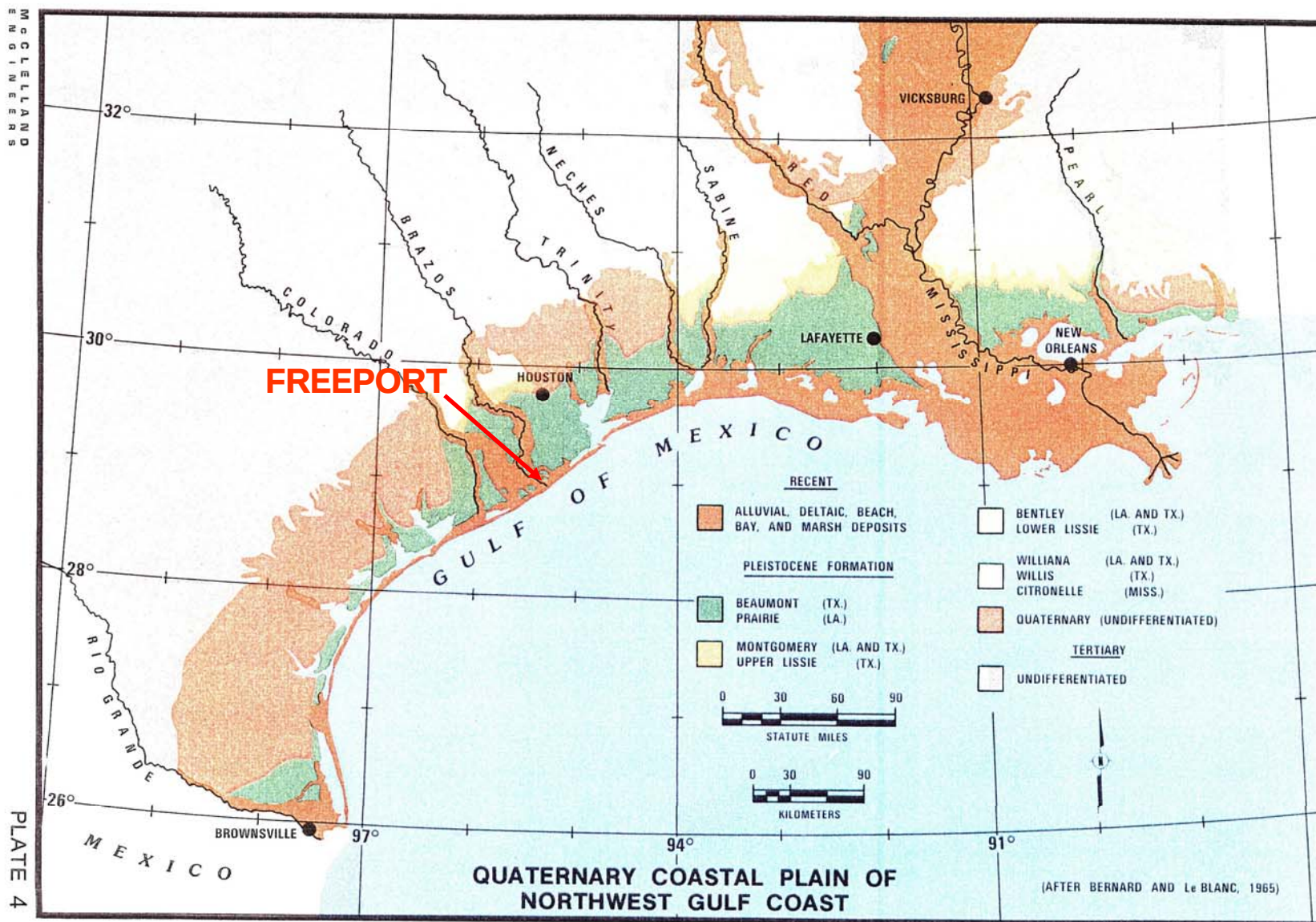


Comité Français de Mécanique des sols
Journée Grands Travaux du 06/12/2006

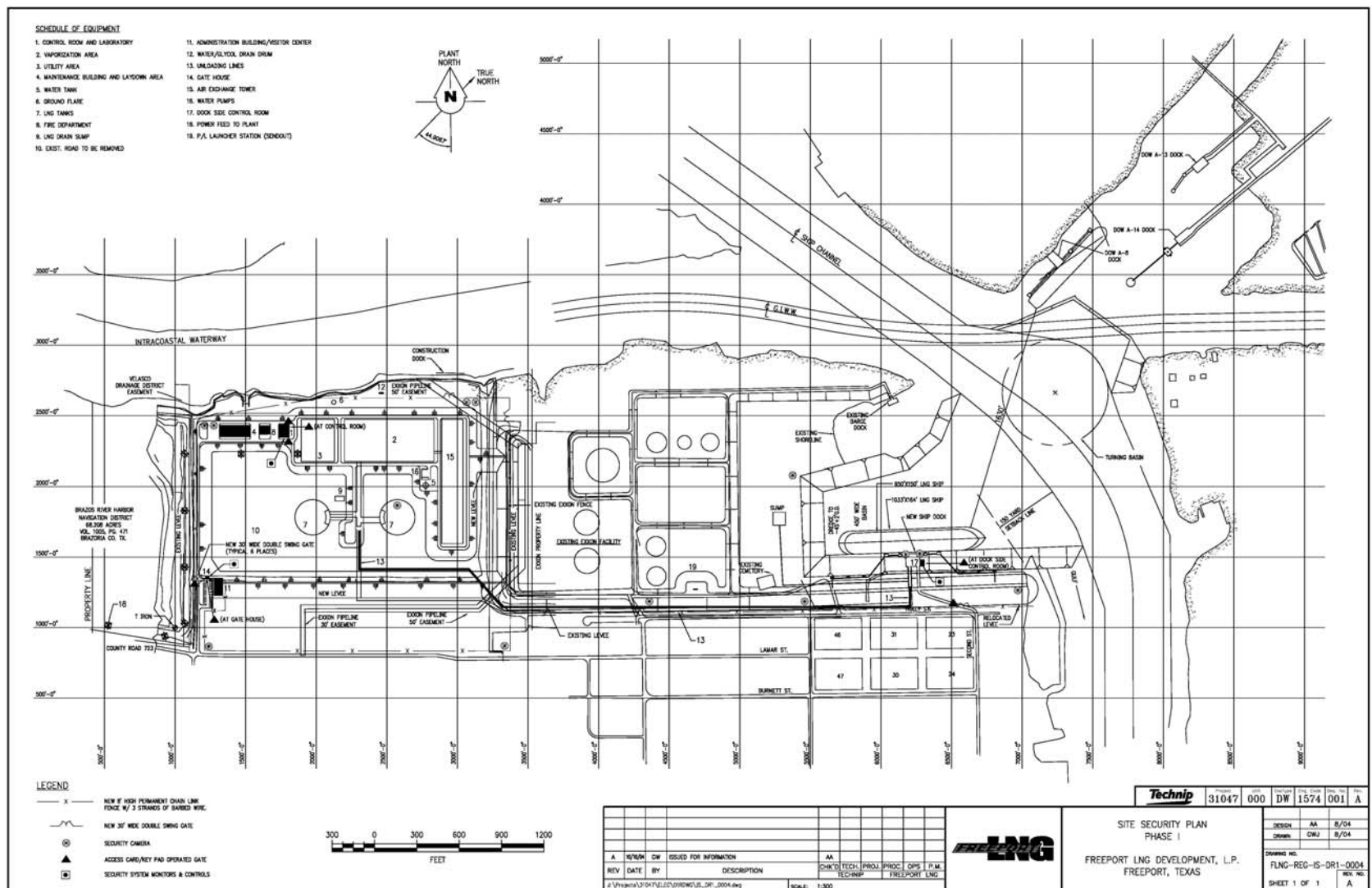
**LES FONDATIONS DES
RESERVOIRS DU TERMINAL
GNL de FREEPORT (USA) :**

**Un exemple de l'approche
américaine des fondations
profondes**

Géologie du TEXAS



Le projet du terminal LNG (CONOCO Philips)



