

**MINISTERE DE LA JUSTICE**  
**TGI DE CRETEIL**  
**INSTALLATION D'UN BATIMENT**  
**MODULAIRE PROVISoire**

**Note technique G<sub>2</sub> PRO**  
**Calcul des fondations**

AFFAIRE 18.048			DOCUMENT 18.048/02			IND. A
A	13.06.2018	E. SFYRA	C. LAC	M.WOJNAROWICZ	1ère émission	25 + 3 annexes
IND.	DATE	ETABLI	VERIFIE	APPROUVE	MODIFICATIONS	Nb Pages

<b>SOMMAIRE</b>
-----------------

<b>1.</b>	<b>OBJET .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>DOCUMENTS DE REFERENCE .....</b>	<b>3</b>
2.1.	DOCUMENTS NORMATIFS ET REGLEMENTAIRES .....	3
2.2.	DOCUMENTS SPECIFIQUES AU PROJET .....	3
2.3.	CAMPAGNES ANTERIEURES (BATIMENT ENERGIE) .....	3
<b>3.</b>	<b>CONTEXTE GENERAL DE L'OUVRAGE .....</b>	<b>4</b>
3.1.	DESCRIPTION DE L'OUVRAGE.....	4
3.2.	DONNEES GEOLOGIQUES ET GEOTECHNIQUES GENERALES .....	5
3.3.	RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES .....	5
3.4.	DESCENTE DE CHARGES .....	6
<b>4.</b>	<b>ANALYSE DES RECONNAISSANCES DE SOLS SPECIFIQUES AU PROJET .....</b>	<b>8</b>
4.1.	INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES .....	8
4.2.	SYNTHESE DES DONNEES GEOLOGIQUES ET GEOTECHNIQUES.....	9
4.3.	ANALYSE STATISTIQUE DES SONDAGES REALISES AU DROIT DU FUTUR BATIMENT MODULAIRE.....	10
4.4.	DONNEES HYDROGEOLOGIQUES .....	12
4.5.	SYNTHESE DES RECONNAISSANCES DE SOL ET PROFIL DE CALCUL GEOTECHNIQUE .....	13
<b>5.</b>	<b>DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS.....</b>	<b>14</b>
5.1.	MODE DE FONDATION RETENU .....	14
5.2.	PRINCIPE DE DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS SELON L'EC7 (NF P 94-262) .....	14
5.3.	CALCUL DE PORTANCE D'UN MICROPIEU MODELE .....	17
5.4.	DIMENSIONNEMENT POUR LES DIFFERENTS APPUIS.....	17
5.5.	VERIFICATION DES TUBES EN ACIER .....	20
5.6.	VERIFICATION DU RISQUE DE FLAMBEMENT .....	21
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONS .....</b>	<b>24</b>

## 1. OBJET

Dans le cadre du projet de construction d'un bâtiment modulaire devant le Tribunal de Grande Instance de Créteil (94), SEPIAGC est intervenu pour réaliser une campagne de reconnaissance des sols, préciser le contexte géotechnique à prendre en compte dans l'étude du mode de fondation du bâtiment, et présenter le dimensionnement du mode de fondation retenu.

Le projet prévoit la construction d'un bâtiment modulaire devant le TGI de Créteil. Le bâtiment sera constitué d'une structure en charpente métallique, sur laquelle les bâtiments modulaires seront posés. La structure en charpente métallique sera portée par des poteaux métalliques posés sur des fondations. Une passerelle de jonction est prévue entre le nouveau bâtiment et le TGI.

Le projet a déjà fait l'objet de la campagne de reconnaissance de sols ci-après :

- Une mission de type G<sub>2</sub> AVP selon la norme NF P 94-500 de Novembre 2013, réalisée en août 2016 par GEOTEC.

Le présent rapport analyse l'ensemble des données géotechniques disponibles à ce jour, y compris les sondages réalisés par SEPIAGC, et présente le dimensionnement des fondations du bâtiment modulaire (mission G2PRO).

## 2. DOCUMENTS DE REFERENCE

### 2.1. DOCUMENTS NORMATIFS ET REGLEMENTAIRES

- Norme NF P 94-262 « Justification des ouvrages géotechniques - Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations profondes »
- Norme NF EN 14199 « Exécution des travaux géotechniques spéciaux – Micropieux »
- Eurocode 3 : Calcul des structures en acier – Partie 5 : Pieux et Palplanches
- DTU 13.2 « Fondations profondes pour le bâtiment »

### 2.2. DOCUMENTS SPECIFIQUES AU PROJET

- « Etude Géotechnique de conception – Phase Avant-Projet (G<sub>2</sub> AVP) – Bâtiments Modulaires », GEOTEC, Indice 0 du 22.08.2016 (réf : 2016/03842/PARIS) ;
- Tribunal de Grande Instance de Créteil – Plan de masse, SGDS International, Indice du 11.08.2006 ;
- Descriptif pour la réalisation d'une étude de sol (fourni par la MOE) ;
- Descriptif pour la réalisation d'une étude de sol – DDC pour G2PRO (fourni par la MOE).

### 2.3. CAMPAGNES ANTERIEURES (BATIMENT ENERGIE)

Le projet de construction d'un bâtiment Energie de type R+2 dans l'enceinte du Tribunal de Grande Instance de Créteil (94) a fait l'objet de trois campagnes de reconnaissances de sols :

- Une mission de type G<sub>2-AVP</sub> selon la norme NFP 94500 de Novembre 2013, réalisée en octobre 2015 par SOL-EXPLOREUR ;
- Une mission de type G<sub>3</sub> réalisée en janvier 2017 par GEOLIA ;
- Une mission de type G<sub>3</sub> réalisée en mars 2017 par SEPIAGC.

Tenant compte de la proximité de ce bâtiment au futur bâtiment modulaire, les résultats des campagnes de reconnaissance de GEOLIA et de SEPIAGC seront également pris en compte pour la présente étude. Nous ne tiendrons pas compte de la campagne de SOL-EXPLOREUR, étant donné ses résultats hétérogènes, incohérents avec les résultats des autres campagnes et très favorables.

### 3. CONTEXTE GENERAL DE L'OUVRAGE

#### 3.1. DESCRIPTION DE L'OUVRAGE

Le site du Tribunal de Grande Instance de Créteil se trouve sur la commune de CRETEIL, sur la plaine alluviale de la Seine qui coule à 1500 m à l'Ouest.

L'emprise retenue pour implanter le bâtiment modulaire est délimitée par :

- Au nord, une zone en terrain stabilisé servant de parking ;
- A l'est, le tribunal de Grande Instance. C'est un bâtiment de 20 étages environ ;
- Au sud, la rue Bernard Palissy ;
- A l'ouest, la rue Pasteur Vallery Radot.

Le terrain étudié est actuellement un parking avec un revêtement de surface bitumineux, présentant une légère pente vers l'Ouest. Plus précisément, le terrain présente des altimétries peu variables qui restent comprises entre +32 NGF et +33 NGF.

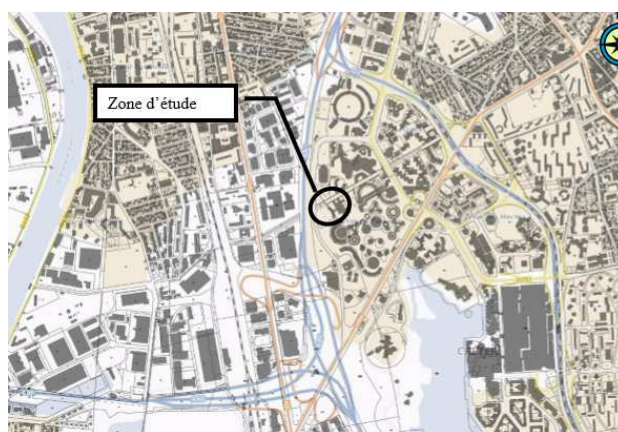


Figure 1: Plan de situation

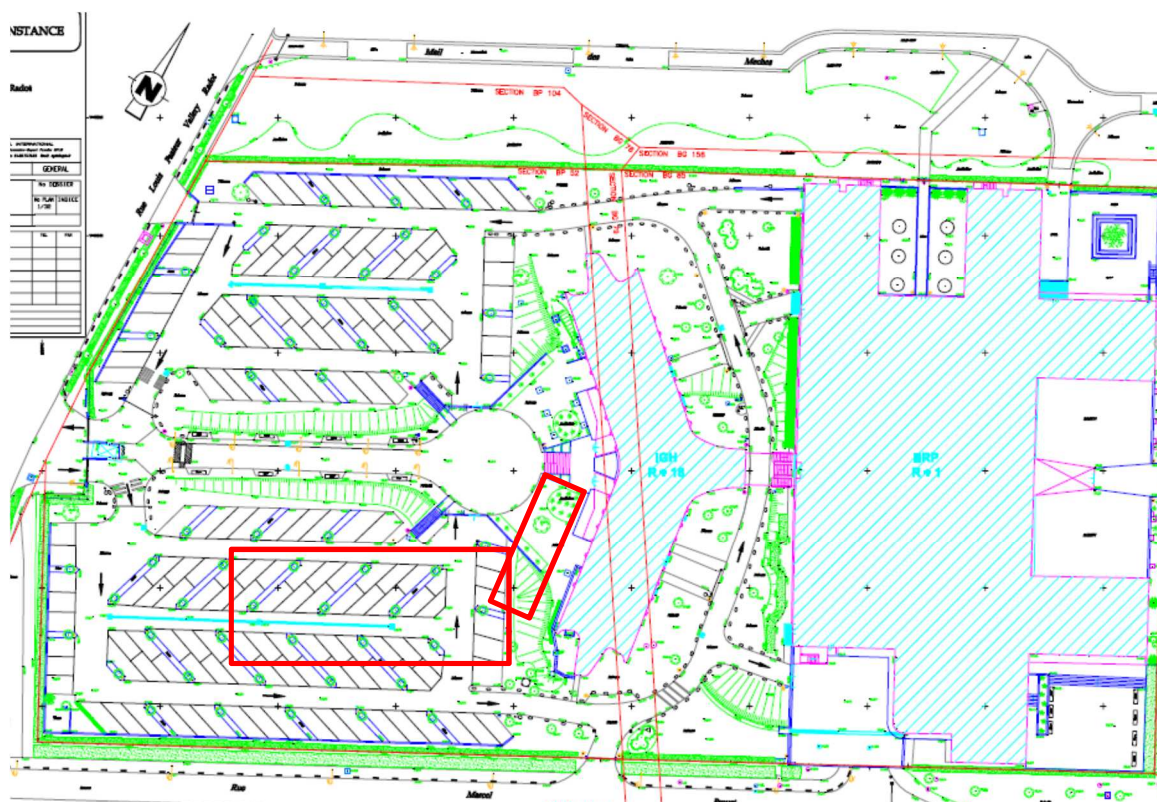


Figure 2: Extrait du Plan de masse du TGI de Créteil avec délimitation de l'emprise du futur bâtiment et de la passerelle



### 3.2. DONNEES GEOLOGIQUES ET GEOTECHNIQUES GENERALES

La connaissance géologique locale générale est issue des données du BRGM qui a cartographié la zone couverte par la carte au 1/25000<sup>ème</sup>, feuille de Paris (Figure 3). Les formations attendues d'après les sondages d'archives étaient les suivantes (de haut en bas) :

- Remblais [X], présents sur des hauteurs importantes, en raison des réaménagements successifs liés aux anciennes exploitations de ballastières de Créteil ;
- Alluvions indifférenciées (modernes et anciennes) de la Seine [F]. Elles sont représentées par des limons, des argiles et des fractions granulaires variables ;
- Marno-Calcaire de Saint-Ouen [e<sub>6b1</sub>].

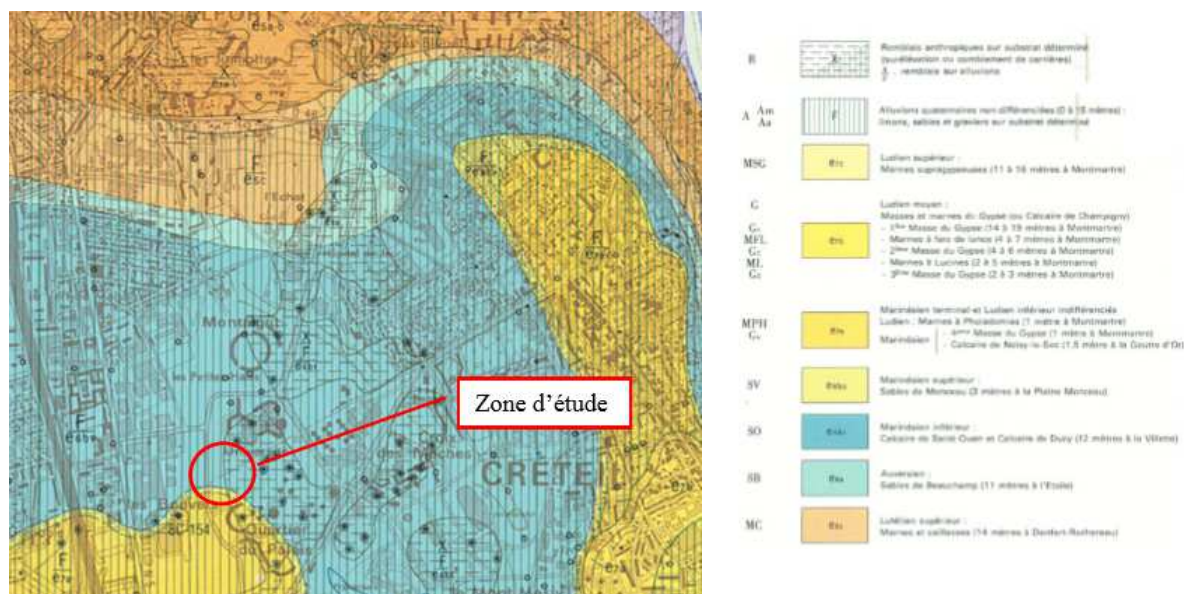


Figure 3: Extrait de la Carte géologique de Paris et sa banlieue au 1/25000 du BRGM

### 3.3. RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

Le site est caractérisé par le risque de submersion en cas de crues ; le niveau normal de la Seine est à **29.65 NGF** pour la station la plus proche ; en cas de crue centennale, le niveau est de **+35.50 NGF** soit une submersion de plus de 2 m du terrain naturel.

Le terrain se situe en zone de sismicité 1 où il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les bâtiments à risque normal (l'aléa sismique associé à cette zone est qualifié de très faible selon le nouveau zonage du 22 octobre 2010).

D'après la carte de l'Inspection Générale des Carrières du département du Val-de-Marne et d'après le Plan de prévention des risques « Mouvements de terrain par affaissements et effondrements » de Créteil, le site n'est pas concerné par la présence de carrière souterraine ou à ciel ouvert. Toutefois, on note la présence de remblais jusque vers 8,0 m/TA au droit du site pouvant être lié à l'existence d'une ancienne gravière à cet emplacement.

Le substratum marno-calcaire est sujet à la karstification. Il est toujours possible, dans un tel environnement, de rencontrer des cavités vides ou remplies de sédiments divers qui n'auraient pas été mises en évidence par les sondages.

