

# HYDROGEOTECHNIQUE NORD ET OUEST

INGENIERIE GEOTECHNIQUE, GEOLOGIQUE, HYDROGEOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE  
APPLIQUEE AUX BATIMENTS, GENIE-CIVIL, INFRASTRUCTURES ET A L'ENVIRONNEMENT  
SONDAGES - ESSAIS DE SOLS IN SITU ET EN LABORATOIRE

## CONSEIL GENERAL

Côtes d'Armor (22)  
CAOUËNNEC

***Doublement de la RD767 de Buhulien à Caouënnec  
Franchissement du Guindy***

## RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE

Missions G0 – G11 – G12

Dossier N° C/R/05/D/039/D/015  
RENNES-PACÉ, LE 26 septembre 2005

Ingénieur Responsable : Chloé LE BIHAN  
Ingénieur Superviseur : Jean-Claude GRESS

### Sont annexés à ce rapport :

- le plan d'implantation des sondages,
- les profils géotechniques,
- le cahier des résultats des investigations

Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable

Direction Technique : Jean-Claude GRESS - Ingénieur Civil des Ponts et Chaussées - Professeur à l'Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat - e-mail : jcgress@hydrogeotechnique.com

ILE-DE-FRANCE ET NORD	: 28/30, Av. J. Anquetil - B.P. 90226 - 95192 GOUSSAINVILLE Cedex e-mail : hg.no@hydrogeotechnique.com	Tél. 01.34.38.73.63	Fax 01.39.88.58.23
NORMANDIE	: 16, Rue d'Anjou - 76240 LE MESNIL ESNARD e-mail : hg.normandie@hydrogeotechnique.com	Tél. 02.35.80.14.29	Fax 02.35.91.55.78
BRETAGNE - PAYS DE LOIRE	: Z.A. de la Teillais - 1, Rue J.-M. Tullou - 35740 PACÉ e-mail : hg.bretagne@hydrogeotechnique.com	Tél. 02.99.26.17.44	Fax 02.99.26.17.45
HYDROGEOTECHNIQUE EST ET CENTRE	: Z.I. de la Charmotte - 90170 ANJOUTEY e-mail : hg.franchecomte@hydrogeotechnique.com	Tél. 03.84.54.68.24	Fax 03.84.54.64.02
HYDROGEOTECHNIQUE SUD-EST	: 114, Chemin de l'Oratoire - Z.I. Avon - 13120 GARDANNE e-mail : hg.mediterranee@hydrogeotechnique.com	Tél. 04.42.65.88.21	Fax 04.42.65.88.56
HYDROGEOTECHNIQUE SUD-OUEST	: 24, Avenue d'Empare - 11590 SALLELES D'AUDE e-mail : hg.sudouest@hydrogeotechnique.com	Tél. 04.68.40.91.36	Fax 04.68.46.55.14

## SOMMAIRE

<b>1. MISSION - REFERENTIELS .....</b>	<b>4</b>
1.1 PRÉSENTATION DE LA MISSION .....	4
1.2 RÉFÉRENTIELS.....	5
1.3 DESCRIPTIF DE L'OUVRAGE .....	6
<b>2. CONTEXTE SITOLOGIQUE, GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE GENERAL...7</b>	
2.1. SITOLOGIE .....	7
2.2. GÉOLOGIE.....	7
2.3. HYDROGÉOLOGIE ET MÉTÉOROLOGIE.....	9
<b>3. PRESENTATION DES RESULTATS .....</b>	<b>10</b>
3.1. IMPLANTATION ET CALAGE ALTIMETRIQUE .....	10
3.2. PROGRAMME SPECIFIQUE D'INVESTIGATIONS MIS EN OEUVRE.....	10
3.3. ANALYSE GEOLOGIQUE .....	11
3.4. ANALYSE GÉOTECHNIQUE .....	13
3.5. HYDROGÉOLOGIE.....	15
<b>4. SYNTHÈSE DES DONNÉES DE SOL ET PROPOSITIONS DE SOLUTIONS DE     FONDATION .....</b>	<b>16</b>
4.1. SYNTHÈSE DES DONNÉES GÉOTECHNIQUES.....	16
4.2. ALEAS.....	17
4.3. PROPOSITIONS DE SOLUTIONS DE FONDATION.....	18
<b>5. INTERACTION AVEC LES REMBLAIS .....</b>	<b>20</b>
5.1. REMBLAIS DE LA VOIE PARALLELE.....	20
5.2. ELARGISSEMENT DES REMBLAIS EXISTANTS.....	20
5.3. OUVERTURE DES REMBLAIS EXISTANTS.....	20
<b>6. FONDATION SUR SEMELLES.....</b>	<b>21</b>
6.1. PRINCIPES .....	21
6.2. VALEUR DE Q'REF.....	21
6.3. TASSEMENTS .....	21
6.4. SUJETIONS D'EXECUTION.....	21

<b>7. FONDATION SUR RADIER.....</b>	<b>22</b>
7.1. PRINCIPES .....	22
7.2. CONTRAINTE Q'REF .....	22
7.3. TASSEMENTS .....	22
7.4. SUJETIONS D'EXECUTION.....	22

## **ANNEXES**

<u>ANNEXE 1</u> : Plan de situation des travaux et Plan d'implantation des sondages .....	26
<u>ANNEXE 2</u> : Coupes des sondages SP1, SP3 et SP4 .....	28
<u>ANNEXE 3</u> : Coupe géologique interprétative .....	33
<u>ANNEXE 4</u> : Missions géotechniques .....	35

## 1. MISSION - REFERENTIELS

### 1.1 PRÉSENTATION DE LA MISSION

A la demande et pour le compte du **Conseil Général des Côtes d'Armor**, la Direction Régionale Bretagne – Pays de Loire du Bureau d'Etudes Géotechniques **HYDROGEOTECHNIQUE NORD OUEST** a été chargée de réaliser l'enchaînement des missions géotechniques G0, G11 et G12 dans le cadre des études géotechniques préalables au redimensionnement d'une buse de franchissement du Guindy, pour le doublement de la RD767 entre **Buhulien** et **Caouënnec** (22).

Ces missions s'inscrivent dans le cadre de la norme NFP 94-500 des missions géotechniques de l'AFNOR-USG, à savoir :

- **G0 : Exécution de forages, essais et mesures géotechniques**
- **G1 : Etude de faisabilité géotechnique**
  - **G 11 : Etude préliminaire de faisabilité,**
  - **G 12 : 1<sup>ère</sup> phase : Etude de faisabilité des ouvrages géotechniques,**
  - **G 12 : 2<sup>ème</sup> phase : Etude de prédimensionnement des ouvrages géotechniques**
- **G2 : Etude de projet géotechnique,**
- **G3 : Etude géotechnique d'exécution,**
- **G4 : Suivi géotechnique d'exécution,**
- **G5 : Diagnostic géotechnique.**
  - **G51 : Expertise géotechnique sur un ouvrage avant, pendant ou après construction d'un ouvrage, en l'absence de sinistre,**
  - **G52 : Diagnostic géotechnique sur un ouvrage avec sinistre.**

Les hypothèses prises lors de l'établissement de ce rapport s'entendent sous réserve de la stricte application de cette norme.

Cette étude a été réalisé par **Chloé LE BIHAN**, Ingénieur Géotechnicienne de l'Ecole Nationale supérieure de Géologie de Nancy,  
avec l'assistance de **Matthieu PICOT**, DUT de Génie Civil et avec le contrôle interne de **Jean- Claude GRESS**, Ingénieur Civil des Ponts et Chaussées.

## 1.2 RÉFÉRENTIELS

La campagne de sondages suit les normes et documents français et plus particulièrement :

- ⇒ DTU 11-1 – Cahier des charges applicables aux travaux de sondages,
- ⇒ NFP 94-202 – Prélèvement des sols et des roches,
- ⇒ NFP 94-110-1 – Essais pressiométriques MENARD,

Le rapport de sol s'appuie sur tous les documents et réglementations en vigueur dans le domaine de la construction et plus particulièrement :