Problématique géotechnique des réservoirs GNL

- Réservoirs circulaires de grand diamètre (> 80 m), double enveloppe (béton précontraint + acier)
- Charges au sol élevées (250 à 300 KPa)
- Forte sensibilité aux tassements absolus et différentiels
- Influence du séisme sur le choix et le dimensionnement des fondations
- Nécessité de reconnaissances de sol à grande profondeur

Le site de FREEPORT



Matériaux de surface (traités à la chaux)



Reconnaissances par sondages carottés et CPT

Report No. 0415-1021-DR5

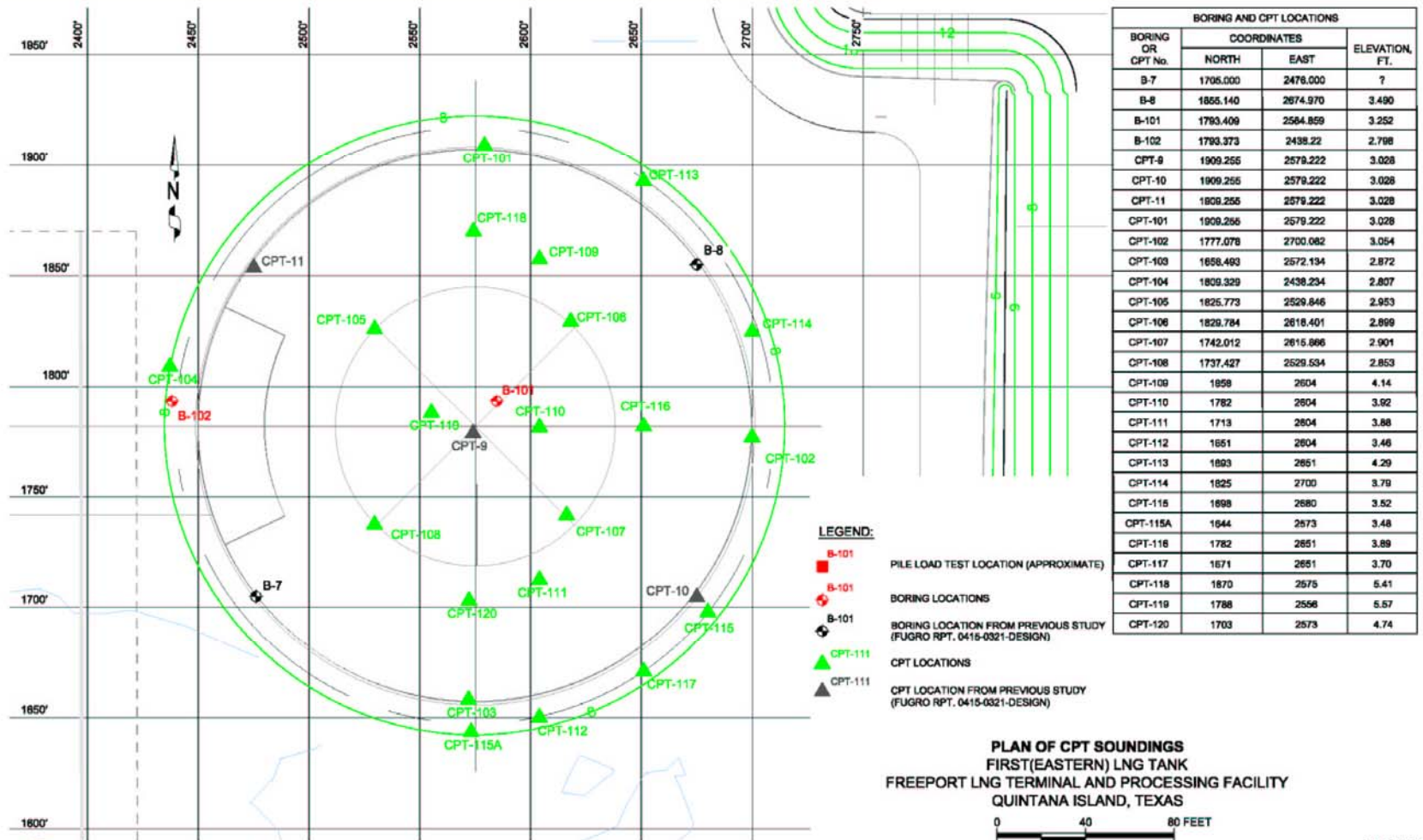
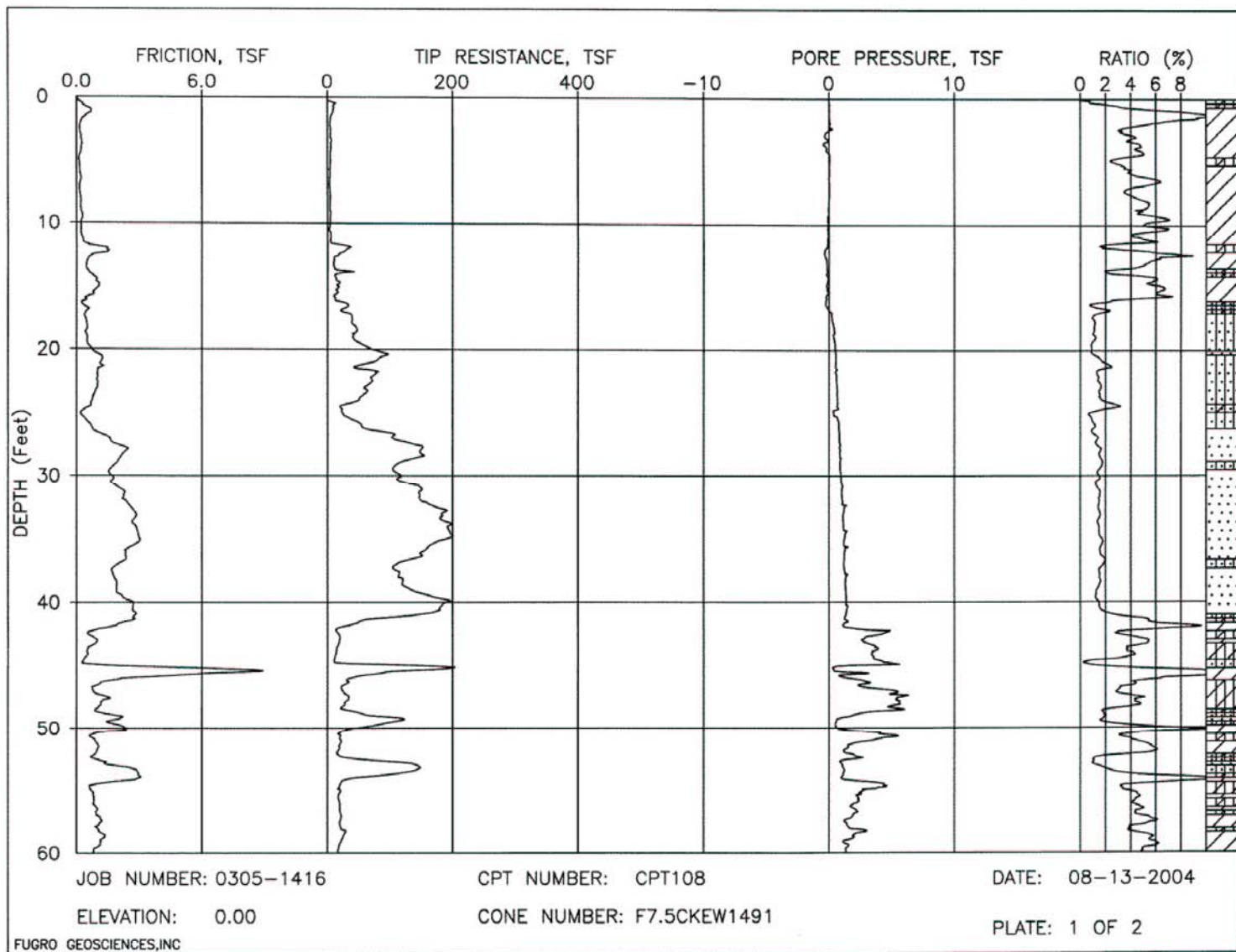
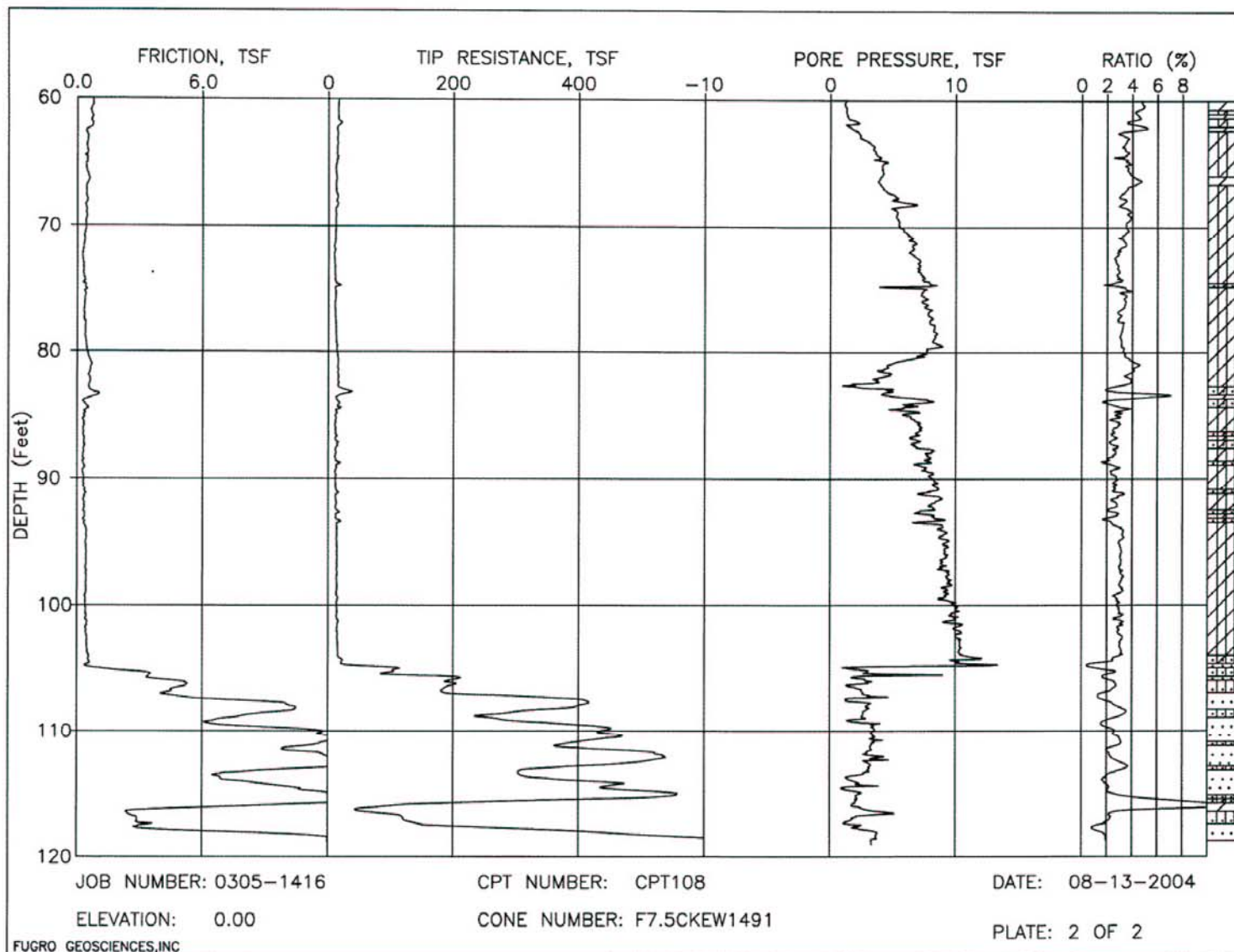


