

ETUDE GEOTECHNIQUE D'AVANT-PROJET	
	<p><b>Extension du Lycée Le Rebours</b></p> <p>44 Boulevard Auguste Blanqui</p> <p>75013 - PARIS</p>

CLIENT :

OGEC Le Rebours  
44 Boulevard Blanqui  
75013 PARIS

Agence	Affaire	N° prestation		Mission
G SR MAS	2011 01102	2 / 3 / 4	a	G12

N° Pièce	Type de Document	Date	Ingénieur	Chef de projet	Superviseur	Commentaires
1	RAP	01/02/2012	S. Durand	S. Durand	P. Caporali	Rapport initial

## TABLE DES MATIERES

<b>Chapitre 1 – MISSION.....</b>	<b>3</b>
<b>Chapitre 2 – RAPPEL DES PIECES DU DOSSIER.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. - Rapports géotechniques antérieurs .....</b>	<b>4</b>
a. Février 1985 : Rapport de sol - La Souterraine.....	4
b. Juillet 1990 : Rapport d'étude de faisabilité géotechnique (G12) - Sol Conseil Sondage.....	4
c. Aout 1990 : Rapport géotechnique complémentaire d'étude - Sol Conseil Sondage....	4
d. Mai 2003 : Rapport d'étude géotechnique d'avant projet (G12) dans le cadre de l'aménagement d'un ascenseur.....	5
<b>2.2. - Plans et documents du projet .....</b>	<b>5</b>
<b>Chapitre 3 - TRAVAUX EXECUTES.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. - Travaux in-situ .....</b>	<b>6</b>
a. Bâtiment A .....	6
b. Bâtiment B.....	6
<b>3.2. - Essais en laboratoire .....</b>	<b>6</b>
<b>Chapitre 4 – SYNTHESE GEOTECHNIQUE.....</b>	<b>7</b>
<b>4.1. - Étude de site .....</b>	<b>7</b>
a. Situation.....	7
b. Géologie.....	8
c. Sensibilité : .....	9
<b>4.2. - Nature des sols et caractéristiques mécaniques.....</b>	<b>12</b>
<b>4.3. - Recherche de carrière .....</b>	<b>13</b>
<b>4.4. - Eau dans le sol .....</b>	<b>13</b>
<b>Chapitre 5 – Existant / Projet.....</b>	<b>14</b>
<b>5.1. - Existant.....</b>	<b>14</b>
a. Bâtiment A .....	14
b. Bâtiment B.....	14
<b>5.2. - Projet.....</b>	<b>15</b>
a. Bâtiment A .....	15
b. Bâtiment B.....	16
<b>Chapitre 6 – PRESCRIPTIONS GEOTECHNIQUES D'AVANT-PROJET.....</b>	<b>17</b>
<b>6.1. - Problématique du projet .....</b>	<b>17</b>
a. Bâtiment A .....	17
b. Bâtiment B.....	17
<b>6.2. - Fondation des nouveaux ouvrages .....</b>	<b>18</b>
a. Fondation par semelles isolées .....	18
b. Pré dimensionnement d'un système de fondation par micro pieux:.....	20
<b>LISTES DES ANNEXES.....</b>	<b>22</b>

## Chapitre 1 – MISSION

---

L'OGEC Le Rebours nous a confié une étude géotechnique d'avant-projet pour le projet d'extension du lycée Le Rebours, au :

44 Boulevard Auguste Blanqui  
PARIS 13

Cette étude s'inscrit dans le cadre des missions géotechniques normalisées (NF P94-500 – décembre 2006) comme une mission de type G12 (le détail des missions est repris en annexe).

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

Le modèle géotechnique proposé dans cette étude s'inscrit dans une phase d'avant-projet. A titre de comparaison avec les missions d'ingénierie généraliste (loi MOP 1985), les missions de type G12 correspondent à l'esquisse niveau APS.

Pour la conception des ouvrages, la norme NF P94-500 impose de poursuivre la mission G12 par la réalisation des missions d'étude et de suivi géotechnique d'exécution (missions G2 à G4).

Les missions géotechniques ont pour but d'appréhender le milieu naturel et de diminuer les aléas y afférant. Cette réduction de l'aléa se fait par étapes successives, allant du général au particulier, de la reconnaissance globale à la reconnaissance locale, en adaptant les investigations et les études à la sensibilité réelle du projet :

- Les missions d'avant-projet type G1 qui ont pour but d'identifier les aléas majeurs et de donner les principes généraux pour en limiter les conséquences.
- Les missions de projet type G2 qui ont pour but d'identifier les aléas importants et les dispositions pour en réduire les conséquences.
- Les missions d'exécution type G3/G4 qui ont pour but d'identifier les aléas résiduels et les dispositions pour en limiter les conséquences.

### Remarques :

- *L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les "conditions d'exploitation et de validité des études de sols" décrites en annexe.*
- *Le maître d'ouvrage devra nous informer de la DROC (date réelle d'ouverture de chantier) et faire réactualiser le présent rapport en cas de modification du projet ou d'ouverture du chantier plus de 2 ans après la date du présent rapport.*

Les éléments de prédimensionnement et les recommandations de cette étude s'appuient sur les textes réglementaires suivants :

- ⇒ NF P94-500 - Missions d'ingénierie géotechnique - Classification et spécifications.
- ⇒ DTU 13.11 et DTU 13.12 - Fondations superficielles.
- ⇒ DTU 13.2 - Fondations profondes.
- ⇒ NF 11-300 - Exécution des terrassements.
- ⇒ DTU 13.3 - Dallages.

## Chapitre 2 – RAPPEL DES PIECES DU DOSSIER

---

### 2.1. - Rapports géotechniques antérieurs

Les paragraphes et le tableau ci-dessous récapitule les missions et documents antérieurs supposés connus, traitant de la parcelle :

#### **a.Février 1985 : Rapport de sol - La Souterraine**

- **Travaux réalisés :** Dans le cadre de la construction d'un escalier de secours attenant au bâtiment principal, 4 forages de reconnaissance inclinées ont été réalisés jusqu'à 15m de profondeur avec 1 essai pressiométrique tous les mètres.
- **Conclusions :** Le rapport de sol concluait sur la présence d'anomalies interprétées comme des carrières remblayées. Ces anomalies enregistrées étaient situées aux profondeurs suivantes :

S1 : entre 13,5m et 16,0m et entre 10,0 et 11,5m ;  
 S2 : entre 14m et 16m  
 S3 : entre 13,5m et 15,0m  
 S4 : entre 14,5m et 16,5m

#### **b.Juillet 1990 : Rapport d'étude de faisabilité géotechnique (G12) - Sol Conseil Sondage**

- **Travaux réalisés :** Dans le cadre de la construction d'un gymnase enterré à l'arrière du bâtiment principal, 5 sondages ont été réalisés jusqu'à 20m dont deux ont fait l'objet d'un essai pressiométrique tous les mètres.
- **Interprétation :** Le rapport de sol concluait sur la présence d'anomalies dans l'horizon du Calcaire Grossier qui pouvait être due soit à la présence d'une ancienne carrière, soit à une altération prononcée du Calcaire Grossier par les anciennes eaux de la Bièvre. Aucun vide franc n'y avait toutefois été rencontré.
- **Conclusion :** Il a été préconisé un système de fondation par semelles filantes avec condition anti-fontis de 6m, dimensionnées avec une contrainte admissible en ELS de 3 bars.

#### **c.Août 1990 : Rapport géotechnique complémentaire d'étude - Sol Conseil Sondage**

- **Travaux réalisés :** Suite à un avis de l'IGC préconisant la réalisation de travaux de confortements des anomalies interprétées comme des carrières, une campagne de sondages complémentaires a été entreprise afin de vérifier la nature de ces anomalies. Pour cela, 5 sondages de reconnaissance ont été réalisés jusqu'à 18m, avec un maillage très serré de 5 à 6m.
- **Interprétation :** La présence de zones de faiblesses a été confirmée entre les cotes 28,7 m NGF et 36,1 m NGF. L'absence totale de corrélation entre ces anomalies a permis de confirmer l'absence de carrière remblayées, mais d'une désorganisation totale du calcaire en raison de la présence de fractures et d'une forte érosion.
- **Conclusion :** Le système de fondation initialement préconisé a été confirmé.

**d.Mai 2003 : Rapport d'étude géotechnique d'avant projet  
(G12) dans le cadre de l'aménagement d'un ascenseur**

- Travaux réalisés : Dans le cadre de la construction d'une cage d'escalier avec ascenseur en mitoyen avec le gymnase existant, un sondage de reconnaissance jusqu'à 16m de profondeur à partir du toit du gymnase a été réalisé, avec 9 essais pressiométriques.
- Interprétation : Aucune anomalie enregistrée.
- Conclusion : Aucune carrière souterraine n'a été rencontrée au droit du sondage de reconnaissance. Une solution de fondation par radier général ou micro-pieux a été proposée.

**2.2. - Plans et documents du projet**

Afin de réaliser notre mission, les documents suivants nous ont été transmis :

	Support	Échelle	Altimétries	Date de réalisation
Plan de masse et parcellaire	PDF	1/500	Non renseignées	Novembre 2011
Plan des niveaux	PDF	1/250	Non renseignées	
Plan en détail de l'amphithéâtre	PDF	1/250	Non renseignées	
Vue en coupe du projet	PDF	1/100	Non renseignées	
Descentes de charges au droit du bâtiment B	PDF	/	Non renseignées	Janvier 2012
Cotes altimétriques des différentes zones de l'existant	Mail du 30/01/12	/	NGF	

*Tableau 1. Liste des documents transmis*

## Chapitre 3 - TRAVAUX EXECUTES

### 3.1. - Travaux in situ

La campagne de reconnaissance des sols a été effectuée entre Décembre 2011 et Janvier 2012 et a compris la réalisation de :

#### a. Bâtiment A

- 2 sondages pressiométriques (SP1 et SP2) réalisés jusqu'à 18m de profondeur.  
*Ces sondages ont été exécutés à l'aide d'une machine démontable en satellite avec un trépan en rotation seule et une boue de forage biodégradable.*
- 1 essai pressiométrique tous les mètres dans chaque forage.  
*Ces essais permettent de mesurer les caractéristiques mécaniques des sols. L'interprétation des résultats de ces essais est fournie en annexe.*
- La réalisation de deux dégagements de fondations (P1 et P2)
- 1 essai au pénétromètre dynamique (PD1 et PD2) au fond de chacune des fouilles et descendu jusqu'au refus de l'appareil

#### b. Bâtiment B

- 3 sondages pressiométriques (SP3 à SP5) réalisés jusqu'à 18m de profondeur.  
*Ces sondages ont été exécutés à l'aide d'une machine de forage avec un trépan en rotation seule et une boue de forage biodégradable*
- 1 essai pressiométrique tous les mètres dans chaque forage.  
*Ces essais permettent de mesurer les caractéristiques mécaniques des sols. L'interprétation des résultats de ces essais est fournie en annexe.*
- La réalisation de trois dégagements de fondations (P3 à P5)

L'implantation des sondages est indiquée sur le plan joint en annexe.

Le relevé des coupes a été réalisé en observant les remontées de cuttings (terrain détruit par l'outil de forage) par le fluide de forage. Le relevé des remontées de cuttings est fourni en annexe. ***Cette méthode est imprécise et ne permet pas une finesse de relevé d'un carottage.***

Remarque : les sondages réalisés dans le cadre de cette mission sont des sondages géotechniques et ne peuvent en aucun cas servir à détecter d'éventuelles pollutions des sols.

### 3.2. - Essais en laboratoire

*Sans objet.*



## Chapitre 4 – SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE

### 4.1. - Étude de site

#### a. Situation

Le projet est situé sur une parcelle sise au 44 boulevard Auguste Blanqui à Paris dans le 13<sup>ème</sup> arrondissement.

Le projet est situé dans la vallée de l'ancien cours d'eau de la Bièvre (axe globalement Nord – Sud).

Le terrain présente un dénivelé de l'ordre de 5% vers le Nord avec la constitution de 3 plates-formes :

- Niveau Boulevard Blanqui : ≈50 m NGF
- Niveau rez-de-jardin : 46,54 m NGF
- Niveau bungalow : 45,8 m NGF

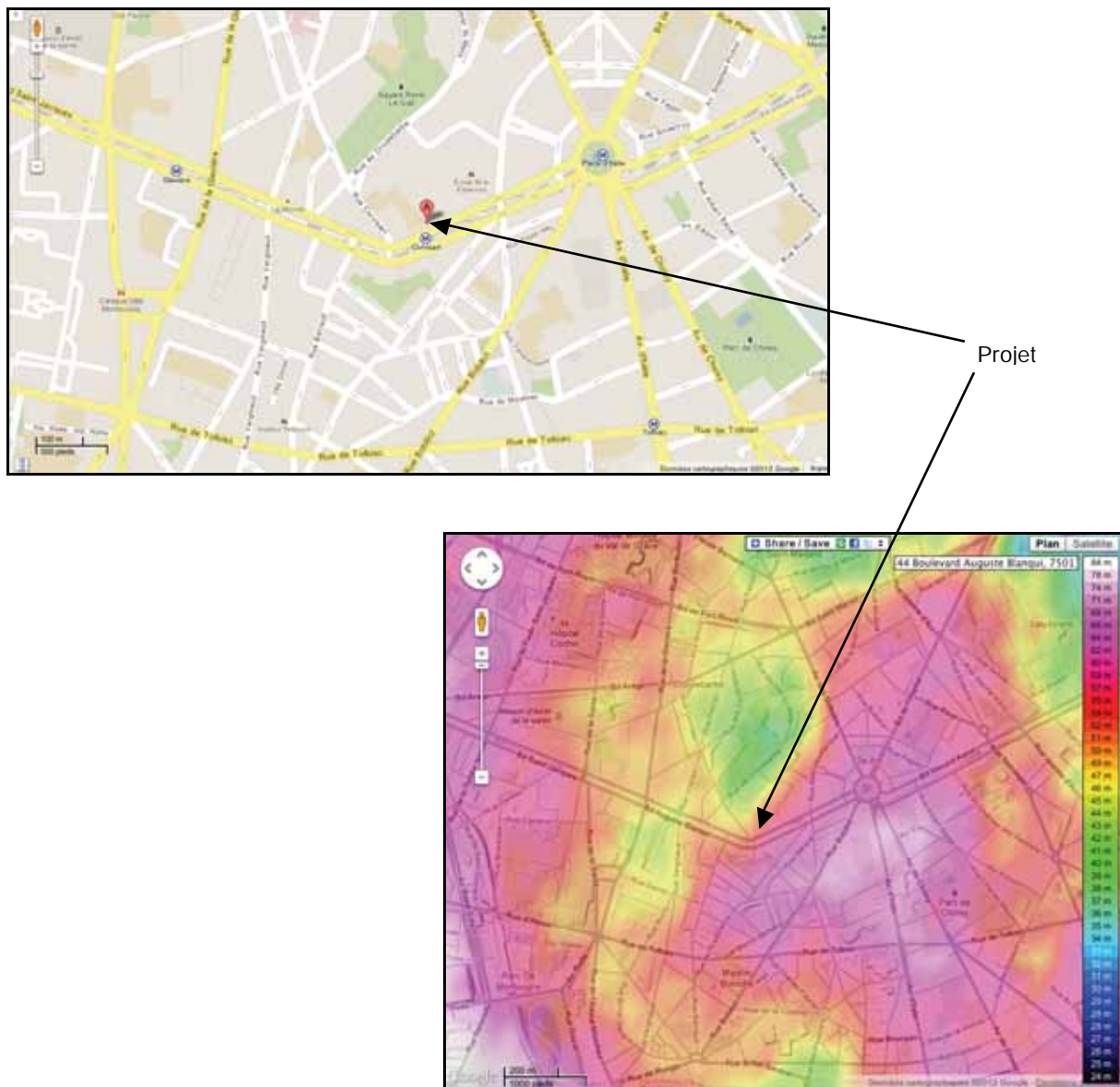


Figure 2 : Localisation du site - (extrait sous Google maps)

## ***b. Géologie***

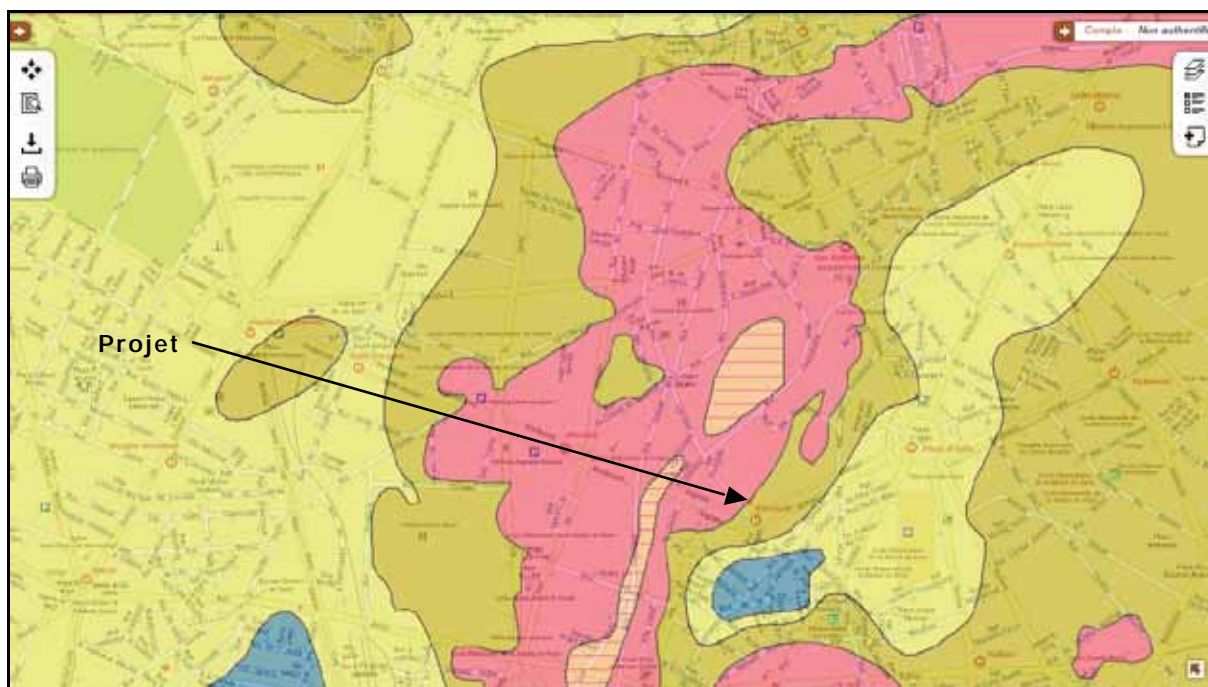


Figure 3 : Extrait de la carte géologique de la zone - (BRGM - Infoterre)

### Légendes :

	Argile plastique, sables et grès
	Marnes et caillasses
	Calcaire de Saint-Ouen. Calcaires et marnes de Nogent-l'Artaud, Calcaire d'Ambreville, Calcaire de Branles
	Sables de Beauchamp, Sables d'Auvers (Beauchamp et Auvers = Val-d'Oise)
	Calcaires grossier à glauconie, Calcaire à Miliolites, Calcaire à Nummulites laevigatus

D'après la carte géologique du BRGM, le sous-sol du site devrait être composé par la succession des formations suivantes sous d'éventuels remblais :

- Marnes et Caillasses
- Calcaire Grossier
- Fausses Glaises



### ***c. Sensibilité :***

#### ➤ Plan de prévention des risques et catastrophes naturelles :

Les plans de prévention à prendre en compte pour l'aménagement sur la ville de Paris sont présentés ci-après :

Plans	Bassin de risque	Prescrit le	Enquêté le	Approuvé le
<b>R111.3 Mouvement de terrain</b>	-	-	01/10/1975	25/02/1977
<b>R111.3 Mouvement de terrain</b>	-	-	19/09/1988	19/03/1991
<b>PPRn Inondation</b>	Seine	17/06/1998	-	15/07/2003

La commune a par ailleurs fait l'objet de onze arrêtés de catastrophe naturelle répertoriés ci-après :

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Inondations et coulées de boue	05/06/1983	06/06/1983	03/08/1983	05/08/1983
Inondations et coulées de boue	27/06/1990	27/06/1990	07/12/1990	19/12/1990
Inondations et coulées de boue	25/05/1992	25/05/1992	24/12/1992	16/01/1993
Inondations et coulées de boue	31/05/1992	01/06/1992	20/10/1992	05/11/1992
Inondations et coulées de boue	29/04/1993	30/04/1993	28/09/1993	10/10/1993
Inondations et coulées de boue	18/07/1994	19/07/1994	06/12/1994	17/12/1994
Inondations et coulées de boue	30/05/1999	30/05/1999	21/07/1999	24/08/1999
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
Inondations et coulées de boue	06/07/2001	07/07/2001	06/08/2001	11/08/2001
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/07/2003	30/09/2003	02/03/2006	11/03/2006
Inondations et coulées de boue	23/06/2005	23/06/2005	11/04/2006	22/04/2006

## ➤ Carrières :

D'après l'atlas des carrières souterraines établi par l'Inspection Générale des Carrières, la zone géographique entourant le projet est référencée comme ayant fait l'objet d'extraction dans l'horizon du Calcaire Grossier (feuille 27-50).