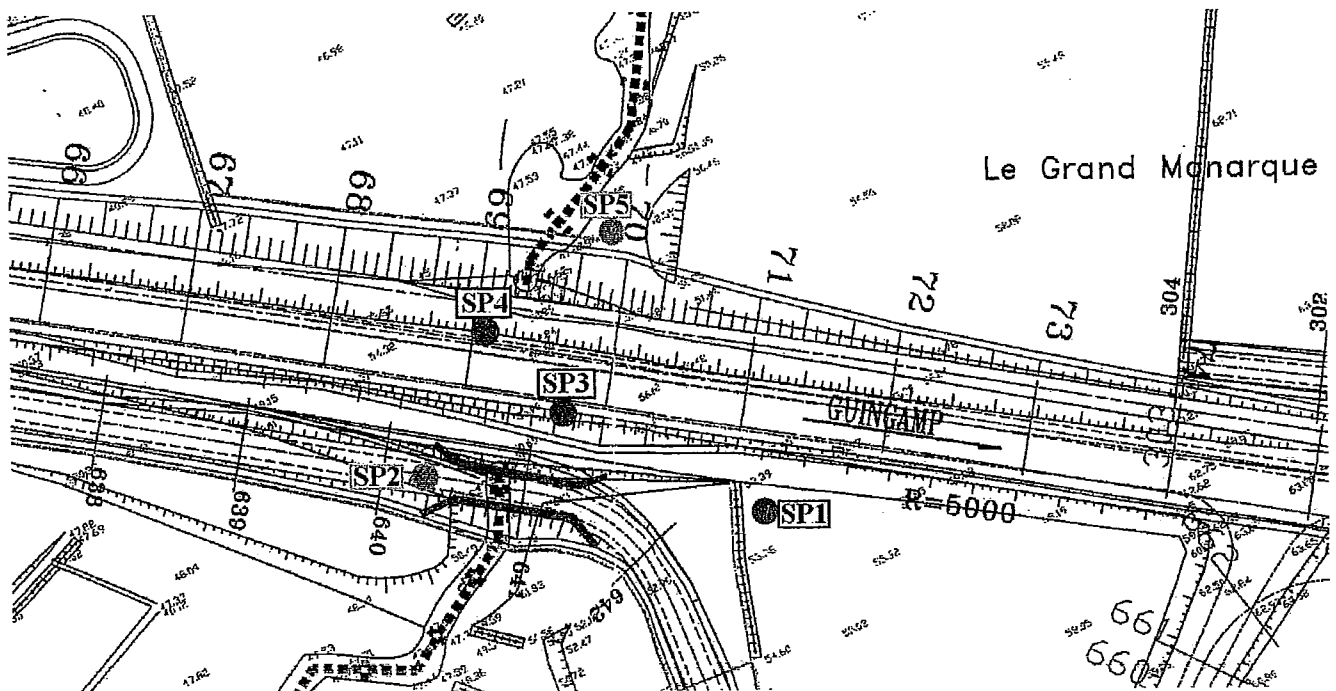
- ⇒ le DTU 13.12 (NF P 11.711 – Mars 1988 révisé Novembre 1988) : Règles pour le calcul des fondations superficielles ;
- ⇒ le DTU 13.2 (NF P 11.212 – Septembre 1992) : Fondations profondes pour le bâtiment.

### 1.3 DESCRIPTIF DE L'OUVRAGE

#### Mission GO+G11+G12 – phases 1 et 2 / Etude de faisabilité et prédimensionnement.

Pour remplir cette mission, HYDROGEOTECHNIQUE NORD OUEST a reçu les documents suivants, reproduits en annexe :

- Plan de situation,
- Plan de l'existant et du projet avec fond topographique,
- Vue en coupe de l'existant et du projet, sans report de la buse et du futur cadre,
- Définition du projet : « Pour l'ouvrage de la voie parallèle, nous [le Conseil Général de Côtes d'Armor] envisageons un ouvrage de type prad ou portique à dalle préfabriquée. Pour l'ouvrage de la RD 767, nous [le Conseil Général de Côtes d'Armor] envisageons le remplacement de la buse métallique actuelle par un cadre préfabriqué. Il sera construit après l'ouvrage de la voie parallèle qui servira aussi pour la déviation de circulation routière. Le cadre sera construit en parallèle à la buse actuelle côté rive droite (direction GUINGAMP).



NOTA BENE : Tout changement d'implantation ou d'importance des constructions devra nous être communiqué, ces changements pouvant modifier les conclusions de notre étude.

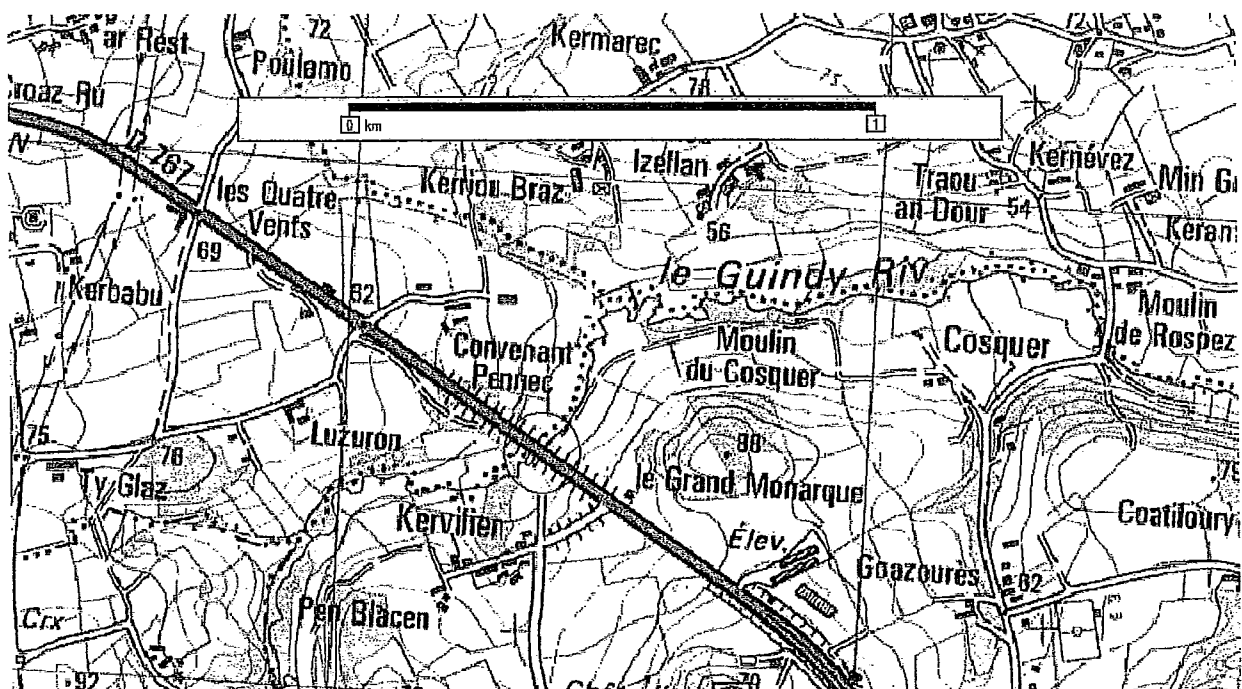
## 2. CONTEXTE SITOLOGIQUE, GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE GENERAL

### 2.1. SITOLOGIE

Le site au moment des sondages correspond à la route départementale 767, reliant Lannion à Guingamp. La route est à double sens, très roulante, et en phase d'être passée en 2x2 voies sur plusieurs tronçons.

La route passe en remblai à cet endroit, à 6m environ au dessus du terrain naturel. Le terrain en contrebas est très accidenté du côté boisé au sud (Côté Kervilien), où le Guindy stagne dans des méandres.

Les sondages proches du Guindy ne sont pas possibles de ce côté à cause d'une végétation trop dense et de reliefs trop abrupts. De l'autre côté, il s'agit d'un pacage.



Extrait de la carte IGN

### 2.2. GÉOLOGIE

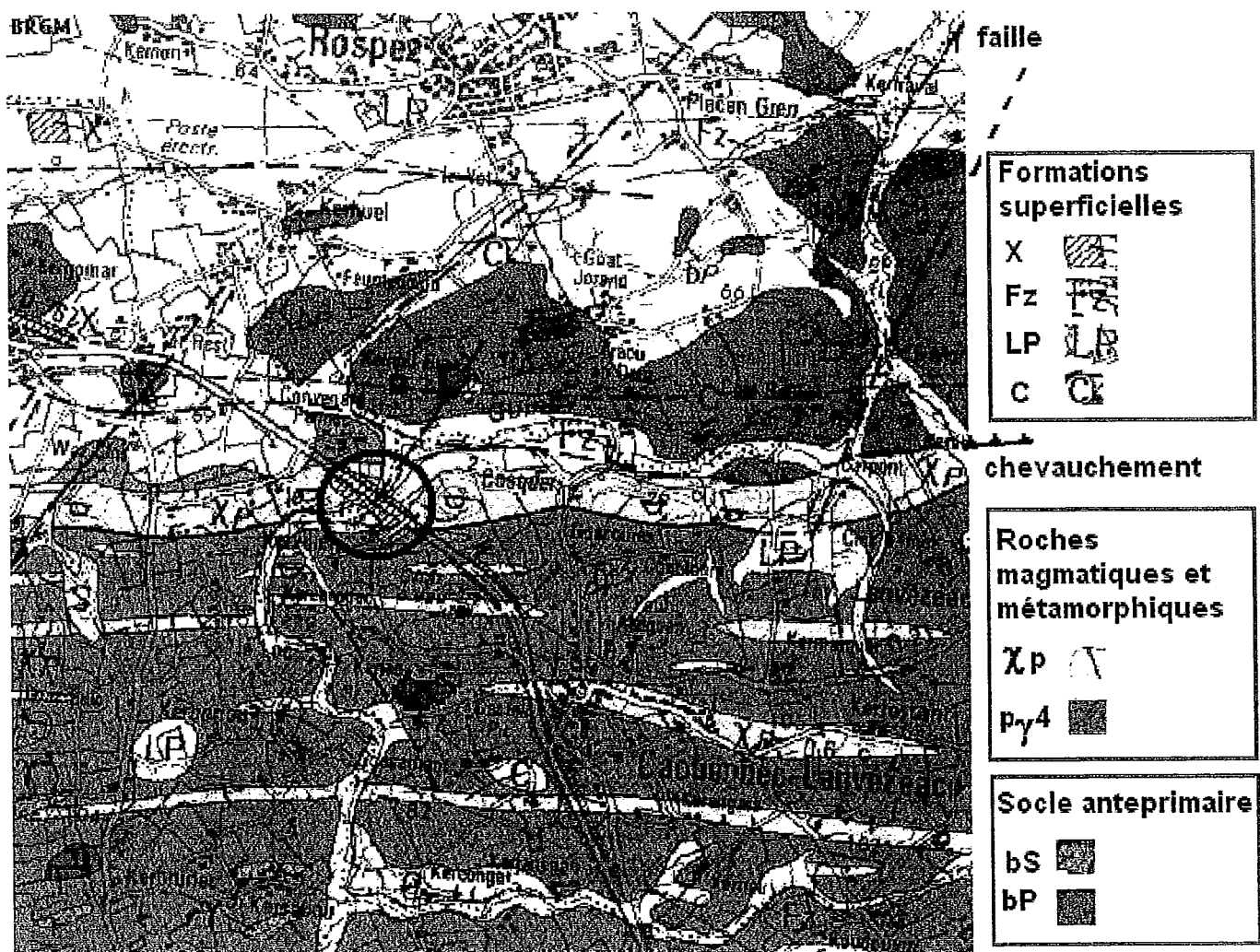
Nous avons exploité les documents suivants :

