

Agence de Montpellier Tél. 04 67 22 13 33

montpellier@fondasol.fr



Syndicat Mixte Interrégional  
d'Aménagement

**SYMADREM**

des Dignes du Delta  
du Rhône et de la Mer

**EMO.16.162.001.IndA**

**SAINTES MARIES DE LA MER (13)**

**Perthuis de la Fourcade**

**Etude géotechnique GI-PGC**

## Suivi des modifications et mises à jour

FTQ.261-A

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
				Nom	Nom
I <sup>ère</sup> édition	28/11/2016	60		Pierre FILIPPINI	Camille ARNOUX
A	13/02/2017	60		Pierre FILIPPINI	Camille ARNOUX
B					
C					

PAGE	REV	I <sup>ère</sup> édition	A	B	C		PAGE	REV	I <sup>ère</sup> édition	A	B	C	
2		•				42		•					
3		•				43		•					
4		•				44		•					
5		•				45		•					
6		•				46		•					
7		•				47		•					
8		•				48		•					
9		•				49		•					
10		•				50		•					
11		•				51		•					
12		•				52		•					
13		•				53		•					
14		•				54		•					
15		•				55		•					
16		•				56		•					
17		•				57		•					
18		•				58		•					
19		•				59		•					
20		•				60		•					
21		•				61							
22		•				62							
23		•				63							
24		•				64							
25		•				65							
26		•				66							
27		•				67							
28		•				68							
29		•				69							
30		•				70							
31		•				71							
32		•				72							
33		•				73							
34		•				74							
35		•				75							
36		•				76							
37		•				77							
38		•				78							
39		•				79							
40		•				80							

<b>Généralités</b>	<b>5</b>
<b>Descriptif général du site et approche documentaire</b>	<b>6</b>
<b>1 – Description du site</b>	<b>6</b>
<b>2 – Contexte géologique</b>	<b>7</b>
<b>3 – Enquête documentaire sur les risques de la commune</b>	<b>7</b>
<b>3.1 – Risques liés aux inondations par débordement de cours d'eau</b>	<b>8</b>
<b>3.2 – Risques liés aux inondations par remontée de nappe</b>	<b>8</b>
<b>3.3 – Risques liés à la présence d'argiles</b>	<b>8</b>
<b>3.4 – Risque sismique</b>	<b>8</b>
<b>Présentation du projet et objectifs de l'étude</b>	<b>9</b>
<b>1 – Description du projet</b>	<b>9</b>
<b>2 – Objectifs de l'étude</b>	<b>9</b>
<b>3 – Programme d'investigations</b>	<b>10</b>
<b>Résultats des investigations in situ</b>	<b>11</b>
<b>1 – Description géologique</b>	<b>11</b>
<b>2 – Caractéristiques mécaniques</b>	<b>11</b>
<b>3 – Essais de pénétration statique avec mesure de la pression interstitielle</b>	<b>12</b>
<b>4 – Niveaux d'eau</b>	<b>12</b>
<b>5 – Essais en laboratoire</b>	<b>13</b>
<b>5.1 – Définition des classes selon le GTR 2000</b>	<b>13</b>
<b>6 – Sondage carotté de l'ouvrage</b>	<b>14</b>
<b>7 – Essais de perméabilité</b>	<b>14</b>
<b>Application au projet</b>	<b>15</b>
<b>1 – Classe des sols vis-à-vis du risque sismique</b>	<b>15</b>
<b>2 – Terrassements</b>	<b>15</b>
<b>3 – Mode de fondation</b>	<b>16</b>

<b>Conditions Générales</b>	<b>17</b>
<b>Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)</b>	<b>19</b>
<b>Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)</b>	<b>20</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>21</b>
<b>Plan de situation</b>	<b>22</b>
<b>Plan d'implantation des sondages</b>	<b>23</b>
<b>Coupes des sondages</b>	<b>24</b>
<b>Résultats des Essais Lefranc</b>	<b>44</b>
<b>Résultats de laboratoire</b>	<b>46</b>
<b>Rappel de la définition des termes pressiométriques</b>	<b>59</b>

La SYMADREM a mandaté BRL Ingénierie et FONDASOL, agence de Montpellier, pour la réalisation d'une étude géotechnique de diagnostic et d'avant-projet pour l'augmentation de la capacité d'évacuation et l'automatisation du Perthuis de la Fourcade.

Dans le cadre du groupement, FONDASOL intervient pour la réalisation d'un diagnostic Génie Civil de l'ouvrage et pour une étude géotechnique préliminaire avec sondages.

Le présent document ne concerne que l'étude géotechnique préliminaire (mission GI PGC). Le diagnostic Génie Civil fait quant à lui l'objet d'une pièce séparée (référéncé AF.EMO.16.0162-PSM, datée du 30/11/16).

Cette étude fait suite à l'acceptation de notre devis référencé DE.EMO.16.07.003 par notification en date du 23/09/2016.

Il s'agit d'une mission de type GIPGC au sens de la norme NFP 94-500 (Missions Géotechniques Types).

L'étude a été établie sur la base des documents suivants :

- I CCTP rédigé par le SYMADREM (28 pages) daté d'avril 2016,
- I plan topographique du site, réalisé pour BRL Ingénierie dans le cadre de ce projet, à l'échelle du 1/100<sup>ème</sup>, daté du 24/10/2016.

Le présent document est diffusé à :

SYMADREM  
1182 chemin de Fourchon - VC 33  
13200 ARLES

Transmission à : BRL Ingénierie  
A l'attention de M. Matthieu GILBERT  
E-mail : [matthieu.gilbert@brl.fr](mailto:matthieu.gilbert@brl.fr)

**I – Description du site**

Le site prend place à l’Est de la commune des Saintes Maries de la Mer, à la fin de l’avenue Commandant Jacques-Yves Cousteau.

Il est constitué du Perthuis de la Fourcade, ouvrage de régulation des eaux entre les étangs et la mer.

Ci-dessous une photographie aérienne précisant la position du perthuis.



Selon le plan topographique du site, l’altitude est d’environ 1.50 à 2.00 m NGF.

Ci-dessous quelques photographies du site prises au préalable de notre intervention.





Il s'agit d'un ouvrage en béton, d'une longueur de 40 m, d'une largeur de 7.50 m, en 2 parties béton, séparées par un terre-plein central.

## 2 – Contexte géologique

Selon la carte géologique au 1/50 000<sup>ème</sup> des SAINTES MARIES DE LA MER, le site s'insère au sein des formations sableuses légèrement envasées du Quaternaire.



## 3 – Enquête documentaire sur les risques de la commune

Selon le portail des risques majeurs du ministère de l'Écologie et du Développement Durable, les risques naturels sur la commune des SAINTES MARIES DE LA MER sont :

- inondation,
- mouvement de terrain,
- séisme.

L'aléa retrait-gonflement des argiles est consigné dans la carte d'aléas du BRGM.

### **3.1 – Risques liés aux inondations par débordement de cours d'eau**

La commune fait l'objet d'un PPR inondation (bassin de risque Rhône) et d'un Atlas des zones inondables.

De plus, des arrêtés de catastrophe naturelle ont été déclarés pour des inondations et des coulées de boue.

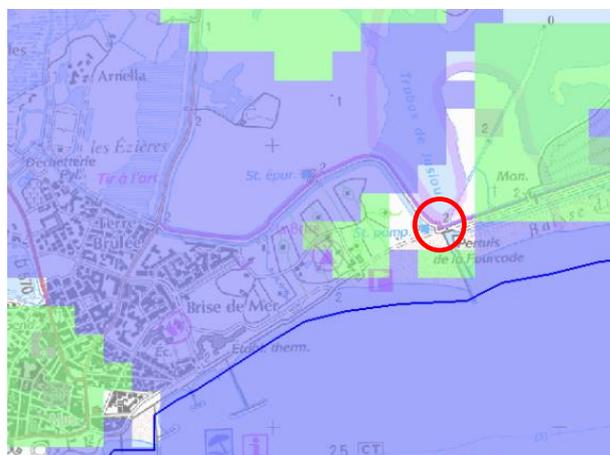
Les données concernant l'inondabilité du site sont consultables en mairie.

Toutefois, selon le PPR inondation, le projet se trouve en zone rouge (zone inondable).



### **3.2 – Risques liés aux inondations par remontée de nappe**

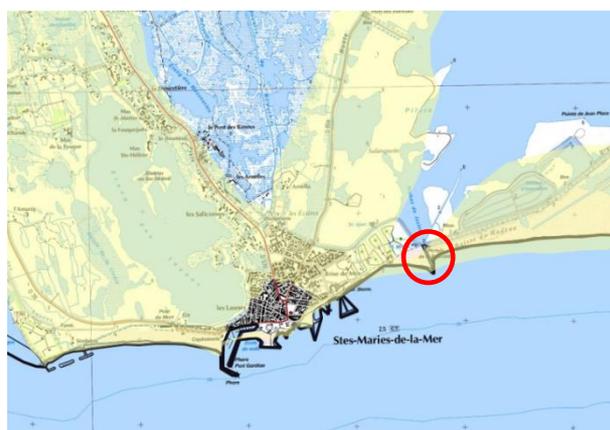
D'après la carte de remontées de nappes (source : BRGM), le risque de remontée de la nappe générale au droit du site n'est pas réalisé.



### **3.3 – Risques liés à la présence d'argiles**

La carte d'aléa des risques de retrait-gonflement du BRGM mentionne pour cette zone un aléa faible.

La commune n'a pas fait l'objet d'arrêtés de catastrophe naturelle propres aux « mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols » à ce jour.



### **3.4 – Risque sismique**

Selon le décret 2010-1255 du 22 octobre 2010, la commune est en zone de sismicité I (zone de sismicité très faible).

### **I – Description du projet**

Il est prévu l'augmentation de la capacité d'évacuation et de l'automatisation du Perthuis de la Fourcade.

A ce stade, plusieurs solutions sont envisagées :

- soit la construction d'un second ouvrage à l'Est de l'existant, dont les caractéristiques ne sont pas connues à l'heure actuelle ;
- soit la démolition de l'ouvrage existant avec la construction d'un nouvel ouvrage plus grand, dont les caractéristiques ne sont pas connues à l'heure actuelle.

Il est également envisagé la modification des entonnements avec, soit le déplacement de l'épi Est, soit la modification de l'extrémité Nord de l'épi Est.

### **2 – Objectifs de l'étude**

L'objectif de cette mission GI PGC est :

#### **Etude préliminaire du site**

- enquête bibliographique et de terrain.

#### **Résultat des sondages et essais in situ**

- coupes géologiques et diagrammes des essais géotechniques, et en laboratoire,
- plan d'implantation des sondages.

#### **Analyse et synthèse du contexte géologique et géomécanique du site**

- description de la géologie du terrain,
- analyse de la compacité des couches traversées,
- niveaux de l'eau lors de nos investigations, leur influence sur le projet,
- analyse du contexte sismique du site,
- caractéristiques géométriques des fondations existantes.

#### **Hypothèses géotechniques pour la justification des ouvrages et ébauches dimensionnelles**

- première approche des conditions de terrassement et de soutènement,
- première approche des modes de fondation pour le projet,
- préconisation vis-à-vis des existants.
- les aléas géotechniques résiduels, les suites à donner.

### 3 – Programme d'investigations

Pour répondre aux objectifs de l'étude, il a été effectué :

- 1 sondage pressiométrique descendu à 15 m de profondeur, avec la réalisation de 14 essais pressiométriques, noté SPI.
- 2 sondages au pénétromètre statique à la pointe piézocône, descendus à 15 m de profondeur, notés CPTu1 et CPTu2.
- 1 sondage au pénétromètre statique à la pointe piézocône, descendu à 6 m de profondeur, noté CPTu3.

Nota : En tête, avant la nappe, les essais ont été réalisés à la pointe électrique.

- 1 sondage carotté de 116 mm de diamètre, descendu à 15 m de profondeur, avec prélèvement de 4 échantillons intacts, noté SC1.
- 2 sondages carottés de la structure du perthuis, descendus à 3.20 et 3.60 m de profondeur, notés SC2 et SC3.
- une série d'analyses en laboratoire comprenant :
  - 3 teneurs en eau,
  - 3 valeurs de bleu,
  - 3 analyses granulométriques,
  - 1 essai de cisaillement CD,
  - 1 essai traixial CU+U.
- 2 essais de perméabilité de type Lefranc au droit du sondage SC1.

Les sondages ont été implantés conformément au plan joint en annexe.

Les profondeurs qui y sont mentionnées sont mesurées à partir du niveau du terrain naturel en tête de nos sondages au moment de leur réalisation (novembre 2016).

Les cotes NGF qui y sont mentionnées sont estimées à partir du plan topographique :

Sondage	SPI	CPTu1	CPTu2	SC1	SC2	SC3
Cote NGF	1.80	1.80	1.80	1.80	2.05	1.80

Les investigations ont été réalisées au moyen d'une machine de forage pneumatique pour le sondage pressiométrique, d'une machine hydraulique pour les sondages carottés, d'un pénétromètre statique 18 t pour les essais pénétrométriques.

Nota : Il était initialement prévu un sondage carotté, remplacé à la demande de BRLingénierie par l'essai CPTu3 et deux essais Lefranc en SC1.

L'essai de pénétration statique permet d'obtenir des caractéristiques mécaniques des sols et une bonne connaissance de la nature des terrains, par corrélation.

Les essais Lefranc ont quant à eux permis de déterminer la perméabilité des terrains au droit du sondage SC1.

### I – Description géologique

Les sondages SCI et SPI ont mis en évidence les terrains suivants :

- en SCI uniquement, de l'**enrobé** sur 6 cm.
- des **remblais sablo-graveleux** rencontrés jusqu'à une profondeur variant entre 0.30 et 0.80 m.
- de l'**argile sableuse avec débris coquilliers et petits galets et localement des passages de matière organique noirâtre**, rencontrée jusqu'à des profondeurs variant entre 1.50 et 4.00 m.
- des **sables fins gris voire noirs, +/- argileux, avec passage de matière organique**, rencontrés jusqu'à des profondeurs variant entre 9.50 et 11.70 m.
- des **argiles sableuses, localement vasardes**, rencontrées jusqu'à la base des sondages SPI et SCI soit 15 m de profondeur.

### 2 – Caractéristiques mécaniques

Les caractéristiques mécaniques mesurées au moyen d'essais pressiométriques et de pénétration statique sont :

- médiocres dans les argiles sableuses en tête (1 valeur), avec :
  - module pressiométrique :  $E_M = 6.7 \text{ MPa}$
  - pression limite nette :  $p_l - p_0 = 0.54 \text{ MPa}$
  - résistance au piézocône :  $0.5 \leq q_t \leq 4.1 \text{ MPa}$
- faibles à médiocres dans les sables fins +/- argileux à passages de matière organique jusqu'à 6 m (5 valeurs), avec :
  - module pressiométrique :  $3.7 \leq E_M \leq 7.0 \text{ MPa}$
  - pression limite nette :  $0.28 \leq p_l - p_0 \leq 0.63 \text{ MPa}$
  - résistance au piézocône :  $2.5 \leq q_t \leq 5 \text{ MPa}$
- puis, moyennes à bonnes au-delà (3 essais), avec :
  - module pressiométrique :  $7.5 \leq E_M \leq 11.5 \text{ MPa}$
  - pression limite nette :  $0.93 \leq p_l - p_0 \leq 1.17 \text{ MPa}$
  - résistance au piézocône :  $5 \leq q_t \leq 8 \text{ MPa}$

- moyennes dans les argiles sableuses localement vasardes jusqu'à la base des sondages (5 valeurs), avec :
  - module pressiométrique :  $3.7 \leq E_M \leq 8.1$  MPa
  - pression limite nette :  $0.41 \leq p_l - p_0 \leq 0.60$  MPa
  - résistance au piézocône :  $1 \leq q_c \leq 5$  MPa

### **3 – Essais de pénétration statique avec mesure de la pression interstitielle**

3 essais de pénétration statique avec mesure de la pression interstitielle ont été réalisés, notés CPTu1 à CPTu3, jusqu'à 6 et 15 m de profondeur.

Ces essais consistent en l'enfoncement à vitesse constante d'une pointe équipée de capteurs permettant la mesure de la résistance de l'enfoncement en pointe (terme de pointe  $q_c$ ), du frottement latéral mesuré sur le manchon ( $f_r$ ) et de la pression interstitielle ( $u$ ).

Ces essais sont « aveugles » et ne permettent pas une identification visuelle des sols. Cependant, les lithologies peuvent être identifiées à partir de ces paramètres. Dans le cas présent, nous avons utilisé l'Indice de comportement  $I_c$  pour identifier les changements lithologiques.

Les essais CPTu1 et CPTu2 montrent la présence de sols à dominante argileuse en tête jusque 3-4 m, des sols à dominante sableuse jusqu'à 9-10 m puis à nouveau des sols à dominante argileuse jusqu'à 15 m.

Cette lithologie est confirmée par les sondages SPI et SCI.

Le point CPTu3 a quant à lui mis en évidence des sols à dominante sableuse jusqu'à 2 m, des sols plutôt argileux jusqu'à 4 m, puis à nouveau des sols à dominante sableuse au-delà.

On trouvera en annexe l'interprétation sous forme de graphes des 3 essais.