D'après le site du BRGM, le terrain est situé au sein d'une zone classée en aléa faible vis-à-vis du phénomène de retrait/gonflement des argiles. La nature frottante des formations de surface, au moins jusqu'à 7 à 8 m par rapport au terrain naturel, identifiée lors des différentes campagnes de reconnaissances, confirme l'aléa faible vis-à-vis du risque de retrait-gonflement des sols.

La commune de CRETEIL a fait l'objet de plusieurs arrêtés de catastrophes naturelles de type « inondations par coulées de boue » et « mouvements de terrain consécutif à la sécheresse » entre 1988 et 2003 (source : macommune.prim.net).

### 3.4. DESCENTE DE CHARGES

Selon les données fournies par le Maître d'œuvre, il est envisagé de fonder le bâtiment sur des appuis répartis sous toute la surface du bâtiment, sur une trame de 6m x 6m.

Les charges non pondérées attendues sur les poteaux sous le bâtiment sont présentées dans les figures ci-après :

– charges permanentes :

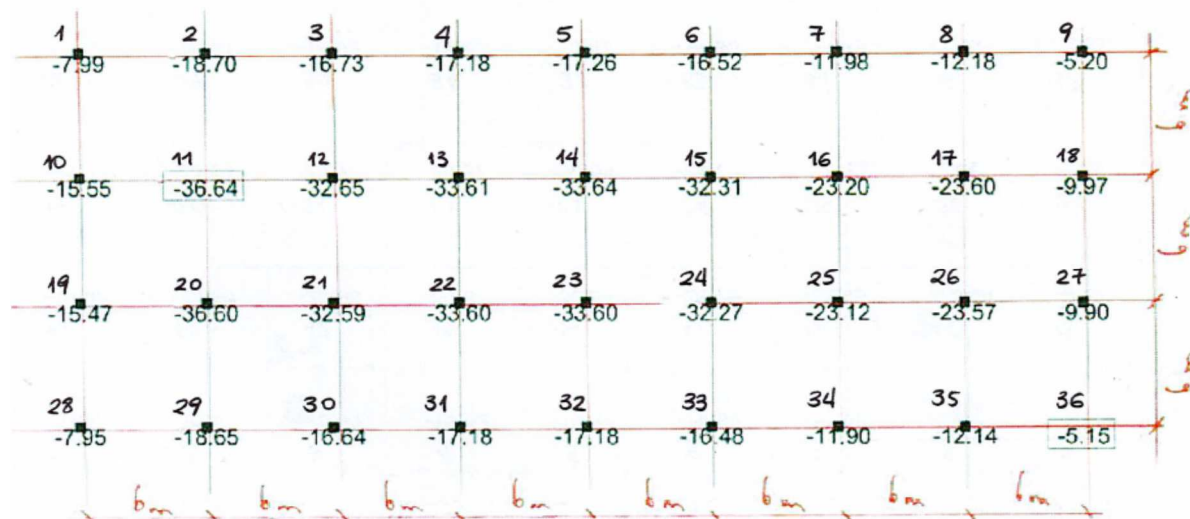


Figure 4: Charges permanentes G(T) (selon p.3/5 de la DDC G2PRO fournie par la MOE)

– charges d'exploitation :

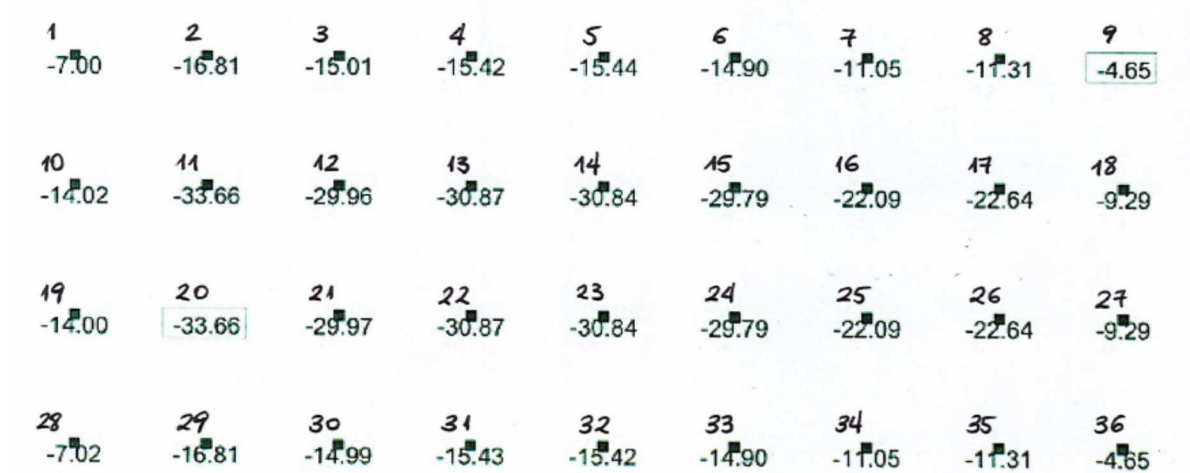


Figure 5: Charges d'exploitation Q(T) (selon p.4/5 de la DDC G2PRO fournie par la MOE)

Les charges non pondérées attendues sous l'appui de la passerelle sont :

- charges permanentes : 25 t ;
- charges d'exploitation : 6 t.

La descente de charges en ELS-QP et en ELU-FOND retenue est présentée dans le tableau ci-après :

Appui	Localisation	G (kN)	Q (kN)	$Q_{ELU-FOND} (kN)$ $1.35 \cdot G + 1.50 \cdot Q$	$Q_{ELS-QP} (kN)$ $G + Q$
1	Poteau d'angle	79.9	70.0	212.9	149.9
2	Poteau de façade	187.0	168.1	504.6	355.1
3	Poteau de façade	167.3	150.1	451.0	317.4
4	Poteau de façade	171.8	154.2	463.2	326.0
5	Poteau de façade	172.6	154.4	464.6	327.0
6	Poteau de façade	165.2	149.0	446.5	314.2
7	Poteau de façade	119.8	110.5	327.5	230.3
8	Poteau de façade	121.8	113.1	334.1	234.9
9	Poteau d'angle	52.0	46.5	140.0	98.5
10	Poteau en pignon	155.5	140.2	420.2	295.7
11	Poteau central	366.4	336.6	999.5	703.0
12	Poteau central	326.5	299.6	890.2	626.1
13	Poteau central	336.1	308.7	916.8	644.8
14	Poteau central	336.4	308.4	916.7	644.8
15	Poteau central	323.1	297.9	883.0	621.0
16	Poteau central	232.0	220.9	644.6	452.9
17	Poteau central	236.0	226.4	658.2	462.4
18	Poteau en pignon	99.7	92.9	273.9	192.6
19	Poteau en pignon	154.7	140.0	418.8	294.7
20	Poteau central	366.0	336.6	999.0	702.6
21	Poteau central	325.9	299.7	889.5	625.6
22	Poteau central	336.0	308.7	916.7	644.7
23	Poteau central	336.0	308.4	916.2	644.4
24	Poteau central	322.7	297.9	882.5	620.6
25	Poteau central	231.2	220.9	643.5	452.1
26	Poteau central	235.7	226.4	657.8	462.1
27	Poteau en pignon	99.0	92.9	273.0	191.9
28	Poteau d'angle	79.5	70.2	212.6	149.7
29	Poteau de façade	186.5	168.1	503.9	354.6
30	Poteau de façade	166.4	149.9	449.5	316.3
31	Poteau de façade	171.8	154.3	463.4	326.1
32	Poteau de façade	171.8	154.2	463.2	326.0
33	Poteau de façade	164.8	149.0	446.0	313.8
34	Poteau de façade	119.0	110.5	326.4	229.5
35	Poteau de façade	121.4	113.1	333.5	234.5
36	Poteau d'angle	51.5	46.5	139.3	98.0
Passerelle		250.0	60.0	427.5	310.0

**Tableau 1 : Descente de charges**

#### 4. ANALYSE DES RECONNAISSANCES DE SOLS SPECIFIQUES AU PROJET

##### 4.1. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

Les sondages réalisés dans le cadre des différentes campagnes de reconnaissance et pris en compte pour l'établissement de la présente étude géotechnique sont les suivants:

Sondage	Société	Projet	Type de sondage	Cote NGF (m)	Cote NGF réf. (m)	Profondeur (m)
SP1	GEOTEC	Bâtiment modulaire	Pressiométrique	-	98.95	8.00
SP2	GEOTEC	Bâtiment modulaire	Pressiométrique	-	99.00	8.00
SP3	GEOTEC	Bâtiment modulaire	Pressiométrique	-	99.05	8.00
SP4	GEOTEC	Bâtiment modulaire	Pressiométrique	-	99.10	8.00
SP5	GEOTEC	Bâtiment modulaire	Pressiométrique	-	99.05	8.00
SP6	GEOTEC	Bâtiment modulaire	Pressiométrique	-	99.00	8.00
PD1	GEOTEC	Bâtiment modulaire	Pénétrömètre dynamique	-	98.95	8.00
PD2	GEOTEC	Bâtiment modulaire	Pénétrömètre dynamique	-	99.00	8.00
PD3	GEOTEC	Bâtiment modulaire	Pénétrömètre dynamique	-	99.05	8.00
PD4	GEOTEC	Bâtiment modulaire	Pénétrömètre dynamique	-	99.10	8.00
PD5	GEOTEC	Bâtiment modulaire	Pénétrömètre dynamique	-	99.05	5.60 (refus)
PD6	GEOTEC	Bâtiment modulaire	Pénétrömètre dynamique	-	99.00	8.00
SP1	GEOLIA	Bâtiment énergie	Pressiométrique	32.50	-	21.00
SP2	GEOLIA	Bâtiment énergie	Pressiométrique	32.30	-	12.00
SP1	SEPIAGC	Bâtiment énergie	Pressiométrique	-	-	15.17
SP2	SEPIAGC	Bâtiment énergie	Pressiométrique	-	-	15.11
SP1	SEPIAGC	Bâtiment modulaire	Pressiométrique	-	-	19.75
SP2	SEPIAGC	Bâtiment modulaire	Pressiométrique	-	-	20.62
SP3	SEPIAGC	Bâtiment modulaire	Pressiométrique	-	-	20.49

**Tableau 2** : Sondages réalisés au droit et à proximité de l'emprise du futur bâtiment modulaire

L'implantation des sondages réalisés dans le cadre de la présente étude par SEPIAGC, a été définie par le maitre d'œuvre et est présentée en annexe I. Les résultats des sondages sont présentés en annexe II.



#### 4.2. SYNTHÈSE DES DONNÉES GÉOLOGIQUES ET GÉOTECHNIQUES

Sur la base des résultats de l'ensemble des sondages réalisés, les formations géologiques rencontrées sont les suivantes :

##### Remblais

Il s'agit de remblais limono-argileux marrons à grisâtres, localement fins, sur des épaisseurs entre 3.50m et 8.00m. La différence d'épaisseur mesurée entre les différents sondages est significative. Ces remblais peuvent correspondre soit aux matériaux de comblement d'une ancienne ballastière, soit aux matériaux de remblaiement consécutifs à la réalisation des bâtiments comportant un niveau de sous-sol.

Les caractéristiques mécaniques des remblais mesurées lors des essais pressiométriques sont résumées dans le tableau suivant :

Formation		pf (MPa)	pl*(MPa)	EM (MPa)	EM/pl*
Remblais	Nb val	38	38	38	38
	Min	0.03	0.16	1.00	3.77
	Max	1.20	2.20	20.40	75.56
	Moyenne géométrique	0.20	0.41	4.63	11.17
	Moyenne harmonique	0.14	0.35	3.70	9.30
	Moyenne	0.28	0.52	5.73	14.17
	Médiane	0.19	0.33	4.85	10.08
	Ecart type	0.24	0.43	4.03	12.67
	Moy-(écart/2)	0.16	0.31	3.72	7.83
	inf. 95%	0.20	0.39	4.45	10.14

Tableau 3

##### Alluvions

Il s'agit des alluvions plus ou moins résiduelles, de nature argilo-sableuse à cailloux (sables et graviers) présentant une épaisseur très variable, entre 0.30m (formation inexistante) et 3.75m (au niveau du sondage SP6 de GEOTEC, le seul n'ayant pas atteint le toit du marno-calcaire).

Les caractéristiques mécaniques des alluvions mesurées lors des essais pressiométriques sont résumées dans le tableau suivant :

Formation		pf (MPa)	pl*(MPa)	EM (MPa)	EM/pl*
Alluvions	Nb val	8	8	8	8
	Min	0.18	0.28	4.60	7.94
	Max	1.06	1.60	14.80	41.11
	Moyenne géométrique	0.29	0.48	7.96	16.67
	Moyenne harmonique	0.26	0.43	7.25	14.48
	Moyenne	0.35	0.56	8.78	19.29
	Médiane	0.26	0.41	7.65	17.08
	Ecart type	0.29	0.43	4.08	11.33
	Moy-(écart/2)	0.21	0.35	6.74	13.63
	inf. 95%	0.15	0.26	5.95	11.44

Tableau 4

### Marno-calcaire de Saint Ouen

Il s'agit des marno-calcaires blanchâtres appartenant au Marno-Calcaire de Saint Ouen, identifié dans l'ensemble des sondages (sauf le SP6 de GEOTEC) à partir de 5.50 m à 8.30 m de profondeur (et 12.00 m de profondeur pour le SP3 de SEPIAGC réalisé en haut de la rampe, devant le bâtiment existant).

