2
	POR32	1.6-1.8	POR36	1.0-1.2
	POR33	1.7-1.9	POR37	1.3-1.5
	POR34	1.1-1.3		

#### 6.1.4. Piézométrie

Piézométrie	Référence	Profondeur (m)
Tube piézométrique Ø 51/60 mm avec capot métallique scellé	PZ9	5.0
	PZ21	5.0

#### 6.1.5. Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan joint en annexe 3. Elle a été définie par BETOM puis adaptée et réalisée par **KORNOG géotechnique**. Le programme a été légèrement adapté en fonction des terrains rencontrés avec le raccourcissement de l'ensemble des sondages et la réalisation d'un sondage pressiométrique supplémentaire.

Les altitudes des têtes de sondages ont été relevées par **KORNOG géotechnique** à l'aide d'un GPS de précision.

### 6.2. Essais en laboratoire

Les essais réalisés en laboratoire sur les échantillons prélevés sont présentés dans le tableau suivant et leurs résultats sont joints en annexe 4.

Type d'essai : identification des sols	Nombre	Norme
Teneur en eau pondérale w	6	NF P 94-050
Analyse granulométrique par tamisage	6	NF P 94-056
Valeur au bleu VBS du sol	6	NF P 94-068
Classification des sols (GTR)	6	NF P 11-300
Essai de compactage Proctor normal	3	NF P 94-093
Indice C.B.R.	3	NF P 94-078
Type d'essai : analyse chimique	Nombre	Norme
Agressivité de l'eau vis-à-vis des bétons	1	FD P 18-011
Agressivité des sols vis-à-vis des bétons	3	FD P 18-011

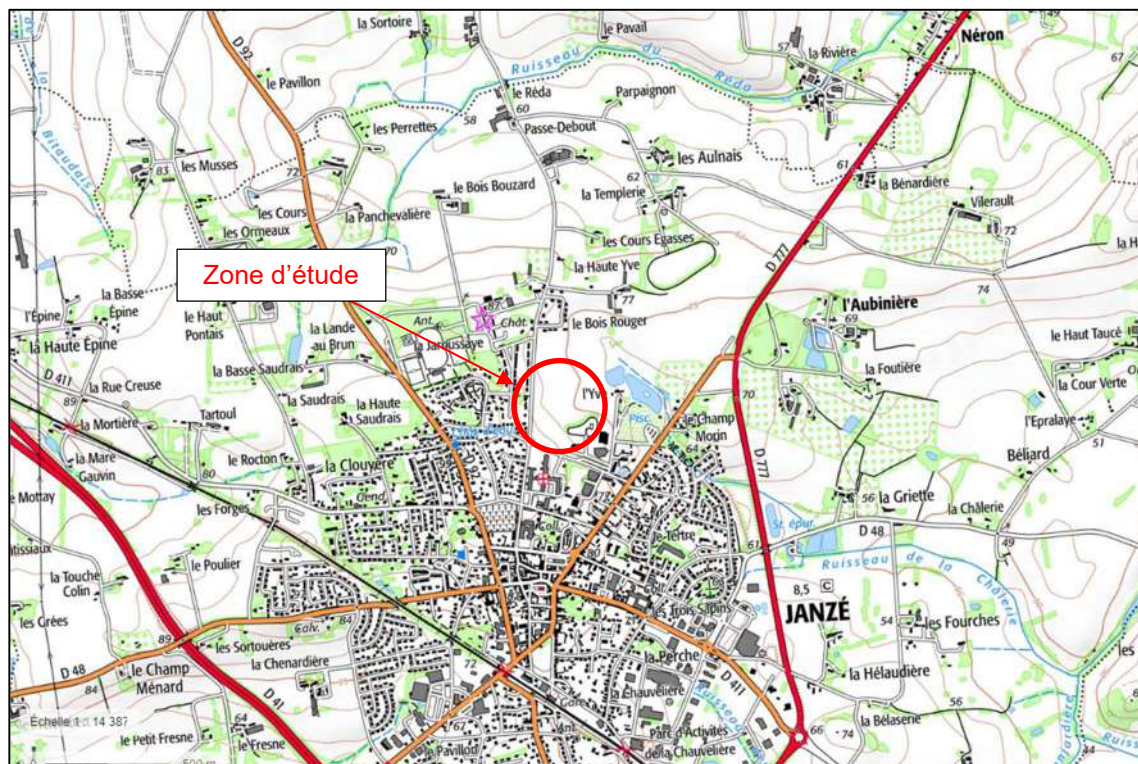


# MISSION G1 - phase ES

## Étude de Site

### 7. Caractéristiques du site

#### 7.1. Localisation et occupation du site



Extrait de carte IGN et vue aérienne de la zone d'étude (source : Géoportail)



L'emprise étudiée occupe le Sud de la parcelle cadastrée AB n°201 et l'Ouest de la parcelle AB n°196 pour une superficie d'environ 2,9 hectares.

Lors de notre intervention, le site correspondait principalement à des parcelles agricoles vierges de toute construction apparente.



Vue du site depuis le Sud-Ouest



Vue du site depuis le Nord-Est

Le Sud-Ouest du site correspond à une plateforme en remblais occupée par des merlons de terre et un parking gravillonné.



Vue de la plateforme en remblai au Sud-Ouest

## 7.2. Zone d'influence géotechnique

L'emprise étudiée est libre de toute mitoyenneté.

Elle est délimitée à l'Ouest par la rue du Bois Rougé et par la rue Pierre et Marie Curie au Sud.





## 7.6. Risque « argile »

D'après le site [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr), le terrain présente une exposition a priori nulle au retrait-gonflement des argiles.

## 7.7. Inondabilité

D'après le module « GéoServices : risques naturels et industriels » de Google Earth Pro, le terrain présente une sensibilité très faible à nulle aux risques de remontées de nappe. D'après le site [infoterre.brgm.fr](http://infoterre.brgm.fr), il n'est pas concerné par le risque de débordement de nappe ou d'inondation de cave.

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

## 7.8. Risque « cavités souterraines »

Aucune cavité minière n'est répertoriée dans l'emprise étudiée. On notera la présence d'une ancienne exploitation d'argile à 300 m au Sud-Est.

D'après les archives locales, les argiles du secteur ont fait l'objet de plusieurs exploitations. Il n'est pas exclu de rencontrer des zones d'emprunts comblées sur le terrain.

## 7.9. Risque sismique

### 7.9.1. Réglementation

- ↳ Décret n°2010-1254 du 22 octobre 2010, relatif à la prévention du risque sismique.
- ↳ Décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010, portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français.
- ↳ Arrêté du 22 octobre 2010, relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».
- ↳ EUROCODE 8 (NF EN 1998) : calcul des structures pour leur résistance aux séismes.

### 7.9.2. Zonage

Selon le décret précité, le site est en zone 2 de sismicité faible. De ce fait, l'analyse de la liquéfaction n'est pas requise.

## 7.10. Risque « radon »

Le projet est situé dans un département prioritaire pour la protection générale des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants (présence potentielle de radon), il conviendra de se référer au décret n° 2002-460 du 4 avril 2002. La commune de JANZÉ est classée en catégorie 3 (risque fort).

## 8. Synthèse des résultats

### 8.1. Structure géologique

Les sondages de reconnaissance ont permis d'observer successivement les faciès suivants :

R- **Remblais** gravelo-limoneux à limono-graveleux, issu de déblais locaux (altérites et schiste décomposé), marron-gris jusqu'à 2.1 m de profondeur en PM26, implanté dans la zone de remblais au Sud-Ouest du site. De par leur origine, leur épaisseur et leur nature peuvent varier brutalement.

TV- **Terre végétale** limoneuse marron-brun sur 0.2 à 0.4 m d'épaisseur.

L- **Limon marron** plus ou moins graveleux jusqu'à 0.3 à 0.8 m au droit des sondages n°1, 2, 5, 7 à 9, 11 à 13, 15, 17 à 19, 21, 23, 27 à 29 et 31 à 36.

**Limon argileux** à cailloutis, graves, feuillets et plaquettes de schiste, marron clair-gris-beige-roux-jaunâtre, jusqu'à 0.6 à 1.4 m suivant les sondages. D'après les essais d'identification réalisés, cette couche appartient à la classe GTR A<sub>1</sub>.

Cet horizon peut correspondre à la frange supérieure peu consistante des altérites et/ou à des formations de dépôt (présence de cailloutis roulés). La distinction visuelle avec les altérites sous-jacentes peut donc parfois s'avérer délicate. Les altérites se distinguent par une meilleure consistance et une proportion plus importante de graves.

A- **Altérites limono-graveleuses à gravelo-limoneuses** gris-ocre-roux-marron-beige-verdâtre-jaunâtre jusqu'à 1.1 à 4.7 m de profondeur au droit des sondages n°2, 4, 5, 8, 9, 11 à 17, 19, 21, 23, 24 et 37 et jusqu'à la base des sondages des sondages n°1, 7, 18, 25 à 29 et 31 à 36. D'après les essais d'identification réalisés, cette couche appartient aux classes GTR A<sub>1</sub> et B<sub>5</sub>.

S1- **Schiste décomposé en altérites plus consistantes** constituées de graves, plaquettes et cailloux de schiste friables à durs dans une matrice limoneuse, gris-ocre-beige-jaunâtre-verdâtre, jusqu'à 4.6 et 5.6 m de profondeur en SP16 et SP21 et jusqu'à la base des autres sondages. Cette couche appartient à la classe GTR B<sub>5</sub>. La transition entre les altérites et le schiste décomposé est parfois très progressive, leur distinction ayant été réalisée à partir de leurs caractéristiques mécaniques.

S2- **Schiste altéré** beige-jaunâtre-verdâtre au-delà en SP16 et SP21.

Pour une meilleure analyse, il a été établi ci-après une classification des formations rencontrées en fonction des valeurs de résistance dynamique ( $q_d$ ).

N° de Sondage (Cote N.G.F. de la tête)		1	2	3	4	5	6	7	8
		(80.7)	(79.8)	(79.0)	(78.2)	(78.9)	(80.1)	(81.3)	(80.9)
Faciès supposé		Profondeur de la base en mètre (Cote N.G.F. correspondante)							
R, TV, L	Formations de recouvrement $q_d < 6$ MPa	0.8 (79.9)	0.6 (79.2)	0.5 (78.5)	0.7 (77.5)	0.8 (78.1)	0.6 (79.5)	1.0 (80.3)	0.8 (80.1)
A	Altérites $4 < q_d < 12$ MPa	2.1 (78.6)	4.7 (75.1)	2.3 (76.7)	2.8 (75.4)	1.8 (77.1)	2.3 (77.8)	1.8 (79.5)	1.7 (79.2)
S1/S2	Schiste décomposé à altéré $q_d > 12$ MPa	Au-delà							

N° de Sondage (Cote N.G.F. de la tête)		9 (79.8)	10 (79.0)	11 (79.5)	12 (80.5)	13 (81.8)	14 (81.8)	15 (82.9)	16 (84.5)
Faciès supposé		Profondeur de la base en mètre (Cote N.G.F. correspondante)							
R, TV, L	Formations de recouvrement $q_d < 6$ MPa	0.9 (79.9)	1.1 (77.9)	1.4 (78.1)	1.0 (79.5)	0.9 (80.9)	0.8 (81.0)	1.0 (81.9)	0.9 (83.6)
A	Altérites $4 < q_d < 12$ MPa	2.7 (77.1)	2.7 (76.3)	2.1 (77.4)	1.8 (78.7)	2.1 (79.7)	2.5 (79.3)	1.8 (81.1)	2.0 (82.5)
S1/S2	Schiste décomposé à altéré $q_d > 12$ MPa	Au-delà							
N° de Sondage (Cote N.G.F. de la tête)		17 (83.4)	18 (81.9)	19 (87.1)	20 (85.6)	21 (83.8)	22 (84.0)	23 (85.6)	24 (87.4)
Faciès supposé		Profondeur de la base en mètre (Cote N.G.F. correspondante)							
R, TV, L	Formations de recouvrement $q_d < 6$ MPa	1.1 (82.3)	1.1 (80.8)	0.7 (86.4)	0.7 (84.9)	0.7 (83.1)	0.7 (83.3)	0.7 (84.9)	1.0 (86.4)
A	Altérites $4 < q_d < 12$ MPa	2.6 (80.8)	2.7 (79.2)	1.1 (86.0)	2.0 (83.6)	2.2 (81.6)	2.5 (81.5)	2.7 (82.9)	2.3 (85.1)
S1/S2	Schiste décomposé à altéré $q_d > 12$ MPa	Au-delà							
N° de Sondage (Cote N.G.F. de la tête)		25 (82.1)	26 (85.0)	27 (77.6)	28 (75.9)	29 (77.0)	30 (78.4)	31 (75.5)	32 (75.2)
Faciès supposé		Profondeur de la base en mètre (Cote N.G.F. correspondante)							
R, TV, L	Formations de recouvrement $q_d < 6$ MPa	0.7 (81.4)	2.3 (82.7)	1.2 (76.4)	1.1 (74.8)	1.1 (75.9)	0.8 (77.6)	0.7 (74.8)	0.9 (74.3)
A	Altérites $4 < q_d < 12$ MPa	1.7 (80.4)	4.6 (80.4)	2.6 (75.0)	2.6 (73.3)	2.4 (74.6)	2.3 (75.1)	>2.2 (<73.3)	>1.8 (<73.4)
S1/S2	Schiste décomposé à altéré $q_d > 12$ MPa	Au-delà							Non reconnu
N° de Sondage (Cote N.G.F. de la tête)		33 (75.9)	34 (77.8)	35 (79.5)	36 (82.3)	37 (87.3)			
Faciès supposé		Profondeur de la base en mètre (Cote N.G.F. correspondante)							
R, TV, L	Formations de recouvrement $q_d < 6$ MPa	0.9 (75.0)	0.7 (77.1)	0.7 (78.8)	0.5 (81.8)	0.8 (86.5)			
A	Altérites $4 < q_d < 12$ MPa	>1.9 (<74.0)	>1.3 (<76.5)	>1.2 (<78.3)	>1.2 (<81.1)	1.0 (86.3)			
S1/S2	Schiste décomposé à altéré $q_d > 12$ MPa	Non reconnu				Au-delà			

On rappellera que les sondages pénétrométriques sont de type « aveugle » car ne permettant pas une identification visuelle des sols traversés.

Pour les cellules grisées, la nature et/ou l'épaisseur des faciès ne sont donc qu'une supposition établie par analyse des diagraphies pénétrométriques et des données géologiques du site.

## 8.2. Données pressiométriques

Les caractéristiques mesurées des couches ou faciès décrits sont synthétisées dans le tableau suivant à partir des résultats obtenus.

Faciès géologique		Pressiomètre Ménard							
		Nombre d'essais	Module pressiométrique $E_M$ (MPa)			Pression limite $p_r^*$ (MPa)			
n°	Nature		min	max	moyenne harmonique	min	max	moy	écart type
A	Altérites	15	6.9	26.5	15.8	0.37	2.10	1.48	0.43
S1	Schiste décomposé	17	15.8	64.8	27.5	1.47	4.80	2.25	0.73
S2	Schiste altéré	3	39.5	86.8	50.8	3.15	>5.0	3.80	1.04

L'essai au sein des altérites à 1.1 m en SP14 n'est pas jugé représentatif car potentiellement perturbé par l'interface avec les limons sus-jacents.

## 8.3. Essais en laboratoire

Les caractéristiques mesurées sur les échantillons sont synthétisées dans le tableau suivant :

Nature	Sondage	Prof. (m)	w (%)	VBS	Passant à 80 $\mu$ (%)	Dmax (mm)	$\gamma_{dOPN}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$w_{opt}$ (%)	CBR	Classe GTR
Altérite limono-graveleuse	PM5	0.75-1.8	20.3	0.6	41.9	22	-	-	-	A <sub>1</sub>
Limon argileux	PM11	0.7-1.2	21.6	0.8	72.5	25	17.7	16.0	11	A <sub>1</sub>
Schiste décomposé	PM12	1.8-3.0	15.0	0.3	24.6	35	-	-	-	B <sub>5</sub>
Altérite limono-graveleuse	PM13	0.9-1.7	21.0	0.5	45.6	29	18.1	14.8	21	A <sub>1</sub>
Altérite gravelo-limoneuse	PM24	1.0-1.5	21.2	0.3	34.4	11	18.3	13.2	25	B <sub>5</sub>
Remblai schisteux	PM26	0.1-1.4	19.5	0.3	35.0	11	-	-	-	B <sub>5</sub>

Légende :

w	: Teneur en eau pondérale naturelle
VBS	: Valeur de bleu du sol
Dmax	: Diamètre du tamis laissant passer 100 % du matériau
$\gamma_{dOPN}$	: Poids volumique maximal à l'énergie du PROCTOR normal
$w_{opt}$	: Teneur en eau optimale
CBR	: California Bearing Ratio
Classe GTR	: Classe du sol selon la norme NF P11-300 et applicable dans le cadre du GTR



Les caractéristiques mesurées sur les échantillons d'eau sont synthétisées dans le tableau suivant :

Piézomètre	pH	CO <sub>2</sub> agressif (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	TAC (mé/l)
PZ9	6.4	29.4	0.040	14.7	9.1	0.84

Légende :

NH<sub>4</sub><sup>+</sup> : Ammonium

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> : Sulfates

Mg<sup>2+</sup> : Magnésium

TAC : Titre alcalimétrique complet (1 mé/l = 5 °F)

D'après ces résultats et la norme FD P 18-011, la valeur du pH et la teneur en CO<sub>2</sub> agressif conduisent à une classe de sol de type XA1. Cependant, conformément à la norme NF EN 206-1, lorsqu'au moins deux caractéristiques agressives conduisent à une même classe, l'environnement doit être classé dans la classe immédiatement supérieure (sauf si une étude spécifique démontre que ce n'est pas nécessaire). De ce fait, **la classe d'agressivité des eaux vis-à-vis des attaques chimiques du béton est XA2.**

Les caractéristiques mesurées sur les échantillons de sols sont synthétisées dans le tableau suivant :

Nature	Sondage	Profondeur (m)	Degré d'acidité selon Baumann (ml/kg)	Sulfates (% SO <sub>4</sub> )
Limon argileux	SP4	0.2-0.7	36.0	89
Altérite	SP14	0.8-1.6	32.0	104
Altérite	SP23	0.7-1.7	62.0	206

D'après ces résultats, **les sols du site ne constituent pas un environnement chimiquement agressif** au sens de la norme FD P 18-011.

## 8.4. Synthèse hydrogéologique

### 8.4.1. Perméabilité

Les essais d'eau réalisés permettent d'estimer la perméabilité des faciès ci-dessous.

Sondage	Profondeur	Nature géologique	Nature de l'essai	Coefficients de perméabilité k (m/s)
POR31	2.0-2.2 m	Altérite gravelo-limoneuse	Porchet	< 1,0.10 <sup>-7</sup>
POR32	1.6-1.8 m	Altérite limono-graveleuse		3,8.10 <sup>-6</sup>
POR33	1.7-1.9 m	Altérite limono-graveleuse		5,7.10 <sup>-6</sup>
POR34	1.1-1.3 m	Altérite limono-graveleuse		1,9.10 <sup>-6</sup>
POR35	1.0-1.2 m	Altérite gravelo-limoneuse		1,9.10 <sup>-6</sup>
POR36	1.0-1.2 m	Altérite à schiste décomposé		4,7.10 <sup>-5</sup>
POR37	1.3-1.5 m	Schiste décomposé		3,8.10 <sup>-5</sup>

Il est rappelé qu'il s'agit d'essais ponctuels mesurant la perméabilité en petit. Ces tests reflètent néanmoins une perméabilité faible des altérites, s'améliorant au sein du schiste décomposé en altérites plus graveleuses.

#### 8.4.2. Piézométrie

Les relevés de niveaux d'eau s'établissent comme suit au droit des sondages :

Sondage	SP2		SP4		SP9		SP14		POR31	
<b>Altitude N.G.F. de la tête</b>	79.8		78.2		79.8		81.8		75.5	
<b>Relevés</b>	<b>Prof. (m)</b>	<b>Cote</b>	<b>Prof. (m)</b>	<b>Cote</b>	<b>Prof. (m)</b>	<b>Cote</b>	<b>Prof. (m)</b>	<b>Cote</b>	<b>Prof. (m)</b>	<b>Cote</b>
en fin de sondage	5.0	74.8	3.5	74.7	4.85	75.0	6.6	75.2	1.9	73.6

Les niveaux d'eau relevés correspondent probablement à celui de la nappe phréatique au moment de la reconnaissance, en décembre 2023. Les premiers relevés piézométriques donnent les résultats suivants :

Piézomètre	PZ9		PZ21	
Cote NGF du TN	79,8		83,8	
Date	Prof (m) / TN	Cote NGF	Prof (m) / TN	Cote NGF
04/12/2023 (pose)	4,85	75,0	-	-
05/01/2023	4,1	75,7	sec	-
22/01/2024	3,95	75,9	sec	-
21/02/2024	3,68	76,1	sec	-

Les relevés, ponctuels dans le temps, ne permettent pas de préciser les variations à long terme. Le régime hydrogéologique (débit et niveau) peut varier en fonction de la saison et de la pluviosité.

Pour plus de précision et pour prendre en compte ce risque, il est prévu de suivre le niveau de la nappe dans les piézomètres laissés sur place sur une période de 1 an.

## 9. Récapitulatif des données principales du site

L'enquête documentaire, la visite du site et l'analyse des résultats des sondages et essais, font ressortir les points essentiels suivants à prendre en compte pour conduire les choix d'adaptation :

- ↗ Le site présente une pente générale orientée vers le Nord-Est, de l'ordre de 10 % sur sa moitié Sud et de 3 à 4 % au Nord. La partie Sud-Ouest est marquée par une plateforme en remblais d'épaisseur croissante du Sud au Nord, atteignant plus de 2 m d'épaisseur.
- ↗ Les horizons de recouvrement (terre végétale et remblais), impropres à recevoir toute fondation de structure ont des épaisseurs de 0.2 à 0.4 m (hors emprise de la plateforme en remblais où ils atteignent 2.1 m d'épaisseur en PM26).
- ↗ Ils recouvrent des limons argileux à cailloutis et graves de schiste, pouvant correspondre à la frange supérieure des altérites et/ou à des formations de dépôt. Cet horizon rencontré jusqu'à 0.6 à 1.4 m de profondeur est impropre à recevoir toute fondation de structure au vu de sa consistance variable et localement très faible.

- ↳ Le substratum schisteux sous-jacent est décomposé en tête en altérites limono-graveleuses à gravelo-limoneuses, avec des caractéristiques mécaniques moyennes.
- ↳ Au-delà d'environ 1.0 à 4.7 m de profondeur, le schiste décomposé évolue sous forme d'altérites en graves, cailloux et plaquettes friables de meilleure consistance, moyenne à bonne. Le substratum altéré, avec de très bonnes caractéristiques mécaniques, a été rencontré ponctuellement à partir de 4.6 et 5.6 m de profondeur en SP16 et SP21.
- ↳ Une présence d'eau a été observée à partir de 76.1 N.G.F. dans les piézomètres.

MISSION G1 - phase PGC

Orientation du projet

10. Description du projet

10.1. Caractéristiques des constructions

D'après les documents communiqués, le projet consiste à réaliser un bâtiment dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau ci-après. Pour faciliter le repérage, le bâtiment est décomposé en plusieurs volumes selon leurs caractéristiques (cf. schéma de principe en page suivante).

Volume	A (bleu)	B (vert)	C (jaune)	D (rouge)
Implantation	Cf. extrait de plan de masse en page suivante			
Emprise approximative (m²)	5 600			
Gabarit	R+2	R+2 sur vide sanitaire	R+2 sur sous-sol	R+2 sur sous-sol et VS + galeries
Altitude N.G.F. du niveau bas	84.5	84.5	80.5	77.8
Altitude N.G.F. du vide sanitaire	-	80.5 à 81.7 <sup>(1)</sup>	79.2 à 80.2 <sup>(1)</sup>	77.8
Altitude N.G.F. du terrain actuel	82.0 à 87.4	80.0 à 82.9	78.2 à 84.0	79.0 à 81.5
Terrassements (m)	-2.9 / +2.5	-1.2 / +0.5	-3.8 / +1.0	-3.7 / -1.2

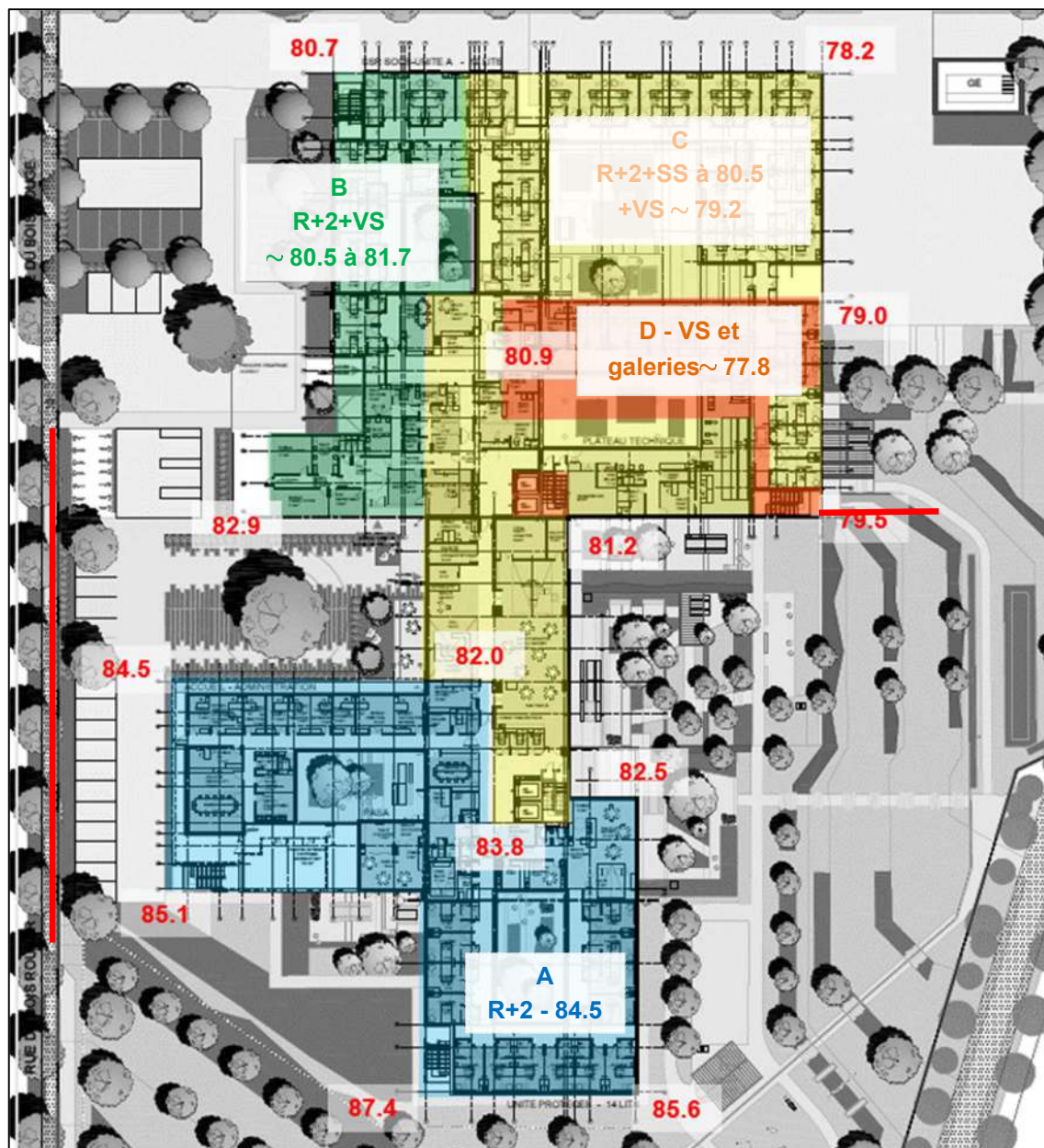
<sup>(1)</sup> Certaines cotes altimétriques de vide sanitaire, variables et descendant selon la pente du terrain actuel du Sud au Nord, ont été estimées d'après les coupes transmises. Il conviendra de nous préciser les différentes altimétries sur les plans de sous-sol.



Coupe transversal Ouest-Est



Coupe longitudinale Nord-Sud



Extrait de plan de masse avec repérage des zones et altimétries N.G.F. du terrain actuel (en rouge) et des niveaux bas et vide-sanitaires projetés

Il est également prévu l'installation d'un groupe électrogène au Nord-Est de la cour de service.

Le projet implique l'exécution de soutènements (traits rouges sur l'extrait de plan ci-avant) :

- ↗ En limite Ouest, entre la rue du Bois Rougé et le parking, avec une hauteur soutenue maximale de 2.0 m, prolongé en talus, et un linéaire de l'ordre de 50 m ;
- ↖ Au Sud de l'accès personnel, entre la terrasse du personnel et les espaces verts au Sud, avec une hauteur soutenue estimée à 4.0 m.



## 10.2. Voiries

Le projet comprend la réalisation de voiries lourdes et légères et de parkings VL

Les trafics envisagés ne nous ont pas été communiqués. Un objectif de plateforme de type PF2 est demandé dans le cahier des charges.

