



EXPERTISE GEOTECHNIQUE - STRUCTURE - ARBITRAGE

**Dossier n° 07- 258**  
**MONTPELLIER (34)**  
**SupAgro**  
**Bâtiment 28 STO**

**DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE**  
**Mission G5 (NF P94-500)**

**Client :** **MONTPELLIER SUPAGRO**  
**2 Place Pierre Viala**  
**34060 MONTPELLIER Cedex 1**

Rédigé par  
Christian JOSSINET

A Jacou, le 10 janvier 2008

## SOMMAIRE

<b>I – RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE</b>	<b>4</b>
1. CONTEXTE GENERAL	4
2. DESCRIPTION DE LA RECONNAISSANCE	4
3. RESULTATS DES SONDAGES ET ESSAIS IN SITU	5
3.1 <i>Lithologie et caractéristiques géomécaniques des différents horizons traversés</i>	5
3.2 <i>Configuration des fondations</i>	6
3.3 <i>Résultats des analyses en laboratoire</i>	6
<b>II – DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (MISSION G5)</b>	<b>8</b>
1. ANALYSE DE L'ORIGINE DU SINISTRE	8
2. ETUDE DES POSSIBILITES ET CONDITIONS DE CONFORTEMENT	9

## ANNEXES

Plan d'implantation des sondages	10
Sondages pressiométriques      Sp1 et Sp2	11-14
Sondage carotté                      Sc1	15
Sondages pénétrométriques      Pd1 et Pd2	16-17
Extrait norme NF P 94-500 de décembre 2006 (classification des missions géotechniques)	18-19

## AVANT PROPOS

Le présent rapport concerne la reconnaissance de sol et l'étude géotechnique que nous avons réalisées dans le cadre de l'Expertise de l'ilot 28 de SUPAGRO à MONTPELLIER (34).

Selon la nomenclature de la norme NFP 94-500 de décembre 2006 (extrait joint en annexe), les missions sont de type :

⇒ **G5** : Diagnostic géotechnique

Elles ont été exécutées à la demande et pour le compte de **SUPAGRO – 2 Place Viala – 34060 MONTPELLIER cedex 1.**

Le seul document qui nous a été transmis sur support Autocad est un plan de masse des bâtiments de l'ilot 28 sur lequel ne figurent pas les passerelles piétonnes qui lient les différentes unités au niveau de l'étage.

## I – RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE

### 1. CONTEXTE GENERAL

L'unité 28 du campus de SUPAGRO se trouve au Nord du site en bordure de l'avenue Henri Mares à MONTPELLIER. Cette unité comporte 3 bâtiments :

- ⇒ Le premier à l'Est construit en 1971 à une emprise au sol de l'ordre de 950 m<sup>2</sup>. Il est disposé autour d'un patio central avec une ossature poteaux-poutres BA, des refends en béton banché et des façades en panneaux préfabriqués. Il comporte 2 joints de dilatation (JD) orientés NE-SW délimitant 3 blocs. Les désordres sur ce bâtiment sont surtout localisés dans l'angle Nord-Est et plus généralement vers l'angle Nord-Ouest et en façade Sud-Ouest.
- ⇒ Le deuxième nettement, plus petit, occupant une place centrale entre les deux autres bâtiments, est relié aux deux autres par une parcelle aérienne en R+1. Les désordres sont localisés à la jonction coté Est de cette passerelle qui a été rapportée après construction des bâtiments.
- ⇒ Le troisième est un rectangle assez allongé orienté NW-SE (13 x 50 m). Il ne présente pas de désordre caractéristique et n'est pas concerné par la présente étude.

D'un point de vue géologique, le substratum local est constitué, d'après la carte géologique de la France au 1/50000 feuille de Montpellier, par les faciès marneux de l'Aquitarien (marnes argileuses de Fontcaude) et se trouve masqué par des colluvions argilo-limoneuses qui possèdent la réputation d'être sensibles aux phénomènes de retrait/gonflement par dessiccation/imbibition.

### 2. DESCRIPTION DE LA RECONNAISSANCE

Compte tenu du contexte géotechnique décrit précédemment et la nature des désordres observés, la campagne d'investigations a été conduite de la façon suivante :

- ⇒ **2 sondages pressiométriques d'étalonnage Sp1 et Sp2 de 12 m de profondeur**, le premier implanté en façade N-E du premier bâtiment vers l'angle Nord sinistré, le second vers l'angle S-E du deuxième bâtiment. La foration a été conduite en échantillonnage continu remanié à la tarière hélicoïdale Ø 63 mm, pour permettre une identification visuelle des horizons traversés, avec enregistrement numériques des principales diagraphies instantanées (VIA Vitesse Instantanée d'avancement – PO Pression sur l'Outil – CR Couple de Rotation). Dans ces sondages, nous avons réalisé des essais pressiométriques tous les 1.5 m en moyenne pour définir les caractéristiques géomécaniques à prendre en compte dans la justification des fondations (14 essais au total)

- ⇒ **1 sondage carotté Sc1 de 1.5 m de profondeur** destiné à traverser la fondation d'un poteau sans l'altérer et à prélever un échantillon intact dans le sol d'assise. Ce sondage a été implanté vers Sp1,
- ⇒ **2 essais de pénétration dynamique Pd1 et Pd2** implantés en interpolation des sondages pressiométriques et exécutés au moyen d'un pénétromètre dynamique normalisé de type B de marque Géotool GTR 790. Ils ont été poussés au refus compté pour une résistance dynamique de pointe qd supérieur à 50 MPa.

Les têtes de ces sondages ont été nivelés par rapport au sol fini du RdC considéré à l'altitude 100 NI (Nivellement Indépendant).

Ces investigations in-situ ont été complétées par des analyses en laboratoire sur l'échantillon intact prélevé sous fondation en Sc1 entre - 0.8 et - 1.5 m/TA.

### 3. RESULTATS DES SONDAGES ET ESSAIS IN SITU

#### 3.1 Lithologie et caractéristiques géomécaniques des différents horizons traversés

##### 3.1.1 Colluvions sablo-argileuses

Sous une couverture superficielle de remblais de faible épaisseur (0.3 à 0.7 m) liés aux différents aménagements du site, les sondages ont traversé des argiles légèrement sableuses et parfois graveleuses de teinte beige crème, dont la compacité est généralement limitée mais très variable.