PLATE 3

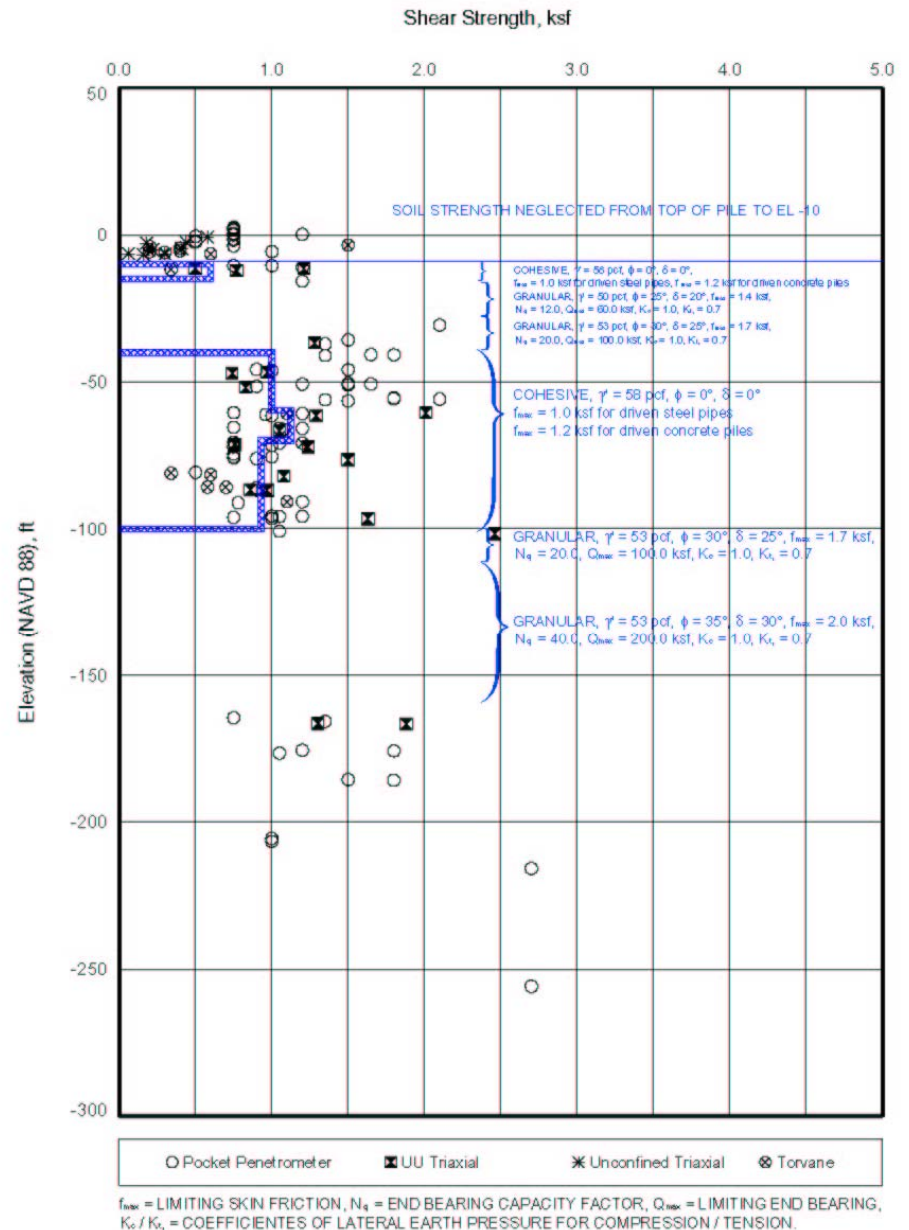
CPT jusqu'à 40 m de profondeur



CPT (suite)