## 11. Risque sismique

### 11.1. Données parasismiques réglementaires

Le tableau ci-dessous reprend les principales données parasismiques déduites des reconnaissances effectuées, présentées dans les paragraphes précédents, et des éléments du projet :

Zone de sismicité cantonale - décret octobre 2010	3
Accélération maximale de référence pour le sol de classe A : $a_{gR}$ (m/s <sup>2</sup> )	1.1
Classe de sol	B
Paramètre de sol : S	1.35
Coefficient d'amplification topographique : $S_T$	1.0
Catégorie d'importance du bâtiment - arrêté du 22 octobre 2010	IV
Coefficient d'importance : $\gamma_I$	1.4

### 11.2. Incidence du risque sismique

Compte-tenu de la zone sismique concernée et de la catégorie d'importance des constructions envisagées, la réglementation parasismique doit être prise en compte dans le dimensionnement des structures.

L'application des règles parasismiques amène à prendre en compte les principes généraux suivants :

- ✎ Système de fondation homogène sous un même corps de bâtiment, à moins de délimiter des parties par des joints parasismiques.
- ✎ Éviter les fondations isolées, les semelles filantes à maille fermée régulière étant considérées comme le mode le mieux adapté. Dans le cas d'un sol de catégorie B en zone de sismicité 2, celui-ci peut être considéré comme assurant la liaison entre des fondations isolées.
- ✎ Ne pas fonder les constructions "à cheval" sur deux ou plusieurs types de sol de caractéristiques géotechniques très différentes, ou sur des discontinuités naturelles du sol : fractures, ressauts, brusques changements de pente, etc...
- ✎ En cas de niveaux enterrés ou de vide sanitaire, les prévoir sur toute l'emprise de la construction ou, à défaut, sur une partie séparée par un joint parasismique.
- ✎ Dans le cas d'un radier, prévoir une bêche périphérique coulée à pleine fouille pour limiter un éventuel glissement horizontal.

- ↳ Éviter impérativement toute accumulation d'eau de ruissellement autour des constructions (drainage périphérique efficace avec des regards de visite à prévoir) ou tenir compte des poussées hydrodynamiques dans la conception des murs enterrés.

## 12. Risque radon

Nous rappelons que la commune est classée en catégorie 3 vis-à-vis de la concentration en radon. Des solutions existent pour réduire significativement la concentration en radon dans les habitations. Elles reposent sur deux types d'actions :

- ↳ Éliminer le radon présent dans le bâtiment en améliorant le renouvellement de l'air intérieur (renforcement de l'aération naturelle ou mise en place d'une ventilation mécanique adaptée).
- ↳ Limiter l'entrée du radon en renforçant l'étanchéité entre le sol et le bâtiment (colmatage des fissures et des passages de canalisations à l'aide de colles silicone ou de ciment, pose d'une membrane sur une couche de gravillons recouverte d'une dalle en béton, etc.). L'efficacité de ces mesures peut être renforcée par la mise en surpression de l'espace habité ou la mise en dépression des parties basses du bâtiment (sous-sol ou vide sanitaire lorsqu'ils existent), voire du sol lui-même.

## 13. Adaptations générales du projet

### 13.1. Niveaux bas

Les niveaux bas seront traités en planchers portés, sur vide sanitaire pour les volumes B à D.

### 13.2. Fondation de la structure

Compte tenu des éléments précédents, la solution de fondation suivante est envisageable :

#### ↳ Pour le bâtiment :

**Semelles** superficielles isolées ou filantes, ancrées indifféremment dans les **altérites (A)** et le **schiste décomposé (S1)** dont le toit a été rencontré dans les sondages n°1 à 24 entre 0.4 et 1.4 m de profondeur par rapport au terrain actuel.

Cette solution conduit à une contrainte de calcul de 250 kPa E.L.S. Si elle s'avère insuffisante, il faudra rechercher un ancrage plus important au sein des altérites et du schiste décomposé (à préciser selon les exigences du BET Structures).

#### ↳ Pour le groupe électrogène :

**Radier** assis dans un remblai technique mis en œuvre selon les préconisations du §19, compte-tenu du niveau du projet (79.5 N.G.F.) et du niveau du terrain actuel (~ 77.5 N.G.F.).

## MISSION G2 - phase AVP

### Ébauche dimensionnelle

## 14. Hypothèses de calculs

### 14.1. Sollicitations appliquées aux fondations et aux niveaux bas

Les sollicitations considérées par BETOM, vis à vis des E.L.S., sont les suivantes :

Charge verticale sur appuis isolés :  $G = 1000 \text{ kN}$  et  $Q = 250 \text{ kN}$

Charge verticale sur appuis continus :  $G = 200 \text{ kN/ml}$  et  $Q = 50 \text{ kN/ml}$

Surcharges uniformément réparties sur radier (groupe électrogène) :  $20 \text{ kPa}$

### 14.2. Terrassements prévus

Pour le bâtiment, il est prévu la réalisation d'une plate-forme en profil mixte, avec :

- ✎ Pour le volume A (RDC à 84.5 N.G.F.) : des déblais jusqu'à environ 3 m de hauteur au Sud et des remblais jusqu'à 2.5 m d'épaisseur au Nord ;
- ✎ Pour le volume B (VS entre 80.5 et 81.7 N.G.F.) : des déblais jusqu'à environ 1.2 m de hauteur au Sud et des remblais jusqu'à 0.5 m d'épaisseur au Nord ;
- ✎ Pour le volume C (VS entre 79.2 et 80.2 N.G.F.) : des déblais jusqu'à environ 3.8 m de hauteur au Sud et des remblais jusqu'à 1.0 m d'épaisseur au Nord ;
- ✎ Pour le volume D (VS à 77.8 N.G.F.) : des terrassements essentiellement en déblais sur 1.2 à 3.7 m de hauteur.

Pour les voiries, il est prévu :

- ✎ A l'Ouest du bâtiment : des déblais jusqu'à 2.6 m de hauteur au Sud et des remblais jusqu'à 1.6 m de hauteur au Nord ;
- ✎ Pour la cour logistique au Nord-Est et sa voie d'accès : des remblais entre 0.5 et 2.0 m de hauteur environ ;
- ✎ Pour les voiries et parking à l'Est du site : une plateforme essentiellement en légers déblais de l'ordre de 0.5 m de hauteur.

Enfin, les bassins nécessiteront des déblais sur 2.0 à 2.5 m de hauteur et les noues des déblais de 1.0 à 1.5 m de hauteur.

### 14.3. Synthèse géomécanique

Les caractéristiques retenues pour les calculs dans chacune des couches sont données dans le tableau ci-après.

Il convient de rappeler que des variations horizontales et/ou verticales inhérentes au passage d'un faciès à un autre sont toujours possibles mais difficiles à détecter en sondage. **De ce fait, les caractéristiques gardent un caractère représentatif, mais jamais absolu.**

Les caractéristiques pressiométriques correspondent approximativement à la valeur moyenne diminuée d'un demi écart-type pour la pression limite pressiométrique, et à la moyenne harmonique pour le module pressiométrique.

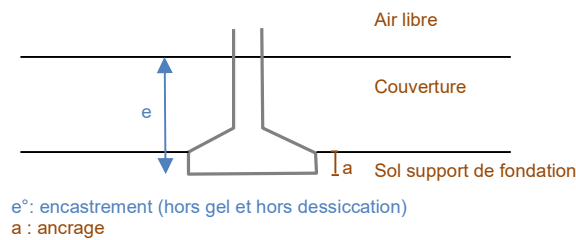
N°	Faciès	Profondeur de la base (m)	Catégorie de sol	Pénétromètre  $q_{\sigma}$ (MPa)	Pressiomètre			
					$P_l^*$ (MPa)	$E_M$ (MPa)	$\alpha$	$E_s$ (MPa)
TV/L	Recouvrement et limons	0.4 à 1.4	Argiles et limons	2	-	-	-	-
A	Altérites	1.0 à 4.7	Sol intermédiaire : Argiles et limons	6	1.0	15	1/2	30
S1	Schiste décomposé	Au-delà	Sol intermédiaire : Sables et graves	15	1.9	25	1/2	50

15. Fondations superficielles (bâtiment)

15.1. Géométrie

La profondeur sera adaptée au cas par cas pour respecter à la fois :

- une hauteur minimale d'encastrement de 0.8 m par rapport au **niveau fini extérieur** et 0.5 m par rapport au **niveau fini des vides sanitaires**,
- un ancrage d'au moins 0.5 m dans les **altérites (A)** et le **schiste décomposé (S1)**.



A titre indicatif, pour respecter ces paramètres en considérant les niveaux bas projetés, il faut s'attendre aux profondeurs suivantes (ancrage compris) au droit de chaque sondage :

Volume (cf. §10.1)	B	C					B	D
Sondage (Altitude N.G.F. de la tête)	1 (80.7)	2 (79.8)	3 (79.0)	4 (78.2)	5 (78.9)	6 (80.1)	7 (81.3)	8 (80.9)
Profondeur (m) / au terrain actuel	1.3	1.1	1.0	1.2	1.3	1.2	1.5	3.6
Cote N.G.F. d'assise de la fondation	79.4	78.7	78.0	77.0	77.6	78.9	79.8	77.3
Cote N.G.F. du niveau bas concerné	84.5	80.5					84.5	77.8
Profondeur (m) / au niveau bas	5.1	1.8	2.5	3.5	2.9	1.6	4.7	0.5
Cote N.G.F. du VS concerné	80.5	79.2			79.4		80.5	77.8
Profondeur (m) / au VS	1.1	0.5	1.2	2.2	1.8	0.5	0.7	0.5

Volume (cf. §10.1)	D			C		B		A
<b>Sondage</b> (Altitude N.G.F. de la tête)	<b>9</b> (79.8)	<b>10</b> (79.0)	<b>11</b> (79.5)	<b>12</b> (80.5)	<b>13</b> (81.8)	<b>14</b> (81.8)	<b>15</b> (82.9)	<b>16</b> (84.5)
Profondeur (m) / au terrain actuel	2.5	1.7	2.2	1.5	2.1	1.3	1.7	1.4
Cote N.G.F. d'assise de la fondation	77.3	77.3	77.3	79.0	79.7	80.5	81.2	83.1
Cote N.G.F. du niveau bas concerné	77.8			80.5		84.5		84.5
Profondeur (m) / au niveau bas	0.5	0.5	0.5	1.5	0.8	4.0	3.3	1.4
Cote N.G.F. du VS concerné	77.8			80.2		81.7		-
Profondeur (m) / au VS	0.5	0.5	0.5	1.2	0.5	1.2	0.5	-
Volume (cf. §10.1)	A	C	A		C	A		
<b>Sondage</b> (Altitude N.G.F. de la tête)	<b>17</b> (83.4)	<b>18</b> (81.9)	<b>19</b> (85.1)	<b>20</b> (85.6)	<b>21</b> (83.8)	<b>22</b> (84.0)	<b>23</b> (85.6)	<b>24</b> (87.4)
Profondeur (m) / au terrain actuel	1.6	2.2	1.4	1.9	4.1	1.2	1.9	3.7
Cote N.G.F. d'assise de la fondation	81.8	79.7	83.7	83.7	79.7	82.8	83.7	83.7
Cote N.G.F. du niveau bas concerné	84.5	80.5	84.5		80.5	84.5		
Profondeur (m) / au niveau bas	2.7	0.8	0.8	0.8	0.8	1.7	0.8	0.8
Cote N.G.F. du VS concerné	-	80.2	-		80.2	-		
Profondeur (m) / au VS	-	0.5	-	-	0.5	-	-	-

La largeur ne sera pas inférieure à 0.4 m pour des semelles filantes et 0.7 m pour des fondations ponctuelles (semelles, massifs), même si la contrainte admissible n'est pas atteinte dans ce cas, ceci pour des raisons de bonne exécution.

Les profondeurs minimales vis-à-vis des vides sanitaires ne tiennent pas compte du niveau du terrain naturel extérieur. Pour les fondations périphériques, il conviendra de retenir une profondeur respectant au moins 0.8 m sous le niveau du terrain fini extérieur et au moins 0.5 m celui du vide sanitaire.

## 15.2. Limitation de la charge aux États Limites de Services (méthode pressiométrique)

A l'E.L.S. caractéristique et quasi-permanent, conformément à la norme NF P 94-261 de juin 2013, le critère de limitation de la charge transmise au terrain nécessite de satisfaire la relation suivante :

$$\frac{V_d}{A'} \leq q'a = \frac{kp \cdot ple^* \cdot i\beta \cdot i\delta}{2.76} + \frac{A \cdot q_0}{A'}$$

Avec :

- ✓ q'a : contrainte admissible
- ✓  $V_d$  : valeur de calcul de la composante verticale de la charge transmise par la fondation superficielle au terrain
- ✓  $A'$  : surface effective de la fondation ( $A' = A$  sous charge verticale centrée)
- ✓  $q_0$  : contrainte totale verticale que l'on obtiendrait à la fin des travaux à la base de la fondation superficielle en l'absence de celle-ci



- ✓  $k_p$  : facteur de portance pressiométrique
- ✓  $ple^*$  : pression limite nette équivalente
- ✓  $i_\delta$  : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement  $\delta$
- ✓  $i_\beta$  : coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus de pente  $\beta$

### 15.3. État limite de service vis-à-vis des déformations

Les tassements (S) sont calculés à l'E.L.S. quasi-permanent, selon les formules pressiométriques classiques, avec les caractéristiques précédemment citées conformément à la norme NF P 94-261 de juin 2013.

### 15.4. Résultats récapitulatifs

Les principaux résultats du calcul des contraintes admissibles et des tassements sous fondations sont rassemblés dans le tableau suivant. Les résultats sont obtenus en considérant des charges verticales centrées (coefficient  $i_\delta$  ici pris égal à 1). Ils devront être complétés par des notes de calcul en phase Projet (PRO).

Largeur (m)	$V_d$ (kN ou kN/ml)	$ple^*$ (kPa)	De (m)	$k_p$	$q_0$ (kPa)	Contrainte admissible $q'a$ E.L.S. (kPa)	Contrainte admissible retenue $q'a$ E.L.S. (kPa)	$\frac{V_d}{A'}$ (kPa)	$\frac{V_d}{A'} \leq q'a$	S (cm)
<b>Semelle carrée ancrée dans les altérites (A) ou le schiste décomposé (S1) vers 0.8 m de profondeur</b>										
1.5	500 <sup>(1)</sup>	1000	0.32	0.88	14	332	<b>250</b>	222	vérifié	0.3 à 0.5
2.0	1000 <sup>(1)</sup>	1000	0.34	0.87	14	329	<b>250</b>	250	vérifié	0.4 à 0.6
2.3	1250 <sup>(1)</sup>	1000	0.34	0.86	14	326	<b>250</b>	189	vérifié	0.4 à 0.6
<b>Semelle filante ancrée dans les altérites (A) ou le schiste décomposé (S1) vers 0.8 m de profondeur</b>										
0.4	50 <sup>(1)</sup>	1000	0.30	0.93	14	351	<b>250</b>	125	vérifié	0.1 à 0.2
0.6	150 <sup>(1)</sup>	1000	0.30	0.90	14	340	<b>250</b>	250	vérifié	0.3 à 0.4
1.0	250 <sup>(1)</sup>	1000	0.31	0.87	14	329	<b>250</b>	250	vérifié	0.4 à 0.6

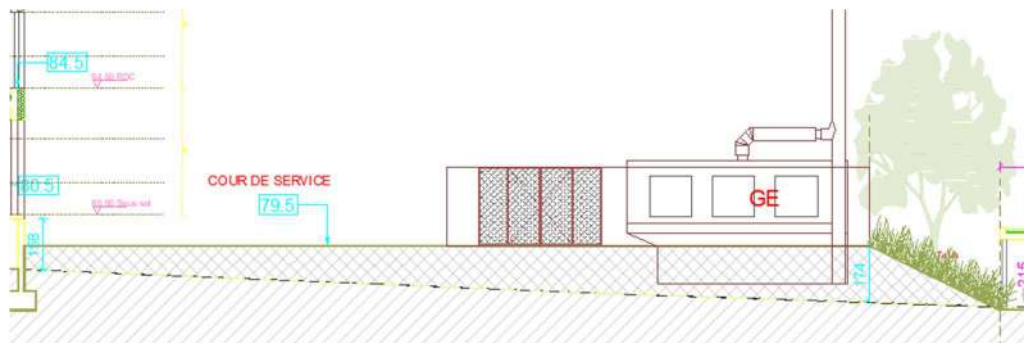
La contrainte admissible retenue a été limitée à **250 kPa E.L.S.** (410 kPa E.L.U.) pour tenir compte des risques d'hétérogénéité ponctuelle au sein des altérites et des conditions de réalisation des fondations.

<sup>(1)</sup> : Cette valeur ne tient pas compte du poids du béton de la fondation, qui devra être intégré dans les charges de structure  $V_d$  définies en phase Projet.

## 16. Fondations superficielles de type radier (groupe électrogène)

### 16.1. Géométrie des bêtes périphériques

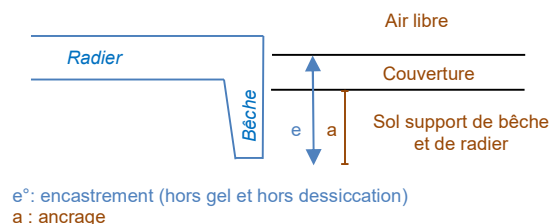
La cote du radier du groupe électrogène est supposée établie au même niveau que la cour logistique soit vers 79.5 N.G.F. Le niveau du terrain actuel est établi vers 77.5 N.G.F. ce qui impose la réalisation d'une plateforme en remblai de l'ordre de 2 m d'épaisseur. La réalisation des terrassements devra respecter les préconisations du § 19.



Coupe de la plateforme logistique avec groupe électrogène au Nord-Est

La profondeur des bêtes périphériques sera adaptée au cas par cas pour respecter à la fois :

- une hauteur minimale d'encastrement de 0.5 m,
- un ancrage d'au moins 0.3 m dans le remblai technique



e°: encastrement (hors gel et hors dessiccation)  
a : ancrage

### 16.2. Limitation de la charge aux États Limites de Services (Méthode pressiométrique)

A l'E.L.S. caractéristique et quasi-permanent, conformément à la norme NF P 94-261 de juin 2013, le critère de limitation de la charge transmise au terrain nécessite de satisfaire la relation suivante :

$$\sigma_{V;d} \leq q'a = \frac{k_p \cdot p_{le}^* \cdot i\beta \cdot i\delta}{2.76} + q_0$$

Avec :

- ✓  $\sigma_{V;d}$  : valeur de calcul de la contrainte transmise par le radier au terrain
- ✓  $q'a$  : contrainte admissible
- ✓  $q_0$  : contrainte totale verticale que l'on obtiendrait à la fin des travaux à la base de la fondation superficielle en l'absence de celle-ci
- ✓  $k_p$  : facteur de portance pressiométrique
- ✓  $p_{le}^*$  : pression limite nette équivalente
- ✓  $i\delta$  : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement  $\delta$
- ✓  $i\beta$  : coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus de pente  $\beta$

### 16.3. Modèle géotechnique

Les caractéristiques retenues pour les calculs dans chacune des couches sont données dans le tableau ci-après.

N°	Faciès	Cote N.G.F. du toit (m)	Catégorie de sol	Pénétrromètre $q_d$ (MPa)	Pressiomètre			
					$P^*$ (MPa)	$E_M$ (MPa)	$\alpha$	$E_s$ (MPa)
R	Remblai technique	79.2	Sables et graves	-	1.0	10	1/2	20
A	Altérites	76.4	Sol intermédiaire : Argiles et limons	6	1.0	15	1/2	30
S1	Schiste décomposé	75.0	Sol intermédiaire : Sables et graves	15	1.9	25	1/2	50

### 16.4. Résultats récapitulatifs

Les principaux résultats du calcul des contraintes admissibles et des tassements sous fondations sont rassemblés dans le tableau suivant. Les résultats sont obtenus en considérant des charges verticales centrées (coefficient  $i_0$  ici pris égal à 1). Ils devront être complétés par des notes de calcul en phase Projet (PRO).

$\sigma_{V;d}$ (kPa) <sup>(1)</sup>	$ple^*$ (kPa) <sup>(2)</sup>	kp	$q_0$ (kPa)	Contrainte admissible retenue q'a <b>E.L.S.</b> (kPa)	$\sigma_{V;d} \leq q' a$
27.5	1000	0.8	0	<b>30</b>	vérifié

<sup>(1)</sup> Valeur de calcul incluant le poids propre du radier (7.5 kPa pour un radier de 0.3 m d'épaisseur)

<sup>(2)</sup> Valeur retenue dans le remblai technique sous réserve d'une exécution soignée selon les recommandations du § 19.

La contrainte admissible retenue sera limitée à 30 kPa aux E.L.S. afin de tenir compte des éventuelles hétérogénéités et des conditions de réalisation du radier.

### 16.5. Tassements sous remblais et radier

#### 16.5.1. Méthode et hypothèses de calculs

Les tassements ont été calculés à l'aide du module TASSELDO du logiciel FOXTA v3. Les hypothèses de justification prises en compte sont les suivantes :

- Épaisseur de remblais rapportés : 1.7 m max. (poids volumique de 20 kN/m<sup>3</sup> considéré)
- Dimension de la zone de remblai : 27 m x 30 m (cour logistique)
- Cotes altimétriques du dessus des radiers : 79.5 N.G.F.
- Radier en béton armé d'une épaisseur de 30 cm
- Dimensions du radier : 3 m x 8 m
- Modèles géotechniques du § 16.3 avec coefficient de Poisson de 0.33

#### 16.5.2. Résultats

Les résultats ainsi obtenus sont synthétisés dans le tableau ci-dessous les suivants :

Cas de charge sur radier	Cote projet à + 1.7 m / Terrain actuel
Terrassements	+ 0 à + 34 kPa (croissant du Sud-Ouest au Nord-Est)
Surcharge d'exploitation max	+ 20 kPa
Poids du radier	+ 7.5 kPa
<b>Cumul sous radier <math>p</math> max</b>	+ 61.5 kPa
<b>Tassements totaux théoriques</b>	0.6 cm

On obtient des tassements sous le poids des remblais et du radier et sous des surcharges d'exploitation de l'ordre de 0.6 cm. Cette valeur reste assujettie à une exécution soignée du remblai technique support du radier conformément aux préconisations du § 19.

## 17. Protection des ouvrages enterrés vis-à-vis de l'eau

Il a été dit précédemment que des niveaux d'eau avaient été relevés dans les piézomètres vers 76.1 N.G.F. soit environ 1.7 m sous le niveau de vide-sanitaire le plus bas.

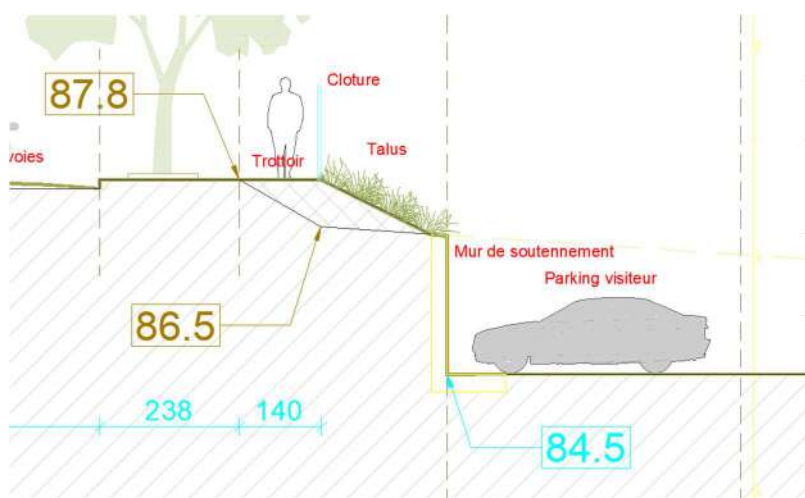
Une protection des murs enterrés (même partiellement) contre l'humidité est à prévoir, par exemple : système drainant périphérique (DTU 20.1). Ces systèmes sont à définir dans le cadre d'une mission de conception.

Ces dispositions devront être confirmées à l'issue du suivi piézométrique.

## 18. Soutènements

Le projet implique l'exécution de soutènements :

- En limite Ouest, entre la rue du Bois Rougé et le parking, avec une hauteur soutenue maximale de 2.0 m, prolongé en talus, et un linéaire de l'ordre de 50 m ;



- Au Sud de l'accès personnel, entre la terrasse du personnel et les espaces verts au Sud, avec une hauteur soutenue estimée à 4 m correspondant à la différence entre le niveau de RDC et R+1 du volume B (coupe non représentée sur les plans transmis).

Ces ouvrages pourront être calculés en adoptant les hypothèses de sol ci-après, qui sont issues d'estimations probables établies par corrélations entre faciès géologiques et caractéristiques mécaniques connues.

N°	Faciès	Cote du toit		Poids volumique (kN/m <sup>3</sup> )	$\varphi'$ (°)	$c'$ (kPa)
		Ouest	Sud terrasse			
R	Remblais d'apport (Sable ou graves compactées)	86.5	84.5	20	35	0
L	Limons	-	79.3	18	22	2
A	Altérites	86.4	78.1	19	28	5
S1	Schiste décomposé	86.0	77.4	20	35	10

Les limites de faciès sont basées respectivement sur les sondages n°19 et 11.

Dans l'hypothèse de **soutènements classiques** avec talutage provisoire et remblaiement derrière l'ouvrage, on devra tenir compte également de la poussée du remblai ; elle dépend de sa nature et de la mise en œuvre. Il est conseillé de disposer un remblai de sable ou de grave, compacté par couches minces (voir tableau ci-dessus).

## 19. Terrassements et assise des voiries et radiers

**Nota** : les indications des chapitres suivants, fournies en estimant des conditions normales d'exécution pendant les travaux, seront à adapter aux conditions réelles rencontrées : intempéries et niveau de nappe, matériels utilisés, provenance et qualité des matériaux, phasages, plannings et précautions particulières. Nous rappelons que **les conditions d'exécution sont absolument prépondérantes pour obtenir le résultat attendu**, qu'elles ne peuvent être définies précisément actuellement et que seules des orientations peuvent être retenues à ce stade de l'étude.

### 19.1. Classification des sols

Rappelons que selon la norme NF P 11-300, les matériaux à terrasser appartiennent aux classes GTR suivantes :

- ↳ A<sub>1</sub> pour les limons
- ↳ A<sub>1</sub> et B<sub>5</sub> pour les altérites
- ↳ B<sub>5</sub> pour le schiste décomposé

### 19.2. Traficabilité

Les formations limoneuses rencontrées sont très sensibles aux variations de teneur en eau et donc aux intempéries. Des précipitations même peu importantes produiront une diminution très nette de la portance pouvant conduire à l'interruption du chantier.



### 19.3. Terrassabilité des matériaux

La réalisation des déblais ne présentera pas de difficultés particulières d'extraction sur les hauteurs envisagées. Les sondages à la pelle n'ont rencontré aucun refus ou baisse de rendement significative au sein du substratum schisteux décomposé.

Les rendements pourront éventuellement être réduits en cas de remontée du toit schisteux peu altéré et nécessiter ponctuellement l'emploi d'engins ou de procédés spéciaux (pelle puissante, brise-roche, ...).

### 19.4. Drainage en phase chantier

Les venues d'eau pouvant apparaître en cours de terrassement seront collectées en périphérie et évacuées en dehors de la plateforme.

En cas de conditions météorologiques défavorables, la qualité médiocre des sols superficiels (limons argileux) nécessitera de procéder à un drainage dès le démarrage du chantier (rigoles, épi, épuisement périphérique).

La plate-forme devra être protégée contre les arrivées d'eau locales, dressée de manière à éviter toute stagnation et permettre l'évacuation des eaux pluviales vers un exutoire.

### 19.5. Talus provisoires et définitifs (bassins)

Les talus provisoires de la fouille, hors mitoyenneté et jusqu'à 4 m de hauteur, pourront être dressés avec une pente de :

- 3 de base / 1 de hauteur (3H/1V) au sein des horizons de recouvrement (terre végétale et limons),
- 3 de base / 2 de hauteur (3H/1V) au sein des altérites et du schiste décomposé,

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

A noter que des hétérogénéités, même de quelques mètres, peuvent être rencontrées au fur et à mesure de l'ouverture et provoquer des éboulements locaux. L'ensemble des talus devra être protégé des intempéries par des feuilles de polyane soigneusement fixées.

Pour des hauteurs plus importantes ou pour des talus plus raides, un blindage provisoire ou un soutènement est à prévoir, suivant un prédimensionnement et un suivi géotechniques (mission spécifique dans ces cas).

### 19.6. Purges et préparation du fond de forme

**La terre végétale, le limon et les remblais**, correspondant à des épaisseurs de 0.6 à 1.4 m au droit des sondages, **devront être entièrement décapés**.

Dans la zone de la plateforme en remblais existante au Sud-Ouest du site, où les remblais atteignent 2.1 m d'épaisseur (sondage n°26), pour des raisons économiques, les purges de remblais pourront être limitées à 1 m d'épaisseur sous le niveau fini **pour les voiries uniquement**, en prenant soin d'obtenir une portance suffisante validée par des essais de plaque. Dans le cas contraire, les purges devront être approfondies. Cette solution suppose la mise en œuvre d'une structure de chaussée souple type GNT ainsi que des rechargements périodiques en cas de dégradation.