Nous avons enregistré les caractéristiques suivantes :

Pression limite	<b>pl* = 1.48 à 3.76 MPa (4 essais)</b>
Module pressiométrique	<b>E<sub>M</sub> = 28.5 à 66.3 MPa</b>
Résistance dynamique	<b>qd = 2.3 à 9.6 MPa avec un pic à qd = 25.4 MPa (grave)</b>

On notera que les caractéristiques enregistrées en Pd1 (2.3 à 5 MPa) sont nettement plus faibles que celles enregistrées en Pd2 (8 à 9.6 MPa) hétérogénéité qui peut-être d'origine, mais qui peut provenir d'une altération/décompression du sol à l'arrière du mur de soutènement qui borde l'avenue. On notera d'ailleurs la présence de nombreux affaissements topographiques au droit et en bordure de chaussée de desserte.

La base de l'horizon a été localisée aux profondeurs et altitudes suivantes (transition pas toujours très nette) :

Sp1	-3.7m/TA (92.8 NI)
Sp2	-3.8m/TA (95.5 NI)
Pd1	-5.2m/TA (93.8 NI)
Pd2	-2.8m/TA (94.0 NI)

On note donc une nette inflexion du toit du substratum de l'Ouest vers l'Est (entre 95.5 et 92.8 NI).

### 3.1.2 Substratum marneux

Au-delà des colluvions décrites précédemment, les sondages pressiométriques ont traversé des horizons marneux de teinte beige à gris-bleu puis bleue appartenant au substratum Aquitaniens. Les caractéristiques pressiométriques sont fortes mais un peu hétérogènes (10 essais).

$$pI^* = 3.12 \text{ à plus de } 7 \text{ MPa}$$

$$E_M = 44.4 \text{ à } 263 \text{ MPa}$$

Dans cet horizon, la résistance dynamique apparente augmente très rapidement avec refus ( $q_d > 50$  MPa) enregistré à -5.8m/TA en Pd1 (93.2 NI) et -3.2m/TA en Pd2 (93.6 NI).

A noter que dans les deux sondages pressiométriques, nous n'avons pas observé d'arrivée d'eau après foration, ce qui n'exclut pas la présence de rétentions d'eau en période d'intempérie (sous-sol peu perméable).

### 3.2 Configuration des fondations

Le sondage carotté Sc1 a été implanté au droit d'une semelle isolée située au droit du premier joint de dilatation. Il a traversé 80 cm de béton sain et rigide de la semelle isolée dont le niveau d'assise se situe ainsi à 95.75 NI soit -4.25m/sol fini RdC. Les matériaux d'assise sont des colluvions argilo-marneuses de teinte beige crème.

On note que toutes les semelles de la façade N-E sont sub-affleurantes et que leur dimension est 1.2 x 1.2 m. Leur sous-face se situe ainsi vers - 0.80 m/TA.

### 3.3 Résultats des analyses en laboratoire

L'échantillon prélevé en Sc1 sous la semelle de fondation (-0.8 à -1.5m/TA) a été analysé en laboratoire. Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

Teneur en eau	<b>W = 21.0 %</b>
Limite de liquidité	<b>W<sub>L</sub> = 45 %</b>
Indice de plasticité	<b>I<sub>P</sub> = 21 %</b>
Indice de consistance	<b>I<sub>C</sub> = 1.13</b>
Valeur au bleu	<b>V<sub>BS</sub> = 3.53</b>

Ces matériaux se classent A2<sub>m</sub> dans la nomenclature GTR (matériaux assez plastiques) et possèdent un point représentatif sur le diagramme de Casagrande situé dans la zone des argiles gonflantes.

Cette sensibilité aux phénomènes de retrait/gonflement par dessiccation/imbibition est confirmée par les résultats de l'essai de dessiccation :

Limite de retrait effectif  **$W_{Re} = 15.3 \%$**

Facteur du retrait effectif  **$Ri = 0.52$**

Ainsi une chute de teneur en eau par dessiccation depuis la saturation (25.7 %) jusqu'à la limite de retrait (15.3 %) est capable d'engendrer un retrait linéaire de 5.4 %, ce qui représente donc un tassement de 5.4 cm pour une épaisseur de 1 m de matériau dessiqué sous fondation.

## II – DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (MISSION G5)

### 1. ANALYSE DE L'ORIGINE DU SINISTRE

L'analyse des résultats de sondages et essais explicités ci-avant ainsi que nos observations in-situ nous permettent de conclure que les désordres observés sont probablement liés à la superposition de deux phénomènes :

- ⇒ Hétérogénéité géomécanique des colluvions argilo-marneuses de recouvrement qui constituent l'assise des semelles isolées sous poteaux. Les caractéristiques pénétrométriques enregistrées en Pd1 sont nettement inférieures à celles enregistrées en Pd2 et pourraient être à l'origine de tassements différentiels non négligeables mais qui se seraient produits dans les 5 années environ après construction (capacité portante pouvant varier entre 0.2 et 0.4 MPa aux ELS). Ces tassements différentiels ont sans doute été absorbés par la structure porteuse grâce aux joints de dilatation, ce qui expliquerait que les désordres n'aient pas été observés rapidement.

Cette hétérogénéité géomécanique pourrait aussi être plus tardive et correspondre à une altération/décompression des matériaux meubles situés à l'arrière du mur de soutènement bordant l'avenue, altération accentuée peut-être par la présence de réseaux enterrés en bordure du bâtiment (présence de nombreux affaissements superficiels sur chaussée de desserte et espaces verts).

- ⇒ Forte sensibilité des matériaux d'assise aux phénomènes de retrait/gonflement par dessiccation/imbibition. Les fondations situées en aval du site (donc secteur bordant l'avenue Henri Mares) sont nettement plus exposées à ce phénomène que les fondations « amont » qui sont beaucoup plus encastrées dans le sol en raison de la topographie générale. Dans le cas présent, c'est certainement le phénomène de dessiccation qui est le plus pénalisant car en considérant que le sol d'assise peut subir une dessiccation totale sur 1 m d'épaisseur, le tassement potentiel des fondations « aval » atteint 5 cm environ, ce qui est considérable et explique parfaitement l'effet de rotation du bâtiment situé à l'Est (notamment rotation vers le Nord de son extrémité N-W) de l'Ilot 28, le plus sinistré, mouvement qui a entraîné un décollement de la passerelle reliant en R+1 les deux bâtiments voisins.