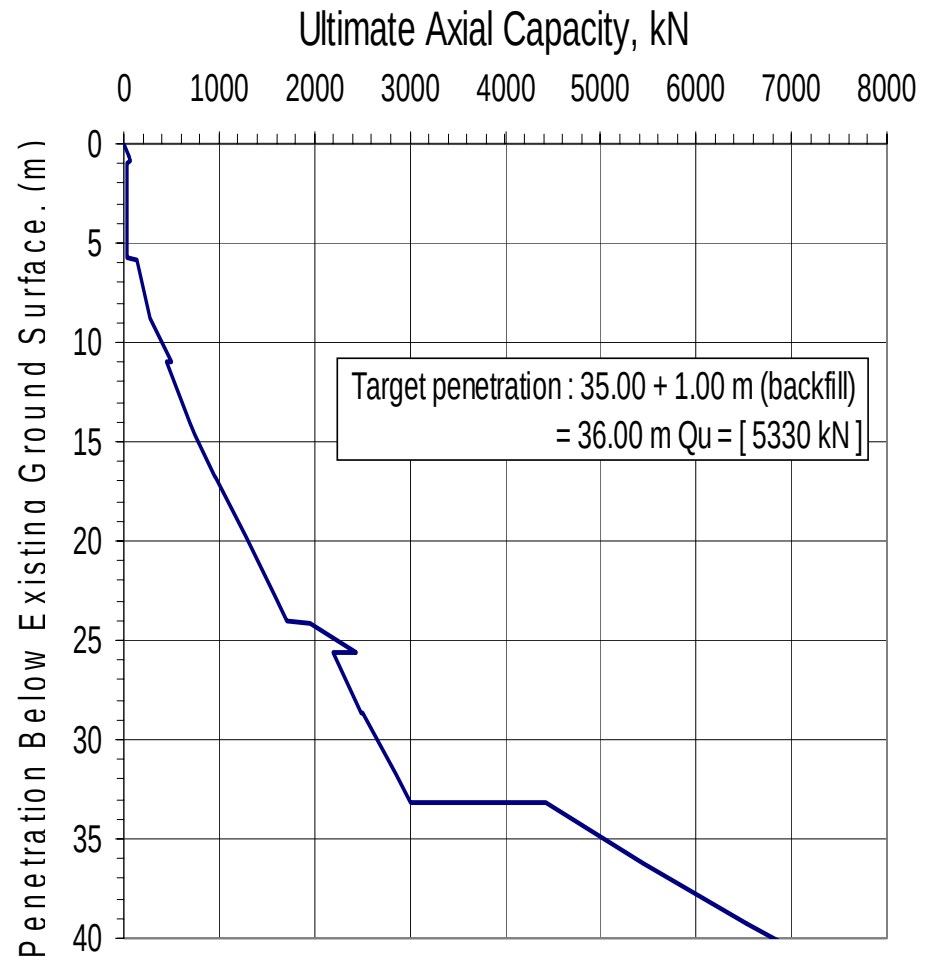


■ Profil géotechnique



SHEAR STRENGTH VERSUS ELEVATION - LNG TANK AREA

■ Capacité ultime des pieux Béton Précontraint (méthodes FHWA / NAVFAC)



ULTIMATE PILE CAPACITY
18 " SQUARE PRECAST CONCRETE PILE
LNG TANK AREA
FREEPORT LNG DEVELOPMENT, L.P.
QUINTANA ISLAND, TEXAS

Fabrication de pieux en béton précontraint 18" 450 mm

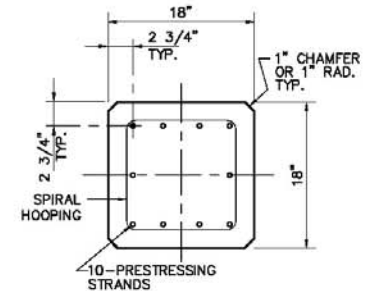
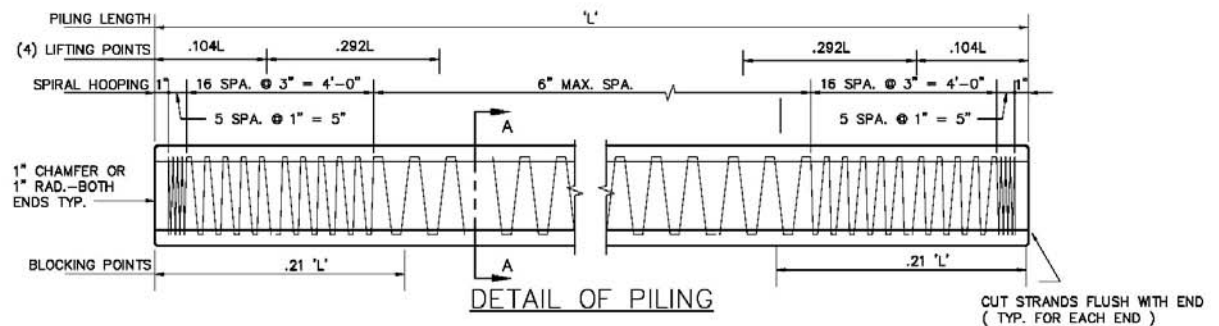
PRESTRESSED CONCRETE PILING SCHEDULE

PILE MARK	PILE SIZE	QUANTITY	PILE LENGTH	REMARKS
B	18" Φ	810	116'-0"	
TOTALS		810	93960	

TABLE OF ELEMENTS FOR PRESTRESSED CONCRETE PILING

PILE SIZE 'D'	AREA OF PILE SECTION	I	WEIGHT	QUANTITY	1/2" Φ - 270K STRANDS	
					INITIAL PRESTRESS FORCE	FINAL PRESTRESS (15% LOSS)
SQ. IN.	IN. ⁴	LB./FT.			KIPS	P.S.I.
18" Φ	322	8,600	336	10	310	818

NOTE:
PILING SHALL BE HELD FIRMLY IN THIS POSITION $\ominus$ (HORIZ.) THROUGHOUT ALL LIFTING AND HANDLING OPERATIONS.