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

Selon le GTR, la mise en œuvre correcte de la couche de forme nécessite un fond de forme ayant un module  $Ev_2$  de l'ordre de 15 à 20 MPa pour une couche de forme en matériaux granulaires.

A cet effet, les travaux préparatoires consisteront à :

1°) Purger les éventuelles poches médiocres et les sols détériorés par les engins de terrassement ou par les eaux de pluie.

2°) Compacter la plate-forme à 95% de l'Optimum Proctor Normal (O.P.N.).

Cette opération ne sera réalisable dans les sols en place que si ces derniers présentent une teneur en eau voisine de l'O.P.N.

Dans le cas contraire (à la suite d'intempéries par exemple) et s'il est impossible d'attendre que le terrain s'assainisse, on devra envisager successivement :

- a) un *cloutage* par incorporation jusqu'à refus d'éléments roulés ou concassés type 100/300 mm,
- b) la mise en place d'un *géotextile non-tissé* et d'une *sous-couche* de 25 cm minimum en matériaux d'apports granulaires insensibles à l'eau.

## 19.7. Réutilisation des matériaux de déblai

Dans le cas où la réutilisation de certains matériaux serait envisagée, des essais de laboratoire complémentaires devront être effectués afin de vérifier soit leur aptitude au traitement (limons argileux, altérites), leur résistance mécanique (schiste décomposé à altéré) et estimer l'état hydrique des matériaux au démarrage et pendant les terrassements afin de pouvoir adapter la procédure de mise en œuvre en conséquence.

### 19.7.1. Remblais existants et terre végétale

Compte tenu de leur caractère hétérogène, ces matériaux sont inaptes au réemploi en remblai et couche de forme. Ils seront mis en décharge ou stockés dans les zones d'espaces verts.

### 19.7.2. Limons ( $A_1$ )

Ces sols changent brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau, en particulier lorsque leur teneur en eau naturelle  $W_n$  est proche de leur teneur en eau optimum Proctor WOPN.

Les essais réalisés sur ces sols montrent une teneur en eau optimale de 16%. On constate une chute brutale de l'indice CBR pour des teneurs en eau supérieures.

Ces matériaux sont difficiles à utiliser en remblais du fait de leur faible portance et du risque de matelassage lorsqu'ils sont humides. S'ils sont secs, ils sont difficiles à compacter. La possibilité de réemploi et la nécessité de réaliser un traitement particulier des matériaux (drainage préalable, traitement avec un réactif adapté, arrosage, ...) dépend de leur état hydrique au moment de la réalisation des terrassements. Toutefois, même dans un état hydrique moyen, où leur emploi est relativement aisé, nous rappelons que leur forte sensibilité aux conditions météorologiques peut rapidement conduire à des arrêts de chantier.

Nous déconseillons fortement leur réemploi en remblai sous peine de difficultés d'exécution importantes.

### **19.7.3. Altérites et schiste décomposé (A<sub>1</sub> et B<sub>5</sub>)**

Pour les altérites avec une fraction limoneuse importante, classées en A<sub>1</sub>, leur comportement sera similaire à celui décrit précédemment. Nous déconseillons leur réemploi en remblai sous peine de difficultés d'exécution importantes sauf dispositions spécifiques permettant de garantir leur état hydrique.

En classe B<sub>5</sub>, la grande sensibilité à l'eau des sols de cette classe implique nécessairement de les traiter pour les utiliser en couche de forme. Ce traitement peut être un traitement aux liants hydrauliques pour les moins argileux ou un traitement associant chaux + liant hydraulique pour les plus argileux et les plus humides. Ces sols se traitent le plus souvent en place et éventuellement en centrale après les avoir traités en place à la chaux.

## **19.8. Remblais support de voiries et radier**

### **19.8.1. Réutilisation des matériaux de déblai**

Cf. 19.7

### **19.8.2. Matériaux d'apport**

Les matériaux retenus devront être conformes à la norme NFP11-300 et en particulier répondre aux exigences suivantes pour les couches de forme : VBS < 0.1 et MDE < 45.

Il sera privilégié des matériaux de type R<sub>61</sub> ou D<sub>31</sub>.

La granulométrie des remblais pourra être de type 0/80 mm à 0/150 mm sous réserve de garantir un matériau bien gradué. Les matériaux seront mis en œuvre en respectant une granulométrie progressivement décroissante vers le sommet.

Les matériaux comprenant des granulométries supérieures pouvant gêner l'exécution des fondations seront exclus.

### **19.8.3. Contrôles**

L'épaisseur de chacune des couches mises en œuvre ne dépassera pas les valeurs limites indiquées dans les recommandations GTR, en tenant compte de la classe de sol et du type d'engin de compactage utilisé.

Un contrôle régulier au fur et à mesure de l'avancement du remblai sera nécessaire. Ce contrôle est à prévoir à chaque couche de matériaux mise en œuvre et compactée. On prévoira a minima :

- ↳ Des essais de contrôle tous les 60 cm d'épaisseur ;
- ↳ Des essais de contrôle en réception du remblai avant mise en œuvre de la couche de forme ;
- ↳ Des essais de contrôle en réception de la couche de forme.

Le nombre d'essai pour chaque campagne sera au minimum 3 plus un point pour chaque tranche de 1000 m<sup>2</sup>.

Repérage	Couche intermédiaire éventuelle		Couche finale (couche de forme)		
	Ev <sub>2</sub> (MPa)	Ev <sub>2</sub> /Ev <sub>1</sub>	Ev <sub>1</sub> (MPa)	Ev <sub>2</sub> (MPa)	Ev <sub>2</sub> /Ev <sub>1</sub>
<b>Radier</b> (20 kPa)	50 à 70	< 2.0	-	50	< 2.2
<b>Voiries</b> (objectif de type PF2)	30 à 50	< 2.0	30	50	< 2.0
Les valeurs données ci-dessus doivent être confirmées par des planches d'essai au démarrage des travaux. Les seuils proposés peuvent évoluer selon les hypothèses prises en compte par les BET pour le dimensionnement des radiers et voiries					

Ces valeurs devront être confirmées par des planches d'essai au démarrage des travaux et pendant la montée du remblai. Les valeurs seuils proposées peuvent évoluer selon les hypothèses prises en compte par le BET pour le dimensionnement du radier.

Nous rappelons que **KORNOG géotechnique** est en mesure d'effectuer les planches d'essais et les contrôles de compactage, en contrôle intérieur pour le compte de l'entreprise, ou en contrôle extérieur pour le compte du maître d'ouvrage.

## 19.9. Assise de voiries

Une fois les déblais, drainages et remblais exécutés, selon les indications des paragraphes précédents, la pose des voiries sera précédée de la finition de la plate-forme.

Texte de référence : « Guide pour la construction des chaussées à faible trafic – Bretagne – Pays de Loire 2002 ».

### 19.9.1. Partie Supérieure des terrassements (P.S.T.)

Compte tenu des reconnaissances réalisées, la P.S.T. (Partie Supérieure des Terrassements) au niveau des voiries sera constituée de sols pouvant être caractérisés suivant les secteurs, de **peu déformables mais sensibles à l'eau et déformables à très déformables**.

### 19.9.2. Couche de forme

A titre d'exemple, l'**épaisseur minimale** de la couche de forme pour une classe de portance PF2 pourra être de :

Nature du fond de forme	Voiries	
	VL	PL
<b>Sols déformables à très déformables</b>	0.6 m (0.4 de 0/150 + 0.2 m de 0/63)	0.8 m (0.6 m de 0/150 + 0.2 m de 0/63)

**KORNOG géotechnique** est en mesure d'effectuer les planches d'essais et les contrôles de compactage, en contrôle intérieur pour le compte de l'entreprise, ou en contrôle extérieur pour le compte du maître d'ouvrage.

L'épaisseur de la couche de forme peut éventuellement être réduite si un géotextile est placé directement au-dessous (cf. Emploi des géotextiles en couche de forme- C.F.G.G.).

**Nota** : Ceci n'est donné qu'à titre d'exemple. Les matériaux disponibles sur place peuvent conduire à des dimensionnements de structure très différents. Nous nous tenons à disposition pour en vérifier la définition et les possibilités.

## 19.1. Remblais contigus

Le remblai à l'amont des voiles enterrés (par exemple à l'Ouest du bâtiment) sera constitué de matériaux granulaires ( $D_{max} < 50\text{mm}$  et passant à  $80\mu\text{m} < 12\%$ ), non évolutifs, non gonflants, insensibles à l'eau, non érodables et présentant des paramètres physico-chimiques non agressifs vis-à-vis du béton et des armatures.

Les remblais contigus aux voiles seront mis en œuvre conformément au GTR et au guide de remblayage des tranchées, en recherchant un objectif de compactage minimal de type q4, soit au minimum un compactage à 95% de l'Optimum Proctor Normal (O.P.N.).

L'épaisseur de chacune des couches mises en œuvre sera fonction de la classe de sol et du type d'engin de compactage utilisé. Le compactage de ces matériaux sera réalisé au moyen de compacteurs légers.

Leur mise en œuvre sera accompagnée d'un dispositif de drainage comprenant a minima un drain de pied en relation avec un exutoire pérenne.

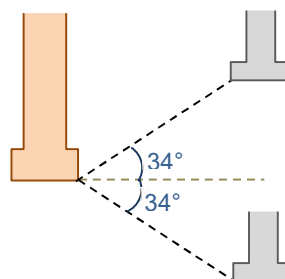
## 20. Dispositions constructives et précautions particulières

### 20.1. Fondations superficielles

La mise hors gel et hors dessiccation des fondations sera à assurer par un encastrement intérieur et extérieur suffisant (ici, 0.5 m vis-à-vis du vide sanitaire et 0.8 m vis-à-vis du terrain fini extérieur m au minimum).

La reconnaissance ayant mis en évidence des variations de niveau du toit du sol de fondation, il faut s'attendre à des adaptations locales (surprofondeurs).

Des fondations établies à des niveaux différents ou à proximité de talus, doivent respecter la règle des 3 de base pour 2 de hauteur entre arêtes de fondations et/ou pied de talus, à moins de dispositions particulières.



Les fondations doivent être coulées à pleine fouille impérativement et non coffrées sur une plateforme préterrassée ou reconstituée.

Afin d'éviter une décompression du sol de fondation, ce dernier devra être protégé immédiatement et au minimum par un béton de propreté. Tout sol mou ou décomprimé localement sera purgé et remplacé par un béton maigre ou similaire.

## 21. Aléas géotechniques et conditions contractuelles

Le présent rapport et ses annexes constituent un **tout indissociable**. La mauvaise utilisation qui pourrait en être faite suite à une communication ou une reproduction partielle ne saurait engager **KORNOG géotechnique**.

Les reconnaissances de sol procédant par sondages ponctuels, les résultats nécessairement extrapolés à l'ensemble du site laissent forcément des aléas (exemple : hétérogénéité locale), qui peuvent entraîner des **adaptations à l'exécution** qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.

Toutes **modifications** dans l'implantation, la conception, l'importance des constructions, les hypothèses prises en compte (voir chapitre « Présentation » du présent rapport) peuvent conduire à des remises en cause de nos prescriptions et conclusions. Une nouvelle mission devra alors être demandée à **KORNOG géotechnique**, pour réadapter ou valider par écrit le nouveau projet.

Tout **élément nouveau** mis en évidence lors de l'exécution des fondations et n'ayant pu être détecté au cours des reconnaissances de sol (exemples : dissolution, cavité, hétérogénéité localisée, venues d'eau, instabilité locale, etc.) doit nous être signalé, car pouvant rendre caduques certaines de nos recommandations.

Ce rapport vient terminer la phase AVP de la mission G2, confiée à **KORNOG géotechnique**. L'attention du Maître d'Ouvrage est attirée sur l'**enchaînement prévu ensuite par la norme NF P 94-500** : les phases PRO et DCE/ACT de la mission G2 puis les missions G3 (à charge de l'entreprise) et G4.

**KORNOG géotechnique** reste à l'entière disposition du Maître d'Ouvrage pour la réalisation de ces missions en phase de conception puis d'exécution.

Dans le cadre de ces missions, ou de façon plus limitative dans le cadre d'une mission G5, les risques résiduels suivants doivent être étudiés :

- ↳ **Topographie** : Le relevé topographique communiqué a visiblement été réalisé avant aménagement de la plateforme en remblais au Sud-Ouest du site. Nous recommandons la réalisation d'un levé complémentaire en limite Ouest du site afin de préciser les hauteurs de déblais et remblais du projet dans ce secteur.
- ↳ **Niveaux d'eau** : Pour préciser les dispositions à prendre pour la protection des parties enterrées, il est prévu le suivi sur un an des piézomètres. Le cas échéant, le fonctionnement hydrogéologique du site devra être étudié par un bureau d'étude spécialisé.

Fait à VANNES

Le chargé d'affaire,

Adrien JOUMARD



# ANNEXE 1 : MISSIONS GÉOTECHNIQUES

## DE LA NORME NF P 94-500 DE NOVEMBRE 2013

**Tableau 1 – Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique**

Enchaînement des mission G1 à G4	Phase de la maîtrise d'œuvre	Missions 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)		Premières adaptations 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 justification 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 : Étude géotechnique 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, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET / AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
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

**Tableau 2 – Classification des missions types d'ingénierie géotechnique**

<p>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.</p>
<p><b>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</b></p> <p>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 de son mandataire. Elle comprend deux phases :</p> <p><u>Phase étude de site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire ou d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.</li> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant, pour le site étudié, un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.</li> </ul> <p><u>Phase principes généraux de construction (PGC)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire ou d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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 sol).</li> </ul>
<p><b>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</b></p> <p>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 de son mandataire et réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, fondations, pentes des talus, fondations, assises des dallages et voiries, amélioration de sol, dispositions générales vis-à-vis des nappes et 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.</li> </ul> <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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 des talus, fondations, assises des dallages et voiries, amélioration de sol, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.</li> </ul> <p><u>Phase DCE/ACT</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 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).</li> <li>— 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.</li> </ul>

**Tableau 2 – Classification des missions types d'ingénierie géotechnique (suite)**

**ÉTAPE 3 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)**

**ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (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 des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasage 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'EXÉCUTION (G4)**

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechnique d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou de son mandataire et 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 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 géotechnique seront réalisées ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 2 et/ou 3).

# ANNEXE 2 : SONDAGES ET ESSAIS

## IN SITU

### **24 sondages de reconnaissance géologique à la pelle mécanique :**

- ↳ coupe détaillée des sols
- ↳ venue d'eau éventuelle

### **30 sondages au pénétromètre dynamique lourd :**

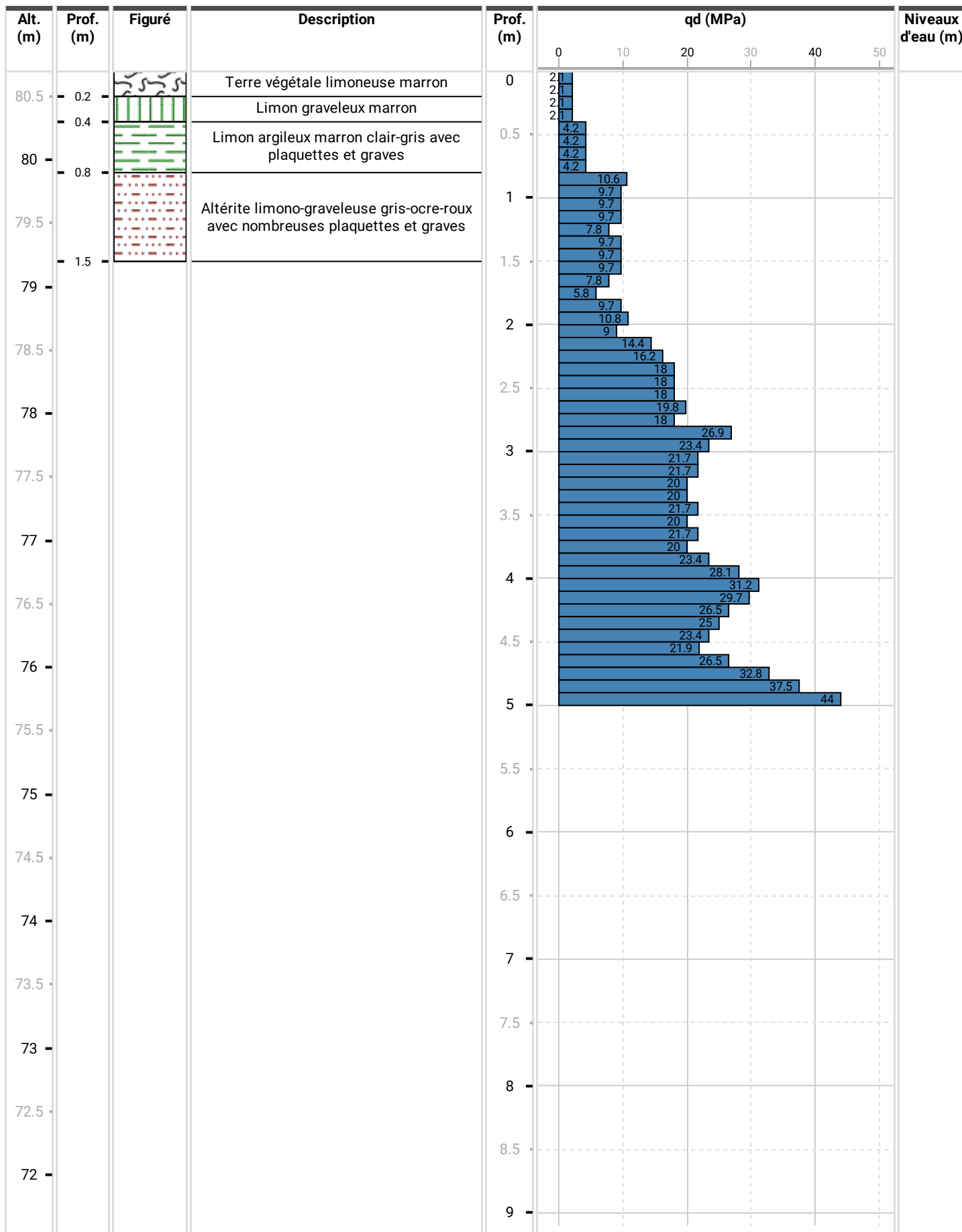
- ↳ diagramme donnant, en fonction de la profondeur, la résistance dynamique  $q_d$  calculée selon la formule des Hollandais
- ↳ présence d'eau éventuelle (niveau non stabilisé)

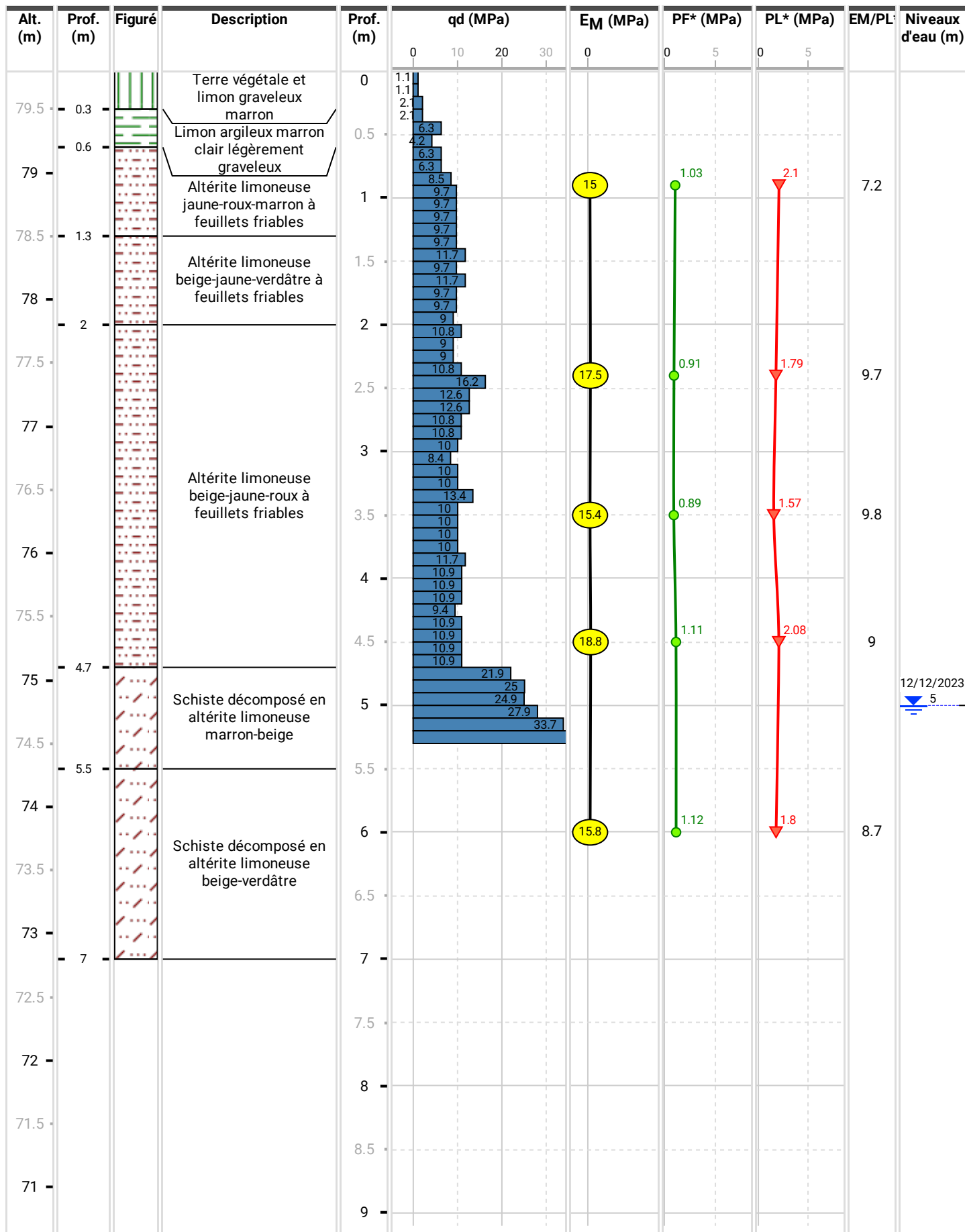
### **7 forages à la tarière continue hélicoïdale pour essais pressiométriques :**

- ↳ coupe approximative des sols
- ↳ schéma du piézomètre mis en place
- ↳ présence d'eau éventuelle (niveau non stabilisé)

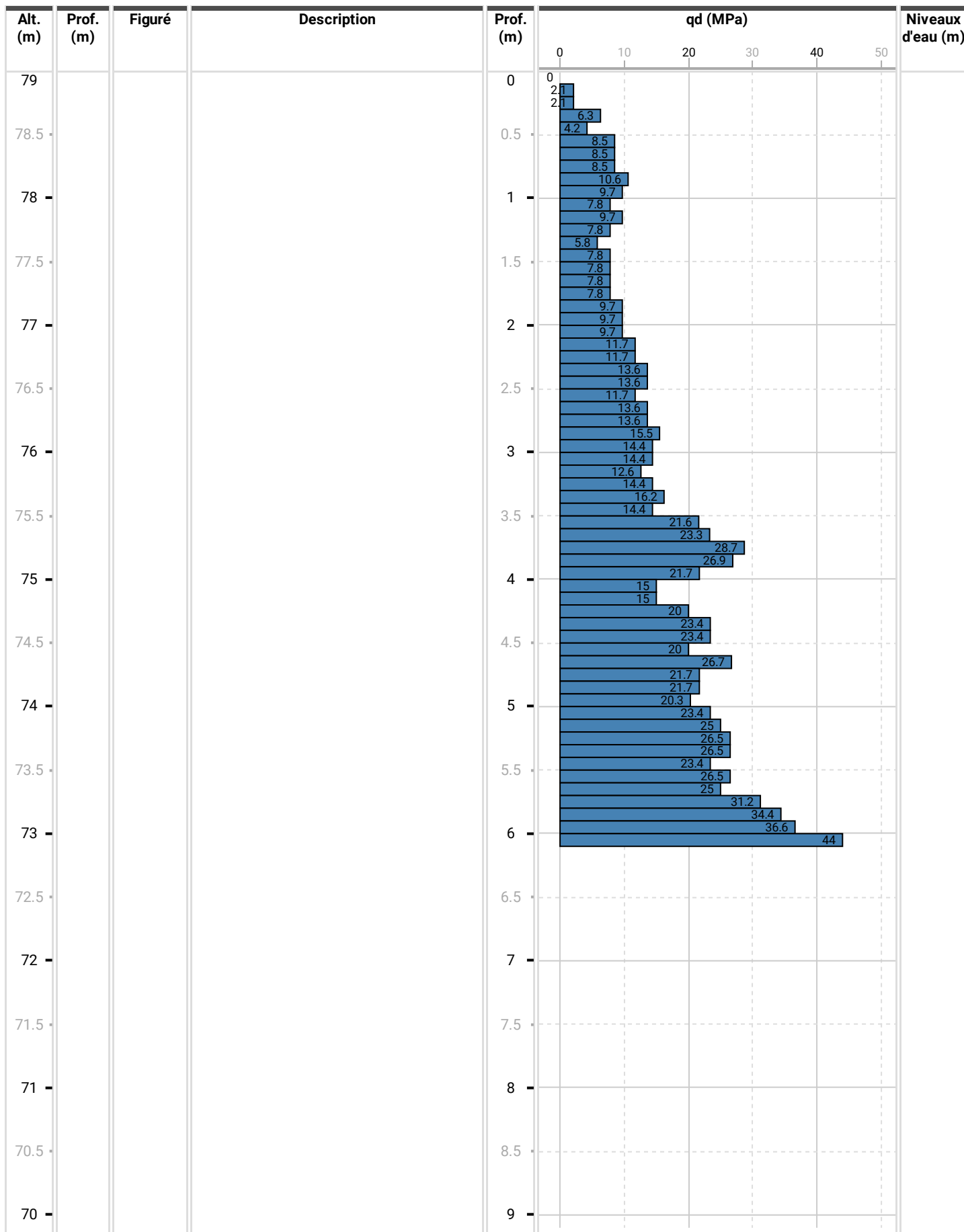
et, pour chaque **essai pressiométrique** :

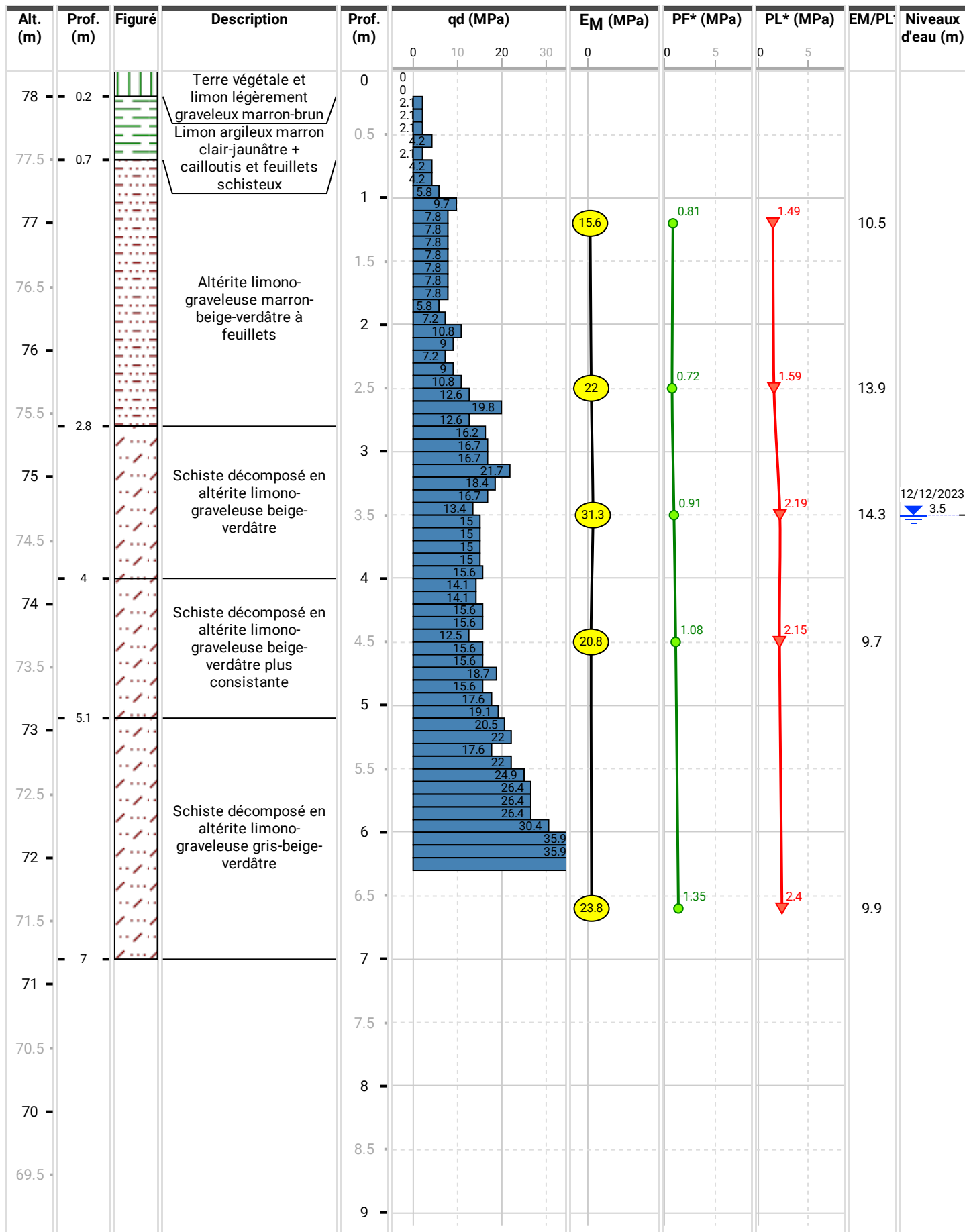
- |                            |               |
|----------------------------|---------------|
| ↳ module pressiométrique   | $E_M$ (MPa)   |
| ↳ pression limite nette    | $p_l^*$ (MPa) |
| ↳ pression de fluage nette | $p_f^*$ (MPa) |
| ↳ rapport                  | $E_M / p_l^*$ |