La carte de l'IGC indique des extractions de l'étage supérieur (bordées de jaune sur la carte) au Nord-Est de la parcelle à environ une vingtaine de mètres. Ces extractions ont été remblayées et les constructions fondées sur puits en gros béton ancrés au sein du Calcaire Grossier.

En limite Sud-Est de la parcelle en mitoyenneté avec le boulevard Blanqui, une galerie est relevée au sein de l'étage inférieur du Calcaire Grossier (orange sur la carte). Cette dernière a été confortée par des hautes puis bourrées.

Aucune extraction n'a été mise en évidence sur la parcelle et ce jusqu'à la rue Vulpian (rive gauche de l'ancien lit de la Bièvre).

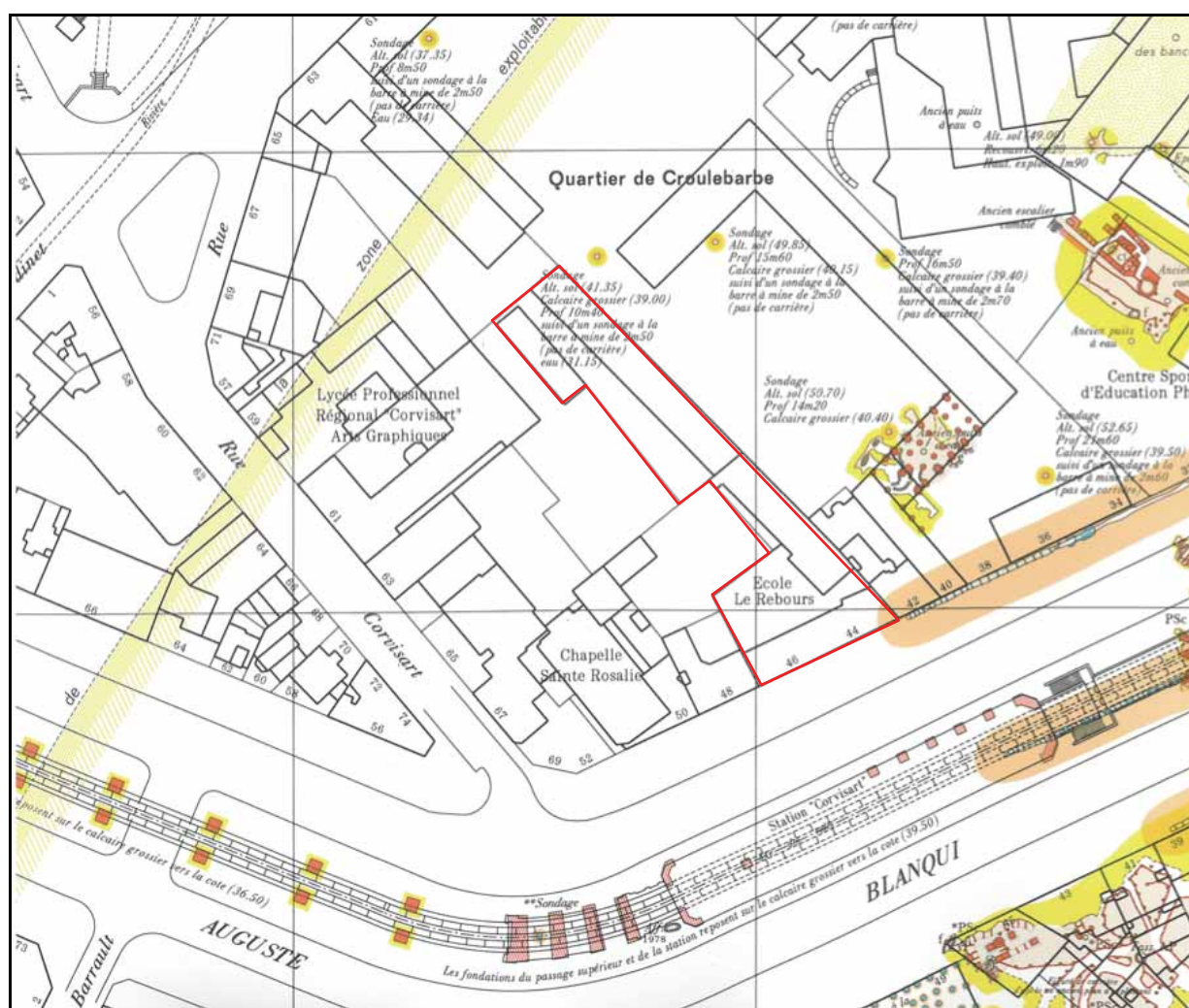


Figure 4 : Extrait de la carte IGC 27-51

➤ Dissolution de gypse :

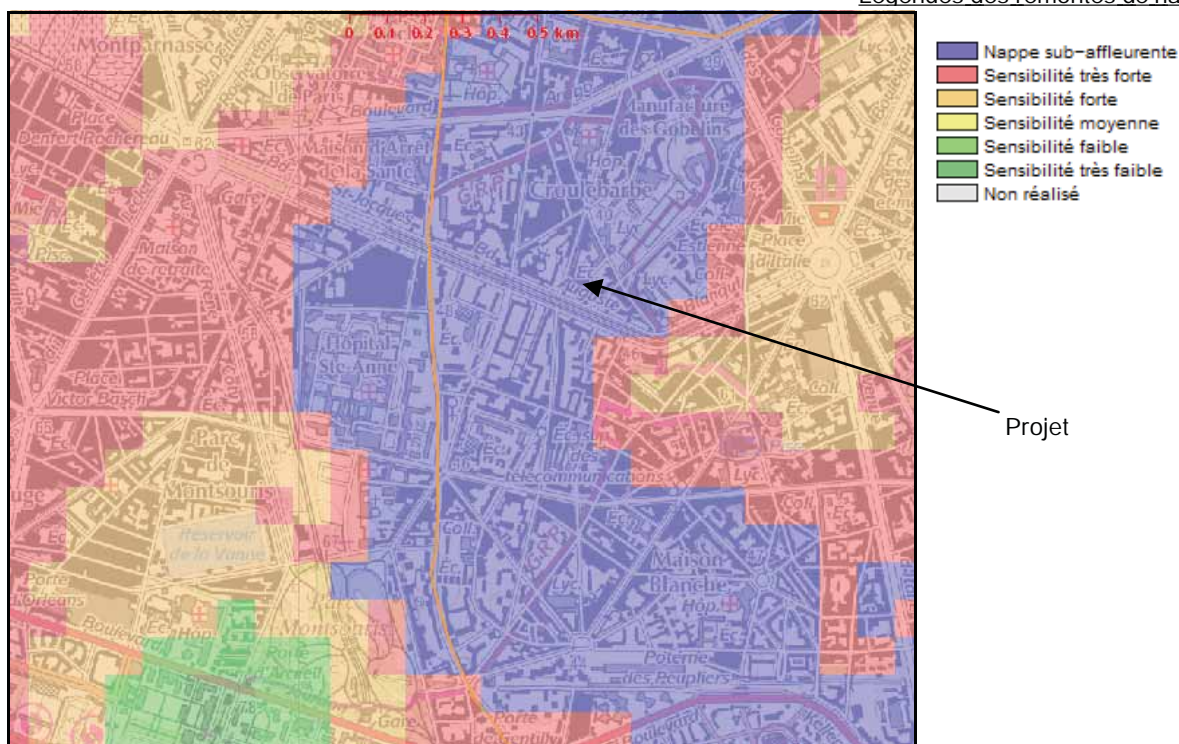
La zone d'étude n'est pas située dans une zone réputée sensible aux phénomènes de dissolution de bancs gypseux.

➤ Sensibilité des argiles :

Le terrain du projet n'est pas situé dans une zone réputée sensible aux phénomènes de retrait / gonflement des argiles.

➤ Hydrogéologie

Légendes des remontés de nappe



D'après la carte établie par le BRGM, couvrant les risques de crue, inondation, ruissellement, débordement de remontée de nappe, le terrain est situé dans une zone avec un risque de nappe sub-affleurante (zone bleue sur la carte).

Ces zones d'aléa fort correspondent à l'ancien lit mineur de la Bièvre.

## 4.2. - Nature des sols et caractéristiques mécaniques

Au droit de nos sondages, nous avons rencontré, la succession des horizons de sols suivante :

### ➤ Les remblais

En partie basse du site, au nord de la parcelle (sondages SP3 à SP5 et P3 à P5), les reconnaissances ont mis en évidence une couverture de remblais relativement épaisse. Ces terrains composés d'une matrice limoneuse renferment des débris divers (briques, cailloux calcaire, ...). Ces sols d'origine anthropique ont été mis en œuvre lors du comblement de l'ancien lit de la Bièvre.

Les sondages qui ont mis en évidence cet horizon, l'ont recoupé sur des épaisseurs de l'ordre de 5m.

Les pressions limites enregistrées y sont de 5 bars à 20 bars associées à des vitesses d'avancement en forage relativement homogènes et rapides ( $\pm 200$  à 300m/h). Les modules pressiométriques mesurés sont compris entre 30 et 140 bars.

*Il s'agit d'un horizon anthropique majoritairement limoneux faiblement consolidé. Ces terrains sont susceptibles de tasser dans le temps sous l'action de charges même faibles.*

### ➤ Le Calcaire Grossier

Sous une dalle de béton de 25 cm et d'une couche de forme au droit des sondages SP1 et SP2, et directement sous les remblais au droit des autres sondages, les forages ont recoupé un horizon calcaire plus ou moins résistant.

Cette formation, rattachée au toit de l'horizon du Calcaire Grossier, a été rencontrée jusqu'à la fin des sondages.

Il a été rencontré des passages avec des vitesses d'avancement rapides en forage à différentes profondeurs dans tous les sondages. Ces passées à vitesses rapides n'ont toutefois pas atteint la vitesse de saturation de l'enregistreur et correspondent donc pas à des vides francs.

La taille de ces anomalies est très variable, et est comprise entre 10 et 60 cm. Ces dernières sont séparées par des niveaux plus résistants de 10cm à plus d'un mètre de puissance. La fréquence et l'épaisseur de ces zones de faiblesses sont croissantes vers le Nord de la parcelle.

Aucune corrélation altimétrique évidente n'apparaît entre ces anomalies.

Les pressions limites enregistrées y sont de 2 à plus de 30 bars associées à des vitesses d'avancement en forages hétérogènes en « dent de scie ». Les modules pressiométriques mesurés sont compris entre 10 et plus de 1000 bars.

*Remarque : Les valeurs obtenues en tête de sondage au droit du forage SP2 sont anormalement faibles au regard des résultats obtenus dans les autres forages. Dans la suite de cette étude, nous ne considérerons pas ces valeurs comme représentatives. Elles seraient a priori faussées par un « lavage » des sols provoqué par un dysfonctionnement de la pompe d'injection.*

### **4.3. - Recherche de carrière**

Les carrières recensées au Nord du site ont été développées à partir du toit du Calcaire Grossier, soit en souterrain en profitant de la pente du terrain naturel formée par les berges de la Bièvre, soit directement à ciel ouvert.

Lorsque les exploitations ont été réalisées de manière souterraine, ces dernières ont été développées à l'aide de galeries de 1,4 et 1,6m de hauteur (relevés au 29 Boulevard Blanqui, et rue des Cinq Diamants).

Les cotes altimétriques très variables et les épaisseurs très diverses et généralement inférieures à 50cm des anomalies enregistrées en forage ne peuvent pas être dues à d'anciennes exploitations ou galerie souterraine.

Par ailleurs, avant la réalisation du gymnase, les campagnes de reconnaissance ont recoupé en forage la formation des Marnes et Caillasses ce qui exclut d'office l'éventuelle présence d'une carrière à ciel ouvert au droit de ces sondages.

Nous interpréterons ces anomalies de la même façon que dans l'étude de 1990, c'est-à-dire comme un morcellement important du Calcaire Grossier constituant le lit majeur de la Bièvre, et dont l'érosion par les eaux de cette rivière en est le seul acteur.

### **4.4. - Eau dans le sol**

Notre mission ne prévoyait pas la mise en place de piézomètre.

Toutefois, les documents que nous exploitons indiquent un niveau phréatique présent autour de la cote 31 m NGF.

Ce niveau d'eau correspond à l'ancien cours d'eau de la Bièvre.



## Chapitre 5 – EXISTANT / PROJET

---

### 5.1. - Existant

#### *a. Bâtiment A*

Le bâtiment principal construit coté Boulevard Auguste Blanqui est un immeuble de 1950 en pierre de taille de 4 étages.

L'arrière du bâtiment jouxte un gymnase enterré construit en 1990 qui présente une structure de poteau/poutre en béton armé. Le plancher bas de ce gymnase est situé à environ 6/7m par rapport au niveau du Boulevard Blanqui et présente une hauteur sous plafond de 5m.

Deux dégagements de fondation ont été effectués en base du mur de refend séparant le gymnase des vestiaires. Ces dégagements ont été réalisés jusqu'à la base des fondations soit 65 cm par rapport au niveau supérieur de la dalle.

Un schéma des dégagements de fondation est présenté en annexe du présent rapport.

Ces dégagements ont permis de mettre en évidence une assise du bâtiment assurée par une semelle filante de 30 cm de débord ancré directement au sein de l'horizon rocheux du Calcaire Grossier.

Lors de la réalisation des forages implantés initialement dans l'axe médian le plus long du gymnase, il semblerait que ces derniers aient rencontré sur chacun d'eux, une longrine directement sous le plancher. L'épaisseur de ces longrines n'a pu être mesurée.

Il a été observé par ailleurs que la dalle est réalisée en plancher porté.

#### *b. Bâtiment B*

Le bâtiment B situé à la perpendiculaire du bâtiment principal, le long du mitoyen Nord-Est de la parcelle est un ouvrage sur deux niveaux avec une structure en poteau-poutre en béton armé. La couverture du bâtiment est constituée par un toit-terrasse.

Historiquement, la partie Sud de cet ouvrage, accueillant actuellement le réfectoire et une salle des professeurs à l'étage, a été construite en premier. Le niveau bas de cette partie de l'ouvrage est enterré d'un demi-niveau par rapport au bâtiment principal. La partie Nord de l'ouvrage a quant à elle été construite postérieurement, avec des niveaux décalés par rapport à la partie Sud compte tenu de la différence altimétrique du terrain entre ces deux parties.

Deux dégagements de fondation ont été effectués en façade Ouest de la partie Nord du bâtiment. Ces dégagements ont été descendus jusqu'à 2,3m de profondeur et n'ont pas permis de reconnaître la base des fondations. Les sols observés jusqu'à la base de ces reconnaissances étaient composés uniquement par des remblais.

Ces deux dégagements ont permis de mettre en évidence une assise du bâtiment assurée par des semelles isolées de 75 cm de côté reposant à 1,0m par rapport au niveau du terrain sur des puits en béton de 50cm de débord et 1,5m de côté.

Un dégagement de fondation a par ailleurs été réalisé au niveau de la façade Est de la partie Nord du bâtiment. Cette reconnaissance a permis de mettre en évidence une longrine sous le mur de façade, reposant sur un mur en moellons descendu jusqu'à -2,3m par rapport au niveau de la dalle. La base du mur repose directement dans des remblais limoneux marron.

A ce stade de l'étude des reconnaissances de fondations complémentaires sont prévues, une au droit de la partie Sud du bâtiment B (réfectoire) et une supplémentaire sur la façade Est de la partie Nord.

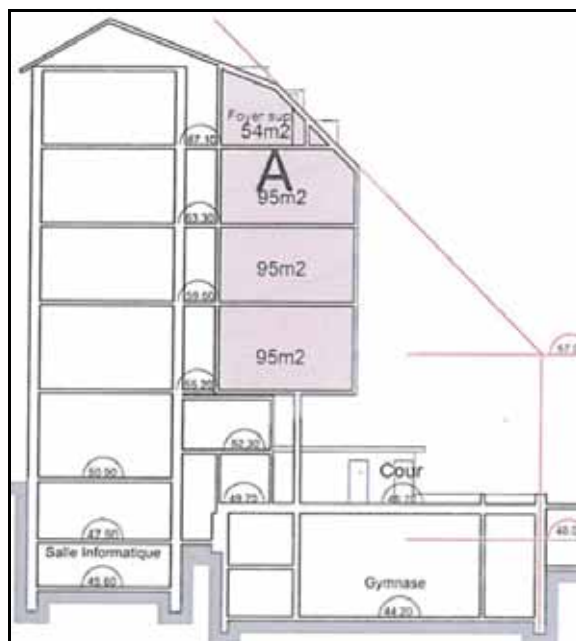


## 5.2. - Projet

### a. Bâtiment A

Il est prévu de réaménager l'intérieur de l'actuel gymnase en auditorium et de construire en surépaisseur au bâtiment principal à l'aplomb du gymnase, un module sur trois niveaux (phase définitive). Ce module sera réalisé en structure légère et reposera sur un groupe de trois poteaux descendus jusqu'à la base du gymnase.

Au stade actuel du projet, une descente de charge maximale de 120 T est prévue en pied de poteau.



*Coupe du bâtiment A construit en surépaisseur – Extrait du DPC*



## Chapitre 6 – PRESCRIPTIONS GEOTECHNIQUES D'AVANT-PROJET

### 6.1. - Problématique du projet

Sous réserve de l'avis de l'Inspection Général des Carrières, l'absence démontrée de carrière au droit du site permet de s'affranchir de travaux de confortement. Toutefois, le caractère très fissuré du Calcaire Grossier nécessite de prendre des précautions particulières pour la fondation des ouvrages.

#### ***a. Bâtiment A***

Les caractéristiques mécaniques mesurées dans le Calcaire Grossier présent directement sous la base des fondations reconnues du gymnase, et les dimensions de ces dernières permettent de justifier une contrainte admissible en ELS de 3 bars.

