

## Figure 4A



A: Berme de stabilisation



B: Cloutage (soil nailing)

## Figure 4B

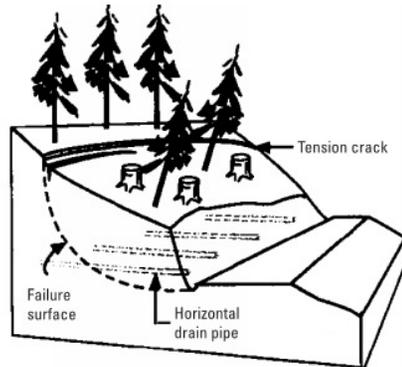


C: Mur de soutènement en gabions

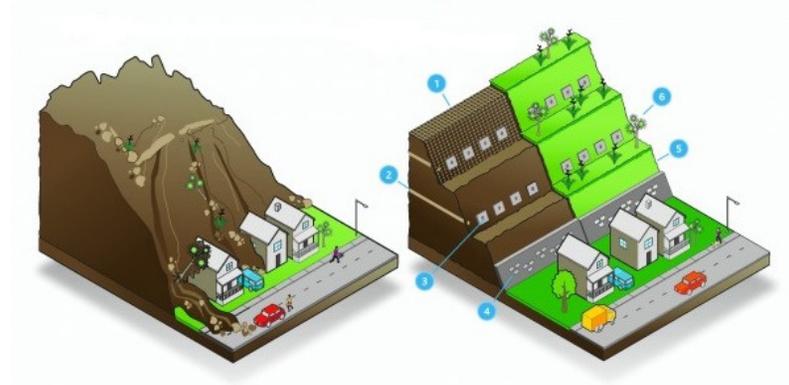


D: Mur de soutènement en palplanches

## Figure 4C



E: Tranchées drainantes



F: Reprofilage des pentes

# ANNEXE

# A LIMITES ET CONDITIONS GÉNÉRALES



## LIMITES ET CONDITIONS GÉNÉRALES - ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

### Utilisation du rapport

Les données factuelles, les interprétations et les recommandations contenues dans ce rapport se rapportent à un projet spécifique tel que décrit dans ledit rapport et ne s'appliquent à aucun autre projet ni à aucun autre site. Si le projet est modifié du point de vue de la conception, de l'emplacement ou de l'élévation ou encore, si le projet n'est pas amorcé dans un délai raisonnable, WSP devra être consultée de façon à réviser la validité des recommandations données dans le présent rapport.

Les recommandations données dans ce rapport ne servent qu'à guider l'ingénieur concepteur. Les entrepreneurs soumissionnaires ou exécutant les travaux devront compter sur leurs propres interprétations des résultats factuels des sondages pour déterminer de quelle manière les conditions géotechniques, hydrogéologiques et géologiques peuvent affecter leurs travaux.

Pour conserver l'intégrité de ce rapport et permettre son interprétation avec pertinence, aucune donnée, valeur ou résultat ne peut en être partiellement retiré. Le présent rapport ne doit être utilisé qu'aux fins pour lesquelles il a été préparé.

### Suivi de l'étude et des travaux

Certains ou tous les détails de conception et de construction peuvent ne pas être connus au moment de la parution du rapport de WSP.

Il est recommandé que les services d'un professionnel soient retenus pendant la construction, d'abord pour vérifier et confirmer que les conditions géotechniques, hydrogéologiques et géologiques présentes sur l'ensemble du chantier ne diffèrent pas de celles indiquées dans le rapport de WSP. Ensuite, il est essentiel de certifier que les travaux de construction n'ont pas d'effets défavorables sur les recommandations du rapport.

### Conditions des sols et du roc

Les descriptions des sols et du roc inscrites dans ce rapport proviennent de méthodes de classification et d'identification communément acceptées et utilisées en pratique géotechnique, qui ne garantit pas que les descriptions soient exactes.

Cependant, WSP applique une description convenant à la nomenclature communément utilisée en pratique géotechnique.

Les conditions des sols et du roc décrites dans ce rapport sont celles observées au moment de l'étude. À moins d'indication contraire, ces conditions représentent les fondements qui ont amené à établir les recommandations du rapport. Les conditions des sols et du roc peuvent cependant être sensiblement modifiées par les travaux de construction (circulation d'équipements, excavation, fonçage de pieux, dynamitage, etc.) sur le site ou sur les sites voisins. Une excavation peut exposer les sols à des changements de propriétés provoqués par l'humidité, le séchage ou le gel. Sauf indication contraire, les sols et le roc doivent être protégés contre l'effet dommageable de ces changements ou du remaniement pendant la construction.

### Rapports de forage et interprétation des conditions observées

Les dépôts meubles et le massif rocheux sont de nature et de propriété variables sur une plus ou moins grande superficie et aussi en profondeur. Les rapports de forage ne fournissent que des conditions approximatives et ponctuelles de ces formations géologiques à l'emplacement des forages et des sondages. Les contacts entre les différentes couches indiquées sur les rapports peuvent être difficiles à distinguer. En effet, la nature des sols peut changer progressivement avec la profondeur, de sorte que le contact entre deux couches peut être imprécis et correspondre plutôt à une zone de transition. La précision de la stratigraphie rencontrée dépend de la méthode de forage, de la fréquence et de la méthode d'échantillonnage puis de l'homogénéité des sols rencontrés. L'espacement entre les forages, la fréquence d'échantillonnage et le type de forage dépendent des considérations budgétaires et des délais d'exécution, tous deux établis avant le début des travaux.

Les conditions géotechniques, hydrogéologiques et géologiques entre les emplacements des forages font l'objet d'une interprétation par interpolation ou encore, elles dépendent du jugement de l'ingénieur géotechnicien. En réalité, la stratigraphie peut varier sensiblement, de sorte que l'interprétation des résultats de l'étude doit être faite avec précaution par le lecteur du rapport.

Les niveaux de l'eau souterraine indiqués dans ce rapport sont uniquement ceux observés à l'endroit et à la date des relevés, tels que présentés dans le rapport. Ces conditions peuvent varier selon les saisons ou à la suite de travaux de construction sur le site ou sur les sites voisins.

### **Changement des conditions observées**

Lorsque les conditions géotechniques, hydrogéologiques ou géologiques rencontrées sur le site diffèrent de celles indiquées au rapport, soit à cause de la nature hétérogène des sols et du roc ou encore, parce que des changements sont survenus à la suite de travaux de construction (ou pour toute autre raison), le Client doit, comme condition d'utilisation du rapport, prévenir WSP du changement des conditions et fournir à WSP l'opportunité de réviser les recommandations émises dans ce rapport. Reconnaître un changement des conditions des sols et du roc requiert une certaine expérience; il est donc recommandé qu'un ingénieur géotechnicien expérimenté soit dépêché sur le site pour prendre position sur les changements des conditions rencontrées.

### **Drainage**

Le drainage de l'eau souterraine est souvent requis aussi bien pour des ouvrages temporaires que pour des ouvrages permanents. La conception ou l'exécution impropre d'un système de drainage peut entraîner de sérieuses conséquences. WSP ne peut en aucun cas endosser la responsabilité des dommages causés par un système inadéquat de drainage, à moins que WSP n'ait été spécifiquement impliquée à la fois dans la conception détaillée et le suivi continu au chantier, lors de la construction du système de drainage.

# ANNEXE

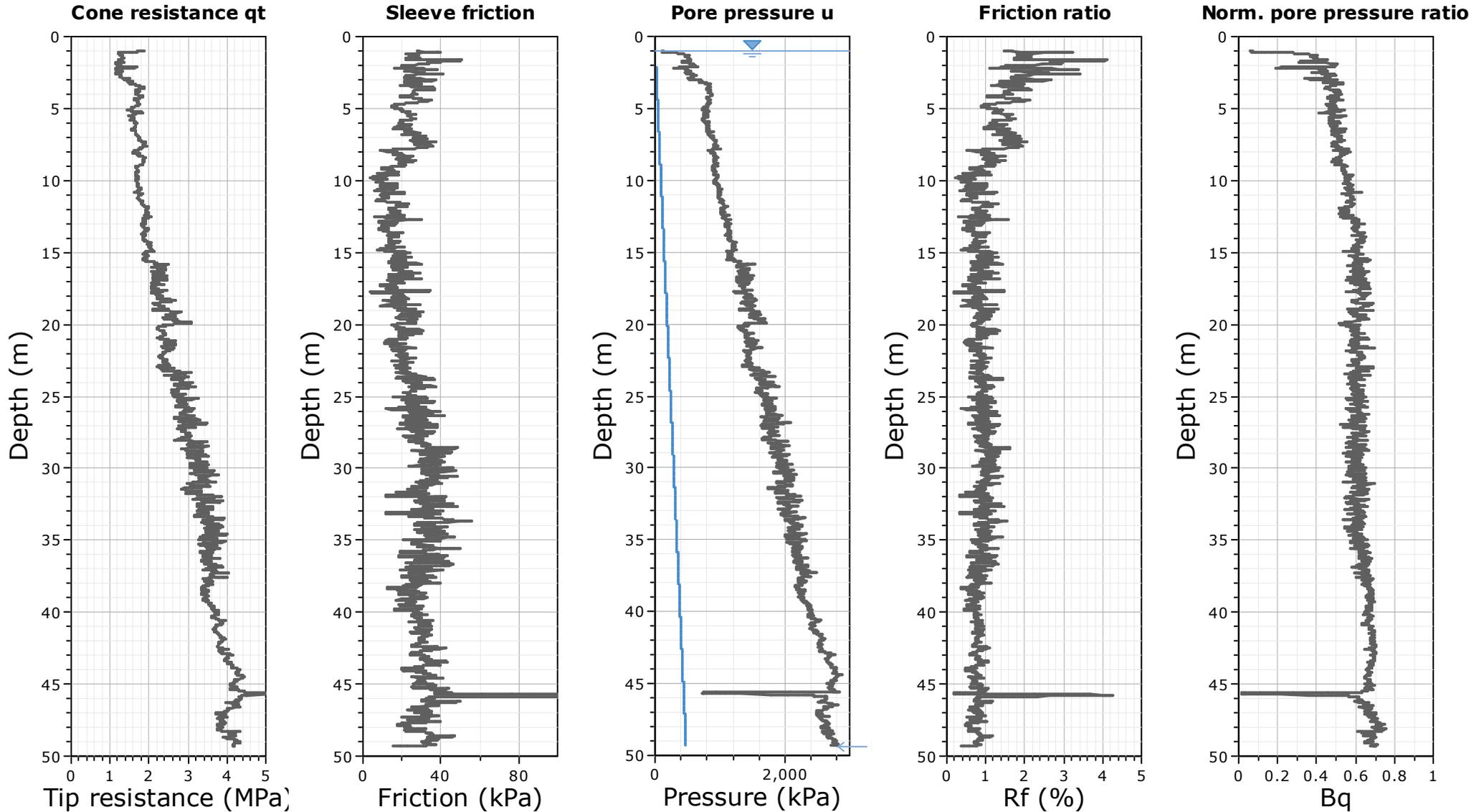
## B COURBES DE PIÉZOCÔNE

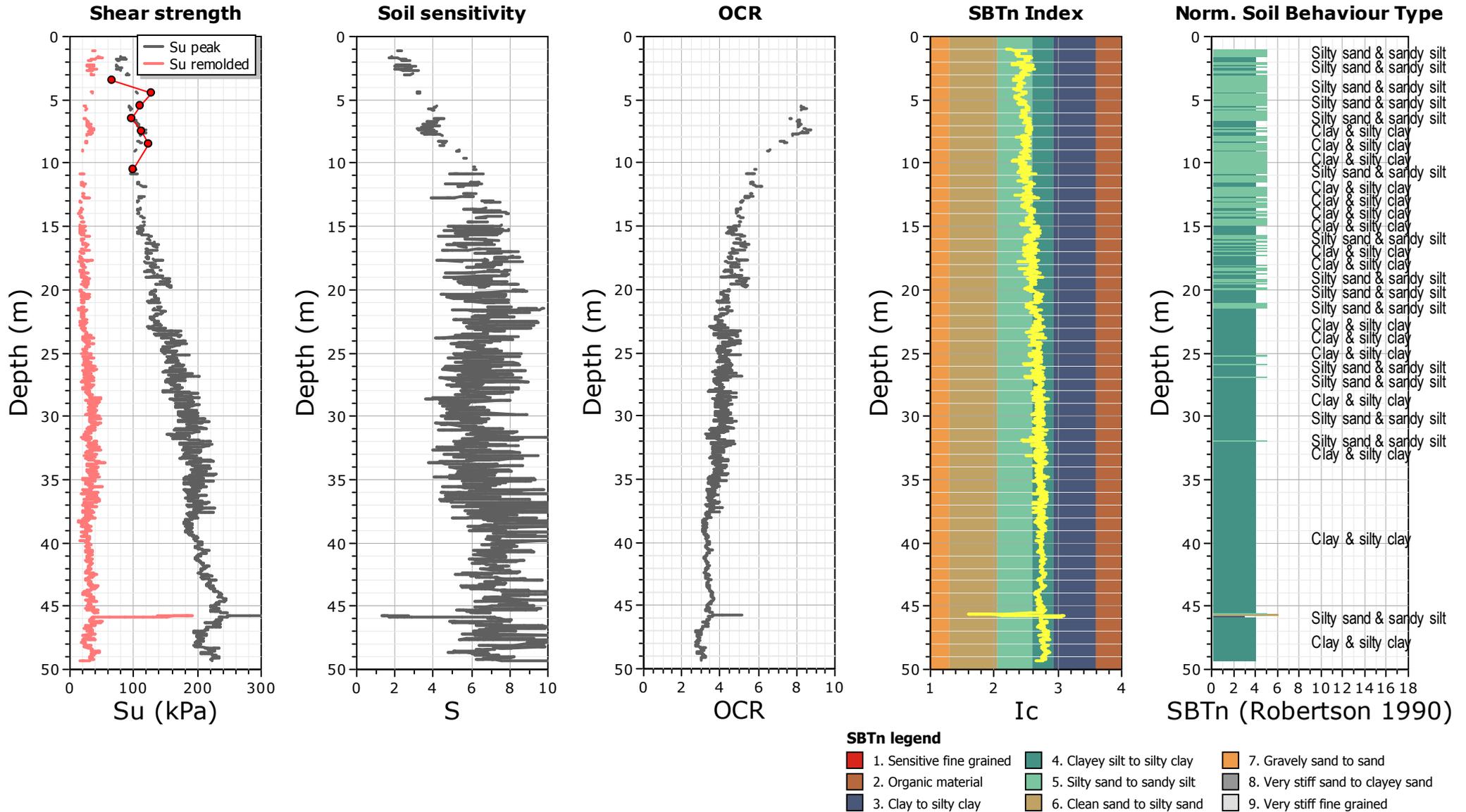




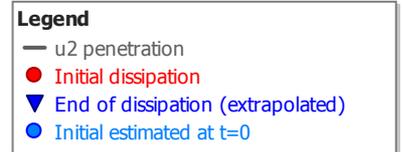
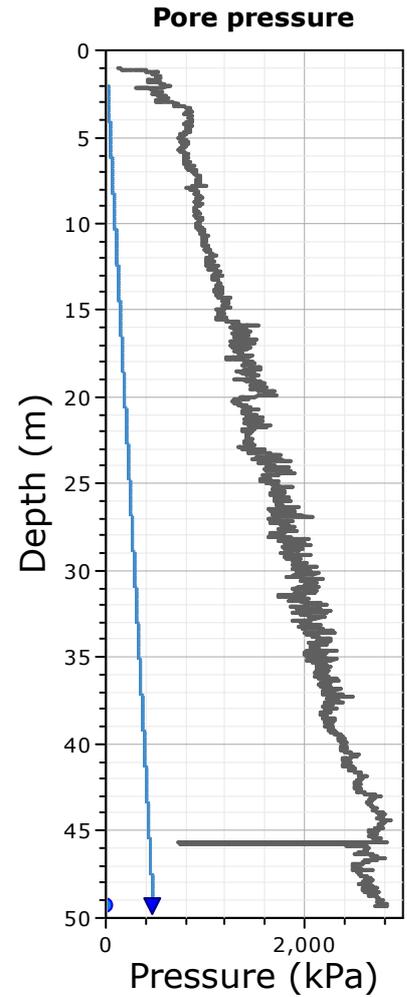
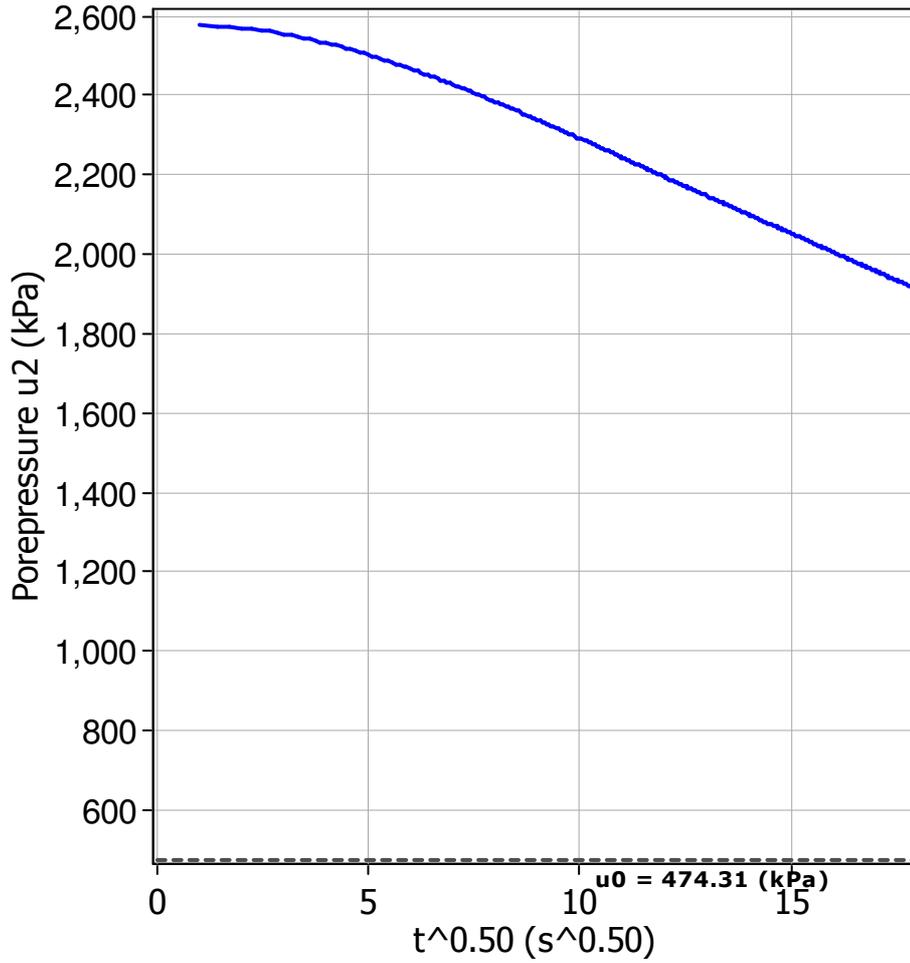
Project: Étude géotechnique - Piste multifonction

Location: Chelsea





### Piezocone Dissipation Test: CPT-01 Depth: 49.35 (m)



## Dissipation Tests Results

### Dissipation tests

Dissipation tests consists of stopping the piezocone penetration and observing porepressures ( $u$ ) with elapsed time ( $t$ ). The data are automatic recorded by the field computer and should take place until a minimum of 50% dissipation.

