



UNE EXPERTISE QUI FAIT LA DIFFÉRENCE

JUILLET 2014

Dossier : CAI2.E.048



PAYS D'AIX TERRITOIRES

Projet de Palais des Sports

ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

Phase Etude de site (G1 ES)

Phase Principe Généraux de Construction (G1 PGC)

AIX EN PROVENCE (13)



DIRECTION REGIONALE MEDITERRANEE

Agence d'Aix en Provence
Les Hauts de la Duranne
370, rue René Descartes
13857 AIX EN PROVENCE

Téléphone : 04 42 99 27 00
Télécopie : 04 42 99 27 35
Email : cebt.aix@groupe-cebtp.com

**PAYS D'AIX TERRITOIRES**

2 rue LAPIERRE
BP 80251
13100 AIX EN PROVENCE

PROJET DE PALAIS DES SPORTS

AIX EN PROVENCE (13)

RAPPORT - ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

Dossier : CAI2.E.048

Réf. rapport CAI2.E.048.001

Devis : CAI2.E.0159 du 08.04.14
Lettre de commande : 61-14 du 25.04.14

Indice	Date	Chargé d'affaire	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
1	04.06.14	C.RABER		S.PILOTGE		31 pages 7 annexes	
2	22.07.14	C.RABER		S.PILOTGE		32 pages 7 annexes	
3	10.08.14	C.RABER		D.MOREA		32 pages 7 annexes	Ajout P14 et P15 sur plan

A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser à condition de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui y figurent et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.

SOMMAIRE

1	PLANS DE SITUATION.....	5
1.1	EXTRAIT DE CARTE ROUTIERE.....	5
1.2	IMAGE AERIENNE	6
2	CONTEXTE DE L'ETUDE	7
2.1	DONNEES GENERALES.....	7
2.1.1	Généralités	7
2.1.2	Documents communiqués	7
2.2	DESCRIPTION DU SITE	8
2.2.1	Description du site et du projet.....	8
2.2.2	Contextes géotechnique, hydrogéologique et sismique	10
2.2.1	Contexte hydrogéologique	11
2.2.2	Contexte sismique	12
2.3	MISSION GINGER CEBTP	13
3	INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES	14
3.1	PREAMBULE.....	14
3.2	IMPLANTATION ET NIVELLEMENT	14
3.3	SONDAGES, ESSAIS ET MESURES IN SITU	14
3.4	ESSAIS EN LABORATOIRE	17
4	SYNTHESE DES INVESTIGATIONS	18
4.1	MODELE GEOLOGIQUE GENERAL	18
4.1.1	Lithologie	18
4.1.2	Caractéristiques mécaniques des sols.....	19
4.1.3	Essais en laboratoire	20
4.2	CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE GENERAL	21
4.2.1	Piézométrie	21
4.2.2	Inondabilité	21
4.3	RISQUES NATURELS	22
4.3.1	Risque sismique – données parasismiques réglementaires	22
4.3.2	Liquéfaction	23



5 PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION (ETUDES D'ESQUISSE) 23

5.1 ANALYSE DU CONTEXTE ET PRINCIPES D'ADAPTATION23

5.2 ADAPTATIONS GENERALES DE L'ETUDE D'ESQUISSE.....25

5.2.1 Réalisation des terrassements.....25

5.2.2 Soutènements.....28

5.3 NIVEAU BAS28

5.4 FONDATIONS DES STRUCTURES29

5.5 PROTECTION DES OUVRAGES VIS-A-VIS DE L'EAU30

5.6 PROTECTION VIS-A-VIS DU RETRAIT / GONFLEMENT31

5.7 PROTECTION DES OUVRAGES VIS-A-VIS DU RISQUE SISMIQUE.....31

5.8 VOIRIES31

6 OBSERVATIONS MAJEURES 32

ANNEXES

Annexe 1 : Classification des missions types d'ingénierie géotechnique et schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique ;

Annexe 2 : Plans d'implantation des sondages

Annexe 3 : Coupe du sondage pressiométrique (SP1) et de l'équipement piézométrique associé (Pz) ;

Annexe 4 : Coupes des essais au pénétromètre statique (CPT1 à CPT13) ;

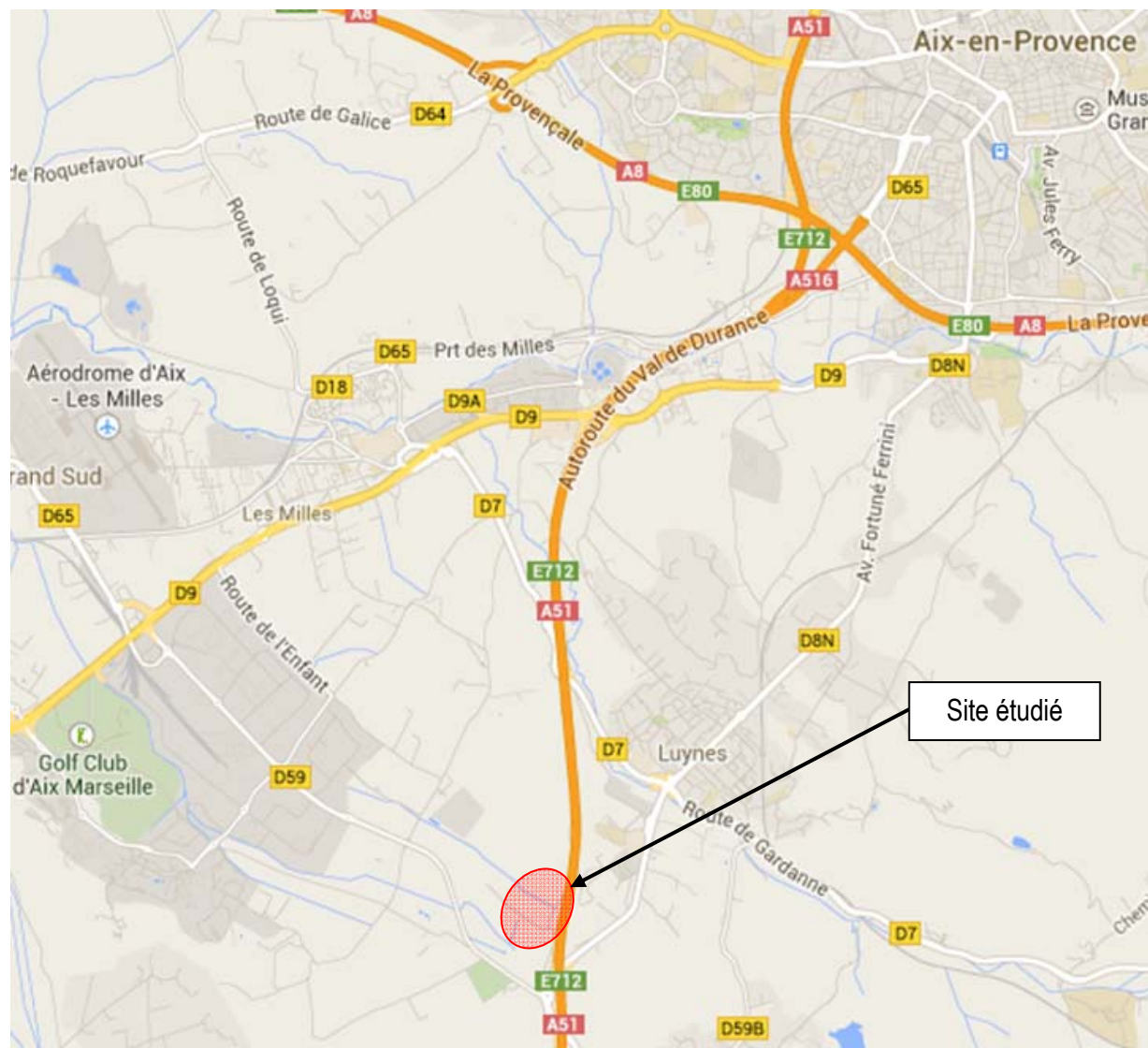
Annexe 5 : Coupes des sondages de reconnaissance effectués à la pelle mécanique en 2010 (F1 à F11) ;

Annexe 6 : Coupes des sondages de reconnaissance effectués à la pelle mécanique en 2014 (P1 à P15) ;

Annexe 7 : Procès verbaux des essais en laboratoire ;

1 PLANS DE SITUATION

1.1 Extrait de carte routière



Source : www.googlemap.fr

1.2 Image aérienne



Source : www.googlemap.fr

2 CONTEXTE DE L'ETUDE

2.1 Données générales

2.1.1 Généralités

Nom de l'opération : Projet de Palais des Sports
Localisation / adresse : Lieu dit des « 3 pigeons »
Commune : Aix en Provence
Code postal : 13290
Client : Pays d'Aix Territoire

2.1.2 Documents communiqués

N°	Document	Echelle	Origine / référence	Indice	Date
1	Plan topographique	1/500	Edité par le cabinet de géomètre ATGTSM (réf. : 11866)	2	06.03.1014
2	Coupes transversales	1/1500	3 Coupes transversales (réf. : coupe TN) Document édité au stade d'esquisse effectué à la main	Sans indice	14.05.2014
3	Plan masse projet	Sans échelle	Hypothèse de plan masse (réf. : AA du 14 05 201401) Document édité au stade d'esquisse effectué à la main	Sans indice	14.05.2014
4	Coupes transversales du projet	1/1500	3 Coupes transversales (réf. : 14 05 2014 01) Document édité au stade d'esquisse effectué à la main	Sans indice	14.05.2014



2.2 Description du site

2.2.1 Description du site et du projet

Le site :

Le site, correspondant au périmètre joint, couvre une superficie d'environ 11 ha environ. Cette zone est composée :

- d'une zone agricole en friche à l'Ouest et au Sud ;
- de parcelles agricoles exploitées au Nord
- d'une zone où se trouve un important dépôt de remblais (4 à 6 m de hauteur) constitué de déchets de démolition, déchets industriels et spéciaux et d'ordures ménagères. Ces dépôts sont présents au centre de la zone et au Nord Est.
- un bâtiment en ruine (ancienne ferme) présent au Sud Est de la parcelle.
- 2 servitudes pour réseaux de concessionnaires (une canalisation de gaz à haute pression et une fibre optique traversent du Nord au Sud la parcelle en partie médiane.





Le projet :

Selon les plans édités en phase faisabilité, le projet prévoit :

- une zone de bâtiments (A) comprenant pour l'un d'entre eux un niveau en partie semi-enterré :

Cette zone comprendra une grande salle (110 m x 60 m) et une salle d'entraînement dont les plateaux sportifs seront descendus à une cote basse de 160 NGF environ. Compte tenu des cotes du terrain naturel (TN) actuel observées dans cette zone (166 NGF), des terrassements de plusieurs mètres au niveau de la décharge actuelle seront nécessaire pour atteindre la cote basse du projet.

En revanche, les niveaux de plancher de certaines parties de bâtiment (espace d'accueil et salons) devant être en relation avec les zones de stationnement pourront être plus hauts que le TN actuel et nécessiter un remblaiement (2 à 6 m environ).

- trois zones à usage de parking et une aire de manœuvre (D) :

La zone de parking implantée sur la bordure Est (D1) : Cette zone de parkings de surface est située entièrement sur la décharge actuelle. Pour limiter le terrassement en déblais ces parkings seront callés sensiblement à la côte actuelle de la décharge.

La zone de parking implantée en partie Sud (D2) : Cette zone située en contrebas de la RD59 devra être remblayée pour avoir des quais bus au niveau de la route départementale.

La zone de parking implantée en partie Nord Ouest (D3) : C'est une zone technique pour les camions des tourneurs (spectacles culturels) et pour le stationnement des véhicules légers. Elle sera sensiblement au niveau du terrain naturel actuel.

- Un espace hydraulique surnommé « PARC » :

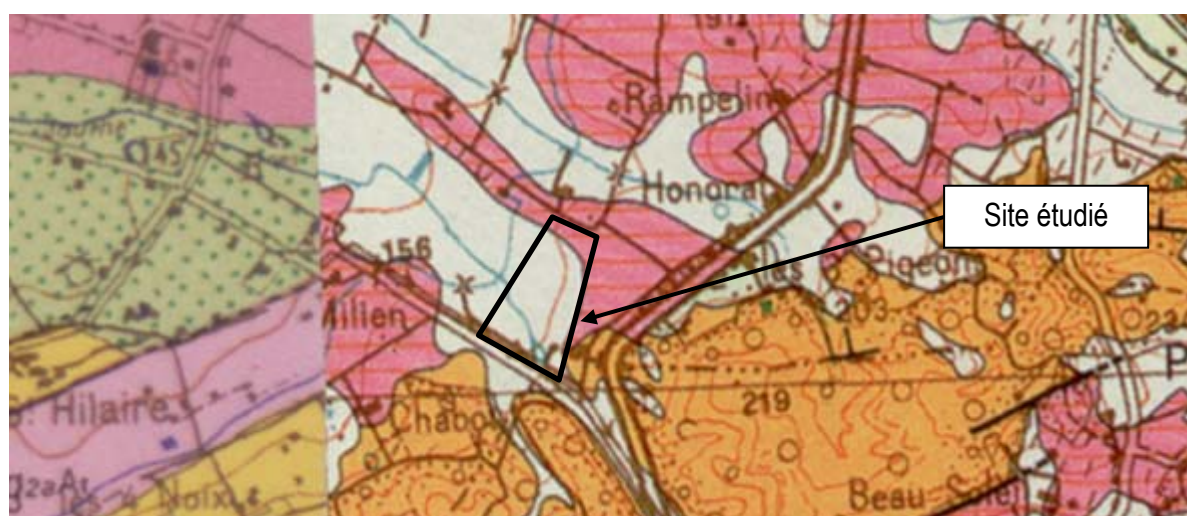
Cet espace de nature protégée (E) à fortes contraintes hydrauliques sera conservé en l'état. Cette zone sera située entre la zone de bâtiments et le parking Sud.



2.2.2 Contextes géotechnique, hydrogéologique et sismique

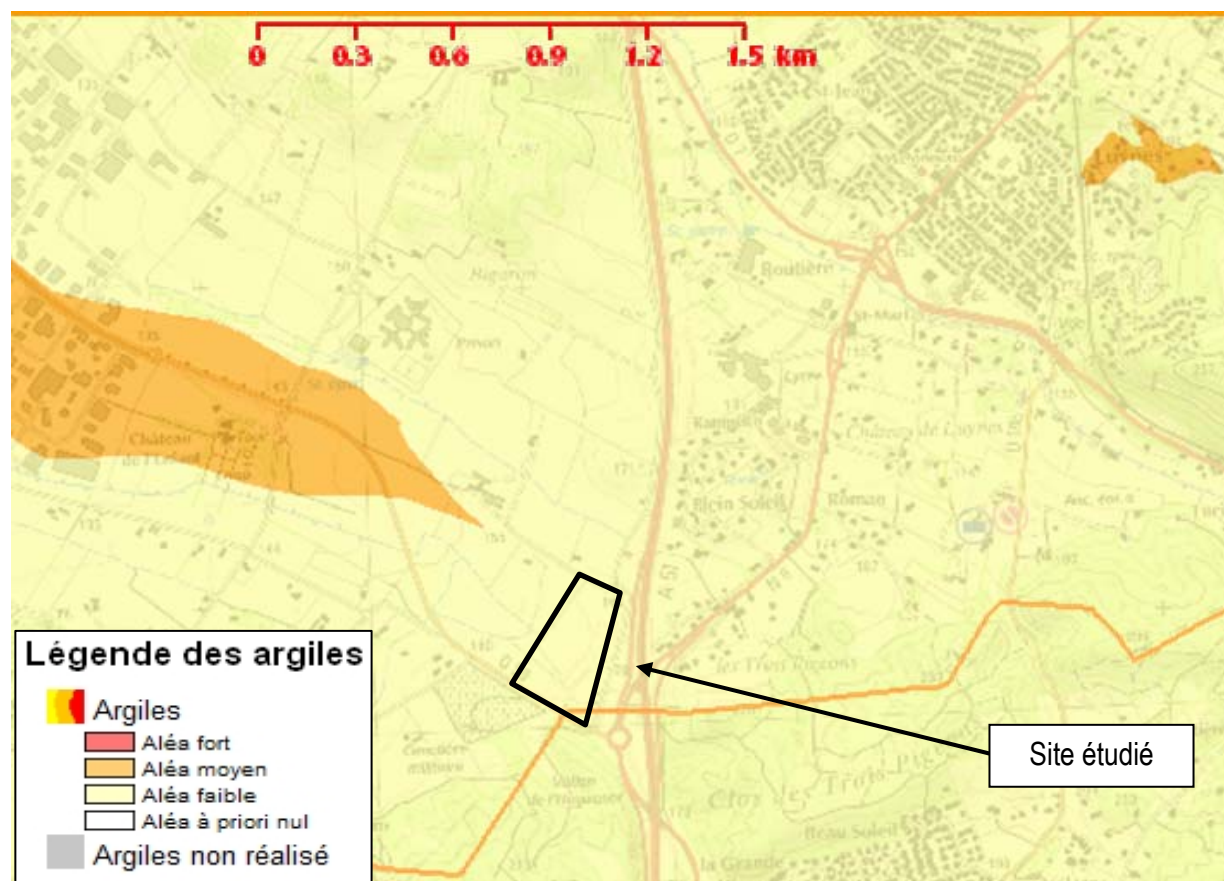
D'après la carte géologique de la France, feuille d'Aix en Provence, au 1/50 000^e, la succession lithologique susceptible d'être rencontrée depuis le TN, après les dépôts d'origine anthropique, est la suivante :

- des colluvions du Würm, composées de limons et de sables plus ou moins graveleux ;
- le substratum stampien local : cette formation est composée de marnes plus ou moins grésifiées, d'argiles et localement de poudingues.



Sources : www.infoterre.brgm.fr

L'extrait de la carte de retrait et gonflement des argiles, présentée ci après, indique un aléa faible pour les terrains de couverture. Toutefois, ces terrains reposent sur les faciès marneux stampiens assujettis aux phénomènes de retrait et gonflement. Par conséquent, une attention particulière sera apportée aux marnes au droit des sondages.