### **4 – Niveaux d'eau**

Lors de notre intervention (novembre 2016), des arrivées d'eau ont été rencontrées au droit des sondages SPI et SCI entre 1.50 et 1.60 m de profondeur. Au droit des essais pénétrométriques, les niveaux d'eau ont été rencontrés vers 1.30 à 1.50 m environ.

Il s'agit de niveaux d'eau en relation directe avec les étangs et la mer, dont les variations dépendent donc très fortement des conditions climatiques.

## 5 – Essais en laboratoire

Des analyses en laboratoire ont été effectuées sur des échantillons prélevés lors des sondages.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

fondasol		Management QSHE															FTQ.243					
RECAPITULATIF D'ESSAIS DE LABORATOIRE																	Echantillons intacts					
Nom de l'affaire : PERTUIS DE LA FOURCADE		Affaire N° : EMO.160162		Ingénieur d'études, visa: P.FILIPPINI					RESPONSABLE DU LABORATOIRE J.SELY					Page 1 / 1								
Forage	Profondeur	Nature	cote essais Haut + m	Wn %	$\rho$ T/m <sup>3</sup>	WL %	Ip %	WRr %	VBs	passant à		CIS CD		Triaxial CUuu		Triaxial CD		Triaxial UU		Oedomètre cv ou cr		Classe GTR
										80 $\mu$ m	2 $\mu$ m	$\phi'$ °	C' kPa	$\phi'$ °	C' kPa	$\phi'$ °	C' kPa	$\phi'$ °	C' kPa	$\phi'$ °	C' kPa	
Normes				94-050	94-053	94-051 et 94-052			94-068	94-056	94-057	94-071-1	94-074	94-074	94-074	94-090-1						
Remarques : *Wn = teneur en eau sur 0/20 (NFP 11-300) * Ic ne peut être calculé uniquement si le matériau < 400 $\mu$ m (NFP 94-051)																						
Nombre d'essais				3					3	3		1	1	1	1							
SC1	3.40-3.90	argile sableuse	0.10-0.40	31.3					3.77	84.5				33.2	11.3							A2
	6.50-7.00	sable	0.20-0.40	26.2					0.15	10.7												B1
	9.30-10.30	sable	0.15-0.45	19.3					0.33	12.9	42	0.00										B5

### 5.1 – Définition des classes selon le GTR 2000

Selon le GTR 2000, les caractéristiques des formations sont :

- Sols A2** : sables fins argileux, limons, argiles peu plastiques, ...  
 Il s'agit de sols sensibles à l'eau.  
 Le caractère moyen des sols de cette sous-classe fait qu'ils se prêtent à l'emploi de la plus large gamme d'outils de terrassement (si la teneur en eau n'est pas trop élevée).
- Sols B1** : sables silteux...  
 Matériaux sableux généralement insensibles à l'eau. Mais, dans certains cas (extraction dans la nappe...), cette insensibilité devra être confirmée (étude complémentaire, planche d'essais...)
- Sols B5** : sable et graves très silteux...  
 La proportion de fines et la faible plasticité de ces dernières rapprochent beaucoup le comportement de ces sols à celui des sols AI, c'est-à-dire des sols sensibles à l'eau dont les performances mécaniques et la traficabilité chutent rapidement en présence d'eau.

## **6 – Sondage carotté de l’ouvrage**

2 sondages carottés ont été réalisés sur le perthuis, notés SC2 et SC3.

Ces sondages ont mis en évidence une différence de structure entre le côté Ouest (SC2) et le côté Est (SC3).

Le sondage SC2 montre sous l’enrobé :

- la présence de 2 « tranches » d’acier, probablement des palplanches posées à l’horizontale, avec un espace libre de 28 cm ;
- au-delà, des matériaux remblayés, posés sur une dalle en béton jusqu’à 1.60 m de profondeur ;
- puis, un espace libre de 90 cm, et du béton (a priori non ferrailé) d’une épaisseur de 60 cm, reposant sur l’argile grise en place.

Le sondage SC3 montre sous l’enrobé :

- des remblais jusqu’à 1.10 m, puis une dalle en béton de 20 cm d’épaisseur, ferrailée ;
- un espace libre de 1.00 m et du béton ferrailé, dont l’épaisseur est de 33 cm, et reposant sur l’argile sableuse.

Les coupes des sondages sont en annexe.

## **7 – Essais de perméabilité**

Il a été effectué 2 essais de perméabilité dans le sondage carotté SC1. Les résultats sont les suivants :

<b>Profondeur (m)</b>	<b>Lithologie</b>	<b>Perméabilité (m/s) mesurée pendant l’injection</b>	<b>Perméabilité (m/s) mesurée après l’injection</b>
2.0 à 3.0	argile grise +/- sableuse	$2,5.10^{-6}$	$1,0.10^{-7}$
4.0 à 5.0	sable fin peu argileux	$2,2.10^{-5}$	$1,0.10^{-5}$

Rappelons qu’il s’agit de valeurs ponctuelles qui caractérisent le terrain localement.

En effet, les valeurs de perméabilité peuvent varier dans de larges limites en fonction de la granulométrie et de la compacité des sols.

## **I – Classe des sols vis-à-vis du risque sismique**

En première approche, les sols du site peuvent être considérés en classe D selon l'Eurocode 8.

Cette classe de sol devra être confirmée dans le cadre des études géotechniques ultérieures (missions G2 AVP et G2 PRO).

Le site se trouve en zone de sismicité I (zone de sismicité très faible).

En zone de sismicité très faible, l'étude de liquéfaction des sols n'est pas nécessaire (décret 2010-1255 du 22 octobre 2010).

## **2 – Terrassements**

Les terrassements pourront se faire avec des moyens classiques compte-tenu de la nature des matériaux.

Compte-tenu de la présence de la nappe à faible profondeur, de la nature sableuse des matériaux et de la présence d'avoisinants (route, réseaux, ouvrage existant), il ne semble pas envisageable de réaliser un talutage provisoire des terrains, dans le cas de terrassement importants.

Ainsi, les terrassements devront être réalisés à l'abri d'un soutènement provisoire ou définitif (de type palplanches, pieux sécants, parois moulées, ...) associé à un dispositif de rabattement de nappe.

Le dispositif de pompage devra être dimensionné et conçu par un bureau d'études spécialisé et devra faire l'objet d'une étude spécifique.

Les critères de Boulangé et de Renard devront être vérifiés.

A ce stade (G1 PGC), nous proposons de retenir les caractéristiques intrinsèques des sols suivantes :

- dans les **remblais sablo-graveleux** :

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 25 \text{ à } 30^\circ$$

$$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$$

- dans les **sables +/- argileux à passages vasards** :

$$c = 0 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 25 \text{ à } 30^\circ$$

$$\gamma = 17 \text{ à } 18 \text{ kN/m}^3$$

- dans les **argiles sableuses localement vasardes** :

$$c = 2 \text{ à } 6 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 20 \text{ à } 25^\circ$$

$$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$$

Ces caractéristiques intrinsèques sont basées sur les résultats des essais en laboratoire, sur des corrélations avec les essais in-situ et sur notre expérience.

### **3 – Mode de fondation**

Le projet prévoit, soit la reconstruction du perthuis, soit la construction d'un second ouvrage à l'Est de l'existant.

A ce stade, aucune caractéristique ni descente de charges du projet ne nous a été communiquée.

Selon les reconnaissances réalisées par BRL Ingénierie, l'existant est fondé sur un radier. La réalisation d'un radier pour le nouvel ouvrage est envisageable.

Dans ce cas, pour un ouvrage estimé à la même profondeur que l'existant, soit vers les cotes -0.80 et -1.05 NGF, on peut retenir une contrainte de calcul de l'ordre de 0.08 à 0.12 MPa aux ELS et 0.13 à 0.20 MPa aux ELU.

Dans le cas d'un radier chargé à 2 tonnes/m<sup>2</sup>, les tassements seraient négligeables, le poids des terres excavées étant supérieur.

Au cas où les contraintes de calcul seraient insuffisantes, il faudra alors s'orienter vers une solution de fondation profonde de type pieux ou micropieux.

Dans le cas d'un radier, la reprise des sous-pressions dues à la nappe pourra nécessiter la mise en place de pieux ou de micropieux, si le poids propre de l'ouvrage est insuffisant.

---

Ce rapport conclut la mission GIPGC qui nous a été confiée pour cette affaire.

Il définit le modèle géologique, identifie les risques géotechniques majeurs et propose certains principes généraux de construction pour les ouvrages géotechniques afin d'en réduire les conséquences.

Selon la norme NFP 94-500, elle doit être suivie des études géotechniques de conception G2 avec des approches dimensionnelles des ouvrages et l'ensemble des éléments permettant de consulter les entreprises.

FONDASOL est à la disposition de tous les intervenants pour réaliser toutes ou parties de ces missions.

Pierre FILIPPINI

Camille ARNOUX

## 1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

## 2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'art L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

## 3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission. Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

## 4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

## 5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dérogée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

## 6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les

documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnisations correspondantes sont à la charge du Client.

## 7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

## 8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude les alicés suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

## 9. Recommandations, alicés, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des alicés d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

## 10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

## 11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettrait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

## 12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. Le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

## 13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission.

Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

## 14. conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Si la carence du Client rend nécessaire un recouvrement contentieux, le Client s'engage à payer, en sus du principal, des frais, dépens et émoluments ordinairement et légalement à sa charge, une indemnité fixée à 15% du montant en principal TTC de la créance avec un minimum de 150 euros et ce, à titre de dommages et intérêts conventionnels et forfaitaires. Cette indemnité est due de plein droit, sans mise en demeure préalable, du seul fait du non-respect de la date.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

## 15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

## 16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention

du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

## Assurance décennale obligatoire

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Ce contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Le client prendra en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières. Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

## Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

## 17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

## 18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du siège social du Prestataire sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

JUILLET 2014

## Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés ci-après. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		<b>Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)</b>		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	<b>Etudes géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</b>		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	<b>Etude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)</b>		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	<b>Etudes géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)</b>		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	<b>Etude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT</b>		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/ISA	<b>Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)</b>	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)</b>	Etude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	<b>Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude)</b>	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)</b>	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
<b>A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant</b>	Diagnostic	<b>Diagnostic géotechnique (G5)</b>		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

**Classification des missions d'ingénierie géotechnique en page suivante**

Février 2014

## Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)

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

### ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

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

#### Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. - Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisnants avec visite du site et des alentours.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

#### Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

### ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

#### Phase Avant-projet (AVP)

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

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

#### Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

#### Phase DCE / ACT

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

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

### ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

#### ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives:

##### Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques: notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs: plans d'exécution, de phasage et de suivi.

##### Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

#### SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives:

##### Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

##### Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisnants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

### A TOUTES ETAPES : DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

Février 2014



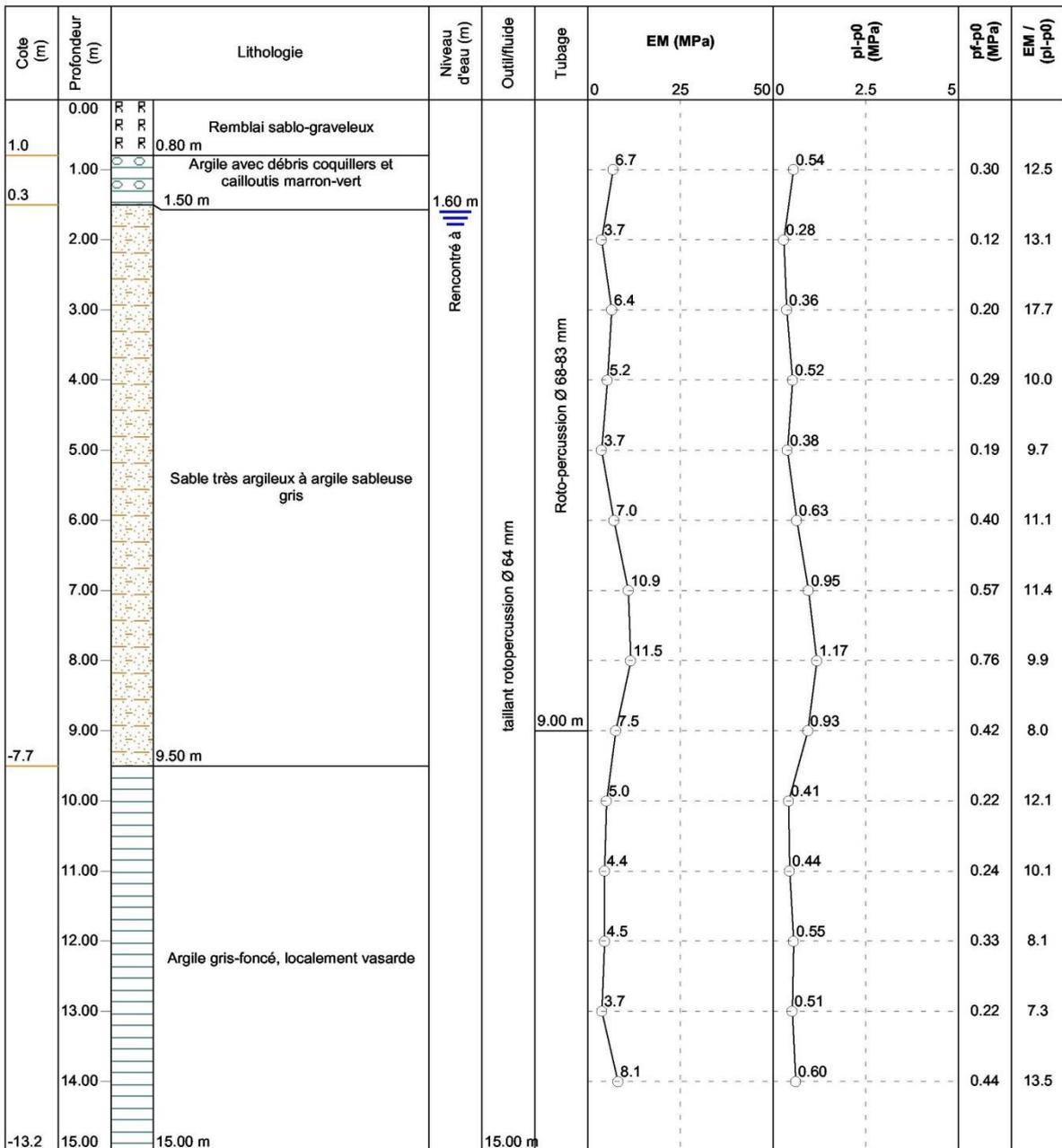




	<b>PERTUIS DE LA FOURCADE LES SAINTES MARIES DE LA MER</b>		Affaire n° EMO.16.162
	Date : 08/11/2016	Cote (m) : 1.80	Profondeur : 0.00 - 15.00 m
	Machine : AC14	X : nc	Y : nc