The porepressures are plotted as a function of square root of ( $t$ ). The graphical technique suggested by Robertson and Campanella (1989), yields a value for  $t_{50}$ , which corresponds to the time for 50% consolidation.

The value of the coefficient of consolidation in the radial or horizontal direction  $c_h$  was then calculated by Houlsby and Teh's (1988) theory using the following equation:

$$c_h = \frac{T \times r^2 \times I_r^{0.5}}{t_{50}}$$

where:

T: time factor given by Houlsby and Teh's (1988) theory corresponding to the porepressure position

r: piezocone radius

$I_r$ : stiffness index, equal to shear modulus G divided by the undrained strength of clay ( $S_u$ ).

$t_{50}$ : time corresponding to 50% consolidation

### Permeability estimates based on dissipation test

The dissipation of pore pressures during a CPTu dissipation test is controlled by the coefficient of consolidation in the horizontal direction ( $c_h$ ) which is influenced by a combination of the soil permeability ( $k_h$ ) and compressibility (M), as defined by the following:

$$k_h = c_h \times \gamma_w / M$$

where: M is the 1-D constrained modulus and  $\gamma_w$  is the unit weight of water, in compatible units.

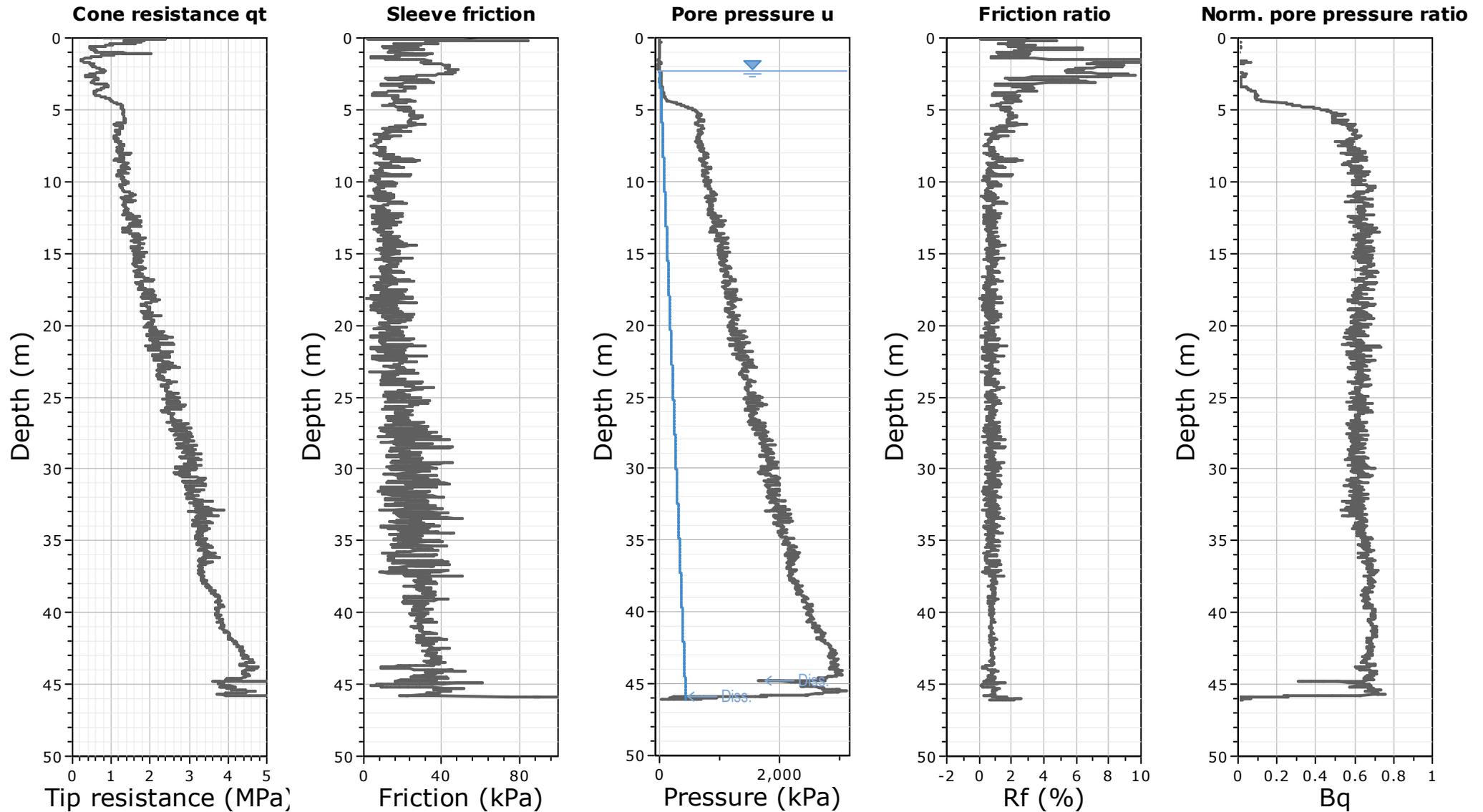
### Tabular results

CPTU Borehole	Depth (m)	$(t_{50})^{0.50}$	$t_{50}$ (s)	$t_{50}$ (years)	G/ $S_u$	$c_h$ ( $m^2/s$ )	$c_h$ ( $m^2/year$ )	M (MPa)	$k_h$ (m/s)
CPT-01	49.35	0.0	0	0.00E+000	405.03	0.00E+000	0	30.93	-1.00E+004



Project: Étude géotechnique - Piste multifonction

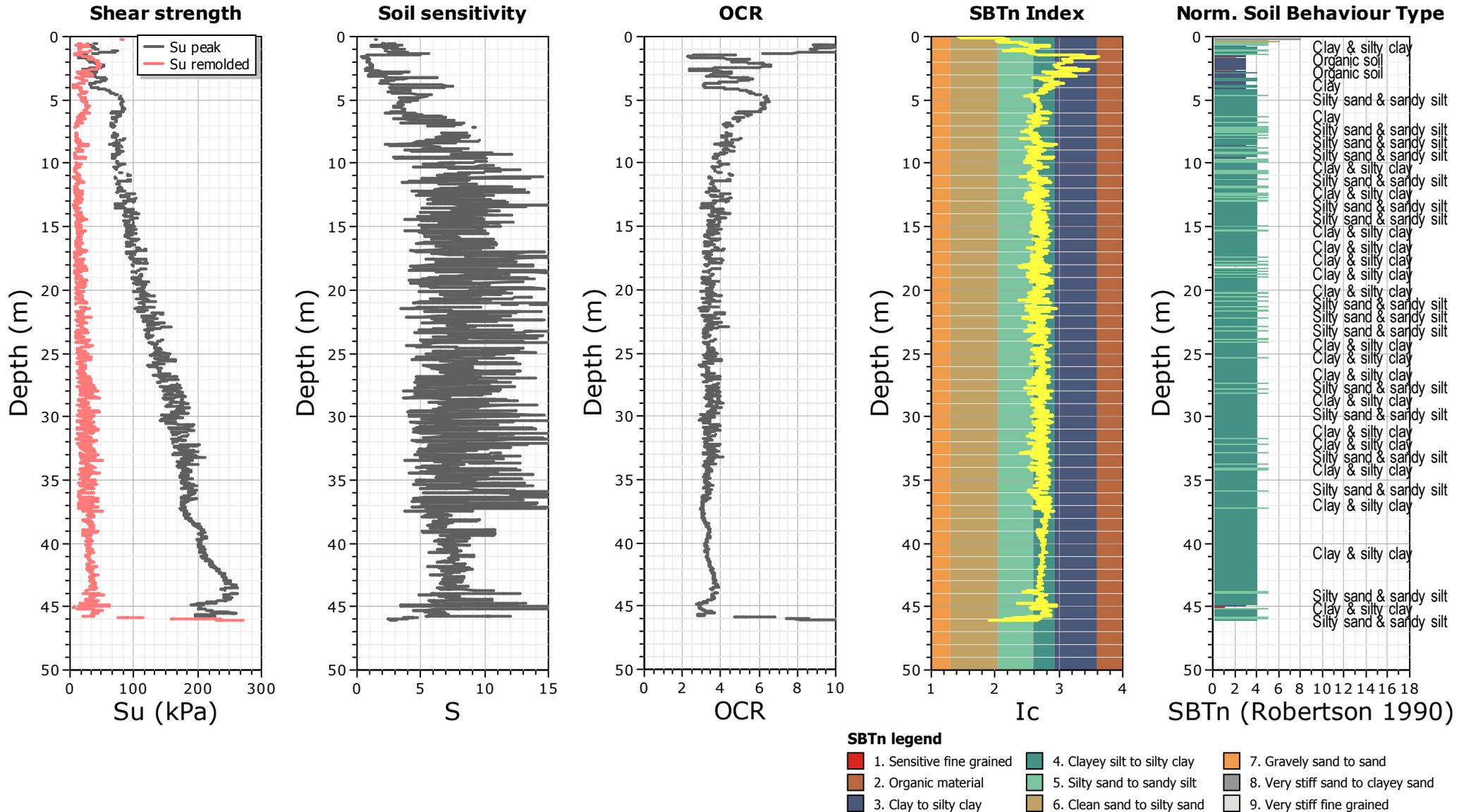
Location: Chelsea



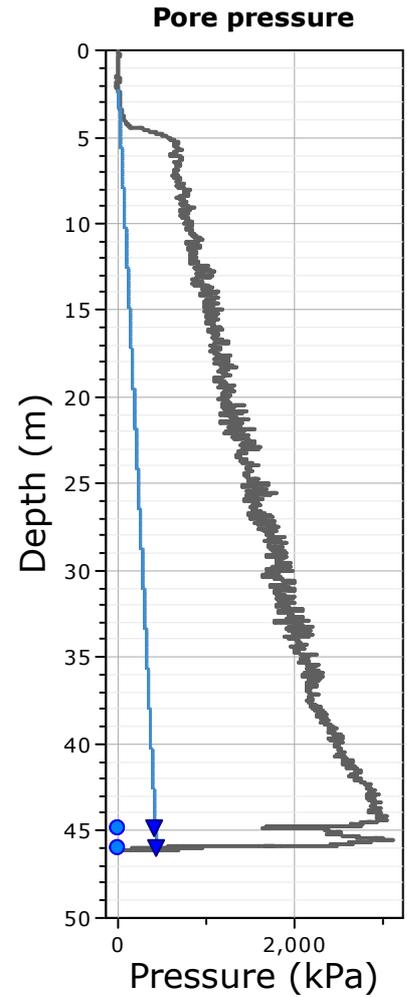
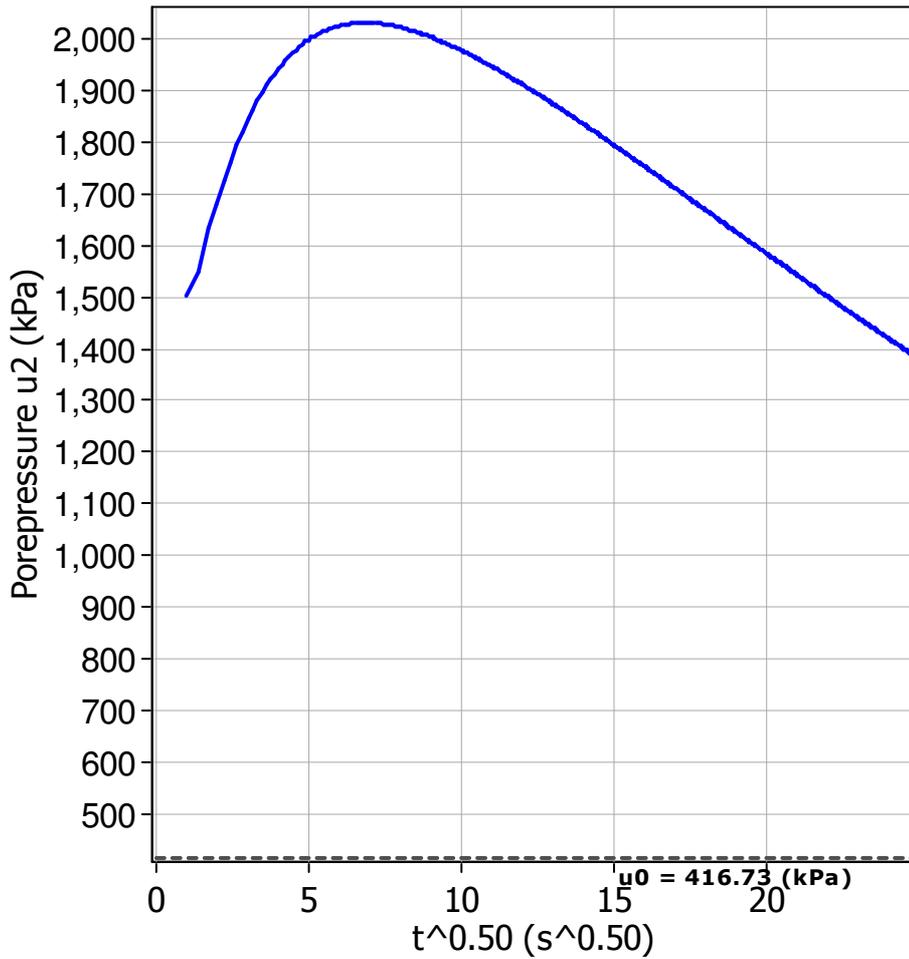