*Remarque : cette même valeur avait été préconisée dans le rapport d'étude de sol de 1990 pour le dimensionnement des fondations de l'actuel gymnase.*

Les dimensions actuelles des fondations ne permettent pas de reprendre les descentes de charges attendues au projet.

Compte tenu des fortes concentrations de charges et du risque de tassement différentiel entre les existants et les futurs ouvrages, il est déconseillé de faire reprendre les nouvelles charges par l'existant.

Nous préconisons donc de désolidariser les futurs appuis des fondations existantes par la réalisation un des systèmes de fondations suivants :

- fondation par micro-pieux
- fondations isolées ancrées au sein du calcaire grossier.

#### ***b. Bâtiment B***

Les dégagements de fondation opérés en façade Ouest du bâtiment ont mis en évidence un système de fondations isolées par semelles ancrées sur des puits en gros béton.

Compte tenu des dimensions conséquentes des têtes de puits (50cm de débord et 1,5m de large), nous supposons que ces derniers descendent jusqu' au toit du Calcaire Grossier identifié en forage à environ 4,2m de profondeur par rapport à la tête du puits.

Selon ces hypothèses, et d'après les caractéristiques mécaniques mesurées au sein du Calcaire Grossier, afin de respecter une valeur de tassement inférieure au centimètre, ce système de fondations peut reprendre une contrainte à l'ELS de 8 bars, soit 155 Tonnes.

A priori, sous réserve de vérification des descentes de charge actuelles, les dimensions de ces fondations sont suffisantes pour accepter un nouvel apport de charges dans la limite de respecter la contrainte admissible définie plus haut.

Pour les fondations de la façade Est de l'ouvrage, des reconnaissances complémentaires sont nécessaires afin de vérifier le système de fondation observé lors de cette étude. Si les dégagements sont concordants, à savoir un système de fondation par prolongation de murs porteurs jusqu'à 2m de profondeur et ancrés dans les remblais, une reprise en sous oeuvre sera nécessaire. En effet, les caractéristiques médiocres des remblais ne permettent pas d'envisager un surchargement des fondations actuelles sous risque d'engendrer des tassements importants. Dans le cas contraire, les reprises en sous-œuvre devraient pouvoir être évitées.

La faisabilité du système de fondation pour cette partie de l'ouvrage sera précisée une fois les reconnaissances complémentaires réalisées.

## 6.2. - Fondation des nouveaux ouvrages

### a.Fondation par semelles isolées

#### - Fondation du module en surépaisseur :

La série de trois poteaux reprenant la charge de l'ouvrage viendra traverser le gymnase pour reposer sur des semelles isolées ancrées dans le Calcaire grossier affleurant. Compte tenu des dimensions attendues des nouvelles fondations et de l'implantation des poteaux proche des appuis existants, les fondations futures devraient recouper celles existantes. Les semelles filantes actuelles pourront donc être recouper à conditions que les ouvertures opérées ne dépassent pas 10% du linéaire de la semelle. Dans les parties démolies la charge sera transférée sur les semelles laissées en l'état par un longrinage.

#### - Fondation de l'ascenseur

Le niveau bas de la cage d'ascenseur devrait être calé autour de la cote 45,6m. Soit environ 2m par rapport au niveau de la base des fondations de l'auditorium.

D'après les résultats des sondages des campagnes précédentes, les sols à cette profondeur seront représentés par des remblais.

Nous préconisons donc d'assurer la fondation de cet ouvrage par des appuis isolés descendus jusqu'au toit du Calcaire Grossier et à minima à la même cote que les fondations voisines existantes soit environ 43,5m NGF. Si ce niveau semble trop profond on pourra avoir recours soit à des puits blindés soit à des micro-pieux.

#### ➤ Horizon porteur et ancrage

Compte tenu de la proximité des fondations existantes, les nouveaux appuis seront ancrés au même niveau que celle existante afin de ne pas créer d'affouillement.

On respectera donc un ancrage de 35cm sous la dalle existante.

#### ➤ Valeurs de contrainte admissibles

Pour le calcul des ouvrages de fondations, on devra respecter le DTU 13.12. Pour une semelle sous charge verticale centrée de largeur B, de longueur L, et d'encastrement D, on a :

$$q_u = K_p \cdot P_{le} + \gamma \cdot D$$

$$q_c = \frac{q_u}{2}$$

$$q_{els} = \frac{q_c}{1,5} = \frac{q_u}{3}$$

Avec  $Q_u$  : contrainte ultime ;  $Q_c$  : contrainte de calcul ;  $Q_{els}$  : contrainte admissible ;  $K_p$  : facteur de portance fonction des dimensions de la fondation ;  $P_{le}$  : pression limite nette équivalente

Pour une fondation désaxé par rapport à la charge, un calcul spécifique sera fait. Une longrine de redressement pour s'avérer nécessaire.

On notera que la contrainte ultime est fonction de la forme de la fondation et des charges réelles apportées que nous ne connaissons pas à ce stade de l'étude. La contrainte fournie dans ce rapport est donc évaluée à partir de charges estimées et formes fictives. En fonction des charges réelles, la contrainte pourra donc connaître des variations.

En première approche, au droit de nos sondages et selon les caractéristiques mécaniques relevées, nous retiendrons les contraintes admissibles en état de service (ELS) de **3 bars dans le Calcaire Grossier**

### ➤ Calculs de tassements

Dans le cadre des missions G2 et G3, et en fonction des charges réelles, on réalisera des calculs de tassements afin que le BET Structures puisse vérifier qu'ils sont compatibles avec la structure prévue, et qu'il n'y a pas lieu de modifier la contrainte.

Dans le cas de la fondation du poteau le plus chargé reprenant une partie de l'ouvrage en surépaisseur du bâtiment A, et en prenant en compte uniquement le forage SP1 et avec une contrainte de 3 bars, on obtient en calcul un tassement de l'ordre de 1,4 cm.

Nous rappelons que la contrainte admissible est la plus petite des 2 valeurs,  $q_c/1,5$  et de celle qui dispense de tenir compte des tassements différentiels dans la structure. Les tassements étant également fonction des concentrations de charges réelles, les tassements calculés ci-dessus sont donc des estimations. En fonction des charges réelles, on pourra refaire un calcul de tassements afin que l'ingénieur béton puisse vérifier s'ils sont compatibles avec la structure prévue et qu'il n'y a pas lieu de modifier la contrainte.

### ➤ Préconisation d'exécution :

Il sera impératif de couler le béton le plus rapidement possible après l'ouverture des fouilles. Une purge ou un curage des zones humides et remaniées sera impérative avant disposition des aciers et bétonnage. Couler dans un fond de fouille remanié conduira à des tassements importants.

Afin de vérifier l'absence de longrine au droit de l'implantation des futures fondations nous conseillons la réalisation de reconnaissance préliminaire (dégagement manuel ou sondage caroté ou feroscan, ...)

### **b.Pré dimensionnement d'un système de fondation par micro pieux:**

Les micro pieux seront dimensionnés selon les prescriptions du D.T.U 13.2. Pour leur pré dimensionnement, nous avons retenu ci-après des coefficients correspondant à des pieux forés béton injectés faible pression. En fonction de la technique de pieux choisie, on prendra en avant-projet les courbes et coefficients correspondants.

#### ➤ Frottement latéral :

Horizon	Courbe de frottement latéral à considérer	Pression limite équivalente	Frottement latéral unitaire limite
Calcaire Grossier	F	25 bars	2 bars

**Le frottement latéral ne sera pas pris en compte sur une épaisseur minimale de 1m sous la dalle, afin de prendre en compte l'altération du Calcaire grossier.**

#### ➤ Terme de pointe :

Aucun terme de point e n'est pris en considération pour le dimensionnement des micro-pieux

#### ➤ Coefficients de sécurité :

On appliquera un coefficient de sécurité de **2** sur les frottements latéraux.

#### ➤ Exemples de pré dimensionnement :

Le système de calcul est le suivant :

$$F_L = \sum_{u=1}^n F_u$$

Avec **F<sub>u</sub>** : frottement latéral unitaire ; **H** : hauteur de la couche en question ; **K** : facteur de portance ; **PI** : pression limite ; **φ** : diamètre du pieu,

$$F_u = \frac{\pi \cdot \phi \cdot H_u F_{pu}}{2}$$

**FL** : frottement latéral total

$$F_p = \frac{K \cdot PI}{3} \times \frac{\pi \cdot \phi^2}{4}$$

**Fp** : terme de pointe  
La charge utile est FL+Fp

Au droit du sondage **SP1** et à partir de sous la dalle, les charges portantes et les fiches pourront être les suivantes :

Diamètre du pieu	Fiche	Horizon d'ancrage	Capacité portante
Ø 150 mm	6,0m	Calcaire Grossier	44 T
Ø 200 mm			59 T
Ø 250 mm			76T

#### ➤ Préconisations d'exécution :

⇒ Les pieux seront dimensionnés en fonction des charges réelles apportées par la structure et de la nature réelle des terrains rencontrés en forage.

⇒ Si "les pieux sont susceptibles d'être soumis à des efforts de flexion, sont inclinés, ou travaillent en traction", ou bien si, en d'autres termes, "les efforts provenant de la construction



ne produisent pas que des compressions centrées sur l'axe du pieu", les pieux devront être armés en conséquence.

⇒ La présence d'éléments durs dans le Calcaire Grossier résiduel (blocs, bancs calcaires,  $E > 500$  bars), nécessitera l'usage d'outils de forage adaptés à la perforation de ces sols.

⇒ Il appartient à l'entreprise, en fonction des descentes de charge et des diamètres de pieux, de s'assurer que les fiches qu'elle prévoit sont en adéquation avec les prescriptions des D.T.U. qui imposent une reconnaissance des sols 5 m sous la base des fondations profondes.

⇒ Les études de conception et les offres des entreprises pourront être validées lors d'une mission G2. Les travaux seront encadrés par une mission G4.

⇒ Les niveaux altérés et très fracturés enregistrés dans le calcaire grossier pourront conduire à des surconsommations de béton.

*Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage pour tous renseignements complémentaires.*

Le Contrôle interne,  
Pascal CAPORALI

Le Responsable de l'étude  
Sébastien DURAND

## LISTES DES ANNEXES

---

<b><u>Annexe A</u> : Coupes lithologiques des sondages.....</b>	<b>23</b>
<b><u>Annexe B</u> : Diagraphie des forages avec logs pressiométriques .....</b>	<b>25</b>
<b><u>Annexe C</u> : Diagraphie des sondages au pénétromètre dynamique .....</b>	<b>26</b>
<b><u>Annexe D</u> : Schémas de dégagement de fondation.....</b>	<b>27</b>
<b><u>Annexe E</u> : Plan d’implantation des sondages.....</b>	<b>28</b>
<b><u>Annexe F</u> : Définition des missions géotechniques et limite d’exploitation du rapport.....</b>	<b>29</b>
<b><u>Annexe G</u> Rapport d’étude de sol antérieurs.....</b>	<b>30</b>

## **Annexe A : Coupes lithologiques des sondages**

*Les coupes de sol issus des sondages préssiométrique données ci-après sont fournies à titre indicatif. Compte tenu de la méthode de relevé (observation des remontées de boues de forage), ces coupes sont imprécises et ne pourront nous être opposables dans le cadre d'un marché forfaitaire de fondations, même si les quantités estimées par l'entreprise venaient à être différentes de celles réellement mises en place.*

### **SP3**

0,0m à 0,0m : Dalle béton ciment

0,0m à 0,2m : Grave ciment

0,2m à 0,4m : Sable marron clair

0,4m à 1,2m : Sable limoneux marron

1,2m à 1,7m : Limon marron foncé

1,7m à 2,2m : Marne crème et calcaire

2,2m à 5,0m : Sable marneux beige marron clair

5,0m à 5,9m : Sable ocre

5,9m à 9,6m : Marne crème calcaire

9,6m à 19,2m : Perte d'injection totale avec quelques chutes d'outils

### **SP4**

0,0m à 0,4m : Sable très fin jaunâtre

0,4m à 1,1m : Limon marron foncé sableux avec grains

1,1m à 2,5m : Sable fin limoneux grisâtre à beige avec grains

2,5m à 3,8m : Sable fin marron beige à marron jaunâtre

3,8m à 5,7m : Sable fin marron brun à marron beige

5,7m à 6,4m : Sable fin bige marneux

6,4m à 7,7m : Marne beige claire

7,7m à 18,0m : Perte totale d'injection

## **SP5**

0,0m à 0,5m : Sable très fin jaunâtre

0,5m à 1,1m : Limon marron foncé sableuse avec grains

1,1m à 1,8m : Sable fin limoneux grisâtre à beige avec grains

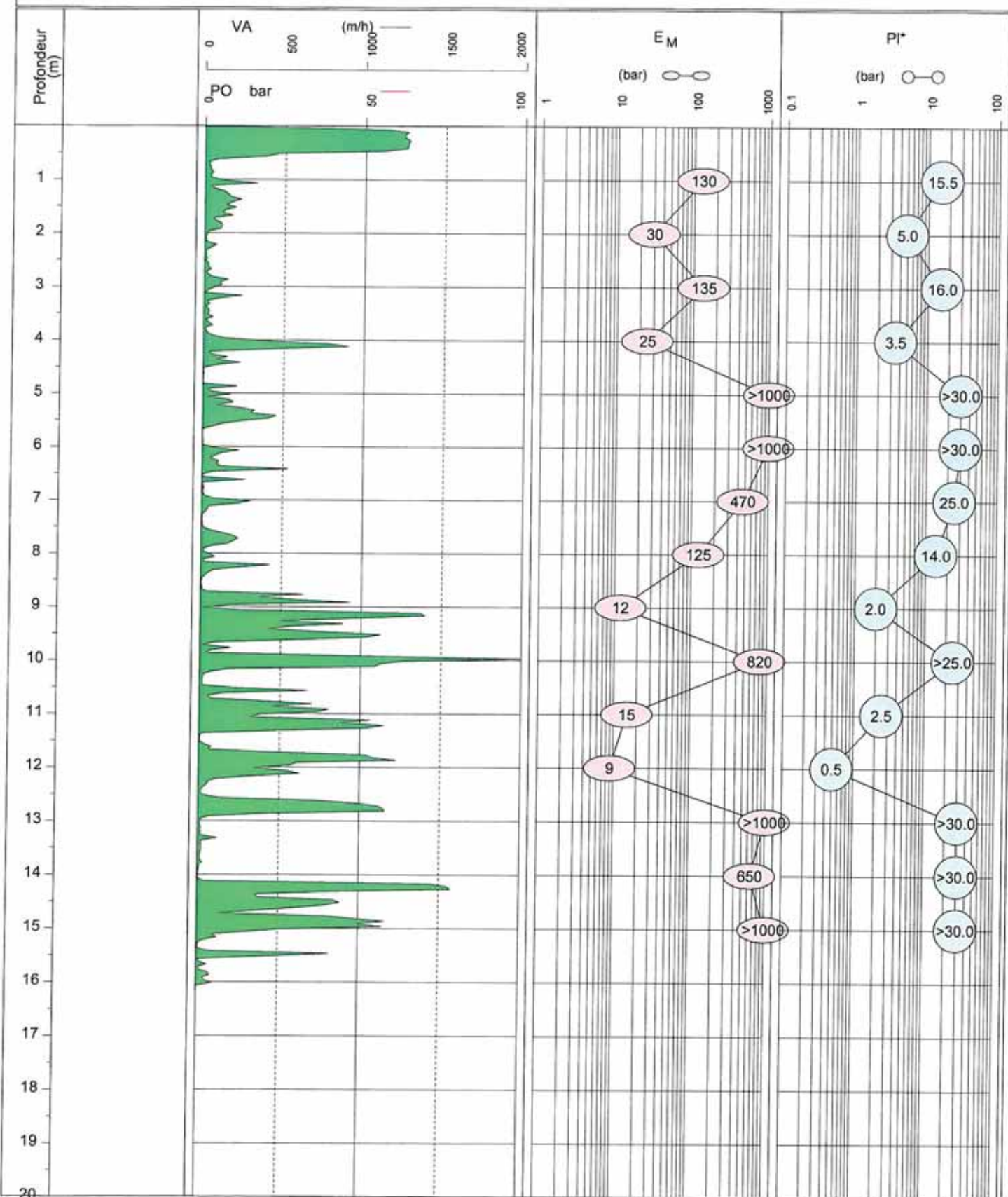
1,8m à 18,0m : Perte totale d'injections

## **Annexe B : Diagraphie des forages avec logs pressiométriques**

*Les résultats de ces diagraphies sont fournis sous forme de logs où sont reportées, en fonction de la profondeur :*

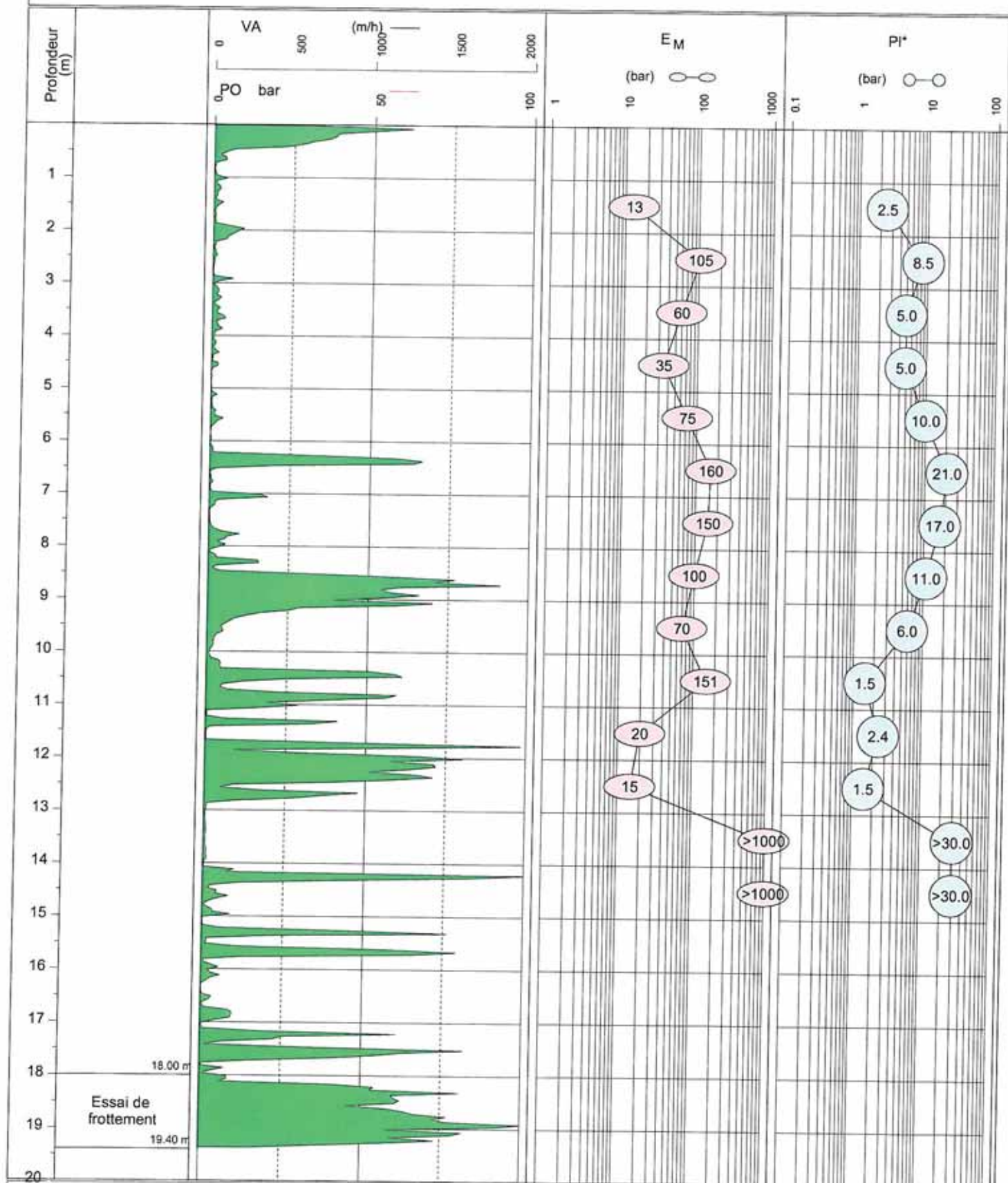
- *la pression d'injection **en bars**,*
- *la poussée sur l'outil **en bars**,*
- *la vitesse d'avancement **en mètres par heure**,*