- Cartes géologiques au 1/50 000<sup>e</sup> et au 1/80 000<sup>e</sup> de Lannion (BRGM),
- Banque de données de sondages du BRGM,

D'après la carte géologique de Lannion au 1/50 000<sup>e</sup>, la lithologie correspondrait à :

- Remblais (X),
- Alluvions récentes (Fz), Colluvions holocènes (C),
- Granite et microgranite ( $\gamma^3$  et  $p\gamma^4$ ),
- Micaschiste ( $\chi_p$ ) (« cuisson » des schistes par l'intrusion de granite),
- Schistes tendres– siltites briovériennes verdâtres (bS),
- Spilites de la formation de Paimpol– roche magmatique vert-bleu (bP).

Le sondage de la banque de données du BRGM le plus proche nous indique un niveau d'« argile bleue » de 0 à 11 mètres de profondeur, un niveau d'« argile » de 11 à 45 mètres, et des « spilites dures de la formation de Paimpol », de 45 à 55 mètres. Cette coupe a été reportée en annexe.



Extrait de la carte géologique de Lannion 1/50 000<sup>e</sup> (BRGM)

Les méandres du Guindy empruntent des axes de contact lithologique (contact  $p\gamma^4 \chi_p$ ) et des axes structuraux : en particulier l'axe d'une faille au niveau du projet, puis l'axe d'une discordance chevauchante à l'aval.



### 2.3. HYDROGÉOLOGIE ET MÉTÉOROLOGIE

Le lit de la rivière Guindy est bien limité du côté nord du remblai, mais assez large avec des cuvettes d'eau stagnante du côté sud.

La végétation ainsi que le fort relief des berges nous indiquent que le Guindy n'est pas à son niveau maximum à la période des investigations.

Rappelons que les investigations ont été réalisées au mois de juin 2005, à la suite de trois années de déficit hydrique (2002-2003-2004).

Compte tenu des données collectées, les aquifères potentiels sont :

- Une nappe de stagnation dans alluvions;
  - La frange d'altération des micaschistes et l'arène granitique ;
  - Le substratum rocheux +/- fracturé et +/- argileux ;
- en relation avec la météorologie et les fluctuations du débit du Guindy.

### 3. PRESENTATION DES RESULTATS

#### 3.1. IMPLANTATION ET CALAGE ALTIMETRIQUE

Les cotes NGF approximatives des sondages réalisés sont :

Sondage	SP1	SP3	SP4
Cote NGF	53	56.5	56.5

#### 3.2. PROGRAMME SPECIFIQUE D'INVESTIGATIONS MIS EN OEUVRE

Sur les 5 sondages imposés par le maître d'ouvrage, seuls SP1, SP3 et SP4 ont pu être réalisés, la pente et la végétation empêchant d'accéder aux points SP2 et SP5. Les déboisages liés aux travaux de terrassement pourraient permettre de compléter les investigations. Ont donc été réalisées, du 3 au 8 juin 2005, les investigations suivantes :

- **3 forages de reconnaissance géologique de type destructif ou semi-destructif**, notés SP1, SP3 et SP4, au taillant et à la tarière en diamètre 64mm.

Ils ont été descendus aux profondeurs suivantes :

Sondage	SP1	SP3	SP4
Fin de forage (m)	10	13	13

- **24 essais pressiométriques** permettant la mesure in situ, par essai de chargement
  - ♦ du module de compressibilité :  $E$ ,
  - ♦ de la pression de fluage brute :  $p_f$ ,
  - ♦ de la pression limite brute :  $p_l$ , laquelle, après estimation
  - ♦ de la pression horizontale des terres :  $\sigma_{HS}$ , permet celle
  - ♦ de la pression limite nette :  $p_l^*$ .

Sondage	SP1	SP3	SP4
Profondeurs (m) des essais pressiométriques	1.5	1.5	1.5
	3.0	3.0	3.0
	4.5	4.5	4.5
	6.0	6.0	6.0
	7.0	7.5	7.5
	8.0	9.0	9.0
	9.0	10.5 12	10.5

### 3.3. ANALYSE GEOLOGIQUE

L'analyse des coupes lithologiques des sondages permet de schématiser la lithologie de la manière suivante, reprise sur les coupes géologiques en annexe :

- Limon brun à cailloutis et radicules (couche 0) correspondant à la terre végétale d'un champ de maïs

Sondages	SP1	SP3	SP4
Epaisseur (m)	0.90	-	-

En SP3 et SP4, réalisés en accotement de la RD767, on rencontre sur environ 8.5 m de hauteur des **remblais** ressemblant aux matériaux naturels du site. On les nommera R1, R2 et R3 selon leur ressemblance à la couche 1, 2 ou 3.

- Limon sableux (puis sablo-argileux en SP3) brun rouge à quelques cailloux de schiste et sable induré à micas sombres (R2).

Sondages	SP1	SP3		SP4
Toit (m)	-	0.00	1.10	0.00
Mur (m)	-	1.10	2.20	2.20
Epaisseur (m)	-	2.20		2.20

- Limon +/- sableux et +/- chargé en cailloutis de schiste et micas noirs (R3).

Sondages	SP1	SP3		SP4
Toit (m)	-	2.20		2.20
Mur (m)	-	4.00		8.50
Epaisseur (m)	-	1.80		6.30

- Limon sableux à micas et fragments coquilliers inconsistant gris-vert sombre (R1).

Sondages	SP1	SP3		SP4
Toit (m)	-	4.00	6.00	-
Mur (m)	-	6.00	8.50	-
Epaisseur (m)	-	4.50		-

- Sable limoneux à micas et fragments coquilliers et cailloutis divers gris-marron sombre très inconsistant (couche 1) correspondant aux alluvions récentes du Guindy (Fz)

Sondages	SP1	SP3	SP4
Toit (m)	-	8.50	8.50
Mur (m)	-	10.00	9.80
Epaisseur (m)	-	1.50	1.30

- Limon brun foncé +/- organique à quelques cailloux (2.1) puis limon brun rouge à aspect sableux et cailloutis de schiste friable (silt) et quelques cailloux de quartz et blocs de schiste dur gris-vert (couche 2) correspondant probablement à un mélange de l'horizon d'altération du micaschiste ( $\chi_p$ ) et de l'arène du granite ( $\rho\gamma^4$ ), +/- colluvionnés.

Sondages	SP1		SP3	SP4
Toit (m)	0.90	2.40	-	-
Mur (m)	2.40	5.50	-	-
Epaisseur (m)	4.60		-	-

- Puis, une arène à blocs constituée par un sable limoneux ou limon sableux micacé brun-beige ou gris-vert (3.1) en SP3 et SP4 ou en SP1 Limon +/- sableux brun clair puis Limon argileux brun-beige à cailloux et blocs de schiste gris foncé (3.2) passant à une roche mère +/- altérée correspondant probablement à des micaschistes ( $\chi_p$ )

Sondages	SP1		SP3	SP4
Toit (m)	5.50	7.00	10.0	9.80
Mur (m)	7.00	>10	13.0	13.0
Epaisseur (m)	> 4.50		> 3.0	> 3.2

Nota : On gardera à l'esprit que la qualité des essais pressiométriques est privilégiée au détriment de la précision de la coupe, le forage étant réalisé en mode destructif et en petit diamètre. Par ailleurs, compte tenu du nombre limité de points de sondage, cette esquisse reste schématique et n'est certaine qu'au droit des sondages.