Project: Étude géotechnique - Piste multifonction

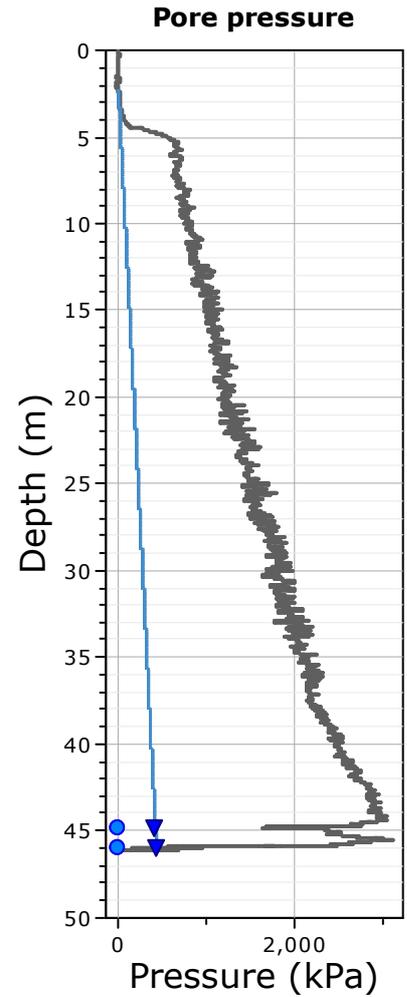
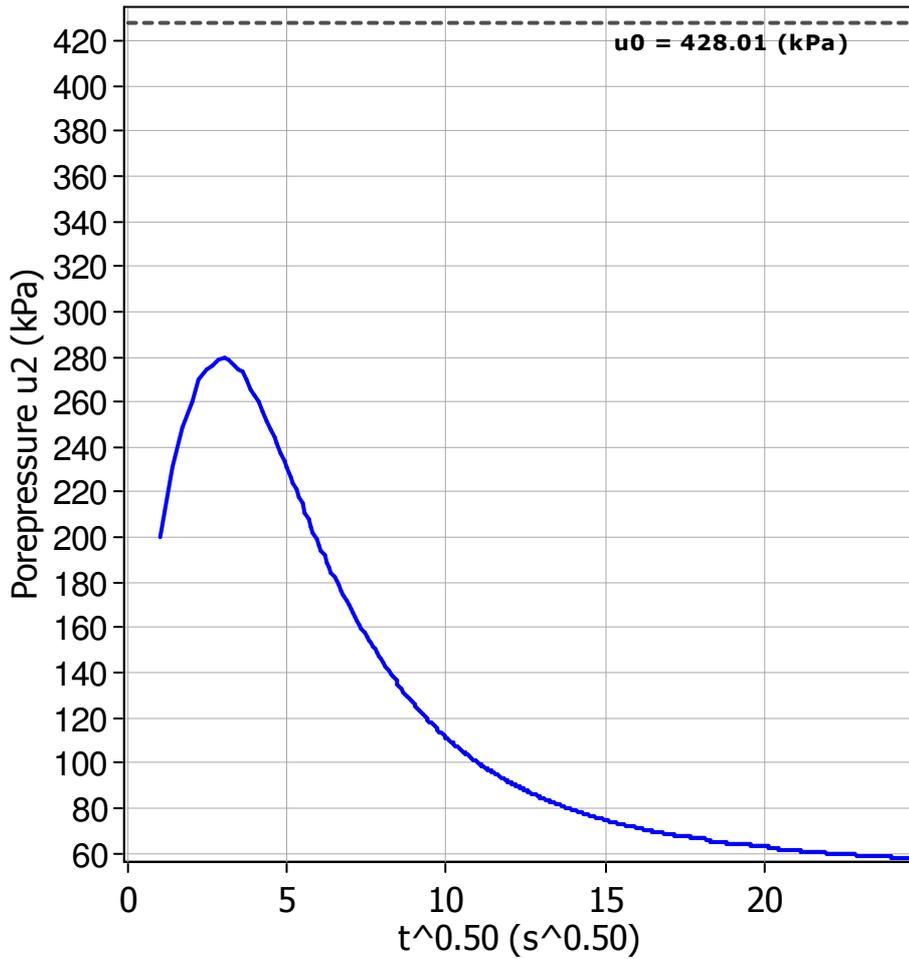
Location: Chelsea



**Piezocone Dissipation Test: CPT-02**  
**Depth: 44.78 (m)**



### Piezocene Dissipation Test: CPT-02 Depth: 45.93 (m)



## Dissipation Tests Results

### Dissipation tests

Dissipation tests consists of stopping the piezocone penetration and observing porepressures ( $u$ ) with elapsed time ( $t$ ). The data are automatic recorded by the field computer and should take place until a minimum of 50% dissipation.

The porepressures are plotted as a function of square root of ( $t$ ). The graphical technique suggested by Robertson and Campanella (1989), yields a value for  $t_{50}$ , which corresponds to the time for 50% consolidation.

The value of the coefficient of consolidation in the radial or horizontal direction  $c_h$  was then calculated by Houlsby and Teh's (1988) theory using the following equation:

$$c_h = \frac{T \times r^2 \times I_r^{0.5}}{t_{50}}$$

where:

T: time factor given by Houlsby and Teh's (1988) theory corresponding to the porepressure position

r: piezocone radius

$I_r$ : stiffness index, equal to shear modulus G divided by the undrained strength of clay ( $S_u$ ).

$t_{50}$ : time corresponding to 50% consolidation

### Permeability estimates based on dissipation test

The dissipation of pore pressures during a CPTu dissipation test is controlled by the coefficient of consolidation in the horizontal direction ( $c_h$ ) which is influenced by a combination of the soil permeability ( $k_h$ ) and compressibility (M), as defined by the following:

$$k_h = c_h \times \gamma_w / M$$

where: M is the 1-D constrained modulus and  $\gamma_w$  is the unit weight of water, in compatible units.

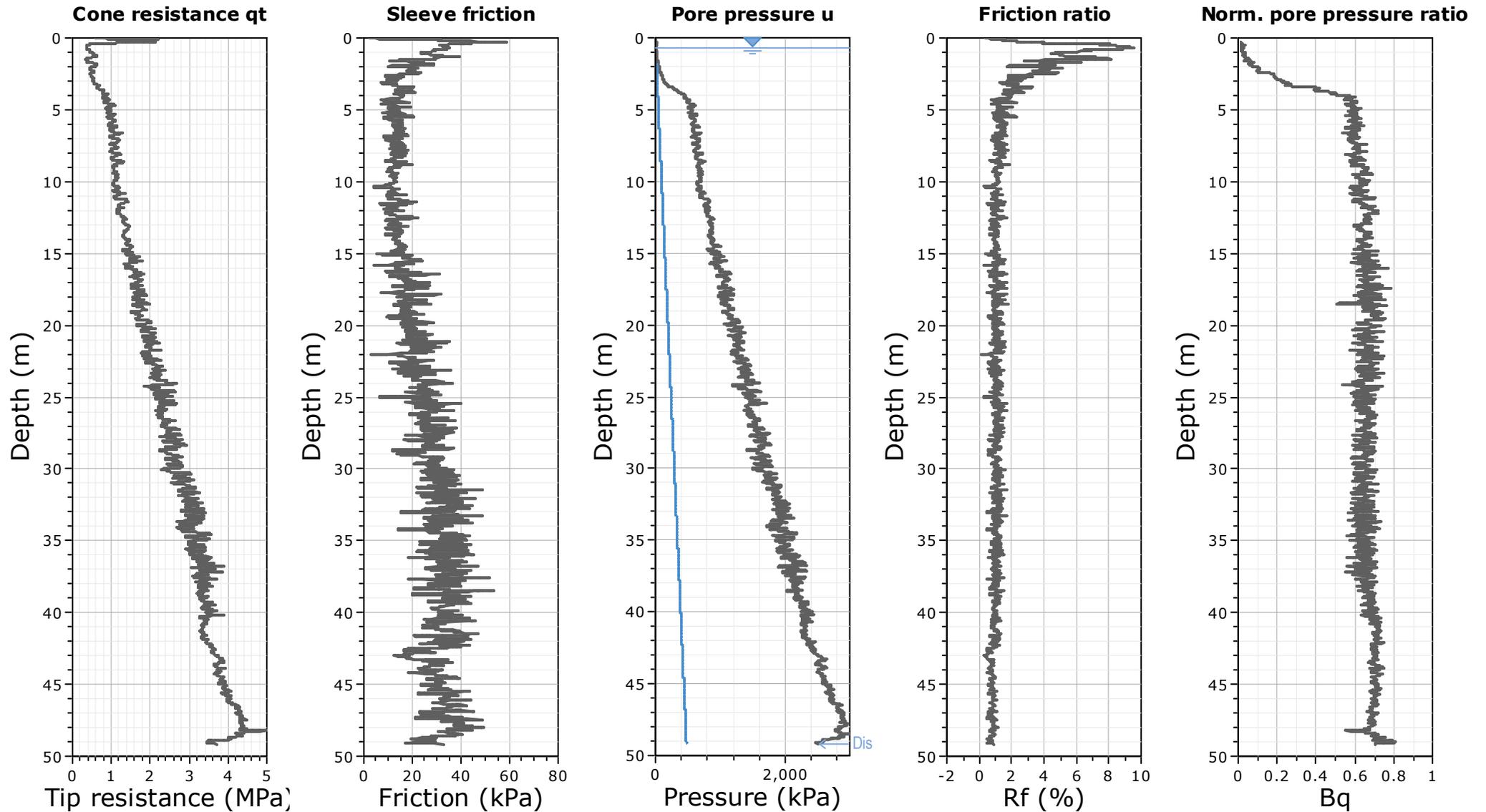
### Tabular results

CPTU Borehole	Depth (m)	$(t_{50})^{0.50}$	$t_{50}$ (s)	$t_{50}$ (years)	G/ $S_u$	$c_h$ ( $m^2/s$ )	$c_h$ ( $m^2/year$ )	M (MPa)	$k_h$ (m/s)
CPT-02	44.78	0.0	0	0.00E+000	100.00	0.00E+000	0	43.14	-1.00E+004
CPT-02	45.93	0.0	0	0.00E+000	100.00	0.00E+000	0	186.02	-1.00E+004



Project: Étude géotechnique - Piste multifonction

Location: Chelsea

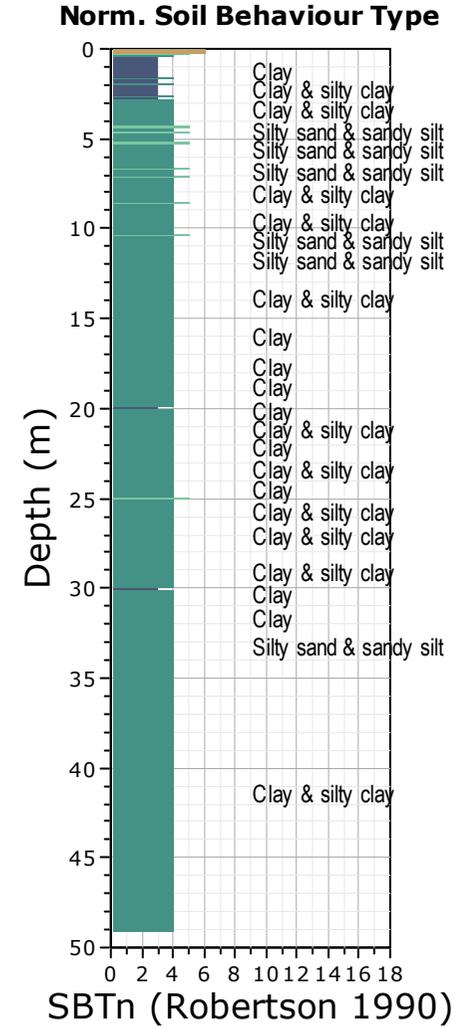
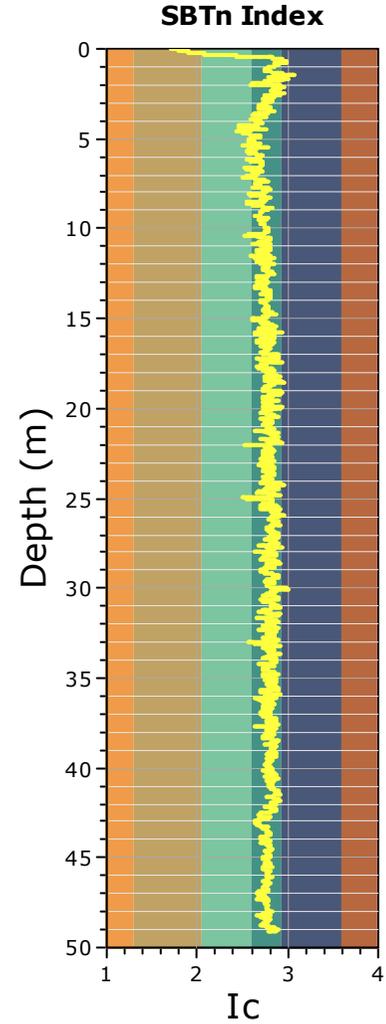
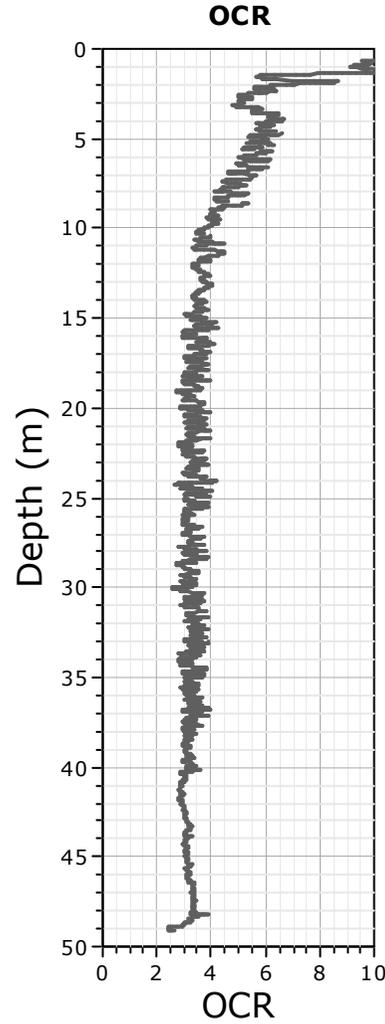
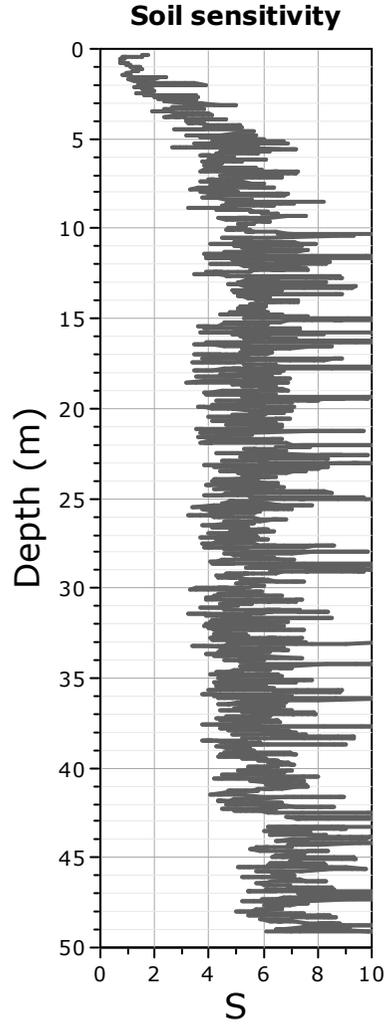
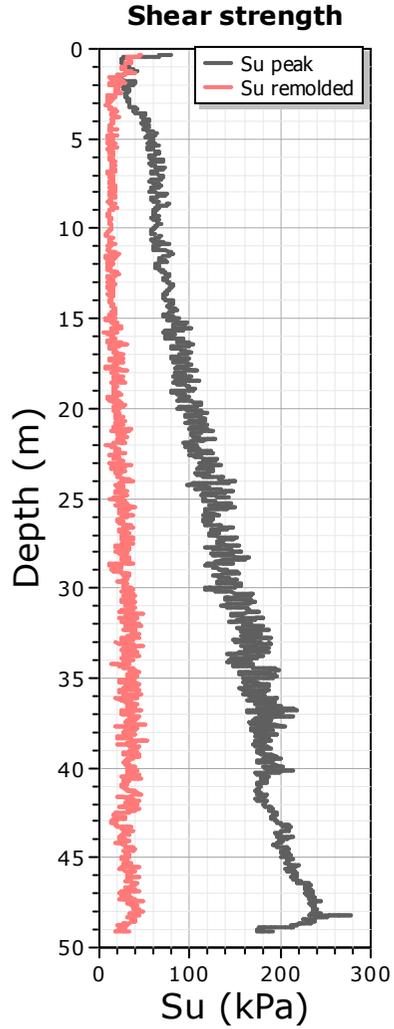




**Sondage CPT-03**

Total depth: 49.15 m, Date: 2017-05-30  
Surface Elevation: 0.00 m  
Coords: lat 0° lon 0°  
Cone Type: I-CFY20-10