**Sondage : SP1**

EXGTE B3.17/17/GTE



Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr



**PERTUIS DE LA FOURCADE  
LES SAINTES MARIES DE LA MER**

Affaire n° EMO.16.162

Date : 08/11/2016

Cote (m) : 1.80

Profondeur : 0.00 - 15.11 m

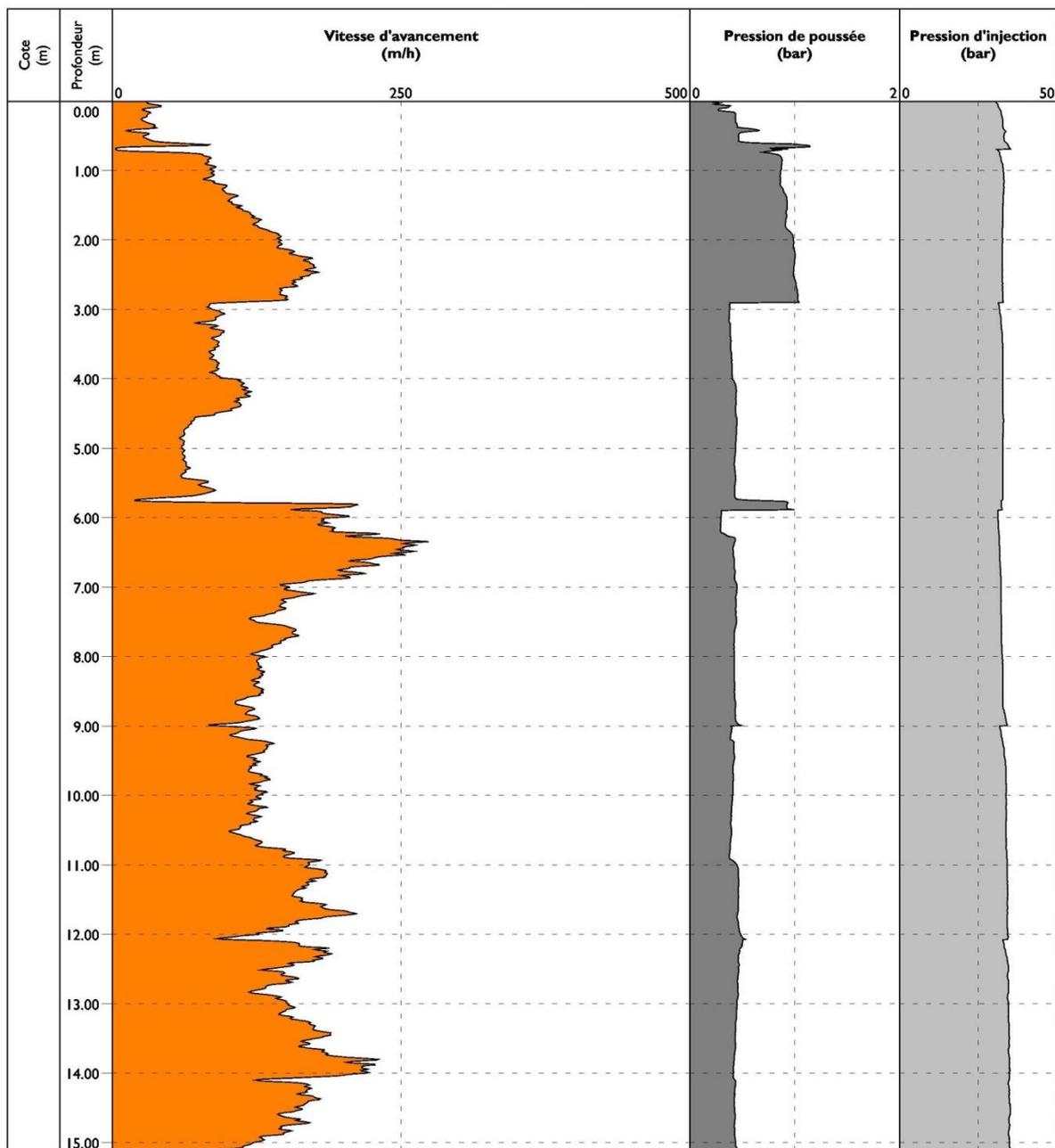
Machine : AC14

X : nc

Y : nc

Sondage : Enreg-SP1

EXGTE 63.17.17/LB2EPF523FR



**Sondage : SC1**

EXGTE B3.17.17/GTE

Cote (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil/fluide	Tubage	Echantillons
1.7	0.06	Enrobé noir	1.50 m eau en fin de chantier	CB Ø 114 mm	Ø 120/140 mm	Remanié
1.4	0.30	Remblai graveleux compact marron (traité)				
		Remblais graveleux marron				
		Argile sableuse gris-marron avec petits galets				
-0.1	1.85	Argile sableuse marron				
-0.2	2.00	Argile marron-beige				
-1.0	2.80	Argile grise à passage noirâtre (matière organique)				
-1.6	3.40	Argile sableuse grise avec matière organique noire vers 4.00 m				
-2.2	4.00	Sable fin légèrement argileux gris				
-2.6	4.40	Sable gris				
-2.8	4.60	Sable argileux marron				
-3.1	4.90	Sable fin gris foncé peu argileux				
-4.7	6.50	Sable fin noir, présence de matière organique vers 6.5 à 6.70 m				
-5.2	7.00	Sable fin gris à lentilles argileuses				
-5.5	7.30	Sable fin marron-gris				
-5.8	7.60	Sable fin gris foncé				
-7.0	8.80	Sable moyen gris + débris coquilliers et petits galets				
-7.5	9.30	Sable fin gris noir				
-8.5	10.30	Sable moyen gris + quelques débris coquilliers				
-9.5	11.30	Sable fin gris				
-9.9	11.70	Argile sableuse grise				
-10.5	12.30	Argile grise vasarde				
-10.8	12.60	Limon argileux gris, légèrement sableux				
-11.4	13.20	Argile vasarde gris foncé à noire très finement sableuse				
-13.2	15.00					Remanié

Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

**Sondage carotté SCI ..... EMO.16.162**



**Caisse 1 – 0.00 à 2.00 m**



**Caisse 2 – 2.00 à 4.90 m**



**Échantillon intact I – 3.40 à 4.40 m**



**Caisse 3 – 4.90 à 7.30 m**

**Sondage carotté SCI ..... EMO.16.162**



**Échantillon intact 2 – 6.50 à 7.00 m**



**Caisse 4 – 7.30 à 9.90 m**



**Caisse 5 – 9.90 à 13.20 m**



**Échantillon intact 3 – 9.30 à 10.30 m**

**Sondage carotté SCI ..... EMO.16.162**



***Échantillon intact 4 – 11.30 à 12.30 m***



***Caisse 6 – 13.20 à 15.20 m***

	<b>PERTUIS DE LA FOURCADE LES SAINTES MARIES DE LA MER</b>		Affaire n° EMO.16.162
	Date : 14/11/2016	Cote (m) : 2.05	Profondeur : 0.00 - 3.30 m
	Machine : SOCO 65.8	X : nc	Y : nc

**Sondage : SC2**

EXGTE B3.17.17/GTE

Cote (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil/fluide	Tubage
2.0	0.07	Enrobé noir + 1 cm d'acier (probablement palplanche)			
		Vide			
1.7	0.35				
		1.30 cm d'acier (probablement palplanche)			
		puis Remblai argilo-sableux marron avec graves, débris coquilliers et briques			
0.6	1.50				
0.5	1.60	Béton (échantillon perdu)			
		Vide			
-0.5	2.50				
		Béton (aucune ferraille apparente)			
-1.1	3.10				
-1.3	3.30	Argile grise vasarde			
				CR Ø 116 mm + eau	
					3.30 m

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

**Sondage carotté SC2 ..... EMO.16.162**



**Caisse 1 – 0.00 à 2.90 m**



**Caisse 2 – 2.90 à 3.30 m**

	<b>PERTUIS DE LA FOURCADE LES SAINTES MARIES DE LA MER</b>		Affaire n° EMO.16.162
	Date : 14/11/2016	Cote (m) : 1.80	Profondeur : 0.00 - 3.60 m
	Machine : SOCO 65.8	X : nc	Y : nc

**Sondage : SC3**

EXGTE B3.17.17/GTE

Cote (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil/fluide	Tubage
1.7	0.06	Enrobé noir			
		Remblai sablo-graveleux marron			
0.7	1.10				
0.5	1.30	Béton (ferraille apparente à 7.50 cm puis à 16.50 m Ø 6 à 8 mm environ)			
		Vide		CR Ø 116 mm + eau	
-0.5	2.30				
-0.8	2.63	Béton (ferraille apparente à 13 cm puis 22 cm Ø 6 à 8 mm environ) puis géotextile			2.60 m
		Argile sableuse vasarde grise à sable argileux gris foncé		CB Ø 114 mm	
-1.8	3.60				

Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

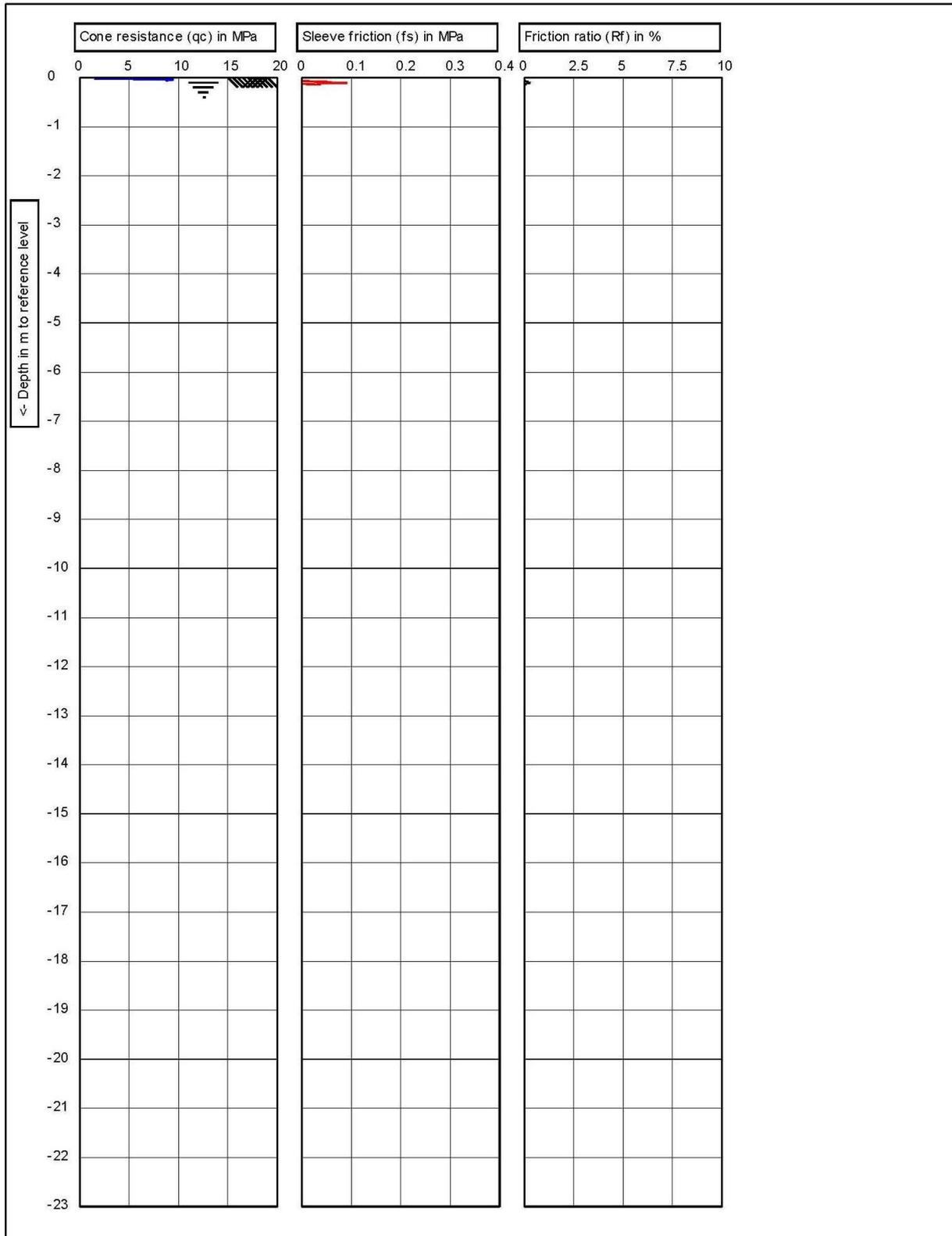
**Sondage carotté SC3 ..... EMO.16.162**



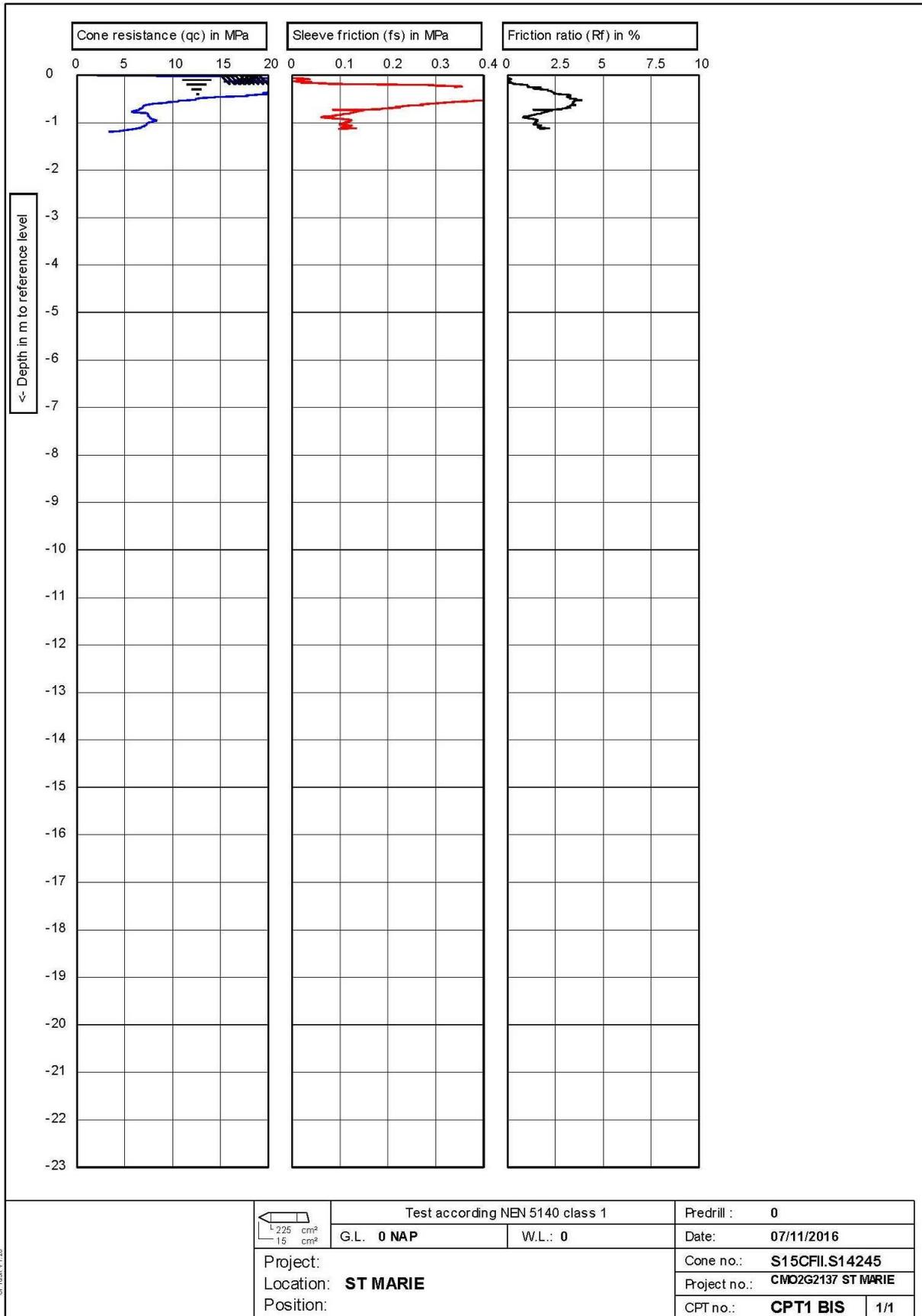
**Caisse 1 – 0.00 à 2.60 m**

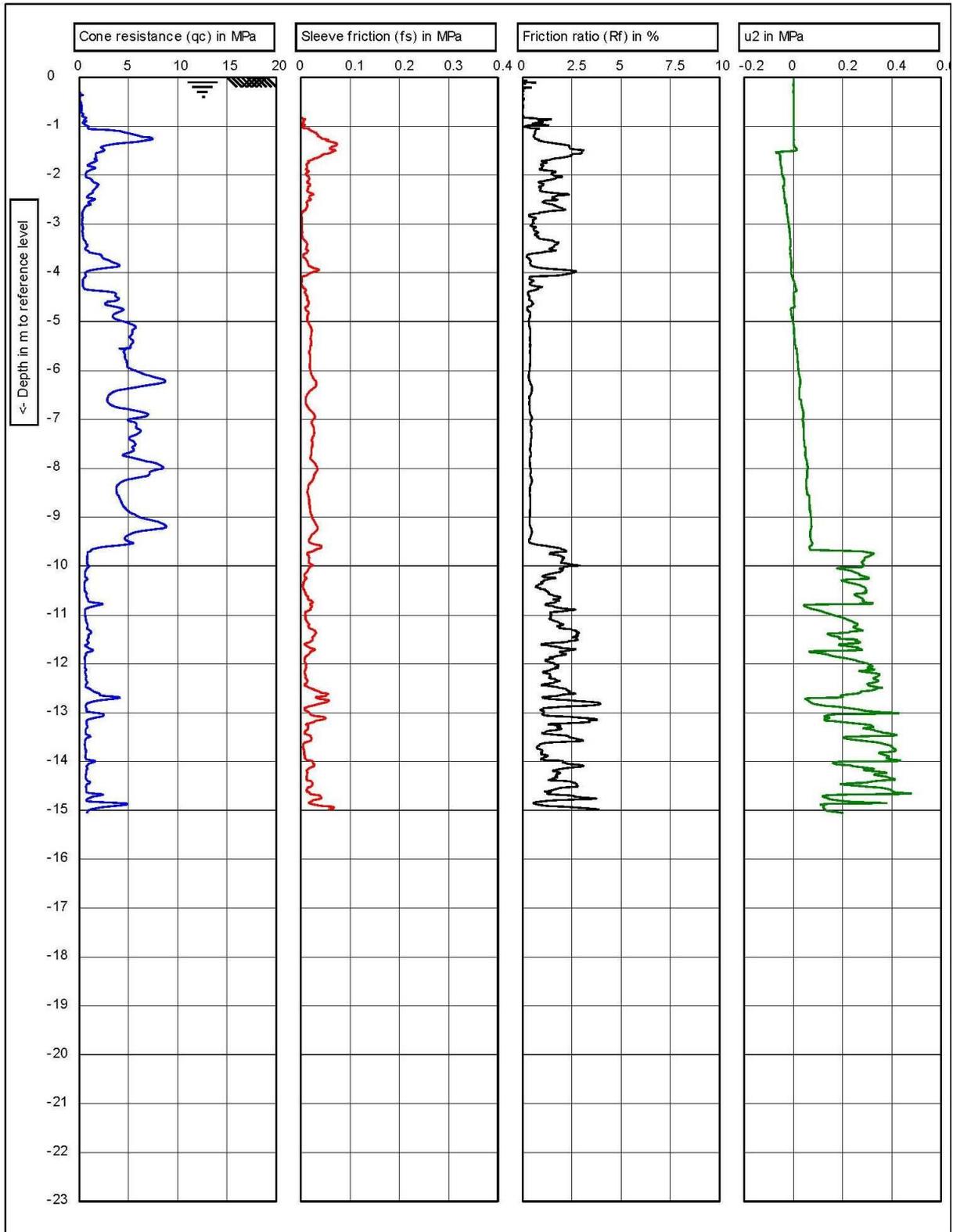


**Caisse 2 – 2.60 à 3.60 m**



 $\frac{L}{225} \frac{cm^3}{cm^2}$ $\frac{L}{15} \frac{cm^3}{cm^2}$	Test according NEN 5140 class 1		Predrill : 0
	G.L. 0 NAP	W.L.: 0	Date: 07/11/2016
Project:	Location: <b>ST MARIE</b>		Cone no.: <b>S15CFIL.S14245</b>
Position:			Project no.: <b>CMO2G2137 ST MARIE</b>
			CPT no.: <b>CPT1</b>   1/1