GENERAL NOTES

- CONCRETE FOR PRESTRESSED PILING SHALL BE CLASS H EXCEPT AS NOTED.
RELEASE STRENGTH FOR CLASS H CONCRETE = 4000PSI
MINIMUM COMPRESSIVE STRENGTH 28 DAY (f_c) = 7500PSI
- ALL CORNERS SHALL BE CHAMFERED AS SHOWN OR NOTED.
- ALL DIMENSIONS RELATING TO REINFORCING OR PRESTRESSING STEEL ARE TO CENTERS OF BARS OR STRANDS.
- SPIRAL HOOPING SHALL BE ASTM A-82 W4 .225" Φ MIN.
- PILE SHOULD BE SUPPORTED AT THE PICKUP POINTS AS SHOWN.
- TOLERANCES PER PCI-MNL-116-85.
- ALL PILING TO BE CAST WITH CONCRETE USING TYPE II CEMENT.
- PRESTRESS STRAND TO BE SEVEN-WIRE 1/2" Φ 270 GRADE LOW RELAXATION ASTM A-416.
- STRAND SHALL BE PULLED TO 31.0K.

SPECIAL NOTES:

- CONCRETE REQUIRES 30% TYPE F FLY ASH

REVISIONS			PROJECT	Freeport LNG	flexicore of TEXAS	DRWN BY	BRC
△			ADDRESS	Freeport Quintana Island, Texas		CHECK BY	RM
△			CONTROL No.	PROJECT No.		DATE	4/6/05
△			ENGINEER	Reginald D. Smith, P.E.		DRWG No.	2 OF 2
△			CONTRACTOR	Bo-Mac Contractors, Ltd.		JOB No.	2005-060

flexicore of TEXAS

P.O. BOX 450049, HOUSTON, TEXAS 77245

Contraintes dans le béton

TABLE 11-4 MAXIMUM ALLOWABLE STRESSES FOR PRECAST, PRESTRESSED, CONCRETE PILES	
	AASHTO (1994) Recommendations
Design Stresses	$0.33 f'_c - 0.27 f_{pe}$ (on gross concrete area) f'_c minimum of 34.5 MPa f_{pe} generally > 5 MPa
Driving Stresses	Compression Limit $< 0.85 f'_c - f_{pe}$ (on gross concrete area) Tension Limit (1) $< 0.25 \sqrt{f'_c} + f_{pe}$ (on gross concrete area) Tension Limit (2) $< f_{pe}$ (on gross concrete area) (1) - Normal Environments (2) - Severe Corrosive Environments Note: f'_c and f_{pe} must be in MPa.

Transport des pieux BP



Manutention des pieux BP (1)



Manutention des pieux BP (2)



■ Manutention des pieux (3)



- **Battage des pieux avec un marteau diesel DELMAG D-62 (choix après étude de battage GRL WEAP)**



- **Coussin de battage**
(« Plywood cushion »)



Pré - forage à la tarière 16" sur 50'



Raboutage des pieux 136' (1)



Raboutage des pieux 136' (2)



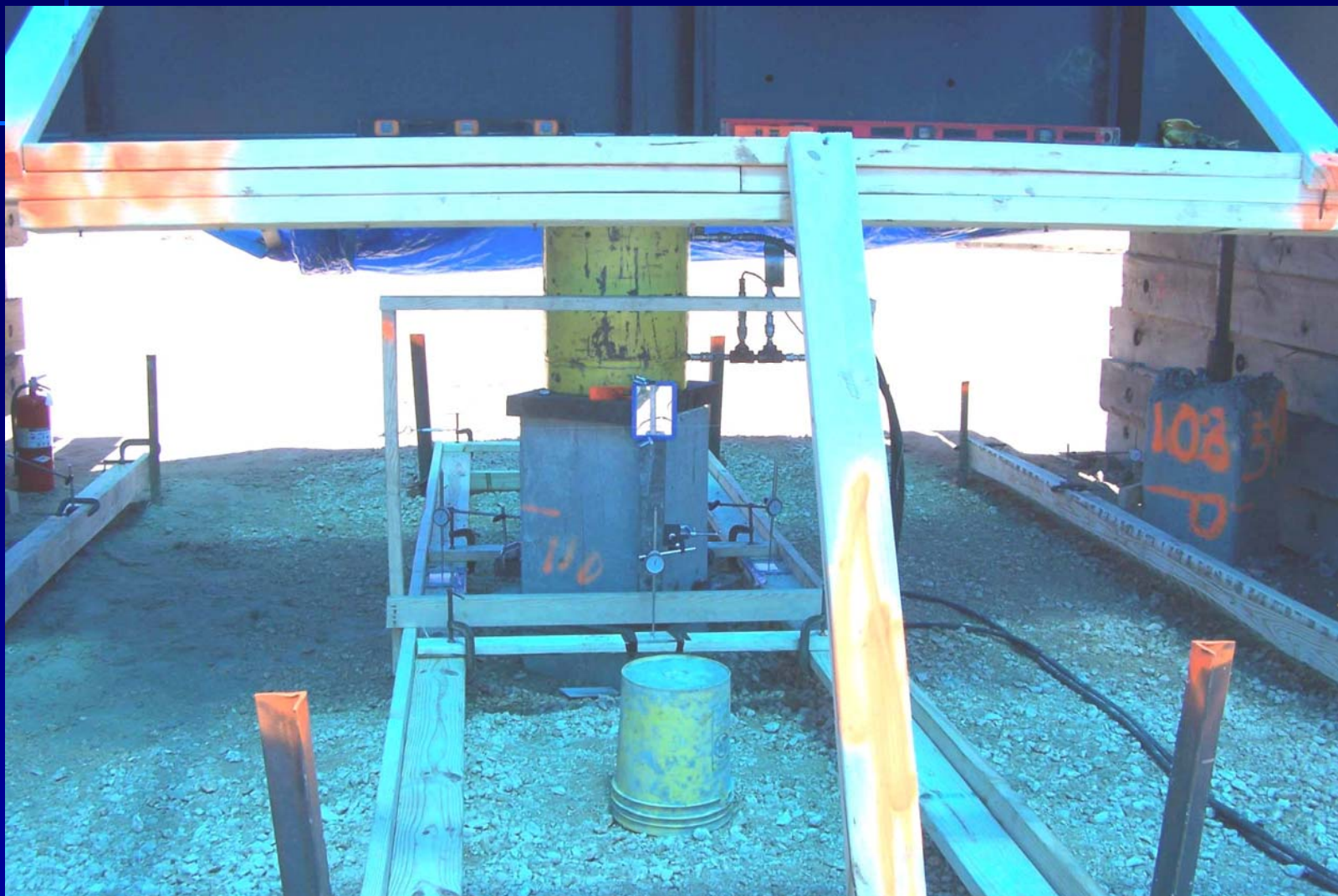
Raboutage des pieux 136' (3)