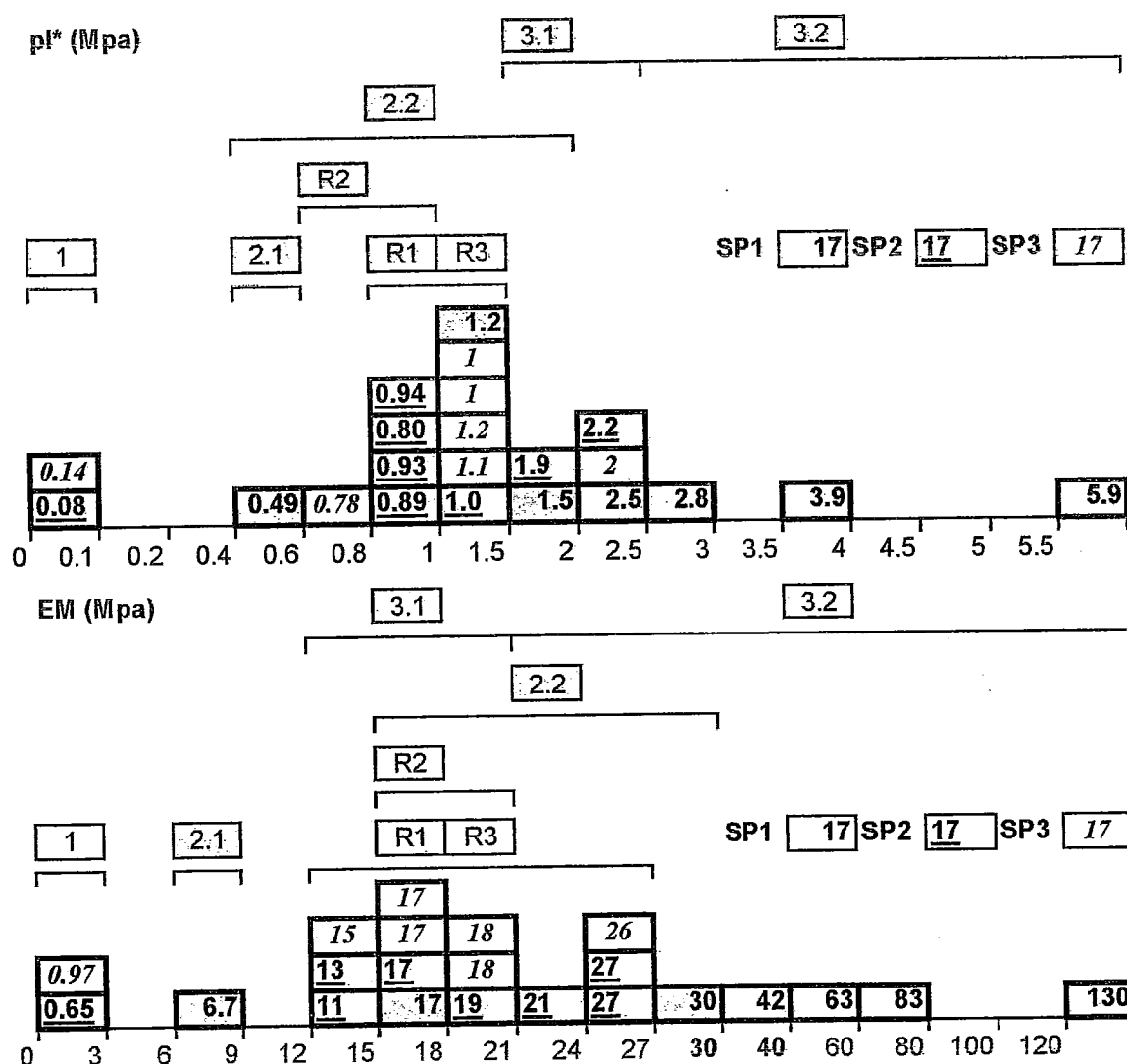
Le mode destructif ne permet pas de caractériser entièrement la nature de la roche, son niveau d'altération et la blocométrie des arènes.

### 3.4. ANALYSE GÉOTECHNIQUE

L'analyse des caractéristiques mécaniques mesurées dans chacune des couches conduit aux valeurs et commentaires suivants

- Limon brun à cailloutis et radicelles (couche 0) de la terre végétale

**Compacité non caractérisée**



- Limon sableux à micas et fragments coquilliers inconsistant gris-vert sombre (R1)

$$E_M = 27 - 21 - 11 \text{ MPa}$$

$$p_l^* = 1.00 - 0.89 - 0.93 \text{ MPa}$$

**Couche peu à moyennement compacte**, accueillant une remontée de nappe ou des infiltrations pluviales à effet « piscine »

- Limon sableux (puis sablo-argileux en SP3) brun rouge à cailloux de schiste et sable induré à micas sombres (R2)

$$E_M = 17 - 18 \text{ MPa}$$

$$p_l^* = 0.80 - 0.78 \text{ MPa}$$

**Couche peu à moyennement compacte.**

- Limon +/- sableux et +/- chargé en cailloux de schiste et micas noirs (R3)

$$E_M = 27 - 26 - 17 - 17 - 18 \text{ MPa}$$

$$p_l^* = 0.94 - 1.10 - 1.00 - 1.00 - 1.20 \text{ MPa}$$

**Couche de compacité moyenne.**

- Sable limoneux à micas et fragments coquilliers et cailloutis divers gris-marron sombre très inconsistant (couche 1) correspondant aux alluvions récentes du Guindy (Fz)

$$E_M = 0.65 - 0.97 \text{ MPa}$$

$$p_l^* = 0.08 - 0.14 \text{ MPa}$$

**Couche très lâche**, accueillant une nappe correspondant au passage du Guindy. Les valeurs sont toutefois pessimistes, il est très difficile, voire impossible, dans le contexte de sable lâche + eau de faire un forage parfaitement calibré.

- Limon brun foncé +/- organique à quelques cailloux (2.1) puis limon brun rouge à aspect sableux et cailloutis de schiste friable (silt) et cailloux de quartz et blocs de schiste dur gris-vert (couche 2) correspondant probablement à un mélange de l'horizon d'altération du micaschiste ( $\chi_p$ ) et de l'arène du granite ( $p\gamma^4$ ), colluvion ou alluvion

$$E_M = 6.7 - 30 - 17 \text{ MPa}$$

$$p_l^* = 0.49 - 1.50 - 1.20 \text{ MPa}$$

**Couche peu compacte en tête puis compacte**, accueillant une nappe.

- Arènes à blocs à roche mère +/- altérée

$$E_M = 13 - 19 - 15 - 42 - 63 - 83 - 130 \text{ MPa}$$

$$p_l^* = 1.90 - 2.20 - 2.00 - 2.50 - 2.80 - 3.90 - 5.90 \text{ MPa}$$

**Couche compacte (3.1) à très compacte (3.2).**

### 3.5. HYDROGÉOLOGIE

Le 13 juin 2005, les sondages de reconnaissance géologique avec essais pressiométriques ont rencontré en cours de forage deux niveaux de venues d'eau :

Sondages	SP1	SP3	SP4
1 <sup>er</sup> arrivée d'eau	-	6.00 m	-
2 <sup>er</sup> arrivée ou <u>Niveau stabilisé en fin de forage</u>			
Profondeur	4.50 m	8.50 m	8.80 m
Cote approximative	48.50 NGF	48.00 NGF	47.70 NGF

Le fond du Guindy est vers 47.50 NGF en amont et vers 47 NGF en aval du projet, selon le plan topographique qui nous a été fourni.

Ces niveaux correspondent :

- en SP1 à la nappe des arènes d'altération du granite et du micaschiste constituant le substratum en amont du projet, en relation avec le cours du Guindy.
- En SP3 et SP4 il s'agit de niveaux d'eau dans les remblais (infiltration d'eau ou remontée de nappe dans R1) et de la nappe des alluvions récentes du Guindy (couche 1).

#### **NOTA BENE :**

- Les sondages de reconnaissance se font sur une période de courte durée et le niveau de nappe indiqué dans le rapport ne reflète pas forcément le niveau maximum.
- Les investigations ont été réalisées en juin 2005 à la suite de trois années de déficit hydrique (2002 – 2003 – 2004).
- La période d'observation est réputée en situation de nappe basse mais on ne connaît pas les fluctuations piézométriques des nappes des couches 1 et 2.
- L'origine des fluctuations possibles est soit naturelle (sécheresse, crue de nappe en relation avec la situation météorologique par exemple), soit due à des travaux ou une modification de l'environnement aux alentours immédiats (pompages, rejets, effets barrages, etc...)

## 4. SYNTHÈSE DES DONNÉES DE SOL ET PROPOSITIONS DE SOLUTIONS DE FONDATION

### 4.1. SYNTHÈSE DES DONNÉES GÉOTECHNIQUES

Compte tenu des caractéristiques géologiques, géotechniques et hydrogéologiques mises en évidence par les différentes investigations, le site est marqué par :

- Limon brun à cailloutis et radicelles (**couche 0**) de la terre végétale  
ou
- Remblais (**R1+R2+R3**) de Limon +/- sableux +/- chargé en cailloux de micaschiste, **peu à moyennement compacts**, accueillant une remontée de nappe ou des infiltrations pluviales à effet « piscine »  
sur
- Sable limoneux à micas et fragments coquilliers et cailloutis divers, **couche très lâche** (**couche 1**) correspondant aux alluvions récentes du Guindy et accueillant une nappe.
- Limon +/- organique +/- blocailleux (**couche 2**) correspondant probablement à un mélange de l'horizon d'altération du micaschiste ( $\chi_p$ ) et de l'arène du granite ( $\rho\gamma^4$ ), **peu compact en tête puis compact**, accueillant une nappe.
- Substratum +/- altéré correspondant probablement au micaschiste (**couche 3**) sous nappe, **compact puis très compact**.



## 4.2. ALEAS

Les risques d'aléas géotechniques sont en relation, entre autres, avec :

### La géologie

- la variation latérale d'épaisseur des couches, dans un contexte d'alluvions (couche 1), de colluvions et arènes (couche 2) et de remblais (couches R1 R2 R3),
- le changement de substratum le long du cours du Guindy : granite, micaschiste, siltite puis spilite,
- l'existence d'une faille et d'un chevauchement dans la Zone d'Influence Géotechnique,
- l'hétérogénéité de la blocométrie dans les remblais et colluvions-arènes,

### L'hydrogéologie

- les fluctuations des nappes de la couche 1 et de la couche 2,
- la nécessité de dimensionner l'ouvrage hydraulique en prenant en compte les crues du Guindy, les remblais de la RD767 existante et future formant barrage dans le lit majeur.