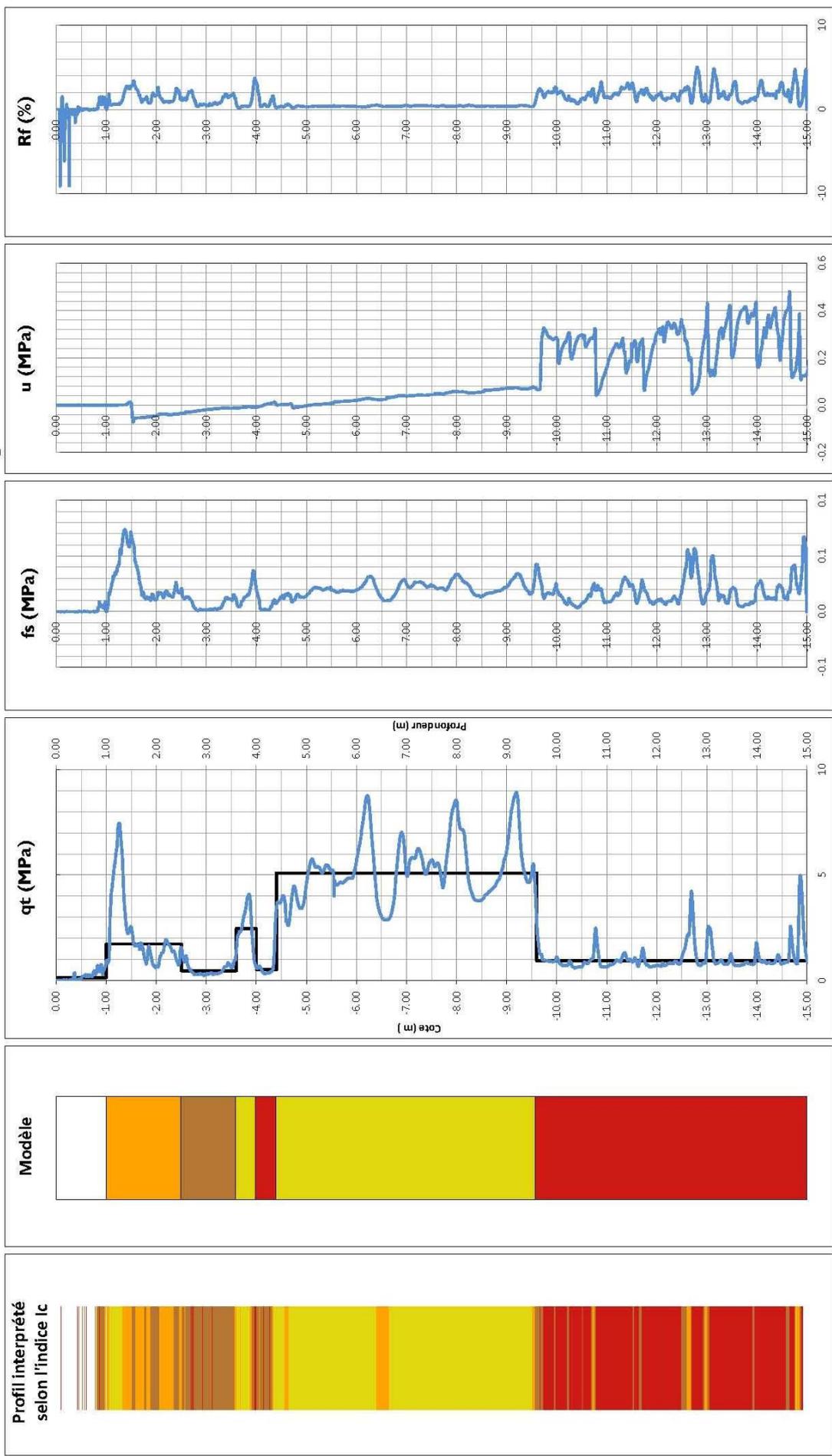


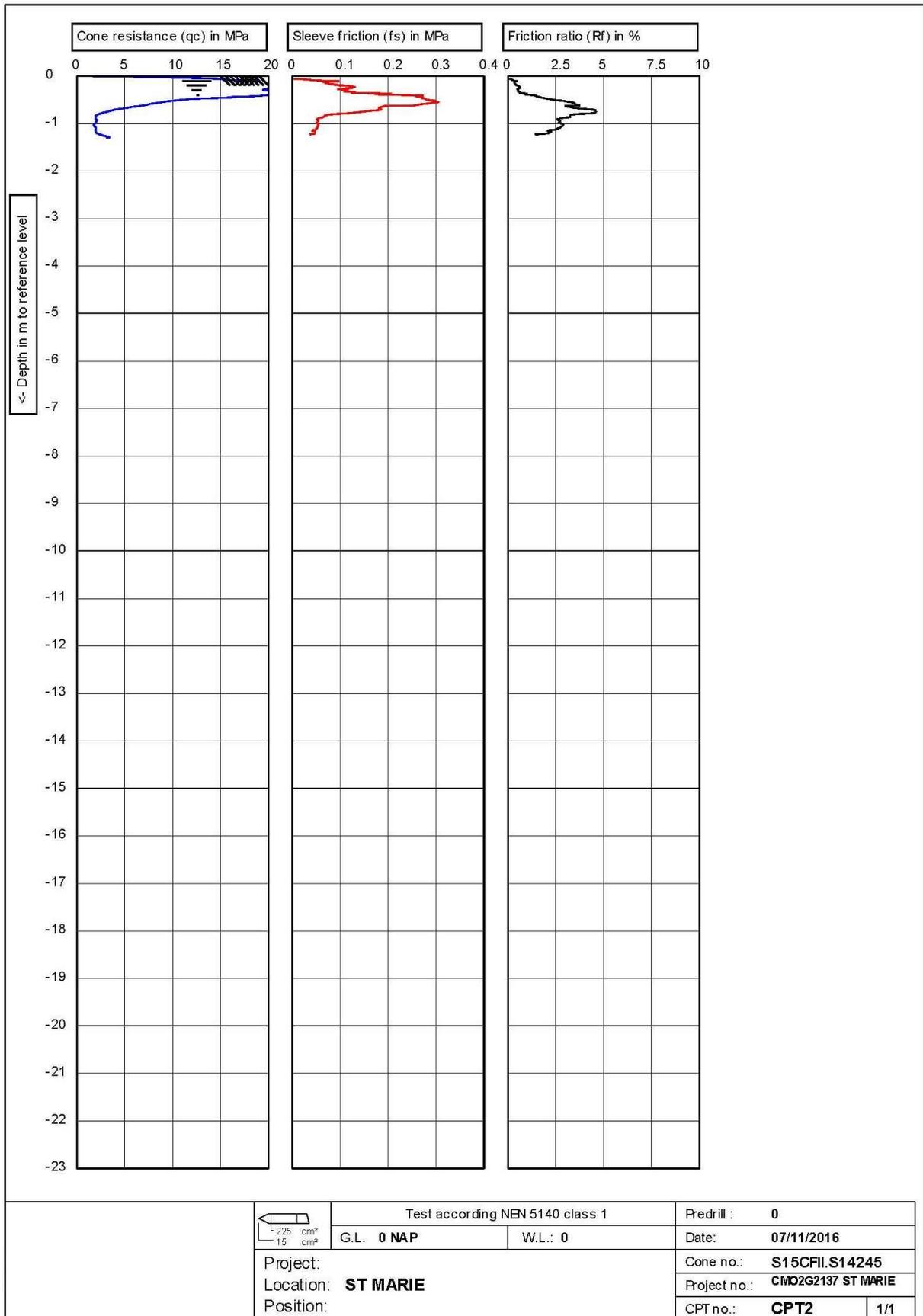
	Test according NEN 5140 class 1		Predrill : 0
	G.L. 0 NAP	W.L.: 0	Date: 07/11/2016
	Project: ST MARIE		Cone no.: C10CFIIP.C14053
	Location: ST MARIE		Project no.: CMO2G2137 ST MARIE
	Position:		CPT no.: CPTU1

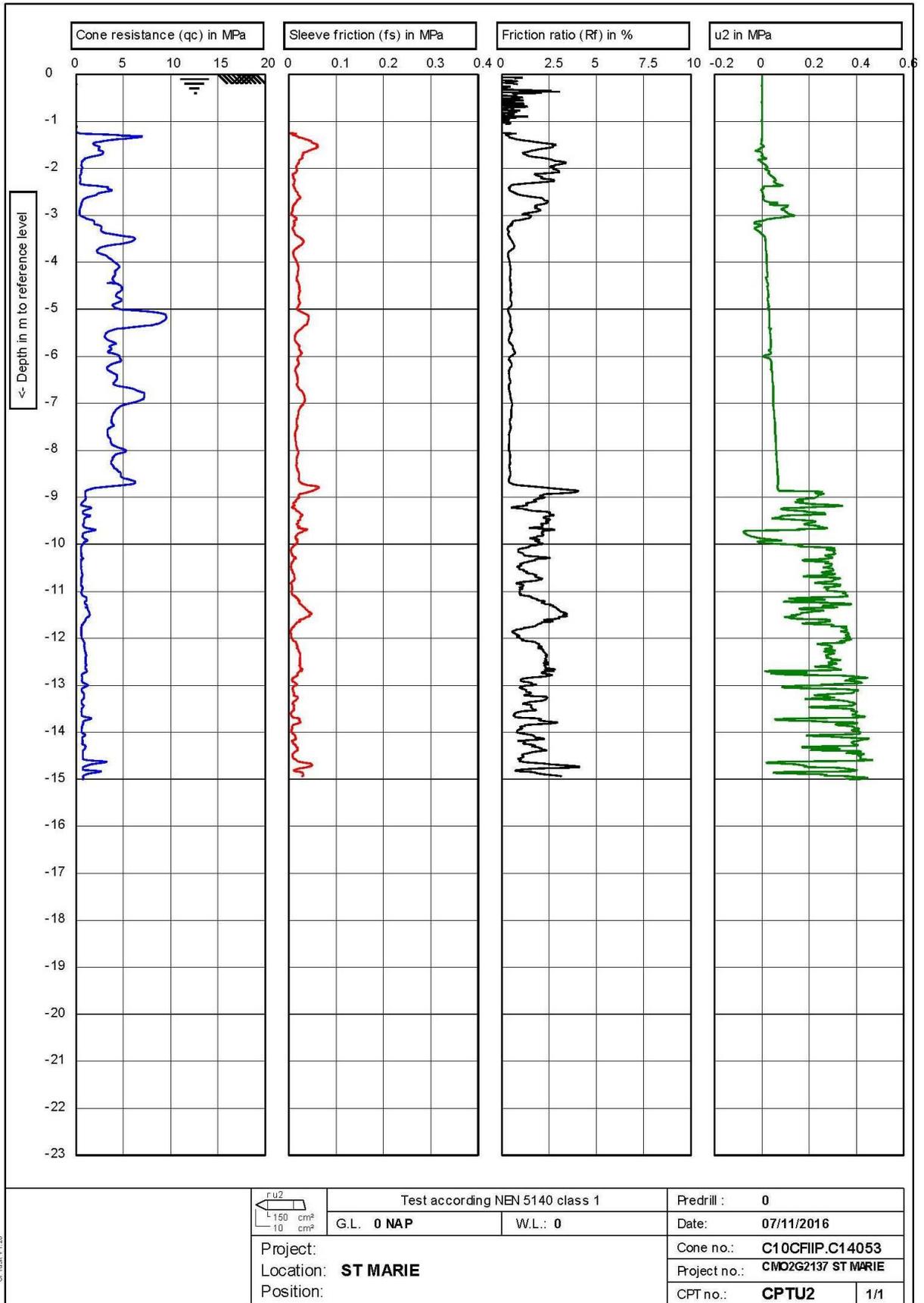
Affaire : Saintes Marie de la mer

Référence : EMO.16.162

Sondage : CPTuI





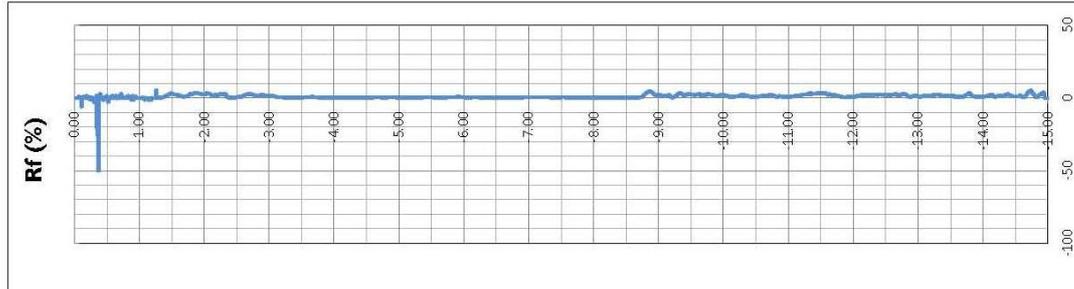
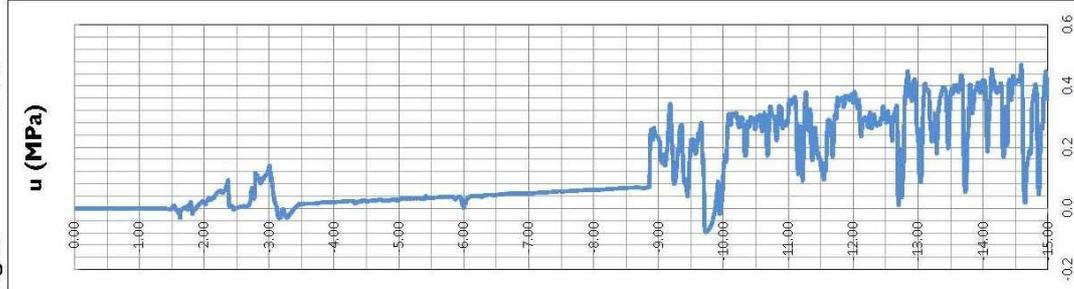
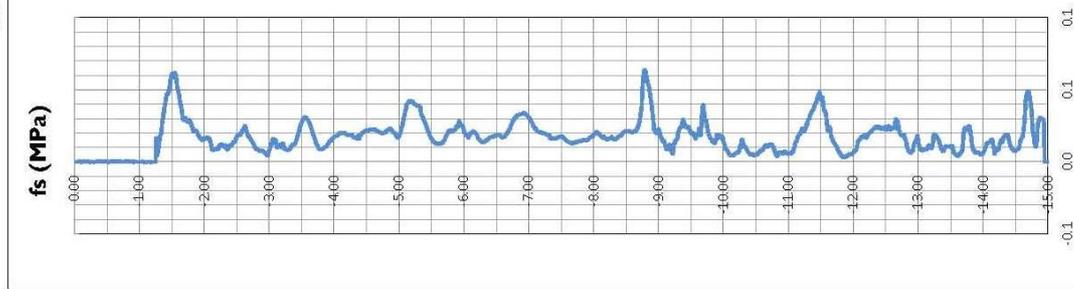
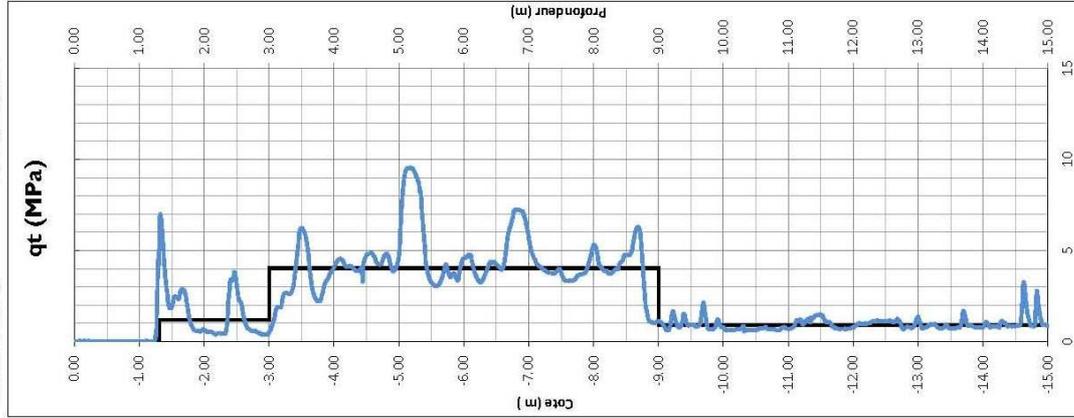
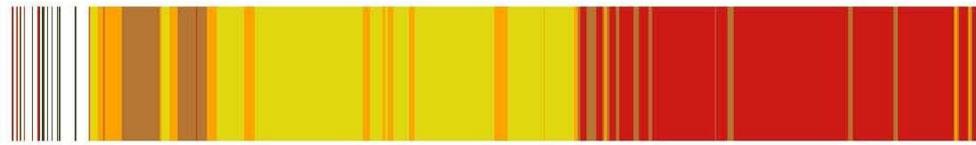