**SONDAGE SP1**

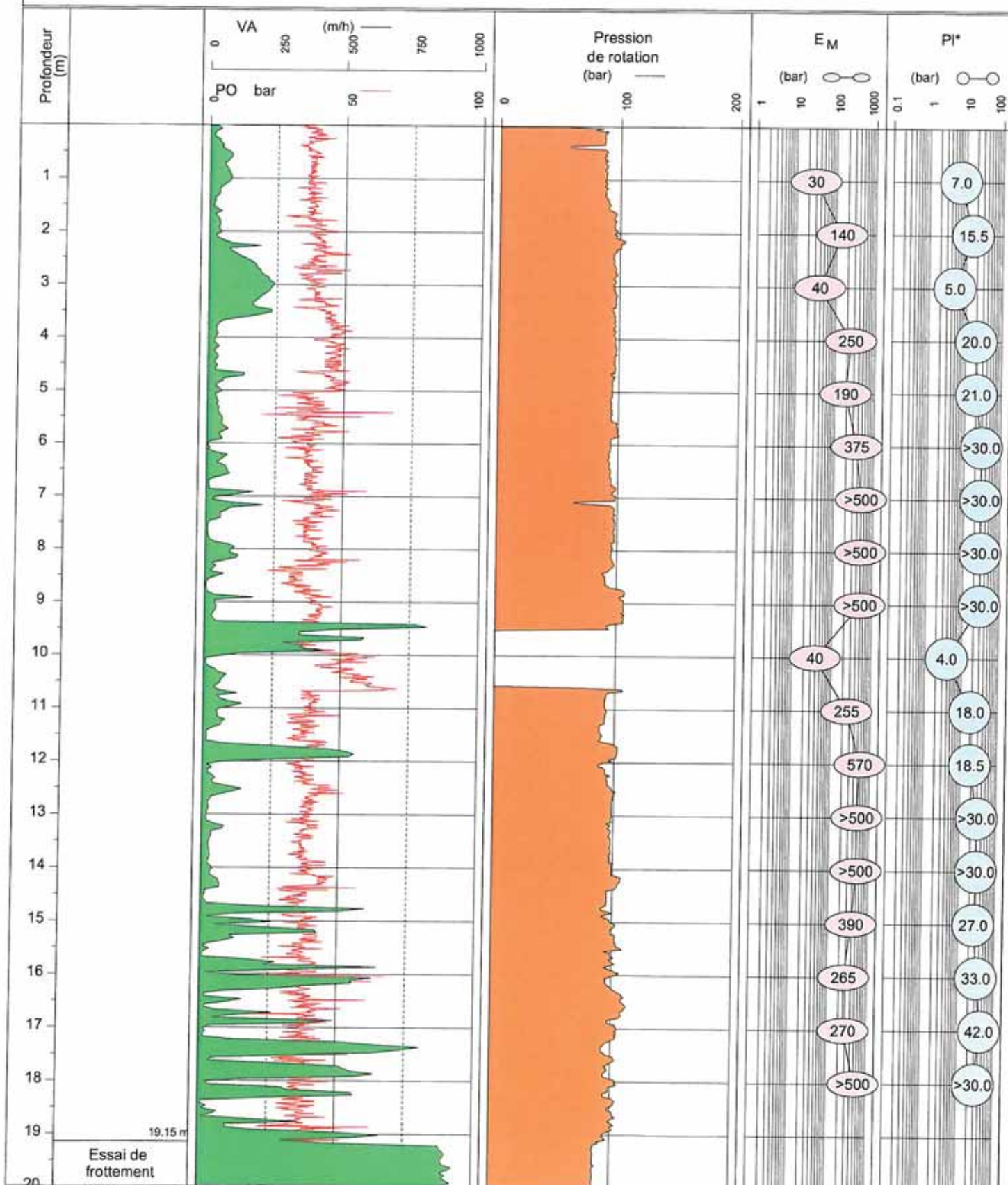




**SONDAGE SP2**

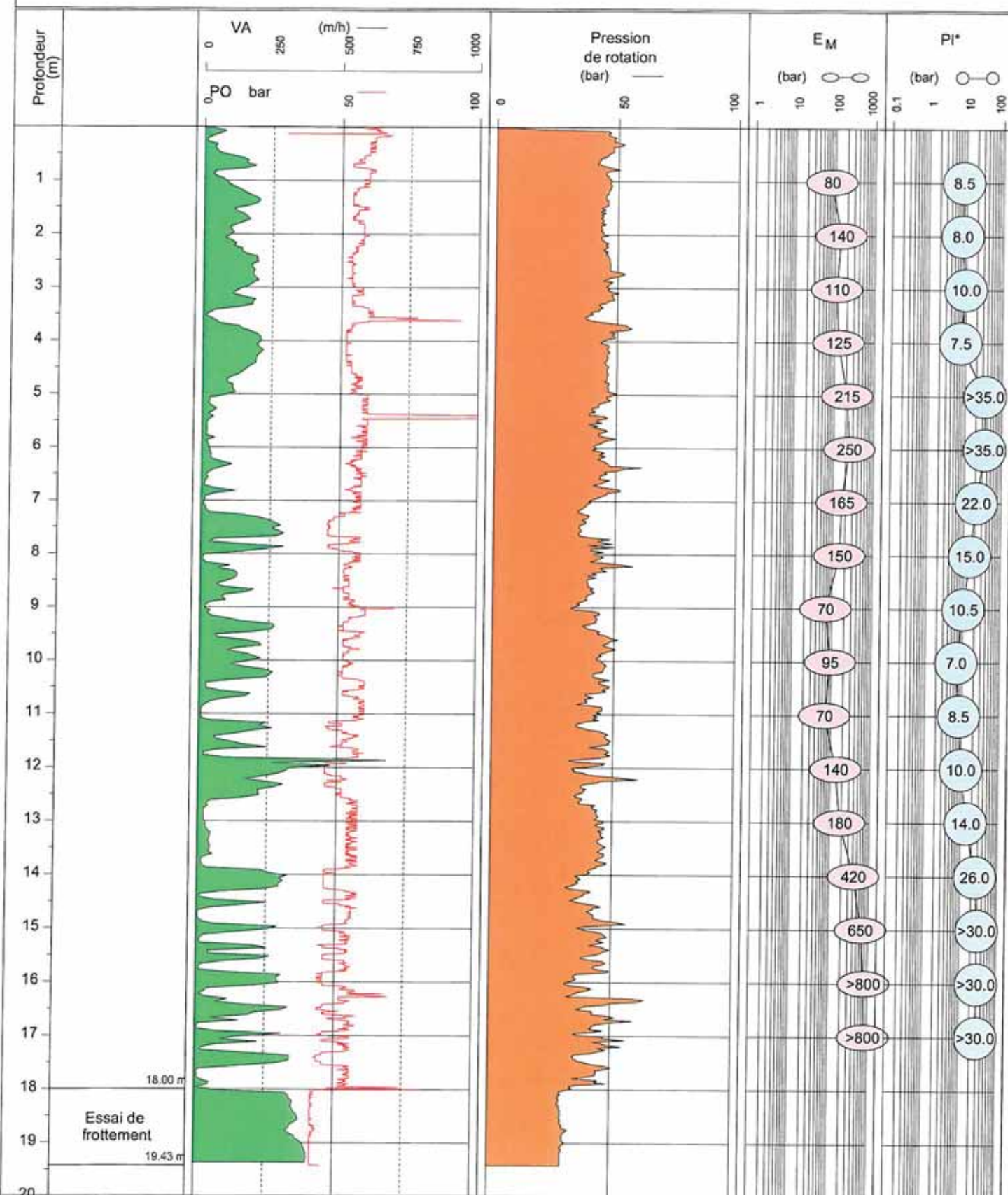


**SONDAGE SP3**

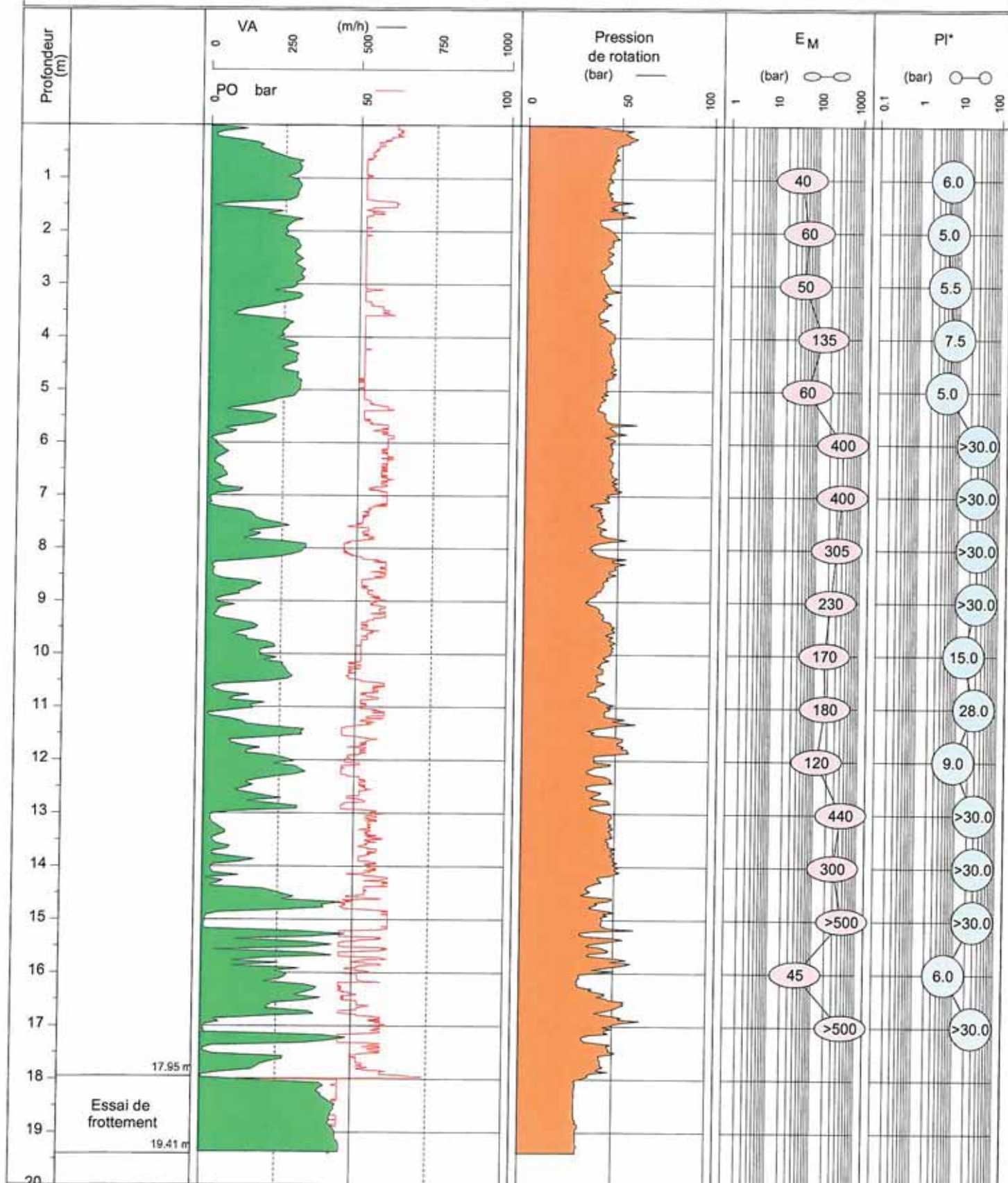




**SONDAGE SP4**

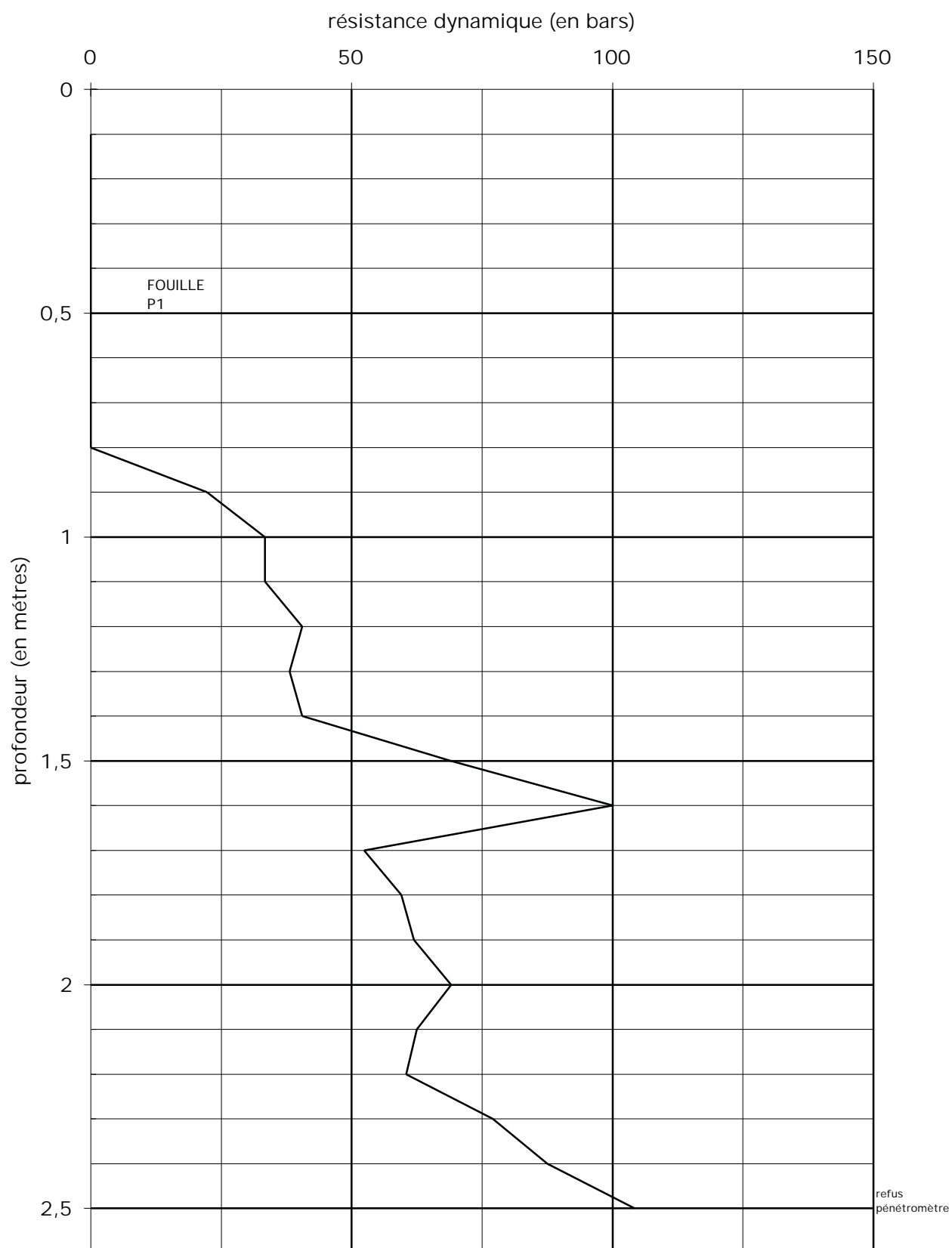


**SONDAGE SP5**



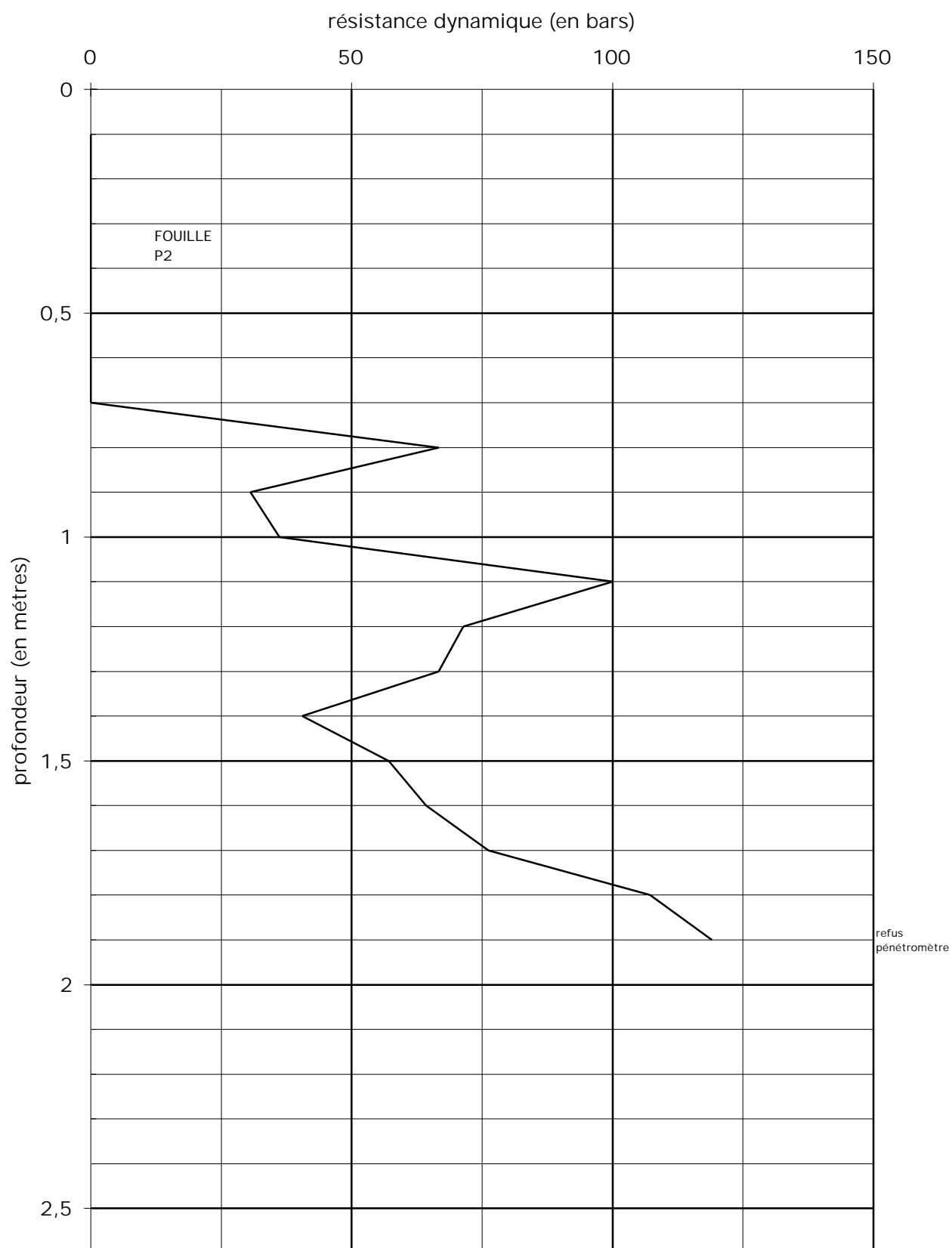
## **Annexe C : Diagraphie des sondages au pénétromètre dynamique**