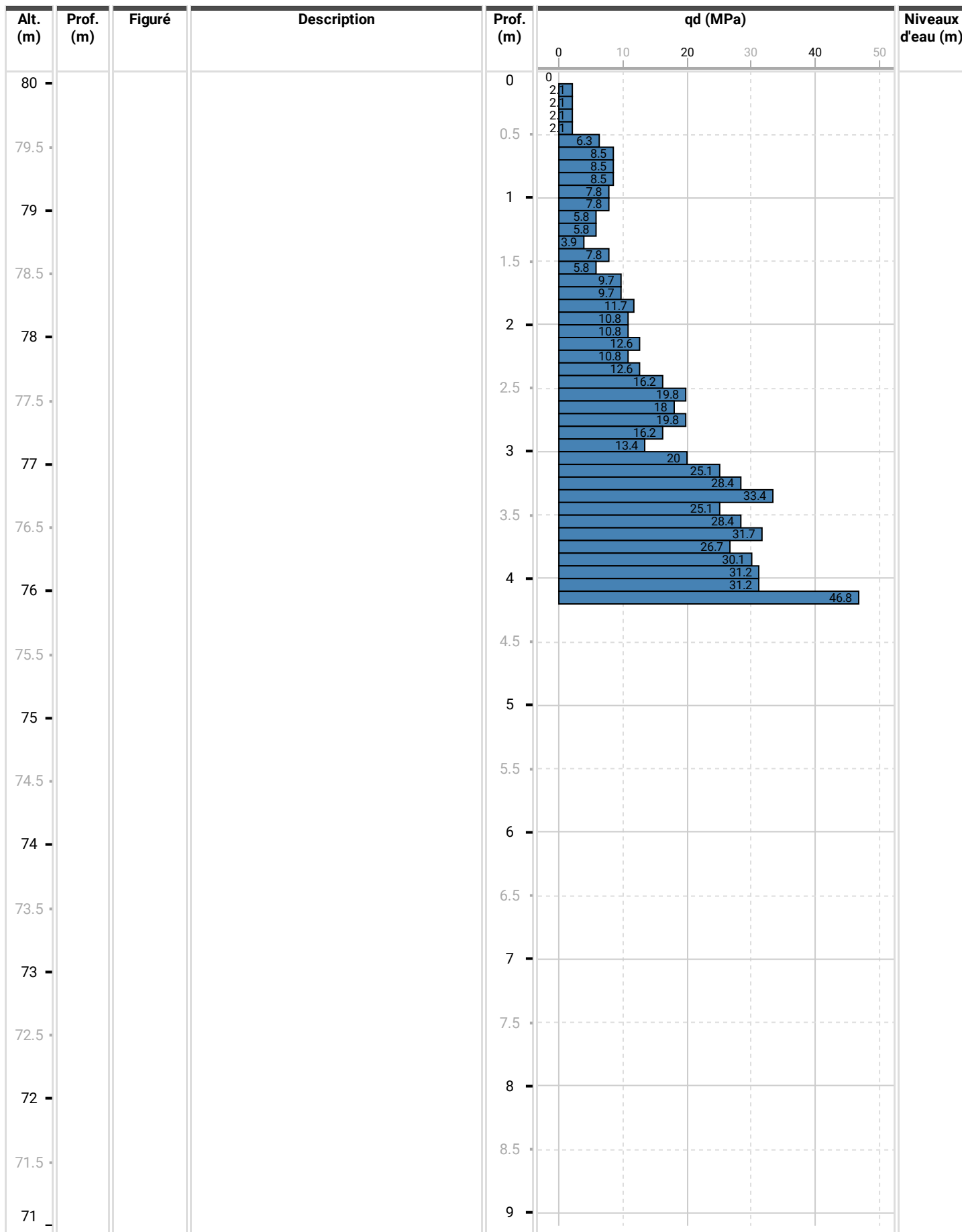


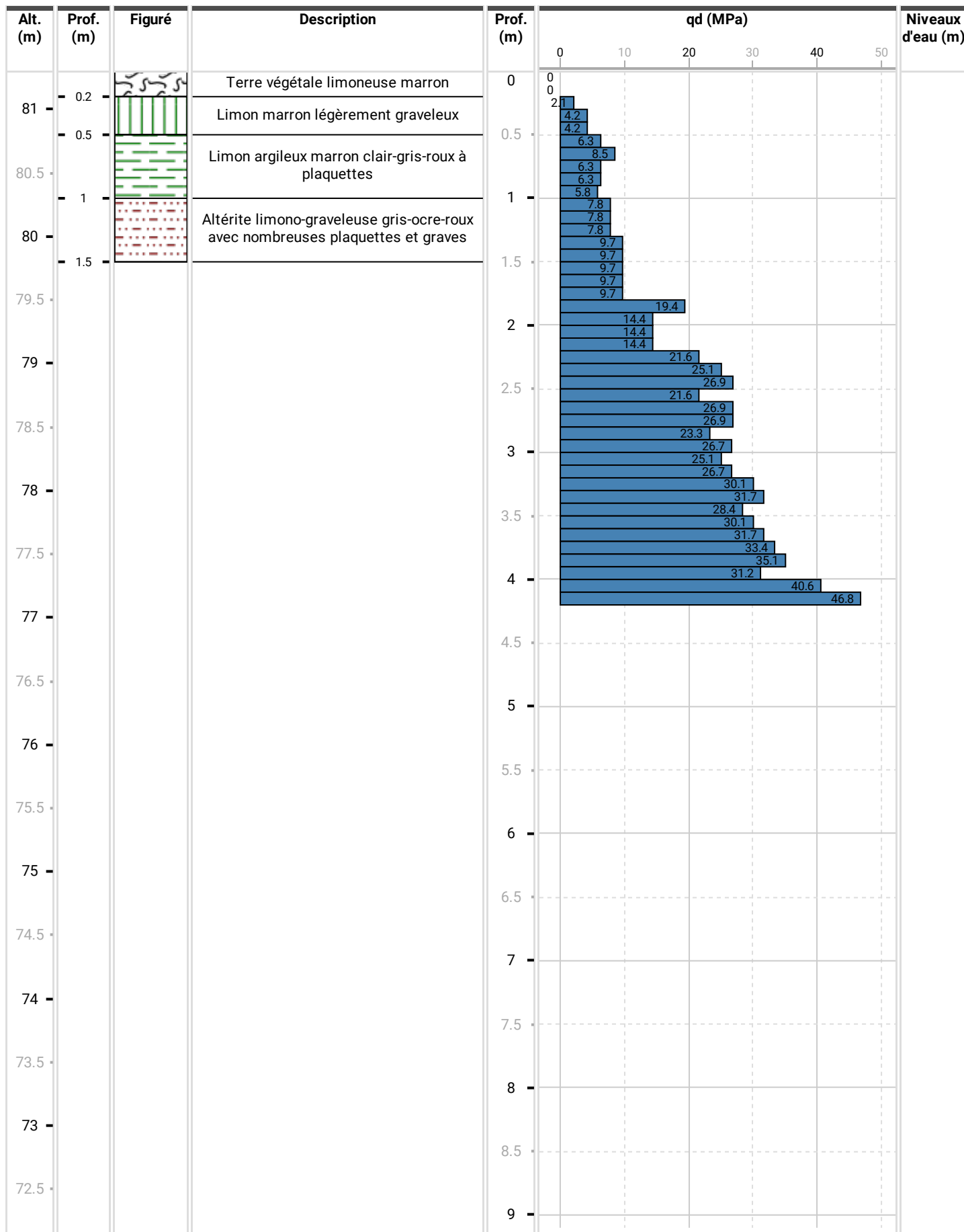


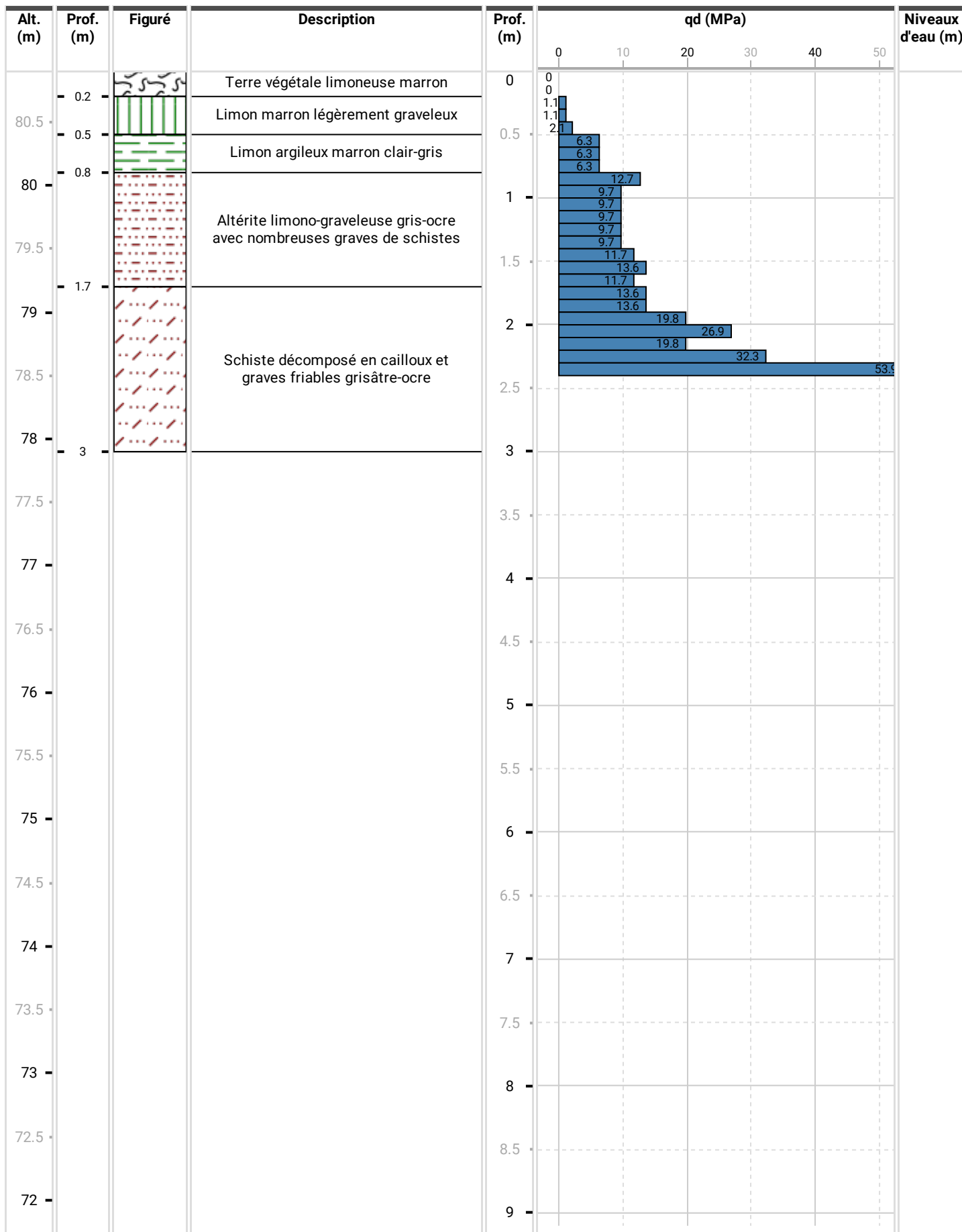


12/12/2023  
3.5

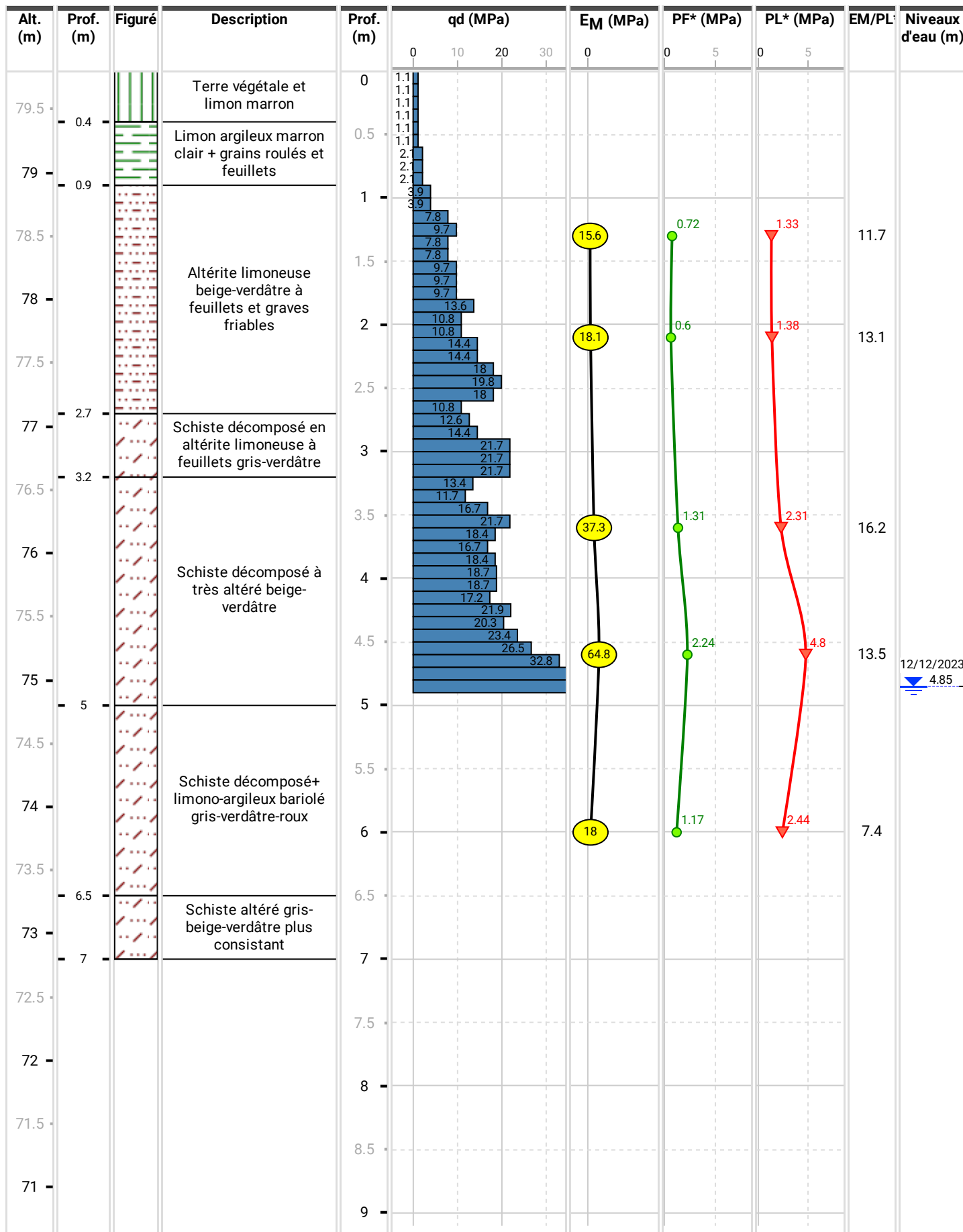


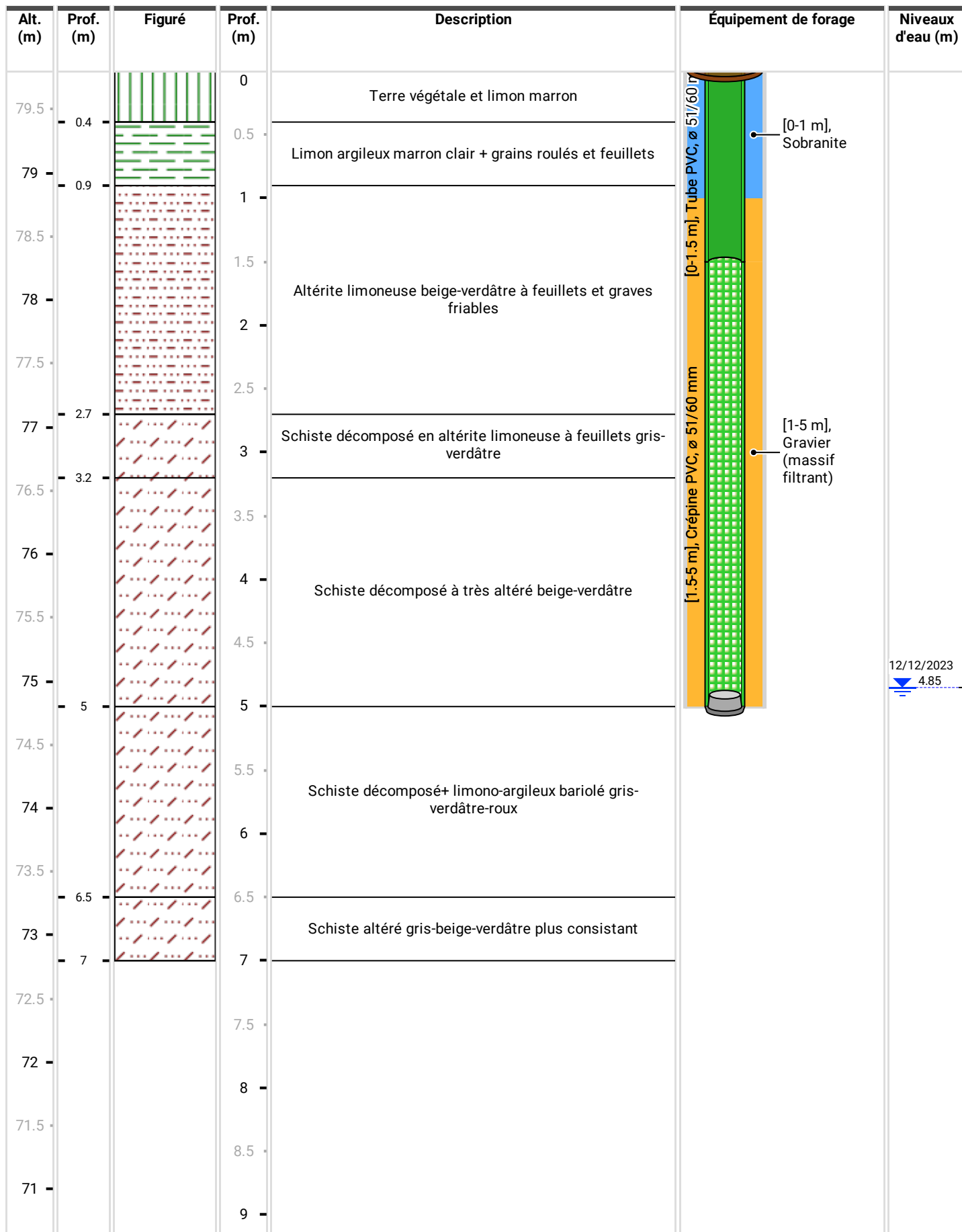


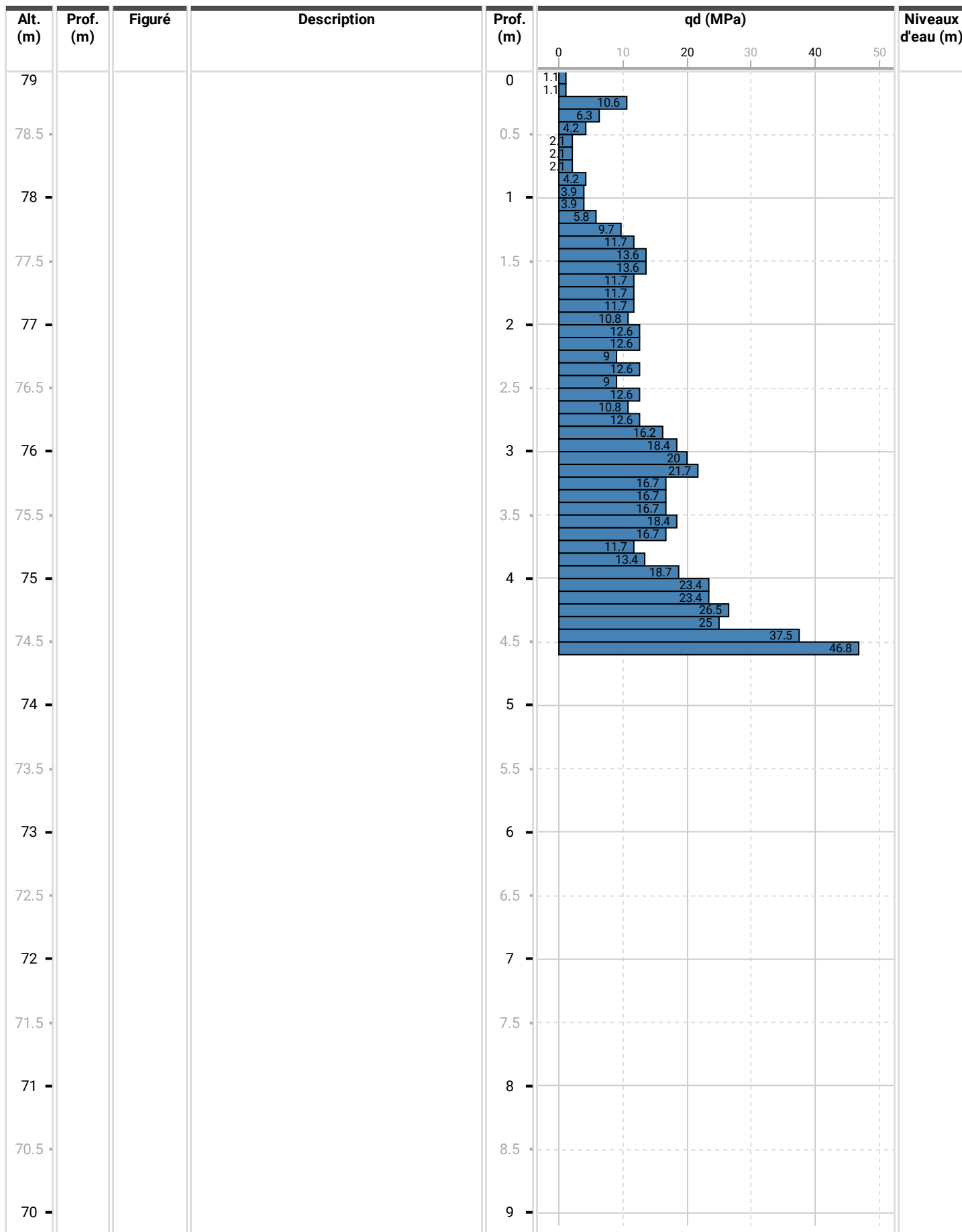


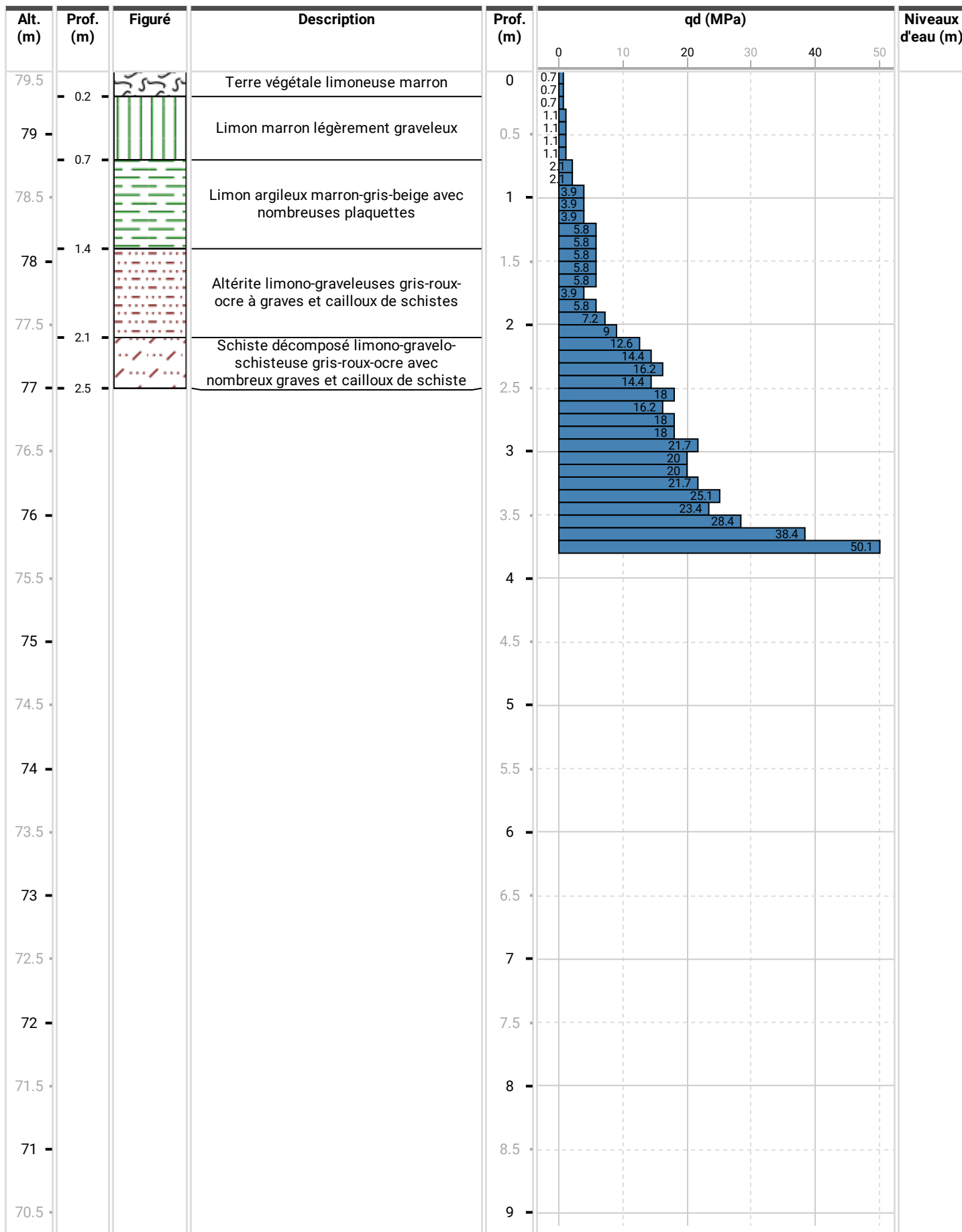


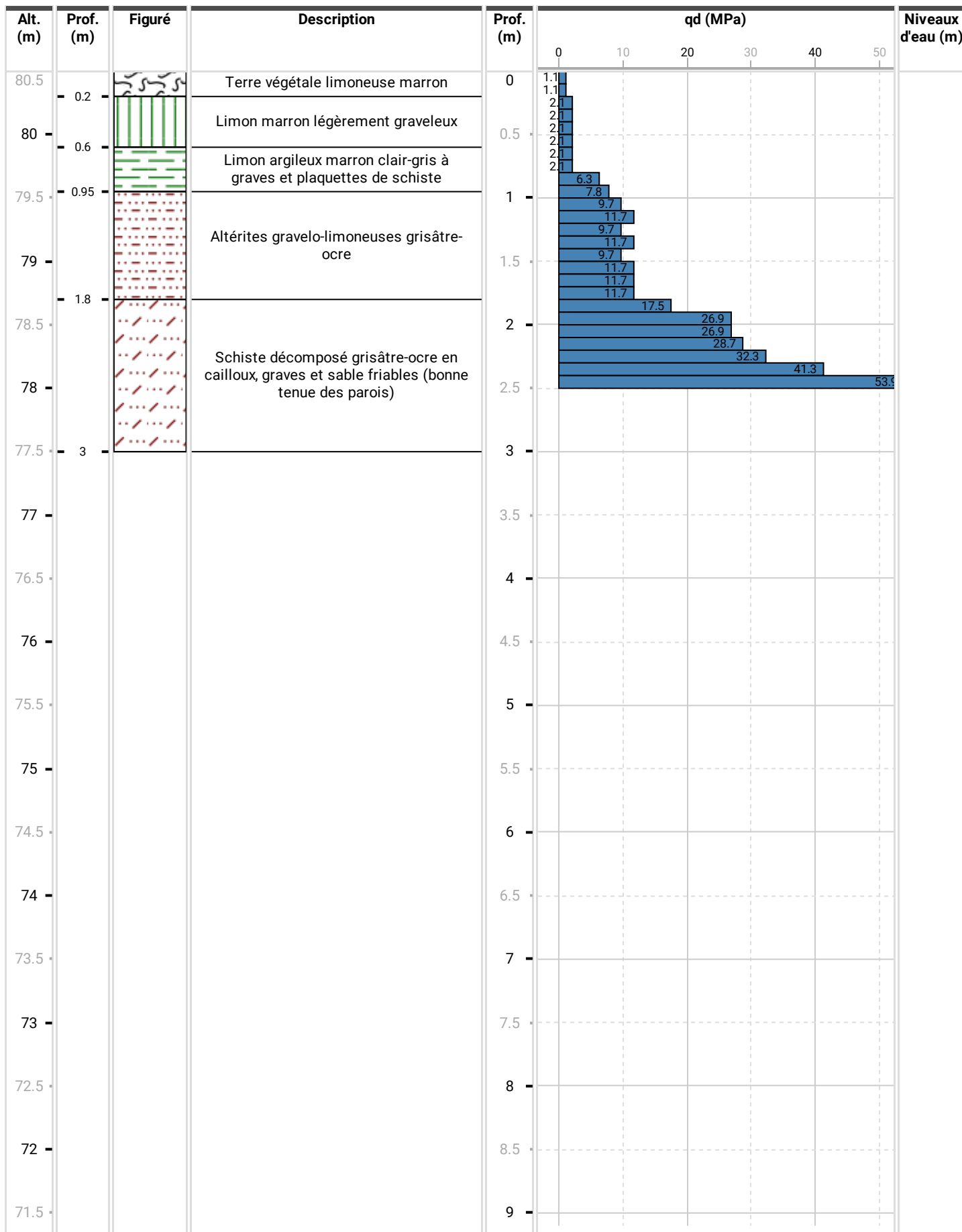


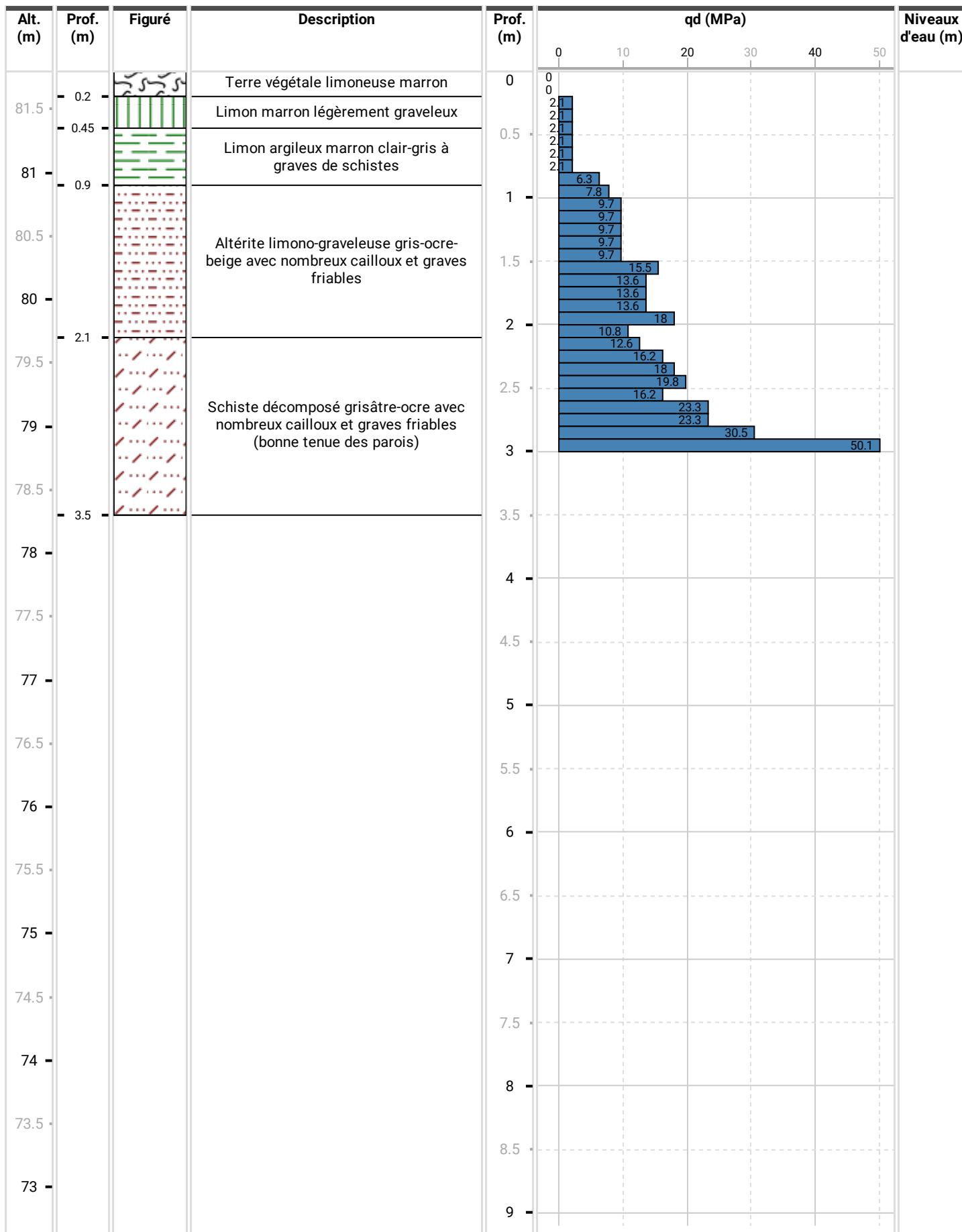


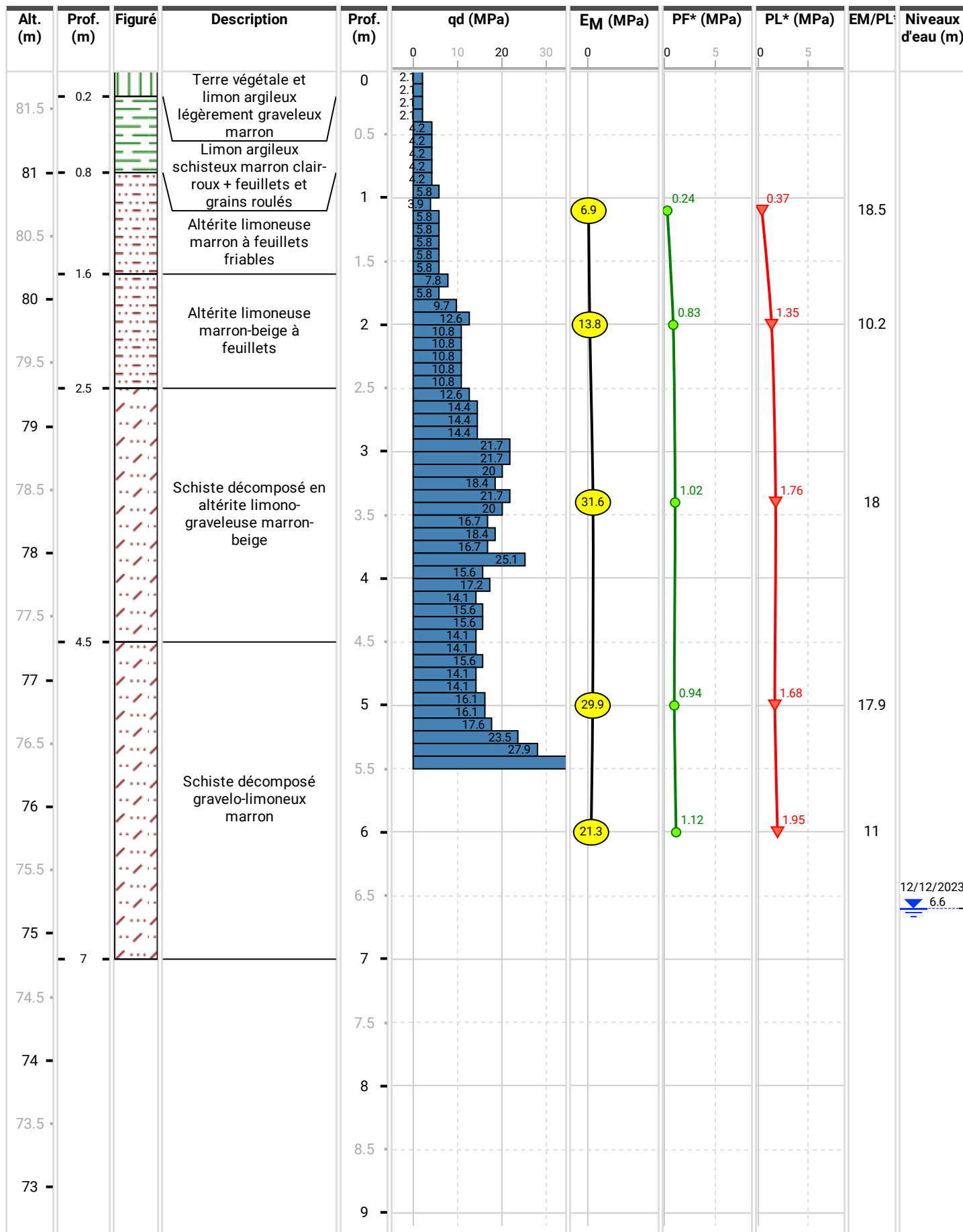




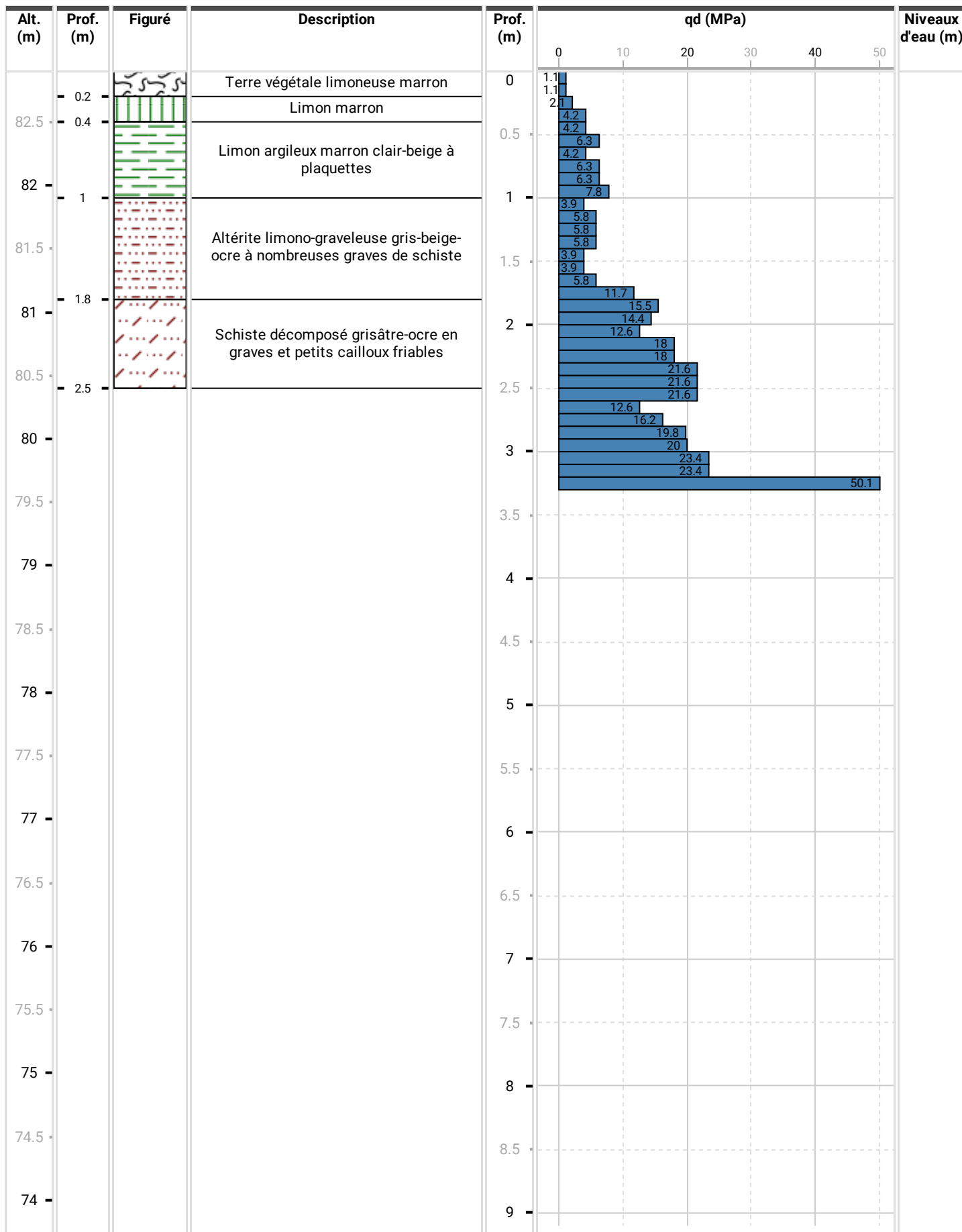


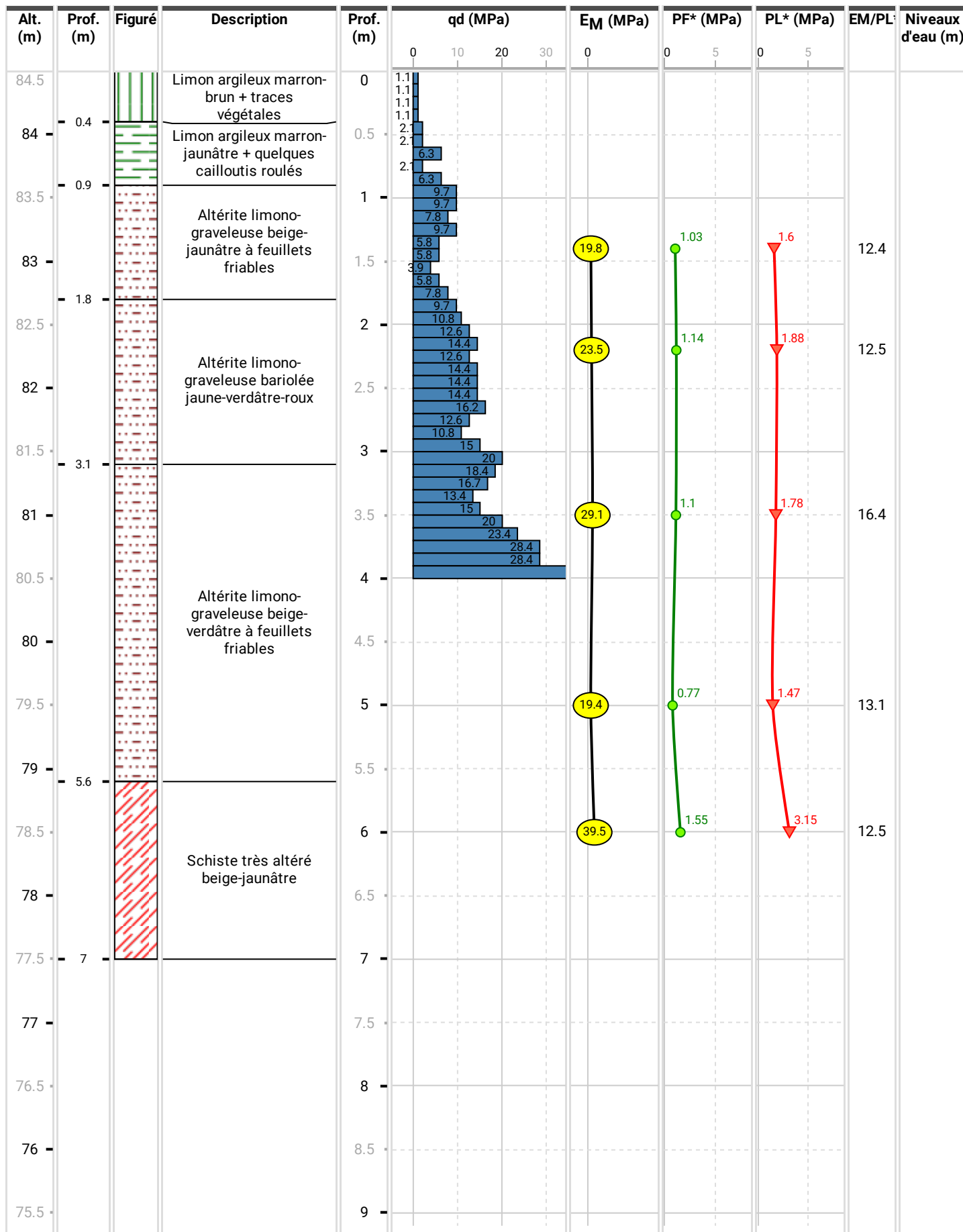


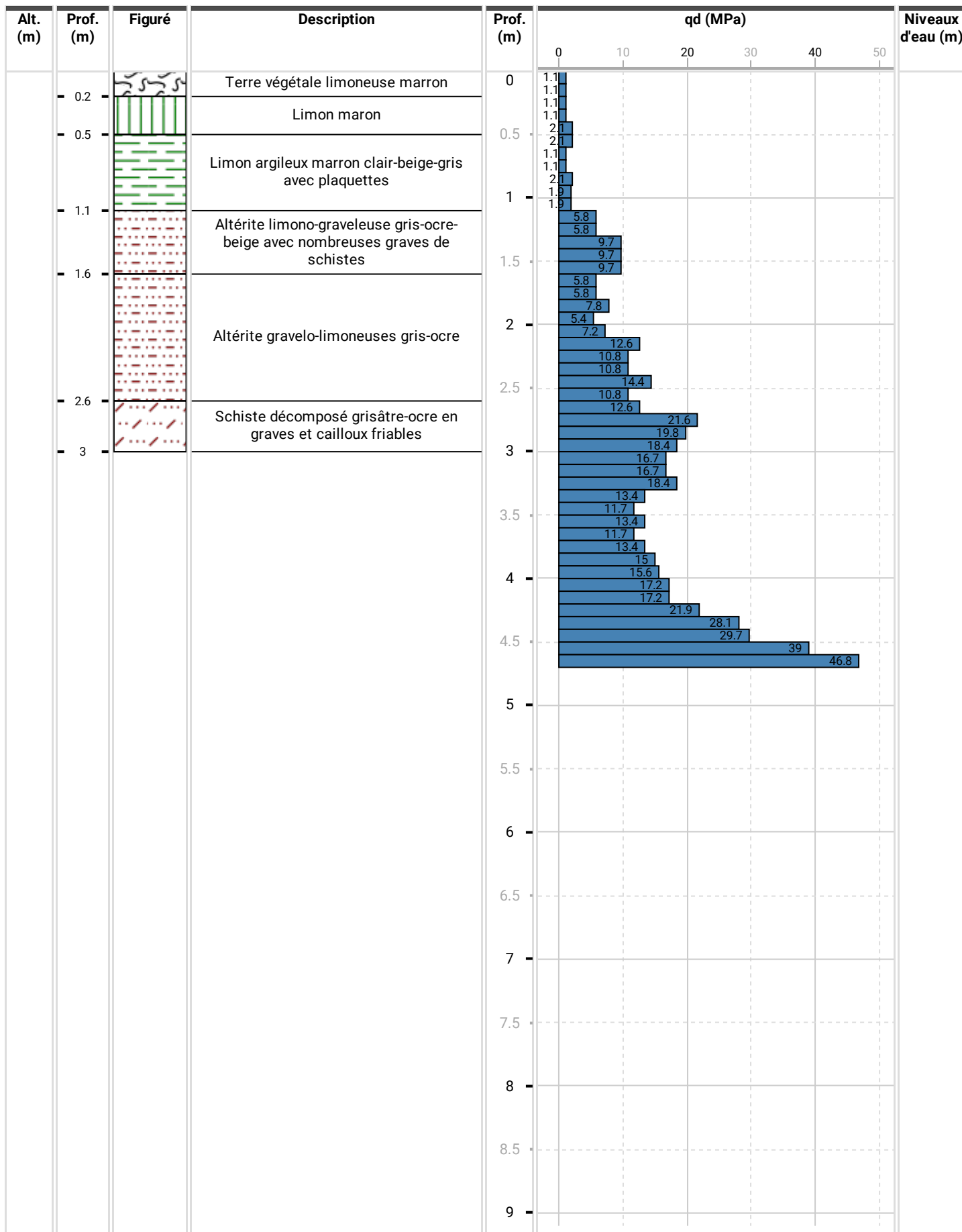


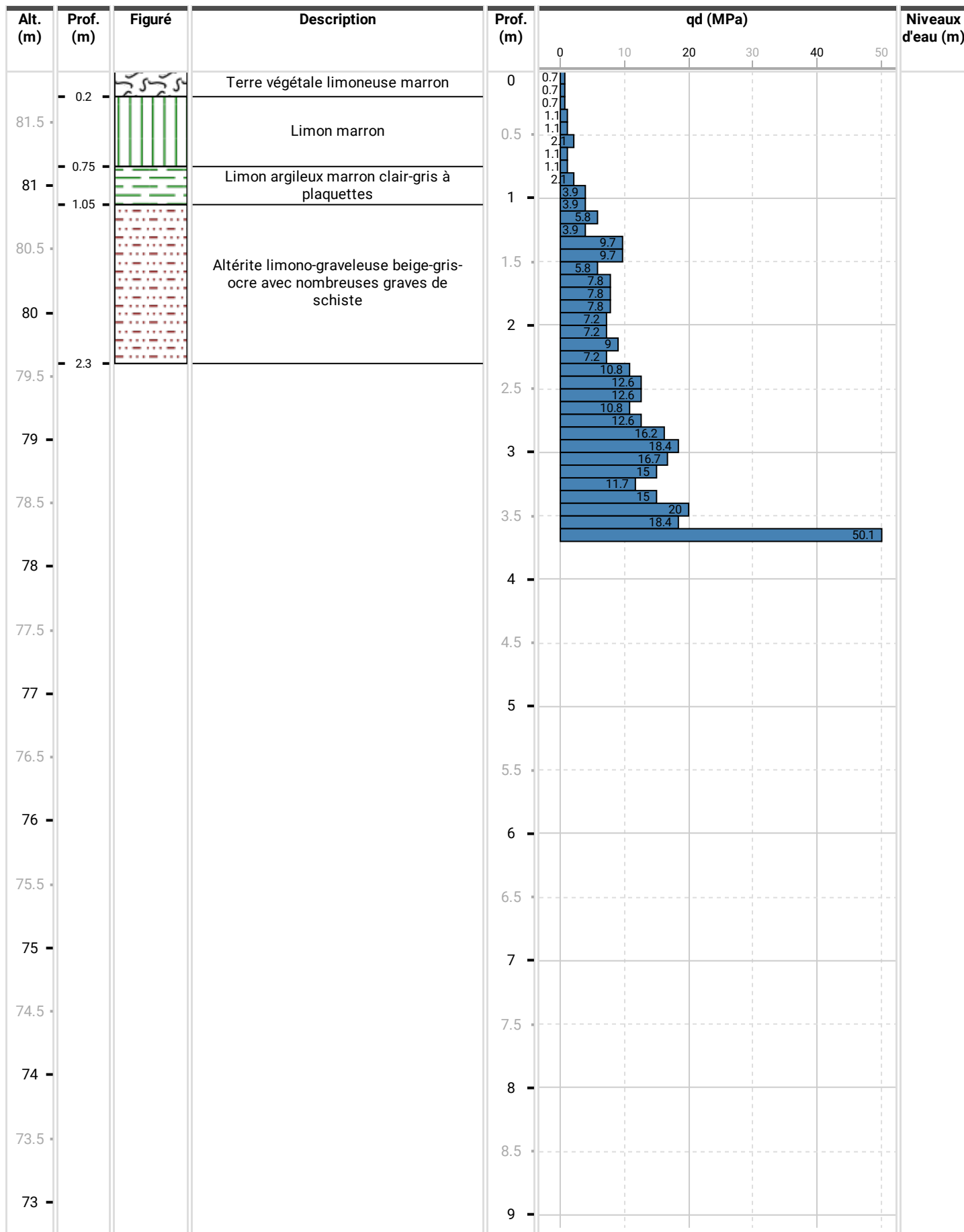