### L'environnement

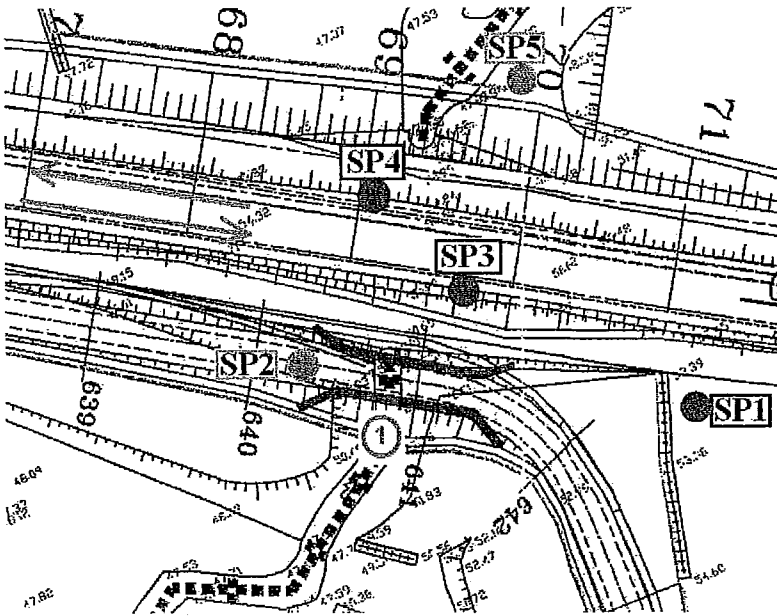
- l'interaction entre les travaux des deux ouvrages : celui de la RD767 et celui de la voie parallèle,
- le contexte fortement boisé,
- les fortes pentes des talus routiers.

### 4.3. PROPOSITIONS DE SOLUTIONS DE FONDATION

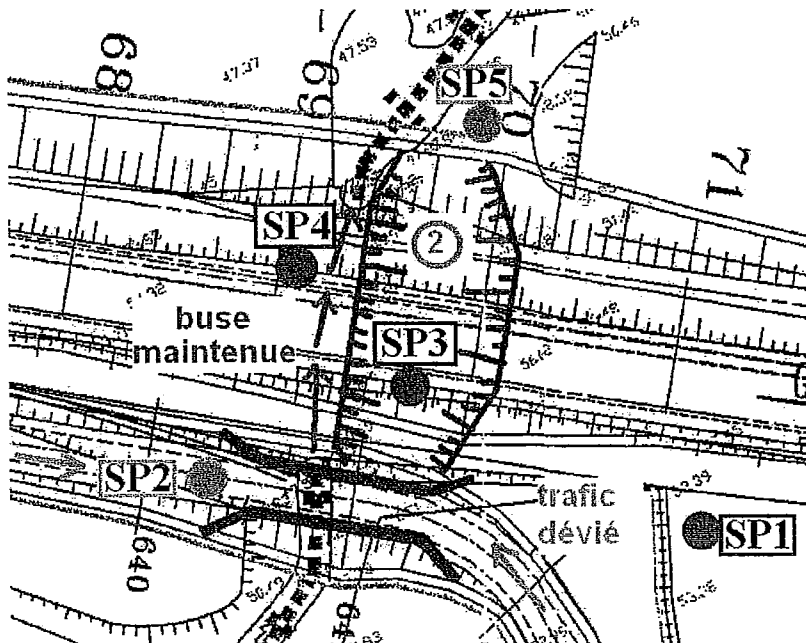
Nous ne disposons pas de vue en coupe du projet mais seulement d'un profil en long.

Il nous a été indiqué que le projet prévoit :

- 1) la pose d'un cadre préfabriqué sous la voie parallèle

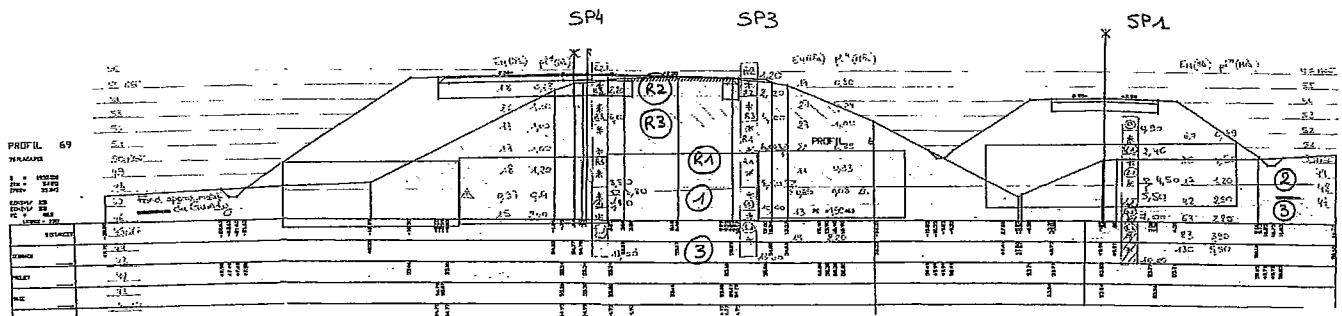


- 2) et ensuite d'un prad ou portique avec dalle préfabriquée sous la RD767, pendant que la voie parallèle servira de déviation routière.



nous analysons au chapitre 6 une solution de fondation par semelles et au chapitre 7 une solution radier ; semelles et radier allant rechercher les couches 3.1 ou 3.2..

Au chapitre 5, nous analysons l'interaction avec les remblais.



## 5. INTERACTION AVEC LES REMBLAIS

Nous analysons les interactions avec les remblais :

- De la voie parallèle,
- Existants,
- Les élargissements des remblais actuels.

### 5.1. REMBLAIS DE LA VOIE PARALLELE

Ils font 4 à 6m de hauteur.

Ils vont rencontrer la couche 1 caractérisée par sa faible compacité et une épaisseur de 1.30 à 1.50m, laquelle se biseaute latéralement.

Au droit des remblais contigus à l'ouvrage, nous suggérons la purge de cette couche 1 pour retrouver, soit la couche 2.2, soit la couche 3.2.

Il n'y a alors plus de problème de stabilisation des remblais ou de tassements.

### 5.2. ELARGISSEMENT DES REMBLAIS EXISTANTS

Ici, les remblais font 8.50m de hauteur.

Nous suggérons la purge de la couche 1 au droit des remblais contigus à l'ouvrage.

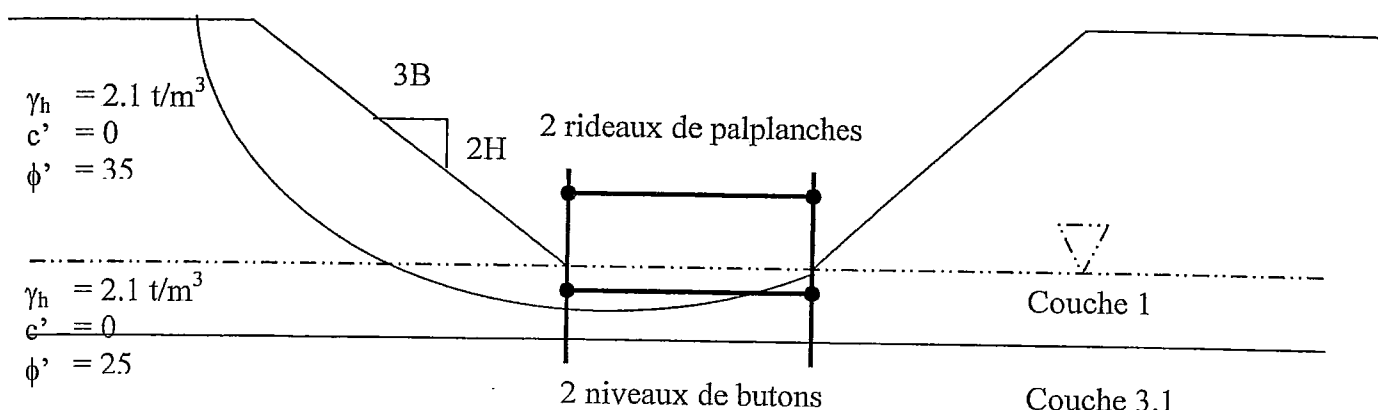
Reste la stabilité des remblais actuels à préserver : la purge et substitution se fera par parties, par bandes perpendiculaires aux remblais actuels.

On gère alors les tassements et la stabilité et il est possible de monter les remblais en une seule phase.

### 5.3. OUVERTURE DES REMBLAIS EXISTANTS

Les tassements vont traverser les remblais et retrouver les alluvions lâches de la couche 1.

Nous suggérons de descendre le terrassement jusqu'à 1.50m au dessus de la couche 1, puis battre des palplanches butonnées de façon à travailler dans une fouille blindée permettant d'atteindre la couche 3.1.



## 6. FONDATION SUR SEMELLES

### 6.1. PRINCIPES

Fondation sur semelles dans les couches 3.1 et 3.2 par le biais d'un béton de blocage fortement dosé de 30cm d'épaisseur, permettant la mise en œuvre de la semelle BA ferrillée.

La mise en œuvre se fera soit protégée par des palplanches, soit en fouilles relevées, le talutage étant masqué par un masque 0/150 de 1m d'épaisseur pour tenir les talus des fouilles à 3 de base pour 2 de hauteur, en dehors de la zone d'interaction avec les hauts remblais actuels.

### 6.2. VALEUR DE $q_{ref}$

Compte tenu des caractéristiques pressiométriques mesurées et en intégrant l'hétérogénéité des couches et les difficultés d'exécution, nous suggérons de ne pas dépasser 0.25 MPa à l'ELS.

### 6.3. TASSEMENTS

Ils seront inférieurs au centimètre.