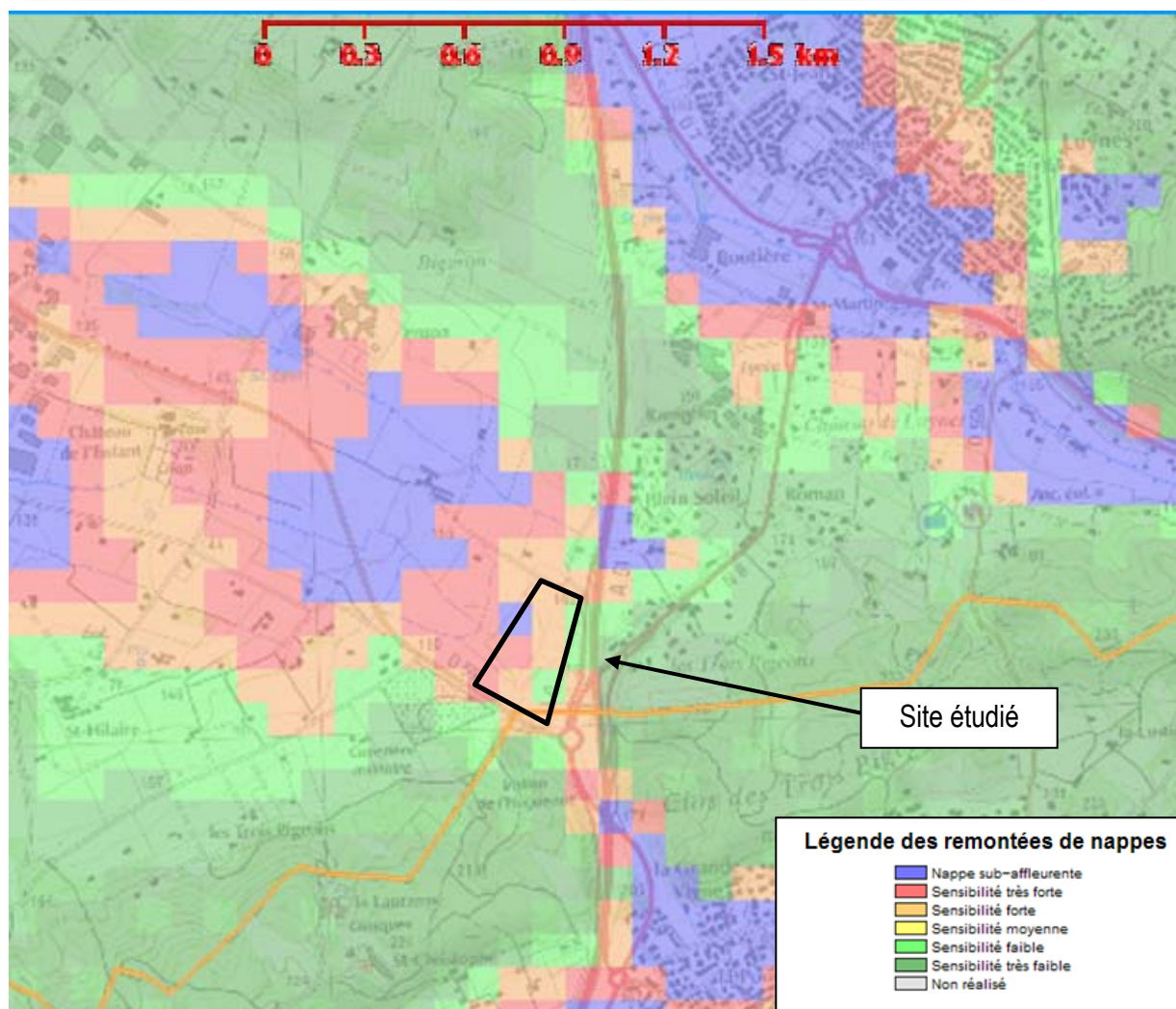


Sources : www.argiles.fr

2.2.1 Contexte hydrogéologique

Au vu de l'extrait de la carte d'aléa d'inondation par remontée de nappe, la parcelle étudiée présente une sensibilité forte à très forte au risque de remontée de nappe.

Le terrain étant implanté à proximité d'un fond de talweg (orientée ONO-ESE) où s'accumule l'ensemble des circulations de versant, il n'est pas impossible d'avoir une nappe d'eau résiduelle et/ou des circulations dans les terrains colluvionnaires.



Source : www.inondationsnappes.fr

2.2.2 Contexte sismique

Selon la carte d'aléa sismique, la commune d'Aix en Provence se situe en zone à sismicité moyenne (4). Cette zone est caractérisée par une accélération de référence au niveau d'un sol rocheux (agr) de 1.6 m/s^2 .



2.3 Mission GINGER CEBTP

La mission de GINGER CEBTP est conforme à la commande n°61-14 du 25.04.14 selon le devis CAI2.D.0159.

Il s'agit d'une ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1) selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique. Plus précisément, compte tenu du niveau d'avancement du projet, notre mission intègre les phases Etude de Site (G1 ES) et Principe Généraux de Construction (G1 PGC).

Dans le cadre du projet de palais des sports au niveau du lieu dit : « les 3 pigeons » au sud de la commune AIX EN PROVENCE (13), nous avons été mandatés par le PAYS D'AIX TERRITOIRES pour réaliser une mission géotechnique préalable (G1), comprenant 2 phases :

- Phase Etude de site (ES) :
 - Réaliser une enquête documentaire géologique (et non historique) pour décrire le cadre géotechnique du site
 - Préciser l'existence d'avoisinants
 - Définir si besoin un programme d'investigations géotechnique spécifique et le réaliser et en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats
 - Fournir un modèle géotechnique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques ainsi qu'une première identification des risques géotechniques majeurs
- Phase Principes généraux de construction (PCG) :
 - Donner une première approche de la zone d'influence géotechnique (ZIG), horizons porteurs potentiels
 - Donner certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, amélioration de sols).

3 INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

3.1 Préambule

Les moyens de reconnaissance et d'essais ont été définis par GINGER CEBTP en accord avec le client.

Ces investigations ont toutes été réalisées. Toutefois, la présence d'une zone de dépôts de remblais et des zones agricoles en friches ont nécessité une journée d'aménagement de piste à la pelle mécanique pour permettre l'accès à nos engins de chantier.

3.2 Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 2. Elle a été définie et réalisée par GINGER CEBTP en fonction du projet et des réseaux enterrés (conduite de Gaz à haute pression et fibre optique).

Les profondeurs e sondages sont données par rapport au TN tel qu'il était au moment de la reconnaissance.

Les altitudes des têtes de sondages ont été estimées d'après le plan topographique qui nous a été transmis.

3.3 Sondages, essais et mesures in situ

De par notre connaissance du secteur et compte tenu du projet, nous avons réalisé le programme de sondage suivant :

Conformément aux données qui nous ont été communiquées, les reconnaissances géotechniques ont été menées uniquement à l'Ouest de la conduite de Gaz au droit de l'implantation envisagée pour les bâtiments.

- 1 forage destructif en 63 mm de diamètre descendus à 16 m de profondeur (SP1), avec exécution d'essais pressiométriques tous les 1.50 mètres destinés à l'évaluation de la portance et des tassements sous les ouvrages. Les essais ont été réalisés conformément à la norme NF P 94-110-1.



- 1 piézomètre descendu à 13 m de profondeur (Pz) au droit de SP1. Cet équipement est composé d'un tube PVC de 32x40 mm de diamètre crépiné à partir de 1 m de profondeur. L'ensemble du PVC a été recouvert par un géotextile anti contaminant et l'espace annulaire a été comblé par un massif filtrant au niveau de la crépine. Un bouchon d'argile a été interposé entre le massif filtrant et la cimentation. L'ouvrage a été protégé par une tête métallique scellée et cadenassée. Cet ouvrage a été réalisé conformément à la norme NF P94-157-2.
- 13 essais au pénétromètre statique lourd (200 KN) descendus à 10 m de profondeur ou arrêtés au refus (CPT1 à CPT13). Ces essais sont destinés à l'évaluation de la portance des sols et des tassements sous les ouvrages.
- Essais en laboratoire : des échantillons ont été prélevés au droit de certaines fouilles à la pelle mécanique (prestation effectuées dans le cadre du diagnostic environnemental) sur lesquels ont été réalisés :
 - o 1 identification GTR (NF P 11.300) des sols au droit de la future zone de parking située au SUD.
 - o 1 essai de gonflement à l'oedomètre pour détermination du potentiel de gonflement du substratum marneux.

Dans le cadre du diagnostic de pollution (Cf. rapport CAIP.E.027), mené conjointement à nos investigations, les sondages suivants ont été réalisés :

- 15 fouilles à la pelle mécanique menées à 5 m de profondeur (P1 à P15).

En 2010, un diagnostic environnemental avait été mené (Cf. rapport DSP1A.0055 du 23.04.2010) sur la même parcelle. Les investigations in situ avaient fait l'objet de :

- 11 fouilles à la pelle mécanique menées à 5 m de profondeur (F1 à F11).

Les coupes des sondages et pénétrogrammes sont présentées en annexes 3 à 6, où l'on trouvera en particulier les renseignements décrits ci-après :

L'espace hydraulique surnommé « PARC » ne prévoyant pas de construction, n'a pas fait l'objet de reconnaissance.



- Sondages destructifs :
 - o coupe approximatives des sols*,
 - o diagraphie des paramètres de forage enregistrés :
 - V.A. : vitesse d'avancement instantanée (m/h),
 - P.O. : pression sur l'outil (bars),
 - P.I. : pression d'injection (bars),
 - C.R. : couple de rotation (bars).

Ces paramètres sont portés directement sur les coupes de forage.

* l'interprétation des sols à partir des forages de type destructif est faite uniquement d'après l'examen des cuttings, des courbes de pénétration des sols et des diagraphies.

- Essais pressiométriques :
 - o Module pressiométrique : E_M (MPa),
 - o Pression limite nette : p_l^* (MPa),
 - o Pression de fluage nette p_f^* (MPa),
 - o Rapport E_M/p_l^* .

Nota : les feuilles de sondages peuvent également contenir des informations complémentaires dont les niveaux d'eau éventuels, les pertes de fluide d'injection, les incidents de forage, etc...

Par ailleurs, les forages de cette campagne d'investigation étant réalisés à l'eau, les niveaux d'eau naturels ne sont pas toujours identifiables ou peuvent être biaisés en raison de leur interférence avec les fluides de forage injectés.

- Essais au pénétromètre statique 200 kN :
 - o diagramme donnant la résistance statique q_c en fonction de la profondeur,
 - o diagramme donnant le frottement latéral sur le manchon f_s en MPa
 - o diagramme donnant le rapport de frottement f_s/q_c en %.
- Puits de reconnaissance à la pelle :
 - o coupe détaillée des sols,
 - o tenue des fouilles,
 - o prélèvements d'échantillons remaniés,

3.4 Essais en laboratoire

Les essais suivants ont été réalisés sur des échantillons remaniés prélevés au droit des fouilles P3 et P14 :

Fouille P14 - Prélèvement de 1 à 2 m de profondeur		
Identification des sols	Nombre	Norme
Teneur en eau pondérale W	1	NF P94-050
Analyse granulométrique par tamisage	1	NF P94-056
Valeur au bleu du sol (VBS)	1	NF P94-068
Classification des sols (GTR)	1	NF P11-300
Fouille P3 - Prélèvement de 4.30 à 5.00 m de profondeur		
Caractéristiques mécaniques	Nombre	Norme
Essai de gonflement à l'œdomètre (chargement de plusieurs éprouvettes)	1	XP P94-091

Les essais en laboratoire ont été réalisés uniquement sur les sols naturels de la parcelle étudiée. L'identification de sol d'un prélèvement ponctuel des matériaux de décharges ne serait pas représentative d'un ensemble anthropique. Cet horizon est très hétérogénéité est possède des caractéristiques lithologiques et mécaniques très variables.

- Les essais réalisés sur le prélèvement de la fouille P14 au Sud de la parcelle permettent d'identifier géotechniquement les terrains alluvionnaires présents au droit de la future zone de parking (D2).
- L'essai réalisé sur le prélèvement de la fouille P3 permet de caractériser le potentiel de gonflement des marnes au droit de la future zone de parking (D1).

Nota : les prélèvements d'échantillons sont la propriété du client. Ils seront conservés pendant un mois à compter de l'envoi du rapport. S'il le souhaite, le client pourra donc soit récupérer ses prélèvements, soit demander à ce qu'ils soient conservés. A défaut de demande expresse, les prélèvements seront mis au rebus.



4 SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS

4.1 Modèle géologique général

Cette synthèse devra être confirmée dans la mission d'étude géotechnique de conception G2.

4.1.1 Lithologie

A noter que la profondeur des horizons est donnée par rapport au terrain naturel tel qu'il était au moment de la reconnaissance.

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser la coupe géotechnique schématique suivante :

- Horizon H1 : Cet ensemble est marqué principalement de dépôts remblayés appartenant à la décharge. Il est marqué par des limons plus ou moins argileux et des sables plus ou moins graveleux marron, grisâtres à noirâtres comportant de nombreux éléments de démolition (tuiles, briques, blocs, ferrailles, plastiques...). Au droit des sondages réalisés en contre bas de la décharge (SP1, CPT1, CPT3, CPT5, CPT7...), cet horizon correspond à un sable graveleux beige avec quelques blocs d'origine anthropique ou colluvionnaire.
- Horizon H2 : Cet horizon appartient aux dépôts colluvionnaires. Il est possible de distinguer deux sous ensembles :
 - o H2a : Limons grisâtres à sables légèrement grossiers correspondant aux colluvions sommitaux peu compactes ;
 - o H2b : Sables argilo marneux localement graveleux correspondant aux colluvions de base plus résistantes.
- Horizon H3 : Ce troisième ensemble lithologique est marqué par les faciès du substratum stampien. Ce sont principalement des marnes beiges comportant quelques nodules de calcaires. Localement, ces marnes peuvent être légèrement grésifiées.

Cotes et épaisseurs des horizons traversés au droit de nos points de reconnaissance :

Horizon concerné	Côte du TOIT	SP1	CPT1	CPT2	CPT3	CPT4	CPT5	CPT6	CPT7	CPT8	CPT9	CPT10	CPT11	CPT12	CPT13
H1	m/TN actuel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	en NGF	157.7	160.7	163.2	160.3	165.9	160	166.3	158.5	166.2	156.9	165.7	158	158.7	159.3
	Epaisseur	1.2	0.5	1.75	0.4	>8.25	0.3	>7	0.3	>9	0.3	>4.2	0.25	0.4	0.25
H2a	m/TN actuel	1.2	0.5	1.75	0.4	-	0.3	-	0.3	-	0.3	-	0.25	0.4	0.25
	en NGF	156.5	160.2	161.5	160.5	-	159.7	-	158.2	-	156.6	-	157.8	158.3	159.1
	Epaisseur	1.05	2.05	1.85	1.8	-	2	-	1.2	-	2	-	2.05	1.8	1.35
H2b	m/TN actuel	2.25	2.55	3.6	2.2	-	2.3	-	1.5	-	2.3	-	2.3	2.2	1.6
	en NGF	155.5	158.15	159.6	158.7	-	157.7	-	157	-	15.6	-	155.7	156.5	157.7
	Epaisseur	2.85	2.05	0.9	1.5	-	1.1	-	0.3	-	>1.7	-	3.7	>4	>3.1
H3	m/TN actuel	5.1	4.6	4.5	3.7	-	3.4	-	1.8	-	-	-	6	-	-
	en NGF	152.2	156.1	158.7	156.6	-	156.6	-	156.7	-	-	-	152	-	-
	Epaisseur	>10.9	>0.1	>0.1	>0.3	-	>0.1	-	>0.2	-	-	-	>0.1	-	-
Refus ou arrêt des sondages	m/TN actuel	16	4.7	4.6**	4	8.25*	3.5	7*	2	9*	4	4.2*	6.1	6.2	4.7
	en NGF	141.7	156	158.6	156.9	157.65	156.5	159.3	156.5	157.2	152.9	161.5	151.9	152.5	154.6

Légende :

	Essais CPT implantés au droit de la décharge		
-	Horizon non reconnu par nos sondages et essais		
*	Refus de pénétration de l'outils sur niveau induré et/ou point dur ponctuel		
**	Refus de pénétration de l'outils sur niveau induré (Substratum Stampien)		

Remarques :

- nous rappelons qu'il n'est pas toujours évident de distinguer les variations horizontales et/ou verticales éventuelles, inhérentes aux changements de faciès, compte tenu de la surface investiguée par rapport à celle concernée par le projet. De ce fait, les caractéristiques indiquées précédemment ont un caractère représentatif mais non absolu ;
- les essais de pénétration des sols étant des sondages dits « aveugles », la géologie des terrains ainsi que les limites de couches sont interprétées ou extrapolées à partir des diagrammes et notamment des valeurs de compacité du sol. La nature des terrains et leur compacité devront, par conséquent, être confirmées lors des travaux.

4.1.2 Caractéristiques mécaniques des sols

Horizon H1 : Ensemble anthropique très hétérogène comportant des points durs et des niveaux décomprimés aux caractéristiques médiocres. Présence d'éléments évolutifs dans le temps. Risque de tassements différentiels importants.

Horizon H2 :

- Niveau H2a : $PI^* = 0.43 \text{ MPa}$ / $Em = 4 \text{ MPa}$ (un seul essai pressiométrique réalisé ne pouvant être pris comme moyenne de la formation). $0.1 \text{ MPa} < q_c < 0.2 \text{ MPa}$. Ensemble lithologique peu résistant pouvant comporter localement de la matière organique. Risque d'évolution si la dégradation de la Matière Organique.

- o Niveau H2b : $1.29 \text{ MPa} < PI^* < 1.41 \text{ MPa} / 20.1 \text{ MPa} < Em < 42.6 \text{ MPa} / 4 \text{ MPa} < qc < 20 \text{ MPa}$. Attention, de part son mode de mise en place (colluvionnement), cet ensemble comporte des passages peu résistants avec des $qc \approx 0.2 \text{ MPa}$ (Cf. CPT11 entre 3.5 et 4.6 m, CPT12 entre 2.5 et 3.5 m et CPT13 entre 2.5 et 4.3 m). Ces niveaux peu résistants sont probablement liés à la présence d'une nappe phréatique.

Horizon H3 : $PI^* > 4.8 \text{ MPa} / Em \approx 200 \text{ MPa}$. $Qc > 20 \text{ MPa}$. Marnes très compactes soumis au risque de retrait et gonflement.

4.1.3 Essais en laboratoire

Les procès-verbaux des essais en laboratoire sont fournis en annexe 7. Les résultats de ces essais sont synthétisés ci-après.