Les caractéristiques mécaniques des marno-calcaires mesurées lors des essais pressiométriques sont résumées dans le tableau suivant :

Formation		pf (MPa)	pl*(MPa)	EM (MPa)	EM/pl*
<b>Marno-calcaire de Saint Ouen</b>	<b>Nb val</b>	37	37	37	37
	<b>Min</b>	0.09	0.21	3.60	3.99
	<b>Max</b>	1.68	3.35	187.50	84.84
	<b>Moyenne géométrique</b>	0.77	1.49	12.86	8.65
	<b>Moyenne harmonique</b>	0.58	1.16	10.13	7.34
	<b>Moyenne</b>	0.91	1.70	19.85	12.13
	<b>Médiane</b>	0.85	1.97	11.80	8.23
	<b>Ecart type</b>	0.45	0.70	31.90	15.40
	<b>Moy-(écart/2)</b>	0.69	1.35	3.90	4.43
	<b>inf. 95%</b>	0.76	1.47	9.57	7.17

**Tableau 5**

### **4.3. ANALYSE STATISTIQUE DES SONDRAGES REALISES AU DROIT DU FUTUR BATIMENT MODULAIRE**

En considérant uniquement les sondages réalisés au droit du futur bâtiment modulaire, i.e. les sondages réalisés par GEOTEC et par SEPIAGC, l'analyse statistique donne des résultats légèrement différents, présentés ci-après :

### Remblais

Formation		pf (MPa)	pl*(MPa)	EM (MPa)	EM/pl*
<b>Remblais</b>	<b>Nb val</b>	30	30	30	30
	<b>Min</b>	0.03	0.17	1.00	3.77
	<b>Max</b>	1.20	2.20	20.40	75.56
	<b>Moyenne géométrique</b>	0.18	0.41	4.59	11.18
	<b>Moyenne harmonique</b>	0.13	0.35	3.63	8.99
	<b>Moyenne</b>	0.25	0.51	5.77	14.78
	<b>Médiane</b>	0.18	0.33	4.65	11.45
	<b>Ecart type</b>	0.24	0.44	4.29	14.03
	<b>Moy-(écart/2)</b>	0.14	0.29	3.62	7.77
	<b>inf. 95%</b>	0.17	0.36	4.23	9.76

**Tableau 6**

Alluvions

Formation		pf (MPa)	pl*(MPa)	EM (MPa)	EM/pl*
Alluvions	Nb val	6	6	6	6
	Min	0.19	0.28	4.60	7.94
	Max	0.39	0.63	14.80	41.11
	Moyenne géométrique	0.26	0.40	7.94	19.66
	Moyenne harmonique	0.25	0.39	7.27	17.13
	Moyenne	0.27	0.42	8.72	22.25
	Médiane	0.26	0.40	7.65	19.00
	Ecart type	0.07	0.12	4.13	11.65
	Moy-(écart/2)	0.23	0.36	6.65	16.42
	inf. 95%	0.21	0.32	5.41	12.92

Tableau 7

Marno-calcaire de Saint Ouen

Formation		pf (MPa)	pl*(MPa)	EM (MPa)	EM/pl*
Marno-calcaire de Saint Ouen	Nb val	15	15	15	15
	Min	0.09	0.21	3.60	4.63
	Max	1.32	2.20	25.90	42.00
	Moyenne géométrique	0.55	1.15	10.93	9.55
	Moyenne harmonique	0.39	0.82	9.50	8.19
	Moyenne	0.68	1.39	12.48	12.06
	Médiane	0.74	1.33	10.50	8.40
	Ecart type	0.39	0.70	6.55	10.49
	Moy-(écart/2)	0.49	1.04	9.21	6.82
	inf. 95%	0.48	1.04	9.17	6.75

Tableau 8

Au niveau des Remblais et des Alluvions (rencontrées uniquement au droit des SP3, SP4 et SP6 de GEOTEC), les différences ne sont pas très importantes ; néanmoins, les valeurs au droit du futur bâtiment modulaire sont plus sécuritaires qu'en considérant l'ensemble des données.

Au niveau du Marno-calcaire de Saint Ouen, la différence est plus importante. Etant donné qu'il s'agit de la formation dans laquelle « travailleront » les micropieux, nous considérons pour le dimensionnement uniquement les valeurs issues des sondages réalisés au droit du futur bâtiment (approche sécuritaire).

On note également qu'au droit du sondage SP3 de SEPIAGC, réalisé en haut de la rampe, devant le bâtiment existant, les Remblais ont été reconnus sur 12m, ce qui correspond bien à la différence de niveau entre le parking (où ont été réalisés les autres sondages) et le haut de la rampe.

#### 4.4. DONNEES HYDROGEOLOGIQUES

Lors des différentes campagnes de reconnaissances, ont été mesurés les niveaux d'arrivée d'eau suivants :

Sondage	Société	Projet	Niveau d'eau (m/TN)
SP1	GEOTEC	Bâtiment modulaire	-
SP2	GEOTEC	Bâtiment modulaire	-
SP3	GEOTEC	Bâtiment modulaire	-
SP4	GEOTEC	Bâtiment modulaire	-
SP5	GEOTEC	Bâtiment modulaire	-
SP6	GEOTEC	Bâtiment modulaire	-
PD1	GEOTEC	Bâtiment modulaire	-
PD2	GEOTEC	Bâtiment modulaire	-
PD3	GEOTEC	Bâtiment modulaire	-
PD4	GEOTEC	Bâtiment modulaire	-
PD5	GEOTEC	Bâtiment modulaire	-
PD6	GEOTEC	Bâtiment modulaire	-
SP1	GEOLIA	Bâtiment énergie	-
SP2	GEOLIA	Bâtiment énergie	-
SP1	SEPIAGC	Bâtiment énergie	2.50
SP2	SEPIAGC	Bâtiment énergie	1.70
SP1	SEPIAGC	Bâtiment modulaire	1.70
SP2	SEPIAGC	Bâtiment modulaire	2.00
SP3	SEPIAGC	Bâtiment modulaire	-

**Tableau 9**

Les différents niveaux d'eau retenus pour l'étude du projet sont présentés ci-après :

- EC : 30.80 m NGF (cf. SP2-SEPIAGC au niveau du bâtiment énergie et SP1-SEPIAGC au niveau du bâtiment modulaire, en supposant un niveau de TN à 32.50 m NGF) ;
- EB : 29.00 m NGF ;
- EH: 35.00 m NGF ;
- EE: 35.50 m NGF (crue centennale de la Seine – crue de submersion).

#### 4.5. SYNTHÈSE DES RECONNAISSANCES DE SOL ET PROFIL DE CALCUL GEOTECHNIQUE

Les différentes campagnes d'investigations géotechniques ont confirmé la stratigraphie locale du site, liée notamment à des anciennes exploitations de graviers, remblayées au fur et à mesure des aménagements.

Les hypothèses géotechniques retenues pour la modélisation du sol sont présentées dans le tableau ci-après. Les reconnaissances ayant montré que les Alluvions peuvent avoir été exploitées en totalité, et afin de tenir compte de l'hétérogénéité des profils d'exploitation, nous avons considéré :

- Une cote de référence de 32.50 m NGF (TN) ;
- La présence de remblais jusqu'à 8.50 m/TN ;
- L'absence d'alluvions résiduelles ;
- La présence de marno-calcaires au-delà de 8.50 m/TN

Formation	Toit (m NGF)	Base (m NGF)	Epaisseur (m)	Caractéristiques pressiométriques		
				pl* (MPa)	E <sub>M</sub> (MPa)	α
Remblais	32.50	24.00	8.50	0.35	4.20	0.50
Marno-calcaire de Saint Ouen	24.00	14.00	10.00	1.04	9.20	0.50

Formation	Type de sol	Valeurs pour frottement selon NF P 94-262					
		α <sub>pieu-sol</sub>	a	b	c	f <sub>sol</sub> (pl*)	q <sub>s</sub> (kPa)
Remblais	Argiles / Limons très mous à mous	-	-	-	-	-	-
Marno-calcaire de Saint Ouen	Marnes et calcaires marneux raides	2.4	0.008	0.08	3	0.08442004	203

**Tableau 10 : Synthèse des paramètres géomécaniques pour le calcul des fondations**



## 5. DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS

### 5.1. MODE DE FONDATION RETENU

Les campagnes de reconnaissance de sol ont montré que des épaisseurs importantes de sols lâches pouvaient être identifiées. Le projet consiste en la construction d'un bâtiment modulaire apportant des descentes de charges à l'ELS comprises entre 10<sup>T</sup> et 70<sup>T</sup> sous les appuis.

L'épaisseur importante de remblais anthropiques, potentiellement évolutifs dans le temps, rend toute solution de fondation superficielle incompatible avec le projet. SEPIAGC recommande en conséquence de fonder l'ouvrage sur micropieux dont il convient de vérifier la capacité portante et la résistance au flambement vis-à-vis d'une hauteur libre de 8.50 m à 12.00 m (en haut de la rampe) correspondant à l'épaisseur des remblais.

Des **micropieux forés en 250 mm** et **scellés en type III** sont proposés. Selon l'EN 1993-5, la **corrosion** est prise égale à **1.2 mm** sur l'épaisseur du tube, pour des sols naturels intacts et une utilisation de projet de 100 ans.

### 5.2. PRINCIPE DE DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS SELON L'EC7 (NF P 94-262)

La valeur de calcul aux ELU de la portance du terrain sous une fondation profonde  $R_{c;d}$  soumise à une charge verticale centrée en compression et en traction est donnée par les formules suivantes :

$$R_{c;d} = R_{c;k} / \gamma_t$$

ou

$$R_{c;d} = R_{b;k} / \gamma_b + R_{s;k} / \gamma_s = R_{b;d} + R_{s;d}$$

- Avec :
- $R_{c;d}$  : Valeur de calcul de la portance du terrain sous la fondation profonde.
  - $R_{c;k}$  : Valeur caractéristique de la portance du terrain sous la fondation profonde.
  - $R_{b;d}$  : Valeur de calcul de la résistance de pointe de la fondation profonde.
  - $R_{s;d}$  : Valeur de calcul de la résistance de frottement axial de la fondation profonde.
  - $R_{b;k}$  : Valeur caractéristique de la résistance de pointe de la fondation profonde.
  - $R_{s;k}$  : Valeur caractéristique de la résistance de frottement axial de la fondation profonde.
  - $\gamma_b$  : Facteur partiel pour la résistance  $R_{b;k}$ .
  - $\gamma_s$  : Facteur partiel pour la résistance  $R_{s;k}$ .
  - $\gamma_t$  : Facteur partiel pour la résistance  $R_{c;k}$ .

S'agissant de micropieux, la résistance de pointe est négligée.

Les valeurs des facteurs partiels de résistance pour les pieux ( $\gamma_R$ ), en situations durables et transitoires sont présentées dans le tableau ci-après (cf. NF P 94-262, Annexe C, tableau C.2.3.1) :

Résistance	Symbole	Pieux foncés	Pieux forés	Pieux à la tarière continue (CFA)
Pointe	$\gamma_b$	1,1	1,1	1,1
Fut (compression) <sup>a</sup>	$\gamma_s$	1,1	1,1	1,1
Total/combine (compression) <sup>a</sup>	$\gamma_t$	1,1	1,1	1,1
Fût en traction <sup>a</sup>	$\gamma_{s,t}$	1,15	1,15	1,15
<sup>a</sup> conforme aux tableaux A.6 à A.8 de l'annexe A de NF EN 1997-1 – Jeu R2.				

**Tableau 11 : Facteurs partiels de résistance pour les pieux ( $\gamma_R$ ) – Situation durables et transitoires**

Pour la présente étude on considérera des **micropieux forés**.

Conformément à l'Eurocode 7 et à la clause 7.6.3.3 (4P), la méthode alternative proposée à la clause 7.6.3.3(6) a été retenue pour déterminer les valeurs caractéristiques des résistances de la fondation profonde, en appliquant la procédure du « modèle de terrain » à partir de méthode pressiométrique.

Dans ce cas, les valeurs caractéristiques de la portance sont déterminées au moyen des formules suivantes :

$$R_{s;k} = A_s \cdot \sum h_i q_{s,i} / (\gamma_{R;d1} \cdot \gamma_{R;d2})$$

Avec :  $A_s$  : Surface de la section transversale du fût de la fondation profonde.

$h_i$  : Épaisseur de la  $i^e$  couche de terrain.

$q_{s,i}$  : Valeur du frottement latéral unitaire limite de la fondation profonde dans la  $i^e$  couche de terrain.

$\gamma_{R;d1}$  : Valeur du coefficient partiel de modèle lié à la dispersion du modèle de calcul (= 2.0 en compression et en traction pour les micropieux).

$\gamma_{R;d2}$  : Valeur du coefficient partiel au calage de la méthode de calcul pressiométrique sur la pratique antérieure (= 1.1 en compression et en traction).

Les valeurs de  $q_s$  sont déterminées conformément à l'Annexe F de la norme NF P 94-262, en fonction des caractéristiques des sols, du type de fondation profonde, mais également de la qualité d'exécution.

Dans le cadre de la présente étude, le frottement latéral positif sera neutralisé ( $q_s = 0$  kPa) sur toute la hauteur des remblais et des alluvions.

La valeur du frottement axial unitaire limite est calculée à partir des relations suivantes :

$$q_s = \min \{ \alpha_{\text{pieu-sol}} \cdot f_{\text{sol}}(p^*) ; q_{s \text{ limite}} \}$$

$$f_{\text{sol}}(p^*) = (a \cdot p^* + b) \cdot (1 - e^{-c \cdot p^*})$$

La valeur de calcul aux ELS de la portance du terrain sous une fondation profonde  $R_{c;cr;d}$  soumise à une charge verticale centrée est donnée par les formules suivantes, pour un pieu mis en œuvre sans refoulement de sol :

$$R_{c;cr;d} = R_{c;cr;k} / \gamma_{cr}$$

$$R_{c;cr;k} = 0.5 \cdot R_{b;k} + 0.7 \cdot R_{s;k}$$

$$R_{t;cr;d} = R_{t;cr;k} / \gamma_{s;cr}$$

$$R_{t;cr;k} = 0.7 \cdot R_{s;k}$$

Avec :

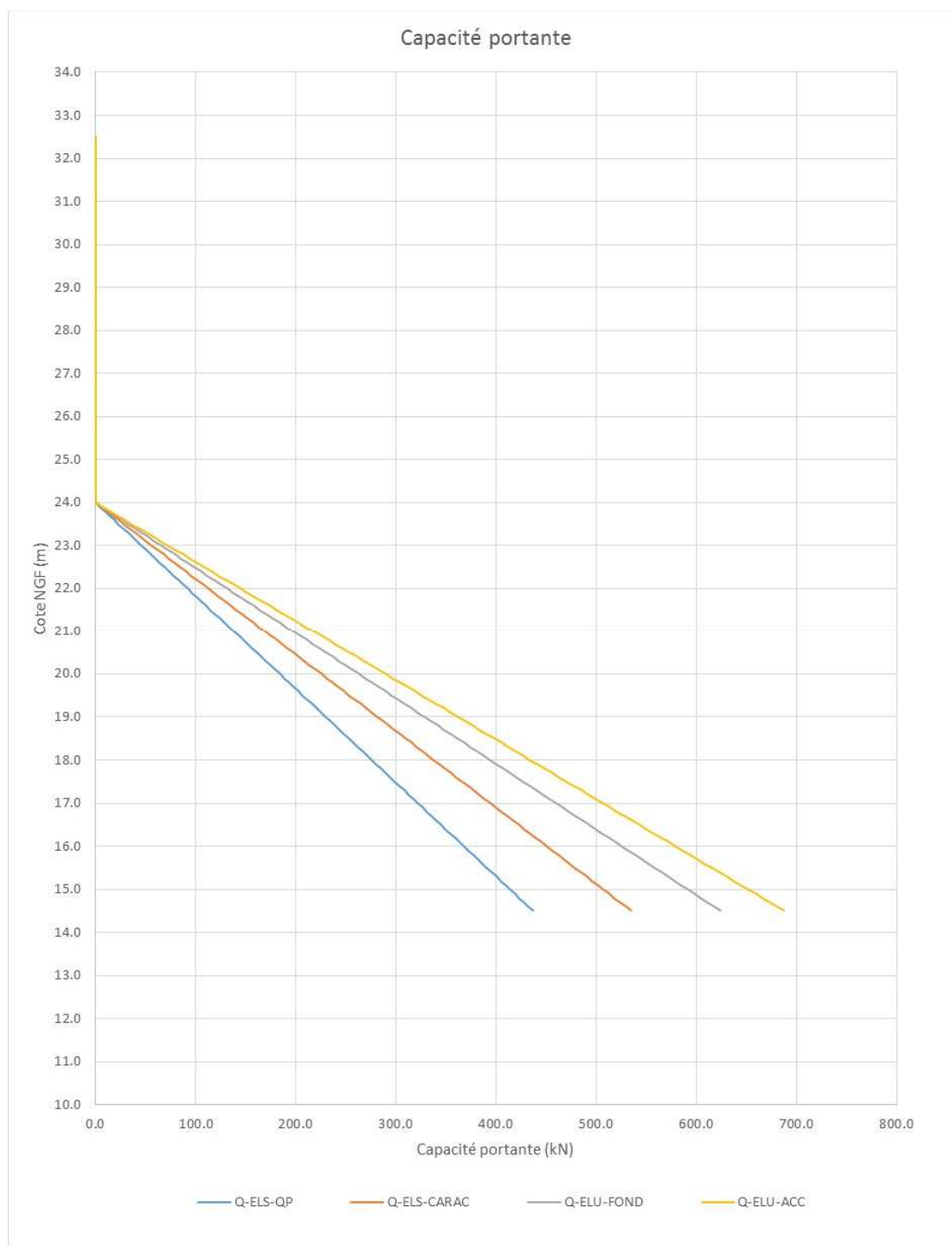
- $R_{c;cr;d}$  : Valeur de calcul de la charge de fluage de compression de la fondation profonde.
- $R_{t;cr;d}$  : Valeur de calcul de la charge de fluage de traction de la fondation profonde.
- $R_{c;cr;k}$  : Valeur caractéristique de la charge de fluage de compression de la fondation profonde.
- $R_{t;cr;k}$  : Valeur caractéristique de la charge de fluage de traction de la fondation profonde.
- $R_{b;k}$  : Valeur caractéristique de la résistance de pointe de la fondation profonde.
- $R_{s;k}$  : Valeur caractéristique de la résistance de frottement axial de la fondation profonde.
- $\gamma_{cr}$  : Facteur partiel sur la charge de fluage de compression (= 1.1 aux ELS quasi-permanents, 0.9 aux ELS caractéristiques).
- $\gamma_{s;cr}$  : Facteur partiel sur la charge de fluage de traction (= 1.5 aux ELS quasi-permanents, 1.1 aux ELS caractéristiques).