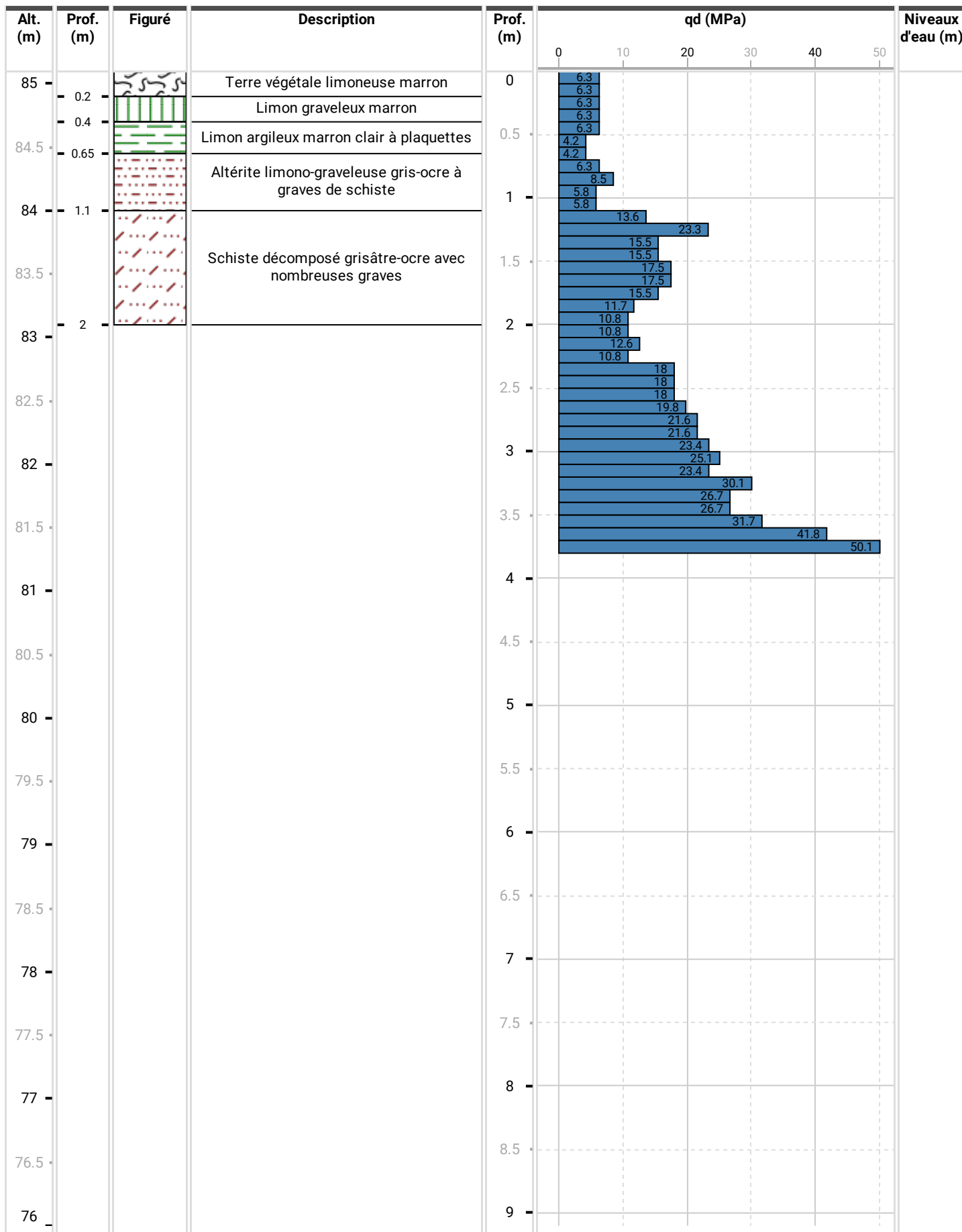


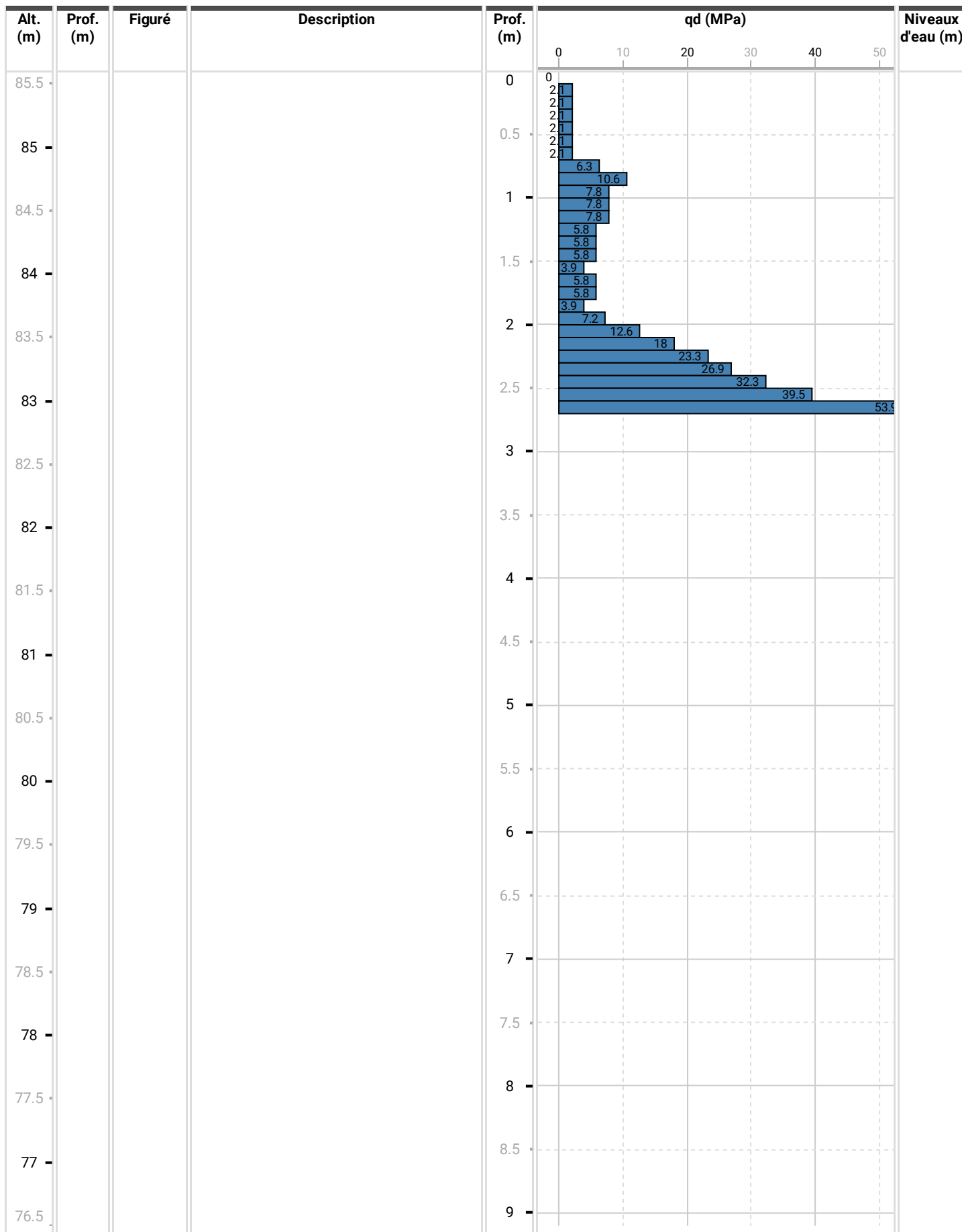


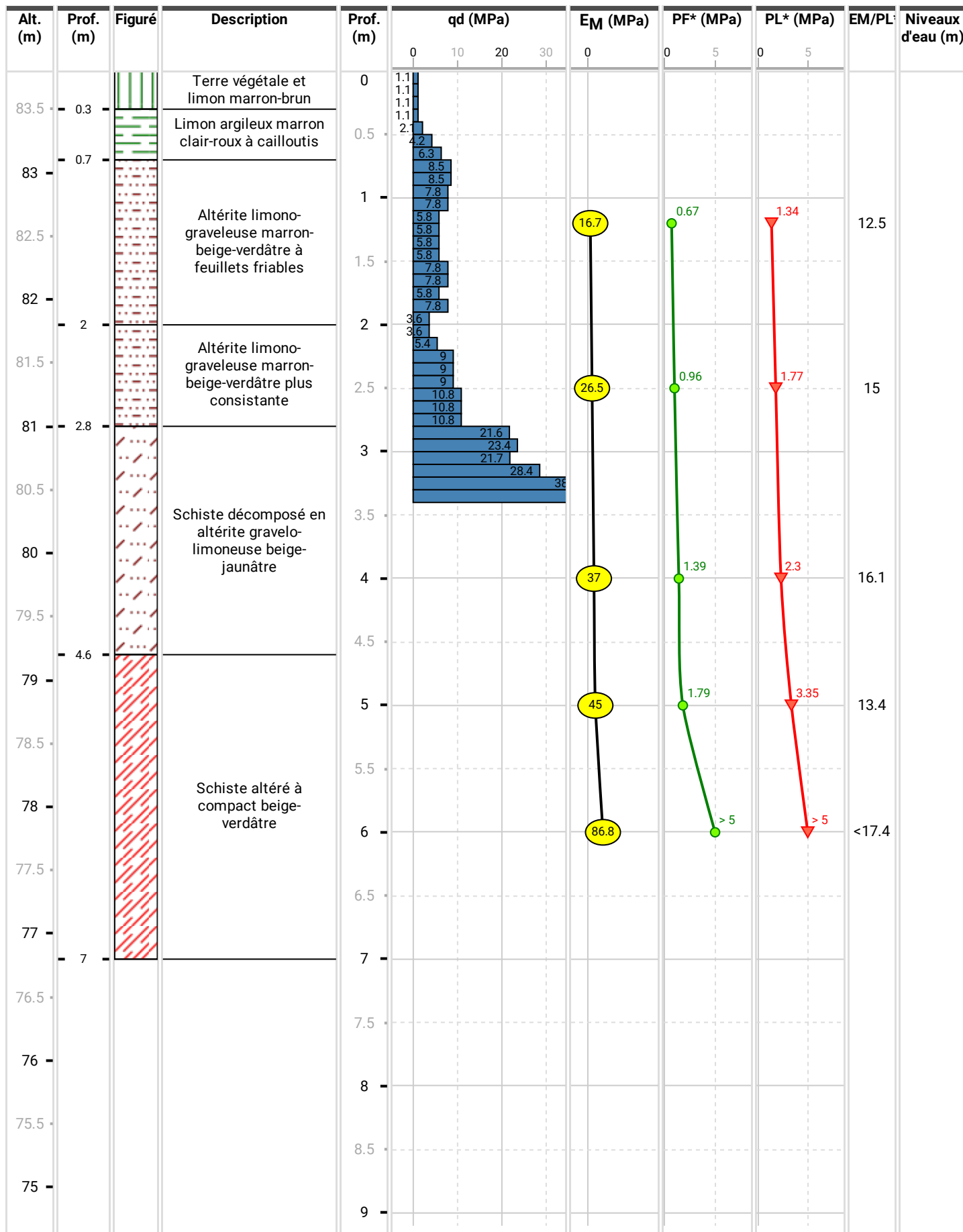



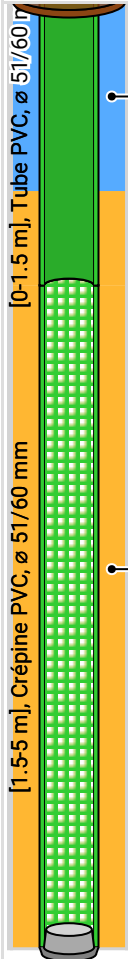


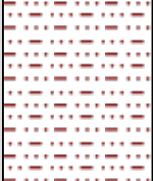
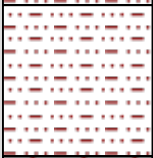
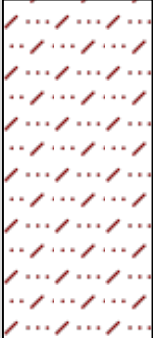
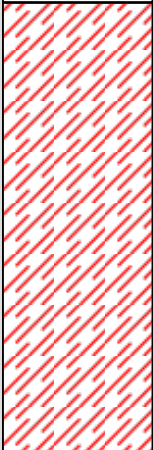
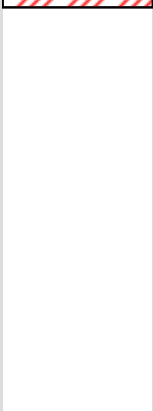




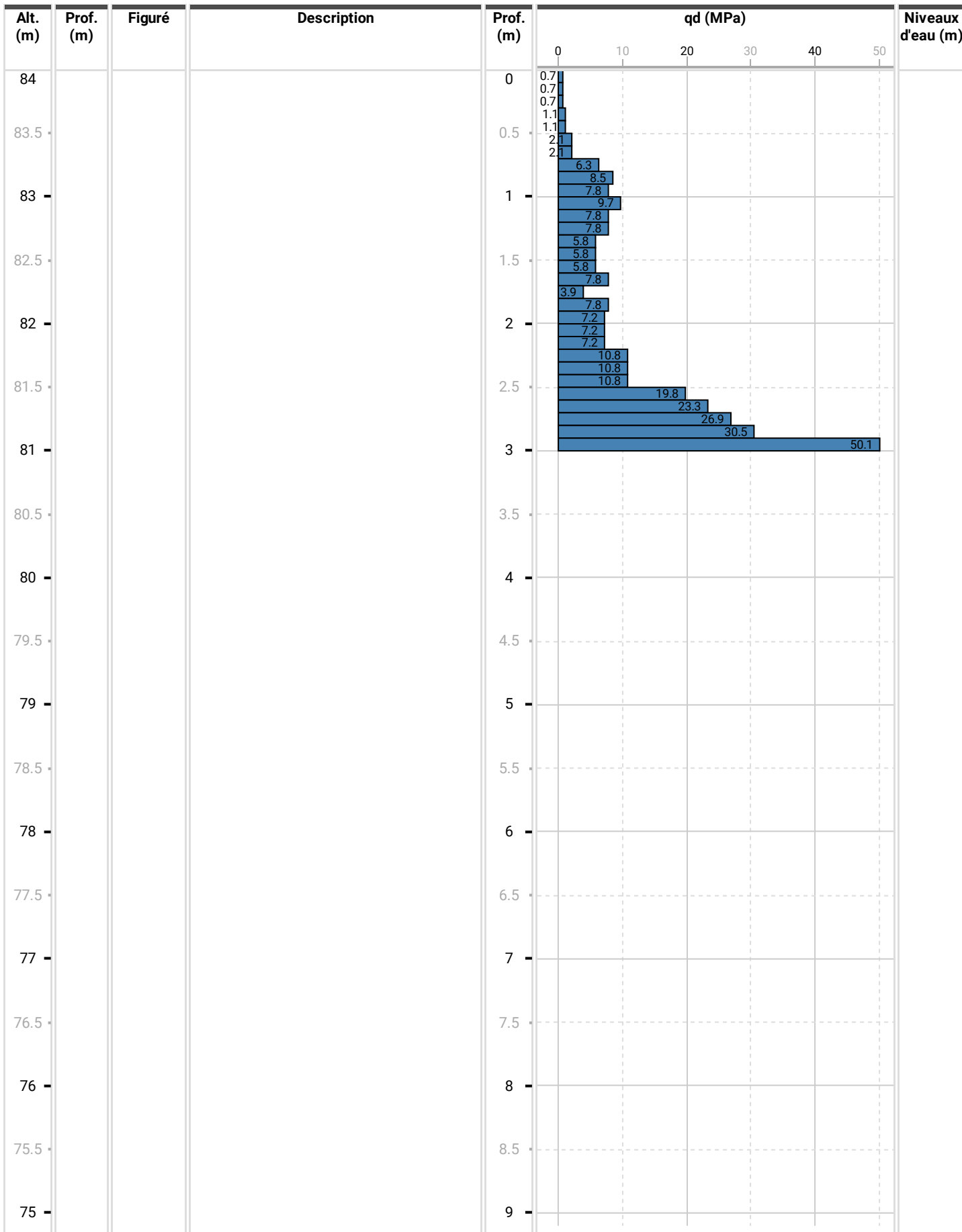


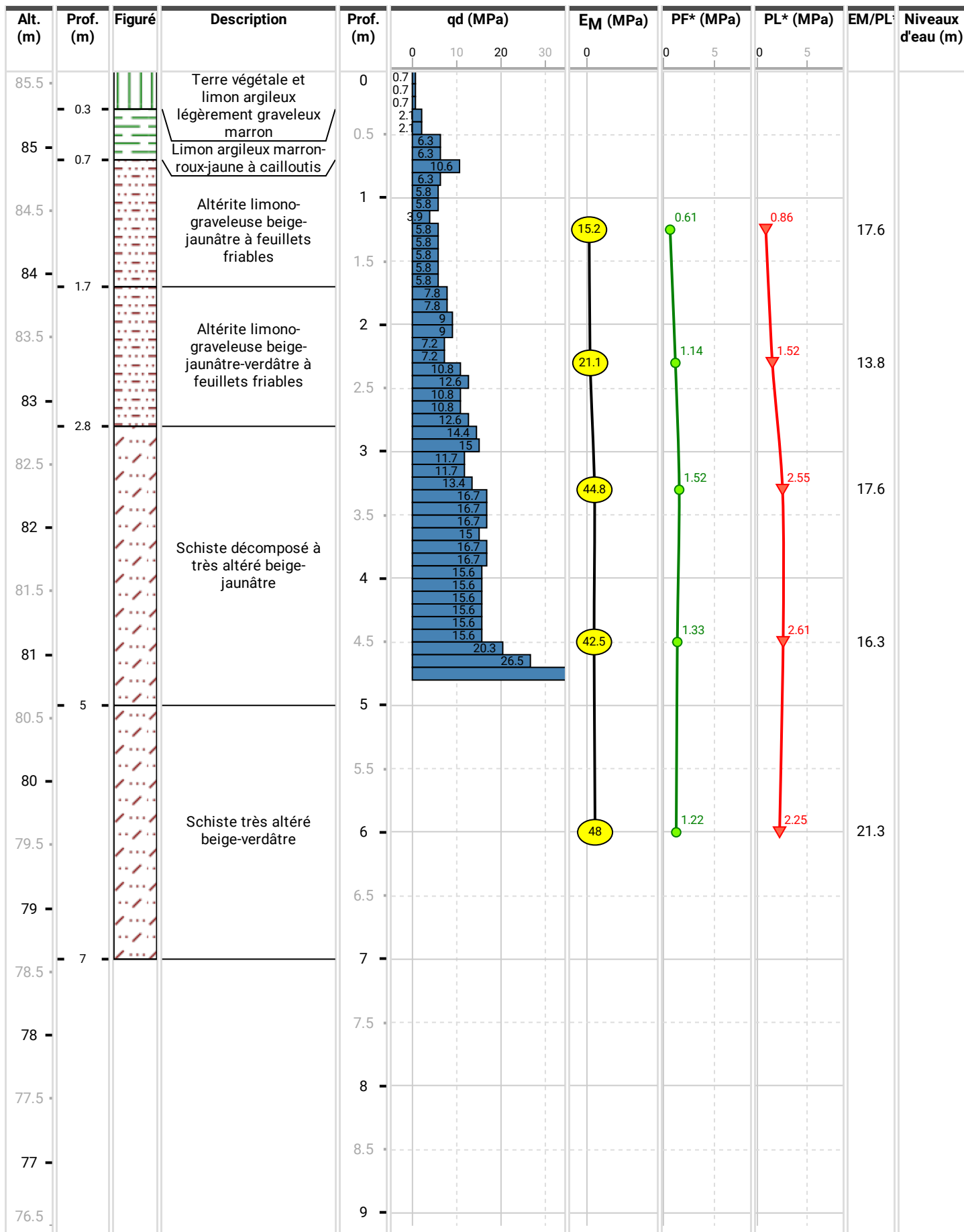


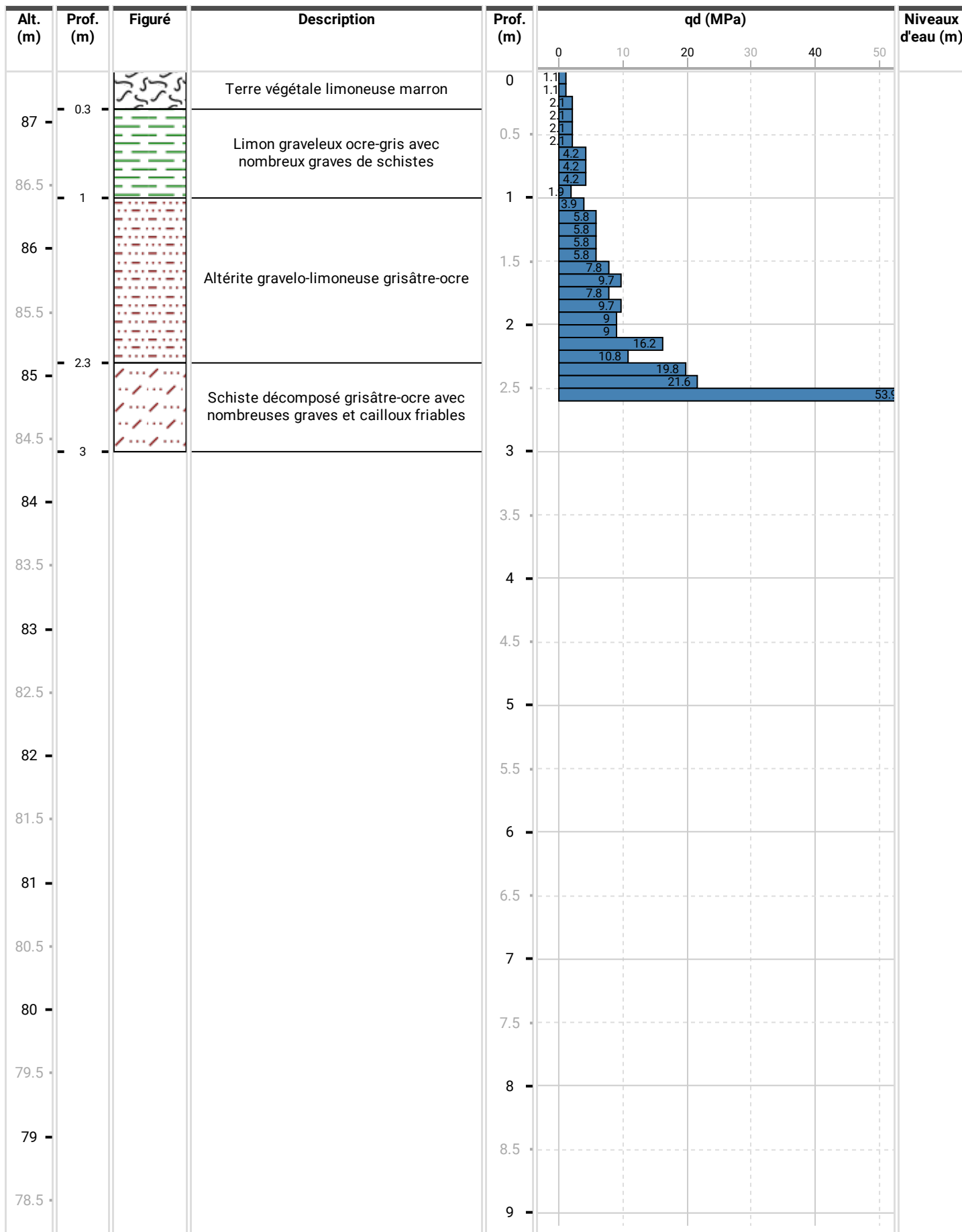


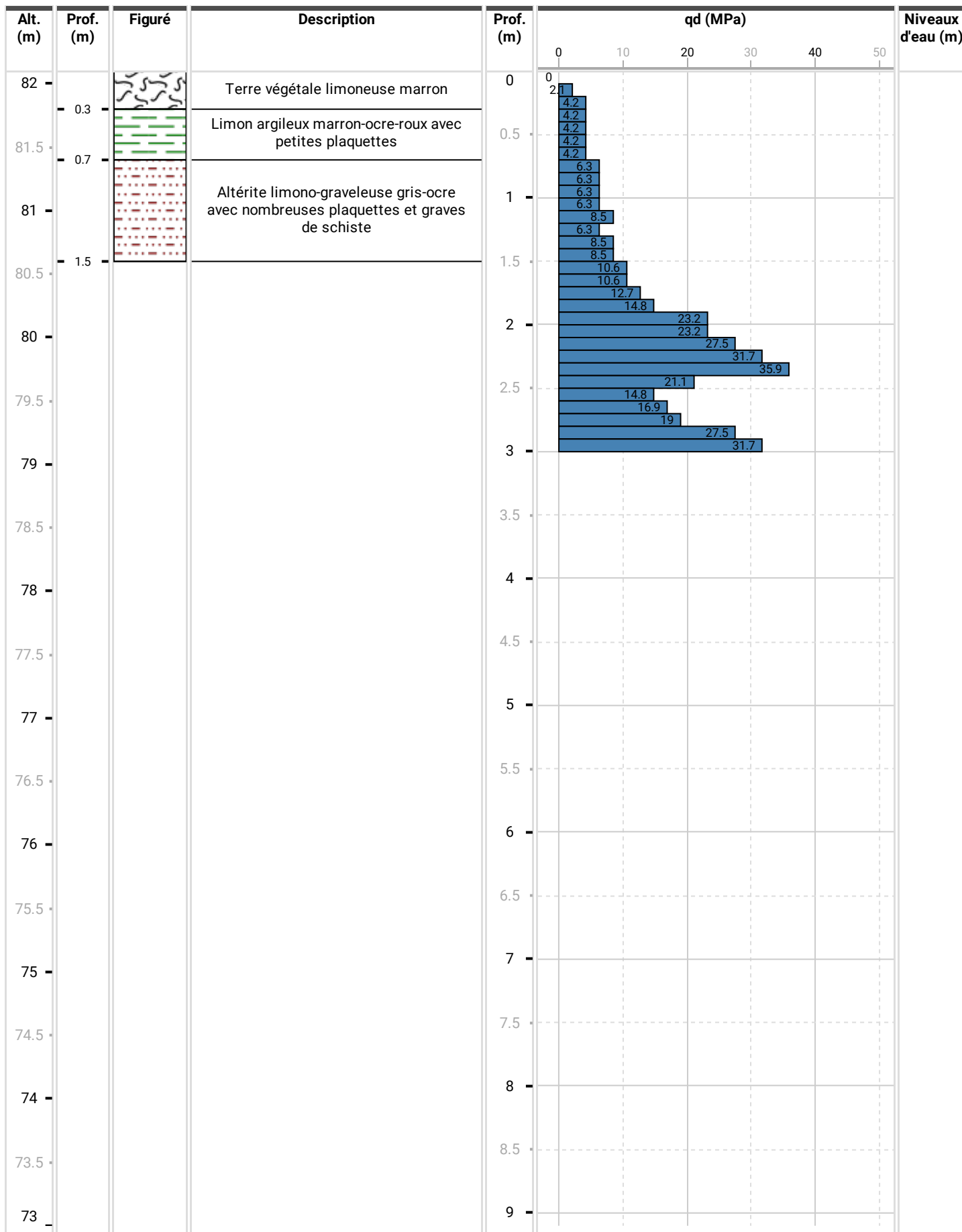
Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Prof. (m)	Description	Équipement de forage	Niveaux d'eau (m)
83.5	0.3		0	Terre végétale et limon marron-brun		
			0.5	Limon argileux marron clair-roux à cailloutis		
83	0.7		1			
82.5			1.5	Altérite limono-graveleuse marron-beige-verdâtre à feuillets friables		
82			2			
81.5			2.5	Altérite limono-graveleuse marron-beige-verdâtre plus consistante		
81	2.8		3			
80.5			3.5	Schiste décomposé en altérite gravelo-limoneuse beige-jaunâtre		
80			4			
79.5			4.5			
79	4.6		5			
78.5			5.5			
78			6	Schiste altéré à compact beige-verdâtre		
77.5			6.5			
77			7			
76.5			7.5			
76			8			
75.5			8.5			
75			9			