Référence du sondage	Horizon / type de sol	Prof. (m) échantillon	W (%)	VBS	Tamiséat < 80 μm	Classe G.T.R.
P14	H2	1 à 2	22.1	0.71	28	B5

Dans le tableau ci-dessous, sont reportés les résultats des essais de retrait-gonflement :

Référence du sondage	Horizon n / type de sol	Prof. (m) échantillon	W (%)	γ_d (kN/m ³)	Essai de gonflement	
					σ_g (kPa)	Rg
P3	H3	4.30 à 5.00	15.3	16.7	63	$0.2 \cdot 10^{-2}$

Légende :

W : Teneur en eau pondérale

VBS : Valeur au Bleu de méthylène d'un Sol

Tamiséat : Pourcentage de granulat passant au tamis de 80 μm

GTR : Classification du sol selon le Guide des Terrassements Routiers

γ_d : Poids volumique sec

σ_g : Pression de gonflement

Rg : Rapport de gonflement

4.2 Contexte hydrogéologique général

4.2.1 Piézométrie

L'étude hydrologique ne fait pas partie de la mission géotechnique.

Des niveaux d'eau non stabilisés ont été relevés le 15.05.14 au droit des CPT 9, 11, 12 et 13 et le 27.05.14 au droit du piézomètre SP1+Pz (stabilisé).

Essai concerné	Date de la mesure	Niveau d'eau relevé	
		En m/ TN	En NGF
SP1+Pz	15.05.14	0.80	156.9
	27.05.14	1.38	156.3
CPT 9	15.05.14	3.60	153.3
CPT 11	15.05.14	3.10	154.9
CPT 12	15.05.14	2.90	156.6
CPT 13	15.05.14	2.80	156.5

Le niveau d'eau non stabilisé mesuré à 0.80 m/TN au droit du piézomètre (SP1+Pz) le 15.05.14 en fin d'investigation est influencé par le mode de réalisation du forage (adjonction d'eau en cours de forage). Cette mesure, donnée à titre indicative, a été renouvelée le 27.05.14 pour avoir le niveau stabilisé.

Ces niveaux d'eau correspondent probablement à une nappe colluvionnaire située dans l'horizon H2b et/ou à des circulations d'eau pérennes reposant sur le substratum marneux plus ou moins imperméable.

Etroitement liés aux conditions climatiques, les fluctuations de ces niveaux peuvent interférer avec le niveau bas des ouvrages projetés selon la saison de l'année. Nous recommandons un suivi piézométrique mensuel sur une période d'un an pour vérifier ses variations en période estivale.

4.2.2 Inondabilité

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

4.3 Risques naturels

4.3.1 Risque sismique – données parasismiques réglementaires

Compte tenu de l'importance du projet l'application des règles de l'Eurocode 8 seront obligatoires.

Dans le cas où le projet est classé en catégorie III (bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes...), nous indiquons dans le tableau suivant les critères sismiques à retenir vis-à-vis de l'Eurocode 8 :

PARAMETRE	VALEUR
Catégorie d'importance de l'ouvrage (sous réserve de confirmation par le Maître d'ouvrage)	III
Coefficient d'importance γ_I	1.2
Zone de sismicité	Moyenne (4)
Accélération maximale de référence au rocher (m/s ²)	1.6 m/s ²
Accélération horizontale de calcul a_g ($a_g = \gamma_I \times a_{gr}$) (m/s ²)	1.92 m/s ²
Classe de sol (depuis le TN actuel à l'Ouest de la parcelle en pied de talus de décharge)	B
Coefficient de sol S	Classe de sol E = 1.35
Coefficient topographique S_t	1

Les spectres de réponse élastiques sont à déterminer en fonction des valeurs de T_b , T_c et T_d .

PARAMETRE	Composante verticale	Composante horizontale
		Classe de sol E
T_b	0.03	0.08
T_c	0.20	0.45
T_d	2.50	1.25



4.3.2 Liquéfaction

Compte tenu de la nature et des caractéristiques mécaniques des terrains sur les 15 premiers mètres, le risque de liquéfaction peut être négligé.

5 PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION (ETUDES D'ESQUISSE)

5.1 Analyse du contexte et principes d'adaptation

Compte-tenu de ce qui a été indiqué dans les paragraphes précédents, les points essentiels ci-dessous sont à prendre en compte et conduiront les choix d'adaptation du projet :

Contraintes géotechniques et risques identifiés

Au droit des bâtiments :

- Horizon H1 : dépôts remblayés appartenant à une décharge. Epaisseur atteignant plus de 9 m au droit de la décharge. Ensemble lithologique hétérogène et évolutif.
- Horizon H2 : dépôts colluvionnaires. Ensemble lithologique hétérogène aux passages latéraux et verticaux de faciès nombreux.
 - o Au sommet (H2a) : Limons grisâtres peu compacts sur 1.0 à 2.0 m d'épaisseur – Valeurs retenues : $PI^* = 0.43 \text{ MPa}$ / $E_M = 4 \text{ MPa}$;
 - o A la base (H2b) : Sables argilo-graveleux pouvant atteindre plus de 4 m d'épaisseur – Valeurs retenues : $PI^* = 1.3 \text{ MPa}$ / $E_M = 30 \text{ MPa}$.
- Horizon H3 : substratum stampien. Toit observé à partir de 152.2 à 156.7 NGF. Valeurs retenues : $PI^* > 4.8 \text{ MPa}$ / $E_M \approx 200 \text{ MPa}$. Marnes assujetties au phénomène de retrait et gonflement.
- Nappe résiduelle et/ou circulations d'eau anarchiques dans les niveaux colluvionnaires (156.3 NGF mesuré en mai 2014 en SP1+Pz).

Au droit des parkings :

- Parking Est : Ouvrage implanté sur les matériaux de décharge ;
- Parking Sud : Zone sensible aux remontées de nappe et/ou aux circulations d'eau. Matériaux sensibles aux variations de l'état hydrique.

Rappel des projets envisagés



Constructions de 2 bâtiments : la grande salle et la salle d'entraînement

- Cote base du projet = 160 NGF ;
- Terrains de 1800 m² et 1936 m² impliquant des portées importantes au niveau de la toiture ;

Espace d'accueil et salon :

- Côte base du projet = 164 NGF ;

Parking Est = Cote base du projet = 164 NGF avec localement un second niveau ;

Parking Sud = Cote finie non connue à ce stade de l'étude.

Principe d'adaptation

La construction des ouvrages projetés nécessite d'envisager :

- Des charges ponctuelles plus ou moins importantes (poutres de la toiture de longue portée),
- Un niveau semi enterré : partie Ouest de la Grande Salle ;
- Des déblais sur 6 m de profondeur au droit de l'espace d'Accueil,
- Des remblais sur 2 à 3 m de hauteur.

Compte tenu des points précédents, il faut envisager :

- Une dalle portée par les fondations avec vide sanitaire
- Un mode de fondations profondes ancrées dans l'horizon H3,
- A défaut de pouvoir taluter (compte tenu de la proximité des réseaux existants), des soutènements provisoires seront nécessaires au niveau de la décharge.

Ces principes sont détaillés dans les paragraphes suivants.

Nous rappelons que toute modification du projet ou des sols peut entraîner une modification partielle ou complète des adaptations préconisées.

Les missions géotechniques de conception de type G2 AVP et G2 PRO seront alors cruciales et devront, en particulier, étudier la nouvelle configuration.

5.2 Adaptations générales de l'étude de faisabilité

Nota : les indications données dans les chapitres suivants, qui sont fournies en estimant des conditions normales d'exécution pendant les travaux, seront forcément adaptées aux conditions réelles rencontrées (intempéries, niveau de nappe, matériels utilisés, provenance et qualité des matériaux, phasages, plannings et précautions particulières).

Nous rappelons que les conditions d'exécution sont absolument prépondérantes pour obtenir le résultat attendu et qu'elles ne peuvent être définies précisément à l'heure actuelle. A défaut, seules des orientations seront retenues.

5.2.1 Réalisation des terrassements

Pour insérer le projet dans le site, il est prévu de réaliser des déblais compris entre 2 et 6 m de profondeur, et des remblais pouvant atteindre 2.5 à 3 m d'épaisseur.

5.2.1.1 Traficabilité en phase chantier

L'étude de traficabilité en phase chantier ne fait pas partie de la présente mission et devra faire l'objet d'une mission complémentaire dans le cadre d'une étude de conception de type G2 AVP et G2 PRO.

Selon les mesures effectuées et les données du projet, l'ensemble des terrassements ne devraient pas rencontrer de nappe phréatique.

5.2.1.2 Terrassabilité des matériaux

Les horizons H1 et H2 (terrains de couverture) pourront être terrassés au moyen d'engins de chantiers conventionnels (tractopelle, pelle mécanique...). La présence de déchets de constructions (blocs de béton...) présents dans l'horizon H1 nécessitera une adaptation de la puissance des engins utilisés. De plus, compte tenu du contexte (décharge) et avant tout terrassement, il sera important de se référer aux recommandations du diagnostic environnemental (CAIP.E.027) pour l'utilisation des EPI adaptés pour la protection du personnel.

La présence de niveaux grésifiés et de marnes compactes dans l'horizon H3 risque de générer des difficultés d'extraction. Ces derniers devront se faire à l'aide d'engins ou de procédés adaptés (éclateur, dérocteur, pelle puissante, BRH,...).

5.2.1.3 Drainage en phase chantier

Des venues d'eau peuvent apparaître en cours de terrassement dans les couches superficielles. Elles seront alors collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (captage).

Il conviendra de prévoir les formes de pentes, les réseaux de fossés, les exutoires et autres dispositions spécifiques au cas par cas pour assurer la mise au sec de la plateforme de travail à tout moment.

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

Ces recommandations sont adaptées uniquement pour les travaux réalisés au dessus du niveau de la nappe phréatique.

Les terrassements sous le niveau de la nappe non prévu à ce stade de l'étude nécessiteront la mise en place d'une enceinte étanche permettant la réalisation des pompages et le rabattement interne de la nappe, sans modifier les écoulements et les niveaux statiques à l'extérieur de la fouille. Dans ce cas, nous recommandons une étude spécifique au stade projet en fonction de la localisation précise des ouvrages concernés.

5.2.1.4 Réalisation des remblais

Au droit des salles de sport, un remblaiement de l'ordre de 2.5 à 3 m sera nécessaire pour atteindre la cote de 160 NGF.

Au droit de l'espace d'accueil et des salons, un remblaiement de l'ordre de 6 à 6.5 m sera nécessaire pour atteindre la cote de 164 NGF.

Cet apport de matériaux induira localement des surcharges de l'ordre de 0.10 à 0.13 MPa. Ces contraintes risquent de créer des tassements qui devront être prises en compte dans le dimensionnement des ouvrages.

L'étude de réalisation des remblais ne fait pas partie de la présente mission et devra faire l'objet d'une mission complémentaire dans le cadre d'une étude de conception de type G2 AVP et G2 PRO.

5.2.1.5 Réemploi des matériaux en remblais

Les matériaux, ainsi que les procédures de mise en œuvre et de contrôle devront répondre aux recommandations GTR – Réutilisation des matériaux en remblais et couches de forme.

Réutilisation des matériaux des Horizons H1:

L'horizon H1 est caractérisé par des matériaux d'origine anthropique. Leur réutilisation en l'état est proscrite et ne pourront pas rester en place sous les futurs aménagements routiers. Il est en effet nécessaire de vérifier l'absence de matière organique évolutive dans ces remblais. De plus, les matières susceptibles d'évoluer ou présentant des vides (réfrigérateur ou plâtre par exemple) devront être supprimées.

Selon les sondages effectués, il s'agit a priori majoritairement de matériaux de démolition (brique, béton, tuyaux PVC, verre...) dans une matrice limono-graveleuse. Si cette nature est vérifiée, ils pourront être réutilisables uniquement après tri, criblage et concassage des gros blocs et béton. Leur mise en œuvre en structure de chaussée devra faire l'objet d'une méthodologie précise à définir dans le cadre d'une étude de conception de type G2 AVP et G2 PRO. Dans le cas contraire, ils seront mis en dépôt (merlon paysagé) ou en décharge spécifique (Cf. Diagnostic environnementale CAIP.E.027).

Réutilisation des matériaux des Horizons H2a :

L'horizon H2a (faciès limoneux) est caractérisé par des sols difficiles à mettre en œuvre en raison de leur faible portance. Ils sont sujets au matelassage. De plus, ils sont sensibles aux variations hydriques. Compte tenu de leur degré d'humidité, il sera nécessaire de limiter leur teneur en eau par une méthode adaptée (drainage préalable plusieurs semaines). Les sols H2a potentiellement riches en matières organiques doivent être triés. Nous excluons à ce stade sur réemploi en remblai et en couche de forme.

Réutilisation des matériaux de l'horizon H2b :

Les matériaux de l'horizon H2b (faciès graveleux) sont caractérisés par des sols insensibles aux variations hydriques. Ces derniers pourront être réutilisés en remblai en respectant les recommandations et la méthodologie de mise en œuvre indiqué par le Guide des Terrassements Routier (GTR).



Réutilisation des matériaux de l'horizon H3 :

Les matériaux de l'horizon H3 (faciès marneux) sont assujettis aux phénomènes de retrait et gonflement. Selon l'état hydrique des matériaux extraits, des précautions et une méthodologie précise à mettre en œuvre seront à respecter (Cf. GTR).

Un contrôle régulier sera nécessaire au fur et à mesure de l'avancement de l'élévation du remblai. Ce contrôle est à prévoir à chaque couche unitaire d'apport, et au minimum tous les mètres d'épaisseur. Les critères de réception du remblai par essais à la plaque $\varnothing$ 60 cm, selon le mode opératoire du L.C.P.C., devront être :

- un module $EV2 \geq 50$ MPa,
- $EV2/EV1 \leq 2$.

GINGER CEBTP se tient à la disposition du maître d'œuvre ou de l'entreprise pour la réalisation des essais de contrôle à tout stade de l'exécution.

5.2.2 Soutènements

Si des plateformes à différents niveaux devaient être réalisées nécessitant des soutènements, les voiles de structures devront être dimensionnées pour reprendre la poussée des terres, la présence éventuelle d'eau en amont (circulations) et les surcharges en tête induites par les avoisinants projetés (espace d'accueil et salon).

5.3 Niveau bas

Au vu des plans et coupes transversales communiquées, nous recommandons de faire porter la dalle par les fondations. Cette structure de type pilotis laissera un espace entre la dalle et les matériaux de la décharge afin que la volatilisation des gaz soit maintenue selon les normes en vigueur. Cette solution est également justifiée car l'apport d'une épaisseur importante de matériaux (5 à 6m) génèrerait des tassements plus ou moins importants.

Un dallage peut être envisagé au droit des plateaux (terrains de sports) uniquement dans le cas où l'épaisseur de l'horizon H1 (matériaux évolutifs) soit totalement terrassée et que des charges apportées au dallage soit limitées à 500 kg/m². Dans ce cas, l'apport de matériaux de remblaiement de l'ordre de 2.5 à 3 m d'épaisseur, nécessaire pour atteindre la cote de 160 NGF, apporterait une charge limitée de l'ordre de 50 à 60 kPa.

Dans le cas où les terrassements interféreraient avec le toit des marnes stampiennes (H3), nous rappelons que cet horizon H3 est assujéti au phénomène de retrait et gonflement (pression de gonflement de l'ordre de 63 kPa).

Dans le cas où des charges importantes venaient à être apportées au niveau bas (modifications de la configuration de salle selon le type d'évènement), nous recommandons soit de faire porter la dalle par les fondations ou d'assoir le dallage sur l'horizon H3 (substratum stampien) ou d'effectuer un renforcement de sols au niveau de l'horizon H2 (colonnes ballastées, inclusions rigides...).

5.4 Fondations des structures

Nous notons la présence de fortes épaisseurs de terrains très peu résistants (horizons H1 et H2). Ces horizons sont hétérogènes avec des caractéristiques mécaniques très faibles voire localement médiocres et peuvent occasionner des tassements absolus et différentiels importants. Nous déconseillons donc de retenir ces niveaux comme ancrage des fondations.

Compte tenu des cotes des niveaux bas annoncées par les documents communiqués (160 NGF et 164 NGF), nous retiendrons un mode de fondations profondes ancrées dans l'horizon H3 tout en respectant les conditions d'ancrage de la Norme NF P 94-262.

Le tableau suivant indique le toit de l'horizon H3 au droit de la parcelle étudiée et l'épaisseur de l'horizon H1.

En pied de décharge (à l'Ouest et au Sud du Talus)		Au droit de la décharge
0.5 m d'épaisseur de terrain sablo-graveleux (H1)		Entre 4.20 et 9 m d'épaisseur de remblais (Horizon H1)
Nappe colluvionnaire présente au sein de l'Horizon H2		
Toit de l'horizon H3 situé à 3.5 m en partie Nord	≈ 156.6 NGF au droit des CPT 3, 5 et 7	Toit de l'horizon H3 non reconnu (< 157 – 158 NGF)
Toit de l'horizon H3 situé à 5.10 m en partie médiane	≈ 152.2 NGF au droit du CPT 9 et SP1	
Toit de l'horizon H3 situé à > 6.0 m en partie Sud	< 152.0 NGF au droit des CPT 11, 12 et 13	

Les fondations profondes (pieux) devront être dimensionnées dans la phase G2.

5.5 Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau

Les niveaux d'eau observés, au droit des essais CPT9, 11, 12 et 13 et du piézomètre SP1+Pz montrent une nappe située à 156.5 NGF en mai 2014. Selon les projets envisagés, les niveaux semi-enterrés n'interféreraient pas avec le niveau piézométrique. Toutefois, une partie des ouvrages seront soumis aux circulations d'eau ponctuelles et anarchiques présentes dans l'horizon H1 et H2.

Selon les ouvrages projetés, plusieurs solutions sont envisageables pour se prémunir contre l'action de l'eau :

- En cas d'absence de circulations d'eau ponctuelles, au minimum un drainage périphérique sera réalisé selon les normes en vigueur.

En cas de présence de stagnations d'eau locales ou de circulations d'eau importantes, il pourra être envisagé les solutions suivantes :

- Tapis drainant sous le dallage. Il sera défini avec soin, de façon à assurer son efficacité et sa pérennité (granulométrie grossière, pente suffisante, drains en épis si nécessaire, géotextile anti-contaminant, avec relevage ou évacuation gravitaire, etc.)
- Etanchéité relative associée à des cunettes périphériques avec forme de pente, et évacuation par pompage des eaux de suintement recueillies.

Les drainages seront raccordés à une évacuation adaptée (gravitaire ou pompe de relevage), et rejetés dans les réseaux sous réserve de l'autorisation des Services compétents concernés.

Dans tous les cas, un entretien régulier des ouvrages de drainage est nécessaire afin d'assurer la pérennité de son fonctionnement.

Il appartient aux concepteurs de s'assurer auprès des services compétents que le terrain n'est pas inondable.

Le projet n'étant pas enterré, les variations du niveau de la nappe n'auront pas d'influence.



5.6 Protection vis-à-vis du retrait / gonflement

Le mode de fondation du dallage devra tenir compte du potentiel de gonflement des marnes.