S'agissant de micropieux, la résistance de pointe est négligée.

La valeur caractéristique de la portance  $R_{s;k}$  est déterminée au moyen de la formule page précédente.

### 5.3. CALCUL DE PORTANCE D'UN MICROPIEU MODELE

SEPIAGC a calculé la capacité portante à l'ELS et l'ELU pour un micropieu « modèle » d'une longueur de 18m, réalisé à partir du niveau de parking ( $\approx 32.50$  m NGF). Le dimensionnement sera effectué sur la base de la courbe de portance issue de ce calcul, présentée ci-après :



**Figure 6:** Courbe de capacité portante d'un micropieu « modèle » ( $L=18m$ )

### 5.4. DIMENSIONNEMENT POUR LES DIFFERENTS APPUIS

Sur la base des résultats présentés ci-avant, on a dimensionné les micropieux des différents appuis. Les résultats sont présentés dans le tableau récapitulatif ci-après :

Appui	Localisation	$Q_{ELU-FOND} (kN)$ 1.35-G + 1.50-Q	$Q_{ELS-QP} (kN)$ G + Q	Nombre de micropieux par appui	$Q_{ELU-FOND} (kN)$ par micropieu	$Q_{ELS-QP} (kN)$ par micropieu	Longueur micropieux (m)	Capacité portante $Q_{ELU-FOND} (kN)$	Capacité portante $Q_{ELS-QP} (kN)$	Contrôle ELU-FOND	Contrôle ELS-QP
1	Poteau d'angle	212.9	149.9	1	212.9	149.9	12.00	230.0	161.0	OK	OK
2	Poteau de façade	504.6	355.1	1	504.6	355.1	16.50	525.8	367.9	OK	OK
3	Poteau de façade	451.0	317.4	1	451.0	317.4	15.50	460.0	321.9	OK	OK
4	Poteau de façade	463.2	326.0	1	463.2	326.0	16.00	492.9	344.9	OK	OK
5	Poteau de façade	464.6	327.0	1	464.6	327.0	16.00	492.9	344.9	OK	OK
6	Poteau de façade	446.5	314.2	1	446.5	314.2	15.50	460.0	321.9	OK	OK
7	Poteau de façade	327.5	230.3	1	327.5	230.3	14.00	361.5	252.9	OK	OK
8	Poteau de façade	334.1	234.9	1	334.1	234.9	14.00	361.5	252.9	OK	OK
9	Poteau d'angle	140.0	98.5	1	140.0	98.5	11.00	164.3	115.0	OK	OK
10	Poteau en pignon	420.2	295.7	1	420.2	295.7	15.00	427.2	298.9	OK	OK
11	Poteau central	999.5	703.0	2	499.8	351.5	16.50	525.8	367.9	OK	OK
12	Poteau central	890.2	626.1	2	445.1	313.1	15.50	460.0	321.9	OK	OK
13	Poteau central	916.8	644.8	2	458.4	322.4	16.00	492.9	344.9	OK	OK
14	Poteau central	916.7	644.8	2	458.4	322.4	16.00	492.9	344.9	OK	OK
15	Poteau central	883.0	621.0	2	441.5	310.5	15.50	460.0	321.9	OK	OK
16	Poteau central	644.6	452.9	2	322.3	226.5	13.50	328.6	229.9	OK	OK
17	Poteau central	658.2	462.4	2	329.1	231.2	14.00	361.5	252.9	OK	OK
18	Poteau en pignon	273.9	192.6	1	273.9	192.6	13.00	295.7	207.0	OK	OK
19	Poteau en pignon	418.8	294.7	1	418.8	294.7	15.00	427.2	298.9	OK	OK



Appui	Localisation	$Q_{ELU-FOND} (kN)$ 1.35-G + 1.50-Q	$Q_{ELS-QP} (kN)$ G + Q	Nombre de micropieux par appui	$Q_{ELU-FOND} (kN)$ par micropieu	$Q_{ELS-QP} (kN)$ par micropieu	Longueur micropieux (m)	Capacité portante $Q_{ELU-FOND} (kN)$	Capacité portante $Q_{ELS-QP} (kN)$	Contrôle ELU-FOND	Contrôle ELS-QP
20	Poteau central	999.0	702.6	2	499.5	351.3	16.50	525.8	367.9	OK	OK
21	Poteau central	889.5	625.6	2	444.8	312.8	15.50	460.0	321.9	OK	OK
22	Poteau central	916.7	644.7	2	458.3	322.4	16.00	492.9	344.9	OK	OK
23	Poteau central	916.2	644.4	2	458.1	322.2	16.00	492.9	344.9	OK	OK
24	Poteau central	882.5	620.6	2	441.2	310.3	15.50	460.0	321.9	OK	OK
25	Poteau central	643.5	452.1	2	321.7	226.1	13.50	328.6	229.9	OK	OK
26	Poteau central	657.8	462.1	2	328.9	231.1	14.00	361.5	252.9	OK	OK
27	Poteau en pignon	273.0	191.9	1	273.0	191.9	13.00	295.7	207.0	OK	OK
28	Poteau d'angle	212.6	149.7	1	212.6	149.7	12.00	230.0	161.0	OK	OK
29	Poteau de façade	503.9	354.6	1	503.9	354.6	16.50	525.8	367.9	OK	OK
30	Poteau de façade	449.5	316.3	1	449.5	316.3	15.50	460.0	321.9	OK	OK
31	Poteau de façade	463.4	326.1	1	463.4	326.1	16.00	492.9	344.9	OK	OK
32	Poteau de façade	463.2	326.0	1	463.2	326.0	16.00	492.9	344.9	OK	OK
33	Poteau de façade	446.0	313.8	1	446.0	313.8	15.50	460.0	321.9	OK	OK
34	Poteau de façade	326.4	229.5	1	326.4	229.5	14.00	361.5	252.9	OK	OK
35	Poteau de façade	333.5	234.5	1	333.5	234.5	14.00	361.5	252.9	OK	OK
36	Poteau d'angle	139.3	98.0	1	139.3	98.0	11.00	164.3	115.0	OK	OK
Passerelle		427.5	310.0	2	213.8	155.0	12.00	230.0	161.0	OK	OK

**Tableau 12 : Tableau récapitulatif de dimensionnement des micropieux**

## 5.5. VERIFICATION DES TUBES EN ACIER

La contrainte dans l'acier  $\sigma_{\text{service}}$  calculée à l'ELS doit rester inférieure à  $0.5 \sigma_{\text{ultime}}$ , avec :

$N_{\text{ultime}} = S \cdot \sigma_a$ , où :

- S = section résiduelle utile du tube de micropieu, après corrosion. Selon l'EN 1993-5, la corrosion est prise égale à 1.2 mm sur l'épaisseur du tube, pour des sols naturels intacts et une utilisation de projet de 100 ans.
- $\sigma_a$  : 560 MPa
- Nuance N80

La charge admissible calculée à l'ELS pour le tube de type 88.9/7.5mm est donnée ci-après :

	88.9/7.5
micropieux corrodé (1.2 mm sur épaisseur)	
diamètre extérieur origine (m)	0.0889
épaisseur (m)	0.0075
réduction ep. Corrosion (m)	0.0012
diamètre extérieur après corrosion	0.0865
diamètre intérieur (m)	0.0739
section acier après corrosion (mm <sup>2</sup> )	1587
ELS_charge admissible avec corrosion (kN)	444
ELU_charge admissible avec corrosion (kN)	711

**Tableau 13** : Vérification des tubes en acier

On choisit le tube 88.9/7.5mm (en considérant 1.2mm de corrosion) qui permet de vérifier :

- $Q_{\text{adm,ser}} = 444 \text{ kN} > Q_{\text{cal,ser}} = 355.1 \text{ kN}$  à l'ELS-QP pour le micropieu le plus chargé (micropieu sous l'appui n°2)
- $Q_{\text{adm,ult}} = 711 \text{ kN} > Q_{\text{cal,ult}} = 504.6 \text{ kN}$  à l'ELU-FOND pour le micropieu le plus chargé (micropieu sous l'appui n°2)

## 5.6. VERIFICATION DU RISQUE DE FLAMBEMENT

La vérification au flambement est effectuée vis-à-vis des charges ELS.

La hauteur libre considérée correspond à l'épaisseur maximale de remblais et alluvions telle qu'identifiée par les sondages. Dans le cas présent, une hauteur libre de 8.50 m est prise en compte pour les micropieux réalisés à partir du niveau de parking ( $\approx 32.50$  m NGF) et de 12.00 m pour les micropieux réalisés en haut de la pente.

Préambule : Le risque de flambement n'est, selon la norme NF EN 14199, pas à vérifier car la cohésion non drainée des remblais est supérieure à 10 kPa, valeur en-dessous de laquelle cette vérification est obligatoire (Art. 7.11.2).

La vérification des micropieux au flambement est effectuée pour les cas suivants, selon la méthode de Mandel conformément aux Recommandations FOREVER 2004 :

- Micropieu type III Ø88.9/7.5mm avec un forage de 250mm de diamètre, chargé à la valeur maximale de compression de 355.10 kN à l'ELS-QP (pour 8.50 m de hauteur libre) ;
- Micropieu type III Ø88.9/7.5mm avec un forage de 250mm de diamètre, chargé à la valeur maximale de compression de 155 kN à l'ELS-QP (pour 12.00 m de hauteur libre) ;

La demi-longueur libre réduite  $\lambda$  est donnée par la formule suivante :

$$\lambda = (D/2) \cdot (K_f / EI)^{(1/4)}$$

Avec : D : Longueur du micropieu traversant la couche concernée

EI : Rigidité du micropieu (en ne considérant que l'armature en acier et en considérant la section réduite par la corrosion)

$K_f$  : Module de réaction linéique de la couche concernée, calculé conformément à la NF P 94-262, Annexe I, c'est-à-dire la formule suivante, en considérant les sollicitations à long terme qui sont les plus pénalisantes :

$$K_f = \frac{6 \cdot E_M}{\frac{4}{3} \cdot \frac{B_0}{B} \cdot \left( 2.65 \cdot \frac{B}{B_0} \right)^\alpha + \alpha}$$

Où :  $E_M = 4.2\text{MPa}$  : Module pressiométrique de la couche concernée

$B = \text{Max} \{0.6 \text{ m} ; \text{Diamètre de forage du micropieu}\} = 0.6 \text{ m}$

$B_0 = 0.6$  : Terme fixe égale à 0.6 m

$\alpha = 0.50$  : Coefficient rhéologique de la couche concernée

La charge critique limite de flambement  $N_{c\text{ ELS}}$  est alors calculée ainsi :

$$N_{c\text{ ELS}} = \phi \cdot (K_f \cdot EI)^{(1/2)} / \Gamma$$

avec :  $\phi$  : Force réduite par le flambement déduite de la valeur de  $\lambda$  et déterminé à partir de la Courbe 4 des Abaques de Mandel, s'agissant de micropieux encastrés uniquement en tête :

$\phi = 1$

$\Gamma$  : Coefficient de sécurité minimal égale à 2.5 s'agissant de micropieux définitifs sous sollicitations aux ELS.

**MANDEL**

$$K_f = \frac{6 \cdot E_M}{\frac{4}{3} \cdot \frac{B_0}{B} \cdot \left( 2.65 \cdot \frac{B}{B_0} \right)^\alpha + \alpha}$$

$$N_{c,ELS} = \phi \cdot (K_f \cdot EI)^{(1/2)} / \Gamma$$

$$\lambda = (D / 2) \cdot (K_f / EI)^{(1/4)}$$

Em	4.2
B0	0.6
forage mp	0.25
B	0.6
alpha	0.5

kf	9.44	MPa
----	------	-----

D	8.5	m
E	210000	MPa
I	1.28E-06	m <sup>4</sup>

λ	10.34	m
φ	1	
Γ	2.5	

Nc ELS	638.07	kN
--------	--------	----

	ELS	
Micropieu plus sollicité	<b>FN max (kN)</b>	Mandel
poteaux façades	355.1	ok

**Tableau 14** : Vérification vis-à-vis du risque de flambement (hauteur libre de 8.50 m)

On calcule  $N_{c,ELS} = 638.07 \text{ kN} > 355.1 \text{ kN}$  ; les micropieux sont justifiés vis-à-vis du risque de flambement.

# MANDEL

$$K_f = \frac{6 \cdot E_M}{\frac{4}{3} \cdot \frac{B_0}{B} \cdot \left( 2.65 \cdot \frac{B}{B_0} \right)^\alpha + \alpha}$$

$$N_{c\ ELS} = \phi \cdot (K_f \cdot EI)^{(1/2)} / \Gamma$$

$$\lambda = (D / 2) \cdot (K_f / EI)^{(1/4)}$$

Em	4.2
B0	0.6
forage mp	0.25
B	0.6
alpha	0.5

kf	9.44	MPa
----	------	-----

D	12	m
E	210000	MPa
I	1.28E-06	m <sup>4</sup>

λ	14.59	m
φ	1	
Γ	2.5	

Nc ELS	638.07	kN
--------	--------	----

	ELS	
Micropieu plus sollicité	<b>FN max (kN)</b>	Mandel
poteaux façades	155.0	<b>ok</b>

**Tableau 15 :** Vérification vis-à-vis du risque de flambement (hauteur libre de 12.00 m)

On calcule  $N_{c,ELS} = 638.07 \text{ kN} > 155 \text{ kN}$  ; les micropieux sont justifiés vis-à-vis du risque de flambement.