### 6.4. SUJETIONS D'EXECUTION

- L'accessibilité difficile des sites,
- Le terrassement avec association d'un BRH,
- Les arrivées d'eau,
- La nécessité de blinder ou masquer les talus,
- La difficulté de ne pas remanier les sols d'assise,
- La mise en œuvre d'un béton de blocage fortement dosé en talus, l'eau refoulée étant pompée.

## 7. FONDATION SUR RADIER

### 7.1. PRINCIPES

Fondation sur radier allant rechercher les couches 3.1 ou 3.2.

### 7.2. CONTRAINTE q'ref

Elle est surabondante puisque au moins de 0.2 MPa aux ELS.

### 7.3. TASSEMENTS

Sous une contrainte de 0.15 MPa, ils seront inférieurs au demi-centimètre.

### 7.4. SUJETIONS D'EXECUTION

Ce sont ici aussi :

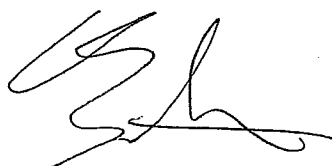
- L'accessibilité,
- Les difficultés de terrassement,
- La tenue des formations par blindage ou masque,
- Les arrivées d'eau.

Notre mission se termine à la remise du présent rapport.

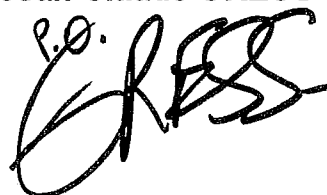
Nous restons à la disposition du **Conseil Général des Côtes d'Armor** et de tous les intervenants pour tous renseignements complémentaires.

Dressé par les Ingénieurs soussignés

Ingénieur Responsable  
**Chloé LE BIHAN**

A stylized, handwritten signature in black ink, consisting of a large 'C' followed by a series of loops and a horizontal stroke at the end.

Ingénieur Superviseur  
**Jean-Claude GRESS**

A stylized, handwritten signature in black ink, featuring a large 'J' and 'C' followed by a series of loops and a horizontal stroke at the end. Above the signature, the initials 'P.O.' are written.

## ANNEXES

### ANNEXE 1

*Plans de situation*

### ANNEXE 2

*Coupes des sondages de reconnaissances  
et essais in situ*

### ANNEXE 3

*Coupe géologique interprétative  
Et Plan d'implantation des sondages*

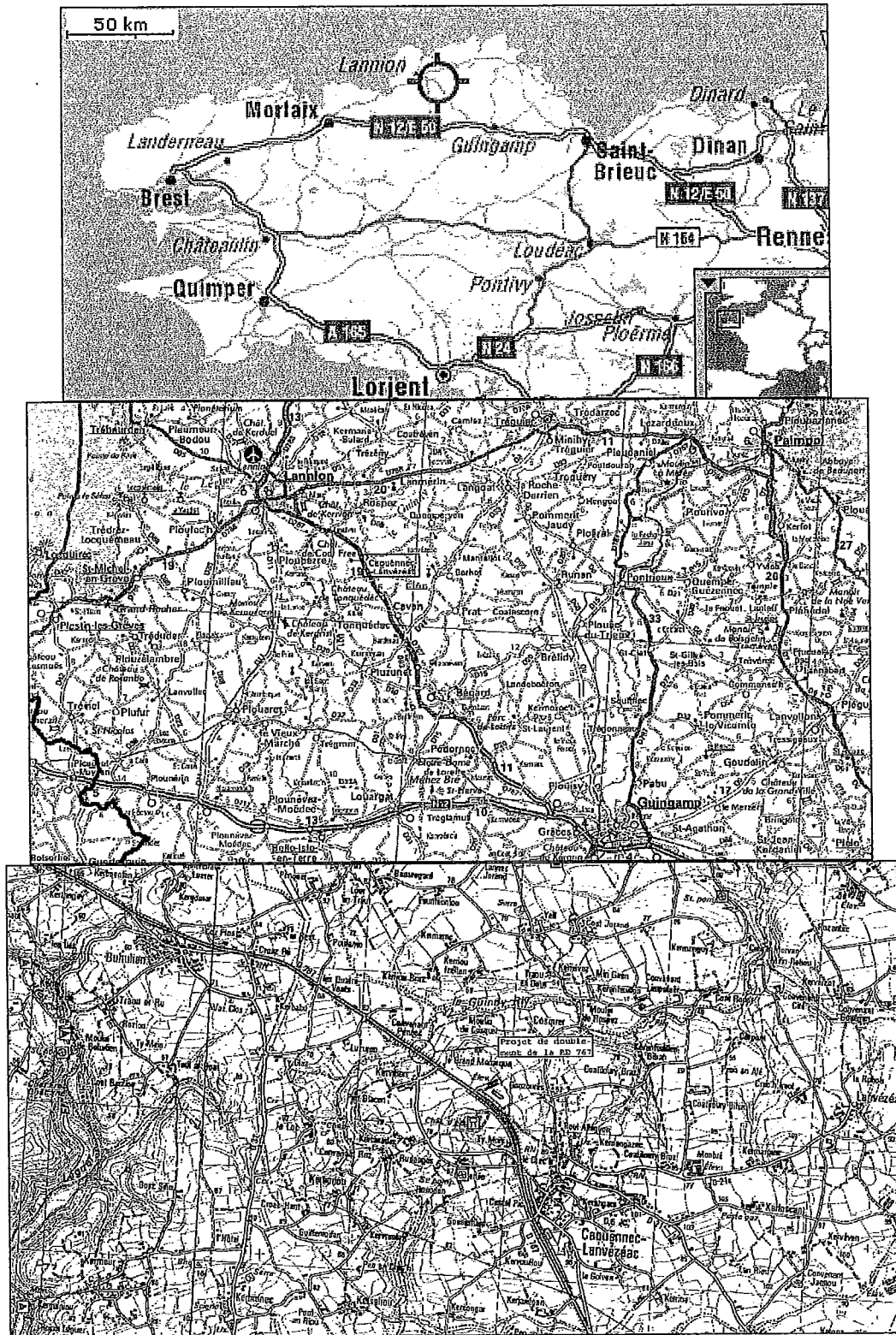
### ANNEXE 4

*Missions géotechniques*



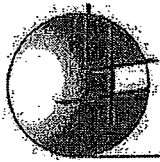
**ANNEXE 1**

**PLAN DE SITUATION**



**ANNEXE 2**

**COUPES DES SONDAGES**



HYDRO-GEOTECHNIQUE

Echelle Manuelle

Chantier : Franchissement du Guindy (Doublement RD767)

Dossier : C/R/05/D/039/D/015

Date : 13/06/2005

Client : Conseil Général des Côtes d'Armor

SONDAGE : SP1

Pressiométrique

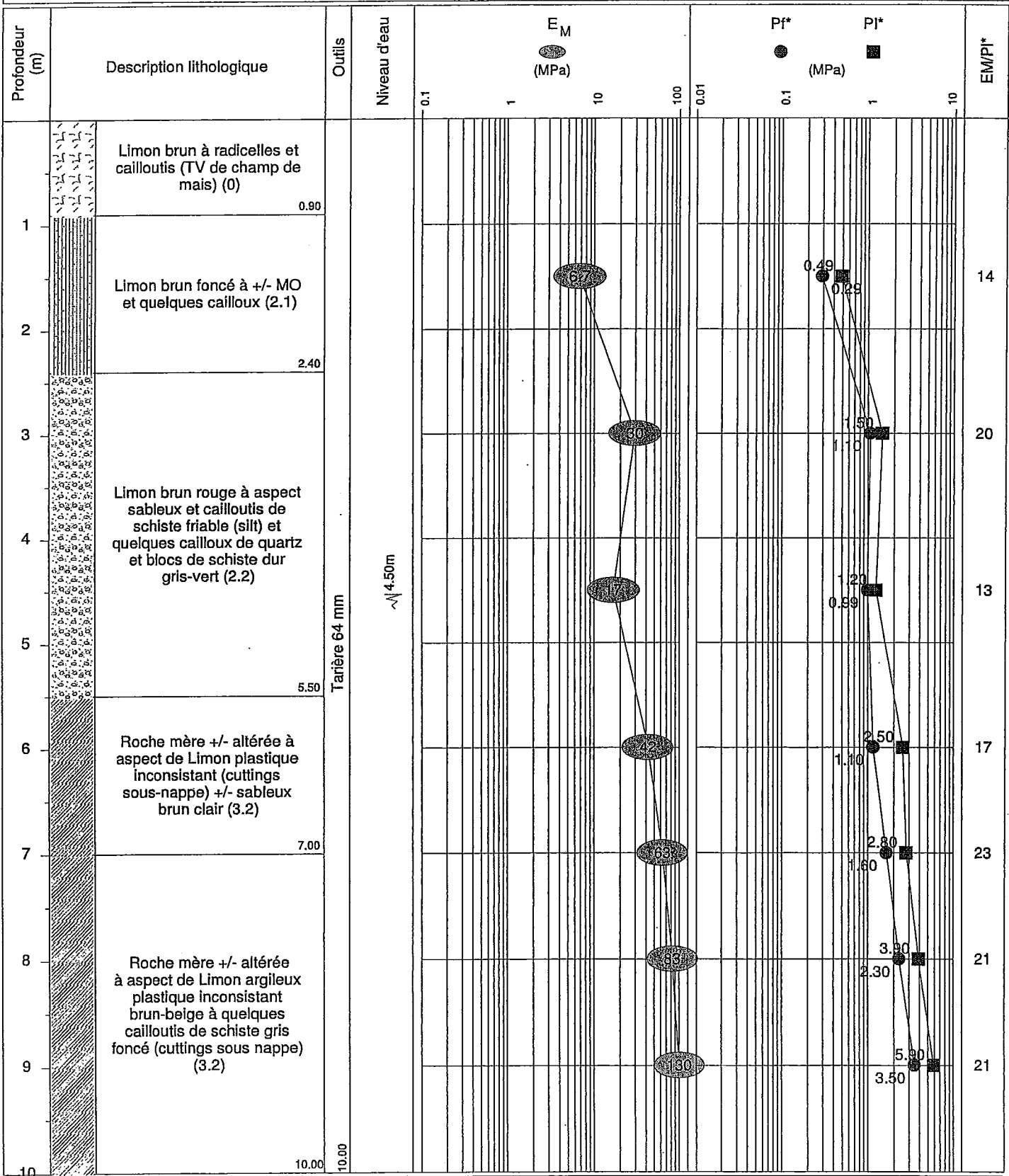
X :