Nous attribuerons donc l'origine du sinistre à la sensibilité des matériaux d'assise au retrait/gonflement mais aussi à son hétérogénéité géomécanique pouvant être partiellement liée à la proximité d'un mur de soutènement et à la présence de réseaux enterrés. Les fondations auraient dues être placées plus profondément au toit des horizons marneux compacts pour éviter l'influence des ouvrages voisins et l'exposition aux variations de teneur en eau.

## 2. ETUDE DES POSSIBILITES ET CONDITIONS DE CONFORTEMENT

Il est bien évident que le phénomène de retrait/gonflement des matériaux d'assise des fondations est très délicat à stopper de par la configuration topographique du site et la proximité de réseaux enterrés qui favorisent les échanges hydriques (étanchéité superficielle par géomembrane certainement très peu efficace).

Le mouvement des fondations (tassements – soulèvements) au gré des saisons, notamment dans la partie « aval », provoque un effet d'écrouissage du sol et de fatigue des structures qui ont pour conséquence d'aggraver les désordres dans le temps. Il apparaît donc nécessaire de conforter le bâtiment le plus exposé au phénomène et la meilleure solution consistera certainement à reporter les charges sous poteaux plus en profondeur par l'intermédiaire de micro-pieux armés ancrés dans les horizons marneux très compacts (une technique classique de puits paraît difficile à réaliser mais pas impossible si l'on respecte la nécessité de couler le béton de fondation à pleine fouille pour ne pas reporter en profondeur le problème d'exposition aux variations de teneur en eau).

La meilleure solution consistera sans doute à généraliser cette reprise sur l'ensemble du bâtiment mais il pourra être étudié la possibilité éventuelle de ne traiter qu'une partie délimitée par un joint de dilatation.

Le prédimensionnement de ces micro-pieux sera mené à partir des caractéristiques pressiométriques mesurées et conformément aux prescriptions du DTU 13.2.

- ⇒ De la sous-face des fondations jusqu'à 93 NI environ – colluvions sensibles : frottement latéral négligé
- ⇒ Au-delà de 93 NI, dans les horizons marneux compacts ( $p_l > 5 \text{ MPa}$ ) **qs = 260 kPa** (abaque E)

Ainsi un micro-pieu Ø 150 mm ancré de 5 m dans le substratum marneux pourra reprendre une charge aux ELS de l'ordre de 300 kN.

A noter que le décollement pluricentimétrique de la passerelle piétonne par rapport au petit bâtiment central nous paraît le plus préoccupant. Il nous semble important d'analyser les plans d'exécution de cette passerelle (ou à défaut de réaliser des sondages complémentaires) pour déterminer le principe exact de jonction et de reprise des efforts verticaux (brochages, corbeaux....) de manière à déterminer l'urgence d'un éventuel confortement (surface d'appui restante).

Une étude plus détaillée de type G2 (étude géotechnique de projet) sera menée à partir des descentes de charges établies par un BET Structures, en collaboration avec le maître d'ouvrage pour tenir compte des options choisies et à partir de données complémentaires sur les structures (archives disponibles ?).