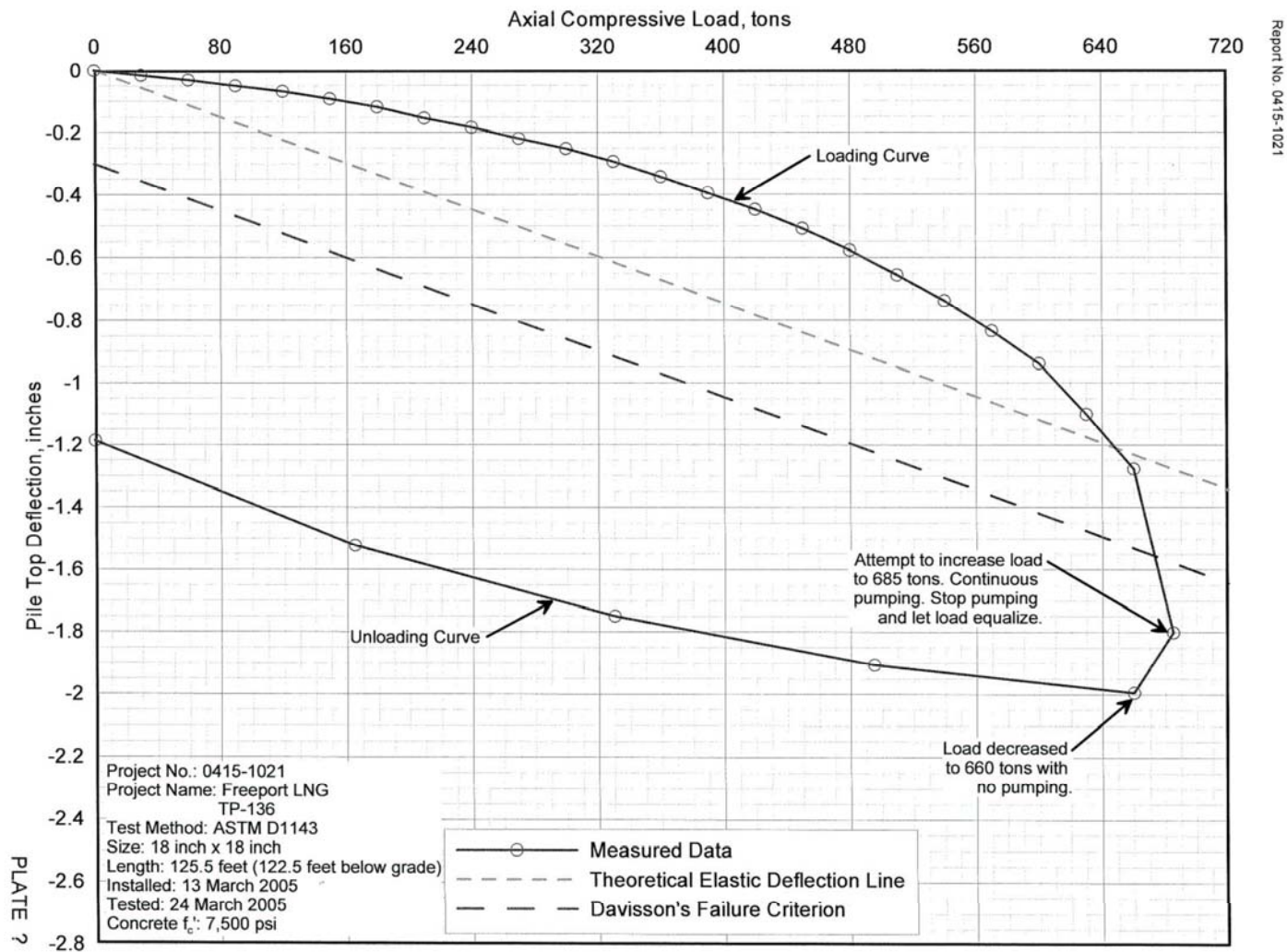
Test de charge suivant la norme ASTM D-1143



Test de charge suivant la norme ASTM D-1143

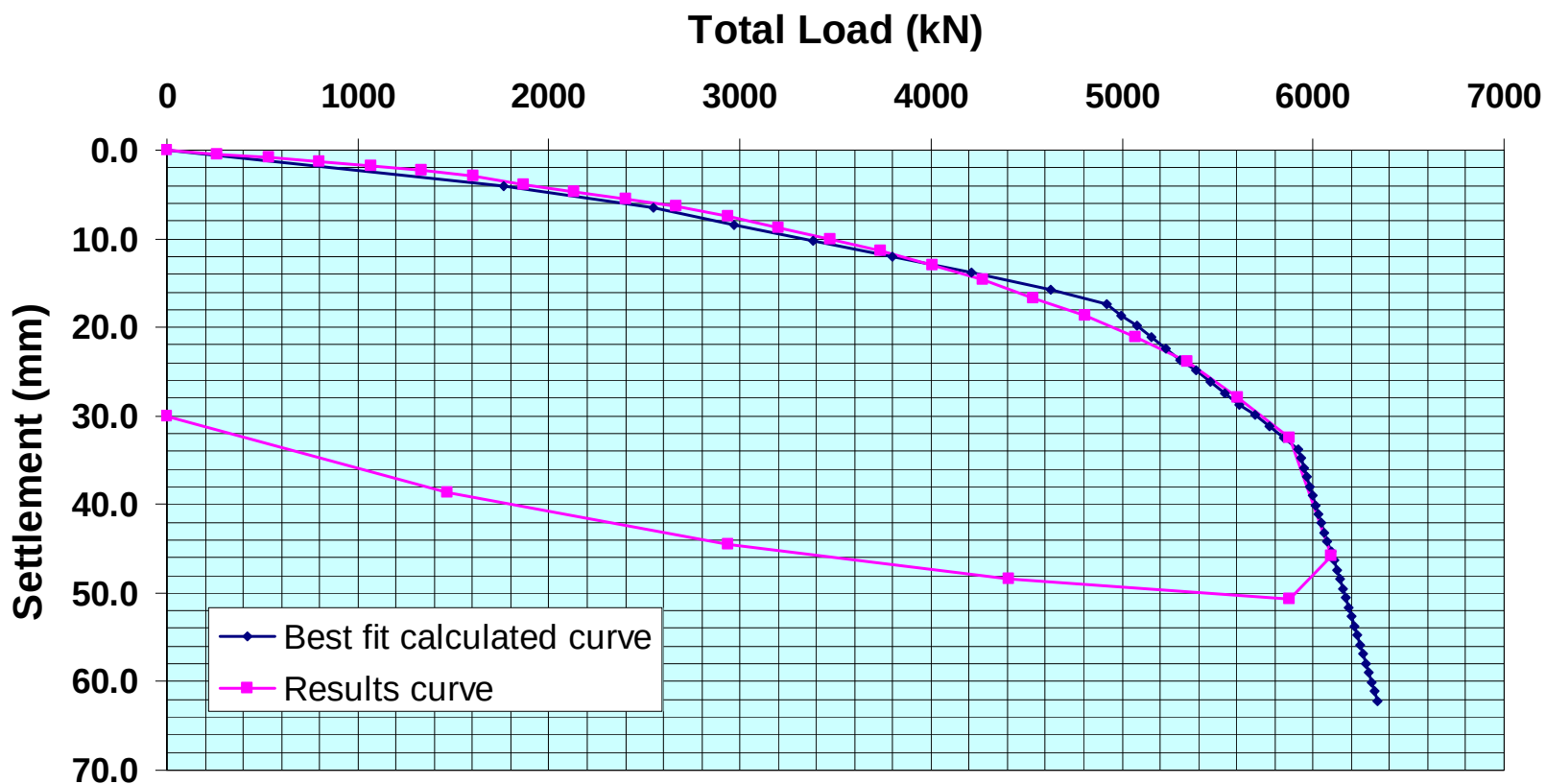


Courbe déplacement / effort en tête de pieu



Interprétation des résultats d'essais selon Fascicule 62 (1)