Affaire : Saintes Marie de la mer

Référence : EMO.16.162

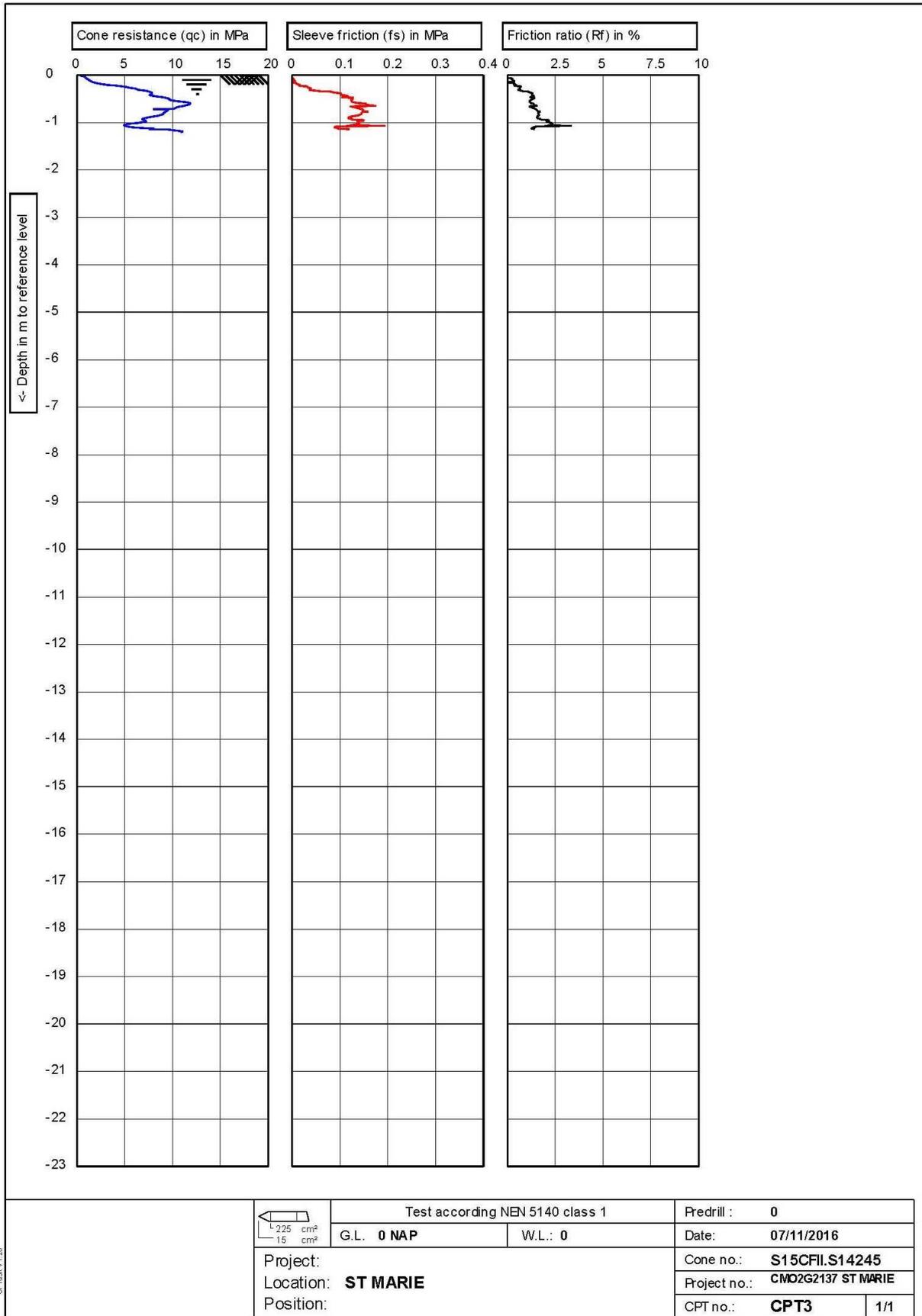
Sondage : CPTu2

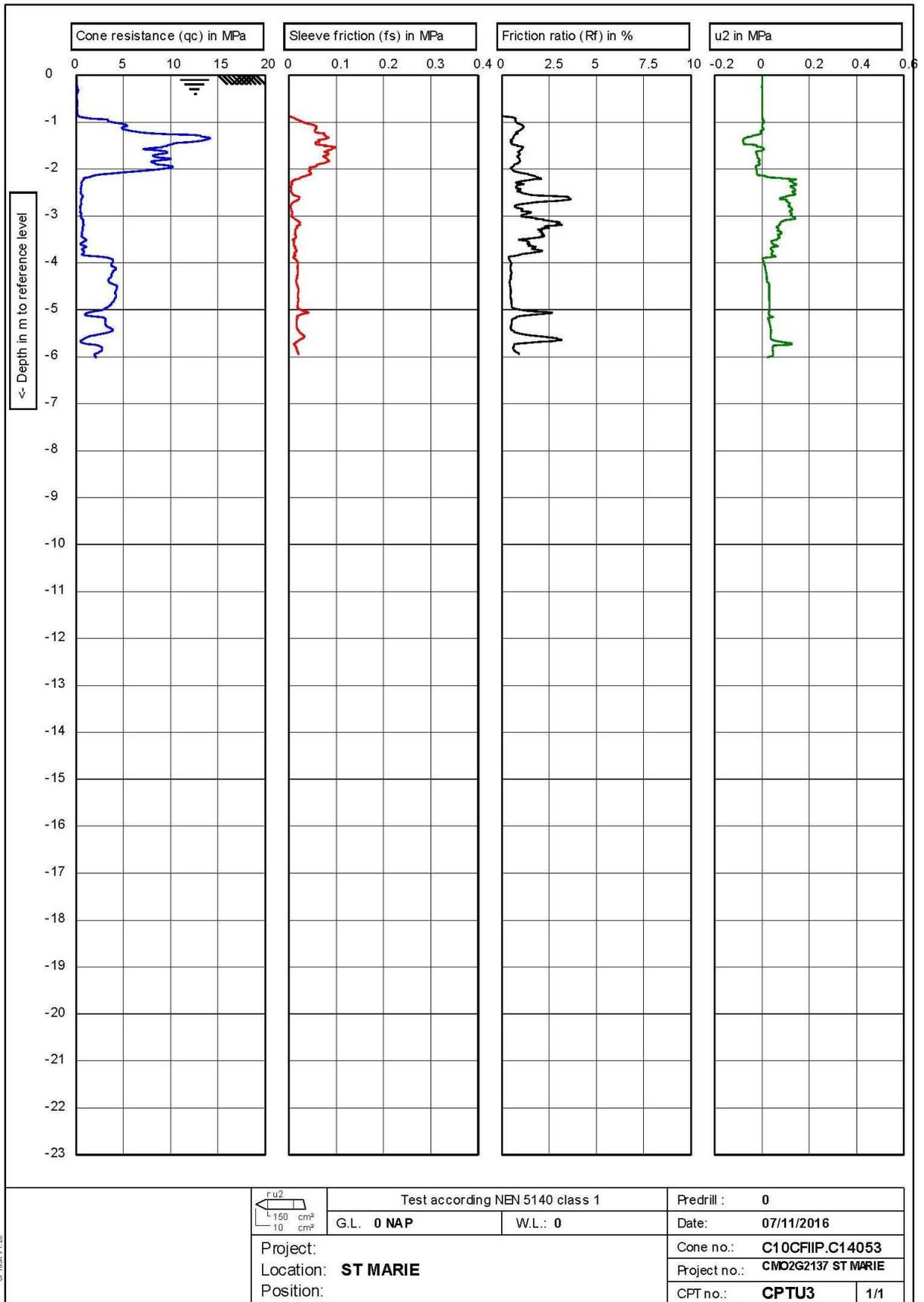
Profil interprété selon l'indice Ic



**Légende :**  
 Sables graveleux  
 à Sables  
 Sables limoneux à Sables limoneux à  
 Sables limoneux à  
 Limons sableux  
 Argiles sableuses  
 Argiles à Argiles limoneuses  
 Tourbes  
 Soils organiques et

— Moyenne "écrêtée" (valeurs écrêtées à 1.3 x moyenne)

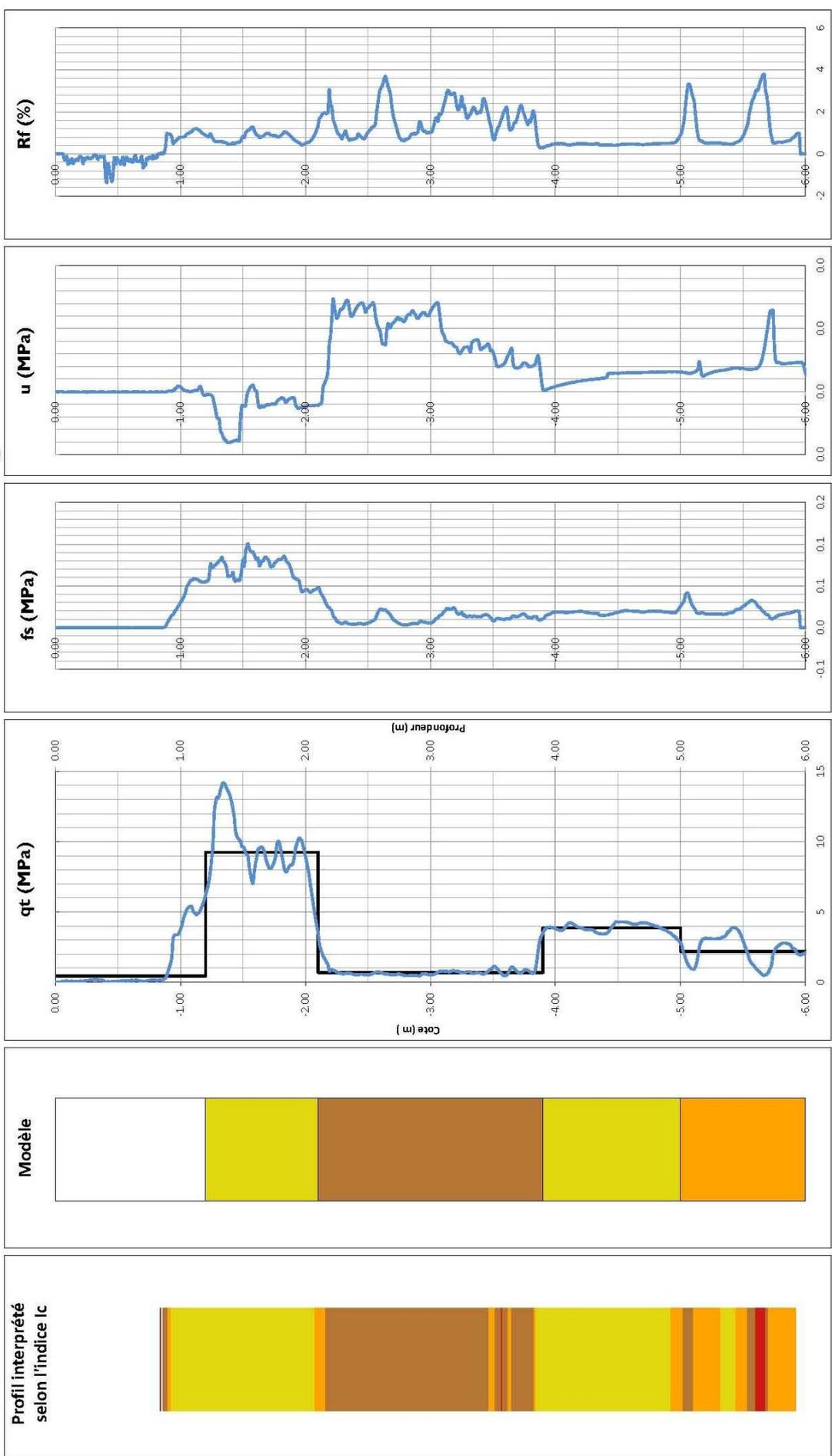




Affaire : Saintes Marie de la mer

Référence : EMO.16.162

Sondage : CPTu3



**Légende :**

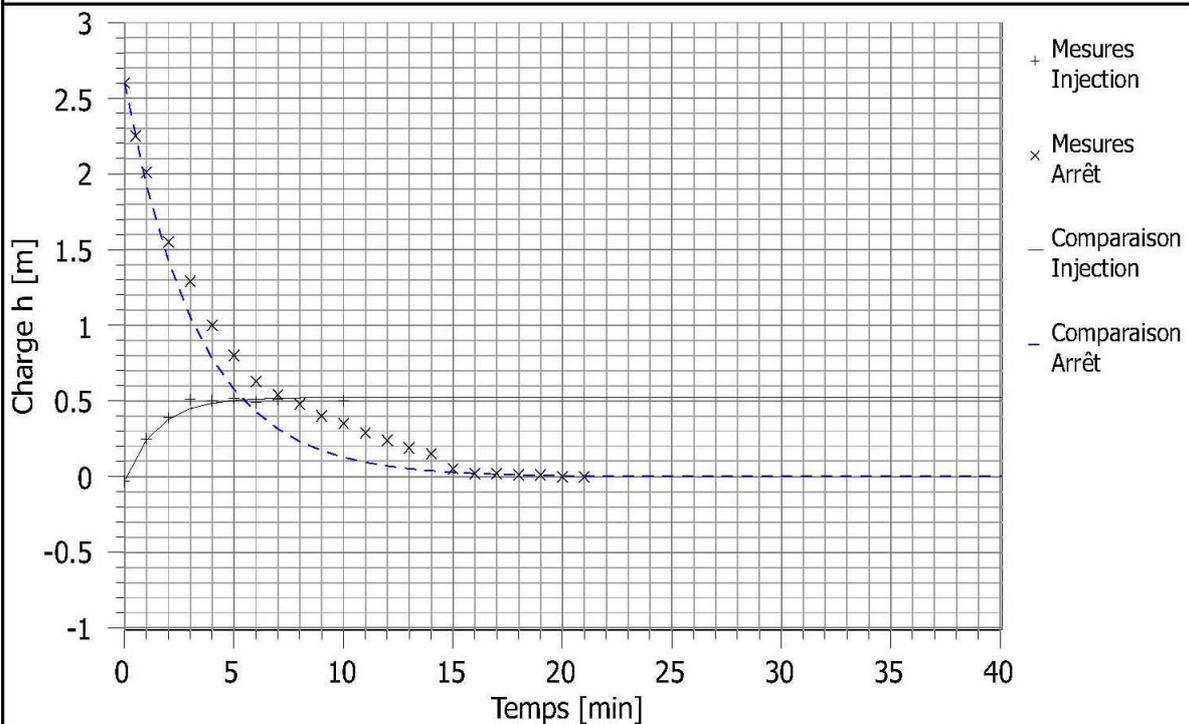
- Sables graveleux
- à Sables
- Sables à Sables limoneux
- Sables limoneux à Limons sableux
- Limons argileux à Argiles sableuses
- Argiles à Argiles limoneuses
- Sols organiques et Tourbes

— Moyenne "écrêtée" (valeurs écrêtées à 1.3 x moyenne)

### ESSAI D'EAU LEFRANC

Conforme NF P 94-132

N° dossier	LEFRANC	Date essai	21/11/2016
Sondage N°	SC1	Nom opérateur	LARABI
Lieu	St Marie de la mer	Profondeur de la cavité d'essai (m/TN)	4.50
Affaire	Pertuis	- mi-hauteur de la poche d'essai-	
Mode opératoire	Injection	Débit (m3/s)	2.1E-05
		(l/mn)	1.26
Niveau piézométrique au repos (m/TN)	1.90	Elancement de la cavité c= L/B	15.6
Diamètre interne du tubage Bi (m)	0.068	Profondeur de la base de l'aquifère (m/TN)	
Hauteur de la poche d'essai L (m)	1.00	Distance de la cavité - mi-hauteur de la poche d'essai- à la base de l'aquifère H(m)	
Diamètre de la poche d'essai Be (m)	0.064	Facteur de forme m0	28.52
		Facteur de forme m	28.52