5.7 Protection des ouvrages vis-à-vis du risque sismique

Disposition générales à respecter :

- système de fondation homogène sous un même corps de bâtiment, à moins de délimiter des parties par joints parasismiques ;
- ne pas fonder les constructions à cheval sur deux ou plusieurs types de sol de caractéristiques géotechniques très différentes, ou sur des discontinuités naturelles du sol : fractures, ressauts, brusque, changement de pente, etc... ;
- encastrement fortement les fondations dans les sols meubles ;
- veiller à ce que l'assise des fondations soit horizontale ;
- avoir un seul niveau de fondation et un niveau identique de fondation pour un même corps d'ouvrage ; en cas de niveaux enterrés, les prévoir sur toute l'emprise de la construction ou, à défaut, sur une partie séparée par un joint parasismique. Si la stratification des couches géologiques est inclinée, la totalité des fondations doit descendre dans un niveau de sol identique, éventuellement avec décrochement de niveaux bas, de préférence inférieur à 1.2 m ;
- éviter impérativement toute accumulation d'eau de ruissellement autour des constructions (drainage périphérique efficace avec des regards de visite) ;
- prévoir tous éléments raidisseurs dans la structure, tels que chaînages, voiles, même courts en longueur, poteaux de même hauteur plutôt longs que courts, notion de couple poteaux forts / poutres faibles à respecter.

5.8 Voiries

L'étude de dimensionnement des voiries ne fait pas partie de la présente mission et devra faire l'objet d'une mission complémentaire dans le cadre d'une étude de conception de type G2 AVP et G2 PRO.



6 OBSERVATIONS MAJEURES

On s'assurera que la stabilité des ouvrages et des sols avoisinants le projet est assurée pendant et après la réalisation de ce dernier.

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve des conditions générales des missions géotechniques de l'Union Syndicale Géotechnique fournies en annexe 1 (norme NF P94-500 de novembre 2013).

Nous rappelons que cette étude a été menée dans le cadre d'une étude géotechnique préalable (G1) et que, conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, les différentes phases d'étude de conception (G2) devront être envisagées (collaboration avec l'équipe de conception) pour :

- permettre l'optimisation du projet avec, notamment, prise en compte des interactions sol / structure ;
- vérifier la bonne transcription de toutes les préconisations dans les pièces techniques du marché.

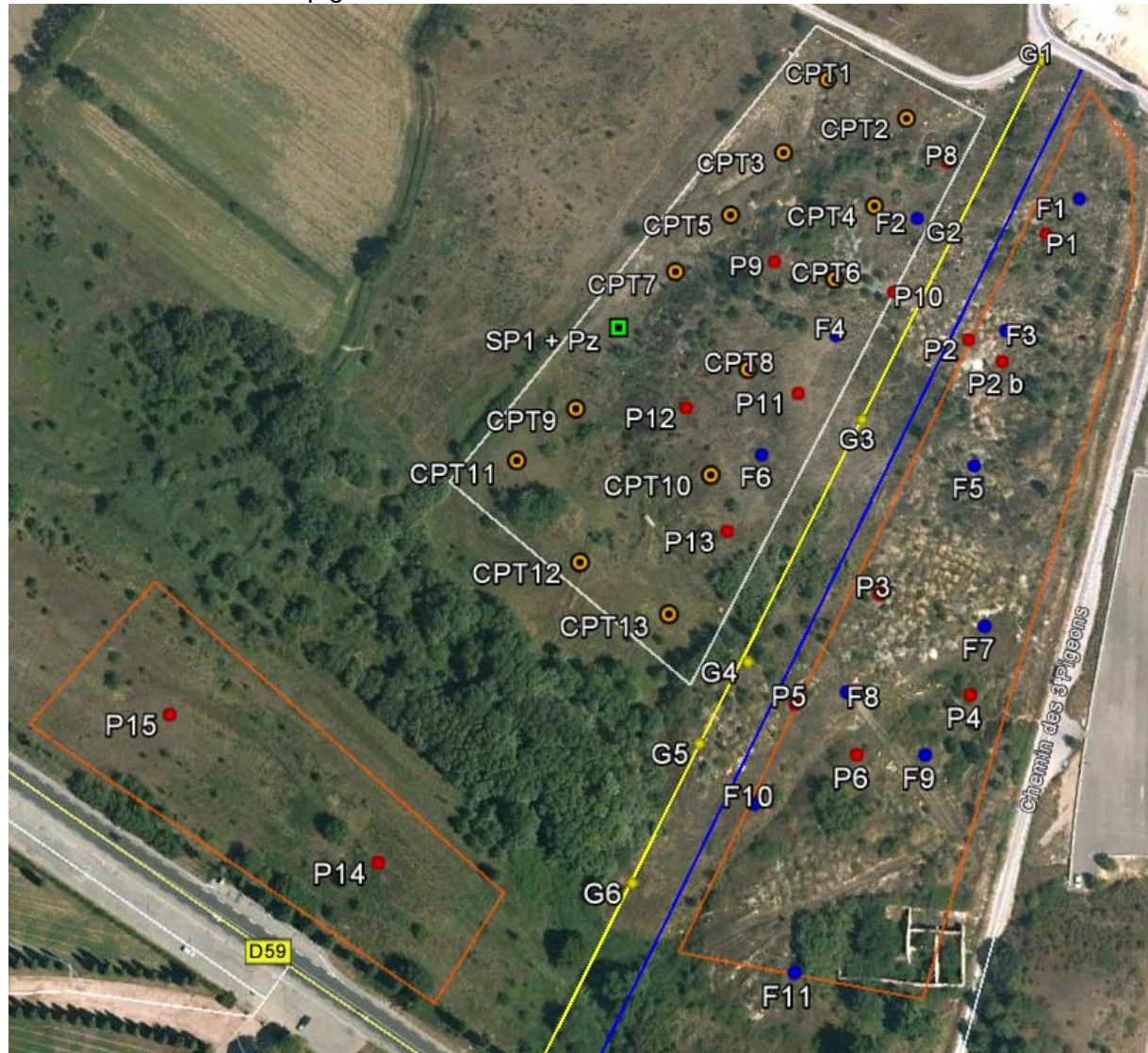
GINGER CEBTP peut prendre en charge la maîtrise d'œuvre dans le domaine de la géotechnique, au stade du projet.



ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

CAI2.E.048 – Projet de Palais des Sports

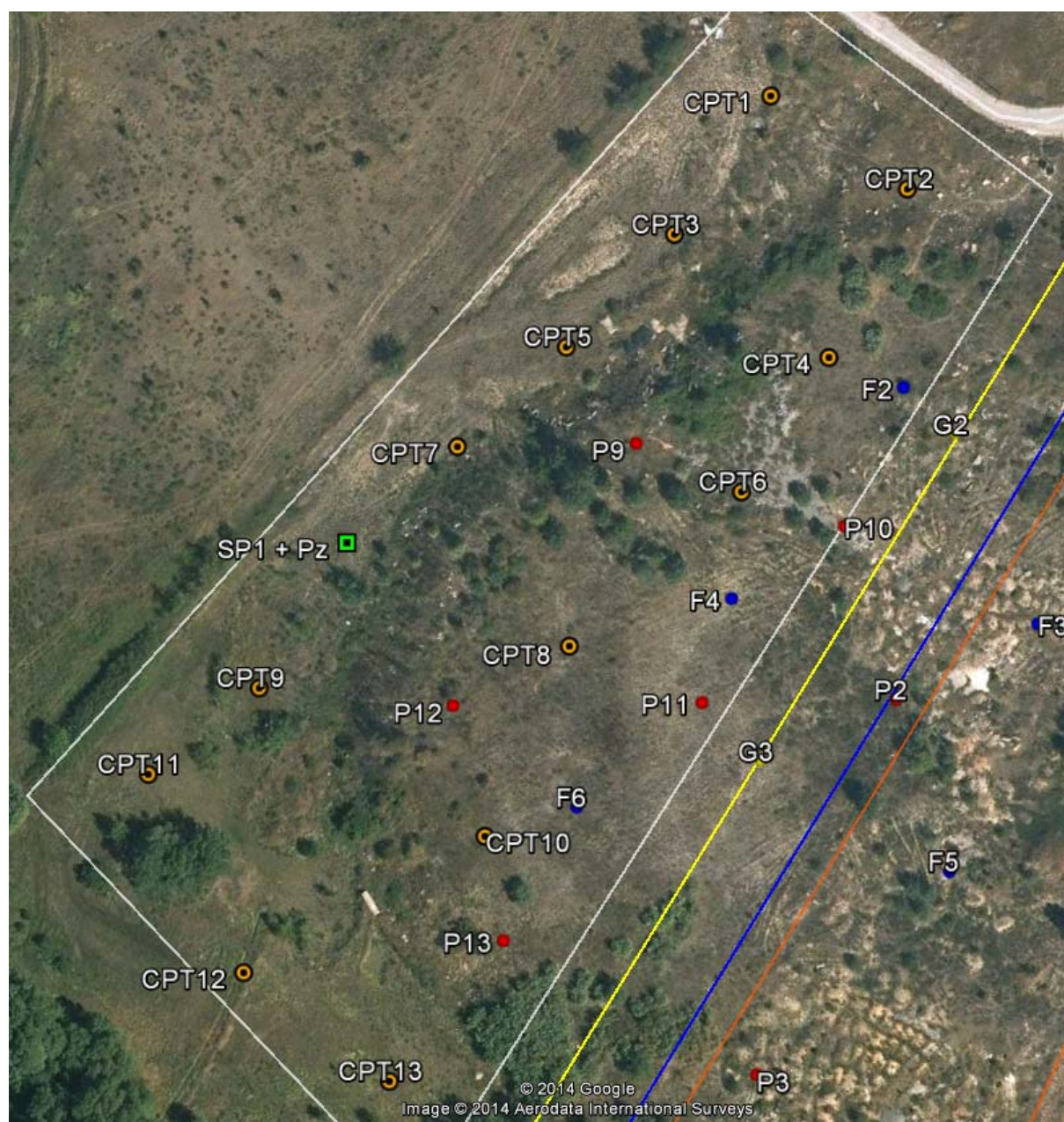
Adresse : Chemin des 3 pigeons Commune d'Aix en Provence



Légende :

- Zone concernée par l'implantation des bâtiments
- Zone concernée par l'implantation des parkings
- CPT1 à CPT13 : 13 Essais CPT à 10 m ou au refus
- SP1 + Pz : Sondage pressiométrique à 15 m de prof.
 - avec 1 essai pressio. tous les 1.5 m
 - 1 Pz (52*60 mm) à 15 m
- F1 à F11 : Fouille à 5 m réalisées en 2010
- P1 à P13 : Fouille à 5 m à réaliser en 2014
- Conduite de Gaz — Fibre Optique

IMPLANTATION DES POINTS DE SONDAGE



Légende :

- CPT1 à CPT13 : 13 Essais CPT à 10 m ou au refus
- SP1 + Pz : Sondage pressiométrique à 15 m de prof.
 - avec 1 essai pressio. tous les 1.5 m
 - 1 Pz (52*60 mm) à 15 m
- F1 à F11 : Fouille à 5 m réalisées en 2010
- P1 à P13 : Fouille à 5 m à réaliser en 2014

— Conduite de Gaz — Fibre Optique

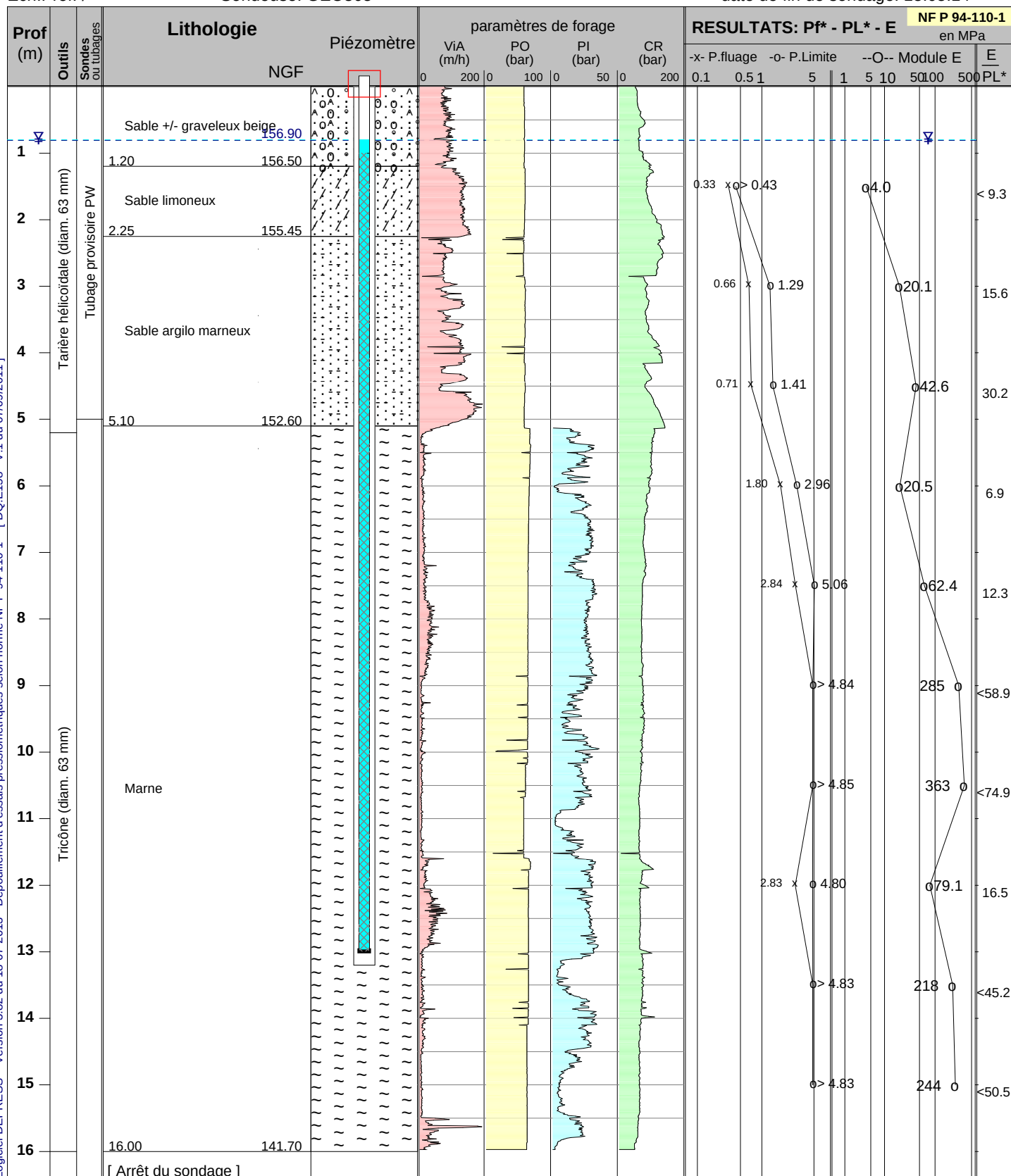


ANNEXE 3 – COUPE DU SONDAGE PRESSIOMETRIQUE (SP1) ET DE L'EQUIPEMENT PIEZOMETRIQUE ASSOCIE (PZ)

Ech.Prof: /

Sondeuse: GEO305

date de fin de sondage: 15.05.14



Observations : /

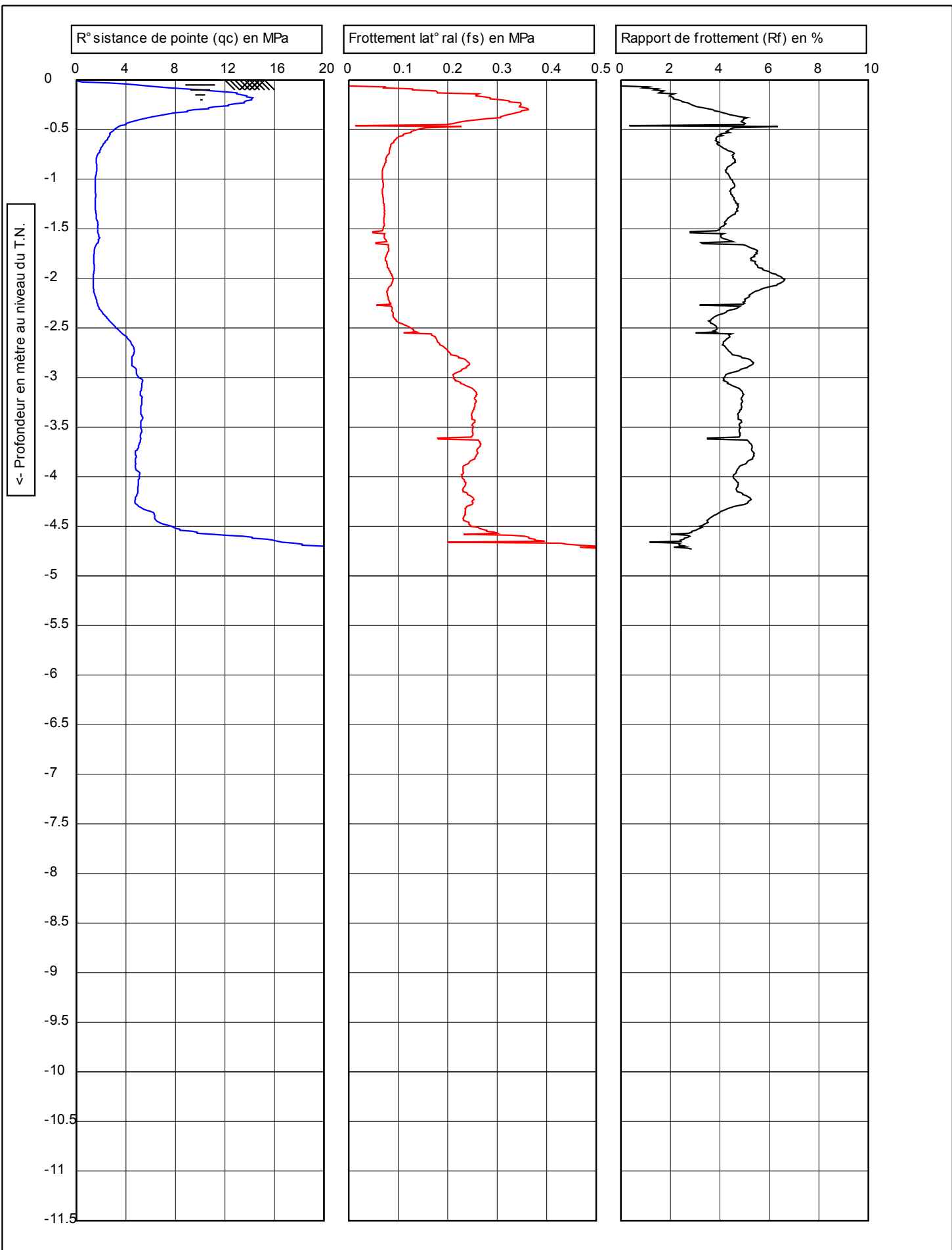
Nappe: niveau d'eau à 0.80 m.