## 6. CONCLUSIONS

Le tableau récapitulatif ci-après présente le dimensionnement retenu, sur la base des calculs présentés ci-avant, pour les fondations du bâtiment modulaire provisoire :

Appui	Localisation	Type de micropieux	Tube d'acier Ø/ép. (mm)	Diamètre de forage (mm)	Nombre de micropieux par appui	Longueur micropieux (m)
1	Poteau d'angle	III	88.9/7.5	250	1	12.00
2	Poteau de façade	III	88.9/7.5	250	1	16.50
3	Poteau de façade	III	88.9/7.5	250	1	15.50
4	Poteau de façade	III	88.9/7.5	250	1	16.00
5	Poteau de façade	III	88.9/7.5	250	1	16.00
6	Poteau de façade	III	88.9/7.5	250	1	15.50
7	Poteau de façade	III	88.9/7.5	250	1	14.00
8	Poteau de façade	III	88.9/7.5	250	1	14.00
9	Poteau d'angle	III	88.9/7.5	250	1	11.00
10	Poteau en pignon	III	88.9/7.5	250	1	15.00
11	Poteau central	III	88.9/7.5	250	2	16.50
12	Poteau central	III	88.9/7.5	250	2	15.50
13	Poteau central	III	88.9/7.5	250	2	16.00
14	Poteau central	III	88.9/7.5	250	2	16.00
15	Poteau central	III	88.9/7.5	250	2	15.50
16	Poteau central	III	88.9/7.5	250	2	13.50
17	Poteau central	III	88.9/7.5	250	2	14.00
18	Poteau en pignon	III	88.9/7.5	250	1	13.00
19	Poteau en pignon	III	88.9/7.5	250	1	15.00
20	Poteau central	III	88.9/7.5	250	2	16.50
21	Poteau central	III	88.9/7.5	250	2	15.50
22	Poteau central	III	88.9/7.5	250	2	16.00
23	Poteau central	III	88.9/7.5	250	2	16.00
24	Poteau central	III	88.9/7.5	250	2	15.50
25	Poteau central	III	88.9/7.5	250	2	13.50

Appui	Localisation	Type de micropieux	Tube d'acier Ø/ép. (mm)	Diamètre de forage (mm)	Nombre de micropieux par appui	Longueur micropieux (m)
26	Poteau central	III	88.9/7.5	250	2	14.00
27	Poteau en pignon	III	88.9/7.5	250	1	13.00
28	Poteau d'angle	III	88.9/7.5	250	1	12.00
29	Poteau de façade	III	88.9/7.5	250	1	16.50
30	Poteau de façade	III	88.9/7.5	250	1	15.50
31	Poteau de façade	III	88.9/7.5	250	1	16.00
32	Poteau de façade	III	88.9/7.5	250	1	16.00
33	Poteau de façade	III	88.9/7.5	250	1	15.50
34	Poteau de façade	III	88.9/7.5	250	1	14.00
35	Poteau de façade	III	88.9/7.5	250	1	14.00
36	Poteau d'angle	III	88.9/7.5	250	1	11.00
Passerelle		III	88.9/7.5	250	2	12.00

**Tableau 16 : Dimensionnement retenu (récapitulatif)**

**Nota :**

- Pour les micropieux sous les appuis de la passerelle qui seront réalisés à partir du niveau haut de la rampe, il faudra tenir compte de la hauteur des remblais, en considérant une longueur de  $12.0\text{m} + 3.5 = 15.5\text{m}$  pour chacun des micropieux.
- Pour les cas où l'on a deux micropieux par appui (poteaux centraux et appuis de la passerelle), il convient de considérer un entraxe de  $3\varnothing$  entre les deux, afin d'éviter l'effet de groupe.

Pour la phase EXE, le maître d'ouvrage devra indiquer s'il réalisera des micropieux d'essai ; dans ce cas-là, le dimensionnement des micropieux en phase EXE serait à effectuer selon la méthode de calcul à partir d'essais de pieux (cf. NF P 94-262, §9.2.2).

Dans tous les cas, la norme NF EN 14199 §9.3.2.3.2 impose des essais de contrôle sur les micropieux à raison de deux essais sur 100 micropieux.

Sépiagc reste à la disposition des différents intervenants pour tout complément d'information.

Fait à Neuilly sur Seine, le 13 juin 2018,

Eliza SFYRA

Christophe LAC

## **ANNEXE I**

### **IMPLANTATION SONDAGES SEPIAGC**



## **ANNEXE II**

### **SONDAGES SEPIAGC**

**Sondage : SP1**  
 Type : **Pressiométrique**
Client : **SEPIAGC**Etude : **Tribunal d'Instance de Créteil**Site : **Créteil (94)**

X : Date : 24/05/2018

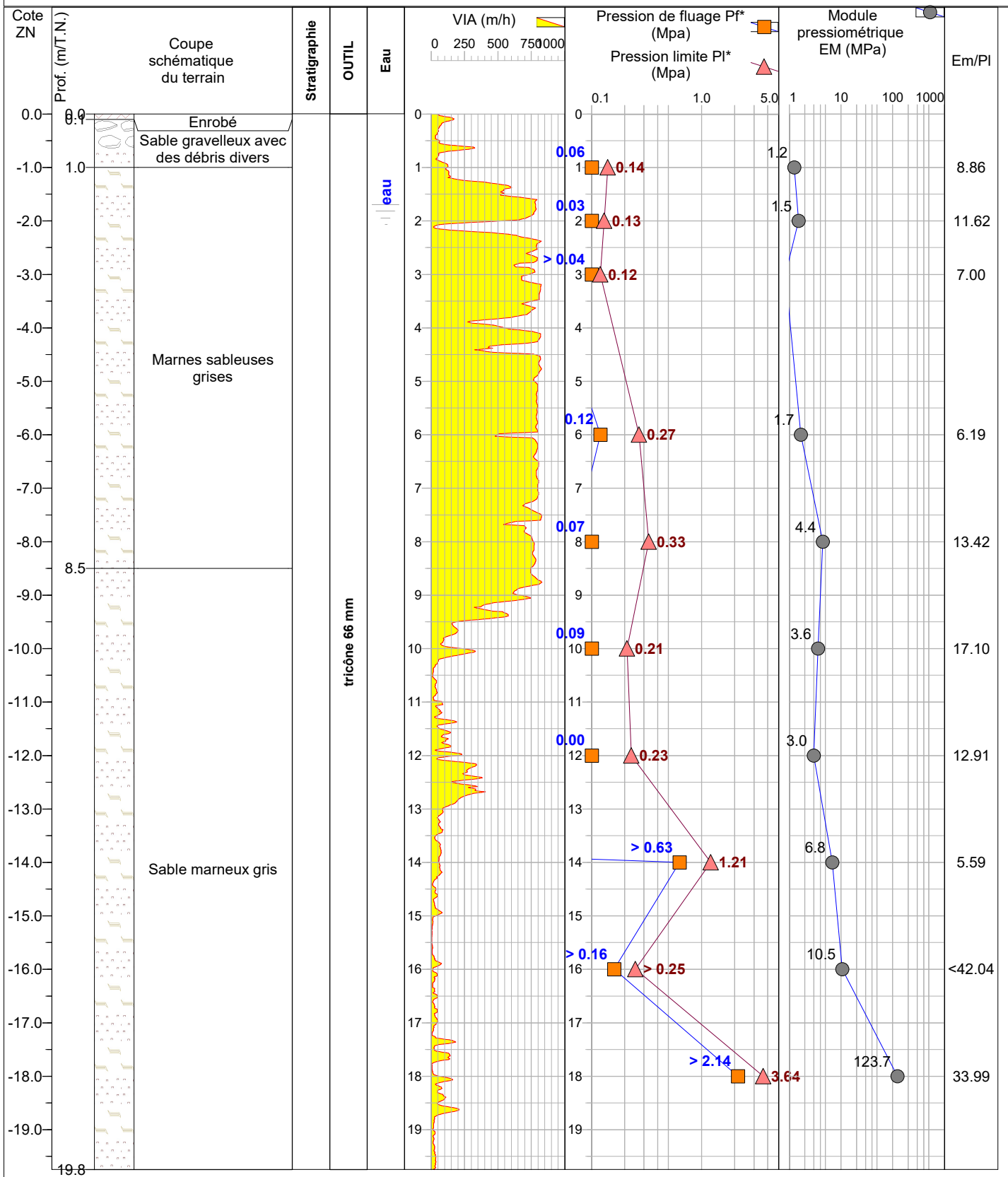
Y : Début : 0,00 m

Z : Fin : 19,75 m

Inclinaison : Echelle : 1 / 100

Niveau d'eau : 1,7 m

Page : 1 / 1



**Sondage : SP1**  
Type : *Pressiométrique*

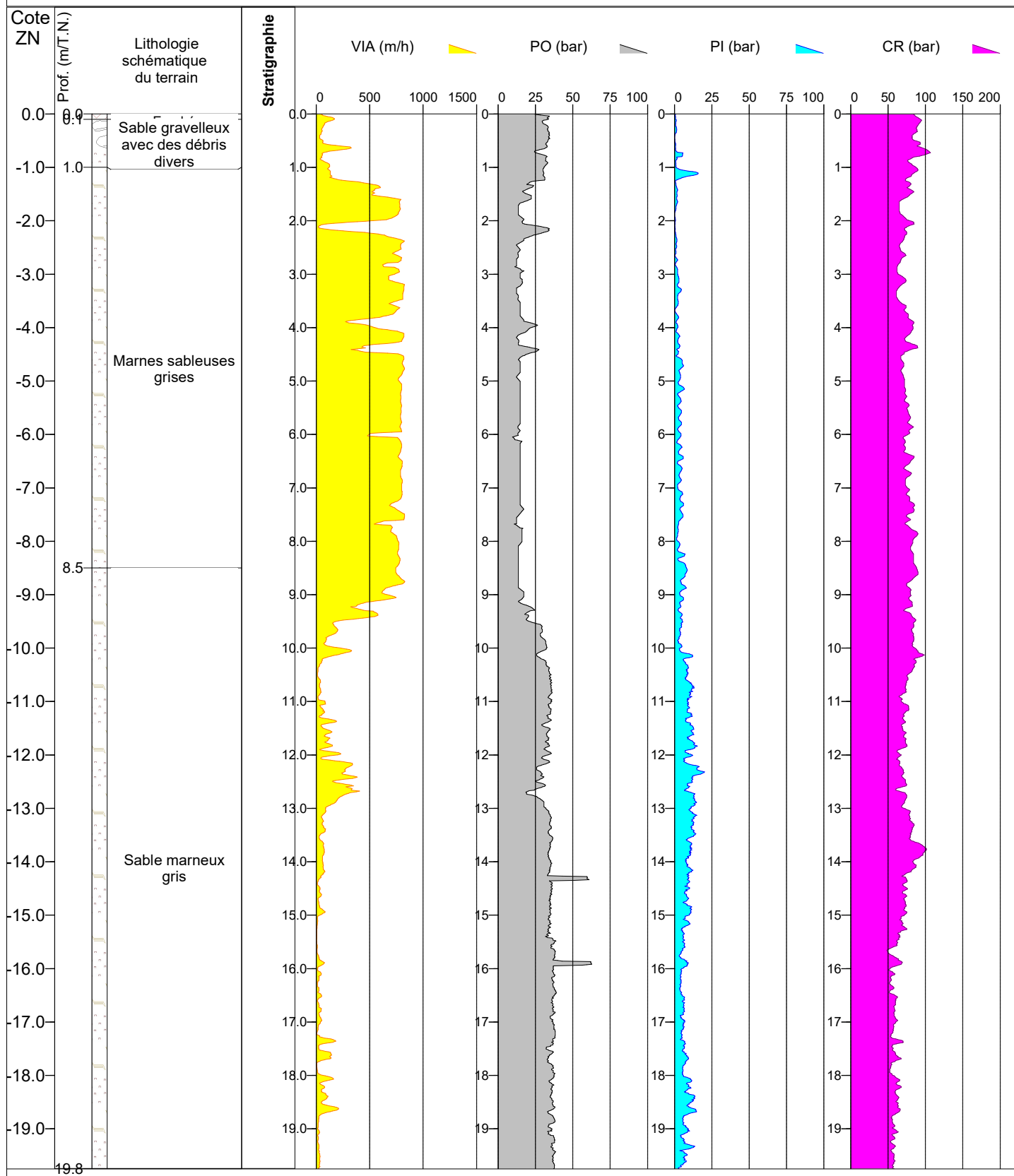
Client : **SEPIAGC**  
Etude : *Tribunal d'Instance de Créteil*

X :  
Y :  
Z :  
Inclinaison :  
Date : 24/05/2018  
Début : 0,00 m  
Fin : 19,75 m  
Echelle : 1 / 100

Site : **Créteil (94)**

Niveau d'eau : 1,7 m

Page : 1 / 1



Client : *SEPIAGC*

Etude : *Tribunal d'Instance de Créteil*

X :

Date : 24/05/2018

Y :

Début : 0,00 m

Z :

Fin : 2,28 m

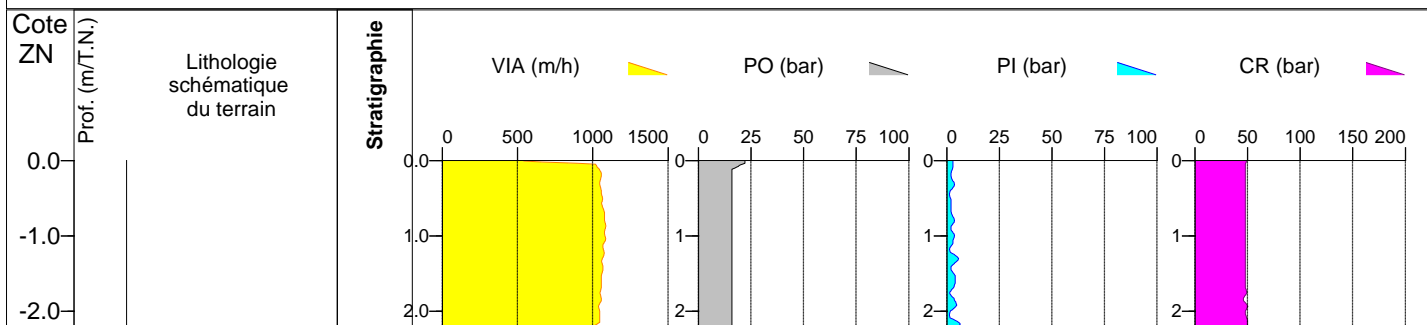
Inclinaison :

Echelle : 1 / 100

Site :