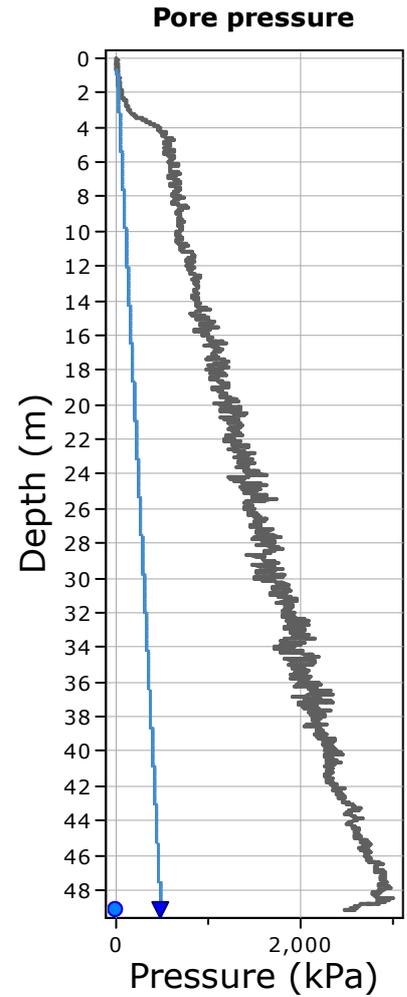
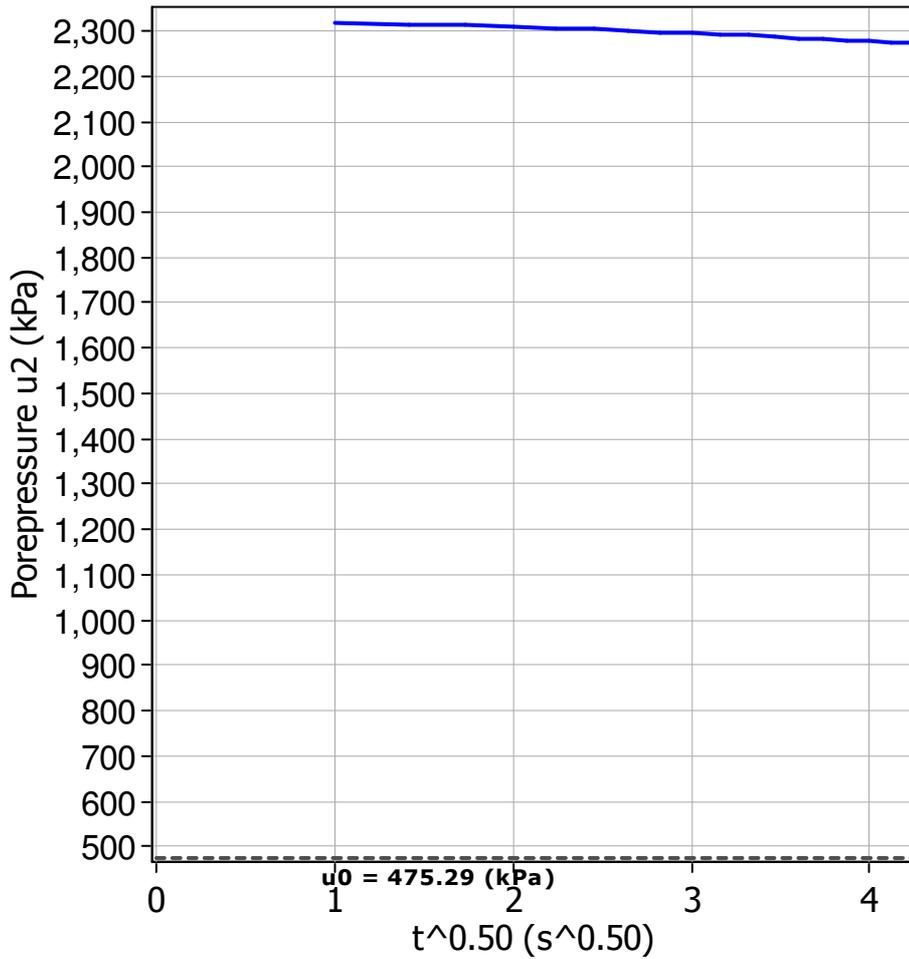
**Project:** Étude géotechnique - Piste multifonction  
**Location:** Chelsea



**SBTn legend**

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <span style="color: red;">■</span> 1. Sensitive fine grained | <span style="color: teal;">■</span> 4. Clayey silt to silty clay      | <span style="color: orange;">■</span> 7. Gravely sand to sand         |
| <span style="color: brown;">■</span> 2. Organic material     | <span style="color: lightgreen;">■</span> 5. Silty sand to sandy silt | <span style="color: grey;">■</span> 8. Very stiff sand to clayey sand |
| <span style="color: blue;">■</span> 3. Clay to silty clay    | <span style="color: tan;">■</span> 6. Clean sand to silty sand        | <span style="color: lightgrey;">■</span> 9. Very stiff fine grained   |

**Piezocone Dissipation Test: CPT-03**  
**Depth: 49.15 (m)**



## Dissipation Tests Results

### Dissipation tests

Dissipation tests consists of stopping the piezocone penetration and observing porepressures (u) with elapsed time (t). The data are automatic recorded by the field computer and should take place until a minimum of 50% dissipation.

The porepressures are plotted as a function of square root of (t). The graphical technique suggested by Robertson and Campanella (1989), yields a value for  $t_{50}$ , which corresponds to the time for 50% consolidation.

The value of the coefficient of consolidation in the radial or horizontal direction  $c_h$  was then calculated by Houlsby and Teh's (1988) theory using the following equation:

$$c_h = \frac{T \times r^2 \times I_r^{0.5}}{t_{50}}$$

where:

T: time factor given by Houlsby and Teh's (1988) theory corresponding to the porepressure position

r: piezocone radius

$I_r$ : stiffness index, equal to shear modulus G divided by the undrained strength of clay ( $S_u$ ).

$t_{50}$ : time corresponding to 50% consolidation

### Permeability estimates based on dissipation test

The dissipation of pore pressures during a CPTu dissipation test is controlled by the coefficient of consolidation in the horizontal direction ( $c_h$ ) which is influenced by a combination of the soil permeability ( $k_h$ ) and compressibility (M), as defined by the following:

$$k_h = c_h \times \gamma_w / M$$

where: M is the 1-D constrained modulus and  $\gamma_w$  is the unit weight of water, in compatible units.

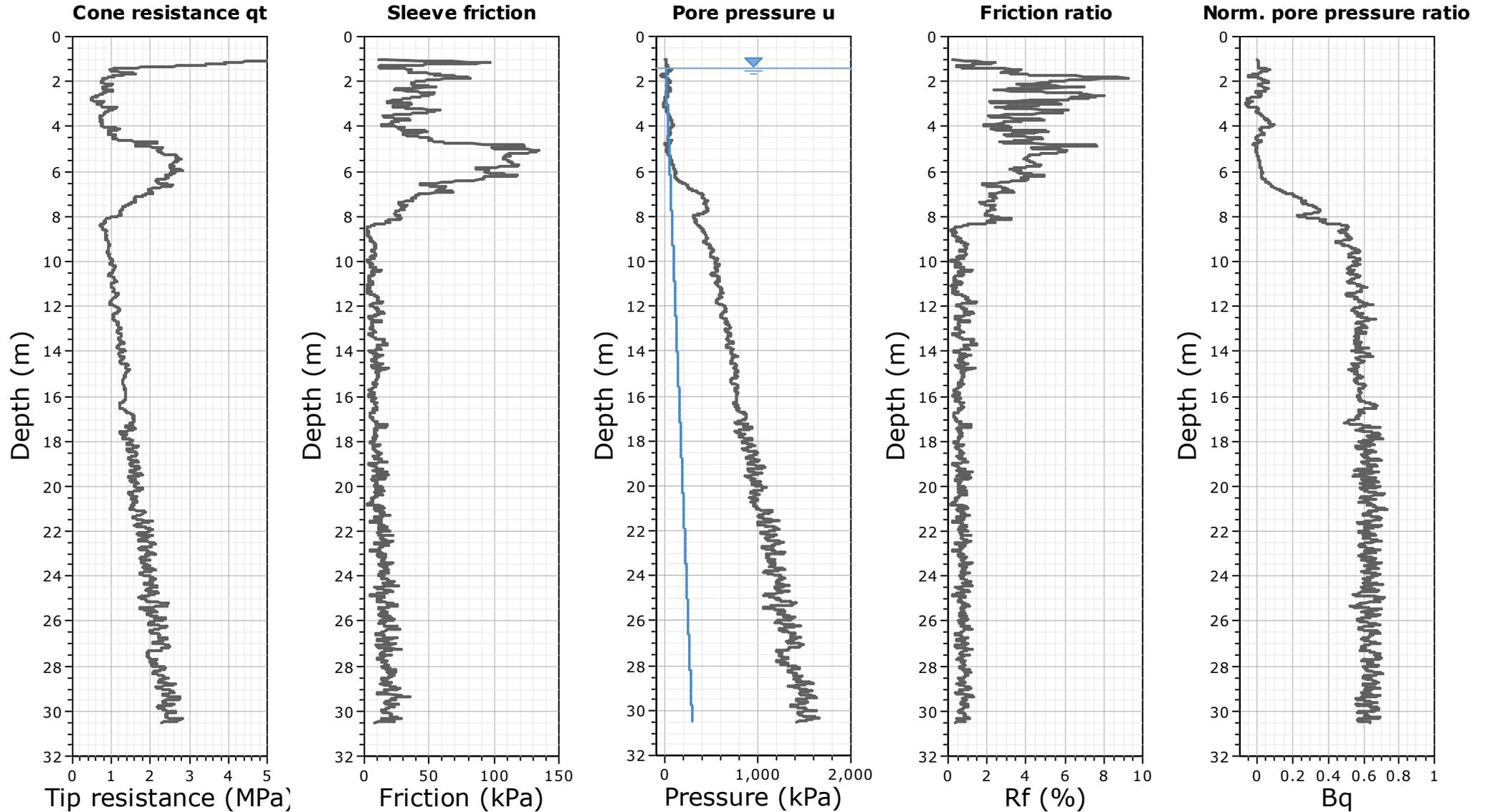
### Tabular results

CPTU Borehole	Depth (m)	$(t_{50})^{0.50}$	$t_{50}$ (s)	$t_{50}$ (years)	G/ $S_u$	$c_h$ ( $m^2/s$ )	$c_h$ ( $m^2/year$ )	M (MPa)	$k_h$ (m/s)
CPT-03	49.15	0.0	0	0.00E+000	502.88	0.00E+000	0	21.91	-1.00E+004



**Project:** Étude géotechnique - Piste multifonction

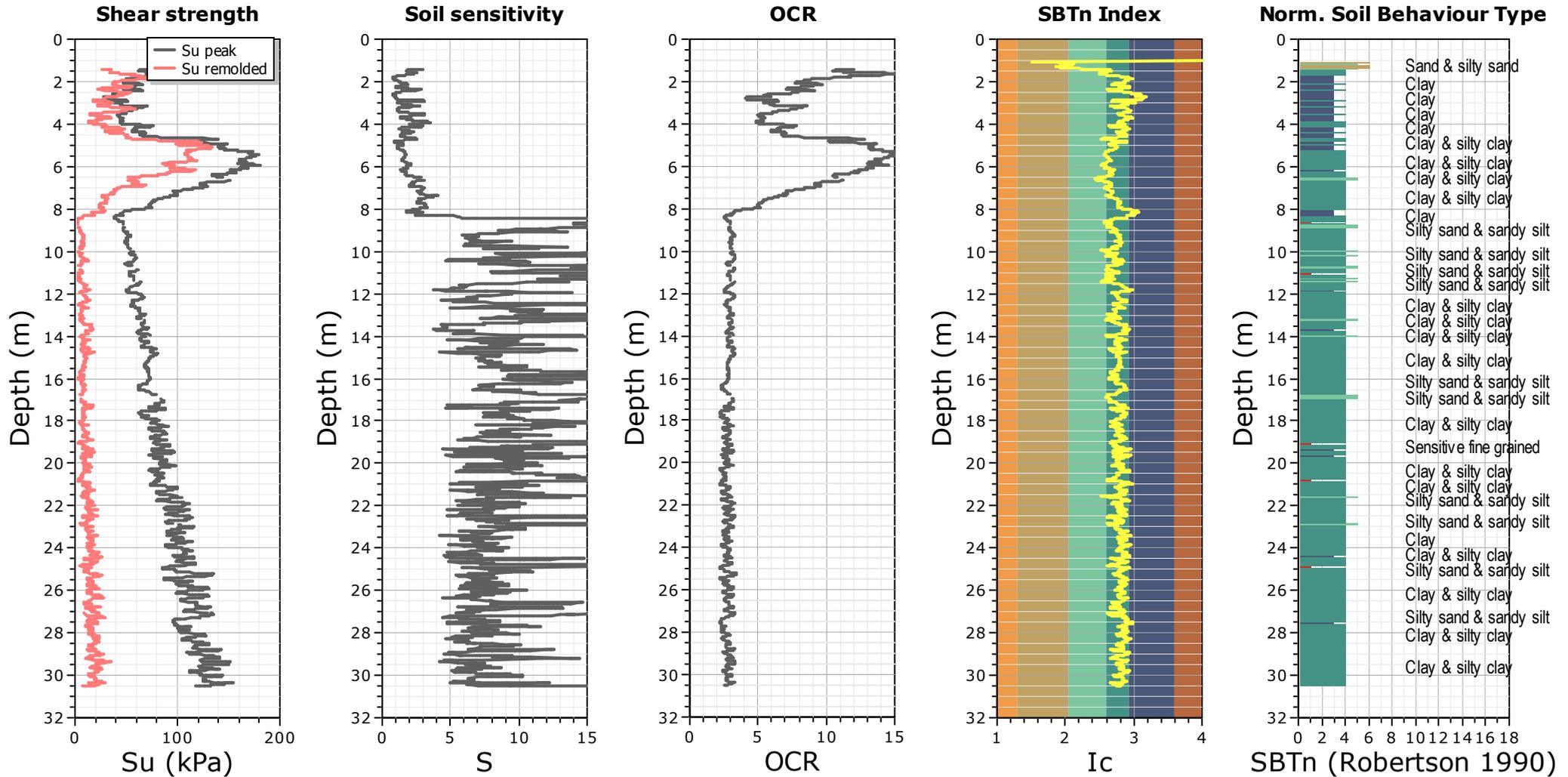
**Location:** Chelsea





**Project:** Étude géotechnique - Piste multifonction

**Location:** Chelsea



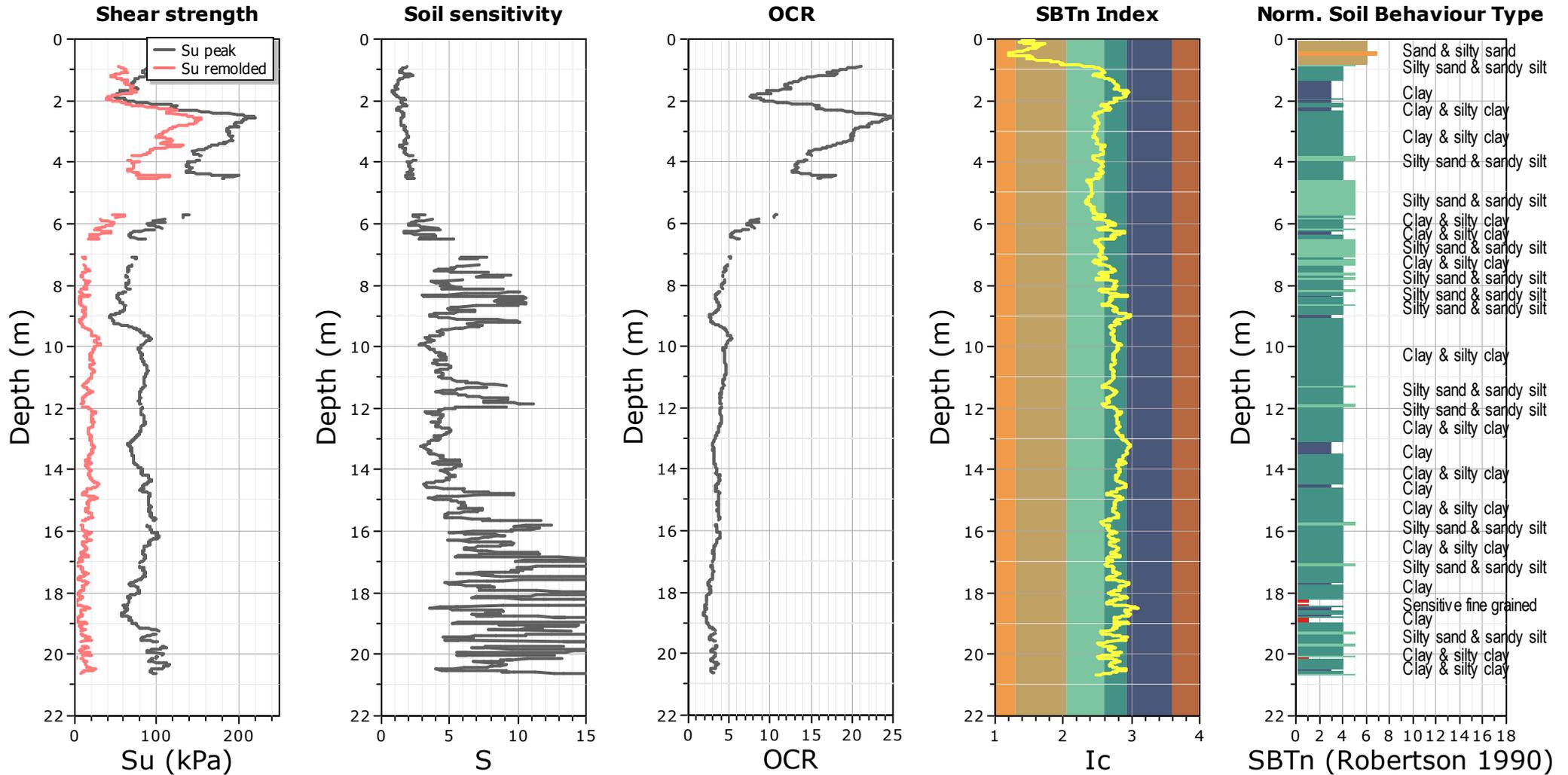
**SBTn legend**

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <span style="color: red;">■</span> 1. Sensitive fine grained | <span style="color: teal;">■</span> 4. Clayey silt to silty clay      | <span style="color: orange;">■</span> 7. Gravely sand to sand         |
| <span style="color: brown;">■</span> 2. Organic material     | <span style="color: lightgreen;">■</span> 5. Silty sand to sandy silt | <span style="color: grey;">■</span> 8. Very stiff sand to clayey sand |
| <span style="color: blue;">■</span> 3. Clay to silty clay    | <span style="color: tan;">■</span> 6. Clean sand to silty sand        | <span style="color: lightgrey;">■</span> 9. Very stiff fine grained   |