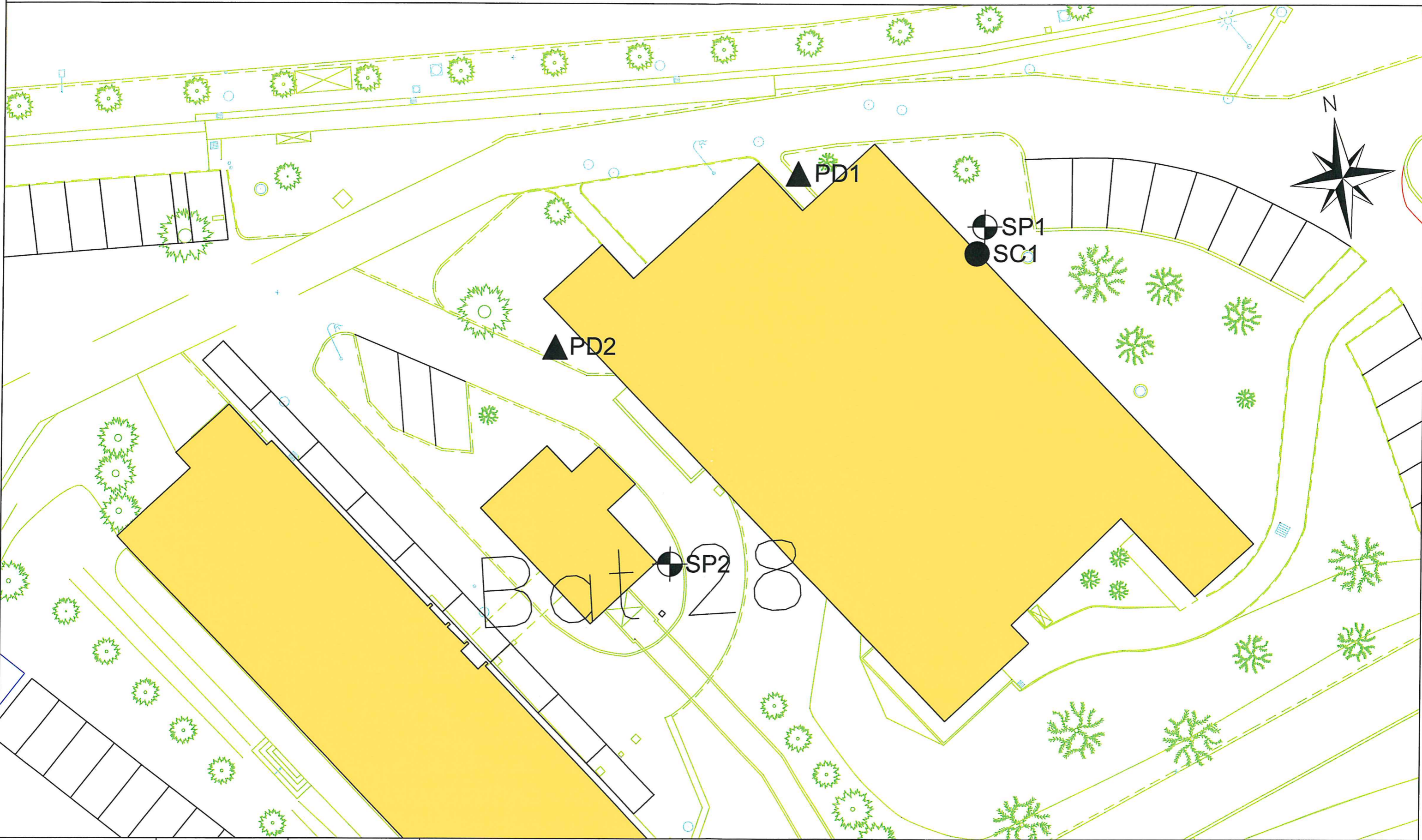


Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage pour réaliser toutes missions complémentaires de reconnaissance, études et suivi d'exécution.

## ANNEXES

Plan d'implantation des sondages	10
Sondages pressiométriques      Sp1 et Sp2	11-14
Sondage carotté                      Sc1	15
Sondages pénétrométriques      Pd1 et Pd2	16-17
Extrait norme NF P 94-500 de décembre 2006 (classification des missions géotechniques)	18-19

PLAN D'IMPLANTATION



07-258	INDICE	DATE	MODIFICATIONS	Maitre d'ouvrage : SUPAGRO	Bureau de contrôle :
	00	13/09/07		Maitre d'oeuvre :	
				<div>LEGENDE</div> <div><div>▲ PD</div><div>● SP</div><div>● SC</div></div> <div>PENETROMETRE DYNAMIQUE</div> <div>SONDAGE PRESSIOMETRIQUE</div> <div>SONDAGE CAROTTE</div>	<div><div><div>EGSA</div><div>btp</div></div><div>EXPERTISE - GEOTECHNIQUE - STRUCTURE - ARBITRAGE</div></div> <div><div>EGSA btp</div><div>Parc d'activités Clément ADER</div><div>19 rue Louis Bréguet</div><div>34830 JACOU</div><div>Tel : 04 67 13 86 80 - Fax 04 67 13 86 82</div></div>
	Fait par : Guillaume BOUNY		Visé par : Olivier JALLAT		
	Echelle : 1/250				
MONTPELLIER					
Bâtiment 28 - STO					





EXPERTISE - GEOTECHNIQUE - STRUCTURE - ARBITRAGE

## Sondage pressiométrique SP1

Dossier: 07-258

Client : SUPAGRO

Z : 96.49 NI

Date : 08/08/2007

Etude : MONTPELLIER  
SUPAGRO - Bâtiment 28

X :

Début : 0.00 m

Y :