Niveau d'eau :

Page : 1 / 1





**Sondage : SP2**  
 Type : **Pressiométrique**
Client : **SEPIAGC**Etude : **Tribunal d'Instance de Créteil**Site : **Créteil (94)**

X : Date : 25/05/2018

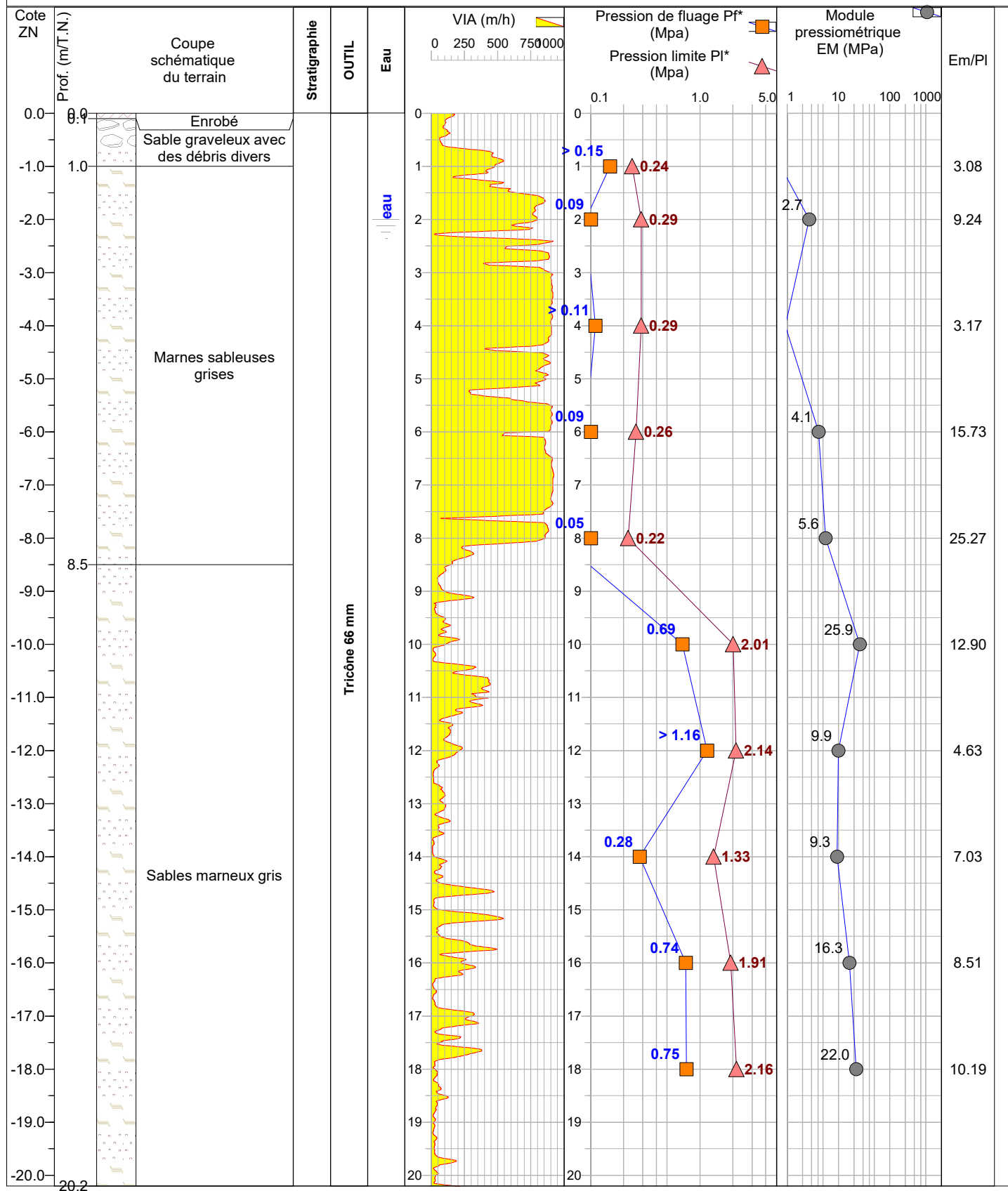
Y : Début : 0,00 m

Z : Fin : 20,62 m

Inclinaison : Echelle : 1 / 100

Niveau d'eau : 2,0 m

Page : 1 / 2



**Sondage : SP2**

 Type : **Pressiométrique**

 Client : **SEPIAGC**

X : Date : 25/05/2018

 Etude : **Tribunal d'Instance de Créteil**

Y : Début : 0,00 m

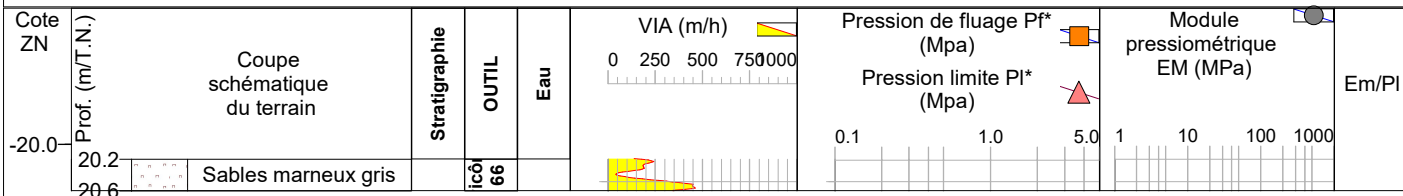
 Site : **Créteil (94)**

Z : Fin : 20,62 m

Inclinaison : Echelle : 1 / 100

Niveau d'eau : 2,0 m

Page : 2 / 2



**Sondage : SP2**  
Type : *Pressiométrique*

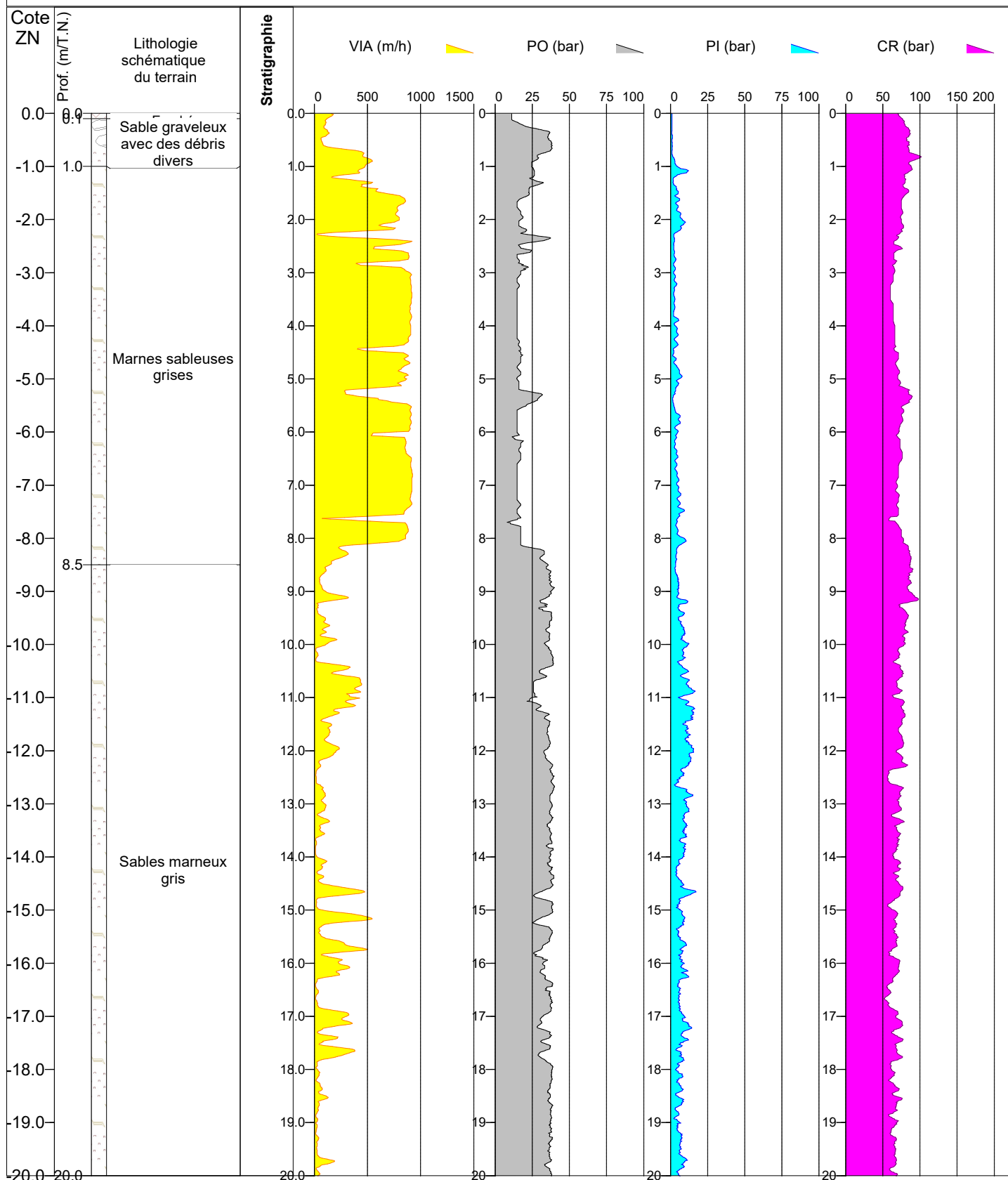
Client : **SEPIAGC**  
Etude : *Tribunal d'Instance de Créteil*

X :  
Y :  
Z :  
Inclinaison :  
Date : 25/05/2018  
Début : 0,00 m  
Fin : 20,62 m  
Echelle : 1 / 100

Site : **Créteil (94)**

Niveau d'eau : 2,0 m

Page : 1 / 2



**Sondage : SP2**  
Type : *Pressiométrique*

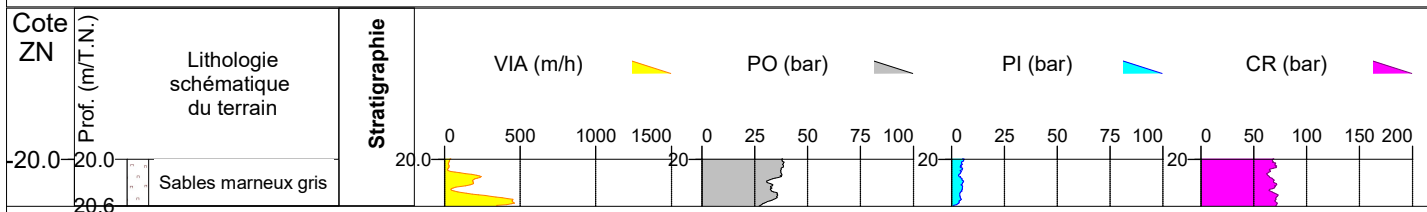
Client : *SEPIAGC*  
Etude : *Tribunal d'Instance de Créteil*

X :  
Y :  
Z :  
Inclinaison :  
Date : 25/05/2018  
Début : 0,00 m  
Fin : 20,62 m  
Echelle : 1 / 100

Site : *Créteil (94)*

Niveau d'eau : 2,0 m

Page : 2 / 2



Client : **SEPIAGC**

Etude : *Tribunal d'Instance de Créteil*

X :

Date : 25/05/2018

Y :

Début : 0,00 m

Z :

Fin : 2,41 m

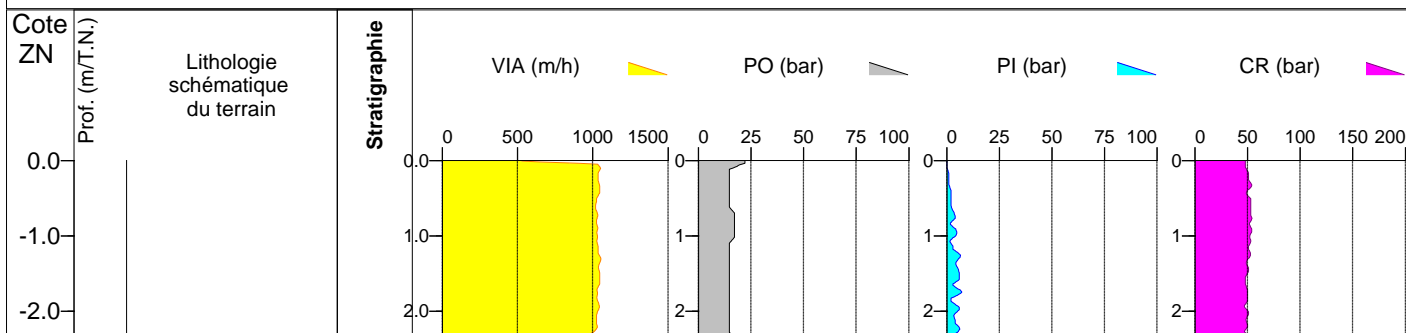
Inclinaison :

Echelle : 1 / 100

Site :

Niveau d'eau :

Page : 1 / 1



**Sondage : SP3**  
 Type : **Pressiométrique**
Client : **SEPIAGC**Etude : **Tribunal d'Instance de Créteil**Site : **Créteil (94)**

X : Date : 28/05/2018

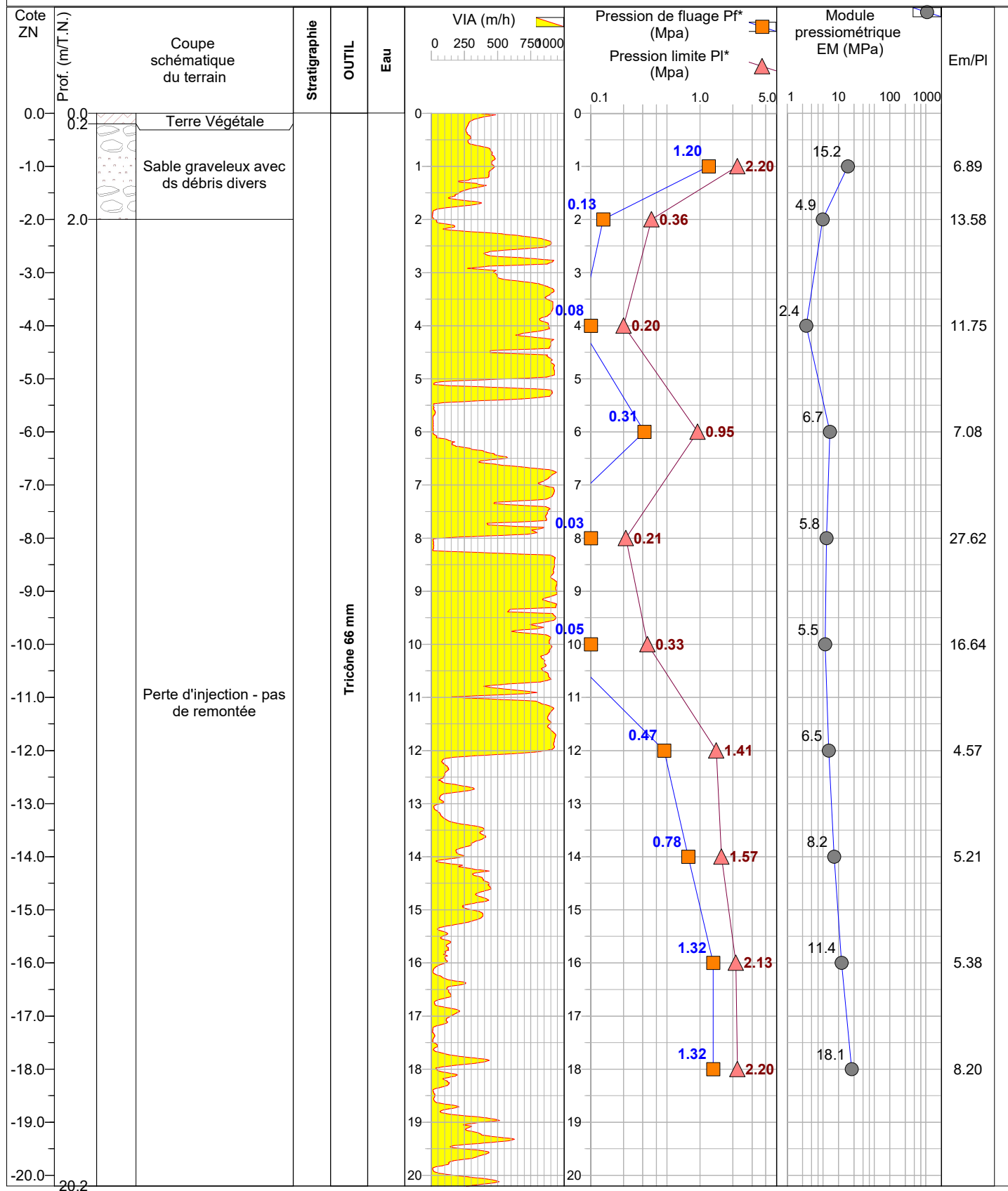
Y : Début : 0,00 m

Z : Fin : 20,49 m

Inclinaison : Echelle : 1 / 100

Niveau d'eau :