Y :

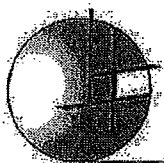
Z : 53.00

Inclinaison :

Pk :



Obs :



HYDRO-GEOTECHNIQUE

Chantier : Franchissement du Guindy (Doublement RD767)

Echelle Manuelle

Dossier : C/R/05/D/039/D/015

Date : 13/06/2005

Client : Conseil Général des Côtes d'Armor

SONDAGE : SP3

Pressiométrique

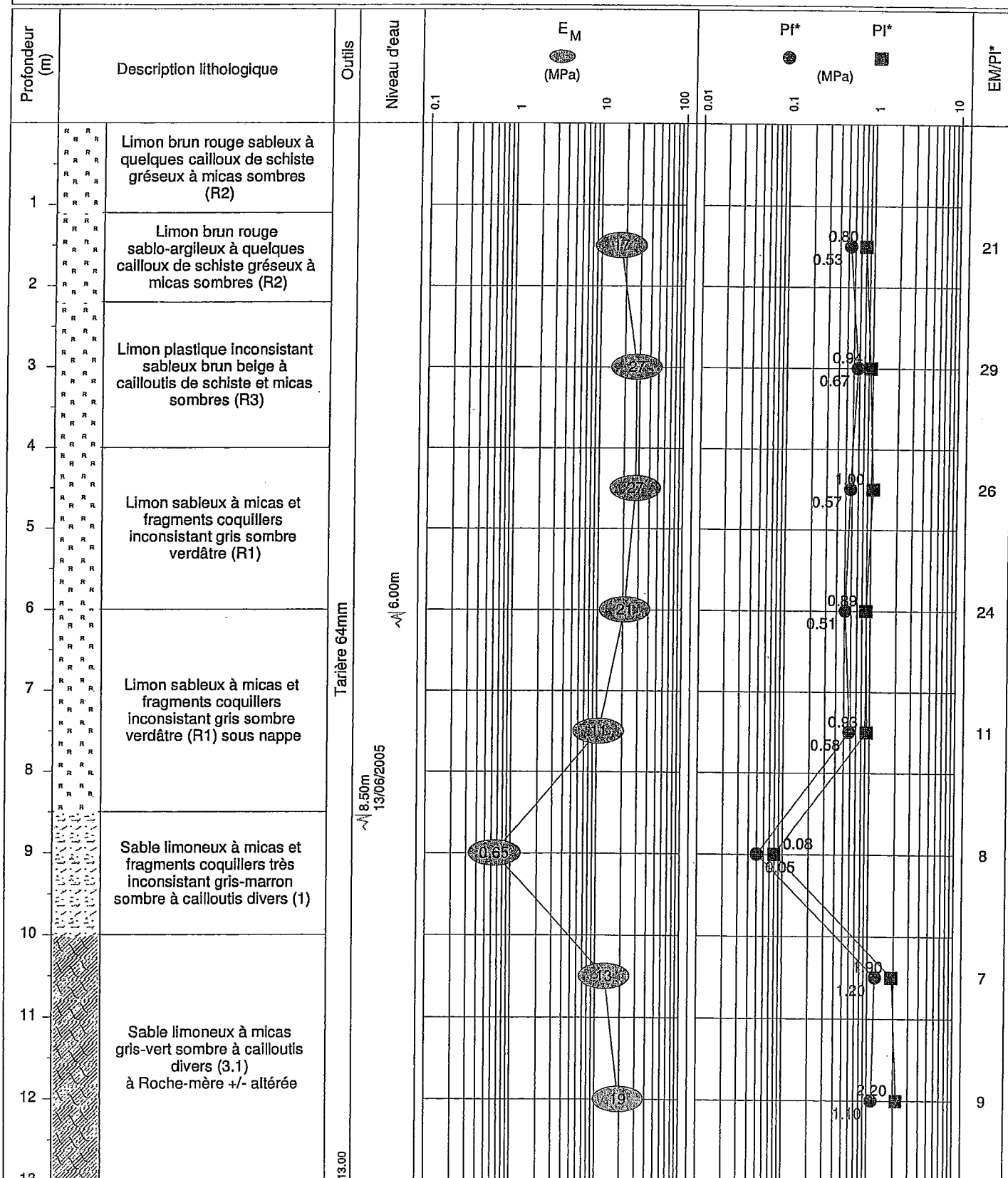
X :

Y :

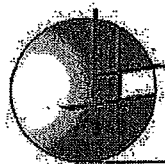
Z : 56.50

Inclinaison :

Pk :



Obs :



HYDRO-GEOTECHNIQUE

Echelle Manuelle

Chantier : Franchissement du Guindy (Doublement RD767)

Dossier : C/R/05/D/039/D/015

Date : 13/06/2005

SONDAGE : SP4

Pressiométrique

Client : Conseil Général des Côtes d'Armor

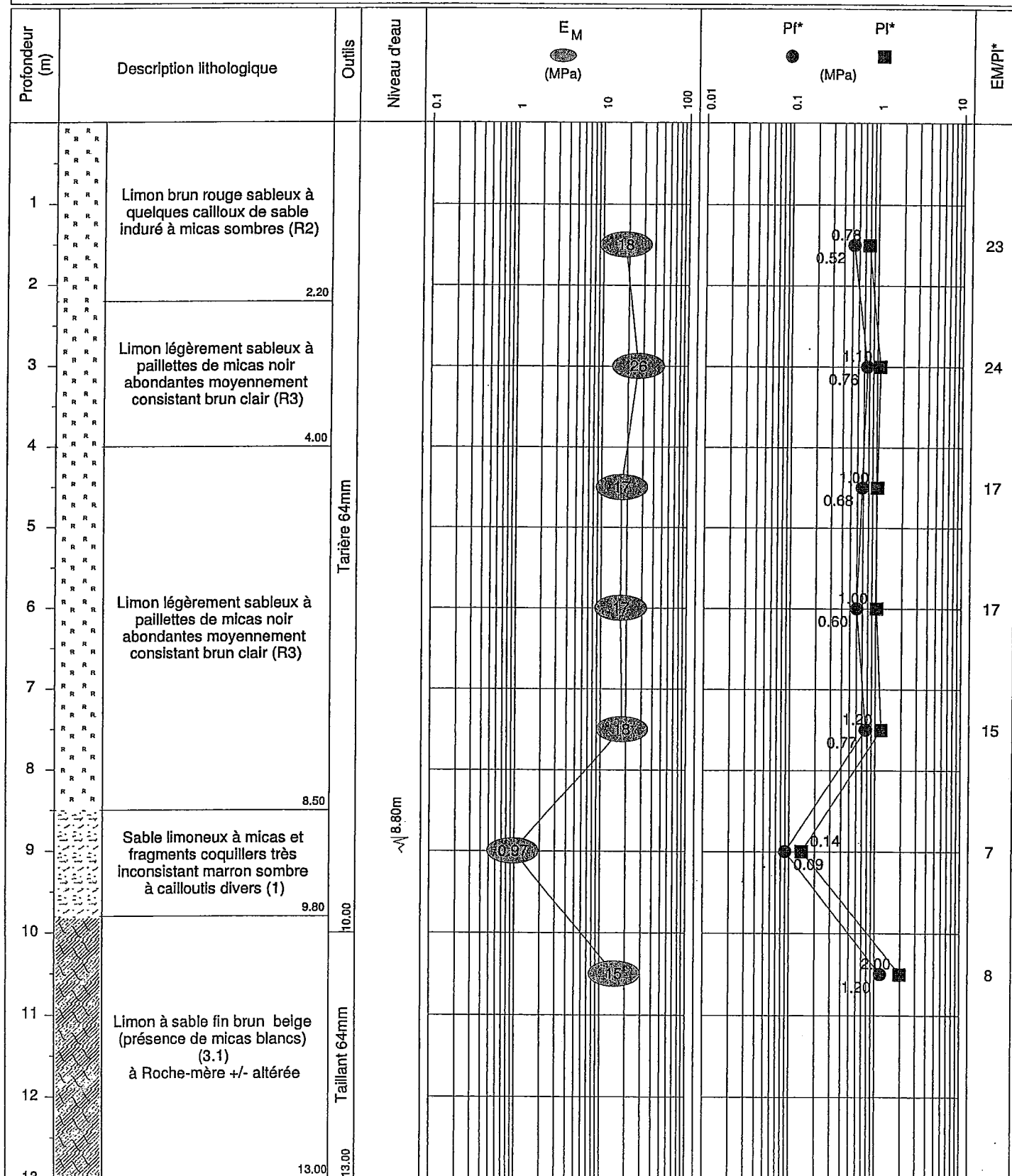
X :