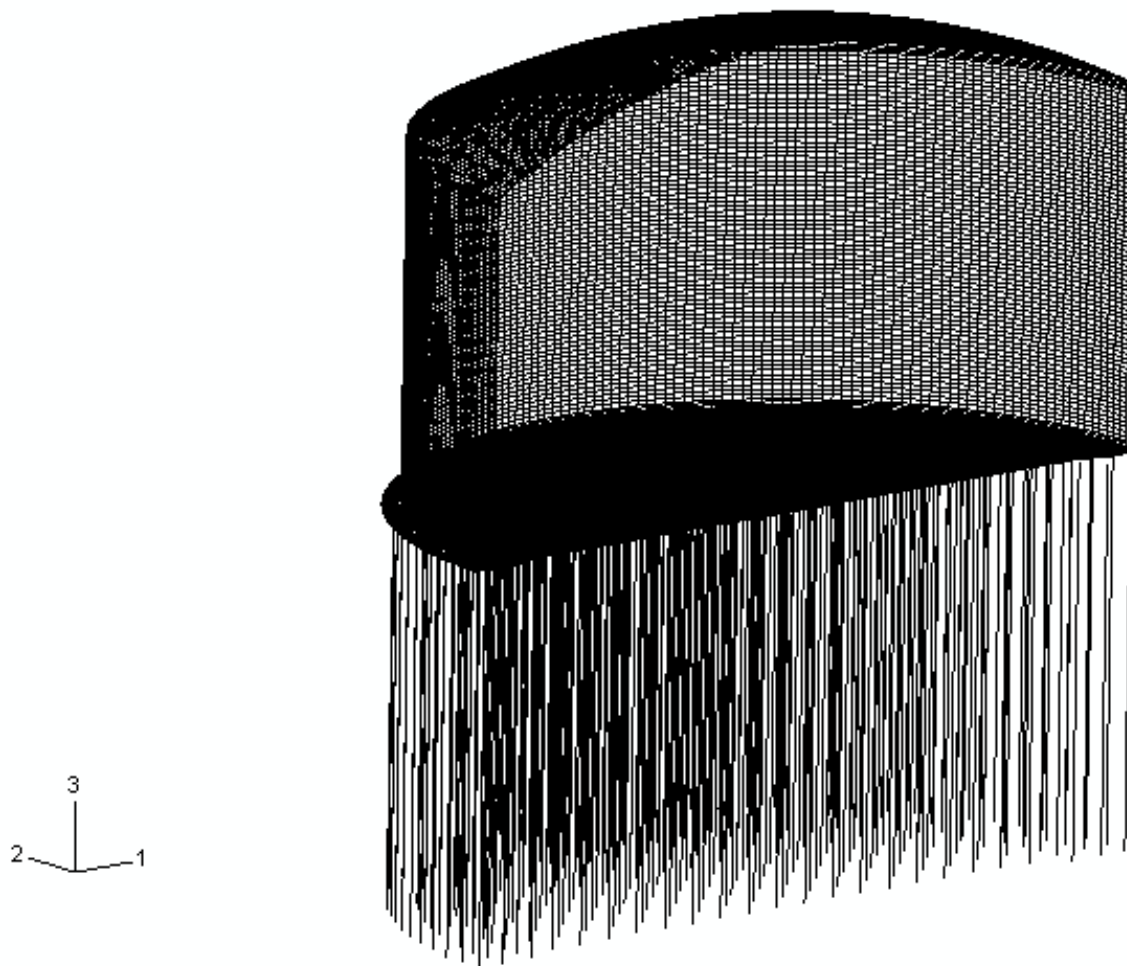
FREEPORT LNG TANKS 18 " PCCP TP 136 square 0.457
37.4 53 000 63 15.5 24.7 370



Interprétation des résultats d'essais selon Fascicule 62 (2)

- Frottement latéral moyen = 60 – 70 KPa
- Résistance de pointe dans les sables = 8.5 à 15.5 MPa
- Raideur frottement latéral = 25 à 35 MPa /m
- Raideur de pointe = 280 à 370 MPa /m, soit un module pressiométrique de 30 à 40 MPa (sables denses $q_c > 40$ MPa)
- Module d'élasticité béton / corps du pieu > 45 000 MPa

Modélisation ABAQUS



Le système PDA (Pile Driving Analysis)