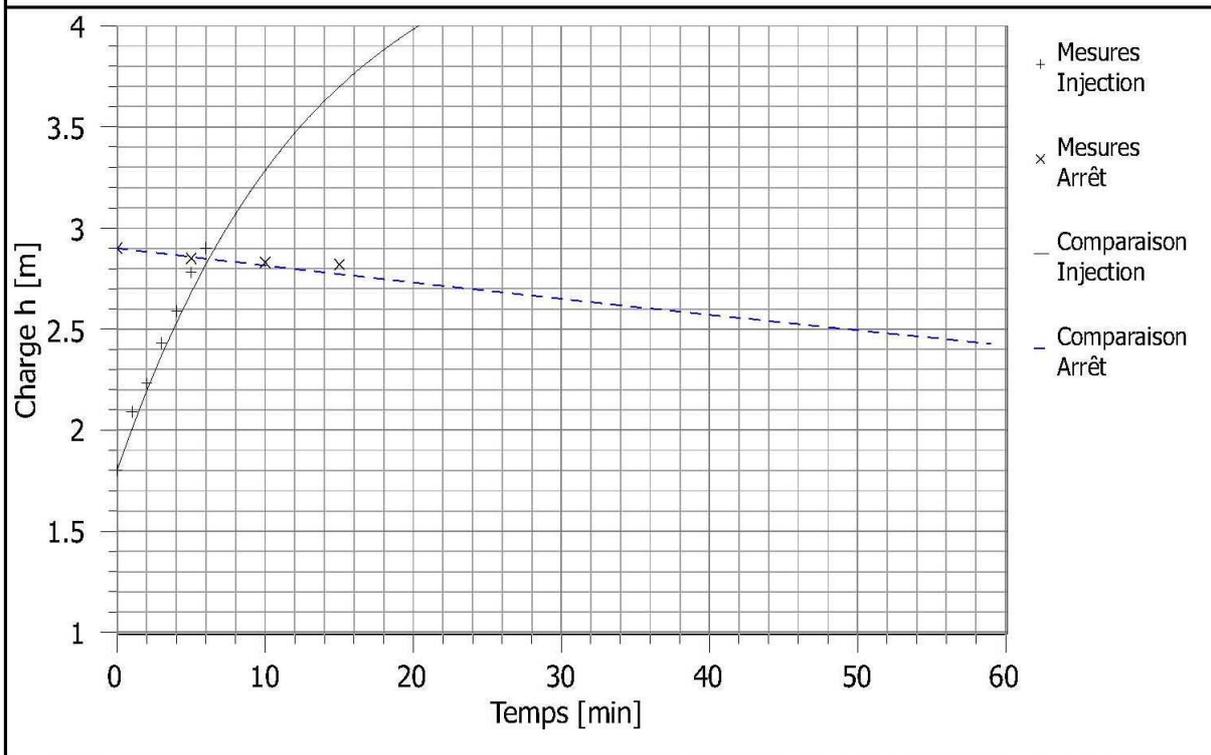


Observations	Coefficient de perméabilité K (m/s)	
	Montée	Descente
Comparaison à la solution d'équation différentielle	2.20E-05	1.00E-05
Vérfifié par	P. FILIPPINI	Essai Eau, 2.1.1/lefranc.eau

## ESSAI D'EAU LEFRANC

Conforme NF P 94-132

N° dossier	LEFRANC	Date essai	22/11/2016
Sondage N°	SC1	Nom opérateur	LARABI
Lieu	St Marie de la mer	Profondeur de la cavité d'essai (m/TN)	2.50
Affaire	Pertuis	- mi-hauteur de la poche d'essai-	
Mode opératoire	Injection	Débit (m <sup>3</sup> /s)	2.1E-05
		(l/mn)	1.26
Niveau piézométrique au repos (m/TN)	1.90	Elancement de la cavité c= L/B	15.6
Diamètre interne du tubage Bi (m)	0.068	Profondeur de la base de l'aquifère (m/TN)	
Hauteur de la poche d'essai L (m)	1.00	Distance de la cavité - mi-hauteur de la poche d'essai- à la base de l'aquifère H(m)	
Diamètre de la poche d'essai Be (m)	0.064	Facteur de forme m <sub>0</sub>	28.52
		Facteur de forme m	28.52



Observations	Coefficient de perméabilité K (m/s)	
	Montée	Descente
Comparaison à la solution d'équation différentielle	2.50E-06	1.00E-07
Vérifié par	P. FILIPPINI	Essai Eau, 2.1.1/lefranc.eau

 # LABORATOIRE GÉOTECHNIQUE  FTQ 243-103 V3 du 25/8/15	<b>PROCES VERBAL D'ESSAI</b>  <b>IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE</b>
---	---

<b>Nom de l'affaire :</b>	PERTUIS DE FOURCADE LES SAINTES MARIE DE LA MER		
<b>N° d'affaire :</b>	EMO.160162	<b>Laboratoire :</b>	AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: oui

Sondage : SC1

Profondeur (m) : 3.60 à 3.90 Date de réception : 16/11/2016

Cote (m) : 0.10 à 0.40 Mode de prélèvement : Sondage carotté

Profondeur moyenne : 3.85 m

Nature matériau : argile sableuse Etuve (°C) 

105°C	X	50°C
-------	---	------

<b>TENEUR EN EAU PONDERALE (NF P 94-050)</b>	
Date de l'essai :	23/11/2016
Observations :	Résultat :
	Teneur en eau :
	w <sub>n</sub> = 31.3 %

<b>MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - METHODE D'IMMERSION DANS L'EAU</b>	
Date de l'essai :	Résultats :
Conditions :	ρ = t/m <sup>3</sup>
Conditions de conservations :	Autres paramètres :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau	ρ <sub>a</sub> = t/m <sup>3</sup>
Température de la salle d'essai : °C	γ = kN/m <sup>3</sup>
Observations :	γ <sub>s</sub> = kN/m <sup>3</sup>
	Nom de l'opérateur :

<b>LIMITES D'ATTERBERG</b>				
<i>Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)</i>				
<b>Limite de liquidité W<sub>L</sub>:</b>	Date de l'essai :			
Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)				
w (%) (NF P 94-050)				
<b>Limite de plasticité W<sub>p</sub>:</b>	Résultats :			
Mesure N°	1	2	3	
w (%) (NF P 94-050)				
Observations :	W <sub>L</sub> = %			
	W <sub>p</sub> = %			
	I <sub>p</sub> =			

<b>ESSAI AU BLEU DE METHYLENE (NF P 94-068)</b>	
Date de l'essai :	24/11/2016
	Fraction 0/5mm dans la fraction Proportion : C = <b>99.93</b>
Observations :	Résultat :
	Valeur de bleu du sol : VBS = <b>3.77</b>

<b>EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8)</b>	
Date de réception de l'échantillon :	Résultats :
Observations :	SE <sub>1</sub> = %
	SE <sub>2</sub> = %
	Equivalent de sable :
	SE = %

<b>COEFFICIENT DE FRIABILITE DES SABLES (NF P 18-576)</b>	
Observations :	Résultat :
	F <sub>s</sub> = %



**IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE**

**Nom de l'affaire :** PERTUIS DE FOURCADE LES SAINTES MARIE DE LA MER  
**N° d'affaire :** EMO.160162 **Laboratoire :** AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: oui  
**Sondage :** SC1  
**Profondeur (m) :** 6.50 à 7.00 **Date de réception :** 16/11/2016  
**Cote (m) :** 0.20 à 0.40 **Mode de prélèvement :** Sondage carotté  
**Profondeur moyenne :** 6.80 m  
**Nature matériau :** sable fin **Etuve (°C)**

	X
105°C	50°C

**TENEUR EN EAU PONDERALE (NF P 94-050)**  
**Date de l'essai :** 24/11/2016  
**Observations :** **Résultat :**  
**Teneur en eau :**  
 $w_n = 26.2 \%$

**MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - METHODE D'IMMERSION DANS L'EAU**  
**Date de l'essai :** **Résultats :**  
**Conditions :**  $\rho =$  t/m<sup>3</sup>  
Conditions de conservations : **Autres paramètres :**  
Conditions de préparation : immersion dans l'eau  $\rho_d =$  t/m<sup>3</sup>  
Température de la salle d'essai : °C  $\gamma =$  kN/m<sup>3</sup>  
 $\gamma_d =$  kN/m<sup>3</sup>  
**Observations :** **Nom de l'opérateur :**

**LIMITES D'ATTERBERG**  
**Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)**  
**Limite de liquidité  $W_L$  :**

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)				
w (%) (NF P 94-050)				

**Date de l'essai :**  
**Limite de plasticité  $W_p$  :**

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)			

**Résultats :**  
 $W_L =$  %  
 $W_p =$  %  
 $I_p =$   
**Observations :**

**ESSAI AU BLEU DE METHYLENE (NF P 94-068)**  
**Date de l'essai :** 25/11/2016 **Fraction 0/5mm dans la fraction**  
Proportion : C = 100  
**Observations :** **Résultat :**  
**Valeur de bleu du sol :**  
 $VBS = 0.15$

**EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8)**  
**Date de réception de l'échantillon :** **Résultats :**  
**Observations :**  $SE_1 =$  %  
 $SE_2 =$  %  
**Equivalent de sable :**  
 $SE =$  %

**COEFFICIENT DE FRIABILITE DES SABLES (NF P 18-576)**  
**Observations :** **Résultat :**  
 $F_s =$  %

**ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE ET SEDIMENTATION**

FTQ 243-104  
V5 du 25/8/15

(réalisé selon les normes NF P 94-056 et NF P 94-057)

**Nom de l'affaire :**

PERTUIS DE FOURCADE LES SAINTES MARIE DE LA MER

**N° d'affaire :**

EMO.160162

**Laboratoire :** AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée:

oui

Sondage : SC1

Date d'essai de prélèvement:

Profondeur (m) 6.50 à 7.00 m

Date d'essai :

28/11/2016

Cote (m) : 0.20 à 0.40 m

Mode de prélèvement :

Sondage carotté

Profondeur moyenne : 6.8 m

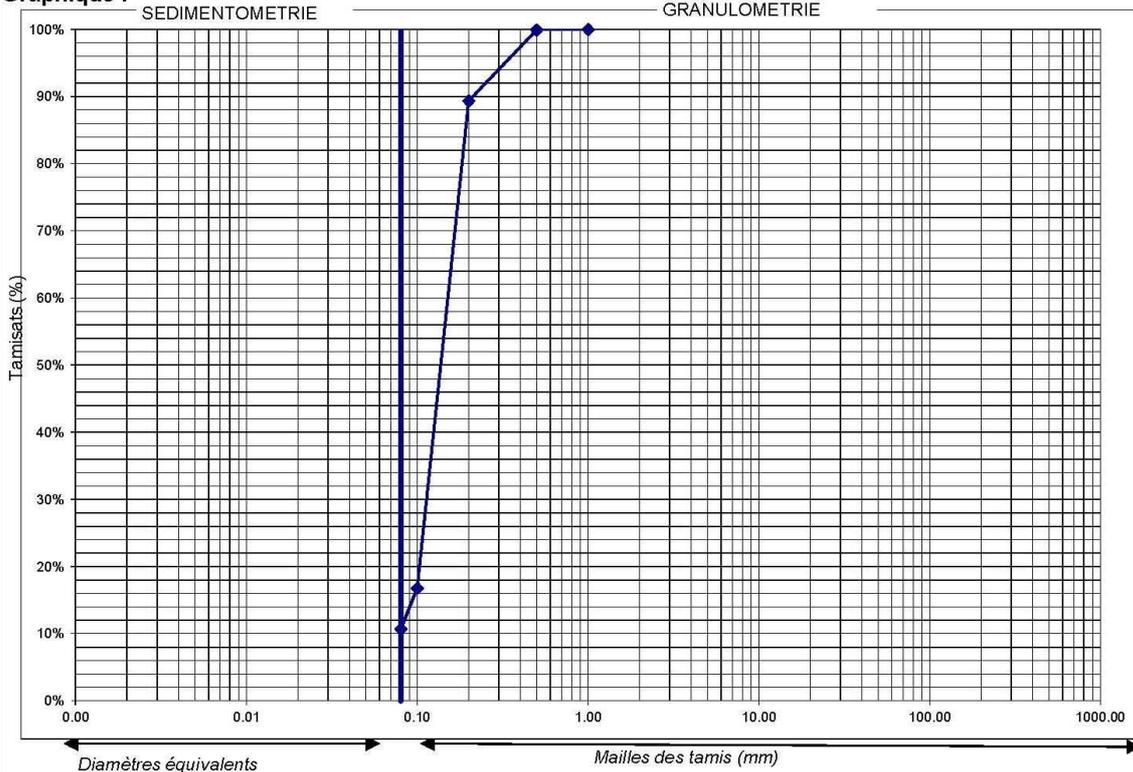
Date de réception :

16/11/2016

**NATURE DU SOL TESTE ET CONDITION D'ESSAI :**

<b>Classification NF P 11-300 :</b>	B1	<b>Nature du sol selon Classification granulométrique</b>		sable
<b>Nature du sol :</b>	sable fin	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum :  dm = 2 mm	% estimé d'éléments > d <sub>m</sub>	Température d'étuvage : 50°C
<b>% de passant à :</b>				Plus gros élément Dmax = 1 mm
50 mm = 100.00%	2 mm = 100.00%			
20 mm = 100.00%	80 µm = 10.74%			
5 mm = 100.00%	2 µm =			

**Graphique :**



Facteurs d'uniformité Cu : #DIV/0!

Facteur de courbure Cc : #DIV/0!

**DONNEES GRANULOMETRIQUES (NF P 94-056)**

**Résultats :**

Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
passant %	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.96	89.37	16.80	10.74	8.78
Refus %										0.04	10.63	83.20	89.26	91.22

**Observations :**

**IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE**

**Nom de l'affaire :** PERTUIS DE FOURCADE LES SAINTES MARIE DE LA MER  
**N° d'affaire :** EMO.160162 **Laboratoire :** AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: oui  
**Sondage :** SC1 **Date de prélèvement :** 14/11/2016  
**Profondeur (m) :** 9.30 à 10.30 **Date de réception :** 16/11/2016  
**Cote (m) :** 0.15 à 0.45 **Mode de prélèvement :** Sondage carotté  
**Profondeur moyenne :** 9.60 m  
**Nature matériau :** sable fin **Etuve (°C)**

105°C	X
50°C	

**TENEUR EN EAU PONDERALE (NF P 94-050)**  
**Date de l'essai :** 24/11/2016  
**Observations :** **Résultat :**  
**Teneur en eau :**  
 $w_n = 19.3 \%$

**MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - METHODE D'IMMERSION DANS L'EAU**  
**Date de l'essai :** **Résultats :**  
**Conditions :**  $\rho =$  t/m<sup>3</sup>  
Conditions de conservations : **Autres paramètres :**  
Conditions de préparation : immersion dans l'eau  $\rho_d =$  t/m<sup>3</sup>  
Température de la salle d'essai : °C  $\gamma =$  kN/m<sup>3</sup>  
 $\gamma_d =$  kN/m<sup>3</sup>  
**Observations :** **Nom de l'opérateur :**

**LIMITES D'ATTERBERG**  
**Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)**  
**Limite de liquidité  $W_L$  :**

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)				
w (%) (NF P 94-050)				

**Date de l'essai :**  
**Limite de plasticité  $W_p$  :**

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)			

**Résultats :**  
 $W_L =$  %  
 $W_p =$  %  
 $I_p =$  %  
**Observations :**

**ESSAI AU BLEU DE METHYLENE (NF P 94-068)**  
**Date de l'essai :** 25/11/2016 **Fraction 0/5mm dans la fraction**  
Proportion : C = **98.61**  
**Observations :** **Résultat :**  
**Valeur de bleu du sol :**  
 $VBS = 0.33$

**EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8)**  
**Date de réception de l'échantillon :** **Résultats :**  
**Observations :**  $SE_1 =$  %  
 $SE_2 =$  %  
**Equivalent de sable :**  
 $SE =$  %

**COEFFICIENT DE FRIABILITE DES SABLES (NF P 18-576)**  
**Observations :** **Résultat :**  
 $F_s =$  %

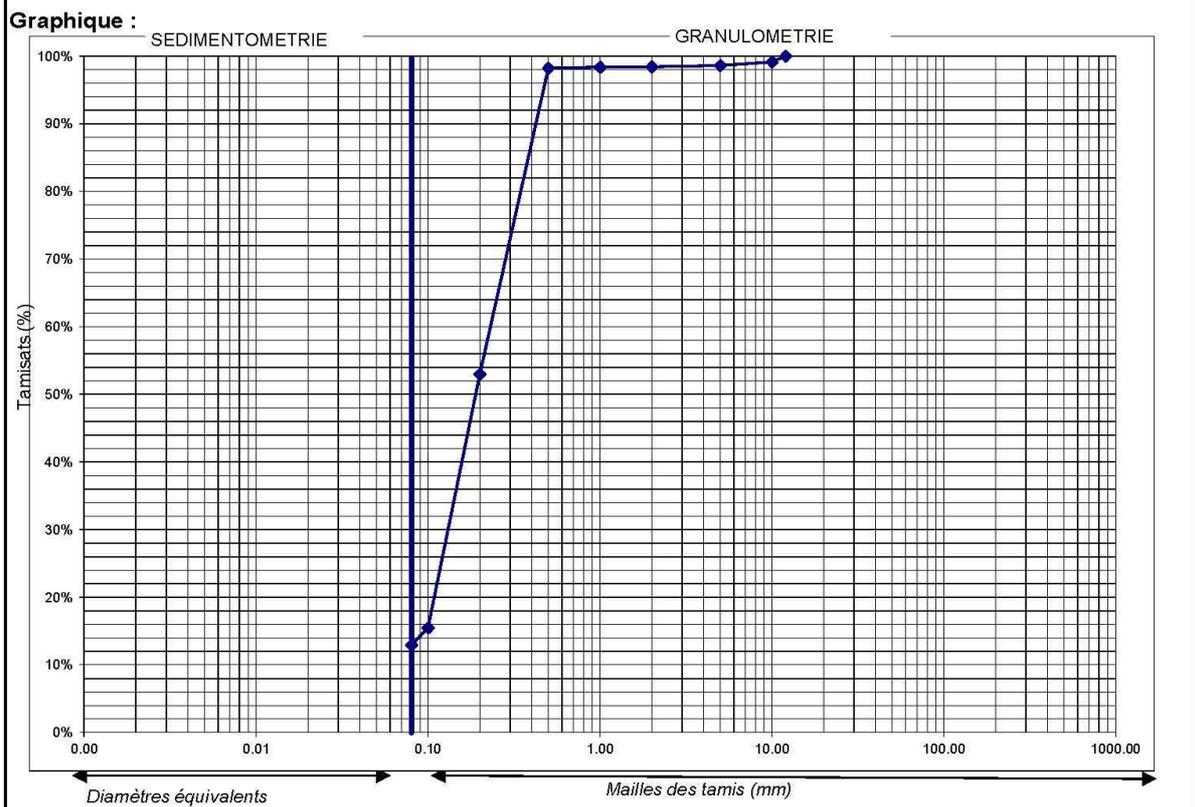
**ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE ET SEDIMENTATION**