Pénétrromètre Dynamique n°: PD1

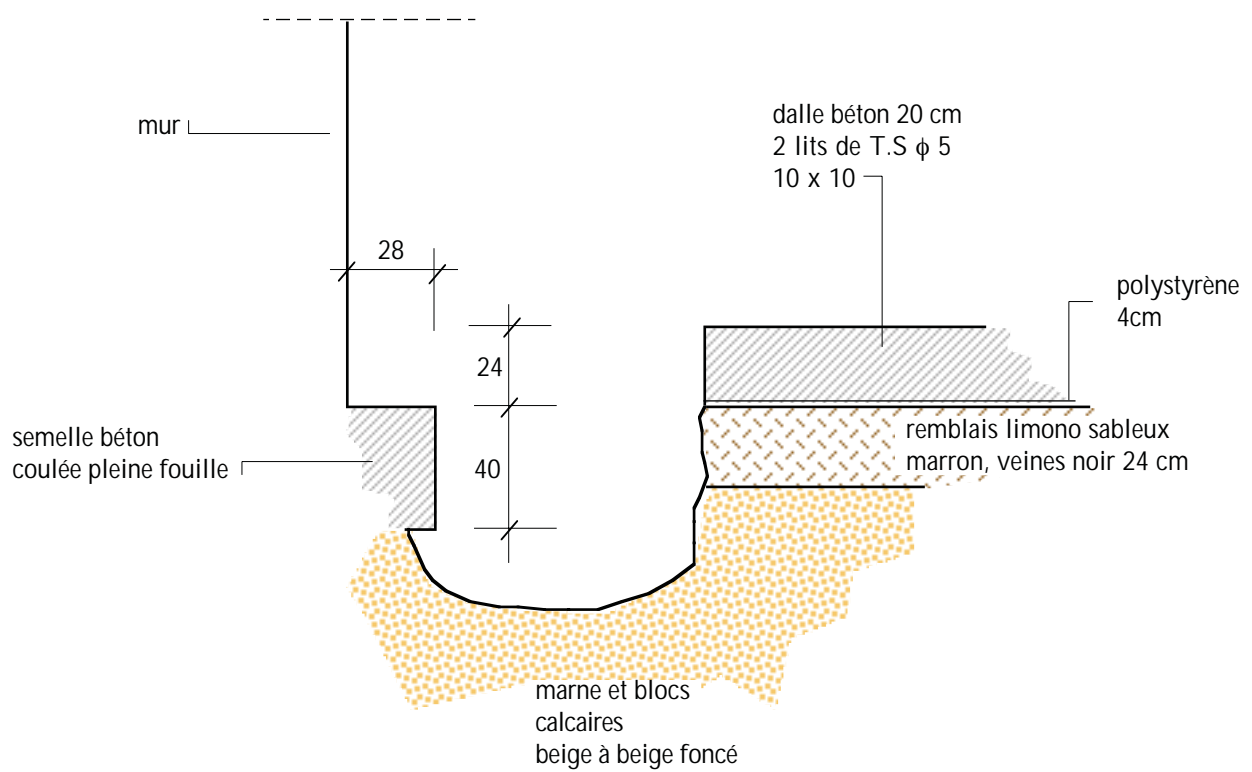


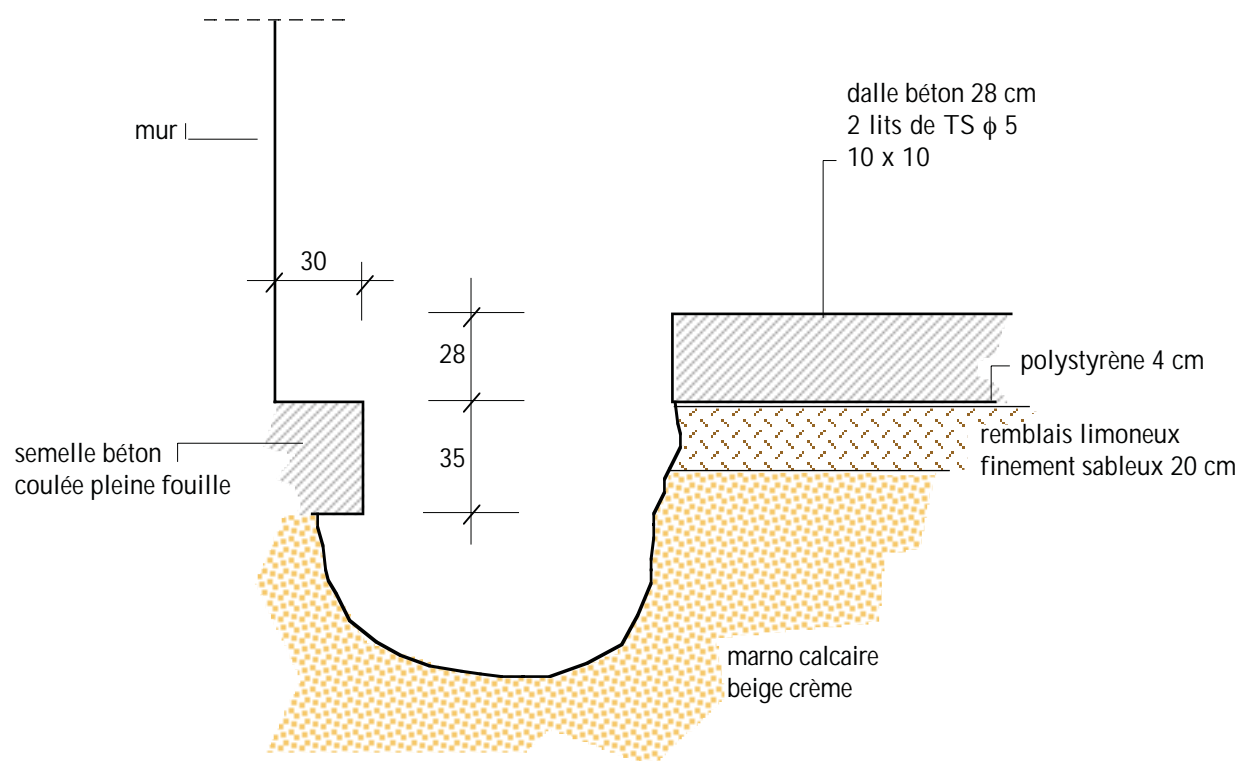


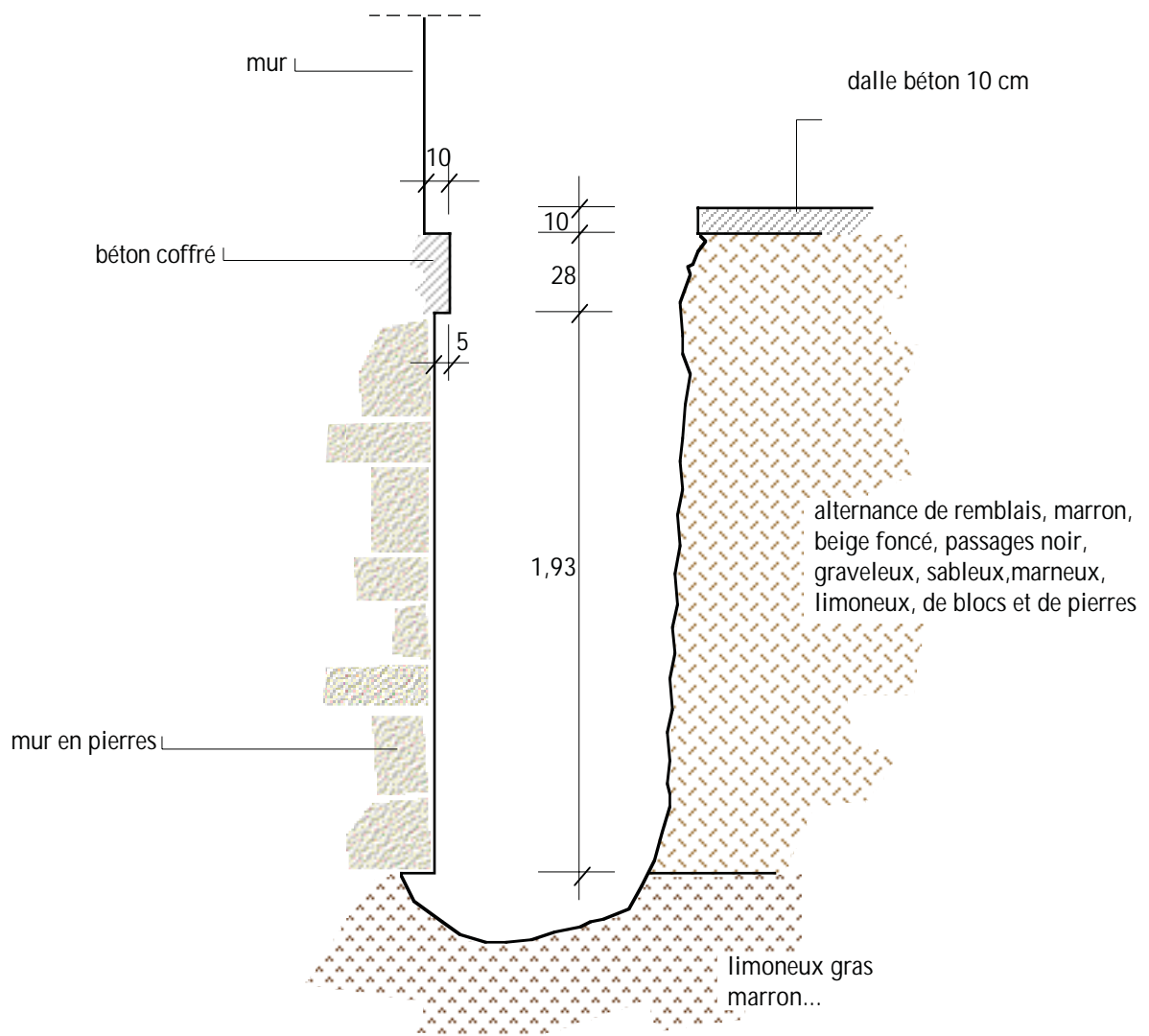
Pénétromètre Dynamique n°: PD2



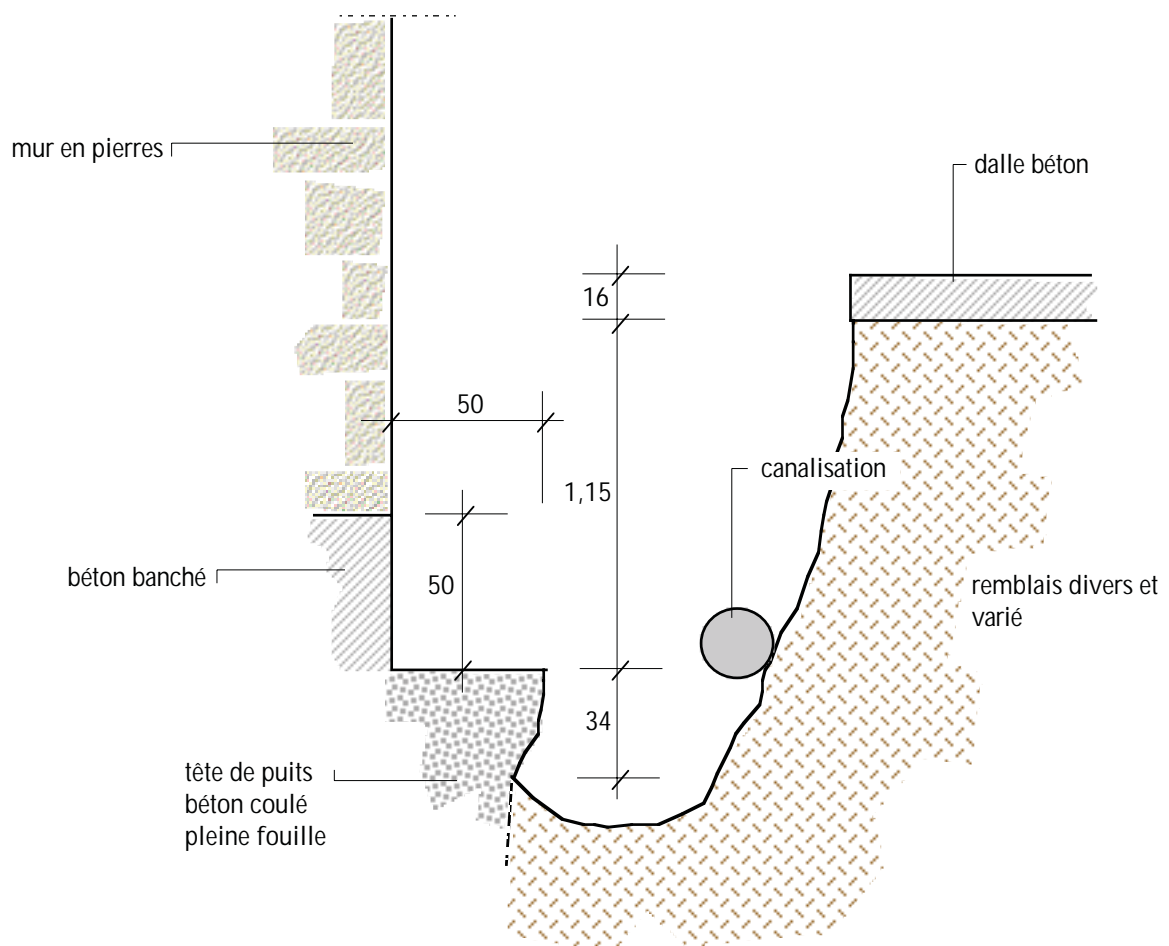
## **Annexe D : Schémas de dégagement de fondation**





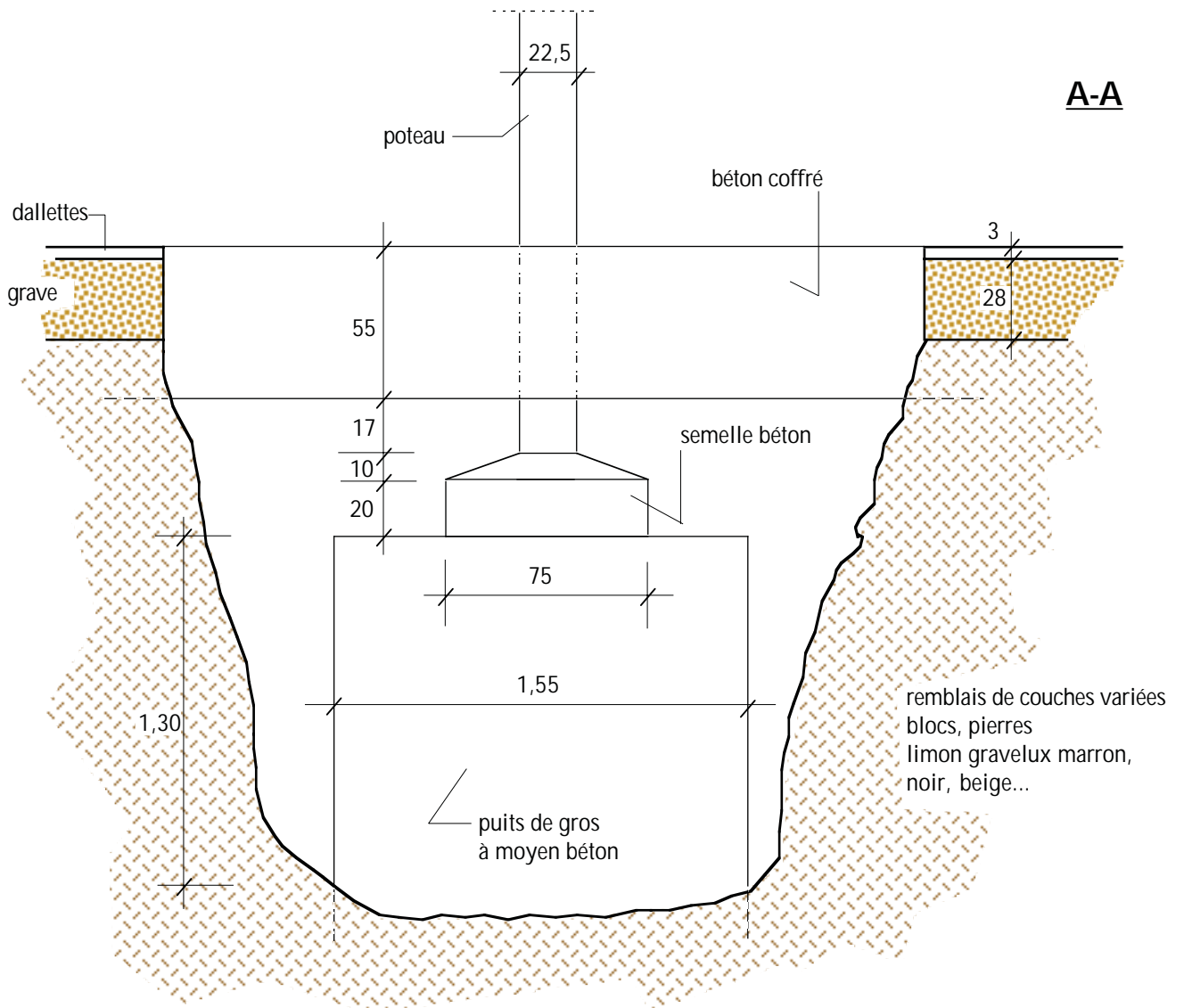
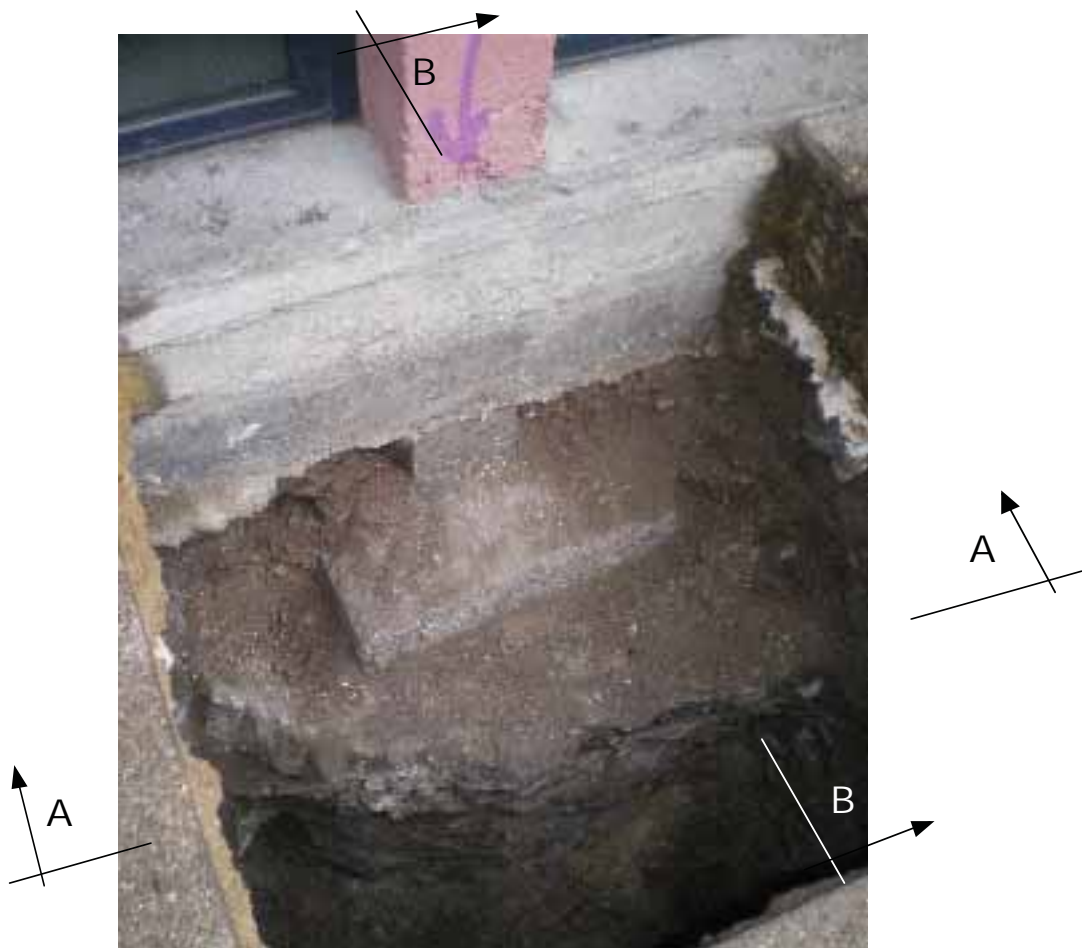