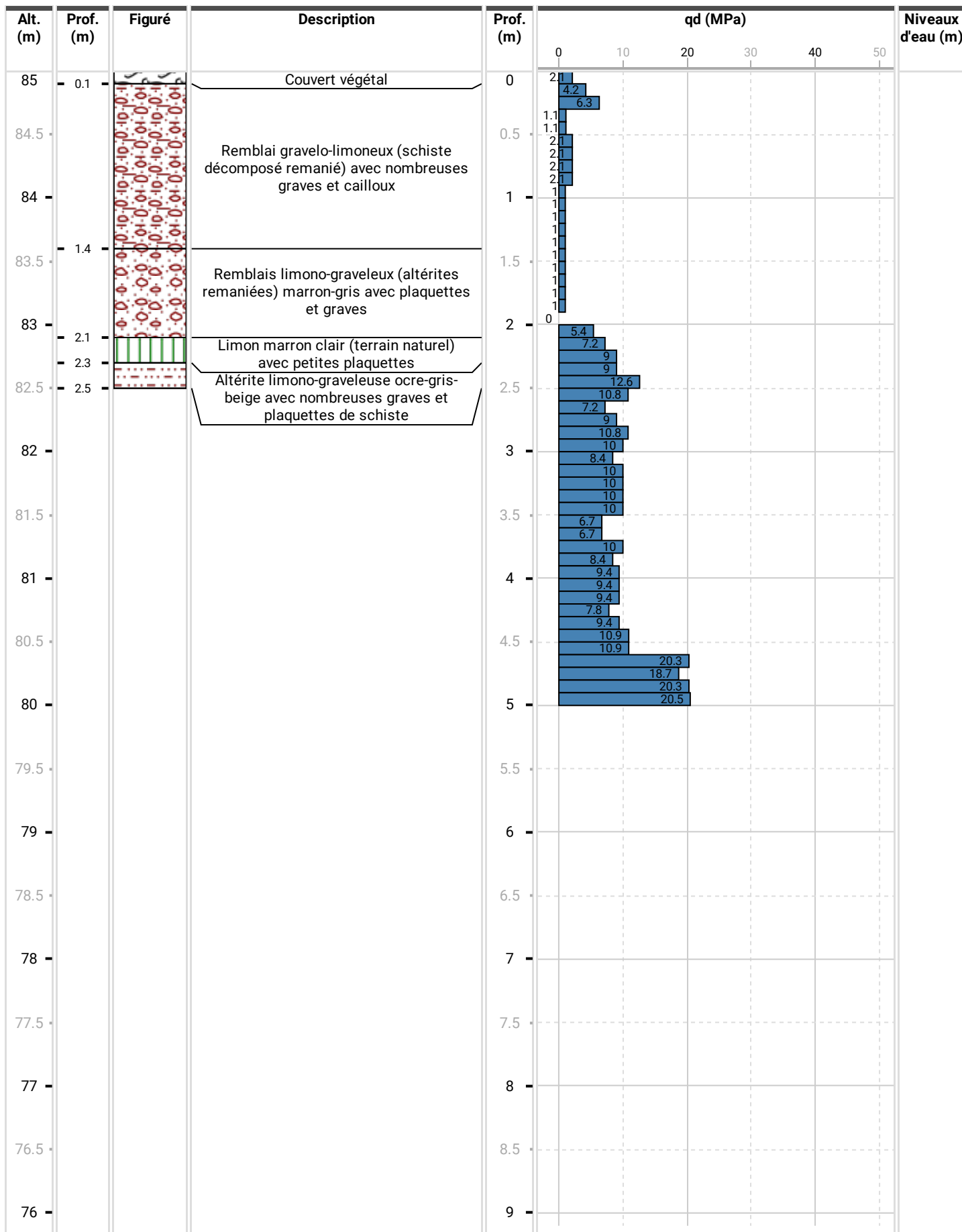


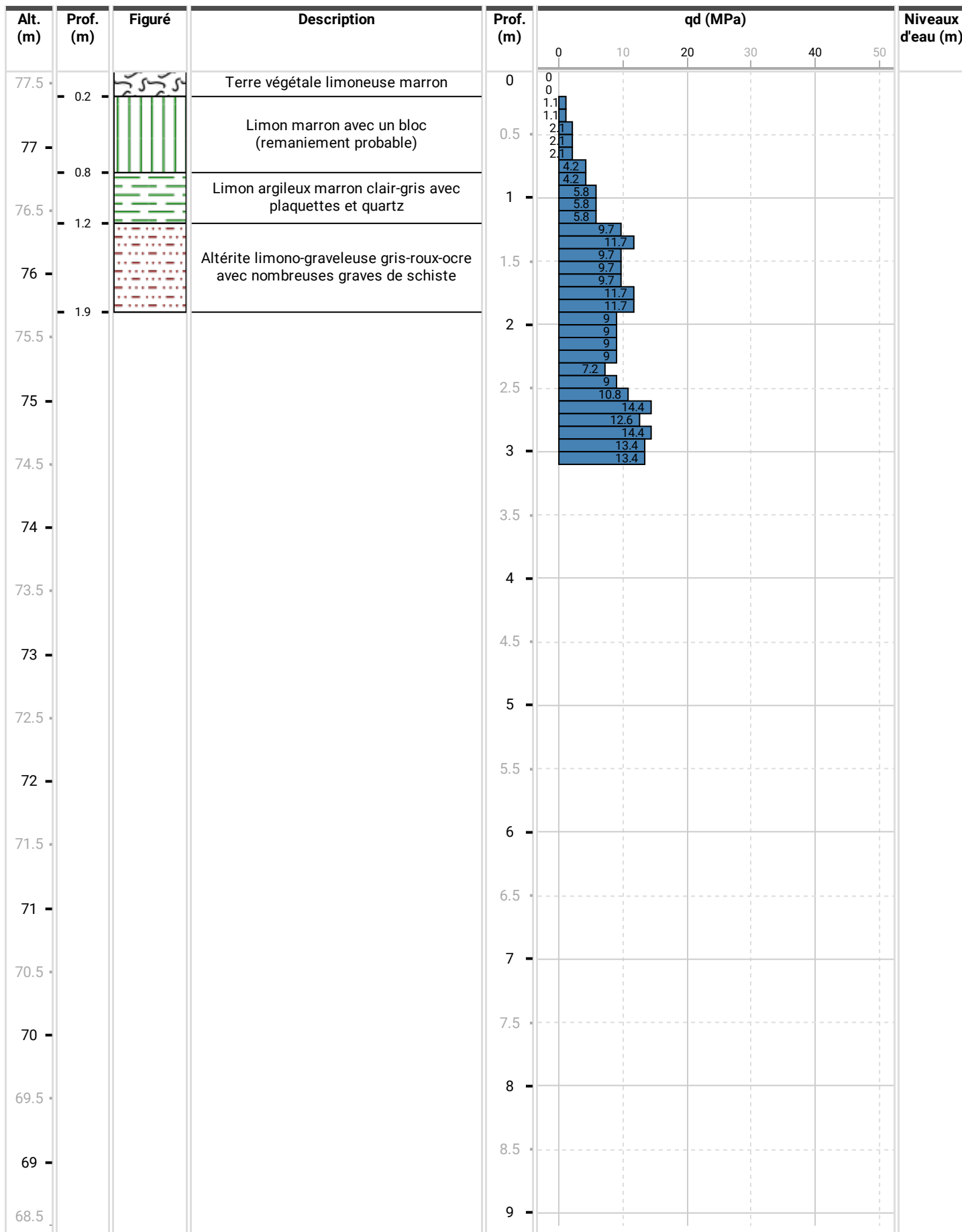






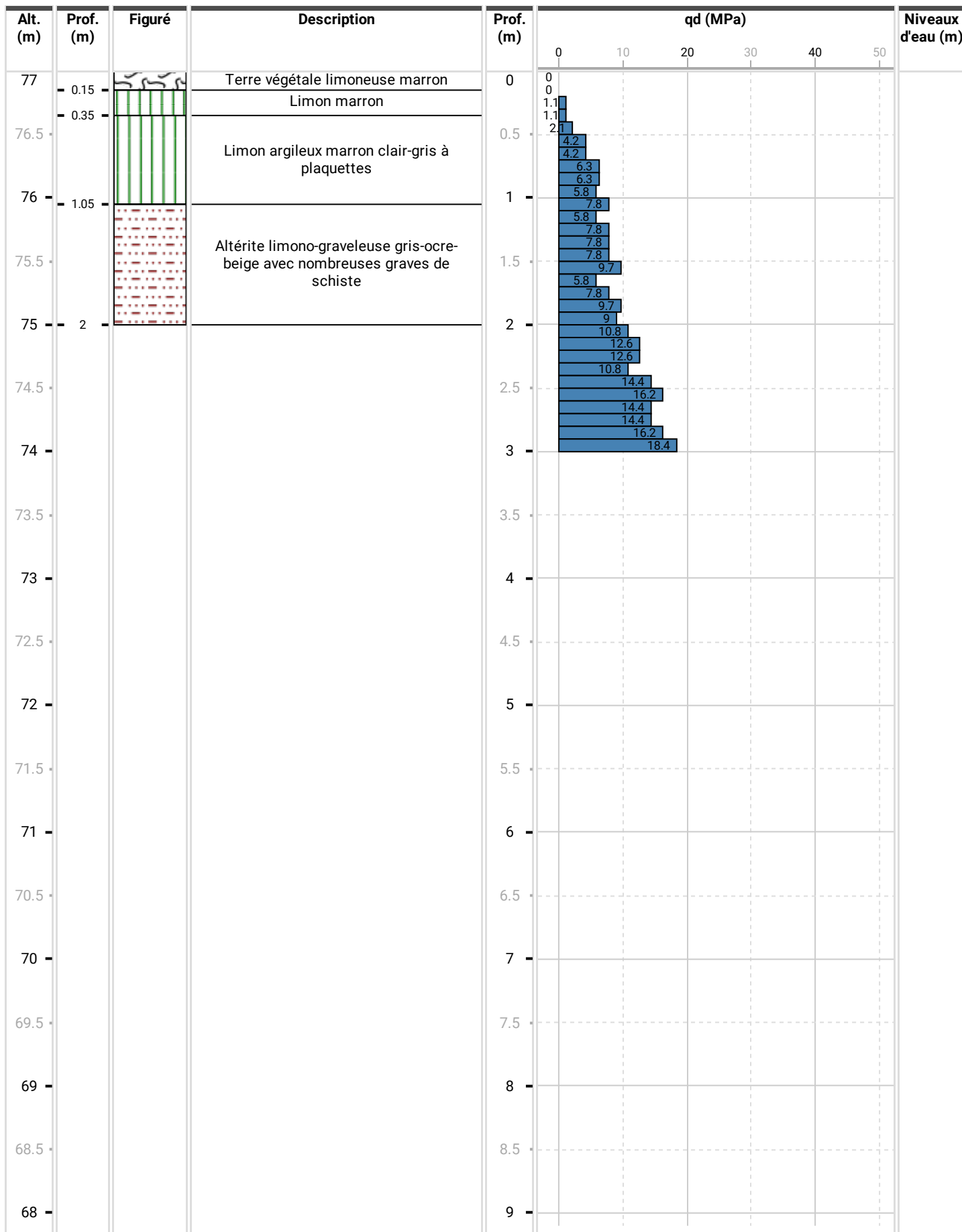




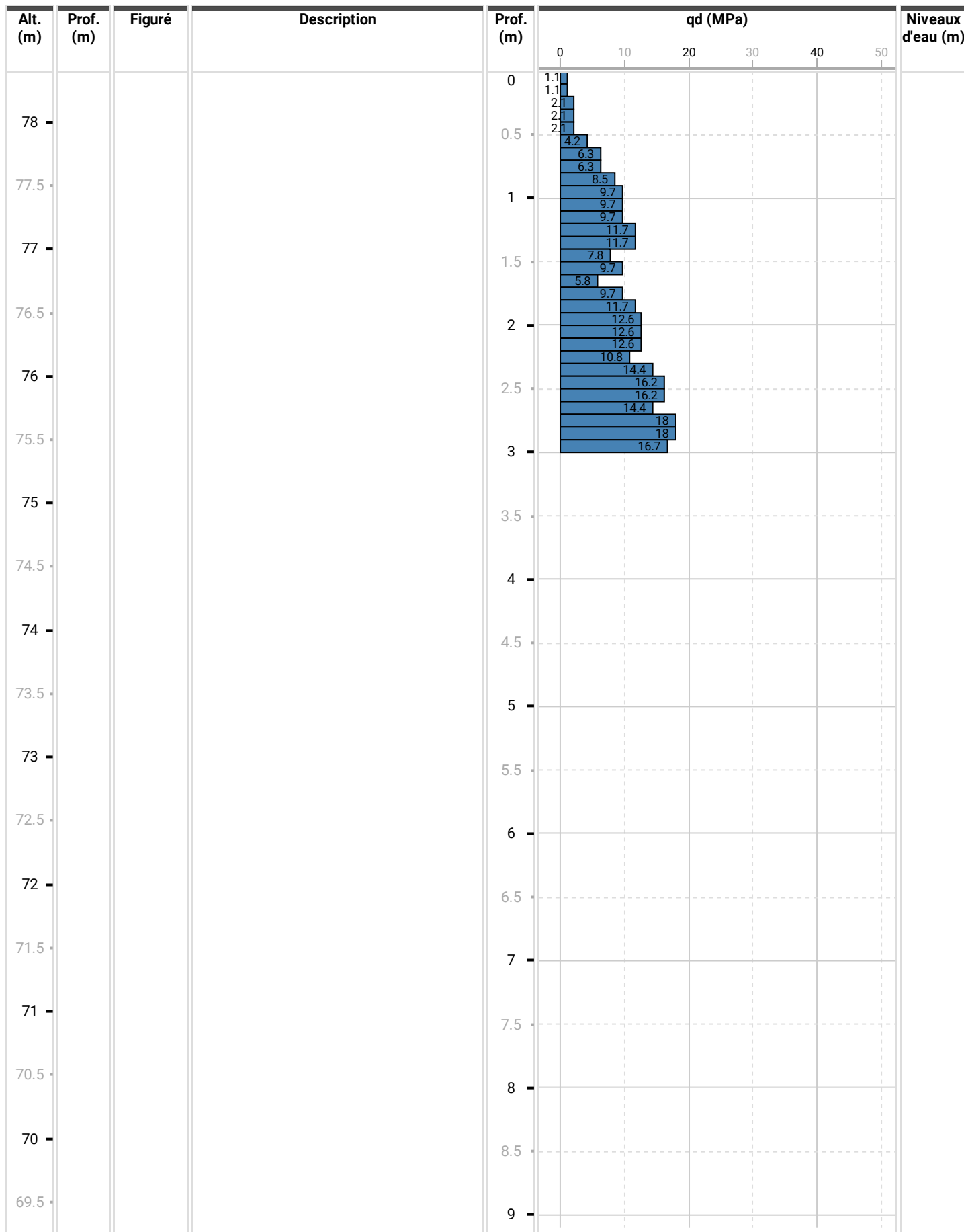



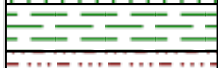

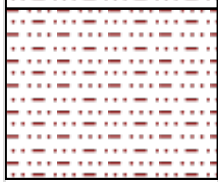


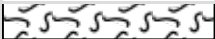


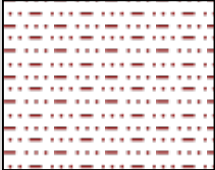
**GEO-LOG<sub>4</sub>**



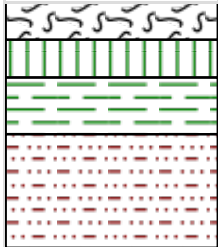


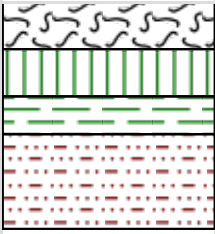


Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Prof. (m)	Description	Niveaux d'eau (m)
75.5	0.15		0	Terre végétale limoneuse marron	
	0.45		0.5	Limon marron	
75	0.7			Limon argileux marron clair-gris avec plaquettes et quartz	
74.5	1.3		1	Altérite limono-graveleuse gris-roux avec graves et cailloux de schiste	
74	2.2		1.5	Altérite gravelo-limoneuse évoluant vers le schiste décomposé grisâtre (arrivée d'eau à 1,90 m)	11/12/2023 1.9
73.5			2		
73			2.5		
72.5			3		
72			3.5		
71.5			4		
71			4.5		
70.5			5		
70			5.5		
69.5			6		
69			6.5		
68.5			7		
68			7.5		
67.5			8		
67			8.5		
66.5			9		

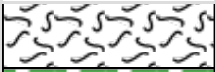

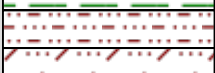

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Prof. (m)	Description	Niveaux d'eau (m)
75	0.2		0	Terre végétale limoneuse marron	
	0.45		0.5	Limon marron	
74.5	0.9		1	Limon argileux collant marron clair à plaquettes	
74	1.8		1.5	Altérite limono-graveleuse grisâtre-roux	
73.5			2		
73			2.5		
72.5			3		
72			3.5		
71.5			4		
71			4.5		
70.5			5		
70			5.5		
69.5			6		
69			6.5		
68.5			7		
68			7.5		
67.5			8		
67			8.5		
66.5			9		

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Prof. (m)	Description	Niveaux d'eau (m)
			0	Terre végétale limoneuses marron	
75.5	0.2				
			0.5	Limon marron	
75	0.5				
			1	Limon argileux marron clair-gris-beige	
74.5	0.9				
			1.5	Altérite limono-graveleuse grisâtre-beige	
74	1.9		2		
73.5			2.5		
73			3		
72.5			3.5		
72			4		
71.5			4.5		
71			5		
70.5			5.5		
70			6		
69.5			6.5		
69			7		
68.5			7.5		
68			8		
67.5			8.5		
67			9		

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Prof. (m)	Description	Niveaux d'eau (m)
77.5	0.2		0	Terre végétale limoneuse marron	
	0.4			Limon marron-gris	
	0.7		0.5	Limon argileux marron clair à plaquettes	
77			1	Altérite limono-graveleuse gris-ocre avec nombreuses graves et plaquettes de schiste	
76.5	1.3		1.5		
76			2		
75.5			2.5		
75			3		
74.5			3.5		
74			4		
73.5			4.5		
73			5		
72.5			5.5		
72			6		
71.5			6.5		
71			7		
70.5			7.5		
70			8		
69.5			8.5		
69			9		

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Prof. (m)	Description	Niveaux d'eau (m)
79.5			0	Terre végétale limoneuse marron	
	0.25			Limon marron	
79	0.5		0.5	Limon argileux marron clair	
	0.7				
78.5			1	Altérite gravelo-limoneuse beige-gris	
	1.2				
78			1.5		
			2		
77.5					
77			2.5		
			3		
76.5					
76			3.5		
			4		
75.5					
75			4.5		
			5		
74.5					
74			5.5		
			6		
73.5					
73			6.5		
			7		
72.5					
72			7.5		
			8		
71.5					
71			8.5		
			9		
70.5					

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Prof. (m)	Description	Niveaux d'eau (m)
82	0.15		0	Terre végétale limoneuse marron	
	0.3			Limon marron	
	0.5		0.5	Limon argileux marron clair	
81.5	0.7			Altérite limono-graveleuse ocre-gris	
81	1.2		1	Altérite limono-graveleuses gris-ocre évoluant vers le schiste décomposé en graves et limons	
			1.5		
80.5			2		
80			2.5		
79.5			3		
79			3.5		
78.5			4		
78			4.5		
77.5			5		
77			5.5		
76.5			6		
76			6.5		
75.5			7		
75			7.5		
74.5			8		
74			8.5		
73.5			9		

Alt. (m)	Prof. (m)	Figuré	Prof. (m)	Description	Niveaux d'eau (m)
87	0.35		0	Terre végétale limoneuse marron	
			0.5	Limon argileux marron clair-beige	
86.5	0.8		1	Altérite limono-graveleuse ocre-gris-beige avec nombreuses graves de schiste	
86	1		1	Schiste décomposé gravelo-limoneux ocre-gris-beige avec nombreuses graves	
	1.5		1.5		
85.5			2		
85			2.5		
84.5			3		
84			3.5		
83.5			4		
83			4.5		
82.5			5		
82			5.5		
81.5			6		
81			6.5		
80.5			7		
80			7.5		
79.5			8		
79			8.5		
78.5			9		



## ANNEXE 3 : PLANS

- Plan d'implantation des sondages sur existant
- Plan d'implantation des sondages sur projet

KORNOG géotechnique

CH DE LA ROCHE AUX FÉES  
A2MO

JANZÉ (35)

- Rue du Bois Rouger -

Construction d'un centre hospitalier  
PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES SUR EXISTANT

DOSSIER N° 230294G2AVP

Dessinateur :

A. JOUMARD

le 22 / 01 / 2024






Échelle :

1 / 750 (A3)

RUE DU BOIS ROUGER

N

LÉGENDE

-  PDB : Sondage au pénétromètre dynamique
-  POR : Test d'infiltration Porchet
-  PM : Sondage au tractopelle
-  PM : Sondage au tractopelle
-  PZ : Piézomètre

KORNOG géotechnique

CH DE LA ROCHE AUX FÉES  
A2MO

JANZÉ (35)

- Rue du Bois Rouger -

Construction d'un centre hospitalier  
PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES SUR PROJET

DOSSIER N° 230294G2AVP

Dessinateur :

A. JOUMARD

le 22 / 01 / 2024

Échelle :

1 / 750 (A3)



# **ANNEXE 4 : ESSAIS EN LABORATOIRE**

## **6 procès-verbaux d'identification des sols :**

- ↳ courbe granulométrique
- ↳ teneur en eau naturelle  $w$  (%)
- ↳ valeur au bleu VBS
- ↳ classification GTR
- ↳ 3 essais Proctor + CBR

## **3 procès-verbaux d'analyse d'agressivité des sols**

## **1 procès-verbal d'analyse d'agressivité des eaux.**





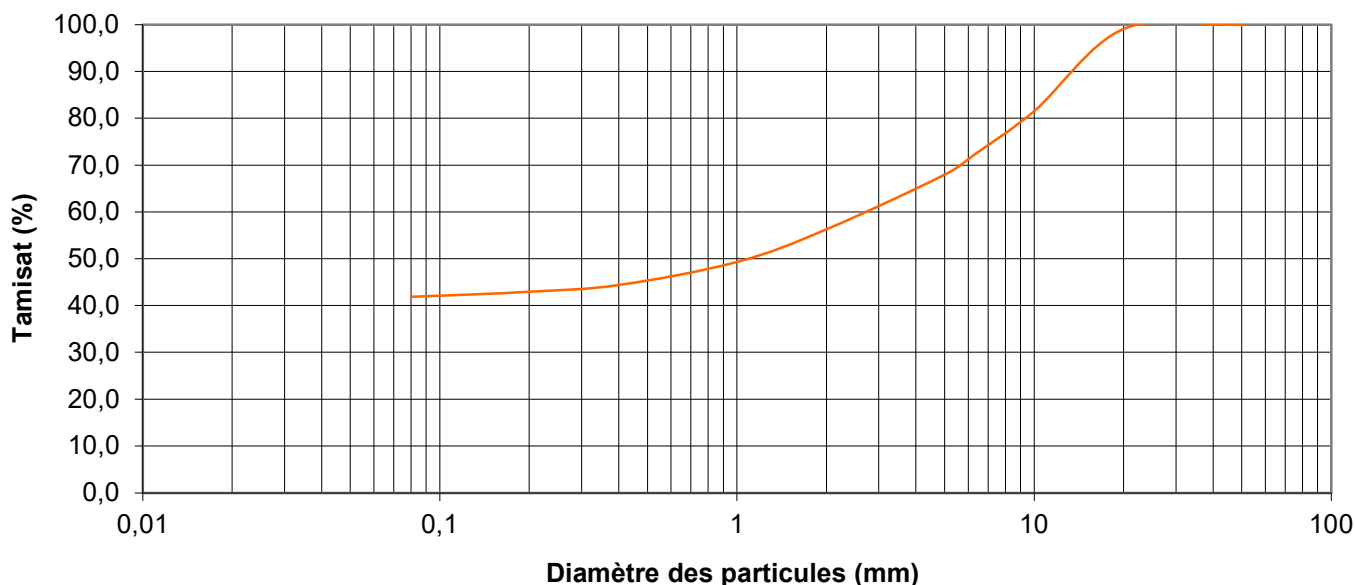
## CLASSIFICATION GTR DES SOLS - Norme NF P 11-300

Sondage :	PM5	Dossier n° :	2302942GAVP
Profondeur :	0,75 à 1,80 m	Client :	A2MO
Nature :	Altérite limono-graveleuse	Lieu :	JANZE (35)
Prélèvement le :	12/12/2023		Rue du Bois Rougé
Essais le :	23/01/2024	Projet :	Centre hospitalier

## ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC - NF P 94-056

Ø tamis (mm)	50	31,5	20	10	6,3	5	2	1	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	99,2	81,6	72,3	68,0	56,3	49,3	44,4	43,0	41,9

Courbe granulométrique



<b>D max : (mm)</b>	<b>22</b>	<b>VBS :</b> NF P 94-068	<b>0,6</b>	<b>w (%) :</b> NF P 94-050	<b>20,3</b>	<b>IPI :</b> NF P 94-078	
---------------------	-----------	-----------------------------	------------	-------------------------------	-------------	-----------------------------	--

<b>Classification GTR :</b>	<b>Observations :</b>		
<b>A<sub>1</sub></b>			
<b>PV n° 24018</b>	<b>Fait à Vannes, le 23/01/2024</b>		<b>Technicien</b>
			<b>David DA COSTA</b>

Siège social : Z.A de Pentaparc - 26 rue Jean Guyomarc'h - 56000 VANNES - S.A.R.L au capital de 52100 €

N° TVA intracom. : FR31489801571

Tél. 02.97.68.92.10 - 56@kornog-geo.fr - N° Siret : 48980157100071



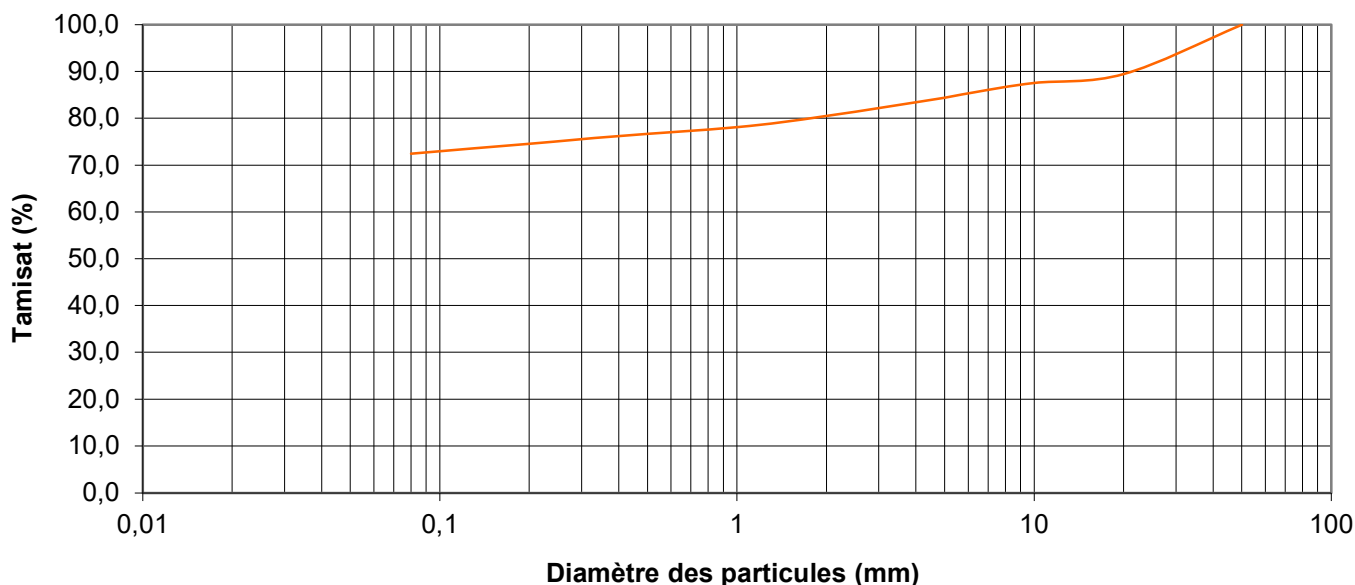
## CLASSIFICATION GTR DES SOLS - Norme NF P 11-300

Sondage :	PM11	Dossier n° :	2302942GAVP
Profondeur :	0,70 à 1,20 m	Client :	A2MO
Nature :	Limon argileux	Lieu :	JANZE (35)
Prélèvement le :	12/12/2023		Rue du Bois Rouge
Essais le :	23/01/2024	Projet :	Centre hospitalier

## ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC - NF P 94-056

Ø tamis (mm)	50	31,5	20	10	6.3	5	2	1	0.4	0.2	0.08
Passant (%)	100,0	100,0	89,5	87,6	85,6	84,4	80,5	78,1	76,3	74,6	72,5

Courbe granulométrique



<b>D max : (mm)</b>	<b>25</b>	<b>VBS :</b> NF P 94-068	<b>0,8</b>	<b>w (%) :</b> NF P 94-050	<b>21,6</b>	<b>IPI :</b> NF P 94-078	
---------------------	-----------	-----------------------------	------------	-------------------------------	-------------	-----------------------------	--

<b>Classification GTR :</b>	<b>Observations :</b>	
<b>A<sub>1</sub></b>		
<b>PV n° 24015</b>	<b>Fait à Vannes, le 23/01/2024</b>	<b>Technicien</b>
		<b>David DA COSTA</b>

Siège social : Z.A de Pentaparc - 26 rue Jean Guyomarc'h - 56000 VANNES - S.A.R.L au capital de 52100 €

N° TVA intracom. : FR31489801571

Tél. 02.97.68.92.10 - 56@kornog-geo.fr - N° Siret : 48980157100071

**COMPOSITION :**

	Matériau	%	Ech.N°
1 -	Limon argileux	100,0	PM11
2 -			
3 -			

Client : **A2MO**  
 Dossier N° : **230294G2AVP**  
 Affaire : **Centre hospitalier**  
 Lieu: **JANZE (35)**  
**Rue du Bois Rouge**  
 Date d'essai : **28/02/2024**

Type d'essai : Proctor Normal

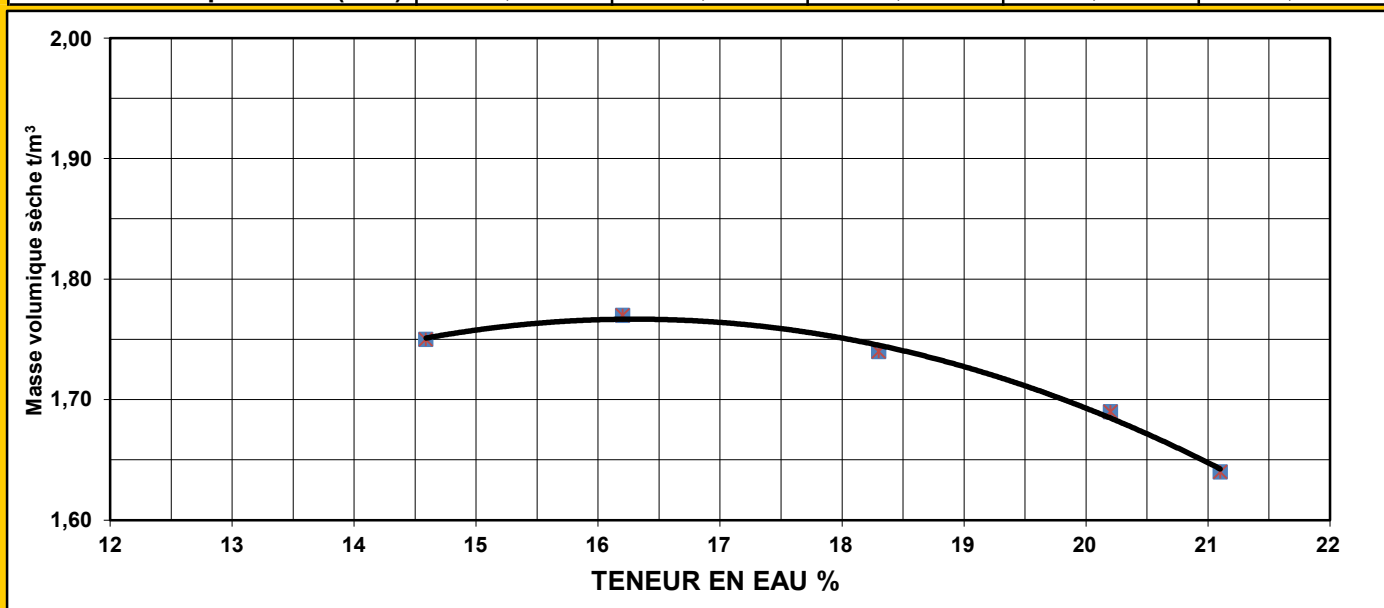
Moule utilisé : Moule CBR

	Matériau
D max :	<b>25 mm</b>
% > 20 mm :	<b>10,5 %</b>
ps blocs :	<b>2,65 t/m3</b>

**COMPACTAGE PROCTOR**

	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
<b>Résultats (hors correction granulométrique)</b>					
Teneur en eau (%) - NF P 94-050	23,6	22,6	20,5	18,1	16,3
Masse volumique sèche (t/m³)	1,57	1,62	1,67	1,71	1,68
CBR	1	2	5	11	15

<b>Résultats (avec correction granulométrique)</b>					
Teneur en eau (%)	21,1	20,2	18,3	16,2	14,6
Masse volumique sèche (t/m³)	1,64	1,69	1,74	1,77	1,75



Masse volumique sèche à l'optimum : **1,77 t/m3**

Teneur en eau à l'optimum : **16 %**

CBR Maxi : **15**

CBR à l'OPN : **11**

Observation :