Page : 1 / 2



**Sondage : SP3**Type : **Pressiométrique**Client : **SEPIAGC**Etude : **Tribunal d'Instance de Créteil**Site : **Créteil (94)**

X : Date : 28/05/2018

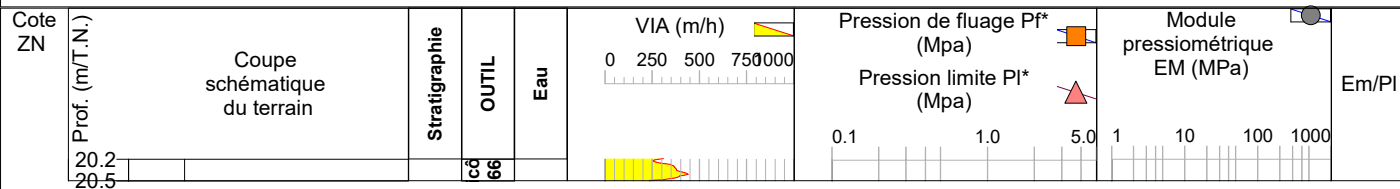
Y : Début : 0,00 m

Z : Fin : 20,49 m

Inclinaison : Echelle : 1 / 100

Niveau d'eau :

Page : 2 / 2



**Sondage : SP3**  
Type : *Pressiométrique*

Client : **SEPIAGC**

Etude : **Tribunal d'Instance de Créteil**

Site : **Créteil (94)**

X : Date : 28/05/2018

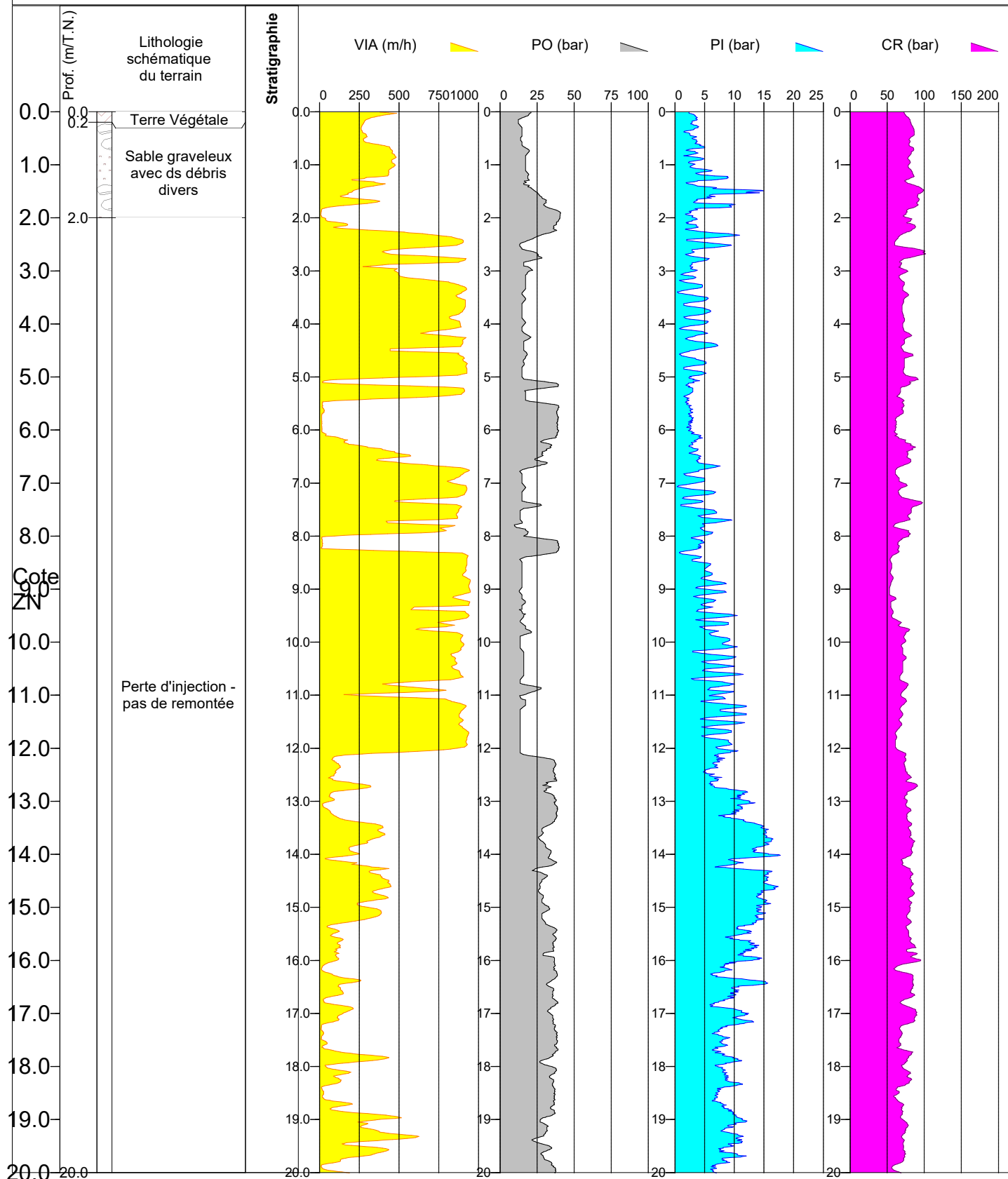
Y : Début : 0,00 m

Z : Fin : 20,49 m

Inclinaison : Echelle : 1 / 100

Niveau d'eau :

Page : 1 / 2





**Sondage : SP3**  
Type : *Pressiométrique*

**Client :** SEPIAGC

**Etude :** Tribunal d'Instance de Créteil

**Site :** Créteil (94)

**X :** Date : 28/05/2018

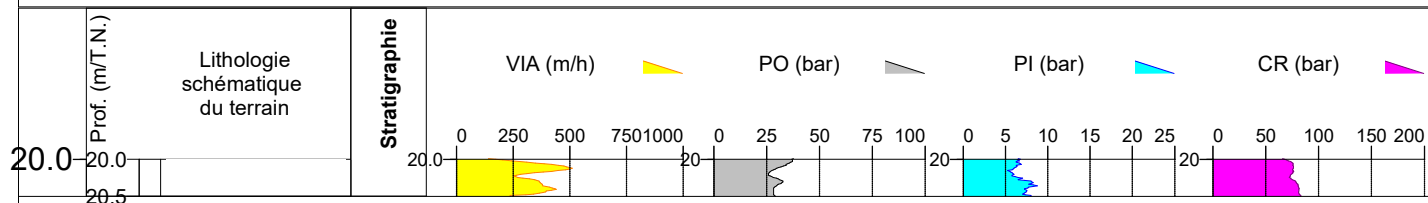
**Y :** Début : 0,00 m

**Z :** Fin : 20,49 m

**Inclinaison :** Echelle : 1 / 100

**Niveau d'eau :**

**Page :** 2 / 2



Cote  
ZN

Client : **SEPIAGC**

Etude : *Tribunal d'Instance de Créteil*

X :

Date : 28/05/2018

Y :

Début : 0,00 m

Z :

Fin : 2,41 m

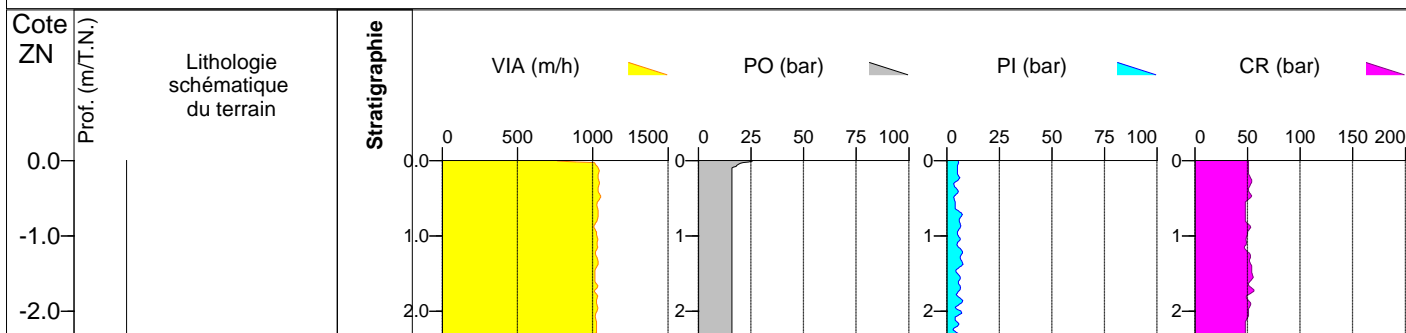
Inclinaison :

Echelle : 1 / 100

Site :

Niveau d'eau :

Page : 1 / 1



## **ANNEXE III**

### **RESULTATS CALCUL FOXTA**

# Données

**Titre du projet :** TGI Créteil - Calcul des micropieux (pieu n°1)

**Numéro d'affaire :** 18.048

**Commentaires :** G2 AVP

**Cadre réglementaire :** EC 7 - Norme NF.P 94-262

**Méthode de dimensionnement :** A partir des résultats pressiométriques

**Traitement des données :** Traitement par couches

**Pas du calcul (m) :** 0,10

**Section de calcul :** Section de calcul circulaire

**Diamètre de calcul (m) :** 0,25

**Classe du pieu :** 8 - Pieu/micropieu injecté

**Catégorie du pieu :** 19 [PIGU, MIGU] - Pieu ou micropieu injecté mode IGU (type III)

**Mode de chargement :** Travail en compression

## Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs	0,289	0,354	0,413	0,455
Pondérations combinées sur Qp	0,000	0,000	0,000	0,000

**Cote de référence (m) :** 32,50

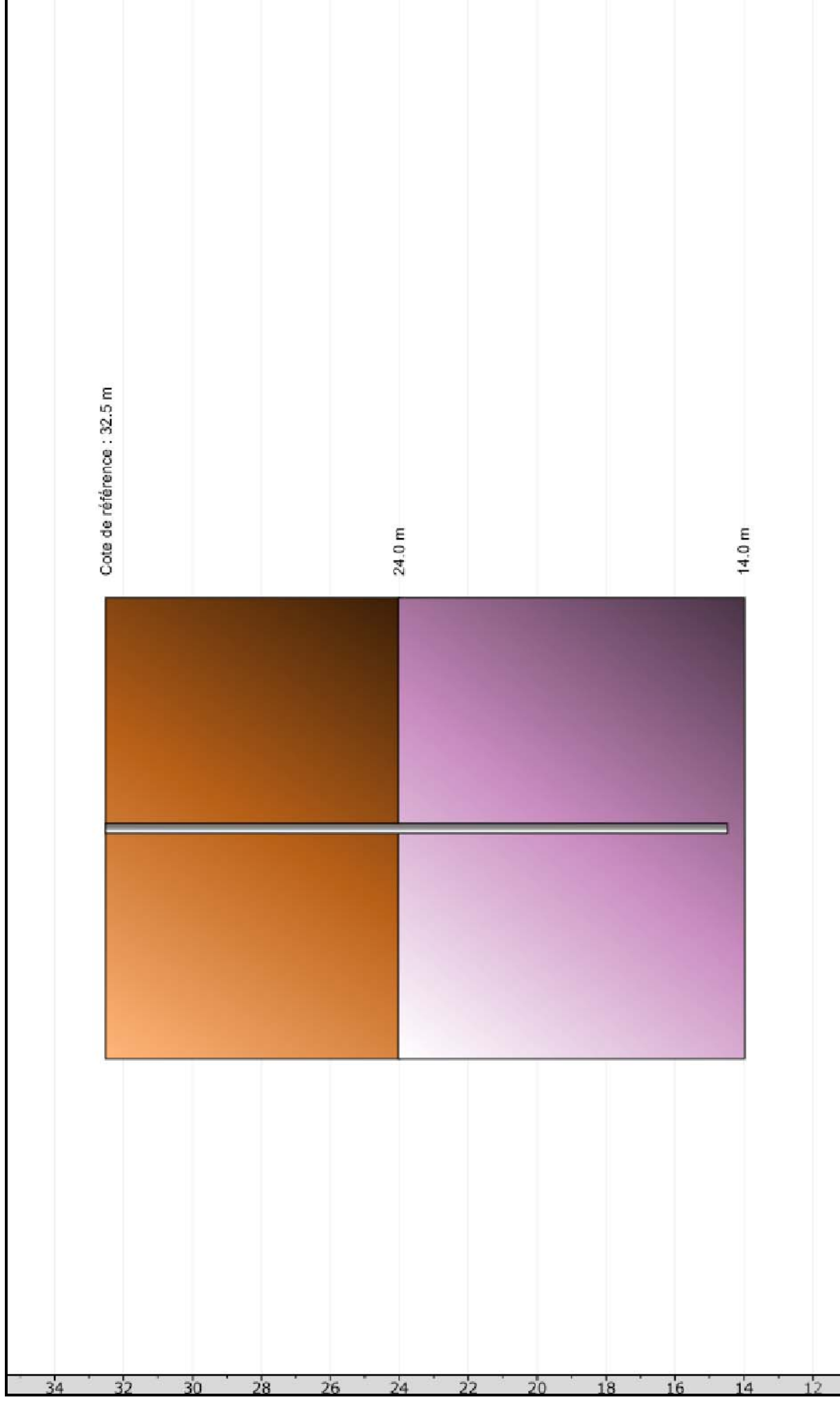
## Définition des couches de sol

No	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax
1	Remblais		Argile, limons	24,00	350,00	0,00	1,15
2	Marno-calcaire de St Ouen		Marne et calcaire marneux	14,00	1040,00	202,61	1,45