P4



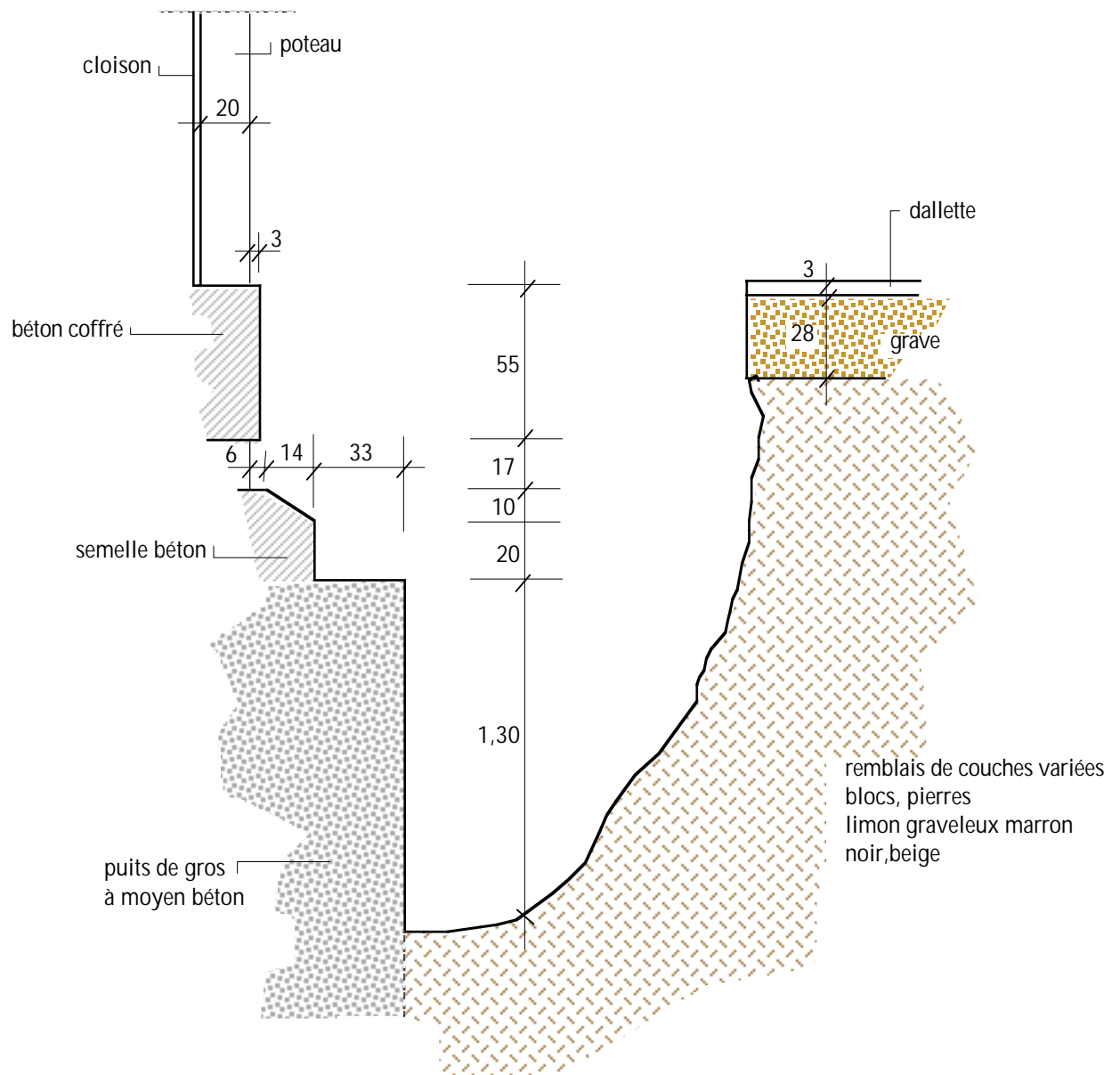


**P5**





## B-B



## **Annexe E : Plan d'implantation des sondages**

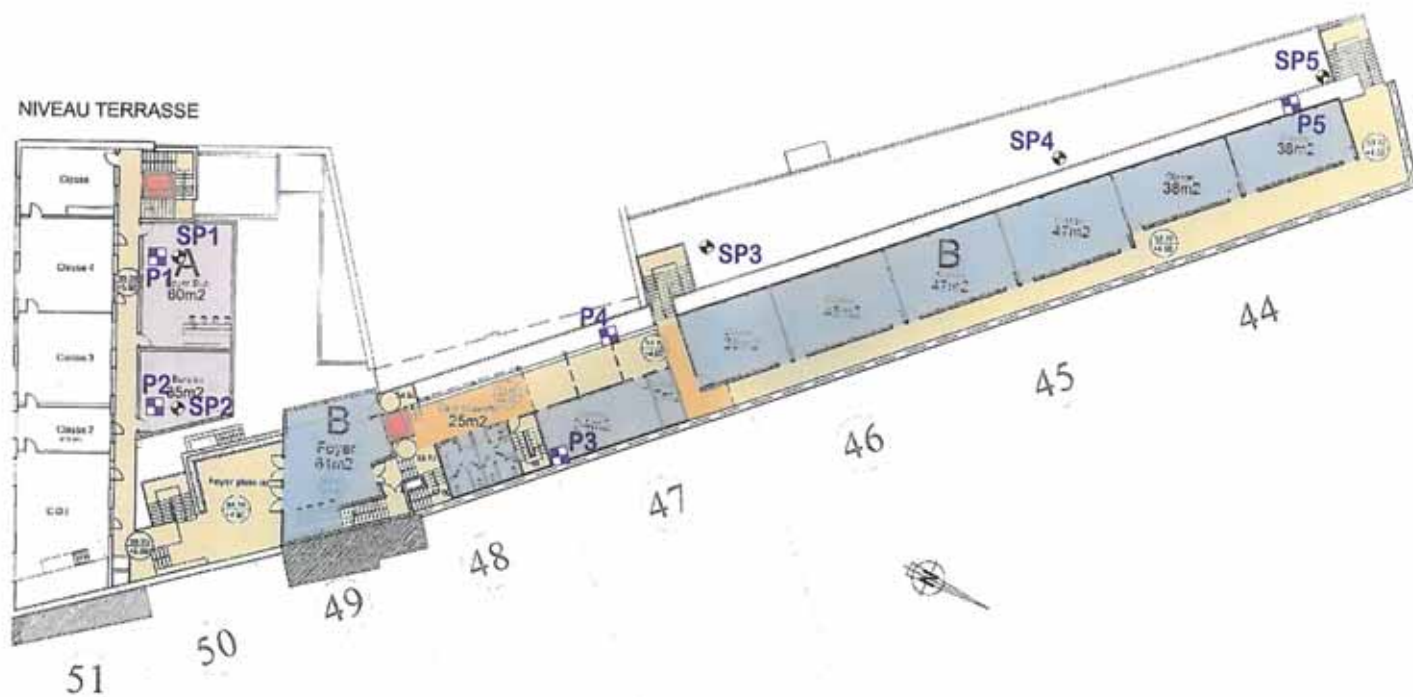
# SCHEMA D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Dossier n° : SR2011 01102

Chantier : PARIS 13

Echelle : sans

NIVEAU TERRASSE



Implantation approximative

## **Annexe F : Définition des missions géotechniques et limite d'exploitation du rapport**

## CONDITIONS D'EXPLOITATION ET DE VALIDITÉ DES ETUDES DE SOLS.

Les recommandations et indications ci-après ont pour but d'éviter tout sinistre au cours et à la suite de la réalisation des ouvrages et consécutifs à une exploitation défectueuse du rapport d'étude de sol.

**Le non respect de ces recommandations et indications dégagerait contractuellement la responsabilité du bureau d'études de sols.**

Les différents intervenants dans les projets et travaux liés aux sols doivent passer en revue les recommandations et indications ci-après afin de vérifier qu'elles sont effectivement prises en compte.

### **RECOMMANDATIONS ESSENTIELLES :**

1/ Ce **RAPPORT** et toutes ces annexes identifiées constitue un **ensemble indissociable**.

Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés un par le client et le second par notre Société.

Ce rapport ne devient la **propriété du client qu'après paiement** intégral du prix de la prestation. Le client est responsable de son usage et de sa diffusion. Dans ce cadre, toute utilisation 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 Maître d'Oeuvre ou pour tout autre ouvrage que celui de la présente mission ne pourra en **aucun cas engager la responsabilité de notre Société** et pourra faire l'objet de poursuites judiciaires à l'encontre du contrevenant.

Dans le cas d'un **nouveau Maître d'Ouvrage** sur le même projet, un **nouveau contrat de louage d'ouvrage** (pour satisfaire l'article 1792-1°) doit être établi avec mise à jour du rapport d'étude et de nos assurances.

### **2/ RECONNAISSANCE PAR POINTS :**

Cette étude est basée sur un **nombre limité de sondages et de mesures**.

Il est précisé que cette étude repose sur une reconnaissance par points dont la maille **ne permet pas de lever la totalité des aléas**, toujours possibles en milieu naturel.

En effet des hétérogénéités, discontinuités et aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles sont limitées en extension.

De ce fait, sauf précision contraire dans ce rapport, les conclusions de ce rapport ne peuvent être utilisées pour une forfaitisation.

Les éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des travaux pouvant avoir une influence sur les conclusions du présent rapport, doivent immédiatement être signalés au géotechnicien chargé du **suivi géotechnique d'exécution (mission G4)**.

### **3/ DURÉE LIMITÉE DE VALIDITE DU RAPPORT :**

La modification naturelle ou artificielle de facteurs déterminants pour la construction peut rendre caduc tout ou partie des résultats et conclusions précisées dans ce rapport d'étude.

#### **3.1 : Éléments géologiques, hydrogéologiques et géotechniques :**

De nombreux éléments liés à la géologie, l'hydrogéologie et à la géotechnique de l'ouvrage ont un **caractère évolutif** :

- glissement - érosion - dissolution - remblai évolutif (physique ou chimique)- tourbe - niveau d'eau fluctuant et hygrométrie correspondante- variation climatique exceptionnelle: gel, dessiccation, inondation - évolution sismique ou volcanique- etc..

#### **3.2 : Environnement, voisinage, topographie :**

Les modifications de l'environnement, du voisinage et de la topographie, changent l'hydrogéotechnique du site et souvent les dispositions constructives:

- sous-sols proches ou mitoyens - parois étanches - drainage - pompage permanent ou provisoire - collecteurs souterrains - tunnel et tunnelier - remblaiement ou excavation du site, etc...



### 3.3 : Conditions juridiques :

De nouvelles Lois ou Jurisprudences peuvent modifier les obligations et responsabilités. Les conditions juridiques des contrats et des assurances sont modifiées en conséquence. On notera en particulier les nouvelles missions géotechniques en cours de normalisation.

### 3.4 : Connaissances techniques et technologiques :

L'évolution des connaissances techniques et scientifiques, ainsi que les modifications des technologies de constructions peuvent rendre périmées nos conclusions.

**Aussi, les conclusions de ce rapport d'étude sont valables pour un chantier ouvert (DROC) dans un délai de 2 ANS à compter de la date d'émission.**

Au-delà de ce délai, il est indispensable que nous soyons consultés par le Maître d'Ouvrage et le Maître d'Oeuvre afin de **réactualiser le rapport**, après vérification des divers facteurs. L'exploitation des conclusions au-delà du délai de 2 ans, en l'absence de réactualisation ne pourra contractuellement engager notre responsabilité.

## 4) MODIFICATION DU PROJET :

Ce rapport est établi pour un projet donné à la date de l'étude, à partir des plans, esquisses et renseignements transmis.

**Toute modification apportée au projet**, soit pour des raisons techniques, soit pour des raisons économiques, implantation, forme, niveaux altimétriques, nombre d'étages ou de sous-sol (etc...) **doit être communiquée au BET de sols** rédacteur de l'étude. Lui seul pourra déterminer les conséquences de ces changements sur ses conclusions de l'étude de sol.

Ces modifications pourront faire l'objet d'une **note complémentaire** ou d'un nouveau rapport, éventuellement après un complément de reconnaissance.

Nous ne saurions être tenus responsables des modifications intervenues après cette étude qu'après avoir donné notre avis écrit sur les dites modifications, que celles-ci portent sur les dimensionnements et dispositifs préconisés dans le présent rapport ou sur l'ouvrage lui-même.

Le Maître d'Ouvrage doit nous informer officiellement de **l'ouverture réelle du chantier**, afin que les couvertures d'assurances soient **effectives** :

Assurances décennales à la Date Réelle d'Ouverture du Chantier (D.R.O.C)  
Assurances Responsabilité Civile Professionnelle lors d'un **sinistre** à partir de l'ouverture du chantier.

L'absence de cette information risque d'entraîner la non couverture par une compagnie d'assurances.

Le présent rapport constitue le compte rendu de la mission géotechnique normalisée définie par la lettre de commande, visée et acceptée par notre société, au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête du présent document.

Selon le projet de normalisation de ces missions, chacune ne couvre qu'un domaine spécifique de la conception ou de la construction

Il appartient au Maître d'Ouvrage et à son Maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions géotechniques utiles au bon achèvement de l'ouvrage soient engagées avec les moyens et délais opportuns, et confiées à des hommes de l'art.

A défaut d'autres positions contractuelles, la remise du rapport fixe la fin de la mission.

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 GÉOTECHNIQUES (G3 et G 4, 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 Etude.
- 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.



## **Annexe G Rapport d'étude de sol antérieurs**



TRAVAUX PUBLICS ET MINIRS

图 1. 所记录 4 个震动的波形。图中  
上方标注为 1、2、3、4 表示震动的  
先后顺序。

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

图 2 为图 1 中所示的 4 种不同结构的有限元模型, 其中, 模型 1 为 1 个壳单元, 模型 2 为 2 个壳单元, 模型 3 为 3 个壳单元, 模型 4 为 4 个壳单元。图 3 为图 1 中所示的 4 种不同结构的有限元模型, 其中, 模型 1 为 1 个壳单元, 模型 2 为 2 个壳单元, 模型 3 为 3 个壳单元, 模型 4 为 4 个壳单元。

Paris 14 6 December 1929

## R A P P O R T

À la demande de Mr LOIC HARTON, architecte, nous avons  
 procédé à l'édiction de quatre tirages de reconnaissance avec surregis-  
 tration des temps de levée dans la nuit du 10-11 Octobre  
 "LE KENNES" situé au 41, 43, boulevard HENRI PARIZOT.

Les conditions de pénétration sur les lieux ont nécessité l'utilisation d'une sondeuse par séisme de type I GE 50 équipée d'un trident de diamètre 25 mm. Ces quatre forages ont été plus ou moins inclinés, afin de reconnaître le sol sous la bâtisse devant être surélevée.

À ce quatre images correspondent des courbes d'enregistrement des temps de réponse ci-jointes.

Le sondage N° 1 présente une perte d'eau à 9,20 m et rencontre une carrière semblable entre 13,30 m et 16,00 m. Il présente aussi une zone anoxale entre 10,00 m et 11,50 m avec une descente sans rotation de 10,00 à 10,40 m.

Le amilage n° 9 coupe la carriere toujours remplie entre 14.00 m et 16.00 m avec une perte d'air à 11.50 m. Ce forage ne présente pas d'anomalies autres.

Le forage n° 3 rencontre le caillou partiellement recouvert  
entre 13,50 et 15,00 m avec une épaisseur de caillou de 0,50 m.  
On a une pente d'eau à 11,00 m.

Le forage n° 4 coupe une carrière recouverte entre 14,50 et  
16,50 m. La pente d'eau se situe à 9,00 m.

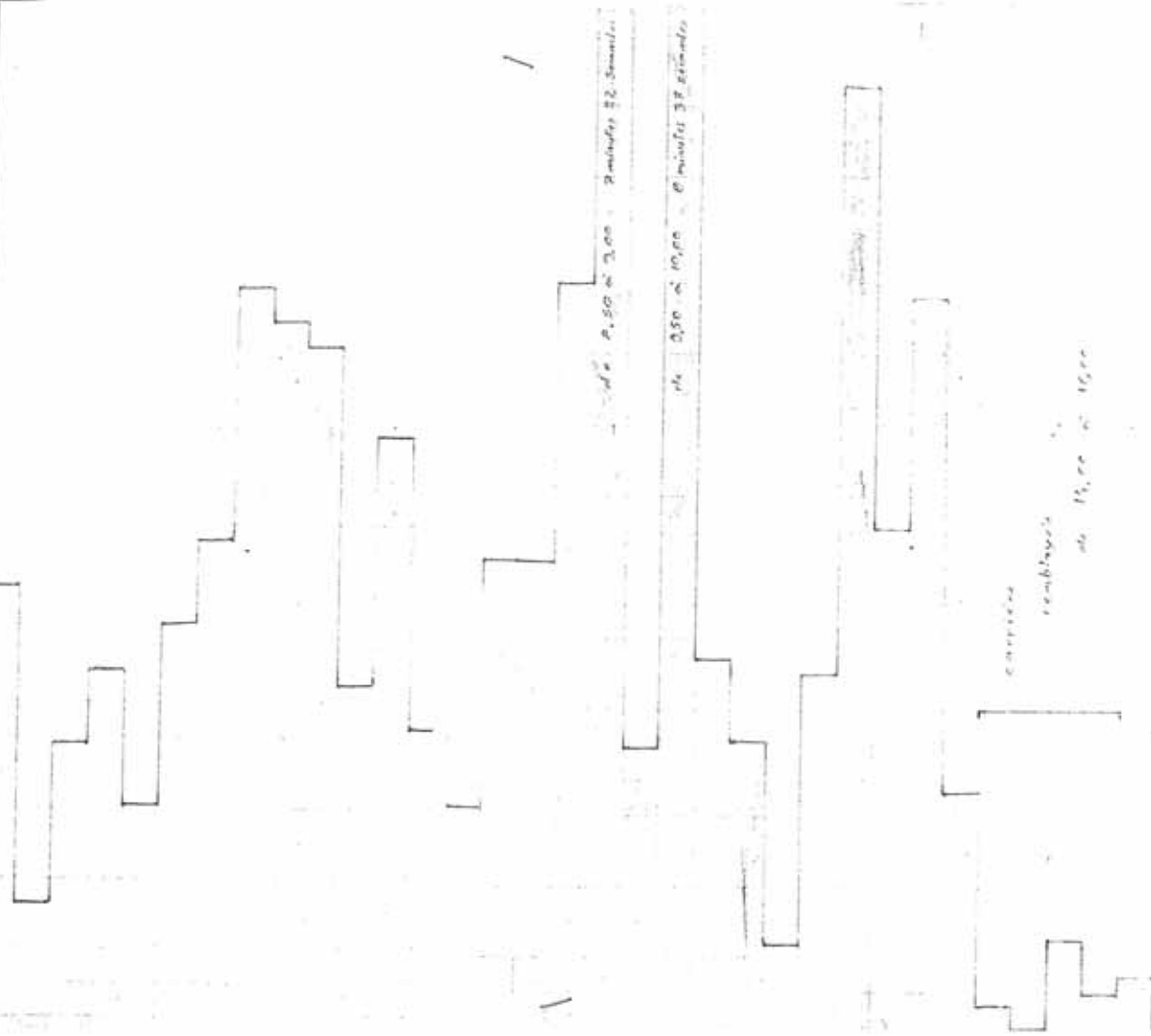
Nous pouvons donc dire que la carrière n'était sous le  
bâtiment, mais qu'elle est en majorité recouverte et située entre 13,  
et 16,00 m avec une hauteur moyenne de 1,50 m environ. Une couche de  
terrein très dure se retrouve dans les forages aux environs de 10,00 m  
avec le forage n° 1 présente une assise entre 10,00 et 11,50 m.