Fin : 12.00 m

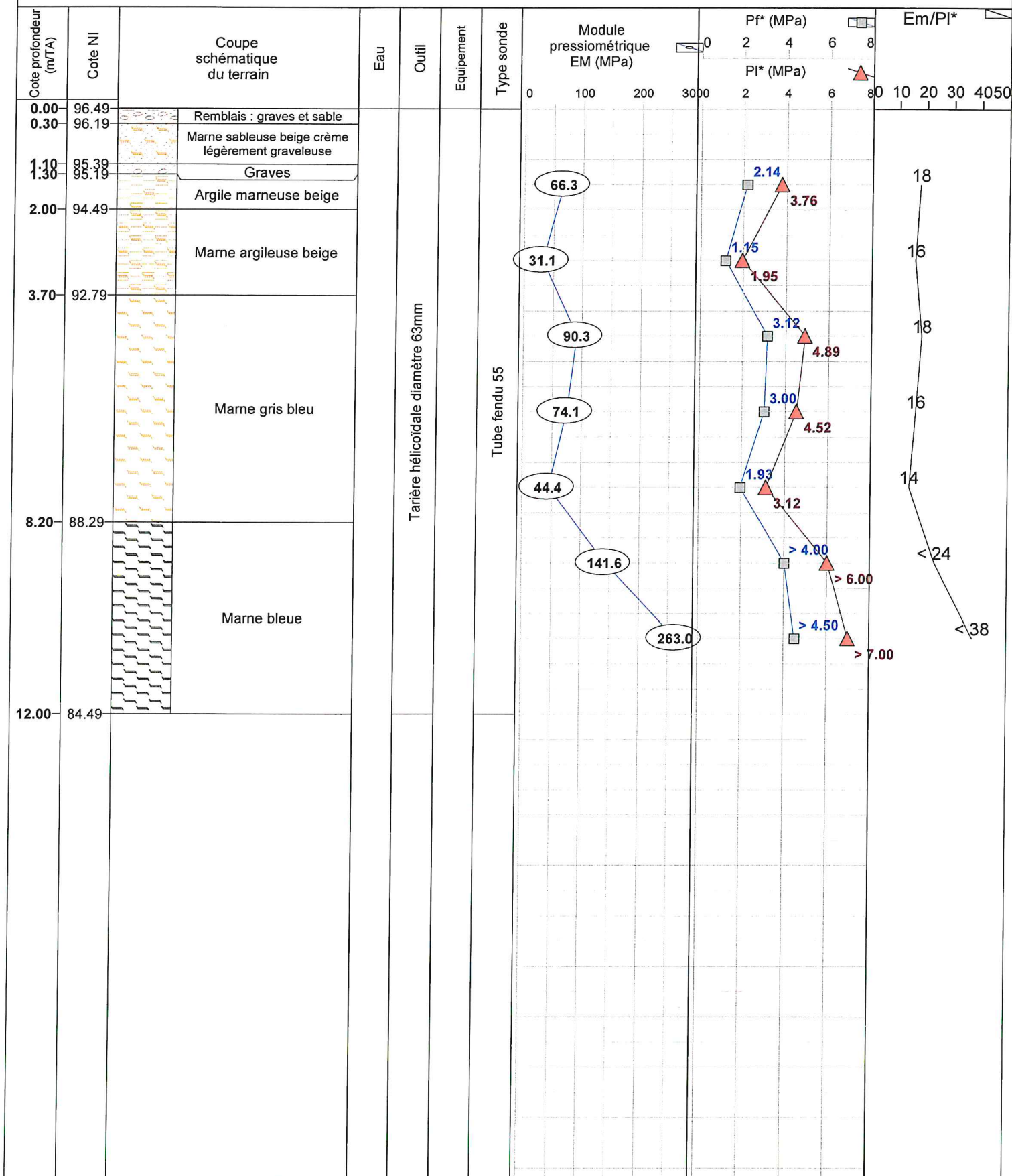
Remarque : Arrêt à -12.00m/TA

Echelle : 1 / 100

Page : 1 / 1

Niveau d'eau : Pas d'arrivée d'eau

TS : GB





EXPERTISE - GEOTECHNIQUE - STRUCTURE - ARBITRAGE

Dossier: 07-258

## Sondage pressiométrique SP2

Client : SUPAGRO

Étude : MONTPELLIER  
SUPAGRO - Bâtiment 28

Remarque : Arrêt à -12.00m/TA

Niveau d'eau : Pas d'arrivée d'eau

Z : 99.34 NI

X :

Y :

Echelle : 1 / 100

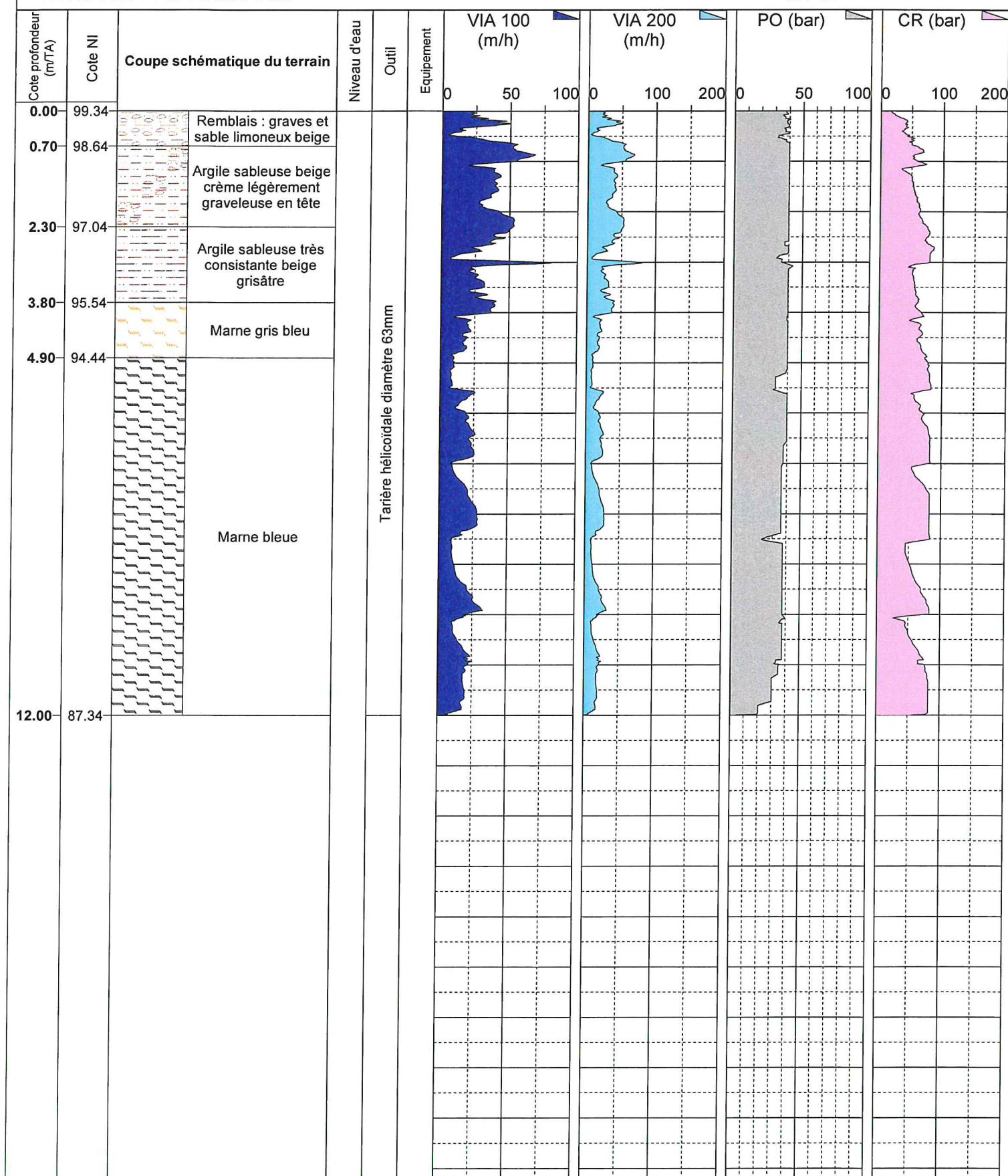
Date : 09/08/2007

Début : 0.00 m

Fin : 12.00 m

Page : 1 / 1

TS : GB





EXPERTISE - GEOTECHNIQUE - STRUCTURE - ARBITRAGE

Dossier: 07-258

## Sondage pressiométrique SP2

Client : SUPAGRO

Etude : MONTPELLIER  
SUPAGRO - Bâtiment 28

Remarque : Arrêt à -12.00m/TA

Niveau d'eau : Pas d'arrivée d'eau

Z : 99.34 NI

X :

Y :

Echelle : 1 / 100

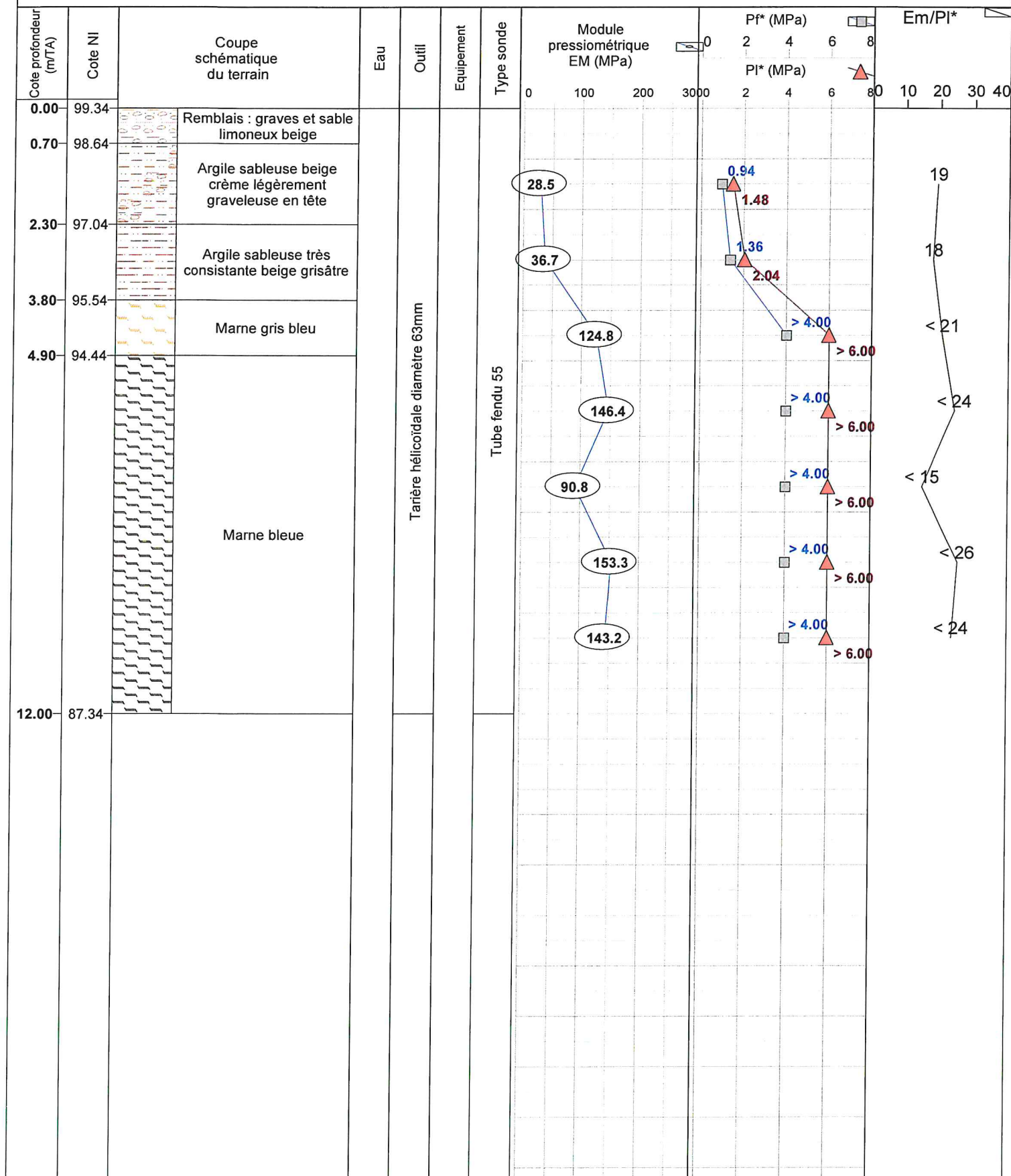
Date : 09/08/2007

Début : 0.00 m

Fin : 12.00 m

Page : 1 / 1

TS : GB





EXPERTISE - GEOTECHNIQUE - STRUCTURE - ARBITRAGE

# Sondage carotté SC1

Dossier: 07-258

Client : SUPAGRO

Z : 96.55 NI

Date : 08/08/2007

Etude : MONTPELLIER

X :

Début : 0.00 m

SUPAGRO - Bâtiment 28

Y :

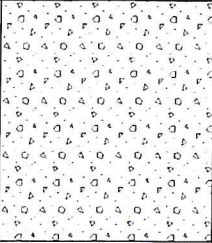




Fin : 1.50 m

Remarque : Arrêt à -1.50m/TA - Sondage incliné de 6°/verticale Echelle : 1 / 25

Page : 1 / 1

Niveau d'eau : Foration à l'eau

TS : GB

Cote NI	Cote profondeur (m/TA)	NATURE DU TERRAIN	LEFRANC	Echantillons	Carottage (%)	RQD (%)	Eau	Outils	Equipement
96.55	0.00	 Béton			 100	 100			
95.75	0.80	 Argile marneuse beige crème		0.8 EI	 100			Carottier diamètre 101mm	
95.06	1.50			1.5					



EXPERTISE - GEOTECHNIQUE - STRUCTURE - ARBITRAGE

Dossier : 07-258

## Pénétromètre dynamique PD1

Client : SUPAGRO

Etude : MONTPELLIER  
SUPAGRO - Bâtiment 28

Z : 99.01 NI

X :

Y :

Echelle : 1 / 50

Date : 07/08/2007

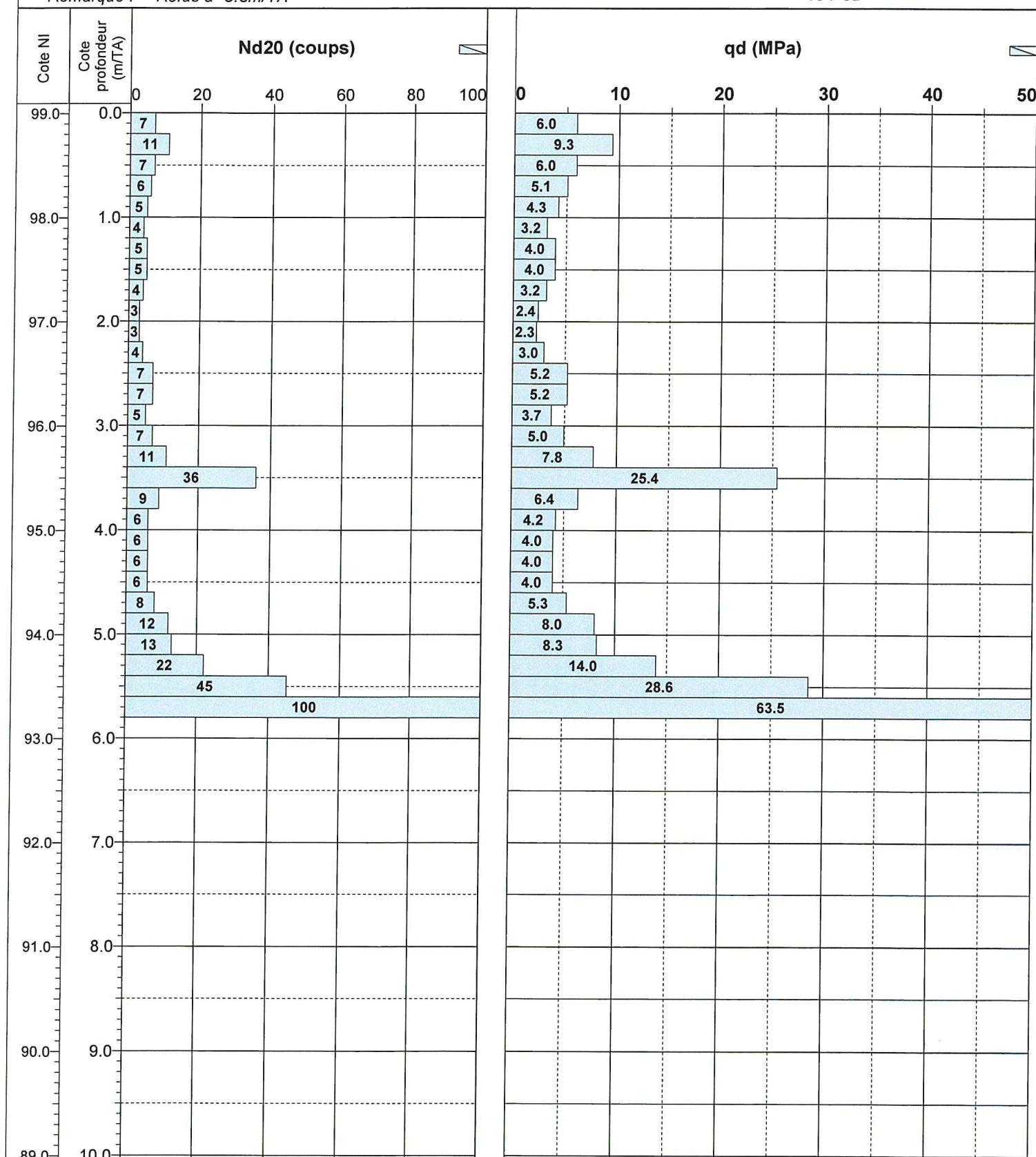
Début : 0.00 m

Fin : 5.80 m

Page : 1 / 1

TS : GB

Remarque : Refus à -5.8m/TA



## Caractéristiques du pénétromètre dynamique GEOTOOL GTR 790

Aire de la section droite de la pointe

20 cm<sup>2</sup>

Masse d'une tige

6 kg

Longueur d'une tige

1 m

Hauteur de chute du mouton

75 cm

Masse de la pointe

0.63 kg

Masse enclume

18 kg

Masse du mouton

64 kg

Remarque :

Pointe perdue



EXPERTISE - GEOTECHNIQUE - STRUCTURE - ARBITRAGE

Dossier : 07-258

## Pénétrromètre dynamique PD2

Client : SUPAGRO

Z : 96.83 NI

Date : 07/08/2007

Etude : MONTPELLIER  
SUPAGRO - Bâtiment 28

X :

Début : 0.00 m

Y :