**Project:** Étude géotechnique - Piste multifonction

**Location:** Chelsea



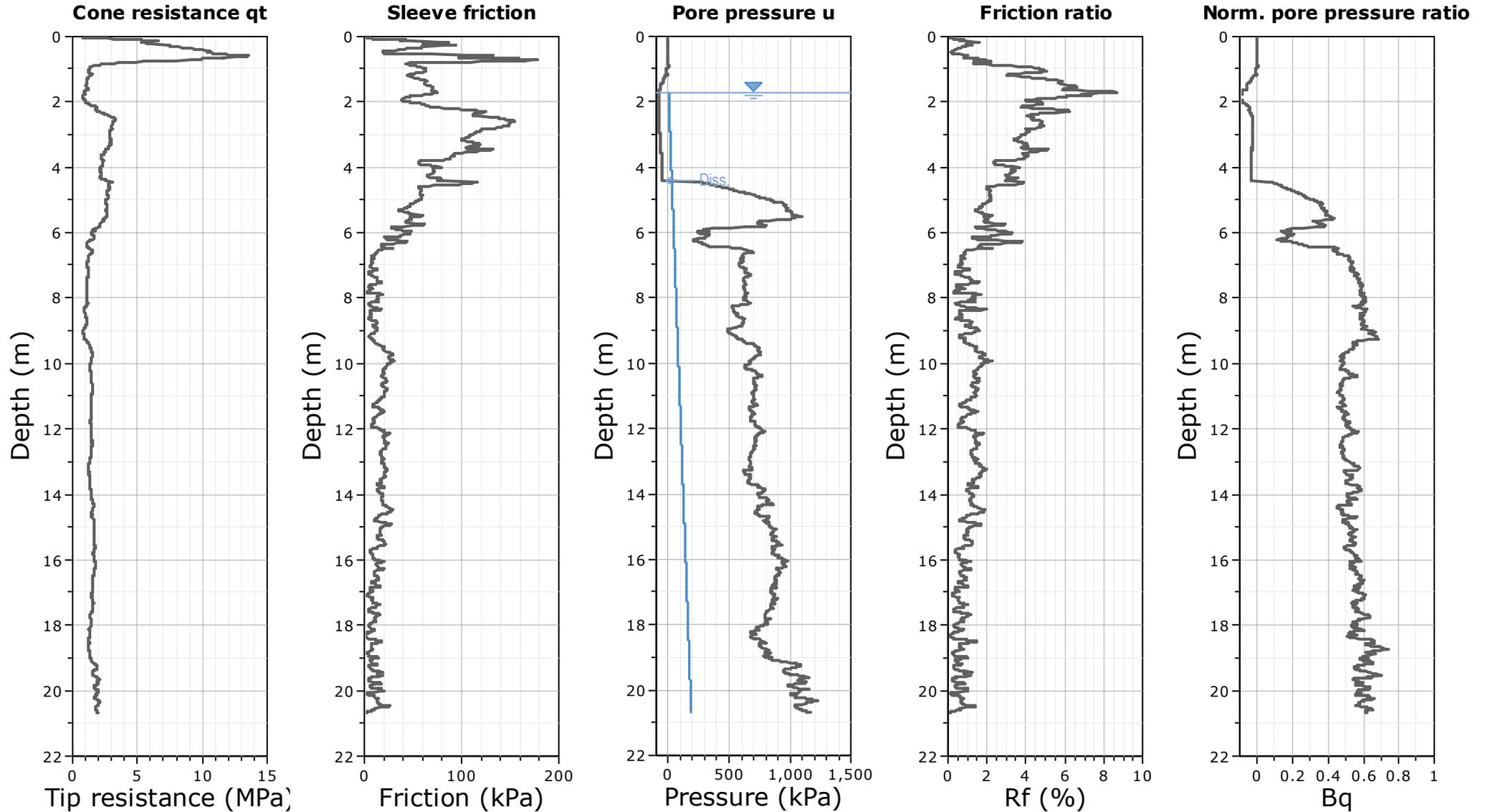
**SBTn legend**

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <span style="color: red;">■</span> 1. Sensitive fine grained | <span style="color: teal;">■</span> 4. Clayey silt to silty clay      | <span style="color: orange;">■</span> 7. Gravely sand to sand         |
| <span style="color: brown;">■</span> 2. Organic material     | <span style="color: lightgreen;">■</span> 5. Silty sand to sandy silt | <span style="color: grey;">■</span> 8. Very stiff sand to clayey sand |
| <span style="color: blue;">■</span> 3. Clay to silty clay    | <span style="color: tan;">■</span> 6. Clean sand to silty sand        | <span style="color: lightgrey;">■</span> 9. Very stiff fine grained   |

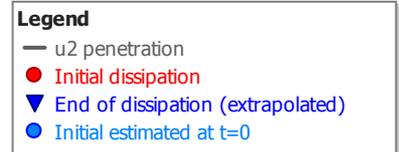
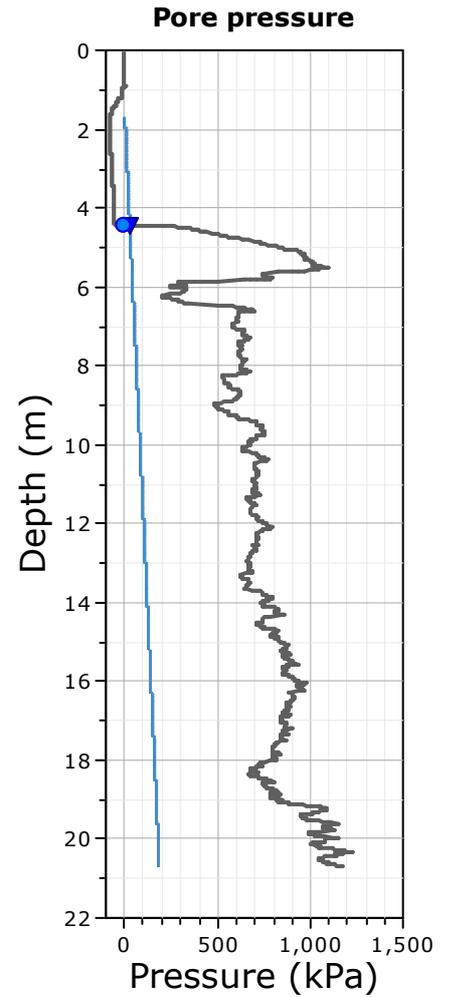
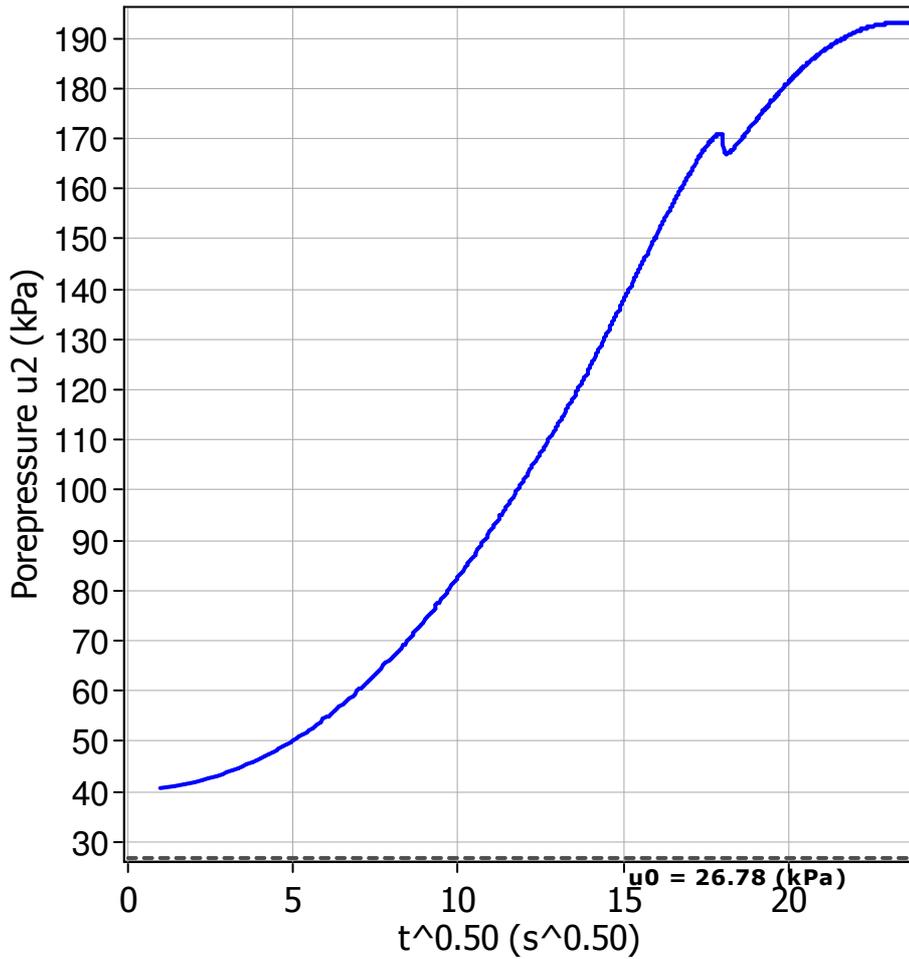


Project: Étude géotechnique - Piste multifonction

Location: Chelsea



**Piezocone Dissipation Test: CPT-05**  
**Depth: 4.43 (m)**



## Dissipation Tests Results

### Dissipation tests

Dissipation tests consists of stopping the piezocone penetration and observing porepressures (u) with elapsed time (t). The data are automatic recorded by the field computer and should take place until a minimum of 50% dissipation.

The porepressures are plotted as a function of square root of (t). The graphical technique suggested by Robertson and Campanella (1989), yields a value for  $t_{50}$ , which corresponds to the time for 50% consolidation.

The value of the coefficient of consolidation in the radial or horizontal direction  $c_h$  was then calculated by Houlsby and Teh's (1988) theory using the following equation:

$$c_h = \frac{T \times r^2 \times I_r^{0.5}}{t_{50}}$$

where:

T: time factor given by Houlsby and Teh's (1988) theory corresponding to the porepressure position

r: piezocone radius

$I_r$ : stiffness index, equal to shear modulus G divided by the undrained strength of clay ( $S_u$ ).

$t_{50}$ : time corresponding to 50% consolidation

### Permeability estimates based on dissipation test

The dissipation of pore pressures during a CPTu dissipation test is controlled by the coefficient of consolidation in the horizontal direction ( $c_h$ ) which is influenced by a combination of the soil permeability ( $k_h$ ) and compressibility (M), as defined by the following:

$$k_h = c_h \times \gamma_w / M$$

where: M is the 1-D constrained modulus and  $\gamma_w$  is the unit weight of water, in compatible units.

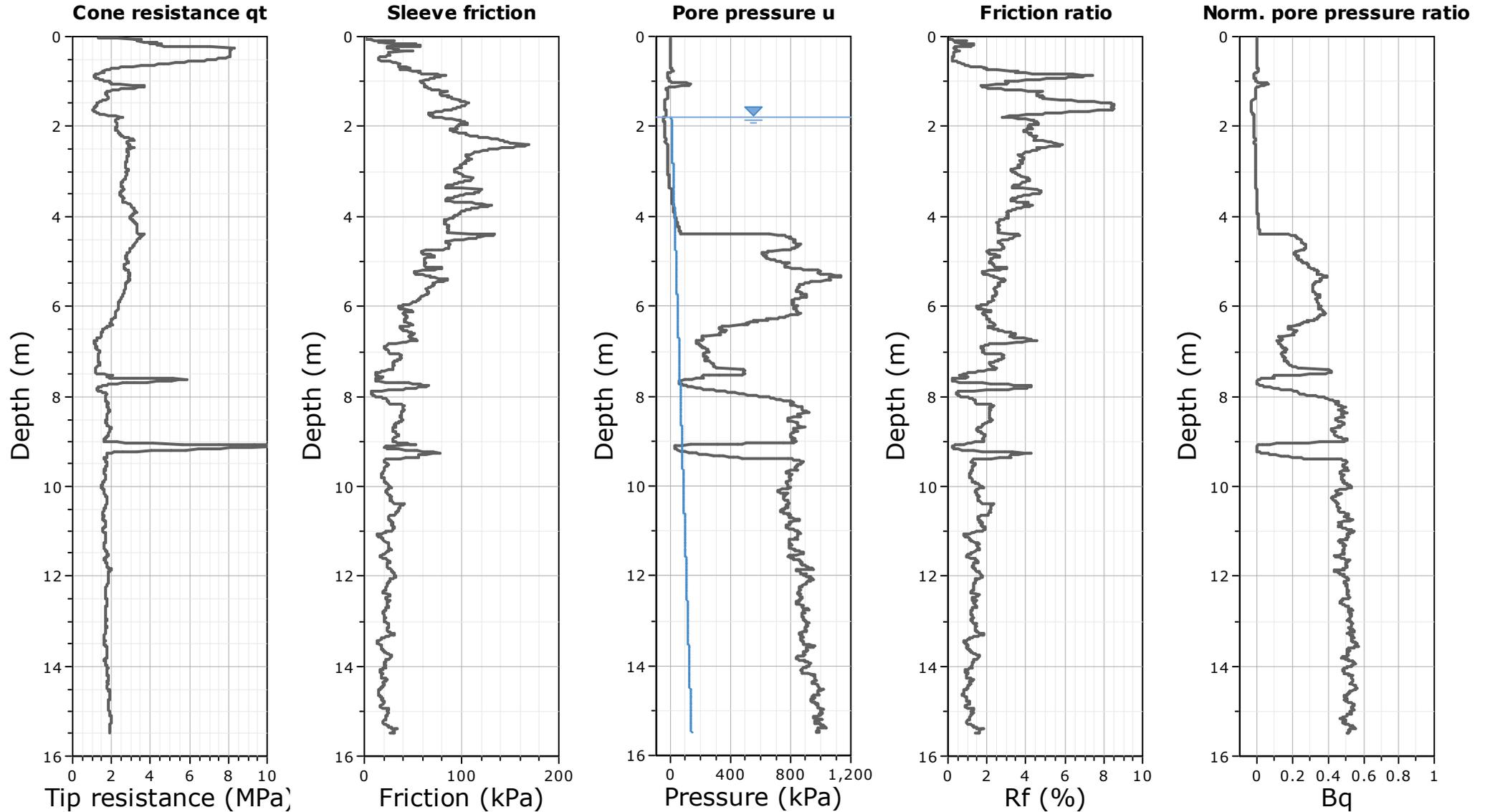
### Tabular results

CPTU Borehole	Depth (m)	$(t_{50})^{0.50}$	$t_{50}$ (s)	$t_{50}$ (years)	G/ $S_u$	$c_h$ ( $m^2/s$ )	$c_h$ ( $m^2/year$ )	M (MPa)	$k_h$ (m/s)
CPT-05	4.43	0.0	0	0.00E+000	100.00	0.00E+000	0	35.37	-1.00E+004