**Critère de calcul :** Longueur imposée

**Longueur du pieu (m) :** 18,00

# Onglet "Données des couches"



File : C:\Users\SEPIA GC\Desktop\ELIZA\18.048 TGI CRETEIL\TGI\_MICROPIEUX\_PRO\_120618\tgi\_micropieux\_PRO\_120618[FP]-1.resu

Calcul réalisé le : 13/06/2018 à 15h57  
par : SEPIA GC

## Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl\* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 19
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.289	0.354	0.413	0.455
Pointe	0.000	0.000	0.000	0.000

Cote de référence : 32.500

Section du pieu : 0.049

Périmètre : 0.785

## Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax
01	24.00	350.0	0.00	1.00	1.15
02	14.00	1040.0	202.61	1.00	1.45

Pas du calcul : 0.10

\*\*\*\*\*  
\*\*\*SOLUTION\*\*\*  
\*\*\*\*\*

Calcul à longueur imposée : L = 18.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	32.50	0.00	350.0	1.000	0.0	17.2	0.0	0.0	0.0	0.0
01	32.40	0.00	350.0	1.012	0.0	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0
01	32.30	0.00	350.0	1.024	0.0	17.6	0.0	0.0	0.0	0.0
01	32.20	0.00	350.0	1.036	0.0	17.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	32.10	0.00	350.0	1.048	0.0	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	32.00	0.00	350.0	1.060	0.0	18.2	0.0	0.0	0.0	0.0
01	31.90	0.00	350.0	1.072	0.0	18.4	0.0	0.0	0.0	0.0
01	31.80	0.00	350.0	1.084	0.0	18.6	0.0	0.0	0.0	0.0
01	31.70	0.00	350.0	1.096	0.0	18.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	31.60	0.00	350.0	1.108	0.0	19.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	31.50	0.00	350.0	1.120	0.0	19.2	0.0	0.0	0.0	0.0
01	31.40	0.00	350.0	1.132	0.0	19.4	0.0	0.0	0.0	0.0
01	31.30	0.00	350.0	1.144	0.0	19.7	0.0	0.0	0.0	0.0
01	31.20	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	31.10	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	31.00	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	30.90	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	30.80	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	30.70	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	30.60	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	30.50	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	30.40	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	30.30	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0

01	30.20	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	30.10	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	30.00	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	29.90	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	29.80	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	29.70	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	29.60	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	29.50	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	29.40	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	29.30	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	29.20	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	29.10	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	29.00	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	28.90	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	28.80	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	28.70	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	28.60	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	28.50	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	28.40	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	28.30	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	28.20	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	28.10	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	28.00	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	27.90	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	27.80	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	27.70	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	27.60	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	27.50	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	27.40	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	27.30	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	27.20	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	27.10	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	27.00	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	26.90	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	26.80	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	26.70	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	26.60	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	26.50	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	26.40	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	26.30	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	26.20	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	26.10	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	26.00	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	25.90	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	25.80	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	25.70	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	25.60	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	25.50	0.00	350.0	1.150	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0
01	25.40	0.00	384.5	1.150	0.0	21.7	0.0	0.0	0.0	0.0
01	25.30	0.00	419.0	1.150	0.0	23.7	0.0	0.0	0.0	0.0
01	25.20	0.00	453.5	1.150	0.0	25.6	0.0	0.0	0.0	0.0
01	25.10	0.00	488.0	1.150	0.0	27.5	0.0	0.0	0.0	0.0
01	25.00	0.00	522.5	1.150	0.0	29.5	0.0	0.0	0.0	0.0
01	24.90	0.00	557.0	1.150	0.0	31.4	0.0	0.0	0.0	0.0
01	24.80	0.00	591.5	1.150	0.0	33.4	0.0	0.0	0.0	0.0
01	24.70	0.00	626.0	1.150	0.0	35.3	0.0	0.0	0.0	0.0
01	24.60	0.00	660.5	1.150	0.0	37.3	0.0	0.0	0.0	0.0
01	24.50	0.00	695.0	1.150	0.0	39.2	0.0	0.0	0.0	0.0
01	24.40	0.00	729.5	1.144	0.0	41.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	24.30	0.00	764.0	1.137	0.0	42.7	0.0	0.0	0.0	0.0
01	24.20	0.00	798.5	1.131	0.0	44.4	0.0	0.0	0.0	0.0
01	24.10	0.00	833.0	1.126	0.0	46.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	24.00	0.00	867.5	1.121	0.0	47.7	0.0	0.0	0.0	0.0
01	24.00	0.00	867.5	1.121	0.0	47.7	0.0	0.0	0.0	0.0
02	24.00	202.61	1040.0	1.303	0.0	66.5	0.0	0.0	0.0	0.0
02	23.90	202.61	1040.0	1.327	15.9	67.7	4.6	5.6	6.6	7.2
02	23.80	202.61	1040.0	1.351	31.8	69.0	9.2	11.3	13.1	14.5
02	23.70	202.61	1040.0	1.375	47.7	70.2	13.8	16.9	19.7	21.7
02	23.60	202.61	1040.0	1.398	63.7	71.4	18.4	22.5	26.3	29.0
02	23.50	202.61	1040.0	1.422	79.6	72.6	23.0	28.2	32.9	36.2
02	23.40	202.61	1040.0	1.446	95.5	73.8	27.6	33.8	39.4	43.4
02	23.30	202.61	1040.0	1.450	111.4	74.0	32.2	39.4	46.0	50.7
02	23.20	202.61	1040.0	1.450	127.3	74.0	36.8	45.1	52.6	57.9
02	23.10	202.61	1040.0	1.450	143.2	74.0	41.4	50.7	59.1	65.2
02	23.00	202.61	1040.0	1.450	159.1	74.0	46.0	56.3	65.7	72.4
02	22.90	202.61	1040.0	1.450	175.0	74.0	50.6	62.0	72.3	79.6
02	22.80	202.61	1040.0	1.450	191.0	74.0	55.2	67.6	78.9	86.9
02	22.70	202.61	1040.0	1.450	206.9	74.0	59.8	73.2	85.4	94.1
02	22.60	202.61	1040.0	1.450	222.8	74.0	64.4	78.9	92.0	101.4
02	22.50	202.61	1040.0	1.450	238.7	74.0	69.0	84.5	98.6	108.6
02	22.40	202.61	1040.0	1.450	254.6	74.0	73.6	90.1	105.2	115.8
02	22.30	202.61	1040.0	1.450	270.5	74.0	78.2	95.8	111.7	123.1
02	22.20	202.61	1040.0	1.450	286.4	74.0	82.8	101.4	118.3	130.3
02	22.10	202.61	1040.0	1.450	302.3	74.0	87.4	107.0	124.9	137.6
02	22.00	202.61	1040.0	1.450	318.3	74.0	92.0	112.7	131.4	144.8
02	21.90	202.61	1040.0	1.450	334.2	74.0	96.6	118.3	138.0	152.0

02	21.80	202.61	1040.0	1.450	350.1	74.0	101.2	123.9	144.6	159.3
02	21.70	202.61	1040.0	1.450	366.0	74.0	105.8	129.6	151.2	166.5
02	21.60	202.61	1040.0	1.450	381.9	74.0	110.4	135.2	157.7	173.8
02	21.50	202.61	1040.0	1.450	397.8	74.0	115.0	140.8	164.3	181.0
02	21.40	202.61	1040.0	1.450	413.7	74.0	119.6	146.5	170.9	188.3
02	21.30	202.61	1040.0	1.450	429.6	74.0	124.2	152.1	177.4	195.5
02	21.20	202.61	1040.0	1.450	445.6	74.0	128.8	157.7	184.0	202.7
02	21.10	202.61	1040.0	1.450	461.5	74.0	133.4	163.4	190.6	210.0
02	21.00	202.61	1040.0	1.450	477.4	74.0	138.0	169.0	197.2	217.2
02	20.90	202.61	1040.0	1.450	493.3	74.0	142.6	174.6	203.7	224.5
02	20.80	202.61	1040.0	1.450	509.2	74.0	147.2	180.3	210.3	231.7
02	20.70	202.61	1040.0	1.450	525.1	74.0	151.8	185.9	216.9	238.9
02	20.60	202.61	1040.0	1.450	541.0	74.0	156.4	191.5	223.4	246.2
02	20.50	202.61	1040.0	1.450	557.0	74.0	161.0	197.2	230.0	253.4
02	20.40	202.61	1040.0	1.450	572.9	74.0	165.6	202.8	236.6	260.7
02	20.30	202.61	1040.0	1.450	588.8	74.0	170.2	208.4	243.2	267.9
02	20.20	202.61	1040.0	1.450	604.7	74.0	174.8	214.1	249.7	275.1
02	20.10	202.61	1040.0	1.450	620.6	74.0	179.4	219.7	256.3	282.4
02	20.00	202.61	1040.0	1.450	636.5	74.0	184.0	225.3	262.9	289.6
02	19.90	202.61	1040.0	1.450	652.4	74.0	188.6	231.0	269.5	296.9
02	19.80	202.61	1040.0	1.450	668.3	74.0	193.2	236.6	276.0	304.1
02	19.70	202.61	1040.0	1.450	684.3	74.0	197.8	242.2	282.6	311.3
02	19.60	202.61	1040.0	1.450	700.2	74.0	202.3	247.9	289.2	318.6
02	19.50	202.61	1040.0	1.450	716.1	74.0	206.9	253.5	295.7	325.8
02	19.40	202.61	1040.0	1.450	732.0	74.0	211.5	259.1	302.3	333.1
02	19.30	202.61	1040.0	1.450	747.9	74.0	216.1	264.8	308.9	340.3
02	19.20	202.61	1040.0	1.450	763.8	74.0	220.7	270.4	315.5	347.5
02	19.10	202.61	1040.0	1.450	779.7	74.0	225.3	276.0	322.0	354.8
02	19.00	202.61	1040.0	1.450	795.6	74.0	229.9	281.7	328.6	362.0
02	18.90	202.61	1040.0	1.450	811.6	74.0	234.5	287.3	335.2	369.3
02	18.80	202.61	1040.0	1.450	827.5	74.0	239.1	292.9	341.7	376.5
02	18.70	202.61	1040.0	1.450	843.4	74.0	243.7	298.6	348.3	383.7
02	18.60	202.61	1040.0	1.450	859.3	74.0	248.3	304.2	354.9	391.0
02	18.50	202.61	1040.0	1.450	875.2	74.0	252.9	309.8	361.5	398.2
02	18.40	202.61	1040.0	1.450	891.1	74.0	257.5	315.5	368.0	405.5
02	18.30	202.61	1040.0	1.450	907.0	74.0	262.1	321.1	374.6	412.7
02	18.20	202.61	1040.0	1.450	923.0	74.0	266.7	326.7	381.2	419.9
02	18.10	202.61	1040.0	1.450	938.9	74.0	271.3	332.4	387.8	427.2
02	18.00	202.61	1040.0	1.450	954.8	74.0	275.9	338.0	394.3	434.4
02	17.90	202.61	1040.0	1.450	970.7	74.0	280.5	343.6	400.9	441.7
02	17.80	202.61	1040.0	1.450	986.6	74.0	285.1	349.3	407.5	448.9
02	17.70	202.61	1040.0	1.450	1002.5	74.0	289.7	354.9	414.0	456.1
02	17.60	202.61	1040.0	1.450	1018.4	74.0	294.3	360.5	420.6	463.4
02	17.50	202.61	1040.0	1.450	1034.3	74.0	298.9	366.2	427.2	470.6
02	17.40	202.61	1040.0	1.450	1050.3	74.0	303.5	371.8	433.8	477.9
02	17.30	202.61	1040.0	1.450	1066.2	74.0	308.1	377.4	440.3	485.1
02	17.20	202.61	1040.0	1.450	1082.1	74.0	312.7	383.1	446.9	492.3
02	17.10	202.61	1040.0	1.450	1098.0	74.0	317.3	388.7	453.5	499.6
02	17.00	202.61	1040.0	1.450	1113.9	74.0	321.9	394.3	460.0	506.8
02	16.90	202.61	1040.0	1.450	1129.8	74.0	326.5	400.0	466.6	514.1
02	16.80	202.61	1040.0	1.450	1145.7	74.0	331.1	405.6	473.2	521.3
02	16.70	202.61	1040.0	1.450	1161.6	74.0	335.7	411.2	479.8	528.5
02	16.60	202.61	1040.0	1.450	1177.6	74.0	340.3	416.9	486.3	535.8
02	16.50	202.61	1040.0	1.450	1193.5	74.0	344.9	422.5	492.9	543.0
02	16.40	202.61	1040.0	1.450	1209.4	74.0	349.5	428.1	499.5	550.3
02	16.30	202.61	1040.0	1.450	1225.3	74.0	354.1	433.8	506.0	557.5
02	16.20	202.61	1040.0	1.450	1241.2	74.0	358.7	439.4	512.6	564.8
02	16.10	202.61	1040.0	1.450	1257.1	74.0	363.3	445.0	519.2	572.0
02	16.00	202.61	1040.0	1.450	1273.0	74.0	367.9	450.7	525.8	579.2
02	15.90	202.61	1040.0	1.450	1288.9	74.0	372.5	456.3	532.3	586.5
02	15.80	202.61	1040.0	1.450	1304.9	74.0	377.1	461.9	538.9	593.7
02	15.70	202.61	1040.0	1.450	1320.8	74.0	381.7	467.6	545.5	601.0
02	15.60	202.61	1040.0	1.450	1336.7	74.0	386.3	473.2	552.1	608.2
02	15.50	202.61	1040.0	1.450	1352.6	74.0	390.9	478.8	558.6	615.4
02	15.40	202.61	1040.0	1.450	1368.5	74.0	395.5	484.5	565.2	622.7
02	15.30	202.61	1040.0	1.450	1384.4	74.0	400.1	490.1	571.8	629.9
02	15.20	202.61	1040.0	1.450	1400.3	74.0	404.7	495.7	578.3	637.2
02	15.10	202.61	1040.0	1.450	1416.3	74.0	409.3	501.4	584.9	644.4
02	15.00	202.61	1040.0	1.450	1432.2	74.0	413.9	507.0	591.5	651.6
02	14.90	202.61	1040.0	1.450	1448.1	74.0	418.5	512.6	598.1	658.9
02	14.80	202.61	1040.0	1.450	1464.0	74.0	423.1	518.3	604.6	666.1
02	14.70	202.61	1040.0	1.450	1479.9	74.0	427.7	523.9	611.2	673.4
02	14.60	202.61	1040.0	1.450	1495.8	74.0	432.3	529.5	617.8	680.6
02	14.50	202.61	1040.0	1.450	1511.7	74.0	436.9	535.2	624.3	687.8



# Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur