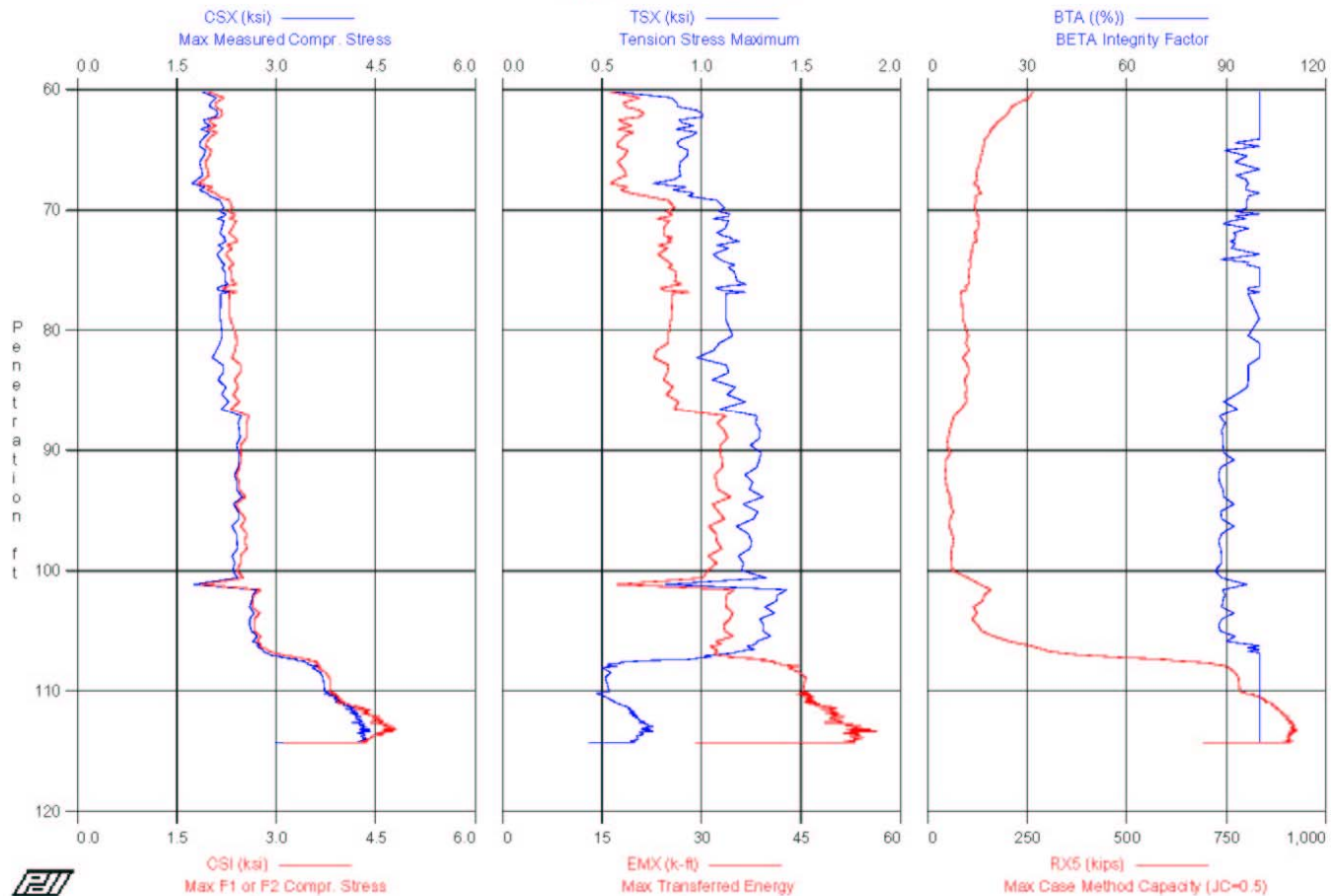
Graphiques PDA

PDILOT Ver. 2005.1 - Printed: 21-Jun-2005

Fugro Consultants LP - Case Method Results

Test date: 16-Jun-2005

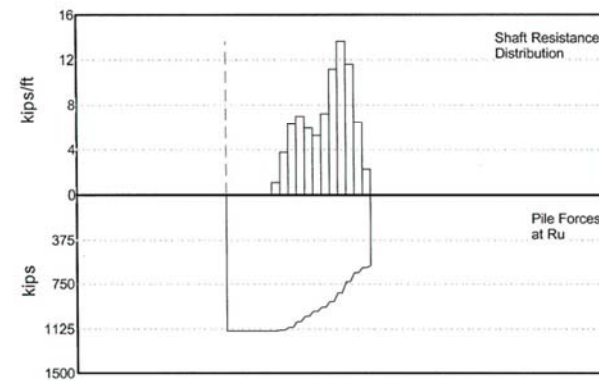
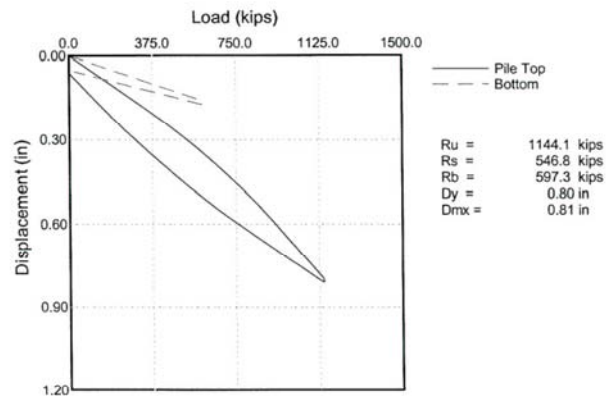
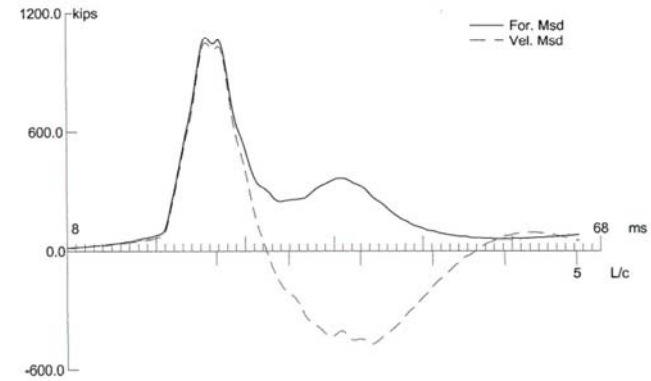
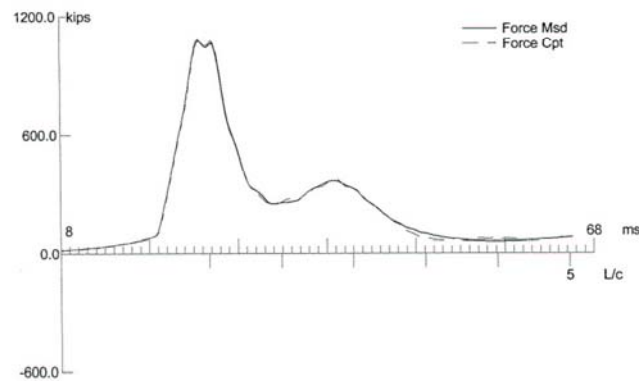
Freeport LNG Tank 1 Area - P1 57



Analyse CAPWAP

Freeport LNG Test Pile Program; Pile: T1-104IP3Restrike1; 18in X 120ft PCPS; BN: 28 (Test: 17-Mar-2005)
Fugro-McClelland Marine Geosciences, Inc

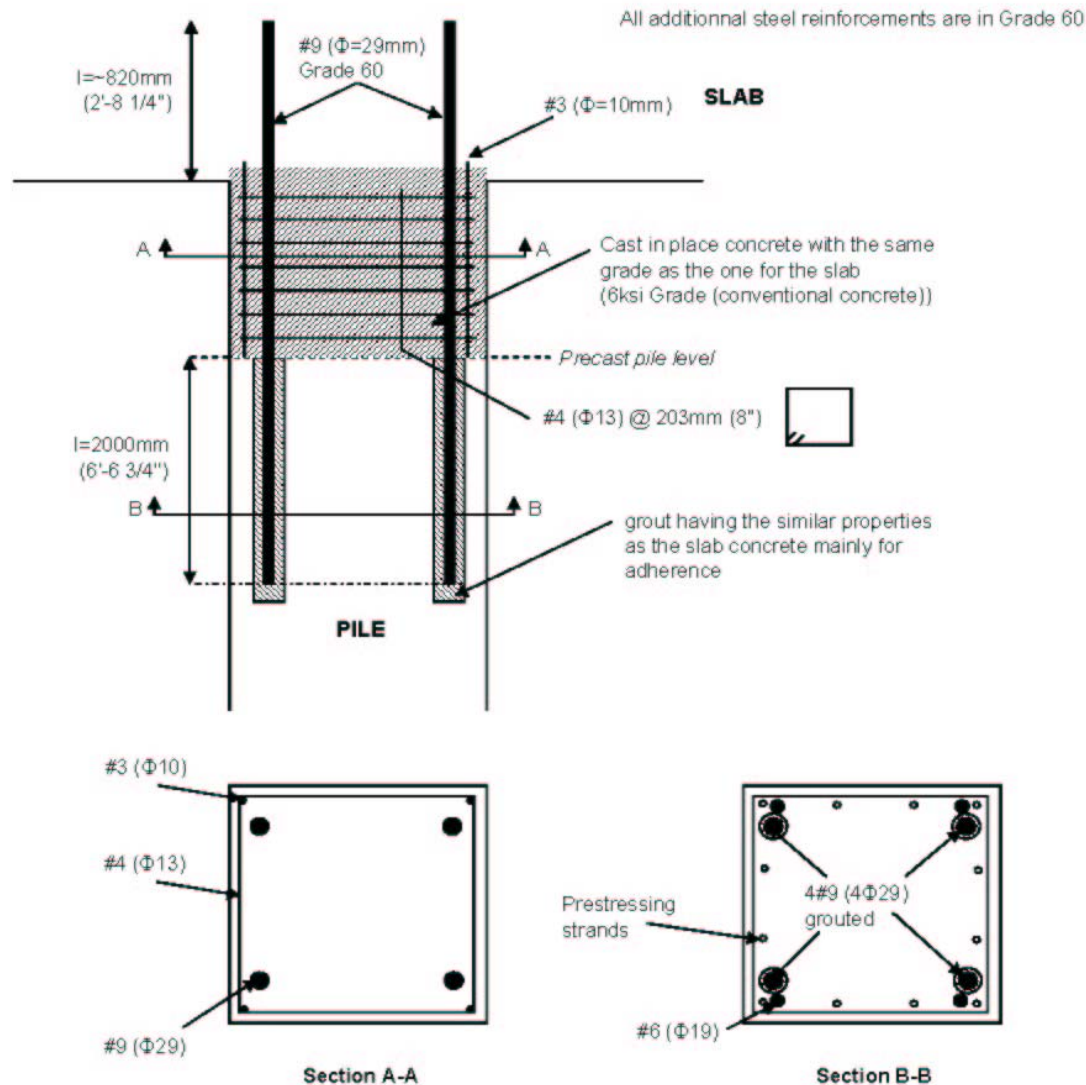
12-May-2005
CAPWAP® Ver. 2000-1



Maillage des pieux (580 par réservoir)



Raboutage des pieux in-situ



Effet du battage sur les pieux béton



Pieux après recépage



Réservoir en cours d'achèvement