Project: Étude géotechnique - Piste multifonction

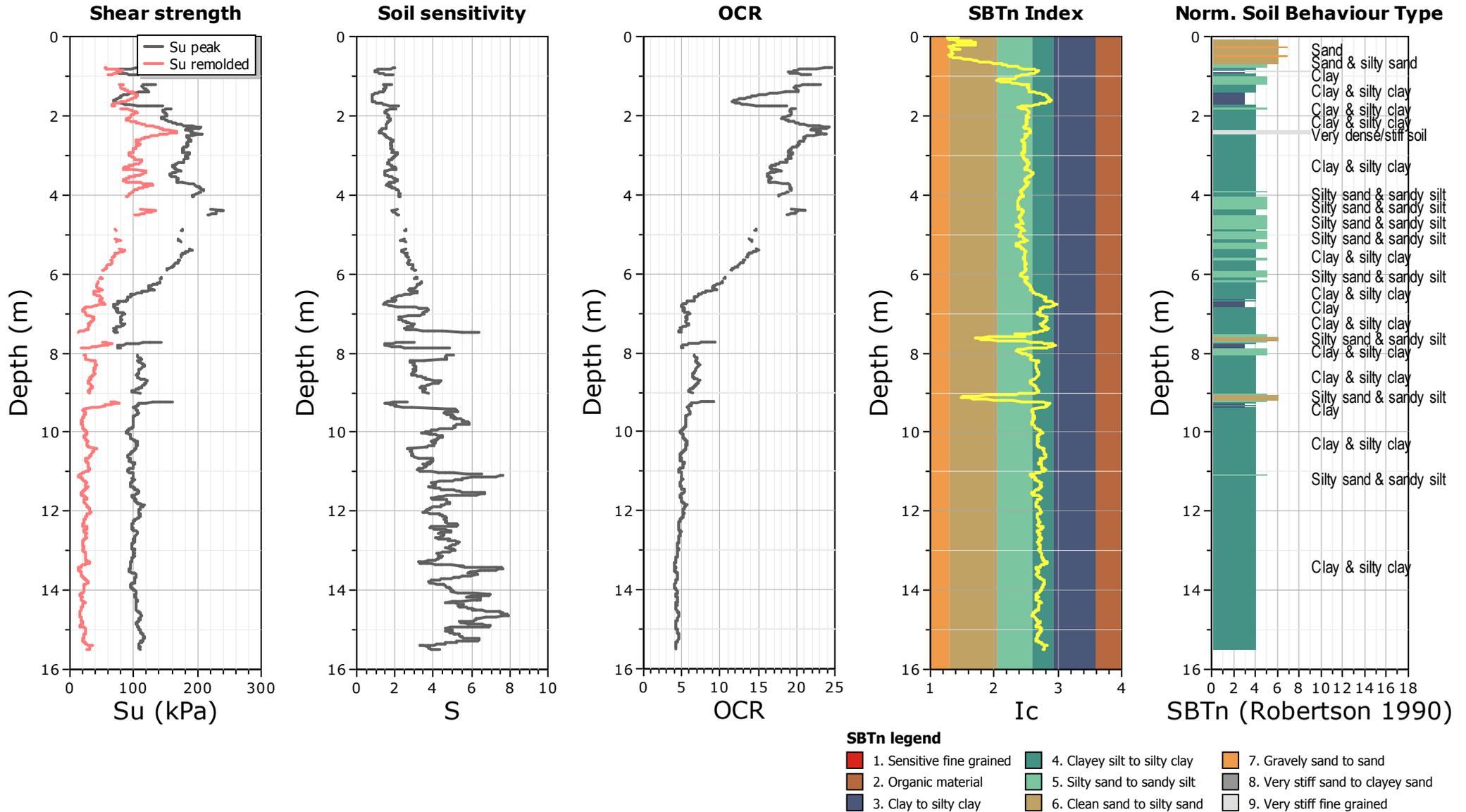
Location: Chelsea





**Project:** Étude géotechnique - Piste multifonction

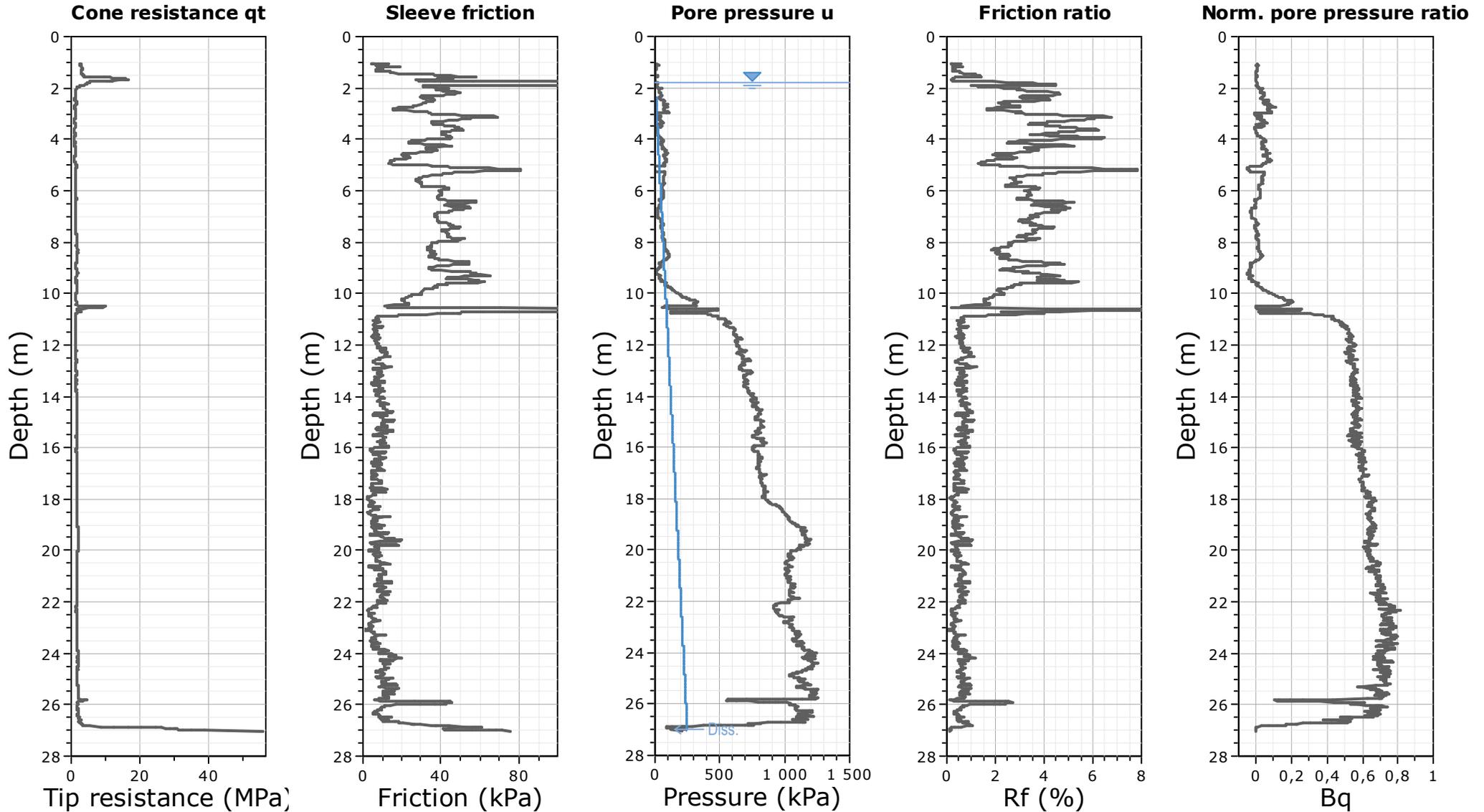
**Location:** Chelsea





Project: Étude géotechnique - Piste multifonction

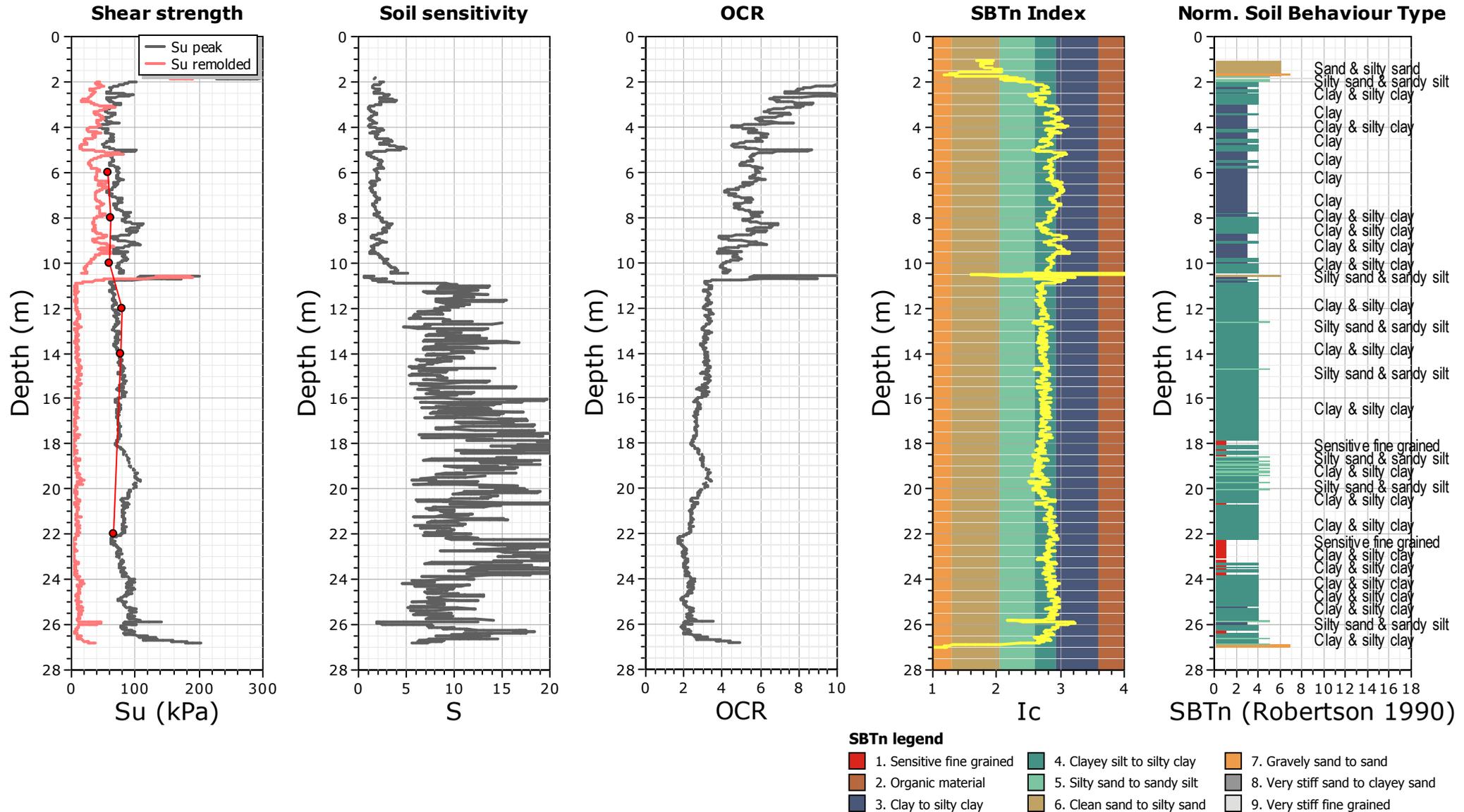
Location: Chelsea



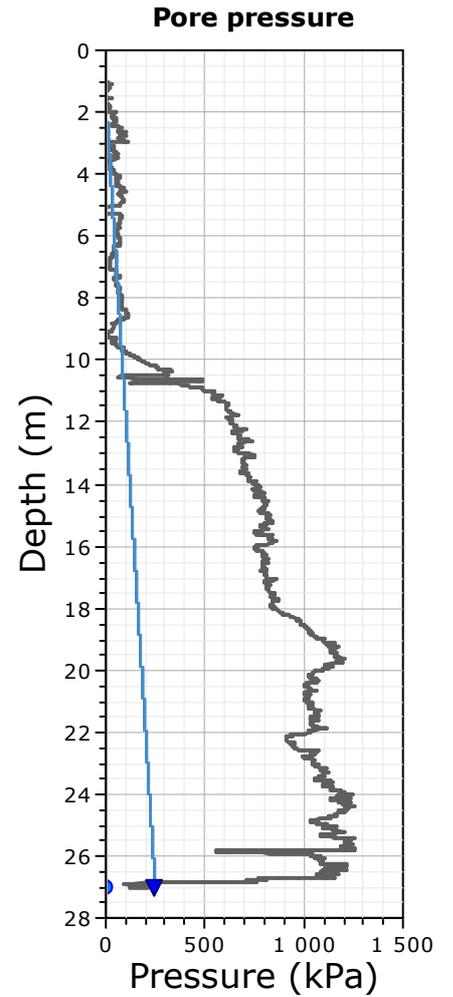
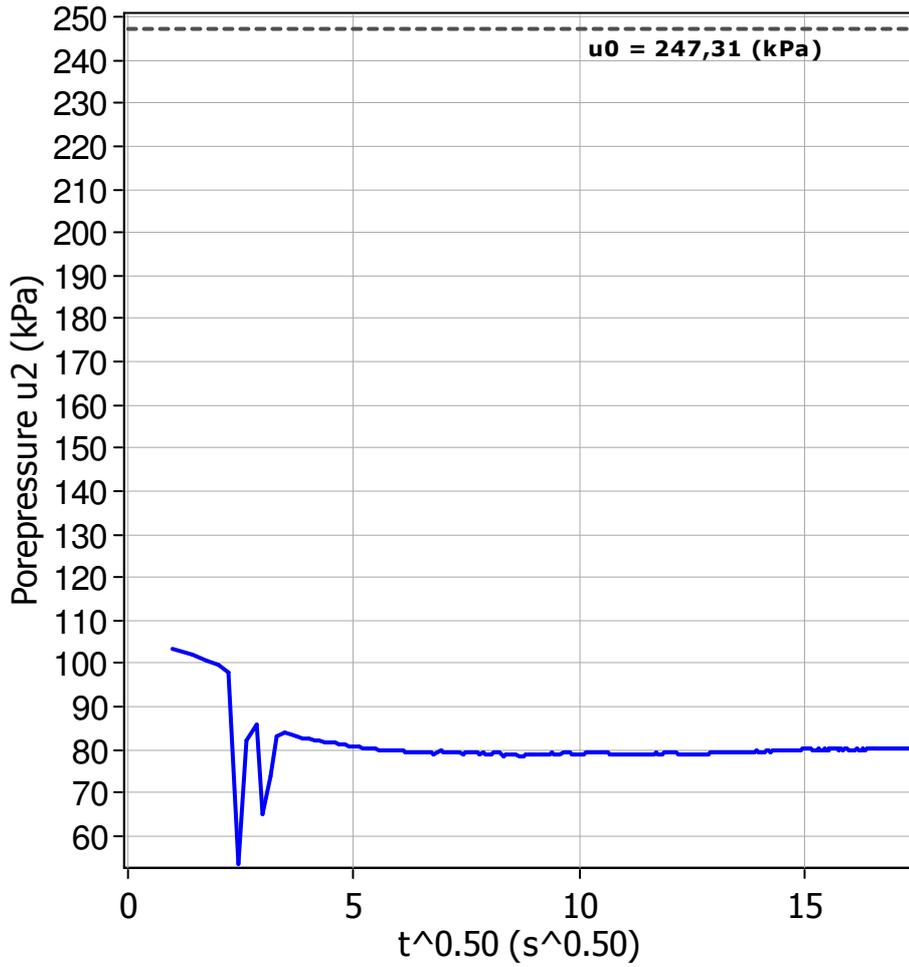


Project: Étude géotechnique - Piste multifonction

Location: Chelsea



**Piezocone Dissipation Test: CPT-07.1**  
**Depth: 27,01 (m)**



## Dissipation Tests Results

### Dissipation tests

Dissipation tests consists of stopping the piezocone penetration and observing porepressures (u) with elapsed time (t). The data are automatic recorded by the field computer and should take place until a minimum of 50% dissipation.

The porepressures are plotted as a function of square root of (t). The graphical technique suggested by Robertson and Campanella (1989), yields a value for  $t_{50}$ , which corresponds to the time for 50% consolidation.

The value of the coefficient of consolidation in the radial or horizontal direction  $c_h$  was then calculated by Houlsby and Teh's (1988) theory using the following equation:

$$c_h = \frac{T \times r^2 \times I_r^{0.5}}{t_{50}}$$

where:

T: time factor given by Houlsby and Teh's (1988) theory corresponding to the porepressure position

r: piezocone radius

$I_r$ : stiffness index, equal to shear modulus G divided by the undrained strength of clay ( $S_u$ ).

$t_{50}$ : time corresponding to 50% consolidation

### Permeability estimates based on dissipation test

The dissipation of pore pressures during a CPTu dissipation test is controlled by the coefficient of consolidation in the horizontal direction ( $c_h$ ) which is influenced by a combination of the soil permeability ( $k_h$ ) and compressibility (M), as defined by the following:

$$k_h = c_h \times \gamma_w / M$$

where: M is the 1-D constrained modulus and  $\gamma_w$  is the unit weight of water, in compatible units.

### Tabular results

CPTU Borehole	Depth (m)	$(t_{50})^{0.50}$	$t_{50}$ (s)	$t_{50}$ (years)	G/ $S_u$	$c_h$ ( $m^2/s$ )	$c_h$ ( $m^2/year$ )	M (MPa)	$k_h$ (m/s)
CPT-07.1	27.01	0.0	0	0.00E+000	100.00	0.00E+000	0	143.27	0.00E+000



**ANNEXE**

**C RAPPORTS  
DES FORAGE**





# RAPPORT DE FORAGE

Sondage N° **F-2B**

Nom du projet: **Étude géotechnique - Piste multifonctionnelle projetée Chelsea, Québec**

Nom du requérant: **Municipalité de Chelsea**

Localisation civile: **Chemin de fer, Chelsea**

Entrepreneur en forage: **Forage Grenville**

Type de forage: **Tarière**      Inclinaison: **90**      Azimut:

Diamètre du forage: **159 mm**      Diamètre du carottier:

Préparé par: **Andréa Dufour, tech.**      Vérifié par:

Coordonnées géodésiques MTM (NAD-1983):

X: **361939,952**

Y: **5038671,352**

Z: **89,564**

No. de projet: **171-06536-00**

Plan de localisation No.:

Date du début du sondage: **2017-06-07**

Profondeur du sondage: **9,75**

<b>TYPE D'ÉCHANTILLON</b> CF Cuillère fendue CR Échantillon par forage au diamant EM Manuel TA Tarière TE Tube d'échantillonnage TM Tube à paroi mince	<b>TERMINOLOGIE</b> "traces" 1-10% "un peu" 10-20% adjectif (...eux) 20-35% "et" 35-50%	<b>INDICE DE QUALITÉ DU ROC</b> % RQD      QUALIFICATIF <25      Très faible 25-50      Faible 50-75      Moyen 75-90      Bon 90-100      Excellent	<b>COMPACTITÉ INDICE "N"</b> Très lâche 0-4 Lâche 4-10 Compact 10-30 Dense 30-50 Très dense >50	<b>NIVEAU D'EAU</b> Date: 2017-06-13      Date: Prof.: 8,35      Prof.:					
<b>ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON</b> Remanié Intact (tube à paroi mince) Perdu Forage au diamant		<b>SYMBOLES</b> N: Indice de pénétration standard R: Refus (N > 100) PM: Poids du marteau / 61 cm R.Q.D: Indice de qualité du roc % R.Q.D = Σ Carottes > 4 po. (10 cm) / longueur forée		<b>CLASSIFICATION (SYSTÈME UNIFIÉ)</b> Argile < 0,002 mm Silt 0,002 à 0,075 mm Sable 0,075 à 4,75 mm Gravier 4,75 à 75 mm Cailloux 75 à 300 mm Blocs > 300mm		<b>CONSISTANCE</b> Très molle Molle Ferme Raide Très raide Dure		<b>RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT (Cu)</b> <12 kPa 12-25 kPa 25-50 kPa 50-100 kPa 100-200 kPa >200 kPa	

PROFONDEUR (m)	PROF - pi	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS				COUPS/15cm FRAGMENTATION (mm)	GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m)/ PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT	RÉCUPÉRATION				
		89,56	Niveau									
1		0,00	Terre végétale: Remblai de sable et gravier, humide.		CF-1	N	80	10	2-5-5-4			
		88,80	Argile, traces de silt, gris-brun avec stries brunes foncées, humide, très lâche (CH). (odeur d'huile).		CF-2	B	100	4	2-2-2-3			
5		0,76			CF-3	B	100	2	2-1-1-2			WI = 55% Wp = 24% w = 56,8%
2					CF-4	B	100	3	1-1-2-2			
3					CF-5	B	90	5	2-2-3-4			Cu = 67 kPa
3		86,51	Devenant lâche (CL).		CF-6	B	70	6	1-3-3-3			
4		3,05			CF-7	B	70	7	2-3-4-5			Cu = 129 kPa Cur = 37 kPa
5		84,99	Argile, grise, humide, lâche (CL).		CF-8	B	70	5	1-2-3-4			WI = 49% Wp = 26% w = 53,2%
6		4,57			CF-9	B	100	6	3-3-3-3			Cu = 111 kPa
		20										Cu = 98 kPa

Remarque(s):

Date de production 2017-07-05

WSP\_modèle de base\_MunChelsea.sty



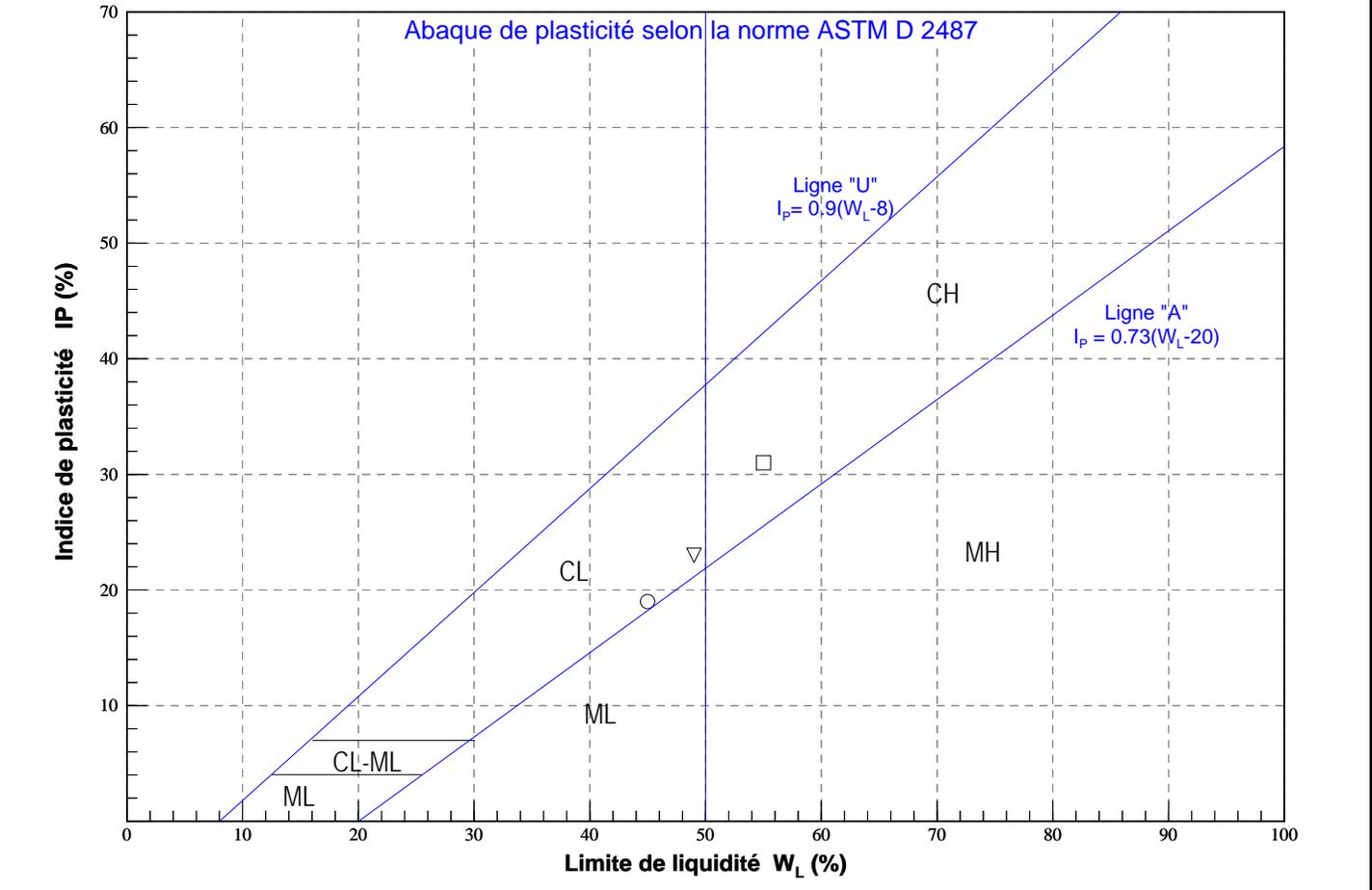
# RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

F-2B

PROFONDEUR (m)	STRATIGRAPHIE				ÉCHANTILLONS			COUPS/15cm FRAGMENTATION (mm)	GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
	PROF. - pi	NIVEAU (m)/ PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE NO	SOUS - ÉCH. ÉTAT	RÉCUPÉRATION N, Nc ou RQD				
7	82,70 6,86	Devenant très lâche (CL).		CF-10	B	100 3	1-1-2-4		AG : analyse granulométrique AC : analyse chimique WI : limite liquide Wp : limite plastique w : teneur en eau Cu : cisaillement non drainé Cur : cisaillement remanié P <sub>c</sub> : préconsolidation U : Résistance en comp. uniaxiale sur car. de roc Dup : éch. duplicata prélevé		
25				CF-11	B	100 4	1-2-2-3				
8				CF-12	B	100 5	2-2-3-4				
9				CF-13	B	100 3	1-1-2-3				
10	79,81 9,75	Fin du forage.									
35											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
60											

Nom du projet : **Étude géotechnique - Piste multifonctionnelle projetée Chelsea, Québec**  
 No. de projet : **171-06536-00**  
 Nom du requérant : **Municipalité de Chelsea**  
 Plan de localisation No. :  
 Localisation civile : **Chemin de fer, Chelsea**  
 Date du début du sondage : **2017-06-07**



Symbole	Sondage	Type	Échantillon	Profondeur	État	W <sub>N</sub>	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>L</sub>	I <sub>P</sub>	USCS
○	F-2B	CF	12	8,38 - 8,99	R	53,4	45	26	1,44	19	CL
□	F-2B	CF	3	1,52 - 2,13	R	56,8	55	24	1,06	31	CH
▽	F-2B	CF	7	4,57 - 5,18	R	53,2	49	26	1,18	23	CL

Y:\geotec\_80\Style\lab\Lab\_Atterberg\_FR1\_logo client.sxy U:\Environnement\Géotechnique\Geotec\_principal\_20170629.mdb



# RAPPORT DE FORAGE

Sondage N° **F-7B**

<p>Nom du projet: <b>Étude géotechnique - Piste multifonctionnelle projetée Chelsea, Québec</b></p> <p>Nom du requérant: <b>Municipalité de Chelsea</b></p> <p>Localisation civile: <b>Chemin de fer, Chelsea</b></p> <p>Entrepreneur en forage: <b>Forage Grenville</b></p> <p>Type de forage: <b>Tarière</b>      Inclinaison: <b>90</b>      Azimut: <b></b></p> <p>Diamètre du forage: <b>159 mm</b>      Diamètre du carottier: <b></b></p> <p>Préparé par: <b>Andréa Dufour, tech.</b>      Vérifié par: <b></b></p>	<p>Coordonnées géodésiques X: <b>360977,696</b></p> <p>MTM (NAD-1983) Y: <b>5040818,390</b></p> <p>Z: <b>108,836</b></p> <p>No. de projet: <b>171-06536-00</b></p> <p>Plan de localisation No.: <b></b></p> <p>Date du début du sondage: <b>2017-06-08</b></p> <p>Profondeur du sondage: <b>9,75</b></p>
--	--

TYPE D'ÉCHANTILLON	TERMINOLOGIE	INDICE DE QUALITÉ DU ROC	COMPACTITÉ	INDICE "N"	NIVEAU D'EAU
CF Cuillère fendue	"traces"	% RQD <25	Très lâche	0-4	
CR Échantillon par forage au diamant	"un peu"	25-50	Lâche	4-10	
EM Manuel	adjectif (...eux)	50-75	Compact	10-30	Date: 2017-06-12
TA Tarière	"et"	75-90	Dense	30-50	Prof.: 5,73
TE Tube d'échantillonnage		90-100	Très dense	>50	Prof.:
TM Tube à paroi mince					

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON	SYMBOLES	CLASSIFICATION (SYSTÈME UNIFIÉ)	CONSISTANCE	RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT (Cu)
Remanié Intact (tube à paroi mince) Perdu Forage au diamant	N: Indice de pénétration standard R: Refus (N > 100) PM: Poids du marteau / 61 cm R.Q.D: Indice de qualité du roc % R.Q.D = Σ Carottes > 4 po. (10 cm) / longueur forée	Argile < 0,002 mm Silt 0,002 à 0,075 mm Sable 0,075 à 4,75 mm Gravier 4,75 à 75 mm Cailloux 75 à 300 mm Blocs > 300mm	Très molle Molle Ferme Raide Très raide Dure	<12 kPa 12-25 kPa 25-50 kPa 50-100 kPa 100-200 kPa >200 kPa

PROFONDEUR (m)	PROF - pi	STRATIGRAPHIE			ÉCHANTILLONS				COUPS/15cm FRAGMENTATION (mm)	GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m)/ PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT	RÉCUPÉRATION				
		108,84	Niveau									
		0,00	Couche de ballaste.									
		108,74	Terre végétale: Remblai de sable et de gravier.		CF-1	N	50	10	2-4-6-6			
1		0,10			CF-2	B	40	10	6-5-5-3			
		108,23	Sable argileux et silteux, traces de gravier, humide, lâche.		CF-3	B	5	5	2-3-2-4			
		0,61			CF-4	B	80	4	2-2-2-3			
2					CF-5	B	80	7	3-3-4-8			
					CF-6	B	100	4	2-2-2-1			
3					CF-7	B	70	7	2-2-5-5			
					CF-8	B	100	2	1-1-1-1			
4					CF-9	B	100	PM	0-0-0-1			AG WI = 41% Wp = 19% w = 42,3%
		103,51	Silt argileux et sableux, humide, très lâche.		CF-10	B	100	1	0-0-1-1			AG WI = 37% Wp = 18% w = 67,6% Cu = 57 kPa
		5,33										

Remarque(s): Résistance au cisaillement:  
 - 18 m de profondeur: pas de cassure, Cu > 68 kPa  
 - 20 m de profondeur: pas de cassure, Cu > 67 kPa

WSP\_modèle de base\_MunChelsea.sty



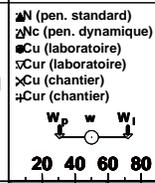
# RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

F-7B

PROFONDEUR (m)	PROF. - pi	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS				COUPS/15cm FRAGMENTATION (mm)	GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT	RÉCUPÉRATION				
7				CF-11	B	100	1	0-0-1-1			
25				CF-12	B	100	1	0-0-1-2			
8				CF-13	B	100	1	0-0-1-2			
9				CF-14	B	100	1	0-0-1-2			
30											
99,09 9,75		Fin du forage.									
10											Cu = 59 kPa
35											
11											
12											Cu = 79 kPa Cur = 13 kPa
40											
13											
45											
14											Cu = 78 kPa
50											
15											
16											
55											
17											
18											Cu = 68 kPa Cur = 13 kPa
60											

WSP\_modèle de base\_MunChelsea.sty



- ESSAIS**
- AG : analyse granulométrique
  - AC : analyse chimique
  - WI : limite liquide
  - Wp : limite plastique
  - w : teneur en eau
  - Cu : cisaillement non drainé
  - Cur : cisaillement remanié
  - P<sub>c</sub> : préconsolidation
  - U : Résistance en comp. uniaxiale sur car. de roc
  - Dup : éch. duplicata prélevé

Cu = 62 kPa  
Cur = 10 kPa

WI = 52%  
Wp = 24%  
w = 79,2%

Cu = 59 kPa

Cu = 79 kPa  
Cur = 13 kPa

Cu = 78 kPa

Cu = 68 kPa  
Cur = 13 kPa



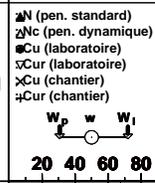
# RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

F-7B

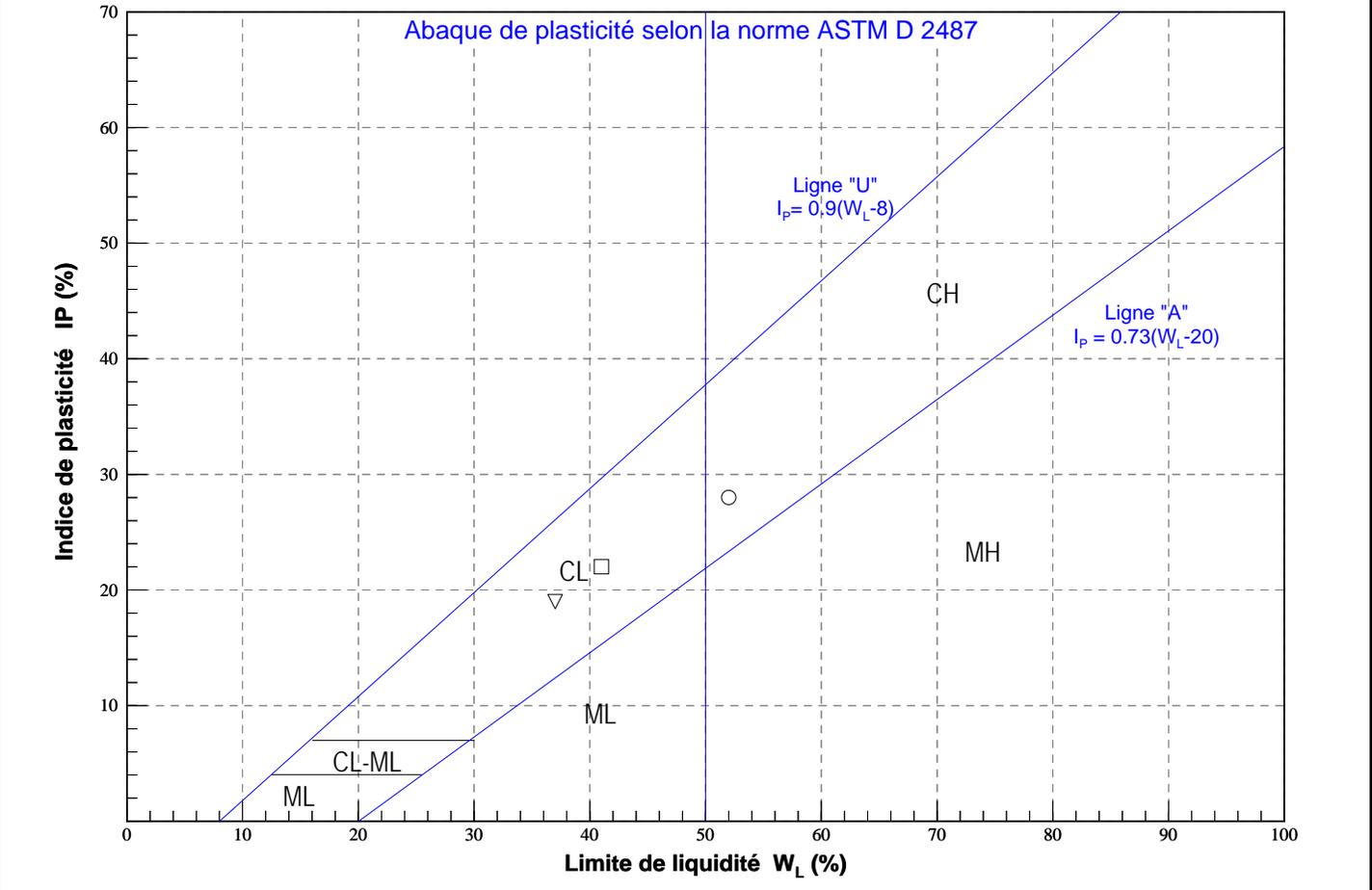
PROFONDEUR (m)	PROF. - pi	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS				COUPS/15cm FRAGMENTATION (mm)	GRAPHIQUE	INSTALLATION	ESSAIS
		DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT	RÉCUPÉRATION				
20	65										Cu = 67 kPa
21	70										
22	75										Cu = 67 kPa
23	80										
24	85										
25	90										
26	95										
27	100										