Y :

Z : 56.50

Inclinaison :

Pk :



Obs :

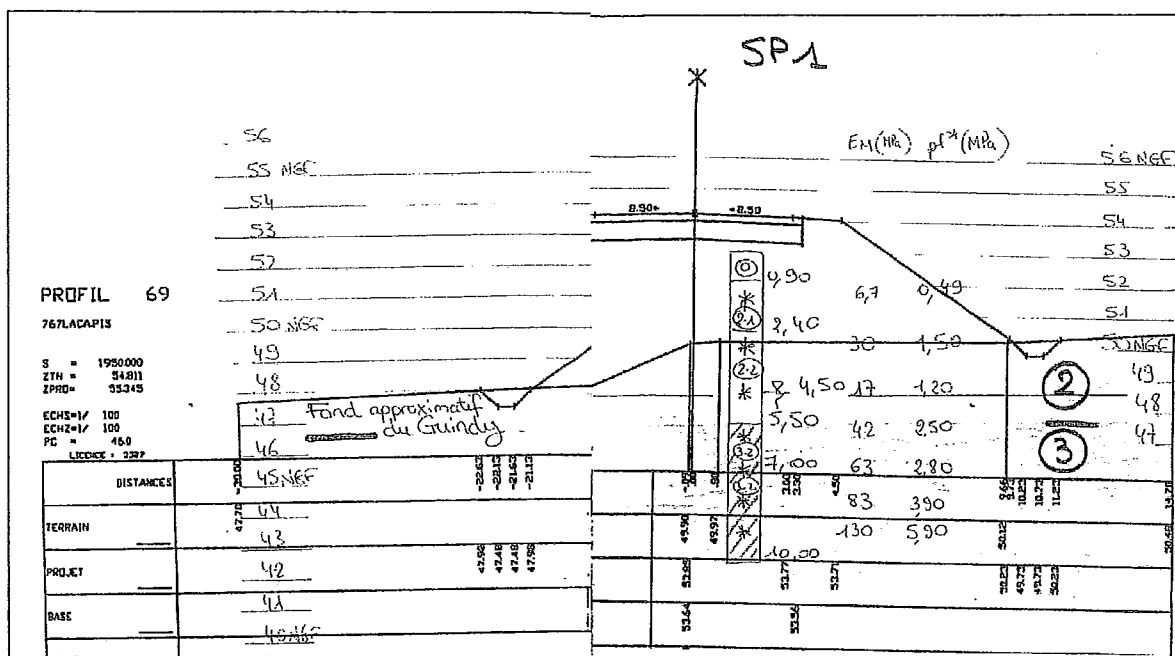
**ANNEXE 3**

**COUPE GEOLOGIQUE  
INTERPRETATIVE**

**PLAN D'IMPLANTATION DES  
SONDAGES**









ANNEXE 4  
MISSIONS  
GEOTECHNIQUES



**UNION SYNDICALE GEOTECHNIQUE**  
**CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES TYPES**  
(extraite de la norme NFP 94-500)

- L'enchaînement des missions géotechniques suit les phases d'élaboration du projet. Les missions G1, G2, G3, G4 doivent être réalisées successivement.
- Une mission géotechnique ne peut contenir qu'une partie d'une mission géotechnique qu'après accord explicite entre le client et le géotechnicien.

**G0 EXECUTION DE SONDAGES, ESSAIS ET MESURES GEOTECHNIQUES**

- Exécuter les sondages, essais et mesures en place ou en laboratoire défini dans les missions G1 à G5.
- Fournir un compte rendu factuel donnant la coupe des sondages, les procès verbaux d'essais et les résultats des mesures.

*Cette mission d'exécution exclut toute activité d'étude ou conseil ainsi que toute forme d'interprétation.*

**G1 ETUDE DE FAISABILITE GEOTECHNIQUE**

Ces missions G1 excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages qui entre dans le cadre exclusif d'une mission d'étude de projet géotechnique G2.

**G11 Etude préliminaire de faisabilité**

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et préciser l'existence d'avoisinants,
- Définir si nécessaire une mission G0 préliminaire, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats.
- Fournir un rapport d'étude préliminaire de faisabilité avec certains principes généraux d'adaptation de l'ouvrage au terrain, mais sans aucun élément de prédimensionnement.

*Cette mission G11 doit être suivie d'une mission G12 pour définir les hypothèses géotechniques nécessaires à l'établissement du projet.*

**G12 Etude de faisabilité des ouvrages géotechniques (après une mission G11)**

- Phase 1**
- Définir une mission G0 détaillée, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats.
  - Fournir un rapport d'étude géotechnique donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte pour la justification du projet, et les principes généraux de construction des ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants).
- Phase 2**
- Présenter des exemples de prédimensionnement de quelques ouvrages géotechniques types envisagés (notamment : soutènements, fondations, amélioration de sols).
- Cette étude sera reprise et détaillée lors de l'étude de projet géotechnique (mission G2).*

**G2 ETUDE DE PROJET GEOTECHNIQUE**

Cette étude spécifique doit être prévue et intégrée dans le cadre de la mission de maîtrise d'œuvre.

- Phase 1**
- Définir si nécessaire une mission G0 spécifique, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats.
  - Fournir les notes techniques donnant les méthodes d'exécution retenues pour les ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, fondations, dispositions spécifiques vis-à-vis des nappes et avoisinants), avec certaines notes de calculs de dimensionnement, une approche des quantités, délais et coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques.
- Phase 2**
- 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.

**G3 ETUDE GEOTECHNIQUE D'EXECUTION**

- Définir si nécessaire une mission G0 complémentaire, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats.
- Etudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivi, contrôles).

*Pour la maîtrise des incertitudes et aléas géotechniques en cours d'exécution, les missions G2 et G3 doivent être suivies d'une mission de suivi géotechnique d'exécution G4.*

**G4 SUIVI GEOTECHNIQUE D'EXECUTION**

- Suivre et adapter si nécessaire l'exécution des ouvrages géotechniques, avec définition d'un programme d'auscultation et des valeurs seuils correspondantes, analyse et synthèse périodes des résultats des mesures.
- Définir si nécessaire une mission G0 complémentaire, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats.
- Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques.

**G5 DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE**

L'objet d'une mission G5 est strictement limitatif : il ne porte pas sur la totalité du projet ou de l'ouvrage.

**G51 Avant, pendant ou après construction d'un ouvrage, sans sinistre**

- Définir si nécessaire une mission G0 spécifique, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats.
- Etudier de façon approfondie un élément géotechnique spécifique (notamment soutènement, rabattement) sur la base des données géotechniques fournies par une mission G12, G2, G3 ou G4 et validées dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans les autres domaines géotechniques de l'ouvrage.

**G52 Sur un ouvrage avec sinistre**

- Définir une mission G0 spécifique, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats.
  - Rechercher les causes géotechniques du sinistre constaté, donner une première approche des remèdes envisageables
- Une étude de projet géotechnique G2 devant être réalisée ultérieurement.

Voir le schéma d'enchaînement des missions géotechniques en page suivante

**UNION SYNDICALE GÉOTECHNIQUE**  
**SCHEMA D'ENCHAINEMENT DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES**  
(extrait de la norme NF P 94-500)

Étapes de réalisation de l'ouvrage	MISSIONS GÉOTECHNIQUES					
Études préliminaires	G1	Étude et suivi des ouvrages géotechniques	G 0	Exécution de sondages, essais et mesures géotechniques	G 5	Diagnostic géotechnique
		G 11 Étude préliminaire de faisabilité géotechnique		G 0 préliminaire si nécessaire (1)		G 51
	Avant projet	G 12 Étude de faisabilité géotechnique  Phase 1 Phase 2	G 0 détaillée indispensable (1)	G 51		
		G2	Étude de projet géotechnique  Phase 1 Phase 2	G 0 spécifique si nécessaire (1)	G 51	
	Projet Assistance Contrat Travaux	G3	Étude géotechnique d'exécution	G 0 complémentaire si nécessaire (1)	G 51  G52	
Exécution	G4	Suivi géotechnique d'exécution				
OUVRAGE EXISTANT				G 0 spécifique si nécessaire (1)  G0 spécifique (1)		G 51 : sans sinistre  G52 : avec sinistre

(1) à définir par le géotechnicien chargé de la mission

**UNION SYNDICALE GÉOTECHNIQUE**  
**CONDITIONS GÉNÉRALES DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES**  
(version du 28.04.1998)

**1. CADRE DE LA MISSION**

Par référence à la CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES TYPES (projet de normalisation, version du 01.12.1997), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions géotechniques nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art.

L'enchaînement des missions géotechniques suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution.

En particulier :

- les missions G1, G2, G3, G4 sont réalisées dans l'ordre successif,
- une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante,
- une mission type G0 engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et l'exactitude des résultats qu'elle fournit,
- une mission type G1 à G5 n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'une part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport,
- une mission type G1 ou G5 exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques,
- une mission type G2 engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) parties(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission géotechnique objet du rapport. En particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

**2. RECOMMANDATIONS**

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une reconnaissance du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés au géotechnicien chargé du suivi géotechnique d'exécution (mission G4) afin qu'il en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution, voire la conception de l'ouvrage géotechnique.

Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations, notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

**3. RAPPORT DE LA MISSION**

Le rapport géotechnique constitue le compte rendu de la mission géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission.

Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés ; un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