Fait à **VANNES**.  
 Le 28 Février 2024

Le responsable des essais.  
**D. DA COSTA**



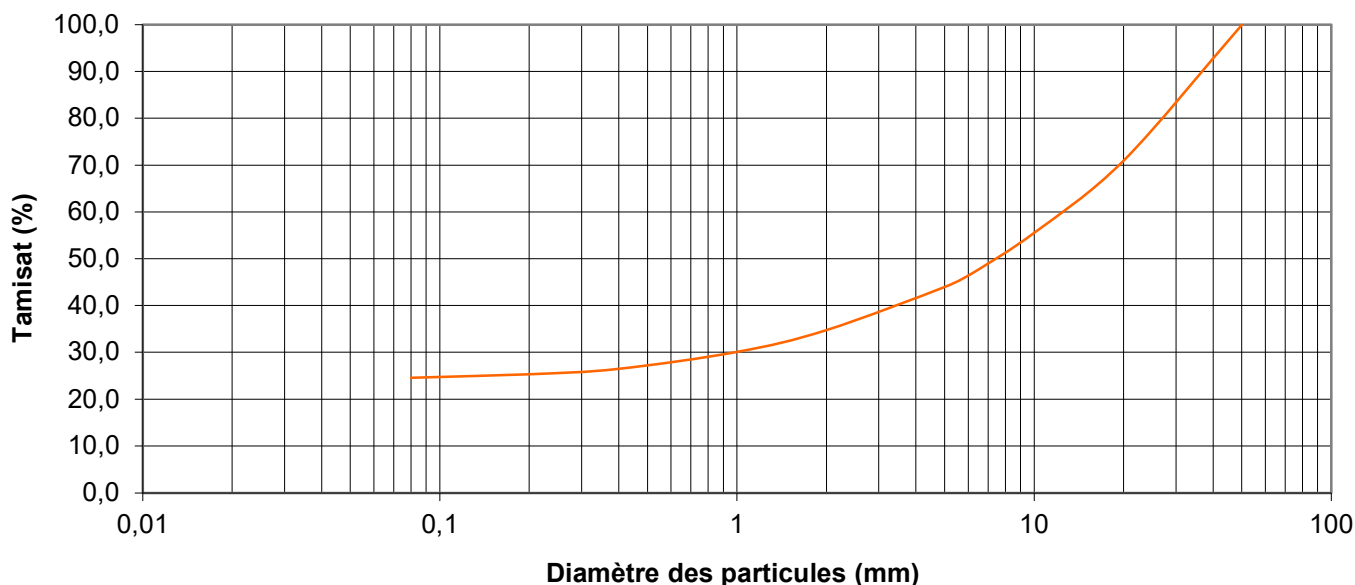
## CLASSIFICATION GTR DES SOLS - Norme NF P 11-300

Sondage :	PM12	Dossier n° :	2302942GAVP
Profondeur :	1,8 à 3,0 m	Client :	A2MO
Nature :	Schiste décomposé	Lieu :	JANZE (35)
Prélèvement le :	12/12/2023		Rue du Bois Rouge
Essais le :	23/01/2024	Projet :	Centre hospitalier

## ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC - NF P 94-056

Ø tamis (mm)	50	31,5	20	10	6.3	5	2	1	0.4	0.2	0.08
Passant (%)	100,0	94,5	71,1	55,6	47,3	44,0	34,8	30,1	26,5	25,4	24,6

Courbe granulométrique



<b>D max : (mm)</b>	<b>35</b>	<b>VBS :</b> NF P 94-068	<b>0,3</b>	<b>w (%) :</b> NF P 94-050	<b>15,0</b>	<b>IPI :</b> NF P 94-078	
---------------------	-----------	-----------------------------	------------	-------------------------------	-------------	-----------------------------	--

<b>Classification GTR :</b>	<b>Observations :</b>	
<b>B<sub>5</sub></b>		
<b>PV n° 24014</b>	<b>Fait à Vannes, le 23/01/2024</b>	<b>Technicien</b>
		<b>David DA COSTA</b>

Siège social : Z.A de Pentaparc - 26 rue Jean Guyomarc'h - 56000 VANNES - S.A.R.L au capital de 52100 €

N° TVA intracom. : FR31489801571

Tél. 02.97.68.92.10 - 56@kornog-geo.fr - N° Siret : 48980157100071





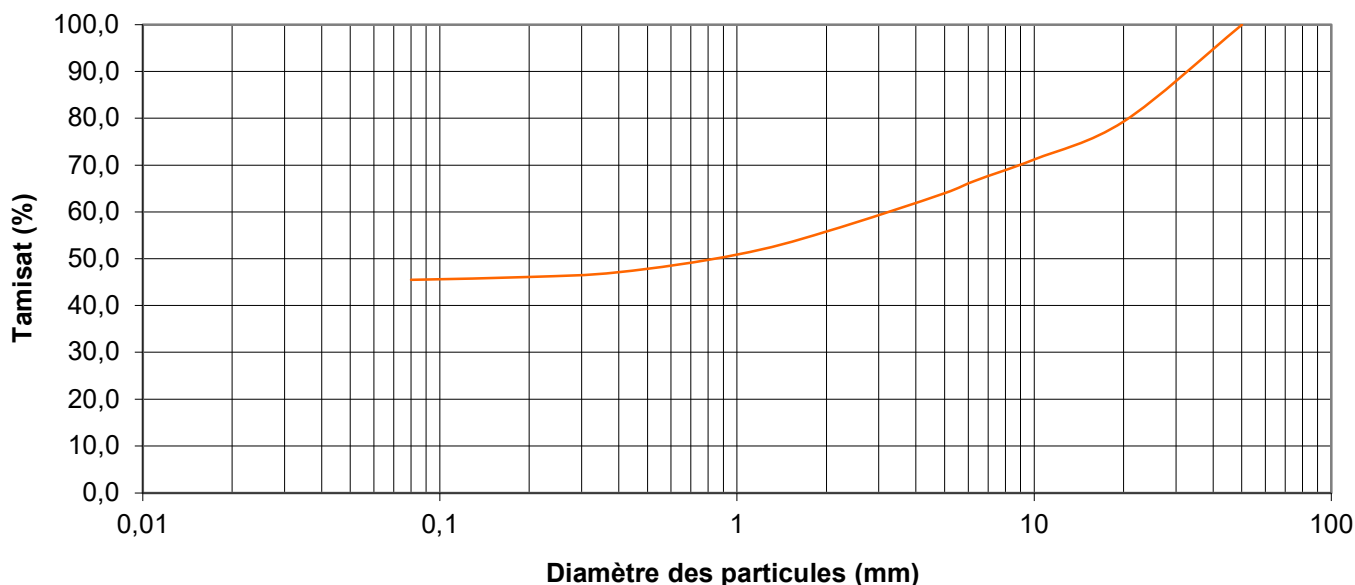
## CLASSIFICATION GTR DES SOLS - Norme NF P 11-300

Sondage :	PM13	Dossier n° :	2302942GAVP
Profondeur :	0,9 à 1,7 m	Client :	A2MO
Nature :	Altérite limono-graveleuse	Lieu :	JANZE (35)
Prélèvement le :	12/12/2023		Rue du Bois Rouge
Essais le :	23/01/2024	Projet :	Centre hospitalier

## ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC - NF P 94-056

Ø tamis (mm)	50	31,5	20	10	6.3	5	2	1	0.4	0.2	0.08
Passant (%)	100,0	100,0	79,4	71,2	66,7	64,0	55,8	50,9	47,1	46,2	45,6

Courbe granulométrique



<b>D max : (mm)</b>	<b>29</b>	<b>VBS :</b> NF P 94-068	<b>0,5</b>	<b>w (%) :</b> NF P 94-050	<b>21,0</b>	<b>IPI :</b> NF P 94-078	
---------------------	-----------	-----------------------------	------------	-------------------------------	-------------	-----------------------------	--

<b>Classification GTR :</b>	<b>Observations :</b>		
<b>A<sub>1</sub></b>			
<b>PV n° 24016</b>	<b>Fait à Vannes, le 23/01/2024</b>		<b>Technicien</b>
			<b>David DA COSTA</b>

Siège social : Z.A de Pentaparc - 26 rue Jean Guyomarc'h - 56000 VANNES - S.A.R.L au capital de 52100 €

N° TVA intracom. : FR31489801571

Tél. 02.97.68.92.10 - 56@kornog-geo.fr - N° Siret : 48980157100071

**COMPOSITION :**

	Matériau	%	Ech.N°
1 -	Altérite limono-graveleuse	100	PM13
2 -			
3 -			

Client : **A2MO**  
 Dossier N° : **230294G2AVP**  
 Affaire : **Centre hospitalier**  
 Lieu: **JANZE (35)**  
**Rue du Bois Rougé**  
 Date d'essai : **28/02/2024**

Type d'essai : Proctor Normal

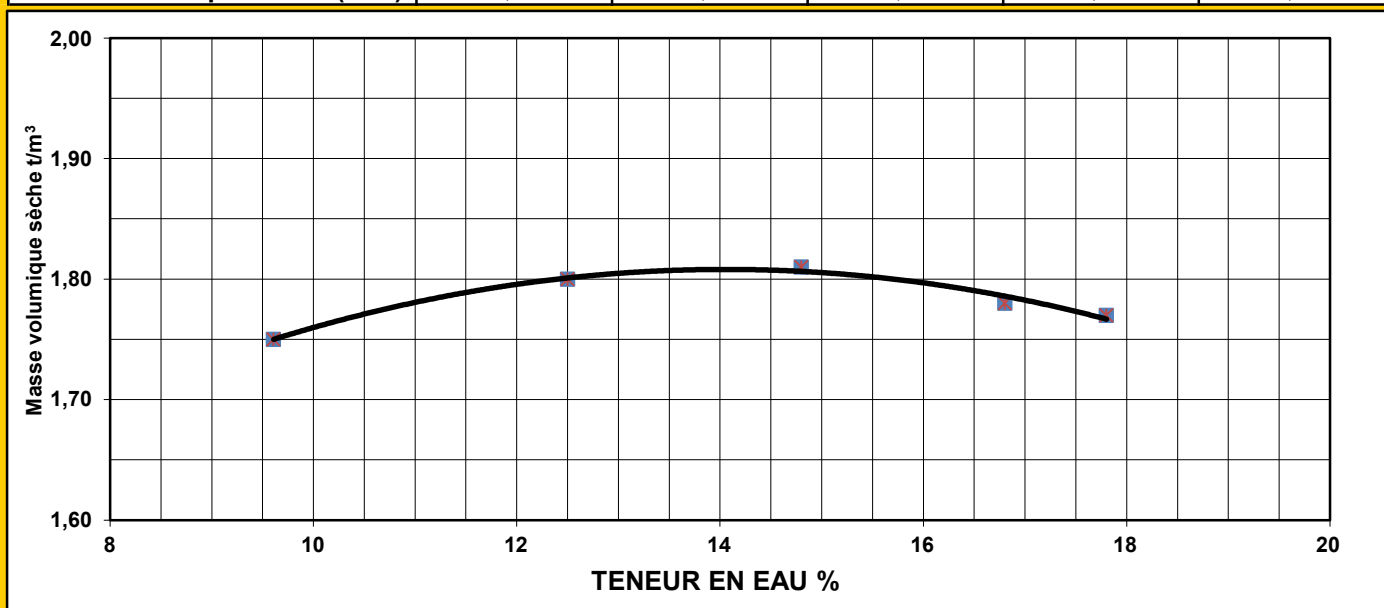
Moule utilisé : Moule CBR

	Matériau
D max :	<b>29 mm</b>
% > 20 mm :	<b>20,6 %</b>
ps blocs :	<b>2,65 t/m3</b>

**COMPACTAGE PROCTOR**

	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
<b>Résultats (hors correction granulométrique)</b>					
Teneur en eau (%) - NF P 94-050	22,4	21,2	18,6	15,8	12,1
Masse volumique sèche (t/m³)	1,63	1,64	1,67	1,67	1,61
CBR	4	8	21	29	34

<b>Résultats (avec correction granulométrique)</b>					
Teneur en eau (%)	17,8	16,8	14,8	12,5	9,6
Masse volumique sèche (t/m³)	1,77	1,78	1,81	1,80	1,75



Masse volumique sèche à l'optimum : **1,81 t/m3**

Teneur en eau à l'optimum : **14,8 %**

CBR Maxi : **34**

CBR à l'OPN : **21**

Observation :

Fait à VANNES.

Le 28 Février 2024

Le responsable des essais.

**D. DA COSTA**



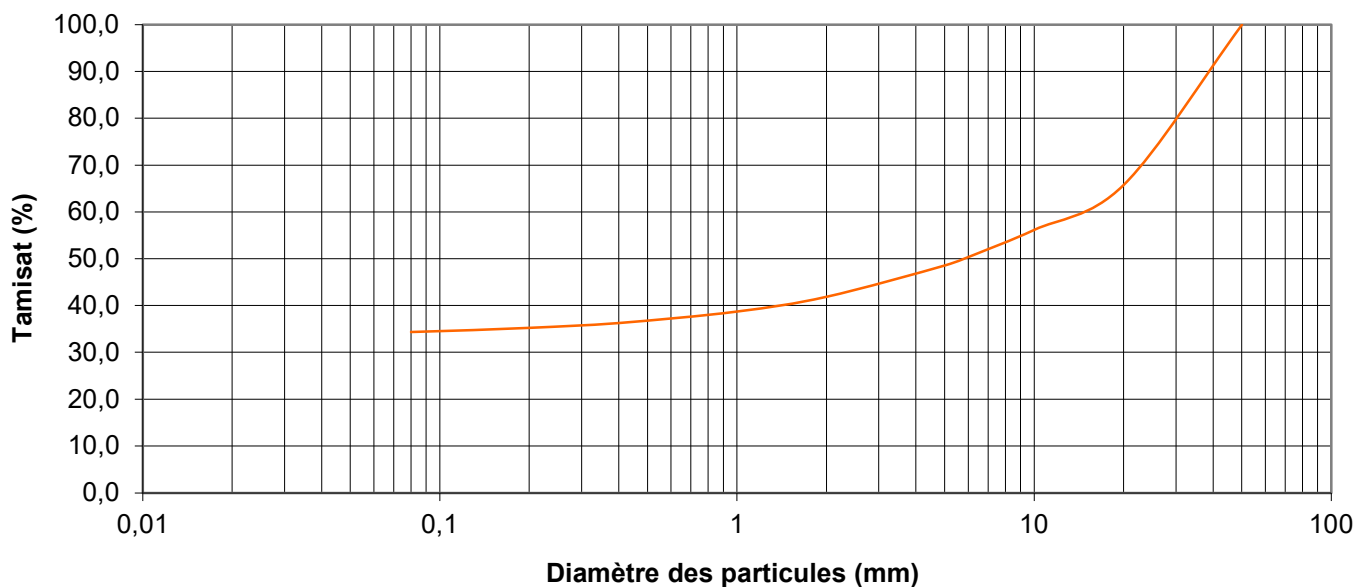
## CLASSIFICATION GTR DES SOLS - Norme NF P 11-300

Sondage :	PM24	Dossier n° :	2302942GAVP
Profondeur :	1,0 à 1,5 m	Client :	A2MO
Nature :	Altérite gravelo-limoneuse	Lieu :	JANZE (35)
Prélèvement le :	12/12/2023		Rue du Bois Rouge
Essais le :	23/01/2024	Projet :	Centre hospitalier

## ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC - NF P 94-056

Ø tamis (mm)	50	31,5	20	10	6.3	5	2	1	0.4	0.2	0.08
Passant (%)	100,0	100,0	65,8	56,2	50,9	48,6	41,9	38,8	36,3	35,3	34,4

Courbe granulométrique



<b>D max : (mm)</b>	<b>11</b>	<b>VBS :</b> NF P 94-068	<b>0,3</b>	<b>w (%) :</b> NF P 94-050	<b>21,2</b>	<b>IPI :</b> NF P 94-078	
---------------------	-----------	-----------------------------	------------	-------------------------------	-------------	-----------------------------	--

<b>Classification GTR :</b>	<b>Observations :</b>	
<b>B<sub>5</sub></b>		
<b>PV n° 24017</b>	<b>Fait à Vannes, le 23/01/2024</b>	Technicien <b>David DA COSTA</b>

Siège social : Z.A de Pentaparc - 26 rue Jean Guyomarc'h - 56000 VANNES - S.A.R.L au capital de 52100 €

N° TVA intracom. : FR31489801571

Tél. 02.97.68.92.10 - 56@kornog-geo.fr - N° Siret : 48980157100071

**COMPOSITION :**

	Matériau	%	Ech.N°
1 -	Altérite gravelo-limoneuse	100	PM24
2 -			
3 -			

Client : **A2MO**  
 Dossier N° : **230294G2AVP**  
 Affaire : **Centre hospitalier**  
 Lieu: **JANZE (35)**  
**Rue du Bois Rougé**  
 Date d'essai : **28/02/2024**

Type d'essai : Proctor Normal

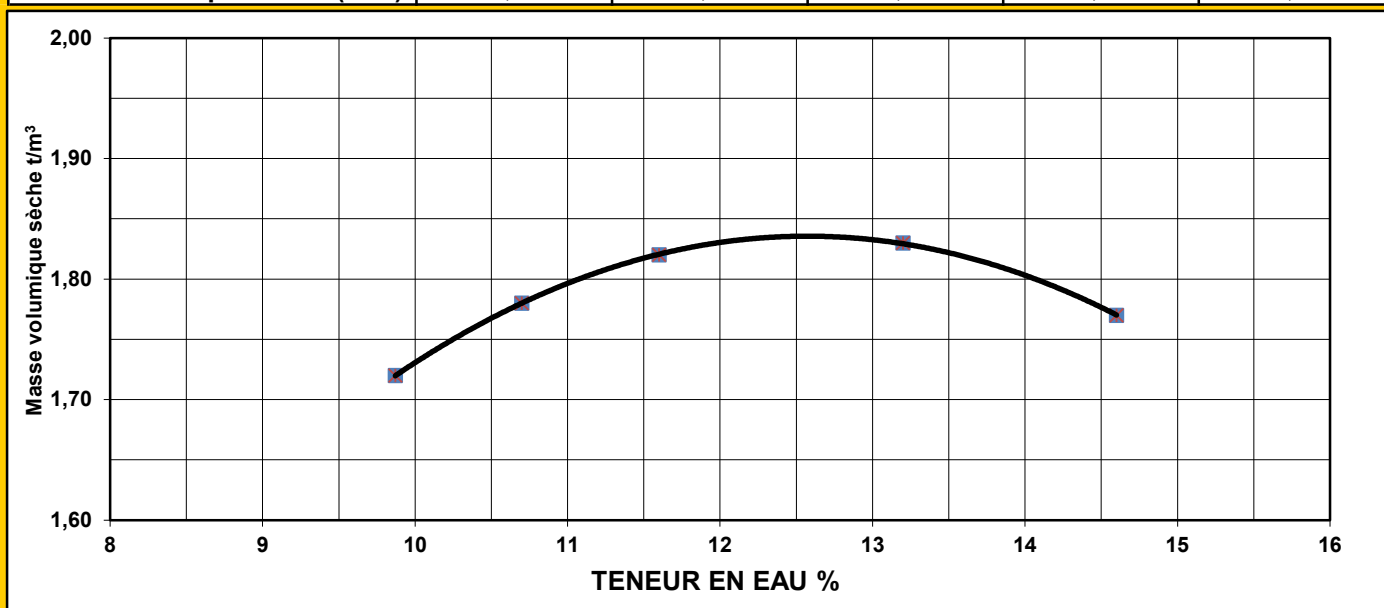
Moule utilisé : Moule CBR

	Matériau
D max :	<b>27 mm</b>
% > 20 mm :	<b>34,2 %</b>
ps blocs :	<b>2,65 t/m3</b>

**COMPACTAGE PROCTOR**

	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
<b>Résultats (hors correction granulométrique)</b>					
Teneur en eau (%) - NF P 94-050	22,2	20,0	17,6	16,3	15,0
Masse volumique sèche (t/m³)	1,51	1,58	1,57	1,52	1,46
CBR	12	25	30	32	37

<b>Résultats (avec correction granulométrique)</b>					
Teneur en eau (%)	14,6	13,2	11,6	10,7	9,9
Masse volumique sèche (t/m³)	1,77	1,83	1,82	1,78	1,72



Masse volumique sèche à l'optimum : **1,83 t/m3**

Teneur en eau à l'optimum : **13,2 %**

CBR Maxi : **37**

CBR à l'OPN : **25**

Observation :

Fait à **VANNES**.  
 Le 28 Février 2024

Le responsable des essais.  
**D. DA COSTA**



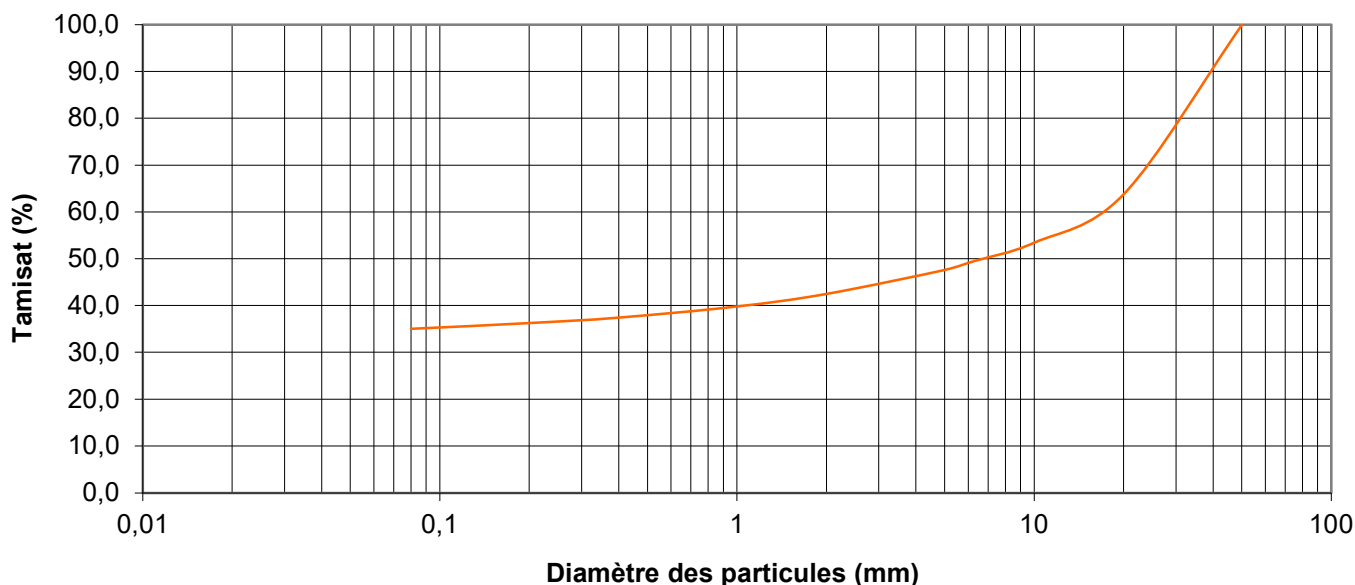
## CLASSIFICATION GTR DES SOLS - Norme NF P 11-300

Sondage :	PM26	Dossier n° :	2302942GAVP
Profondeur :	0,1 à 1,4 m	Client :	A2MO
Nature :	Remblai schisteux	Lieu :	JANZE (35)
Prélèvement le :	12/12/2023		Rue du Bois Rouge
Essais le :	23/01/2024	Projet :	Centre hospitalier

## ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC - NF P 94-056

Ø tamis (mm)	50	31,5	20	10	6.3	5	2	1	0.4	0.2	0.08
Passant (%)	100,0	91,0	63,8	53,5	49,6	47,7	42,5	39,8	37,5	36,3	35,0

Courbe granulométrique



<b>D max : (mm)</b>	<b>11</b>	<b>VBS :</b> NF P 94-068	<b>0,3</b>	<b>w (%) :</b> NF P 94-050	<b>19,5</b>	<b>IPI :</b> NF P 94-078	
---------------------	-----------	-----------------------------	------------	-------------------------------	-------------	-----------------------------	--

<b>Classification GTR :</b>	<b>Observations :</b>		
<b>B<sub>5</sub></b>			
<b>PV n° 24019</b>	<b>Fait à Vannes, le 23/01/2024</b>		<b>Technicien</b>
			<b>David DA COSTA</b>

Siège social : Z.A de Pentaparc - 26 rue Jean Guyomarc'h - 56000 VANNES - S.A.R.L au capital de 52100 €

N° TVA intracom. : FR31489801571

Tél. 02.97.68.92.10 - 56@kornog-geo.fr - N° Siret : 48980157100071

## Inovalys site de Nantes

La Chantrerie, Rte de Gachet - BP 52703 / 44327 NANTES CEDEX 3

Tel : 02.51.85.44.64 / [contact@inovalys.fr](mailto:contact@inovalys.fr) / [www.inovalys.fr](http://www.inovalys.fr)

Réf. Dossier :

JANZE - 230294

N° Devis : DE240100222

Enregistré le :

23/01/2024

Edité le :

01/02/2024  
17:23

KORNOG GEOTECHNIQUE Agence du Morbihan

26 RUE JEAN GUYOMARC'H  
ZA DE PENTAPARC  
56000 VANNES

Tél. 02 97 68 92 10

## Objet : Agressivité des eaux et sols sur les bétons

### RÉCAPITULATIF

#### Échantillons analysés :

Références Inovalys des échantillons	Références client des échantillons
E2401106561	SP4 (0.2-0.7m) JANZE - 230294
E2401106562	SP23 (0.7-1.7m) JANZE - 230294
E2401106563	SP14 (0.8-1.6m) JANZE - 230294
E2401106727	PZ9 JANZE - 230294

Réf Client : SP4 (0.2-0.7m)

(Sols divers (hors Sites et Sols Pollués - SSP))

Descriptif client : JANZE - 230294

Par : CLIENT

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E2401106561

Date de réception : 23/01/2024 15:00

Paramètres		Résultats		Spécifications	Méthode	Date analyse
		brut	sec			
Agressivité des sols sur les bétons (FD P18-011)						
N	Sulfates extractibles par HCl		89 LQ=60	mg(SO4)/k g	FD P18-011 Extraction à l'acide chlorhydrique	30/01/24
N	Degré d'acidité des sols selon BAUMANN- GULLY		36,0 LQ=1.0	mL/kg	FD P18-011 Titrimétrie	30/01/24

Approuvé le 01/02/2024 par Aurelien FERCHAUD ,  
Responsable Labo. Micropolluants Organiques



Réf Client : SP23 (0.7-1.7m)

(Sols divers (hors Sites et Sols Pollués - SSP))

Descriptif client : JANZE - 230294

Par : CLIENT

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E2401106562

Date de réception : 23/01/2024 15:00

Paramètres		Résultats		Spécifications	Méthode	Date analyse
		brut	sec			
Agressivité des sols sur les bétons (FD P18-011)						
N	Sulfates extractibles par HCl		206 LQ=60	mg(SO4)/kg	FD P18-011 Extraction à l'acide chlorhydrique	30/01/24
N	Degré d'acidité des sols selon BAUMANN-GULLY		62,0 LQ=1.0	mL/kg	FD P18-011 Titrimétrie	30/01/24

Approuvé le 01/02/2024 par Aurelien FERCHAUD ,  
Responsable Labo. Micropolluants Organiques





Réf Client : SP14 (0.8-1.6m)

(Sols divers (hors Sites et Sols Pollués - SSP))

Descriptif client : JANZE - 230294

Par : CLIENT

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E2401106563

Date de réception : 23/01/2024 15:00

Paramètres		Résultats		Spécifications	Méthode	Date analyse
		brut	sec			
Agressivité des sols sur les bétons (FD P18-011)						
N	Sulfates extractibles par HCl		104 LQ=60	mg(SO4)/kg	FD P18-011 Extraction à l'acide chlorhydrique	30/01/24
N	Degré d'acidité des sols selon BAUMANN-GULLY		32,0 LQ=1.0	mL/kg	FD P18-011 Titrimétrie	30/01/24

Approuvé le 01/02/2024 par Aurelien FERCHAUD ,  
Responsable Labo. Micropolluants Organiques



Réf Client : PZ9

(Eaux douces diverses (non naturelles))

Descriptif client : JANZE - 230294

Prélevé le : 22/01/2024

Par : CLIENT

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E2401106727

Date de réception : 23/01/2024 15:00

Paramètres	Résultats		Spécifications	Méthode	Date analyse
	brut	sec			
Température à l'arrivée au laboratoire (°C) : <i>n° Sandre : 8727</i>	10,0	°C			
<b>Agressivité de l'eau sur les bétons (P18-011)</b>					
N * pH <i>n° Sandre : 1302</i>	6,4 LQ=4	unité pH		NF EN ISO 10523 (T90-008) Potentiométrie	23/01/24
N * Azote ammoniacal <i>n° Sandre : 1335</i>	0,040 LQ=0.010	mg(NH4)/L		NF ISO 15923-1 Spectrophotométrie UV-Vis automatisée	24/01/24
N Anhydride carbonique agressif (CO2 ag) <i>n° Sandre : 6426</i>	29,4 LQ=0.2	mg/L		Méthode interne Calcul	29/01/24
N * Titre alcalimétrique complet (TAC) <i>n° Sandre : 1347</i>	4,19 LQ=0.5	°f		ISO/TS 15923-2 Spectrophotométrie UV-Vis automatisée	24/01/24
N TAC d'équilibre <i>n° Sandre : 6544</i>	10,9 LQ=0.5	°f		ISO/TS 15923-2 (essai au marbre)- Spectrophotométrie UV-Vis automatisée	29/01/24
N * Sulfates <i>n° Sandre : 1338</i>	14,7 LQ=5	mg(SO4)/L		NF ISO 15923-1 Spectrophotométrie UV-Vis automatisée	24/01/24
N * Magnésium <i>n° Sandre : 1372</i>	9,1 LQ=0.2	mg/L		Méthode interne N-EAUX/M/051 ; NF EN ISO 17294-2 Minéralisation HNO3-HCl-ICP-MS	26/01/24

Approuvé le 01/02/2024 par Aurelien FERCHAUD ,  
Responsable Labo. Micropolluants Organiques