WSP\_modèle de base\_MunChelsea.sty



- INSTALLATION**
- ESSAIS**
- AG : analyse granulométrique
  - AC : analyse chimique
  - WI : limite liquide
  - Wp : limite plastique
  - w : teneur en eau
  - Cu : cisaillement non drainé
  - Cur : cisaillement remanié
  - P<sub>c</sub> : préconsolidation
  - U : Résistance en comp. uniaxiale sur car. de roc
  - Dup : éch. duplicata prélevé

Nom du projet : **Étude géotechnique - Piste multifonctionnelle projetée Chelsea, Québec**  
 No. de projet : **171-06536-00**  
 Nom du requérant : **Municipalité de Chelsea**  
 Plan de localisation No. :  
 Localisation civile : **Chemin de fer, Chelsea**  
 Date du début du sondage : **2017-06-08**



Symbole	Sondage	Type	Échantillon	Profondeur	État	W <sub>N</sub>	W <sub>L</sub>	W <sub>P</sub>	I <sub>L</sub>	I <sub>P</sub>	USCS
○	F-7B	CF	13	8,38 - 8,99	R	79,2	52	24	1,97	28	CH
□	F-7B	CF	6	3,05 - 3,66	R	42,3	41	19	1,06	22	CL
▽	F-7B	CF	9	5,33 - 5,94	R	67,6	37	18	2,61	19	CL

Y:\geotec\_80\Style\lab\Lab\_Atterberg\_FR1\_logo client.sxy U:\Environnement\Géotechnique\Geotec\_principal\_20170629.mdb



# ANNEXE

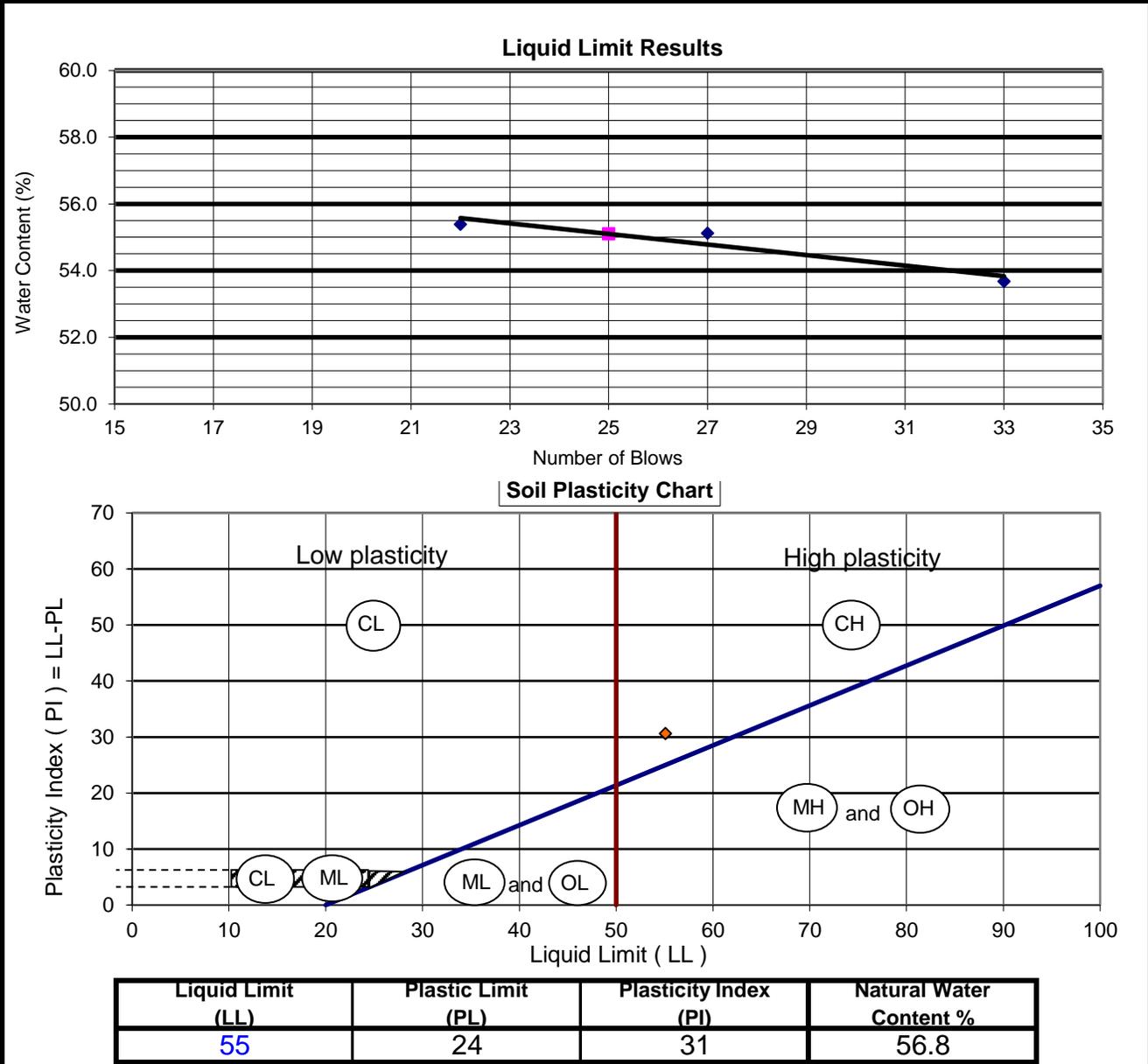
# D RÉSULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE





## Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils (ASTM D4318)

Client:	<u>Municipalite de Chelsea</u>	Lab No.:	<u>OL 182-1</u>
Project/Site:	<u>Chemin de fer, Chelsea</u>	Project No.:	<u>171-06536-00</u>
Borehole No.:	<u>F2</u>	Sample No.:	<u>CF3</u>
Sample Depth:	<u>1.52-2.13m</u>		



Sample Description: CH - High plasticity, inorganic clay

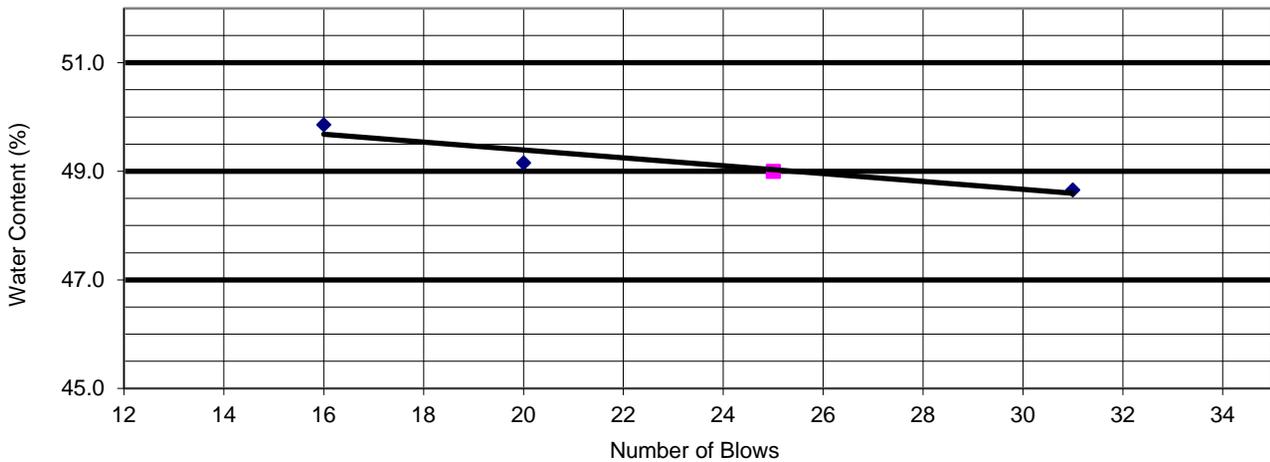
Performed By:	<u>J.Meehan</u>	Date:	<u>June 20, 2017</u>
Verified By:	<u>N.Krebs</u>	Date:	<u>June 21, 2017</u>



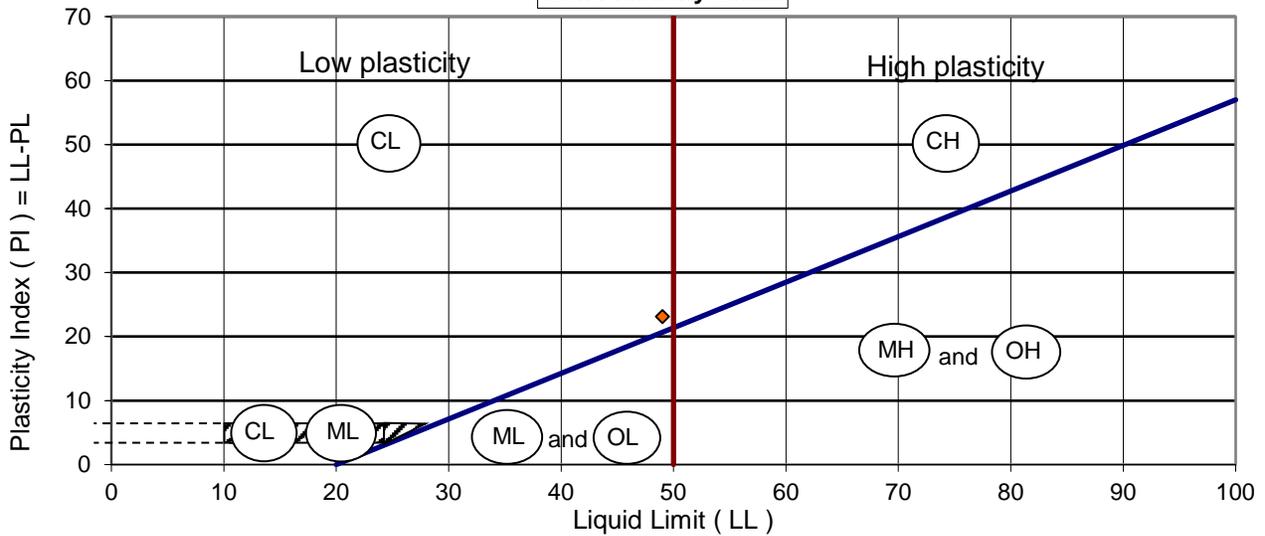
Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils  
(ASTM D4318)

<b>Client:</b>	<u>Municipalite de Chelsea</u>	<b>Lab No.:</b>	<u>OL 182-2</u>
<b>Project/Site:</b>	<u>Chemin de fer, Chelsea</u>	<b>Project No.:</b>	<u>171-06536-00</u>
<b>Borehole No.:</b>	<u>F2</u>	<b>Sample No.:</b>	<u>CF7</u>
<b>Sample Depth:</b>	<u>4.57-5.18m</u>		

**Liquid Limit Results**



**Soil Plasticity Chart**



Liquid Limit (LL)	Plastic Limit (PL)	Plasticity Index (PI)	Natural Water Content %
49	26	23	53.2

**Sample Description:** CL - Low plasticity, inorganic clay

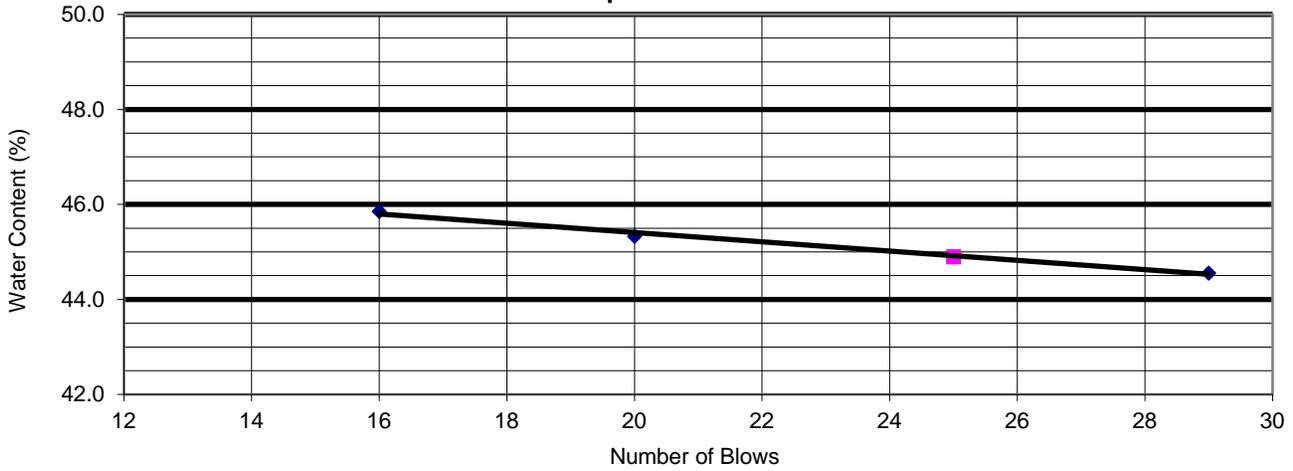
<b>Performed By:</b>	<u>J.Meehan</u>	<b>Date:</b>	<u>June 21, 2017</u>
<b>Verified By:</b>	<u>N.Krebs</u>	<b>Date:</b>	<u>June 22, 2017</u>



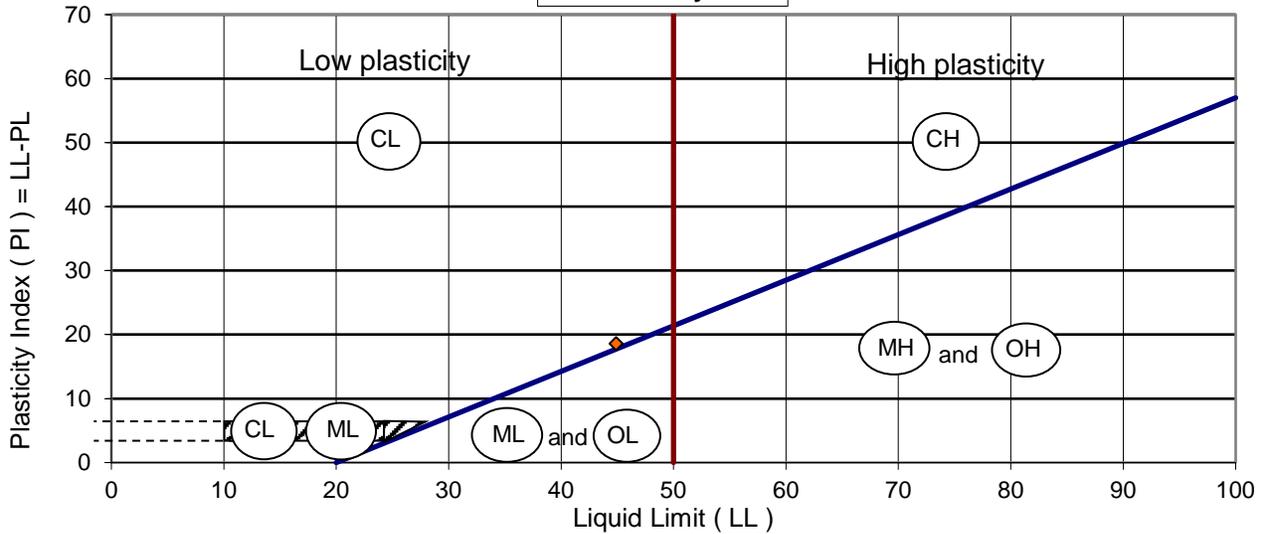
Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils  
(ASTM D4318)

<b>Client:</b>	<u>Municipalite de Chelsea</u>	<b>Lab No.:</b>	<u>OL 182-3</u>
<b>Project/Site:</b>	<u>Chemin de fer, Chelsea</u>	<b>Project No.:</b>	<u>171-06536-00</u>
<b>Borehole No.:</b>	<u>F2</u>	<b>Sample No.:</b>	<u>CF12</u>
<b>Sample Depth:</b>	<u>8.38-8.99m</u>		

**Liquid Limit Results**



**Soil Plasticity Chart**



Liquid Limit (LL)	Plastic Limit (PL)	Plasticity Index (PI)	Natural Water Content %
45	26	19	53.4

**Sample Description:** CL - Low plasticity, inorganic clay

<b>Performed By:</b>	<u>J.Meehan</u>	<b>Date:</b>	<u>June 22, 2017</u>
<b>Verified By:</b>	<u>N.Krebs</u>	<b>Date:</b>	<u>June 23, 2017</u>