(réalisé selon les normes NF P 94-056 et NF P 94-057)

**Nom de l'affaire :** PERTUIS DE FOURCADE LES SAINTES MARIE DE LA MER  
**N° d'affaire :** EMO.160162 **Laboratoire :** AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: oui  
Sondage : SC1 Date d'essai de prélèvement: 14/11/2016  
Profondeur (m) 9.30 à 10.30 m Date d'essai : 28/11/2016  
Cote (m) : 0.15 à 0.45 m Mode de prélèvement : Sondage carotté  
Profondeur moyenne : 9.6 m Date de réception : 16/11/2016

NATURE DU SOL TESTE ET CONDITION D'ESSAI :			
<b>Classification NF P 11-300 :</b>	B5	<b>Nature du sol selon Classification granulométrique</b>	sable
<b>Nature du sol :</b>	sable fin	<b>Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum :</b>	Température d'étuvage : 50°C
<b>% de passant à :</b>		<b>% estimé d'éléments &gt; d<sub>m</sub></b>	Plus gros élément
50 mm = 100.00%	2 mm = 98.44%	dm = 20 mm	Dmax = 12 mm
20 mm = 100.00%	80 µm = 12.93%		
5 mm = 98.61%	2 µm =		



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer | Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

DONNEES GRANULOMETRIQUES (NF P 94-056)														
Résultats :														
Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
passant %	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.14	98.61	98.44	98.37	98.25	53.00	15.48	12.93	11.50
Refus %						0.86	1.39	1.56	1.63	1.75	47.00	84.52	87.07	88.50

**Observations :**

## Essai Consolidé Non drainé avec mesure de pression interstitielle à l'appareil triaxial CU + u selon NF P94 - 070 et 074

N° affaire	EMO.160162
Nom affaire	STE MARIE DE LA MER
Forage	SC1
Profondeur (m)	3.40-4.40 0.10-0.40
Profondeur moyenne (m)	3.65
Niveau d'eau (m)	1.9
Date début essai	23/11/2016
Date fin essai	30/11/2016
Intact/Recompacté	intact

	NOM	Visa	Date
Rédacteur	SELY		30/11/2016
Vérificateur	S.SEGURA		30/11/2016

### Description

argile
--------

### Conditions in-situ

Contrainte verticale en place $\sigma_{v0}$ (KPa)	67
Pression interstitielle en place $u_0$ (KPa)	17.5

Conditions initiales de l'éprouvette	Eprouvette 1	Eprouvette 2	Eprouvette 3	Eprouvette 4
N° cellule	76831	76831	76837	76831
Hauteur $H_0$ mm	71.34	71.6	68.06	69.26
Diamètre $D_0$ mm	35	35	35	35
Masse initiale éprouvette $m_0$ g	131.1	126.2	126.4	123.6
Masse humide initiale (PTH) g	239.3	222.0	216.7	225.1
Masse sèche initiale (PTS) g	182.7	162.0	167.4	172.9
Tare g	4.9	5.0	5.0	5.0
Teneur en eau initiale $w_0$ %	31.83	38.22	30.36	31.09
Degré de saturation $S_r$ %	99.47	99.50	99.49	92.43
Masse volumique initiale $\rho_h$ Mg/m <sup>3</sup>	1.91	1.83	1.93	1.85
Masse volumique sèche $\rho_d$ Mg/m <sup>3</sup>	1.45	1.33	1.48	1.41
Masse volumique des grains $\rho_s$ Mg/m <sup>3</sup>	2.70	2.70	2.70	2.70
(estimée / mesurée)	estimée	estimée	estimée	estimée
Indice des vides initial $e_0$	0.86	1.04	0.82	0.91
Contre-pression $U_{cp}$ KPa	401.0	401.0	401.0	401.0
contrainte de consolidation $\sigma_3$ KPa	47.0	148.0	348.0	448.0
Coefficient "B" de Skempton	0.95	0.98	0.99	1.00

### Conditions de l'éprouvette après consolidation

t100 min	8.00	13.00	12.00	6.00
$\Delta V_s$ consolidation cm <sup>3</sup>	4.62	9.25	9.30	11.13
Diminution hauteur $\Delta H_s$ mm	1.60	3.20	3.22	3.86
Hauteur après consolidation $H_s$ mm	69.74	68.40	64.84	65.40
Diamètre après consolidation $D_s$ mm	34.19	33.32	33.21	32.87

### Conditions finales

Masse finale de l'éprouvette g	126.814	118.682	117.264	111.361
Masse finale sèche g	100.695	92.214	93.148	86.705
Tare g	1.486	1.469	1.454	1.410
Teneur en eau $w_f$ %	26.33	29.17	26.30	28.91

### Cisaillement

$\sigma$ initial kPa	448.0	549.0	749.0	849.0
$u_0$ initiale kPa	398.0	411.0	390.0	396.0
Vitesse d'écrasement $\mu$ m/min	10.4	10.5	10.0	10.0
Vitesse de déformation % /min	0.015	0.015	0.015	0.014

30/11/2016

O:\LABORATOIRE\IGNON\FAIRE\EMO\2016\EMO.160162\resultats essais mécaniques\CCU EMO.

Nom de fichier

N° affaire	EMO.160162
Nom affaire	STE MARIE DE LA MER
Forage	SC1
Profondeur (m)	3.40-4.40 0.10-0.40
Profondeur moyenne (m)	3.65

**Critères de rupture**

q max	s' (KPa)	100.3	154.0	320.6	452.8
	t (KPa)	55.3	103.0	178.6	258.8
(σ'1/σ'3)max	s' (KPa)	92.4	149.9	317.7	448.4
	t (KPa)	54.4	100.9	177.7	257.4
Etat critique	s' (KPa)	99.0	155.4	328.9	440.4
	t (KPa)	54.0	101.4	177.9	252.4

q critique à ΔH/H =	15 %
---------------------	------

Lamda CU	0.482
CU 0	29.6

<b>Critère de rupture retenu</b>	(sigma'1/sigma'3)max
----------------------------------	----------------------

	t'0	θ'	φ'(degré)	C' (KPa)
caractéristiques pic (qmax)	7.1	28.9	<b>33.5</b>	<b>7.1</b>
caractéristiques pic (σ'1/σ'3)max	9.4	28.7	<b>33.2</b>	<b>11.3</b>
Etat critique	5.2	28.9	<b>33.5</b>	<b>6.3</b>
Critères de Mohr Coulomb			<b>33.5</b>	<b>8.5</b>

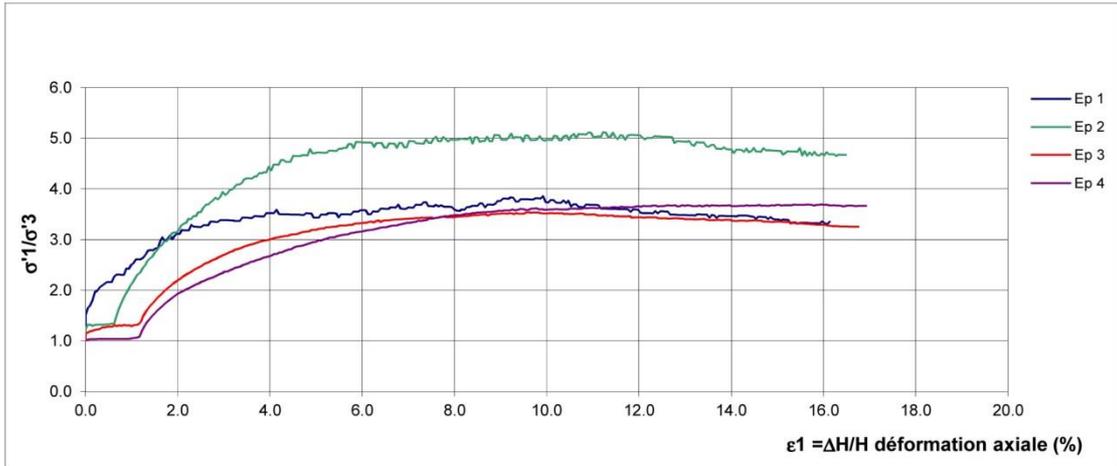
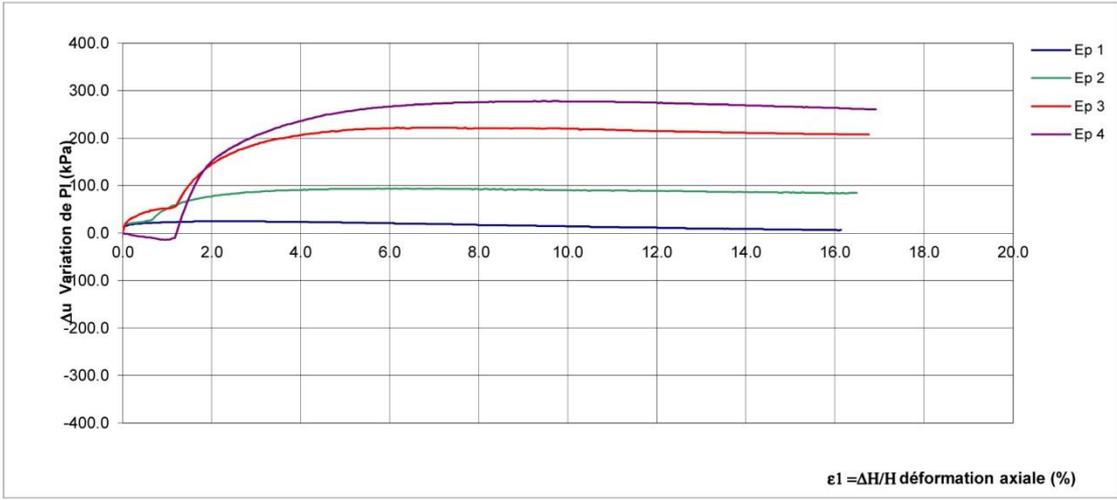
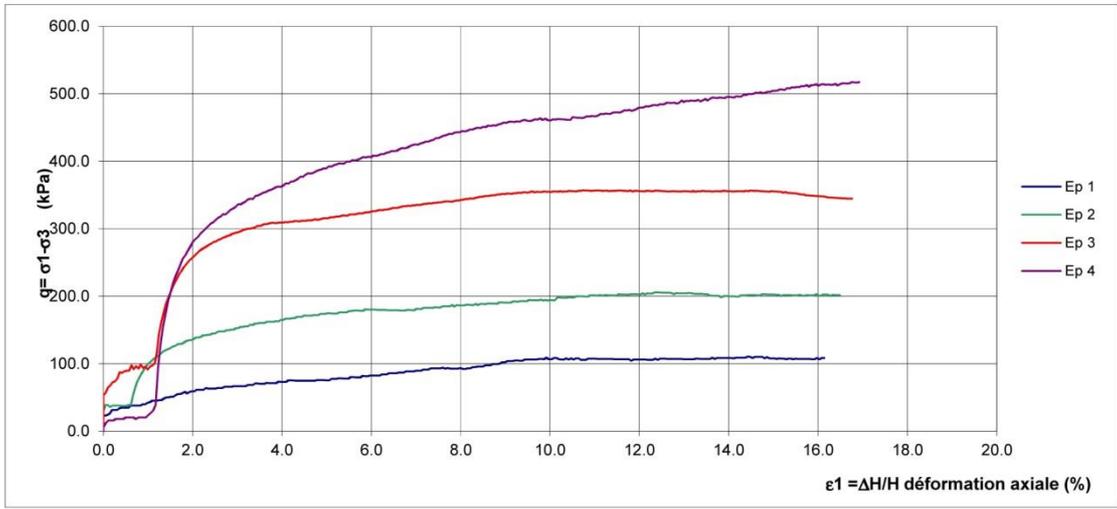
**Observations**

**Schémas de la rupture**



O:\LABORATOIRE\AVIGNON\AFFAIRES\EMO\2016\EMO.160162\résultats essais mécaniques\CCU EMO.160162 SC1 3.40-4.40 0.10-0.4 30/11/2016

O:\LABORATOIRE\AVIGNON\FAIRES\EMO.160162\résultats essais mécaniques\CCU EMO.160162 SC.1 3.40-4.40 C 30/11/2016



$(\sigma'_1/\sigma'_3)_{max}$

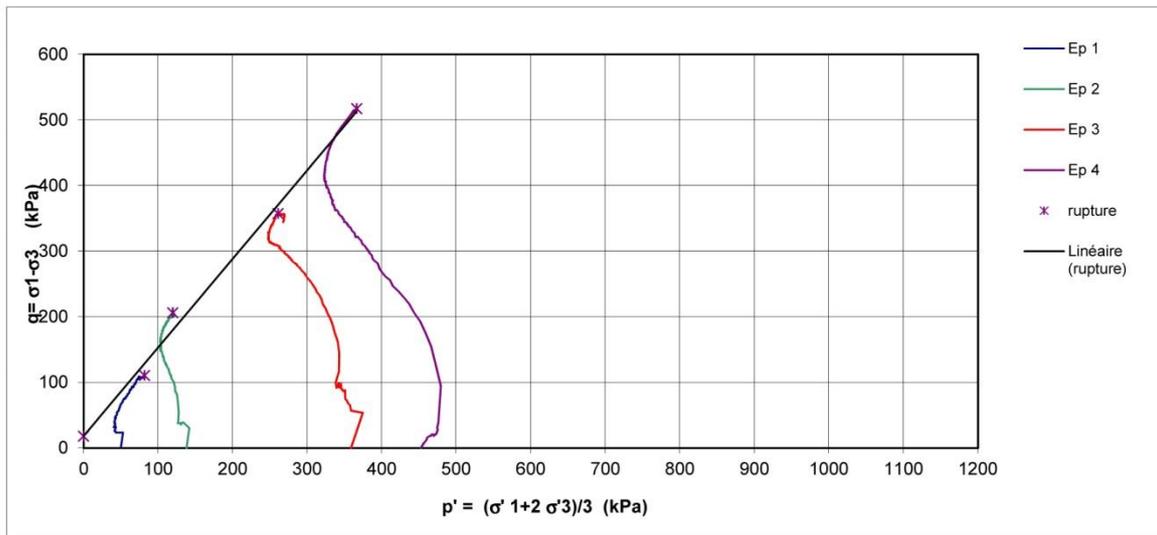
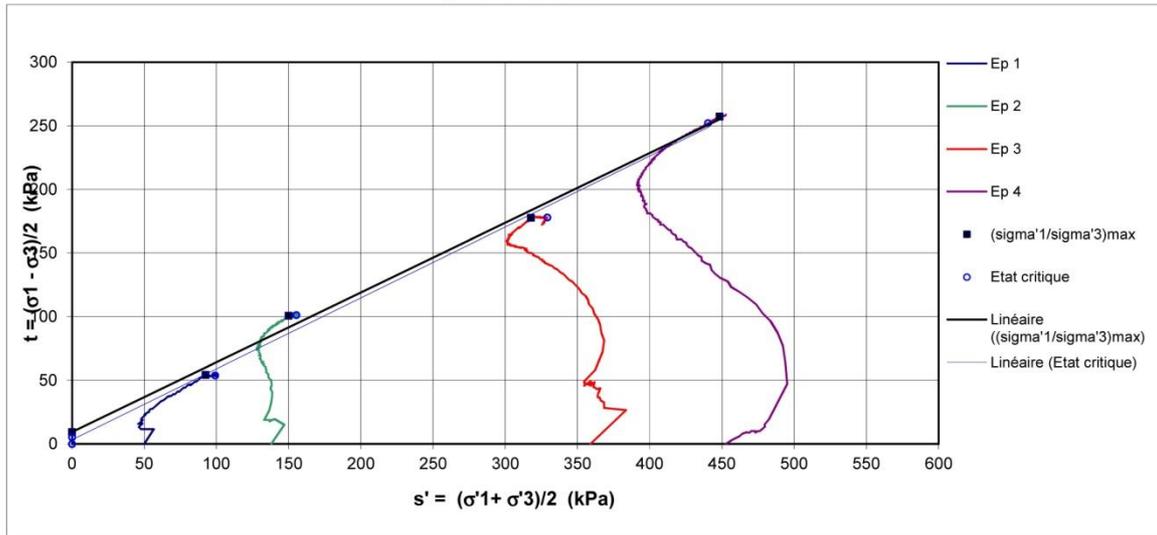
(Critère retenu)