CHAMIN: Ecole "Le Retour" 55,54 hdt Plangou, Hous

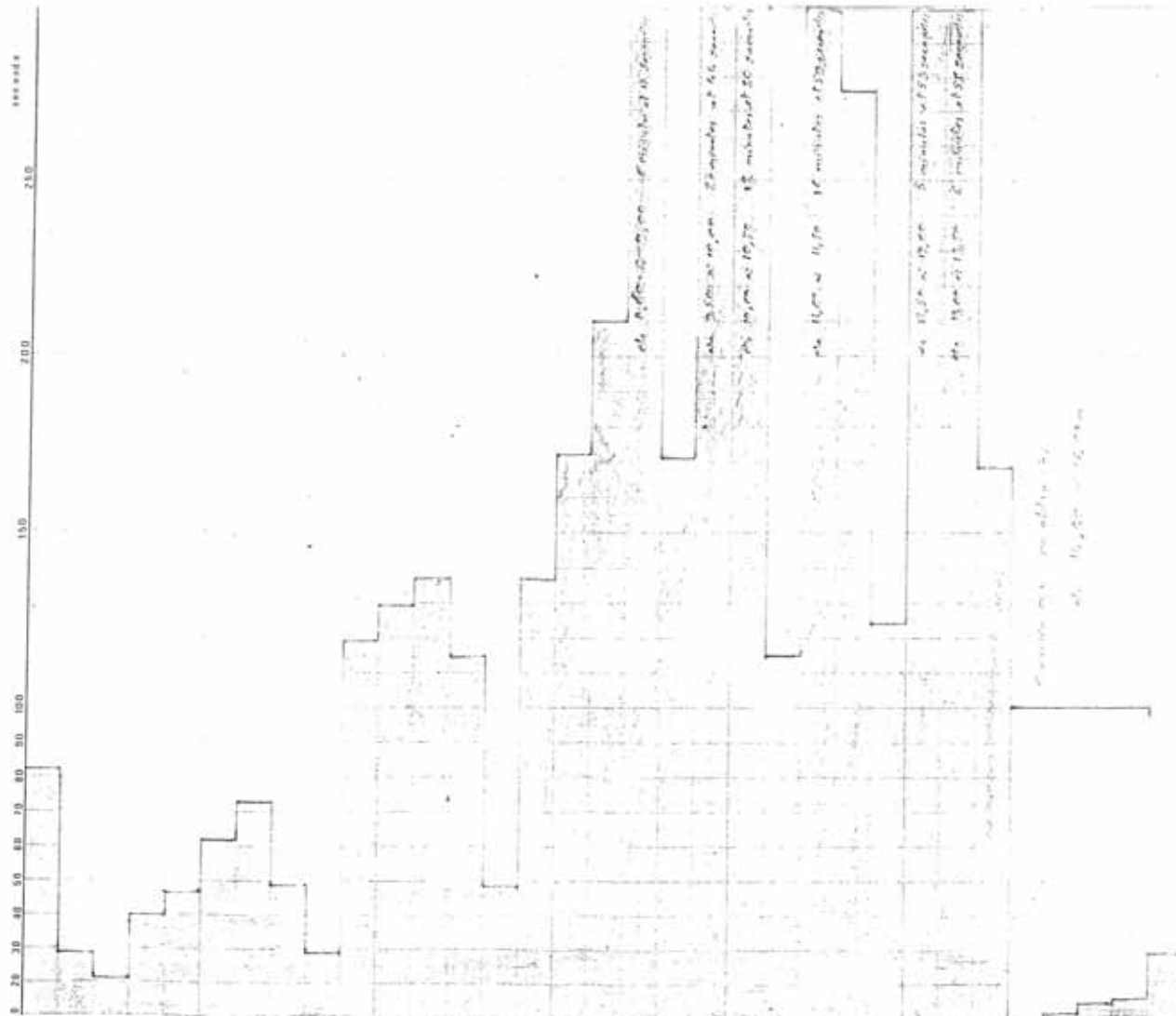
Date : 2/02/05

Sondage n° 1

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 150 200 250 secondes



Sondage n° 2, rue Linné



## LA SOUTERRAINE

Charles:  $E_{\text{cola}} = \frac{2}{7}, E_{\text{orange}} = \frac{2}{7}, E_{\text{apple}} = \frac{2}{7}, E_{\text{lemonade}} = \frac{2}{7}$

Date: 5/02/85

Seedling  $\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sigma_{i1}^2$





DOSSIER n° 90.218  
JPM/pb

Massy, le 6 Juillet 1990

\*\*\*\*\*

ENTREPRISE BIARNAIS

9-11 Rue Carnot

93310 LE PRE SAINT GERVAIS

\*\*\*\*\*

GYMNASE ENTERRE

LYCEE TECHNIQUE "LE REBOURS"

44-46 Boulevard Auguste Blanqui

75013 PARIS

\*\*\*\*\*

- RECONNAISSANCE des SOLS -

\*\*\*\*\*

RAPPORT d'ETUDES

\*\*\*\*\*

- INTRODUCTION -

A la demande :

- de l'Entreprise BIARNAIS  
9 - 11 Rue Carnot  
93310 LE PRE SAINT GERVAIS
- du Cabinet d'Architectes BRUNO-PELLERIN -  
CLAUDE PELLERIN - CAZIN
- du Bureau de Contrôle C.E.P.

nous avons réalisé cinq sondages sur un terrain destiné à recevoir un *gymnase enterré* attenant au *LYCEE TECHNIQUE "LE REBOURS"* situé 44-46 Boulevard Auguste Blanqui à PARIS 13ème.

Cette reconnaissance a pour objet de préciser la nature et les caractéristiques des sols ainsi que le risque lié à la présence éventuelle de vides carrières et notre point de vue sur le mode de fondations possibles.

L'implantation des sondages est indiquée sur le plan joint en annexe.

**CHAPITRE 1.0. - MODE d'EXECUTION des TRAVAUX :**

Les sondages ont été réalisés à la tarière et au trépan en rotation et roto-percussion et les caractéristiques des sols obtenues par mesure des paramètres de forage et essais pressiométriques.

Les cinq sondages ont été réalisés avec mesure des vitesses d'avancement. Celles-ci sont fournies sous forme de graphiques joints en annexe.

Pour ce type de sondages, nous ne fournissons les coupes qu'à titre indicatif car elles sont établies uniquement à partir des cuttings sous prélèvements et sont fonction de la remontée du fluide de forage.

## **CHAPITRE 2.0. - COUPE des SONDAGES :**

Les altitudes des têtes de sondages (ATS) ont été interpolées à partir d'un plan de goémètre et sont :

- . pour les sondages S1, S2, S4 et S5 : # 50,10 NGF
- . pour le sondage S3 : # 48,50 NGF

### **\* SONDAGE S1 - ATS # 50,10 NGF :**

- . de 0,00 à 0,10 m : enrobé bitumineux + dalle
- . de 0,10 à 0,30 m : limon noirâtre avec rognons calcaires et briques en remblais
- . de 0,30 à 1,50 m : limon grisâtre avec débris siliceux, marne blanchâtre et débris de béton en remblais
- . de 1,50 à 4,60 m : limon marron clair avec débris divers en remblais
- . de 4,60 à 5,00 m : marne crème avec petits rognons calcaires
- . de 5,00 à 5,80 m : marne blanchâtre avec petits rognons calcaires
- . de 5,80 à 8,20 m : marne blanchâtre et marne grise avec petits rognons calcaires
- . de 8,20 à 11,00 m : perte d'injection ; marne crème et calcaire

Sondage S1 (suite) :

- . de 11,00 à 15,00 m : calcaire et marne blanche
- . de 15,00 à 19,00 m : passage de calcaire blanc et marne blanche

\* SONDAGE S3 - ATS 3 # 48.50 NGF :

- . de 0.00 à 1.50m : limon marron clair à grisâtre avec débris divers en remblais
- . de 1.50 à 1.90m : sable ocre, légèrement argileux avec rognons siliceux et débris divers en remblais
- . de 1.90 à 3.80m : sable grossier jaunâtre en remblais
- . de 3.80 à 6.40m : marne blanchâtre à crème avec rognins calcaires
- . de 6.40 à 8.20m : marne beige crème avec rognons calcaires
- . de 8.20 à 8.90m : perte d'injection. Calcaire
- . de 8.90 à 9.40m : marne crème et débris calcaires
- . de 9.40 à 9.80m : calcaire
- . de 9.80 à 10.90m : marne blanchâtre et débris calcaires
- . de 10.90 à 11.20m : calcaire et marne crème
- . de 11.20 à 11.60m : marne crème avec débris calcaires
- . de 11.60 à 13.00m : calcaire
- . de 13.00 à 14.20m : marne blanchâtre avec débris calcaires
- . de 14.20 à 15.00m : calcaire
- . de 15.00 à 18.80m : marne crème avec petits débris calcaires
- . de 18.80 à 19.20m : calcaire

# CHAPITRE 3.0. - RESULTATS DES ESSAIS

## 3.1. - ESSAIS PRESSIOMETRIQUES

*=====*				
! N° du	Profondeur	Module	Pression	Pression
! Sondage	en mètres	Pres.	limite	de fluage
!=====*				
!=====*				
! S1	5.20	270	>18	11
!	6.00	195	20	10
!	7.00	140	12	6
!	8.00	170	18	10
!	9.00	95	10	5.5
!	10.00	180	>17	> 9
!	11.00	> 80	> 8	> 4
!	12.00	40	4.5	2.5
!	13.00	>500	>40	>20
!	14.00	135	13	6
!	15.00	25	3.5	2
!	16.20	60	6	3
!	17.00	> 80	> 9	6.5
!	18.00	>500	>40	>20
!=====*				

### 3.1. - ESSAIS PRESSIOMETRIQUES (suite)

*=====*				
! N° du	Profondeur	Module	Pression	Pression
! Sondage	en mètres	Pres.	limite	de fluage
!=====*				
!=====*				
! S2	5.00	235	> 22	>11
!	6.00	85	8	5
!	7.00	90	9	5
!	8.00	> 65	> 8	> 4.5
!	9.00	240	> 18	15
!	10.00	50	4.5	2
!	11.00	60	5.5	3
!	12.00	65	6.5	3
!	13.00	340	> 30	>15
!	14.00	80	5.5	3
!	15.00	85	8.5	5.5
!	16.00	30	4	2
!	17.00	INEXPLOITABLE		
!	18.00	>100	> 10	> 8
!=====*				

\* \*

\*



## CHAPITRE 4.0. - GENERALITES - NATURE DES SOLS

### 4.1. - GENERALITES

Le terrain naturel sous les remblais, est situé sur le versant oriental de l'ancienne vallée de la BIEVRE, dont le fond du lit correspond au tracé de la *rue Edmond Gondinet et de la rue Croulebarbe* (PARIS 13°).

Les niveaux du calcaire grossier sont vraisemblablement désorganisés à l'aplomb de ce versant.

### 4.2. - NATURE DES SOLS

Au droit de nos sondages, nous avons rencontré les formations suivantes :

\* des remblais liés à l'aménagement de la cour du Lycée, jusqu'aux profondeurs suivantes

S1 : 4.60 mètres

S3 : 3.80 mètres

A titre indicatif :

S2 : 5.00 mètres

S4 : 4.90 mètres

S5 : 5.80 mètres

\* les marnes et caillasses , se présentant essentiellement d'une marne crème à grise avec des rognons calcaires jusqu'aux profondeurs suivantes

S1 : 8.20 mètres  
S3 : 8.20 mètres

\*le calcaire grossier, désorganisé et très fissuré avec des remplissages marneux jusqu'à la fin de nos sondages.

En fait, il s'agit d'une succession de blocs, bancs et rognons calcaires enrobés d'une matrice marneuse. Il est difficile de faire la distinction entre un calcaire fracturé et en éboulis et un remblais très riche en blocs et rognons.

#### 4.3. - EAU

Il a été posé 13.00 mètres de tubes piézométriques au droit du sondage S2. Il n'a pas été rencontré d'eau en fin de chantier.

### **CHAPITRE 5.0. - ANALYSE DES RESULTATS**

L'examen des graphiques d'avancement montre l'absence de vides francs sur des hauteurs significatives qui pourraient correspondre :

- soit à des anciennes exploitations par galeries souterraines dans le calcaire grossier, non remblayées
- soit à une remontée de fontis en cours.

En profondeur on constate :

- un certain nombre de petites anomalies avec des zones faibles alternant avec des zones dures.
- il n'y a pas de corrélation altimétrique évidente entre ces petites anomalies.
- Elles affectent le calcaire grossier, et, correspondraient à une fissuration dense dans cet horizon, le remplissage étant marneux.
- Les essais pressiométriques réalisés tous les mètres confirment assez bien cette hypothèse et les résultats se traduisent par une répartition statistique très dispersée.

## **CHAPITRE 6.0. - DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES**

### 6.1. - PROJET

Il est prévu la réalisation d'un gymnase enterré d'une emprise de 19.00 mètres sur 9.00 mètres avec une hauteur sous plafond de 5.10 mètres.

Le dessus de plancher inférieur est prévu à la cote de 44.24 NGF.

### 6.2. - SYSTEME DE FONDATIONS

Les décaissements en cours sont de l'ordre de 6.00 mètres.

Dans tous les cas les remblais résiduels éventuels devront être traversés.

Les marnes et caillasses ont de bonnes caractéristiques, mais il faut tenir compte des terrains rencontrés en profondeur entre 10 et 18 mètres.

Pour s'affranchir des faiblesses, petits vides et du risque d'exploitation, nous préconisons de traiter la structure de façon à supporter la naissance éventuelle d'un fontis. On adoptera une condition de fontis de 6m.

On pourra dans ces conditions conserver un mode de fondations superficiel et prévoir des fondations filantes par semelle respectant les conditions suivantes :

- \* être ancrées de 0.30m dans les sols marno-calcaire blanc crème à gris, en place et non remaniés
- \* être coulées à pleine fouille au minimum sur cette hauteur
- \* être enterrées sous dessus de dallage inférieur de :  
0.70m pour les semelles filantes
- \* être dimensionnées pour une contrainte de 3 bars.

#### **CHAPITRE 7.0. - DALLAGE**

Afin de s'affranchir du risque d'affaissement local, il sera prévu un plancher porté.

#### **CHAPITRE 8.0. - DRAINAGE**

Les murs enterrés devront faire l'objet d'une protection contre l'humidité et les percolations :

- soit par un doublage intérieur des murs
- soit par une mise en place géotextile drainant ou dalles drainantes.

On devra prévoir un tapis drainant sous plancher porté.

**CHAPITRE 9.0. - TERRASSEMENTS**

Le terrassement dans les remblais et les marnes et caillasses ne pose pas de problème particulier.

La présence de blocs calcaires pourra nécessiter l'usage d'un marteau piqueur lors de l'exécution des tranchées et rigoles de fondation.

Il faudra s'assurer du niveau d'assise de fondation des bâtiments mitoyens et particulièrement le bâtiment R+5 côté bld. Auguste Blanqui et on devra prévoir :

- soit des reprises en sous oeuvre
- soit des contrevoiles de soutènement (voiles masques).

L'exécution de ces ouvrages devra se faire, soit tranchées blindées, soit par parties en laissant en place des banquettes.

Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage pour tous renseignements complémentaires.