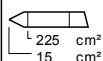
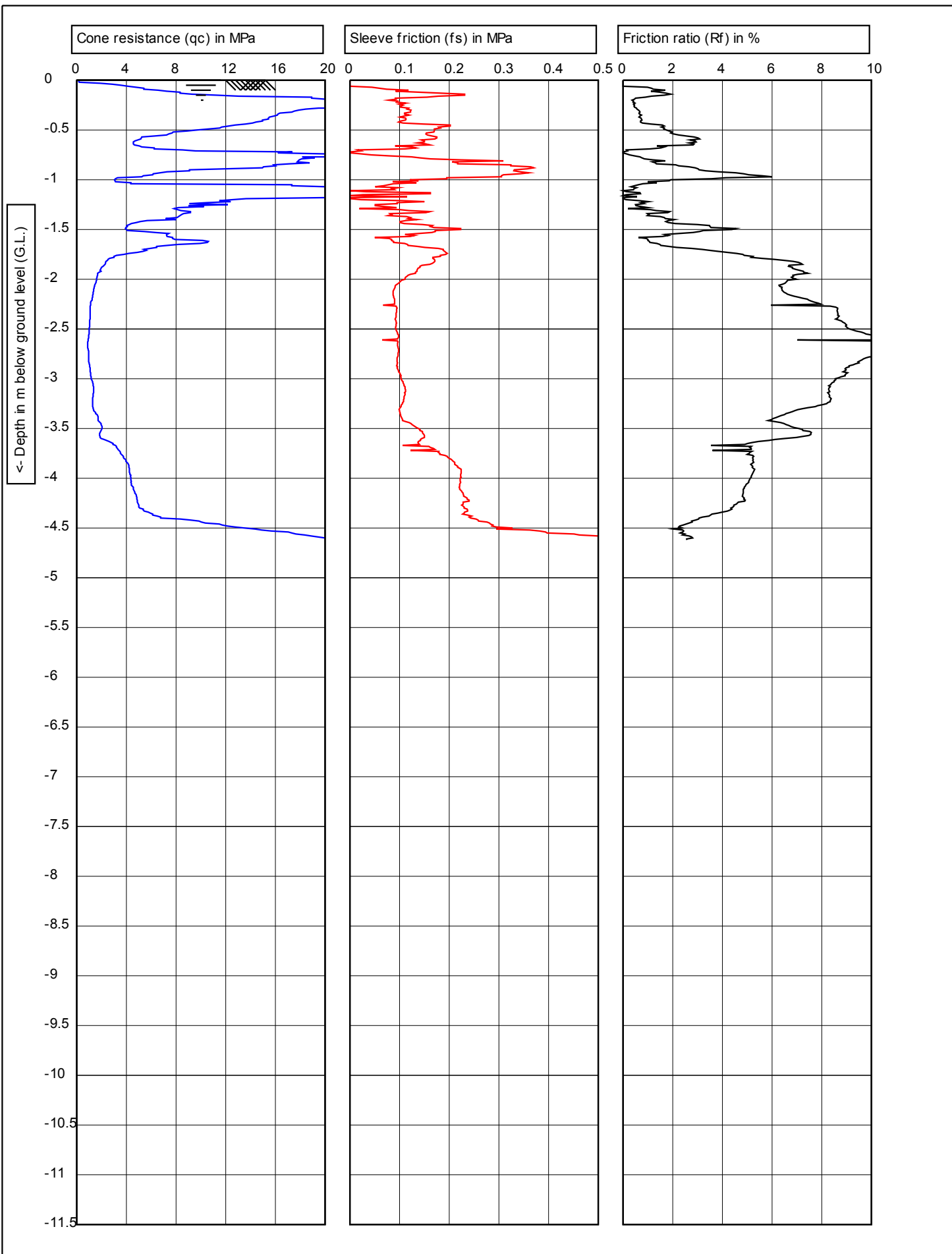
niveau relevé le 16.05.14

Piézomètre installé. Longueur 13m, tube PVC Ø 32mm
crépiné de 1 à 13m. avec chaussette géotextile
Protection: Capot métallique en tête



ANNEXE 4 – COUPES DES ESSAIS AU PENETROMETRE STATIQUE (CPT1 A CPT13) ET DES EQUIPEMENTS PIEZOMETRIQUES ASSOCIES (PZ1 ET PZ5)





Test according NEN 5140 class 1

G.L. 163.2 NAP

W.L.: 0

Predrill : 0

Date: 15/05/2014

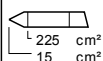
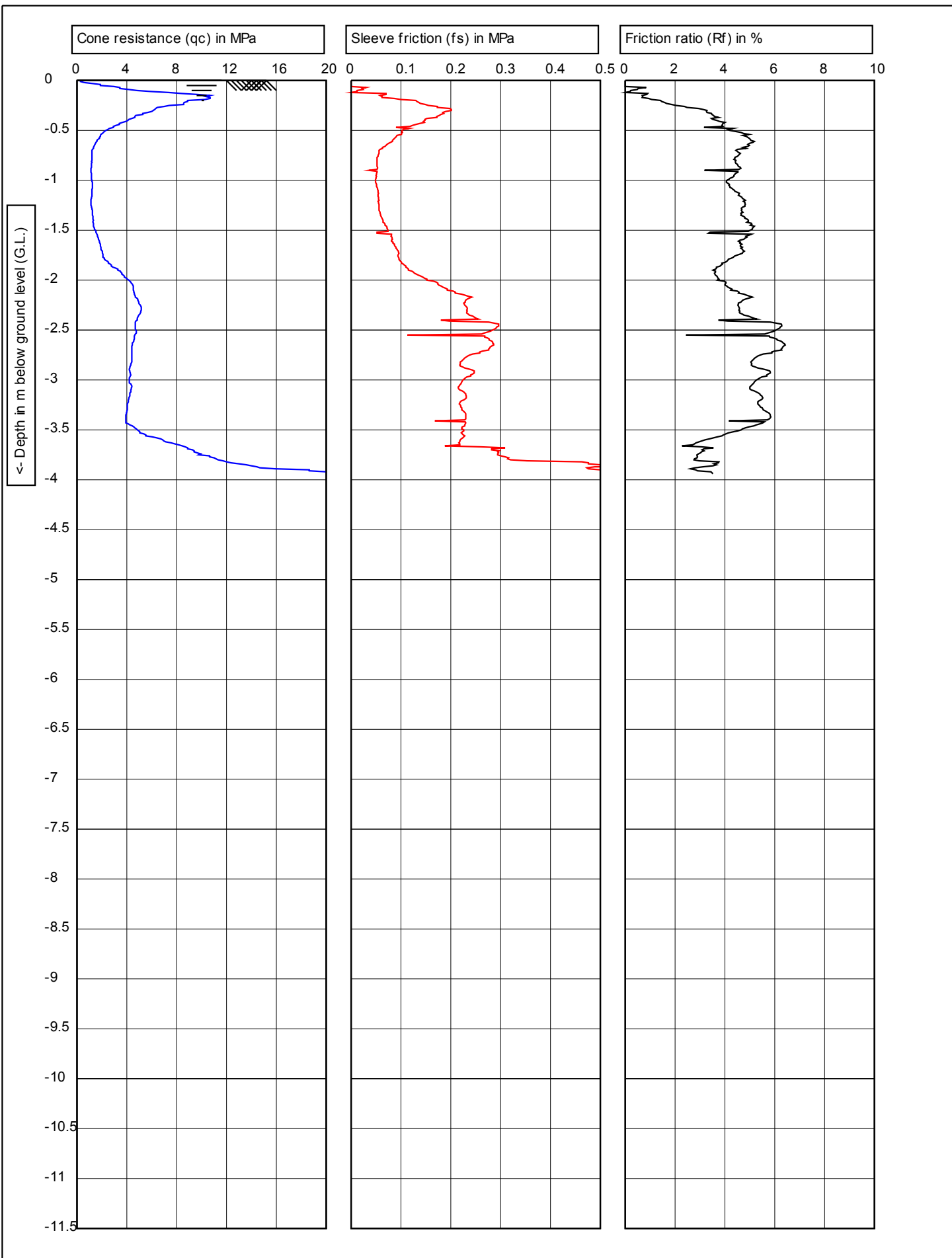
Cone no.: S15CFILS13276

Project no.: CAI2.E.048

CPT no.: CPT2

1/1

Project: PALAIS DES SPORTS
Location: AIX EN PROVENCE 13
Position:



Test according NEN 5140 class 1

G.L. 160.3 NAP

W.L.: 0

Project: **PALAIS DES SPORTS**
 Location: **AIX EN PROVENCE 13**
 Position:

Predrill : **0**

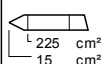
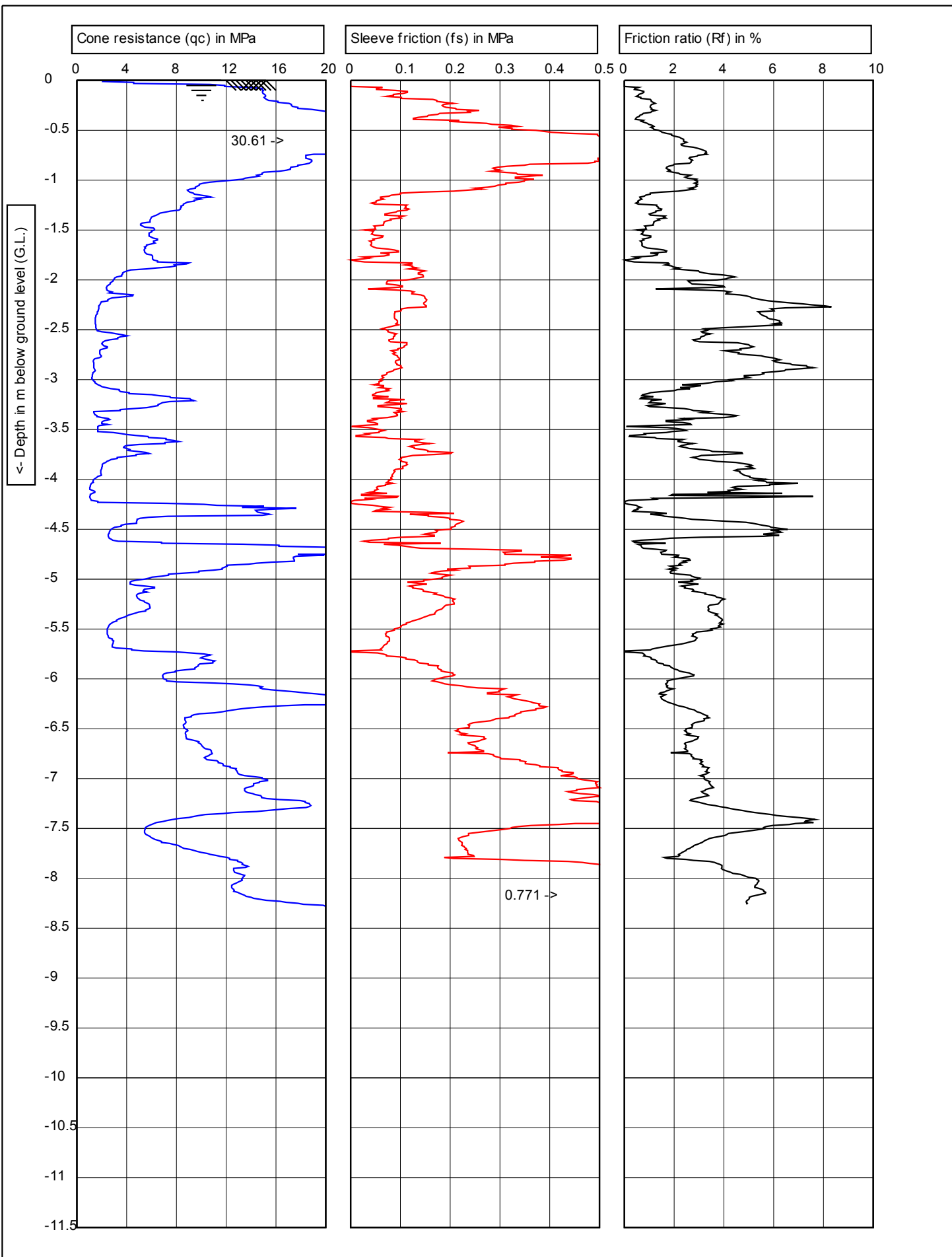
Date: **15/05/2014**

Cone no.: **S15CFILS13276**

Project no.: **CAI2.E.048**

CPT no.: **CPT3**

1/1



Test according NEN 5140 class 1

G.L. 165.9 NAP

W.L.: 0

Predrill : 0

Date: 15/05/2014

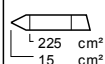
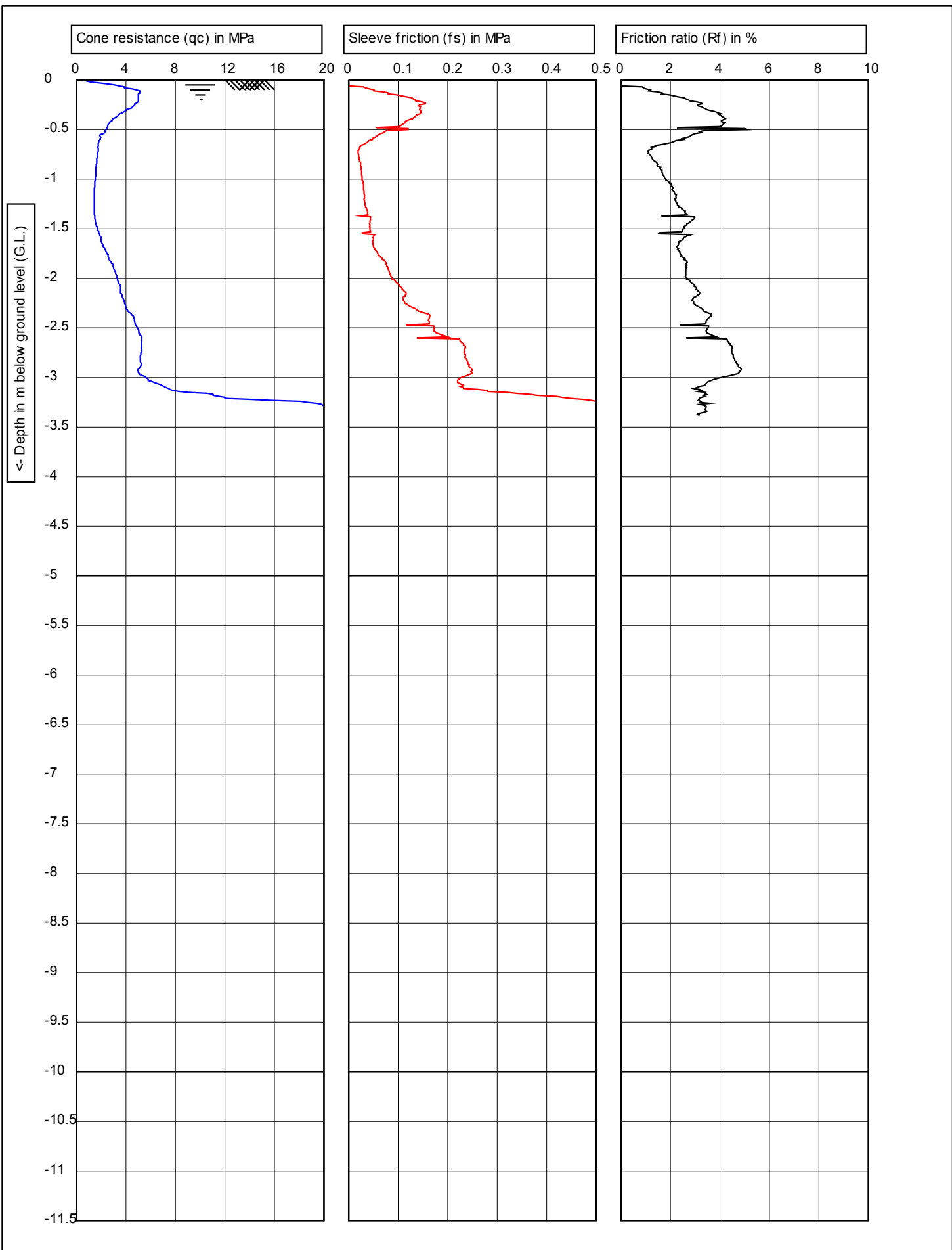
Cone no.: S15CFILS13276

Project no.: CAI2.E.048

CPT no.: CPT4

1/1

Project: PALAIS DES SPORTS
Location: AIX EN PROVENCE 13
Position:



Test according NEN 5140 class 1

G.L. 160 NAP

W.L.: 0

Predrill : 0

Date: 15/05/2014

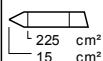
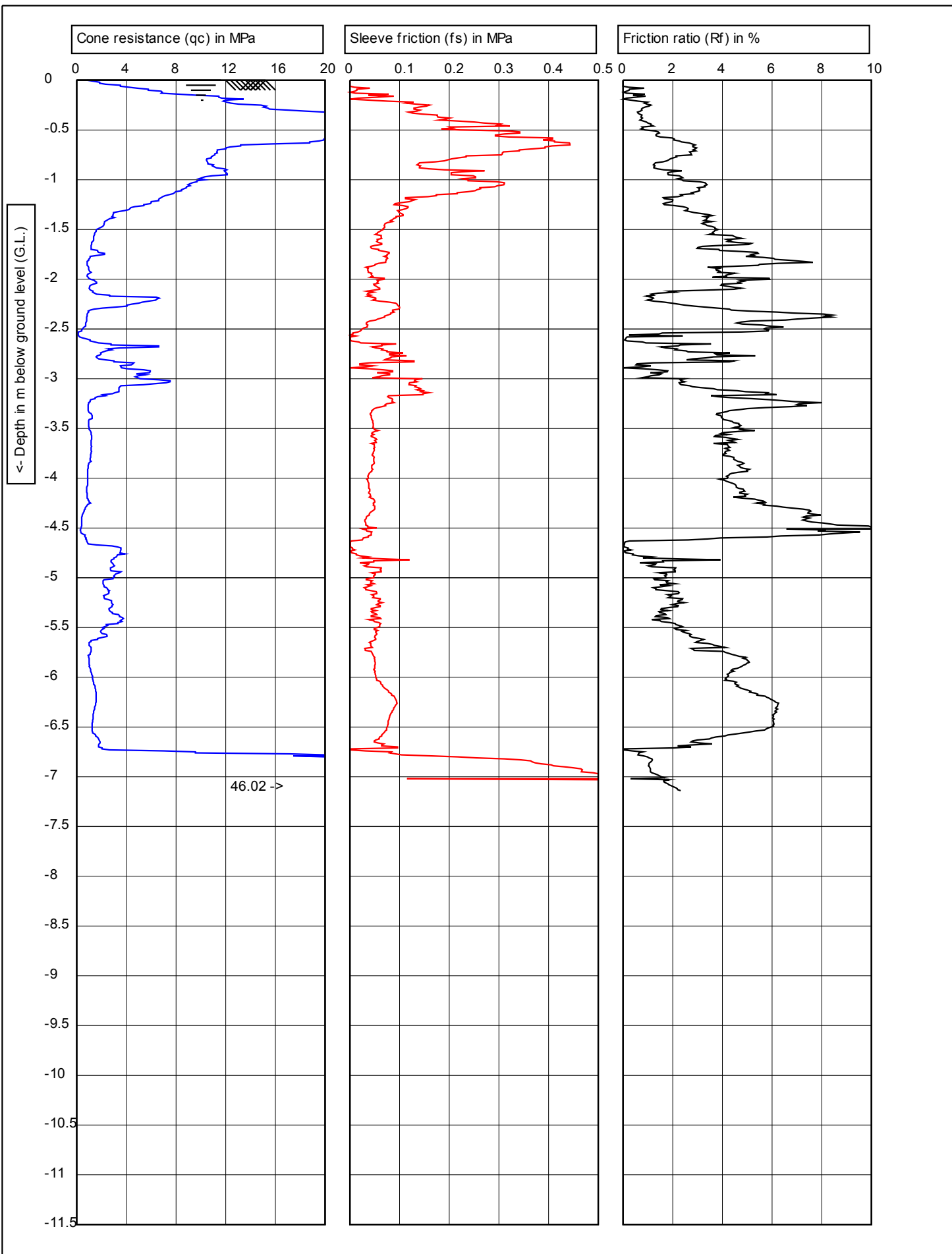
Cone no.: S15CFILS13276

Project no.: CAI2.E.048

CPT no.: CPT5

1/1

Project: PALAIS DES SPORTS
Location: AIX EN PROVENCE 13
Position:



Test according NEN 5140 class 1

G.L. 166.3 NAP

W.L.: 0

Predrill : 0

Date: 15/05/2014

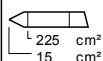
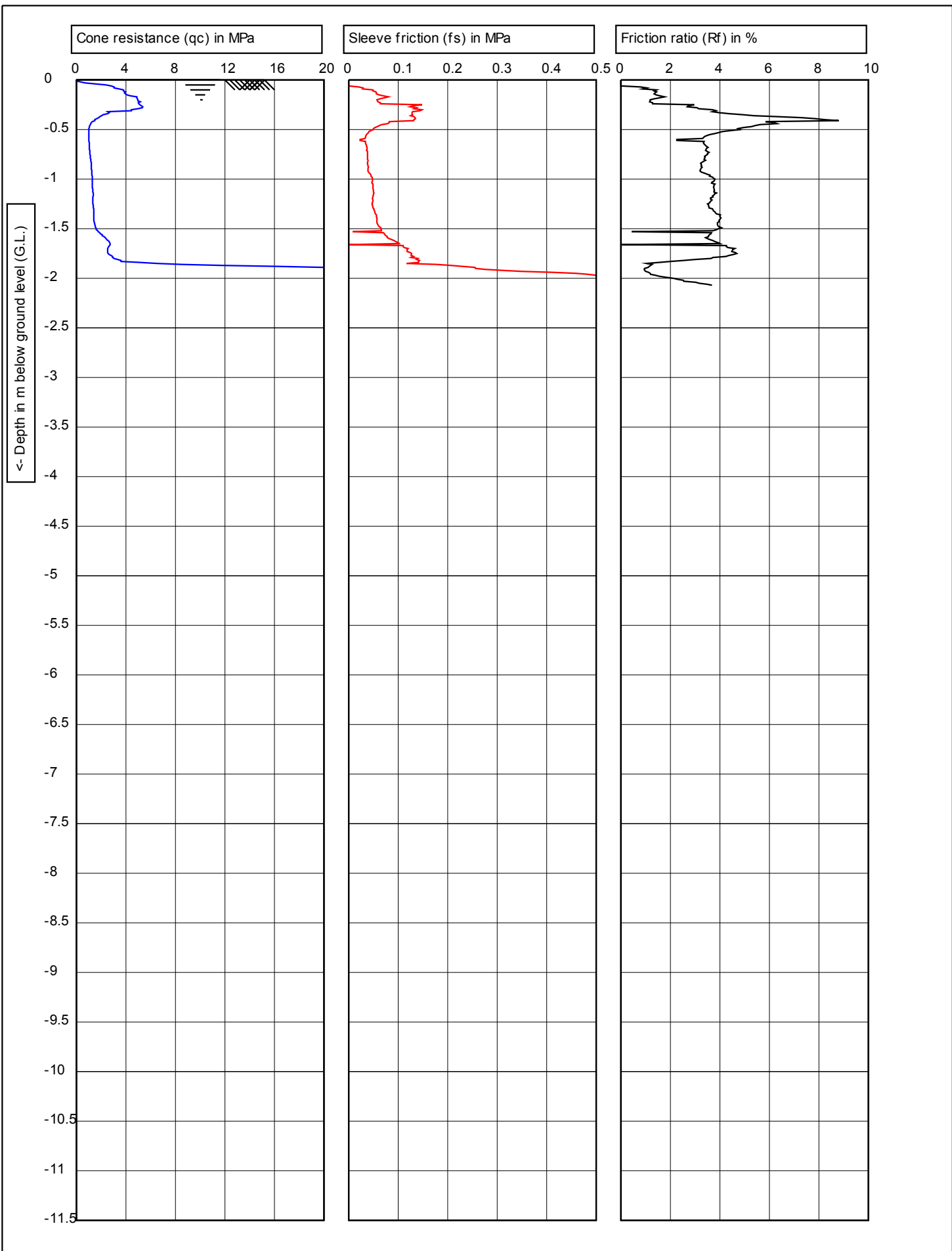
Cone no.: S15CFILS13276

Project no.: CAI2.E.048

CPT no.: CPT6

1/1

Project: PALAIS DES SPORTS
Location: AIX EN PROVENCE 13
Position:



Test according NEN 5140 class 1

G.L. 158.5 NAP

W.L.: 0

Predrill : 0

Date: 15/05/2014

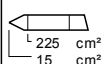
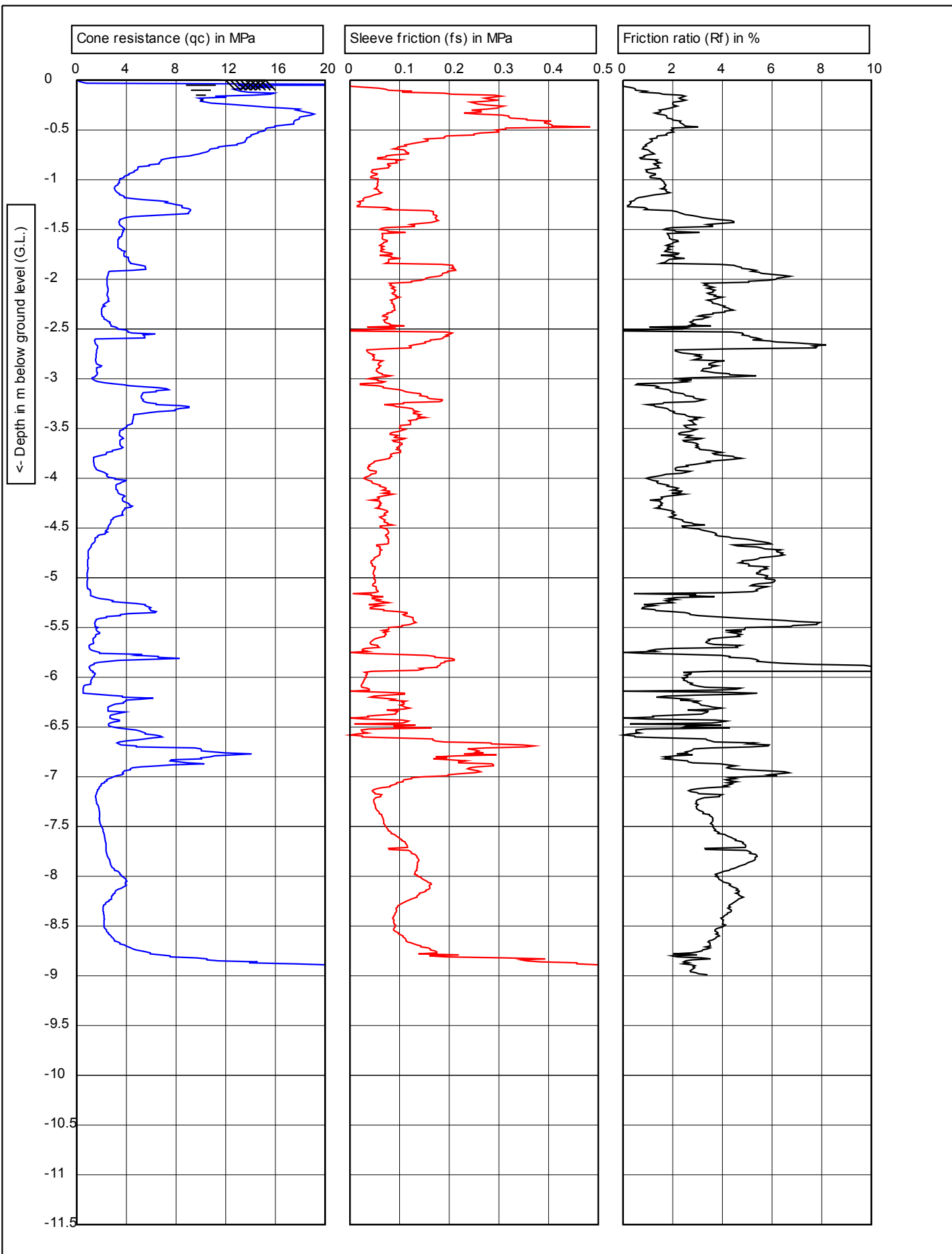
Cone no.: S15CFILS13276

Project no.: CAI2.E.048

CPT no.: CPT7

1/1

Project: PALAIS DES SPORTS
Location: AIX EN PROVENCE 13
Position:



Test according NEN 5140 class 1

G.L. 166.2 NAP

W.L.: 0

Predrill : 0

Date: 15/05/2014

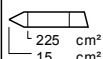
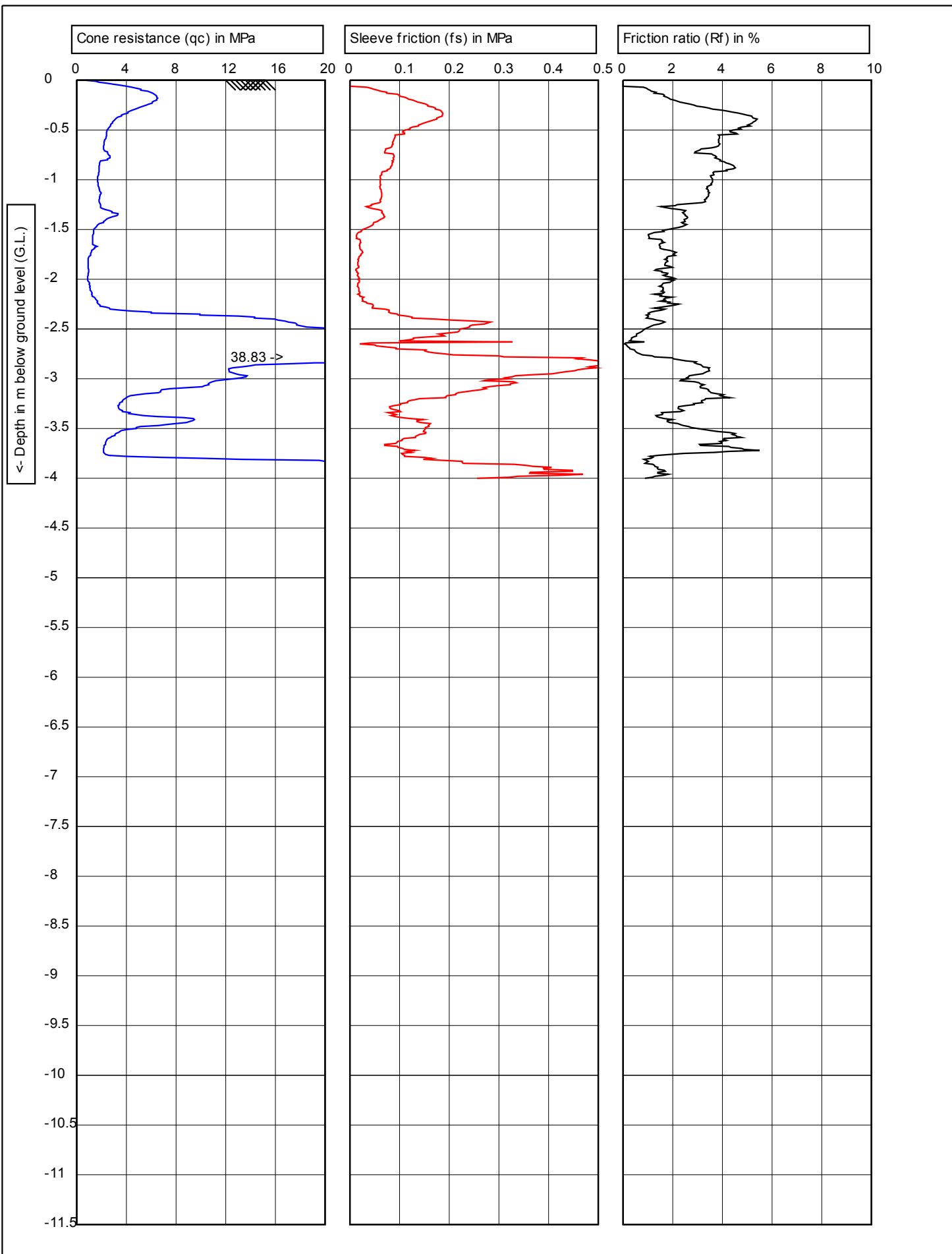
Cone no.: S15CFILS13276

Project no.: CAI2.E.048

CPT no.: CPT8

1/1

Project: PALAIS DES SPORTS
Location: AIX EN PROVENCE 13
Position:



Test according NEN 5140 class 1

G.L. 156.9 NAP

W.L.: 3.6

Predrill : 0

Date: 15/05/2014

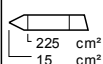
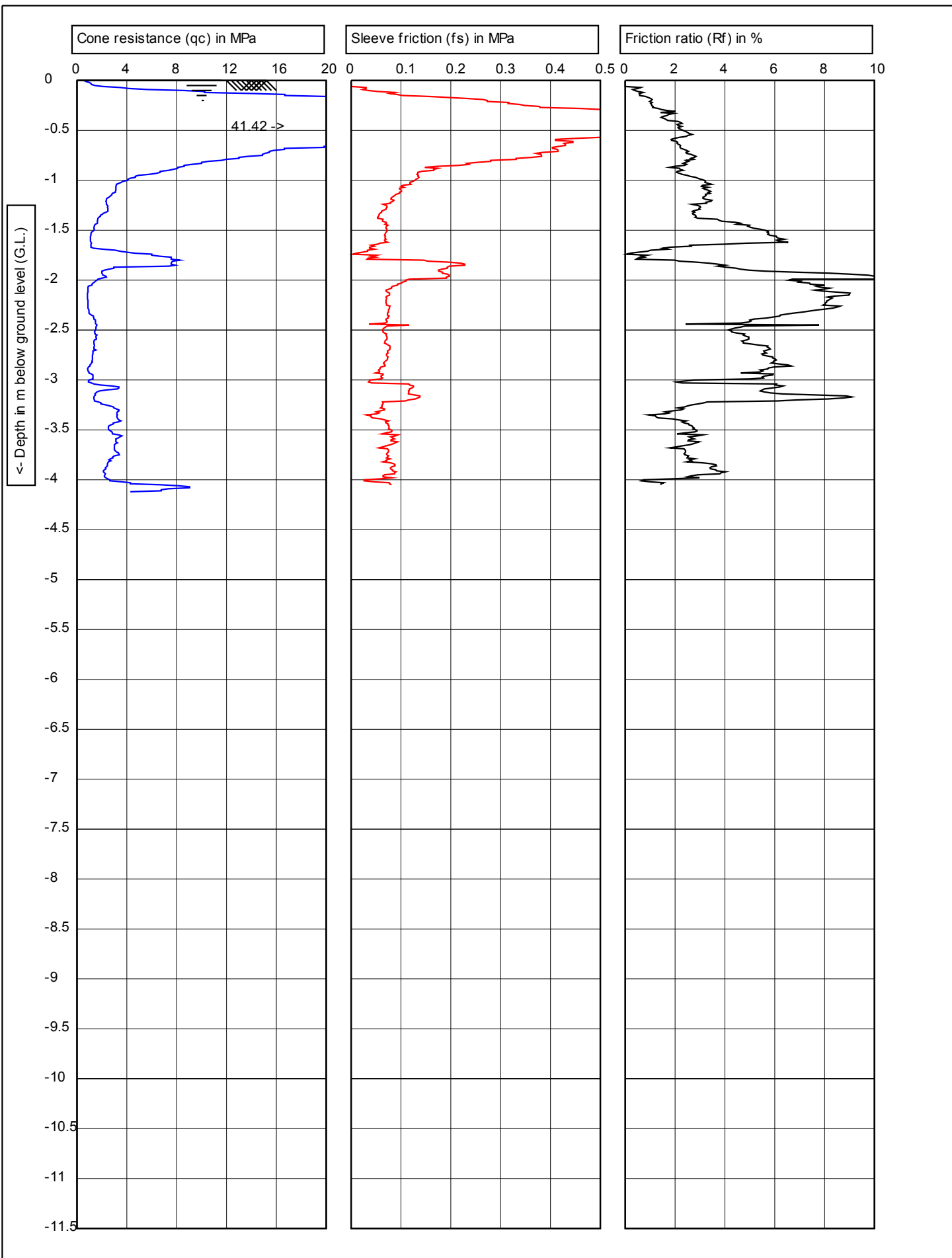
Cone no.: S15CFILS13276

Project no.: CAI2.E.048

CPT no.: CPT9

1/1

Project: PALAIS DES SPORTS
Location: AIX EN PROVENCE 13
Position:



Test according NEN 5140 class 1

G.L. 0 NAP

W.L.: 0

Predrill : 0

Date: 15/05/2014

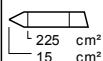
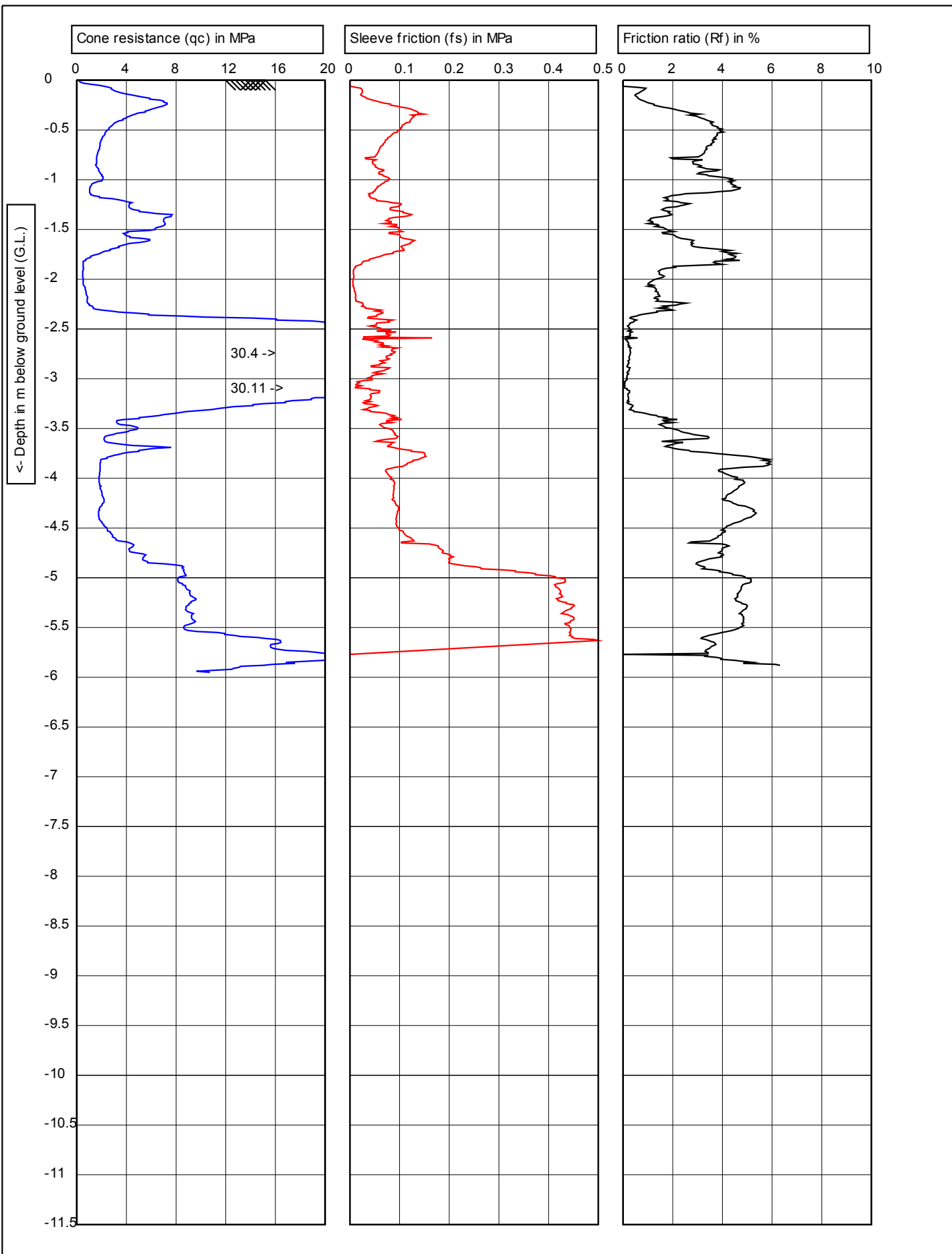
Cone no.: S15CFILS13276

Project no.: CAI2.E.048

CPT no.: CPT10

1/1

Project: PALAIS DES SPORTS
Location: AIX EN PROVENCE 13
Position:



Test according NEN 5140 class 1

G.L. 158 NAP

W.L.: 3.1

Predrill : 0

Date: 15/05/2014

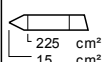
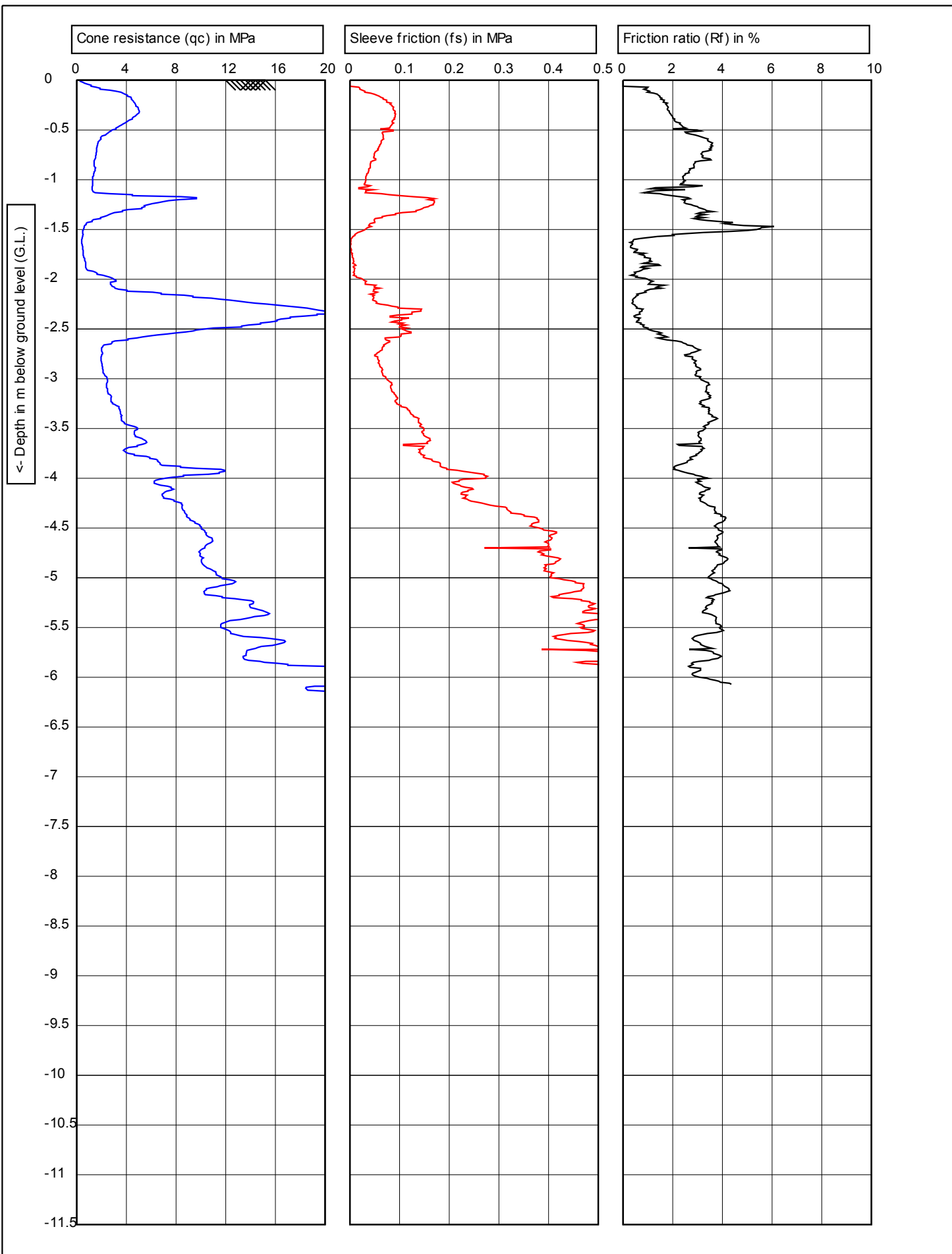
Cone no.: S15CFILS13276

Project no.: CAI2.E.048

CPT no.: CPT 11

1/1

Project: PALAIS DES SPORTS
Location: AIX EN PROVENCE 13
Position:



Test according NEN 5140 class 1

G.L. 158.7 NAP

W.L.: 2.9

Predrill : 0

Date: 15/05/2014

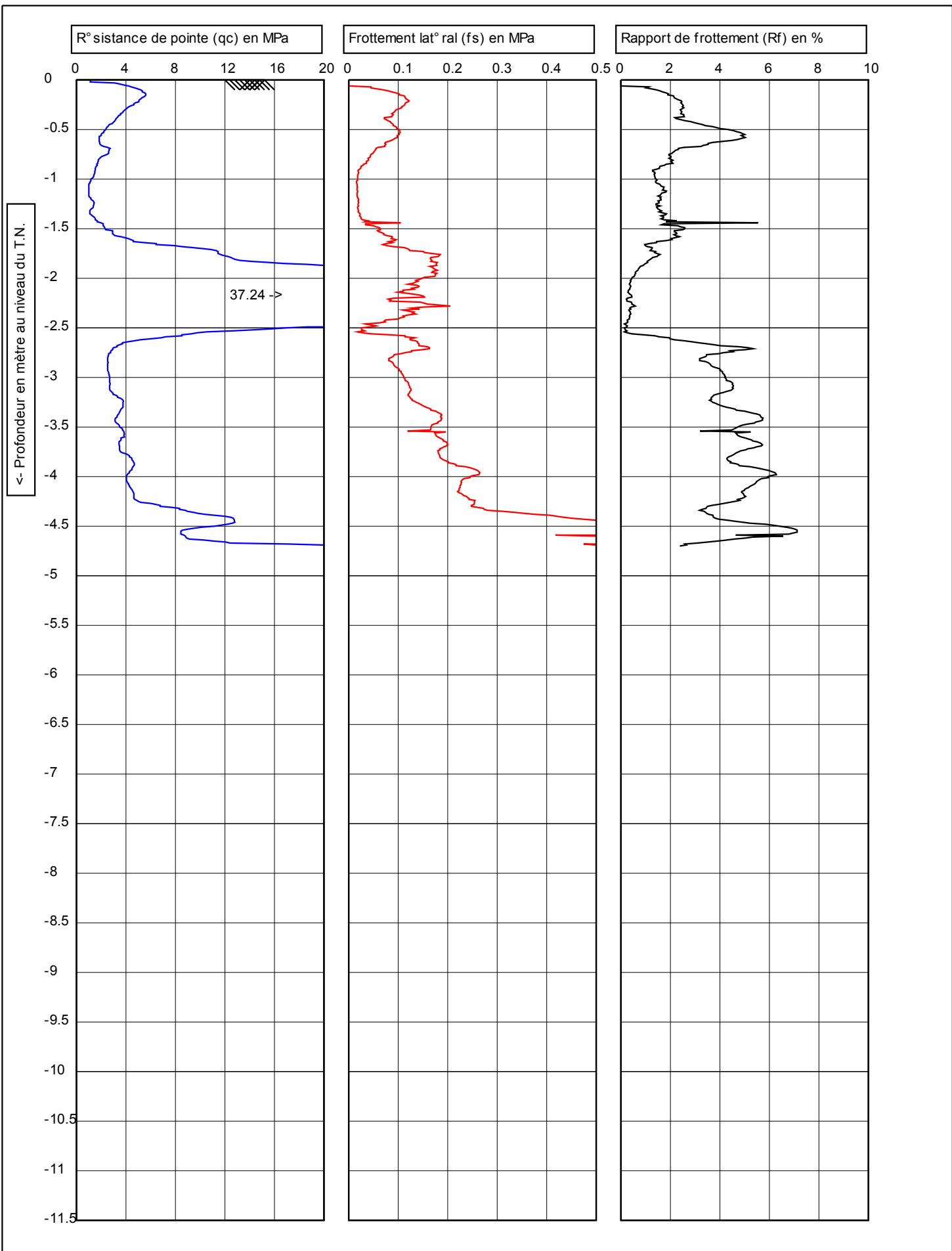
Cone no.: S15CFILS13276

Project no.: CAI2.E.048

CPT no.: CPT12

1/1

Project: PALAIS DES SPORTS
Location: AIX EN PROVENCE 13
Position:





ANNEXE 5 – COUPES DES SONDAGES DE RECONNAISSANCE EFFECTUES A LA PELLE MECANIQUE EN 2010 (F1 A F11)

GINGER CEBTP COUPES DE Puits OU SONDAGES

Annexe:

Chantier : LES 3 PIGEONS - AIX EN PROVENCE
Client : CAPA
Dossier: DSP1A.0055



Ech. 1/50°

Date : 03 et 04/03/2010

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage F1		Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations	
			Prof	NGF				
1	Pelle mécanique		2.00		Remblais marron à matrice limoneuse/argileuse/graveleuse avec déchets de démolition (blocs, ferrailles, débris tuiles/briques, enrobé...)	1		
2						2		
3								
4						3		
						Remblais marron à matrice limoneuse/argileuse/graveleuse avec déchets de démolition en plus grande quantité		
Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) Observations : /								

Ech. 1/50°

Date : 03 et 04/03/2010

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage F2		Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations	
			Prof	NGF				
1	Pelle mécanique		2.60		Remblais maroon/beige à matrice limoneuse/argileuse avec galets, blocs et quelques déchets de démolition en faible quantité	1		
2						2		
3								
4						3		
						Remblais limoneux noirâtre avec déchets plastiques, ordures ménagères et déchets de démolition		

Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) | Observations : /

Edité le 01/04/2010

GINGER CEBTP COUPES DE Puits OU SONDAGES

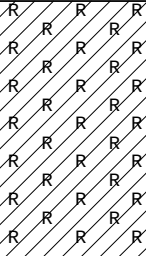
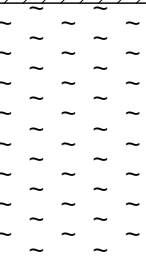
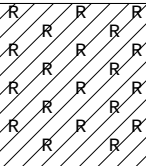
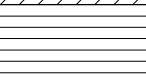
Annexe:

Chantier : LES 3 PIGEONS - AIX EN PROVENCE
Client : CAPA
Dossier: DSP1A.0055



Ech. 1/50°

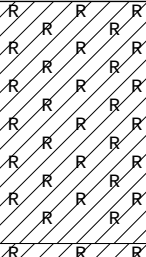
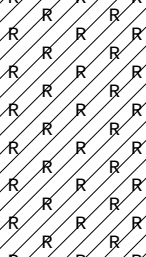
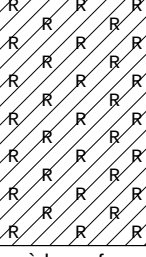
Date : 03 et 04/03/2010

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage F3	Prof	NGF	Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations
1				1.70		Remblais marron à matrice sableuse/graveleuse avec quelques déchets de démolition (blocs, débris tuiles et briques) en quantité limitée	1	
2						marne très sableuse beige/ocre	2	
3				3.40				
4				4.50		Horizon de déchets purs (bois et ferrailles)		
						Argile brune/grise		

Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) | Observations : /

Ech. 1/50°

Date : 03 et 04/03/2010

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage F4	Prof	NGF	Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations
1				1.60		Remblais marron/beige à matrice limoneuse avec blocs et déchets de démolition	1	
2							2	Forte odeur de matière organique
3						Remblais très noirâtre avec déchets (ferrailles, laine de verre, tuyaux PVC, poteaux et planches calcinées, plastiques, débris de bidons/fûts)		
4				5.00			3	

Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) | Observations : /

Edité le 01/04/2010

Logiciel PUIS32 - Version 2.80 -- [DQ-E138-01 - V.0 du 23/06/2008]

Chantier : LES 3 PIGEONS - AIX EN PROVENCE
Client : CAPA
Dossier: DSP1A.0055

Ech. 1/50°

Date : 03 et 04/03/2010

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage F5	Prof	NGF	Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations
1			R R R	0.20		Remblais marron/brun limoneux avec blocs		
2			~ ~ ~			Marne barriolée grise/ocre/rouge	1	
3			~ ~ ~	2.70				
4	Pelle mécanique		~ ~ ~			Marne sableuse beige	2	
			~ ~ ~	5.00				Venue d'eau
Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) Observations : /								

Ech. 1/50°

Date : 03 et 04/03/2010

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage F6	Prof	NGF	Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations
1			R R R R R			Remblais marron/beige/gris à matrice limoneuse/argileuse/graveleuse avec quelques déchets de démolition (blocs, débris de tuiles, briques et ferrailles)	1	
2			R R R R R	1.80			2	
3			R R R R R			Remblais de plus en plus argileux avec quelques déchets de démolition et pavés		
4	Pelle mécanique		R R R R R	3.80				
			~ ~ ~	5.00		Argile/marne rouge/ocre	3	
Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) Observations : /								

Edité le 01/04/2010

GINGER CEBTP COUPES DE Puits OU SONDAGES

Annexe:

Chantier : LES 3 PIGEONS - AIX EN PROVENCE
Client : CAPA
Dossier: DSP1A.0055



Ech. 1/50°

Date : 03 et 04/03/2010

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage F7	Prof	NGF	Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations
1				1.80		Remblais marron à matrice argileuse avec quelques déchets de démolition et blocs	1	
2				2.80		Marne sableuse grise/beige à blanche	2	
3				4.50		Marne sableuse beige/ocre très compacte	3	
4								

Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) | Observations : /

Ech. 1/50°

Date : 03 et 04/03/2010

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage F8	Prof	NGF	Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations
1				1.60		Remblais marron à matrice argileuse/graveleuse avec déchets de démolition, gros blocs béton, ferrailles, pneus, plastiques, débris de bidons/fûts...	1	
2				3.50		Argile noirâtre avec déchets plastiques, tissus, ferrailles, tuyaux PVC	2	
3				4.40		Sables graveleux beige/marron	3	
4								

Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) | Observations : /

Logiciel PUIT S32 - Version 2.80 -- [DQ-E138-01 - V.0 du 23/06/2008]
Edité le 01/04/2010

GINGER CEBTP COUPES DE Puits OU SONDAGES

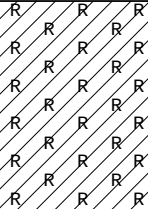
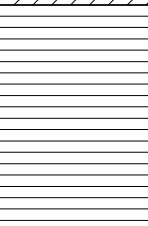
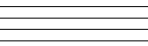
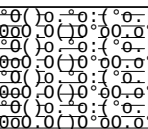
Annexe:

Chantier : LES 3 PIGEONS - AIX EN PROVENCE
Client : CAPA
Dossier: DSP1A.0055



Ech. 1/50°

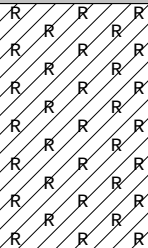
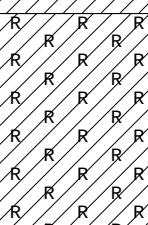
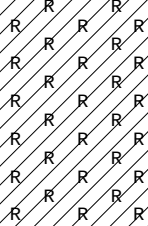
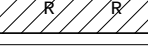
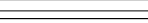
Date : 03 et 04/03/2010

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage F9	Prof	NGF	Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations
1				1.40		remblais marron à matrice argileuse/graveleuse avec déchets de démolition (tuiles, briques, blocs ferrailés, tuyaux PVC) en quantité limitée	1	
2						Argile limoneuse grise	2	
3				3.20				
4				4.00		Grave sableuse/argileuse beige/grise	3	
								Importante venue d'eau

Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) | Observations : /

Ech. 1/50°

Date : 03 et 04/03/2010

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage F10	Prof	NGF	Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations
1				1.70		Remblais argileux marron légèrement graveleux avec quelques déchets de démolition (briques, blocs, ferrailles, plastiques) en petite quantité	1	
2								
3						Remblais avec quantité plus importante de déchets de démolition avec débris de fûts/bidons	2	
4				4.80				
				5.00		Argile limoneuse grise/marron	3	

Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) | Observations : /

Edité le 01/04/2010

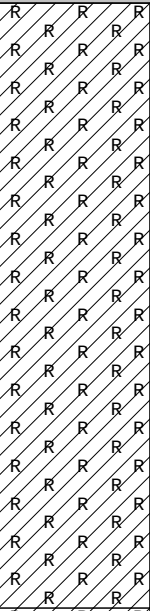
Chantier : LES 3 PIGEONS - AIX EN PROVENCE

Client : CAPA

Dossier: DSP1A.0055

Ech. 1/50°

Date : 03 et 04/03/2010

Ech. 1/30						Date : 03 et 04/03/2019
Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage F11 Prof NGF	Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations
1	Pelle mécanique			Remblais argileux marron légèrement graveleux avec déchets (démolition, bois) dispersés	1	
2						
3						
4						
				Argile graveleuse grise/noire avec déchets bois (planches, poteaux, piquets), plastiques et ferrailles	2	Forte odeur de matière organique - Venue d'eau

Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) | Observations : /



ANNEXE 6 – COUPES DES SONDAGES DE RECONNAISSANCE EFFECTUES A LA PELLE MECANIQUE EN 2014 (P1 A P15)

Annexe:



Date : 15/05/2014

Ech. 1/50°Edité le 23/05/2014

Chantier : PALAIS DES SPORTS AIX EN PROVENCE
Client : SEMEPA
Dossier: CAIP.E.027



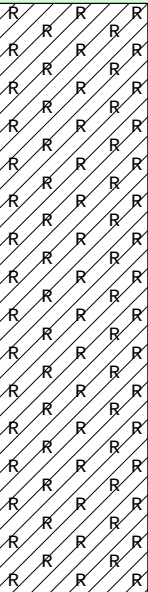
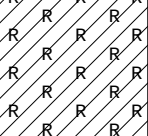
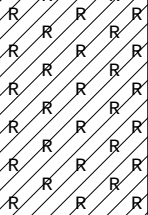
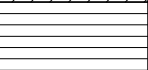
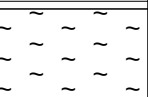
Ech. 1/50°

Date : 15/05/2014

[illegible]

Ech. 1/50°

Date : 15/05/2014

Prof. en m.		matériel		Nappe		sondage P3		Description des sols		Echant.		Résultats d'essais ou observations	
en m.						Prof NGF							
1										1		Rares débris de briques	
2								Remblais marron limono-graveleux					
3										2		Morceaux d'enrobés, béton, plastiques	
4				Pelle mécanique				Argile marron rougeâtre					
								Marne grises					
						3.90 4.40 5.00							
Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) Observations : /													

Edité le 23/05/2014

COUPES DE Puits OU SONDAGES

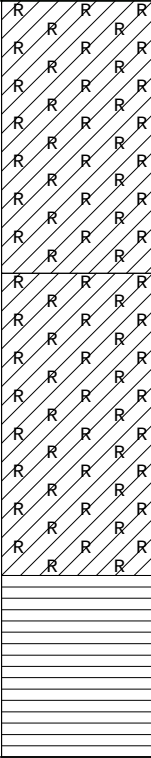
Annexe:

Chantier : PALAIS DES SPORTS AIX EN PROVENCE
Client : SEMEPA
Dossier: CAIPE.027



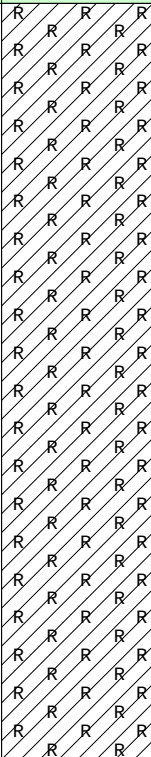
Ech. 1/50°

Date : 15/05/2014

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage P6	Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations
			Prof NGF			
1				Remblais limono-argileux marron à parpaings, briques, tuyau métallique, morceaux d'enrobé	1	
2					2	
3				Remblais argilo-graveleux gris noirâtres		
4	Pelle mécanique			Argile humide grise	3	
			5.00			
Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) Observations : /						

Ech. 1/50°

Date : 15/05/2014

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage P7	Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations
			Prof NGF			
1					1	
2						
3				Remblais argileux plastique marron à déchets de démolition, verres, plastique et blocs béton		
4	Pelle mécanique				2	
			5.00			
Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) Observations : /						

Edité le 23/05/2014

COUPES DE Puits OU SONDAGES

Annexe:

Chantier : PALAIS DES SPORTS AIX EN PROVENCE
Client : SEMEPA
Dossier: CAIPE.027



Ech. 1/50°

Date : 15/05/2014

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage P8	Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations
			Prof NGF			
1			2.20	Remblais gravelo-limoneux marron	1	Poche de déchets plastiques à 2,2 m
2						
3				Remblais argileux marron	2	
4				Remblais sablo-argileux beige à blocs et briques, plastiques	3	
			3.50			
			4.50	Remblais argilo-graveleux marron		
			5.00			

Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) | Observations : /

Ech. 1/50°

Date : 15/05/2014

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage P9	Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations
			Prof NGF			
1			2.00	Remblais limono-argileux marron à rares blocs béton, ferraille	1	
2				Remblais argileux compacts marron orangé	2	
3			3.10			
4			5.00	Remblais argilo-limoneux marron à tuyau	3	

Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) | Observations : /

Edité le 23/05/2014

COUPES DE Puits OU SONDAGES

Annexe:

Chantier : PALAIS DES SPORTS AIX EN PROVENCE
Client : SEMEPA
Dossier: CAIPE.027



Ech. 1/50°

Date : 15/05/2014

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage P10		Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations
			Prof	NGF			
1			2.80		Remblais limono-argileux marron à briques, plastique	1	Quantité plus importantes de graves, blocs, déchets plastiques, métal et déchets de démolition à
2						2	
3					Remblais sablo-argilà-graveleux beige	3	
4	Pelle mécanique				Remblais argileux noirâtres puis grisâtres humides	4	
			5.00				
Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) Observations : /							

Ech. 1/50°

Date : 15/05/2014

Prof. en m.		matériel		Nappe		sondage P11		Description des sols		Echant.		Résultats d'essais ou observations	
						Prof NGF							
1						0.80		Remblais graveleux-limoneux marron beige à déchets de démolition éparés (briques)		1			
2								Remblais limono-argilo-graveleux marron à moceaux d'enrobés et débris de démolition éparés		2			
3										3		Passages noirâtres vers 3,5 m	
4						4.00							
Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) Observations : Refus à 4 m sur dalle ou bloc													

Edité le 23/05/2014

COUPES DE Puits OU SONDAGES

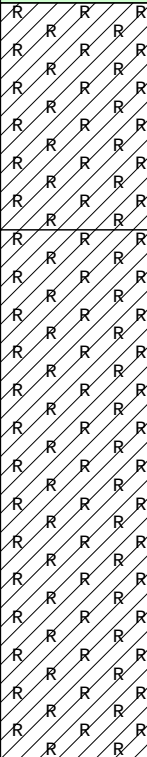
Annexe:

Chantier : PALAIS DES SPORTS AIX EN PROVENCE
Client : SEMEPA
Dossier: CAIPE.027



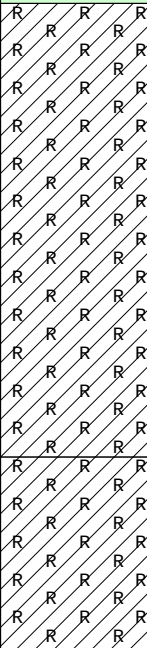
Ech. 1/50°

Date : 15/05/2014

Prof. en m.			matériel		Nappe		sondage P12		Description des sols		Echant.		Résultats d'essais ou observations	
							Prof NGF							
1									Remblais sablo-limoneux gris à tuyaux plastiques		1			
2											2			
3									Remblais argilo-limoneux marron à enrobés, bois et blocs bétons					
4			Pelle mécanique								3			
Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) Observations : /														

Ech. 1/50°

Date : 15/05/2014

Prof. en m.		matériel		Nappe		sondage P13		Description des sols		Echant.		Résultats d'essais ou observations	
						Prof NGF							
1								Remblais sablo-limono-graveleux marron à blocs calcaires, béton, enrobé et passages plus argileux		1			
2										2			
3								Remblais argilo-limoneux à déchets de démolition, enrobé, dallage, bois, briques					
4		Pelle mécanique								3			
Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) Observations : Refus à 4,3 m sur bloc													

Edité le 23/05/2014

COUPES DE Puits OU SONDAGES

Annexe:

Chantier : PALAIS DES SPORTS AIX EN PROVENCE
Client : SEMEPA
Dossier: CAIPE.027



Ech. 1/50°

Date : 15/05/2014

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage P14		Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations
			Prof	NGF			
1			0.90		Limons marron		
2	Pelle mécanique		2.50		Argile sablo-graveleuse grise		Eau
3							
4							
Niveau d'eau à 2.2 m. (à date du sondage) Observations : Arrêt sondage à 2,5 m							

Ech. 1/50°

Date : 15/05/2014

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage P15		Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations
			Prof	NGF			
1			0.60		Limons marron		
2	Pelle mécanique		2.00		Marne argileuse blanchâtre à marron		
3			3.00		Marnes compactes		
4							
Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) Observations : Arrêt à 3 m							

Edité le 23/05/2014



ANNEXE 7 – PROCES VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

RAPPORT D'ESSAIS SUR ECHANTILLON DE SOL

suivant normes NF françaises

page 1/1
édité le 27/05/2014



Chantier : Palais des SPORTS - AIX en Provence

Client : PAYS D'AIX TERRITOIRES

Destinataire : CAI2-E-048

Adresse :

Dossier : CAI5-E-002

N° d'enregistrement : B14-304-PM14

Nature du matériau : garve sableuse

Repère ou sondage : PM 14

Profondeur : 1 à 2 m

Mode prélèvement : pelle mécanique

Date prélèvement : 16/05/2014

Prélève par :

Date des essais : 22/05/2014

D.max	Teneur en eau (*) W	Valeur au bleu VBS	Limite de liquidité WL	Limite de plasticité WP	Indice de plasticité IP	Passant à 5 mm	Passant à 2 mm	Passant à 80µ			Classification du sol
mm	%	g/100g	%	%	-	%	%	%			
	NFP 94-050	NFP 94-068	NFP 94-051	NFP 94-051	NFP 94-051						NFP 11-300
50	22.1	0.71				73	65	28			B5

(*) Par dérogation à la norme, la mesure de la teneur en eau est effectuée en laissant le matériau au moins 12 heures à l'étuve

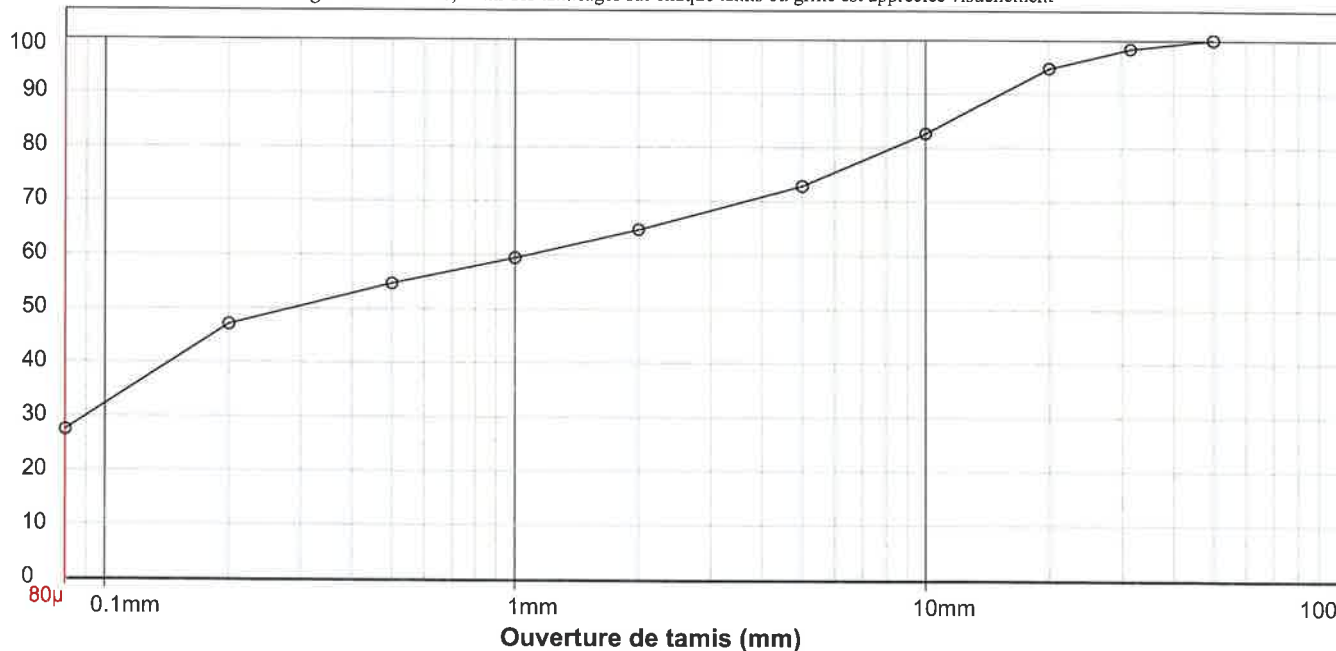
ANALYSE GRANULOMETRIQUE DU MATERIAU

Tamisage à sec après lavage

granulométrie: NFP 94 056

% passants

Par dérogation à la norme, la fin des tamisages sur chaque tamis ou grille est appréciée visuellement



Tamis en mm	0.08	0.2	0.5	1	2	5	10	20	31.5	50
Passants (%)	28%	47%	55%	59%	65%	73%	83%	95%	98%	100%

responsable du laboratoire



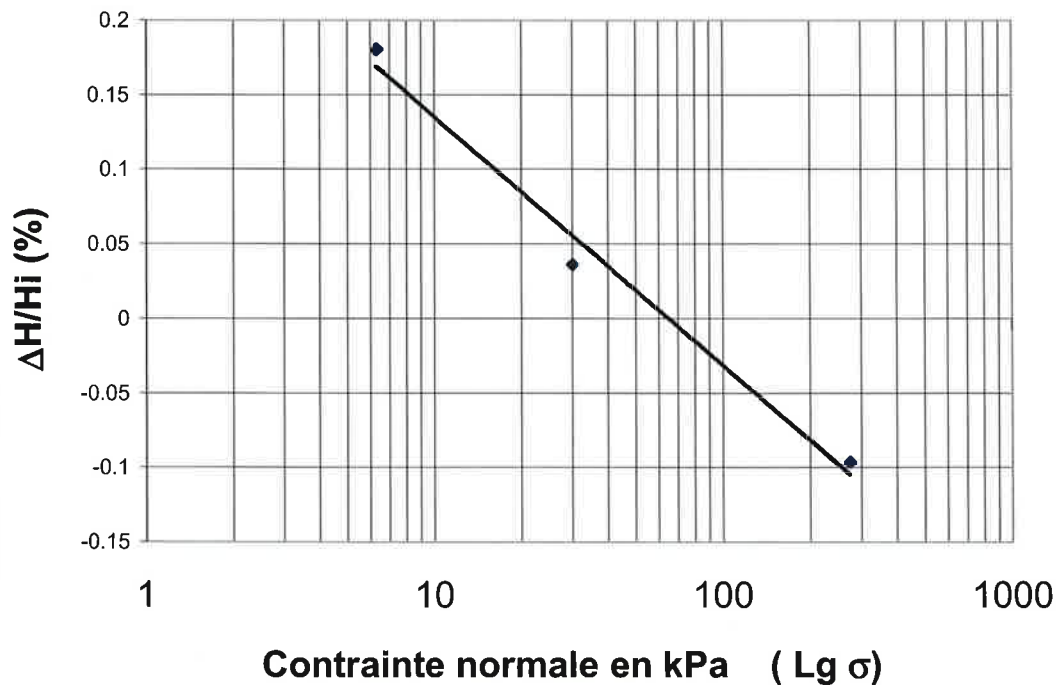
RAPPORT D'ESSAIS DE GONFLEMENT A L'OEDOMETRE

effectué conformément à la norme XP P 94-091

N° dossier : CAI2-E-048	N° sondage : PM3
Client : Pays d'Aix Territoires	Profondeur : 4.30 à 5.00 m
Site: Palais des sports - Aix en Provence	Date de réception : 19/05/2014
Caractéristiques des éprouvettes	date d'essai : 22/05/2014 au 27/05/2014
Hauteur H0 = 23.7	Description: Marne argileuse beige - verdâtre
Diamètre = 70mm	

N°	1	2	3	4	5
σ (kPa)	6.3	30.1	91.9	274.3	
pd initial (kg/m3)	1675	1691	1673	1674	
Wi (%)	15.3	15.3	15.3	15.3	
Sri (%)	68	69	67	67	

Déformation de l'éprouvette



pdf (kg/m3)	1645	1685	1698	1769		Pression de gonflement $\sigma_g = 63$ kPa
wf (%)	17.7	16.8	17.6	16.4		Rapport de gonflement $R_g = 0.2E-2$
Srf (%)	75	75	80	84		
σ (kPa)	6.3	30.1	91.9	274.3		

Observations

Confection à une densité humide de 2000 kg/m3. La boîte n°3 n'a pas été prise en compte.

Responsable de Laboratoire