$\Phi' =$

33.2

$C' =$

11.3



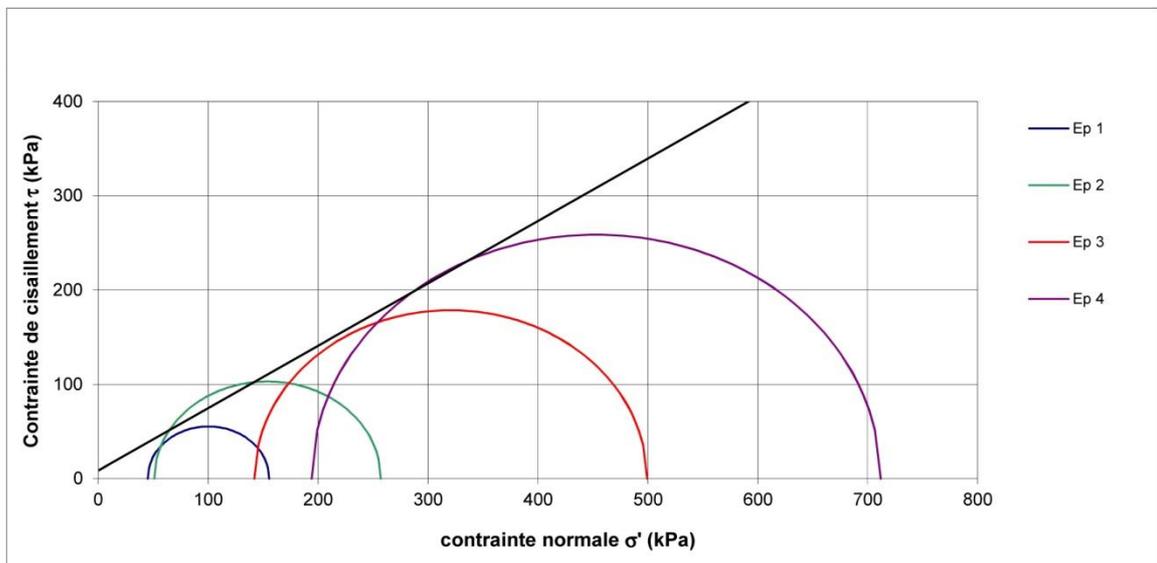
C

$\Phi' =$

33.5

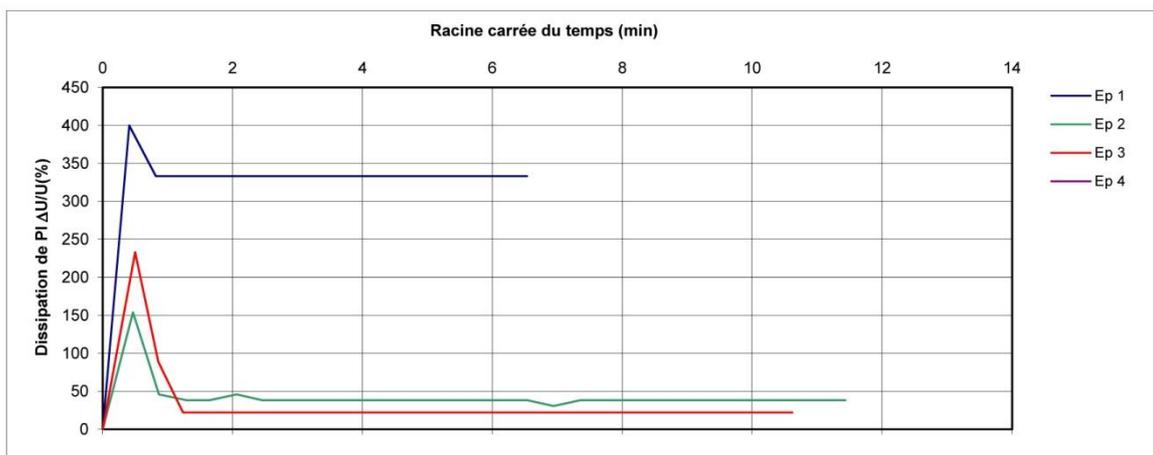
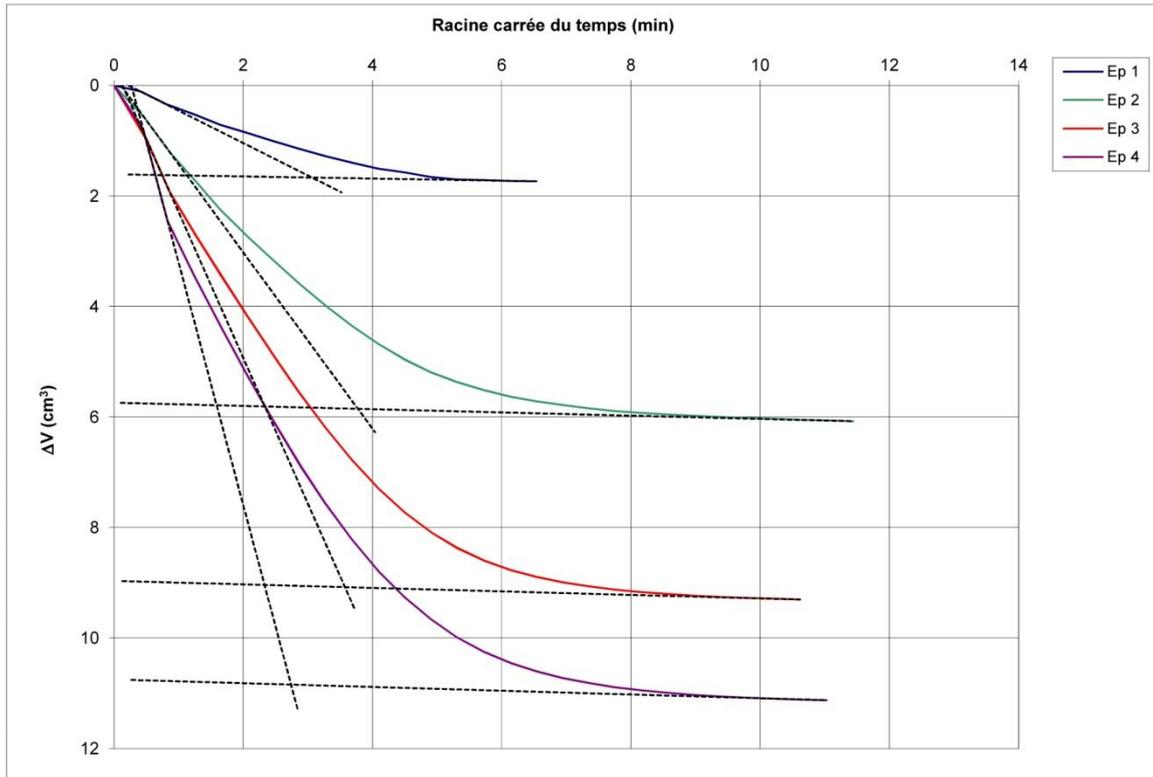
$C' =$

8.5



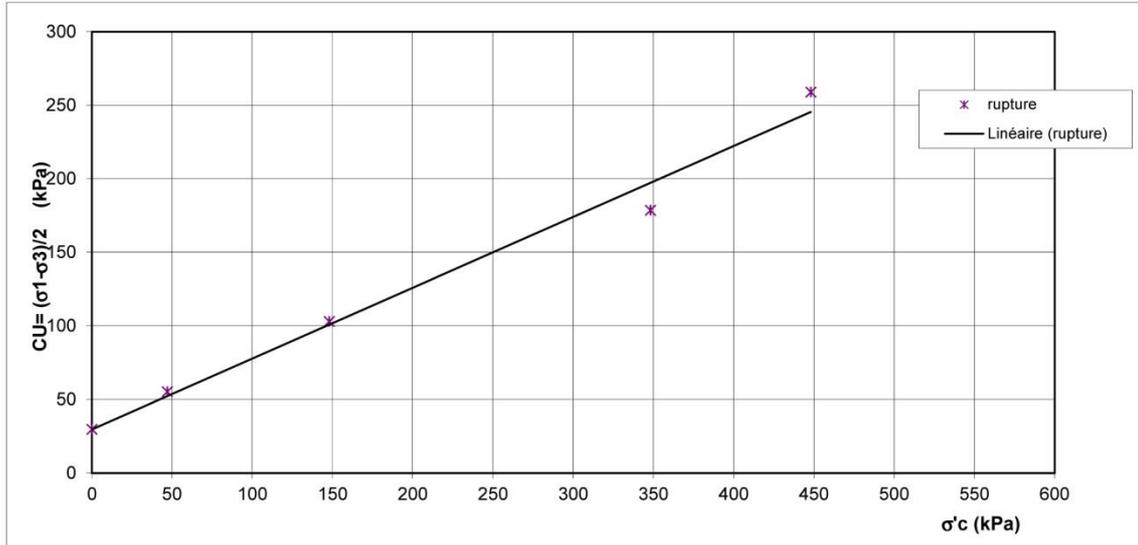
O:\LABORATOIRE\AVIGNON\AFFAIRES\EMO\2016\EMO\_160162\résultats essais mécaniques\CCU EMO\_160162 SC1 3\_40-4\_40 C30/11/2016

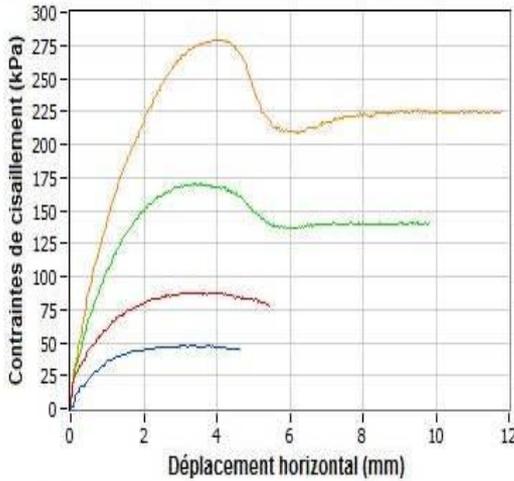
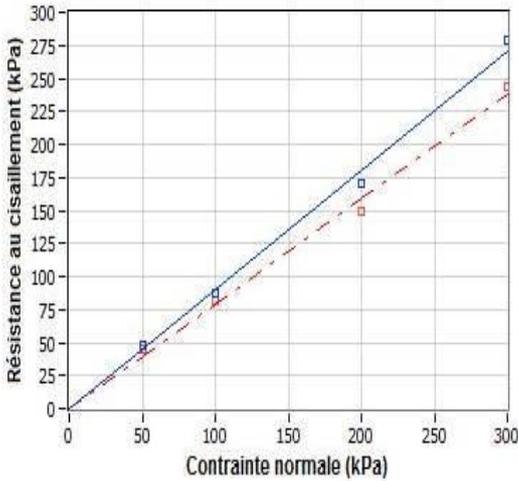
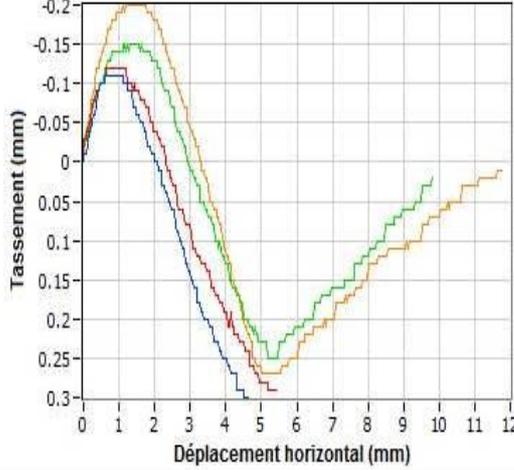
	Eprouvette 1	Eprouvette 2	Eprouvette 3	Eprouvette 4
$\sigma$	47.0	148.0	348.0	448.0
t 100	8.00	13.00	12.00	6.00

**Phase de Consolidation**


O:\LABORATOIRE\AVIGNON\AFFAIRES\EMO\2016\EMO\_160162\résultats essais mécaniques\CCU EMO\_160162 SC1 3\_40-4\_40 C 30/11/2016

O:\LABORATOIRE\AVIGNON\AFFAIRES\EMO.160162\résultats essais mécaniques\CCU EMO.160162 SC1.3.40-4.40 C30/11/2016



 # LABORATOIRE GÉOTECHNIQUE		Essai de cisaillement rectiligne - Cisaillement direct NF P94-071-1, P94-071-2																									
		Site :	PERTUIS	Date de prélèvement :	15/11/2016																						
Nom du technicien :	S.SEGURA	Date d'essai :	23/11/2016																								
FONDASOL 290 rue de Galoubets.84140 Montfavet	N° de dossier :	EMO.160162	Profondeur (m) :	9.30 / 10.30																							
	Sondage N° :	SC1	Cote (m) :	0.15 / 0.35																							
	Nature du sol :	sable	Niveau d'eau (m) :	1.9																							
Eprouvettes avant / après essai																											
D ou L, Diamètre ou Largeur éprouvette (mm) :				60.00	ps, Masse volumique des grains estimée (kg/m³) :		2700																				
svo, Contrainte verticale totale du sol en place (kPa)				187	Uo, Pression interstitielle du sol en place (kPa) :		75																				
s'vo, Contrainte verticale effective sol en place (kPa)				112	Vitesse de cisaillement (µm/min) :		24.0																				
N°	Hi (mm)	mi (g)	ρi (kg/m³)	ρdi (kg/m³)	wi (%)	ei	Sri (%)	T100 (min)	ρdf (kg/m³)	wf (%)	σ' (kPa)	τ f,p (kPa)	δl f,p (mm)	τ f,f (kPa)	δl f,f (mm)												
1	26.14	147.3	1993	1680	18.6	0.607	82.8	1	1710	25.9	50.0	47.4	2.98	45.3	4.63												
2	26.16	143.5	1941	1634	18.8	0.652	77.6	1	1726	26.3	100.0	87.4	3.18	81.6	5.00												
3	26.04	148.6	2018	1692	19.3	0.596	87.3	1	1762	22.9	200.0	170.1	3.36	149.2	5.00												
4	26.18	148.1	2001	1677	19.3	0.610	85.3	1	1752	23.6	300.0	278.3	3.90	243.3	5.00												
Courbes de cisaillement et de tassement																											
																											
								<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Résultats</th> </tr> <tr> <th>C'p (kPa)</th> <th>C'f (kPa)</th> <th>φ'p (°)</th> <th>φ'f (°)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>42</td> <td>38</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Commentaires</b></p> <p>Passage par l'origine imposée</p>								Résultats				C'p (kPa)	C'f (kPa)	φ'p (°)	φ'f (°)	0	0	42	38
Résultats																											
C'p (kPa)	C'f (kPa)	φ'p (°)	φ'f (°)																								
0	0	42	38																								
Visa :														p.1/1													

## Rappel de la définition des termes pressiométriques

### $E_M$ (MPa)

Le module pressiométrique standard défini par analogie avec le module de compression simple dans la théorie pseudo-élastique de l'expansion d'une cavité cylindrique soumise à une pression croissante et calculé dans la première phase de l'essai où l'augmentation relative du diamètre de la sonde est proportionnelle à l'augmentation de pression.

### $p_f$ (MPa)

La pression de fluage, pression à partir de laquelle les tassements différés prennent une valeur importante par rapport aux tassements quasi-instantanés. C'est la fin de la phase pseudo-élastique.  $p_f$  est déterminée par l'étude de l'évolution de l'augmentation du rayon de la sonde à pression constante en fonction du temps.

### $p_l$ (MPa)

La pression limite à partir de laquelle le terrain est en équilibre limite indifférent (écoulement semi-visqueux) dans une zone de rayon croissant avec le temps autour de la sonde, les variations de volume correspondantes étant encaissées par les déformations "élastiques" du terrain extérieur jusqu'à l'infini.

### $p_0$ (MPa)

La contrainte horizontale initiale préexistant dans le sol au niveau de chaque essai.

Si  $H$  est la profondeur de l'essai par rapport au terrain naturel et  $H_s$  la profondeur de la nappe, la hauteur de terrain immergé au-dessus du niveau de l'essai sera :

$$H_i = H - H_s$$

Soit :

$\gamma$  : sa densité humide

$\gamma_w$  : la densité de l'eau

Nous avons alors :

$$p_0 = k_0 [\gamma H_s + (\gamma - \gamma_w) H_i] + \gamma_w H_i$$

$k_0$  = coefficient de poussée des terres au repos.

D'où la formule pratique :

$$p_0 = \frac{1}{2} [\gamma H_s + (\gamma - \gamma_w) H_i] + \gamma_w H_i$$



**fondasol**

TERRITOIRE(S) D'EXIGENCE

[www.fondasol.fr](http://www.fondasol.fr)