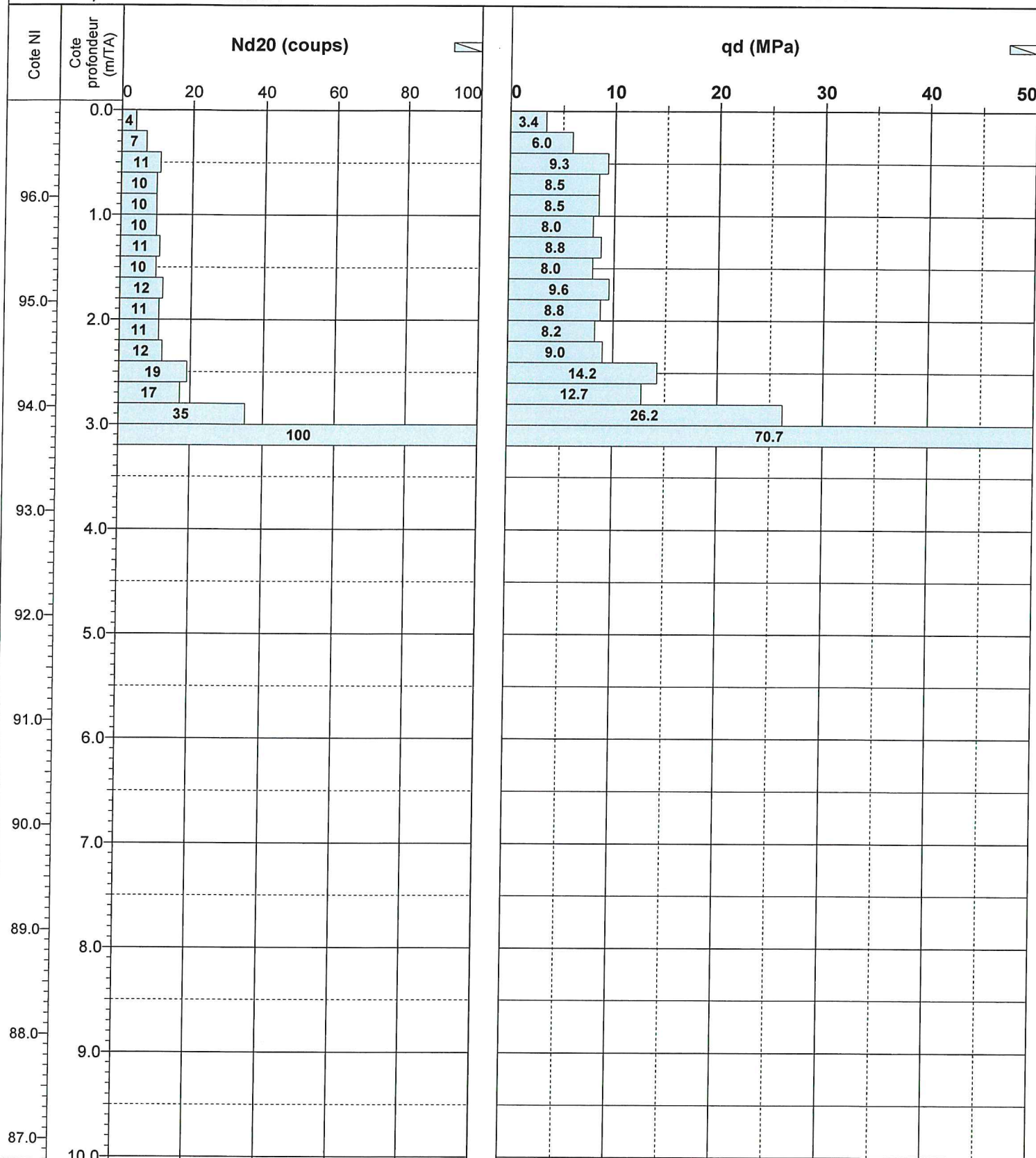
Fin : 3.20 m

Echelle : 1 / 50

Page : 1 / 1

Remarque : Refus à -3.2m/TA

TS : GB



## Caractéristiques du pénétrromètre dynamique GEOTOOL GTR 790

Aire de la section droite de la pointe

20 cm<sup>2</sup>

Masse d'une tige

6 kg

Longueur d'une tige

1 m

Hauteur de chute du mouton

75 cm

Masse de la pointe

0.63 kg

Masse enclume

18 kg

Masse du mouton

64 kg

Remarque :

Pointe perdue

## SCHÉMA D'ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE

(Tableau 1 de la norme NF P 94-500 du 5 décembre 2006)

ÉTAPE	PHASE D'AVANCEMENT DU PROJET	MISSION D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE	OBJECTIFS EN TERMES DE GESTION DES RISQUES LIES AUX ALEAS GEOTECHNIQUES	PRESTATIONS D'INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES
1	Étude préliminaire Étude d'esquisse	Étude géotechnique préliminaire du site (G11)	Première identification des risques	Fonction des données existantes
	Avant-projet	Étude géotechnique d'avant-projet (G12)	Identification des aléas majeurs et principes généraux pour en limiter les conséquences	Fonction des données existantes et de l'avant-projet
2	Projet Assistance aux Contrats de Travaux (ACT)	Étude géotechnique de projet (G2)	Identification des aléas importants et dispositions pour en réduire les conséquences	Fonction des choix constructifs
3	Exécution	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3)	Identification des aléas résiduels pour en limiter les conséquences	Fonction des méthodes de construction mises en œuvre
		Supervision géotechnique d'exécution (G4)		Fonction des conditions rencontrées à l'exécution
Cas particulier	Étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques	Diagnostic géotechnique (G5)	Analyse des risques liés à ces éléments géotechniques	Fonction de la spécificité des éléments étudiés
* NOTE À définir par l'ingénierie géotechnique chargée de la mission correspondante.				

## CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPES D'INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE

(Tableau 2 de la norme NF P 94-500 du 5 décembre 2006)

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques. Chaque mission s'appuie sur des investigations géotechniques spécifiques. Il appartient au maître d'ouvrage ou à son mandataire de veiller à la réalisation successive de toutes ces missions par une ingénierie géotechnique.

### ÉTAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PREALABLES (G1)

Ces missions excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de projet (étape 2). Elles sont normalement à la charge du maître d'ouvrage.

#### ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE (G11)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire ou d'esquisse et permet une première identification des risques géologiques d'un site :

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, certains principes généraux d'adaptation du projet au site et une première identification des risques.

#### ÉTUDE GÉOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G12)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet et permet de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés :

- Définir 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, certains principes généraux de construction (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants).

Cette étude sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).

### ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (G2)

Elle est réalisée pour définir le projet des ouvrages géotechniques et permet de réduire les conséquences des risques géologiques importants identifiés. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage et peut être intégrée à la mission de maîtrise d'œuvre générale.

#### Phase Projet

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir une synthèse actualisée du site et les notes techniques donnant les méthodes d'exécution proposées pour les ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, dispositions vis-à-vis des nappes et avoisinants) et les valeurs seuils associées, certaines notes de calcul de dimensionnement niveau projet.
- Fournir une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques et une identification des conséquences des risques géologiques résiduels.

#### Phase Assistance aux Contrats de Travaux

- Établir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres

### ÉTAPE 3 : EXÉCUTION DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUE (G3 et G4, distinctes et simultanées)

#### ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)

Se déroulant en 2 phases interactives et indissociables, elle permet de réduire les risques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures d'adaptation ou d'optimisation. Elle est normalement confiée à l'entrepreneur.

##### Phase Étude

- Définir 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 validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivis, contrôles, auscultations en fonction des valeurs seuils associées, dispositions constructives complémentaires éventuelles), élaborer le dossier géotechnique d'exécution.

##### Phase Suivi

- Suivre le programme d'auscultation et l'exécution des ouvrages géotechniques, déclencher si nécessaire les dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des excavations et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques.

#### SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION (G4)

Elle permet de vérifier la conformité aux objectifs du projet, de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage.

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

- Avis sur l'étude géotechnique d'exécution, sur les adaptations ou optimisations potentielles des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, sur le programme d'auscultation et les valeurs seuils associées.

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

- Avis, par interventions ponctuelles sur le chantier, sur le contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur, sur le comportement observé de l'ouvrage et des avoisinants concernés et sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur.

### DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (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.

- 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, rabattement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans d'autres éléments géotechniques.

Des études géotechniques de projet et/ou d'exécution, de suivi et supervision, doivent être réalisées ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique, si ce diagnostic conduit à modifier ou réaliser des travaux.