Le DIRECTEUR TECHNIQUE

*Jean Pierre MASSON*

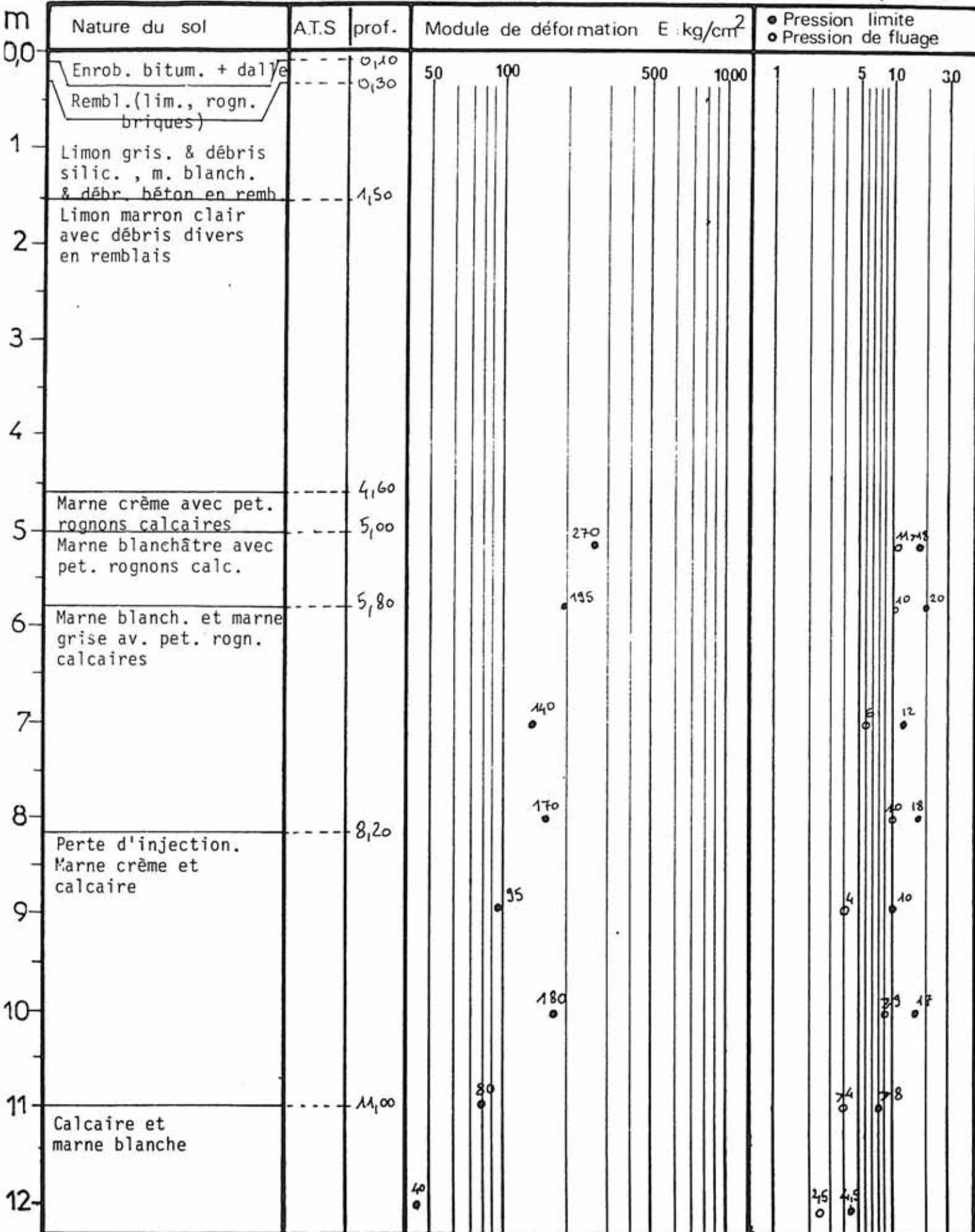
Le RESPONSABLE DE L'ETUDE

*Jean CSINTALAN*

CHANTIER DE : PARIS 13ème

S1

ATS #50,10 NGF

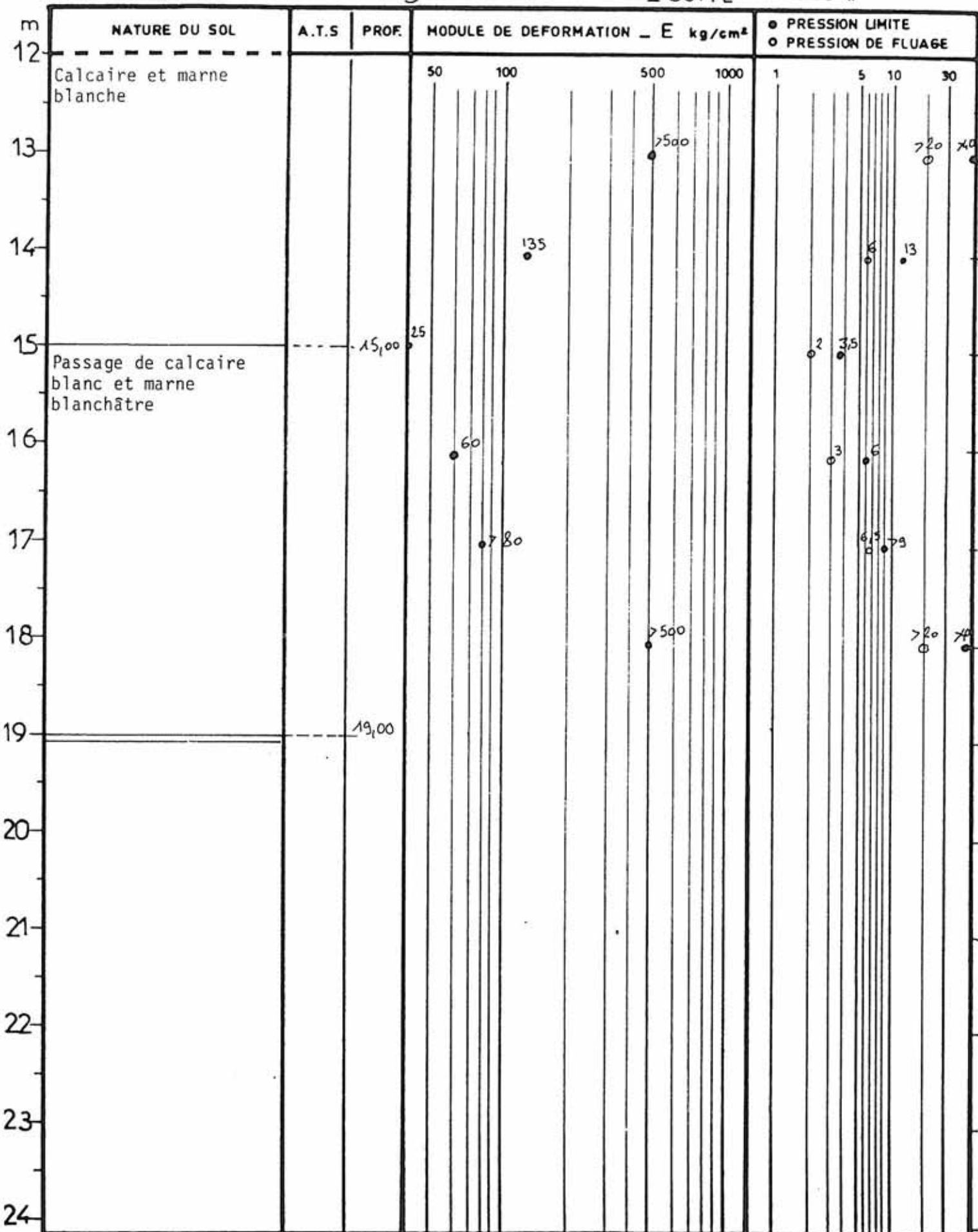




CHANTIER DE : PARIS 13ème

S'1 SUITE

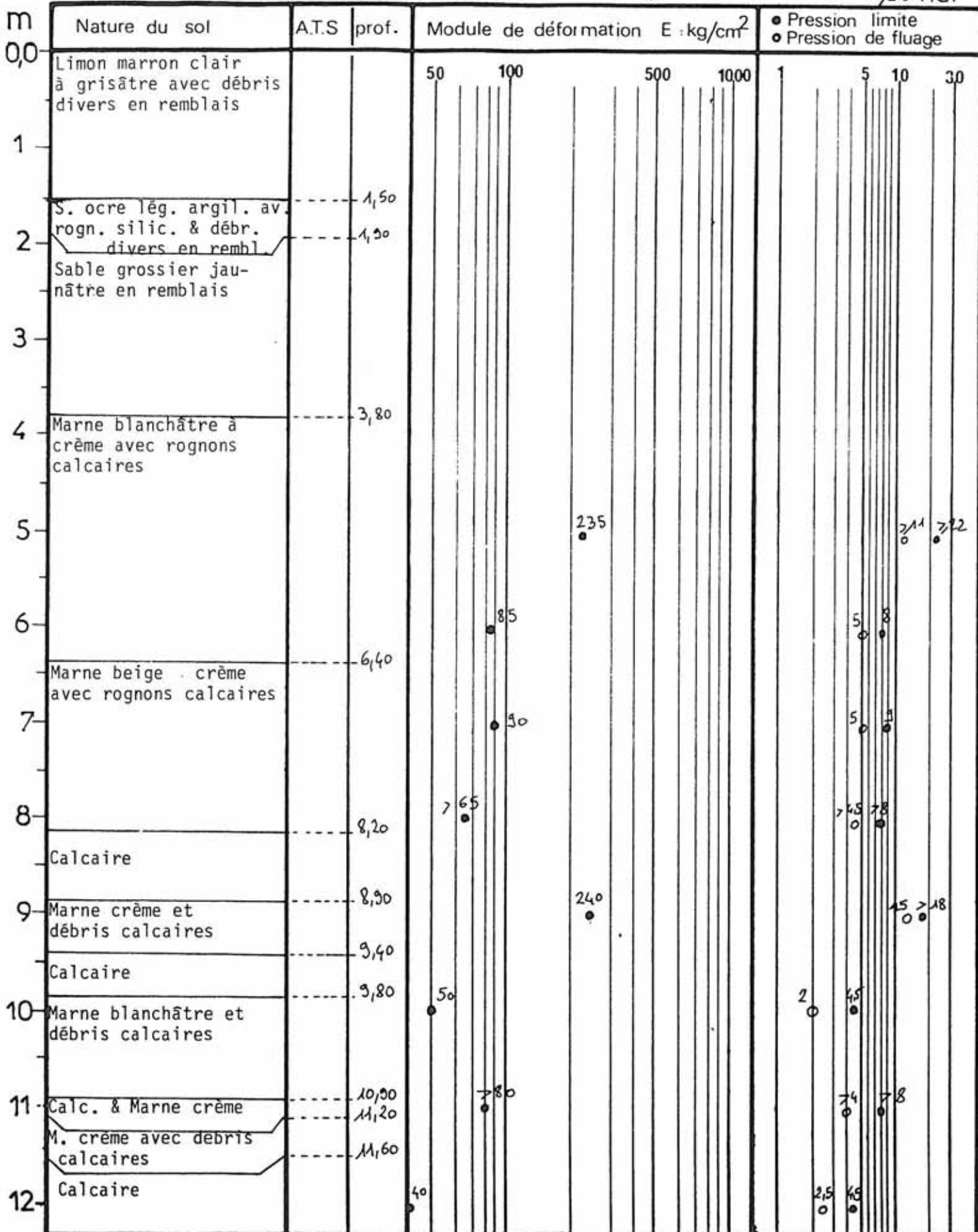
ATS #



CHANTIER DE : PARIS 13ème

S<sub>5</sub>

ATS #4850 NGF



CHANTIER DE : PARIS 13ème

S*é*D SUITE

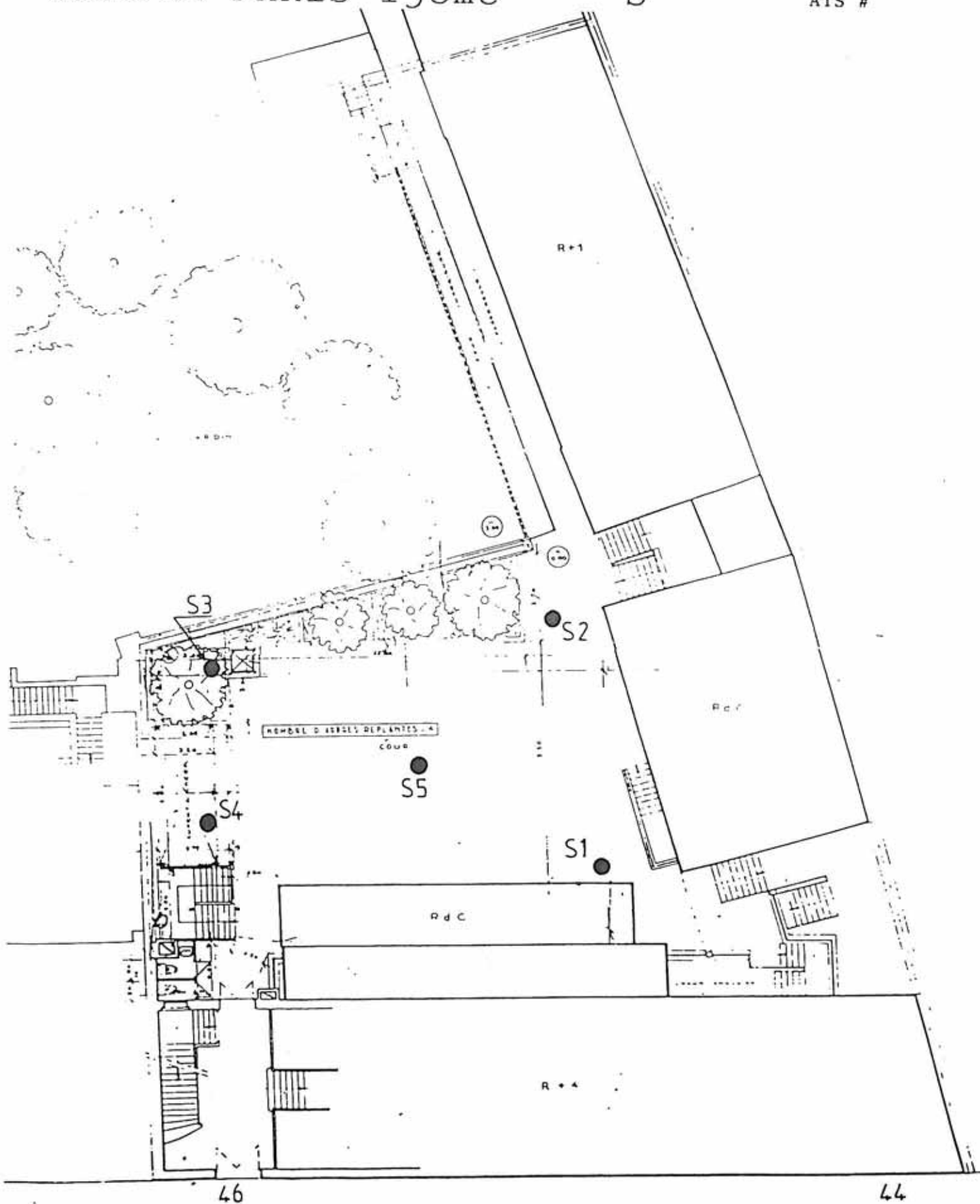
ATS #

[illegible]

CHANTIER DE : PARIS 13ème

S

ATS #



BOULEVARD AUGUSTE BLANQUI

DOSSIER n° 90.218/2  
JPM/pb

Massy, le 1er Aout 1990

\*\*\*\*\*

GYMNASE ENTERRE

LYCEE TECHNIQUE "LE REBOURS"

44-46 Boulevard Auguste Blanqui

75013 PARIS

\*\*\*\*\*

ASSOCIATION "LE REBOURS"

LYCEE TECHNIQUE PRIVE

44-46 Boulevard Auguste Blanqui

75013 PARIS

\*\*\*\*\*

- RECONNAISSANCE COMPLEMENTAIRE des SOLS -

\*\*\*\*\*

RAPPORT d'ETUDES

\*\*\*\*\*

DOSSIER N° 90.218/2

**- INTRODUCTION -**

A la demande de l'Association "LE REBOURS", nous avons procédé à l'exécution de sondages complémentaires sur l'emprise du futur gymnase enterré prévu 44-46 Boulevard A. Blanqui à PARIS 13ème.

Cette reconnaissance complémentaire poursuit l'étude initiale du 6 juillet 1990 - Rapport n° 90.218 - et a été effectuée afin de préciser l'origine des faiblesses et décompressions rencontrées lors de cette étude.

L'implantation des sondages est indiquée sur le plan joint en annexe.

**CHAPITRE 1.0. - MODE d'EXECUTION des TRAVAUX de RECONNAISSANCE :**

Les sondages ont été réalisés au trépan en roto-percussion avec mesure et enregistrement des paramètres de forages.

Nous avons contrôlé les caractéristiques au droit d'un sondage par essai in-situ.

**CHAPITRE 2.0. - RESULTATS des SONDAGES :**

Les résultats de ces sondages sont fournis sous forme de graphiques enregistrés joints en annexe.



Les altitudes des têtes de sondages (ATS) sont fournies en début des coupes sondages ; elles sont approximatives :

SA	=	47,70 NGF	profondeur 18,00 m
SB	=	47,70 NGF	profondeur 19,80 m
SC	=	47,70 NGF	profondeur 18,00 m
SD	=	47,30 NGF	profondeur 23,40 m
SE	=	47,50 NGF	profondeur 21,60 m

### CHAPITRE 3.0. - RESULTATS des ESSAIS :

#### 3.1. - PENETROMETRE après AVANT-TROU :

Le résultat de ce pénétromètre est fourni sous forme de graphique joint en annexe.

SE : avant-trou à 9,40 m  
battage de 9,40 à 15,40 m avec surbattage

#### 3.2. - ESSAIS PRESSIOMETRIQUES :

! N° du	Profondeur	Module	Pression	Pression	!
! Sondage	en mètres	Pres.	limite	de fluage	!
!		en Kg/cm2	en Kg/cm2	en Kg/cm2	!
*=====*					
! SE	10,00	50	7	5	!
!	11,00	65	7	5	!
!	12,00	> 210	> 16	> 12	!
!	13,00	105	10	7	!
!	14,00	350	> 25	18	!
!	15,00	25	4	2,2	!
*=====*					

\* \* \*

#### CHAPITRE 4.0. - EXAMEN des RESULTATS :

L'examen des graphiques d'avancement montre l'absence de vides francs et de décompressions très importantes.

On constate une succession de passages durs blocs et de passages faibles marnes ou débris calcaires en particulier :

en A	entre 11,60 m (36,10 NGF)	et 13,90 m (33,80 NGF)
en B	entre 12,30 m (35,40 NGF)	et 13,20 m (34,50 NGF)
	puis entre 14,60 m (33,10 NGF)	et 15,70 m (32,00 NGF)
	puis entre 17,00 m (30,70 NGF)	et 19,00 m (28,70 NGF)
en C	entre 13,80 m (33,90 NGF)	et 14,50 m (33,20 NGF)
en D	de 13,10 m (34,20 NGF)	à 13,40 m (33,90 NGF)
	de 17,00 m (30,30 NGF)	à 18,00 m (29,30 NGF)
en E	succession de faiblesses :	
	de 12,30 m (35,20 NGF)	à 18,00 m (29,50 NGF)
	Ce sondage a été contrôlé par pénétromètre après avant-trou et essais pressiométriques.	

#### CHAPITRE 5.0. - CONCLUSIONS :

Nous rappelons que les sondages de la seconde campagne ont été réalisés après un premier terrassement. Ils sont donc décalés de 2,50 m par rapport à ceux de la première intervention.

L'examen de l'ensemble des résultats correspond à un maillage très serré (distance entre sondages de 5 à 6 mètre).

Aucun de ces sondages n'a rencontré de vides significatifs et notables ou de passages décompressés importants.

Nous avons enregistré la présence de passages faibles de hauteurs très variables et répartis entre les cotes 28,70 NGF (SB) et 36,10 NGF (SA).

Aucune corrélation sérieuse ne peut être établie entre les diverses faiblesses (voir enregistrement).

Il ne s'agit pas de carrières souterraines remblayées, mais d'une désorganisation totale du calcaire avec fractures, érosions, basculements et l'on rencontre à ces niveaux une succession de rognons et blocs calcaires avec marnes et fractures.

Ceci est probablement dû à l'érosion dans la Bièvre lors du creusement de sa vallée.

Dans ces conditions, il est possible de conserver le mode constructif adopté dans notre premier rapport.

Bien entendu la présence de ces anomalies impose de conserver la condition de fontis prévue.

Toutefois, la densité de sondage réalisée permet d'affirmer l'absence de vide très important et l'on pourra réduire la condition de fontis à 5 m.

REMARQUE :

Bien entendu cette campagne et ces conclusions ne concerne que le gymnase enterré. Elle ne préjuge en rien du terrain sous le reste de la propriété ni du mode de fondation des ouvrages existants.

*Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage pour tous renseignements complémentaires.*

*Le Directeur Technique,*

**Jean Pierre MASSON**

**SOL CONSEIL SONDAGE**

Dossier N° 90.218/2

CHANTIER DE: PARIS 13° AIS 47.70 NGF Sondage N° : A

Pression Injection (MPa) 0 5 Vitesse de pénétration de l'outil (m/h) 0 1000

Pression d'avancement (MPa) 0 5

0 18 36 54 72 90 108

**SOL CONSEIL SONDAGE**

Dossier N° 90.218/2

CHANTIER DE: PARIS 13° Sondage N° : A

Pression Injection (MPa) 0 5 Vitesse de pénétration de l'outil (m/h) 0 1000

Pression d'avancement (MPa) 0 5

0 108 126 144 162 180 198

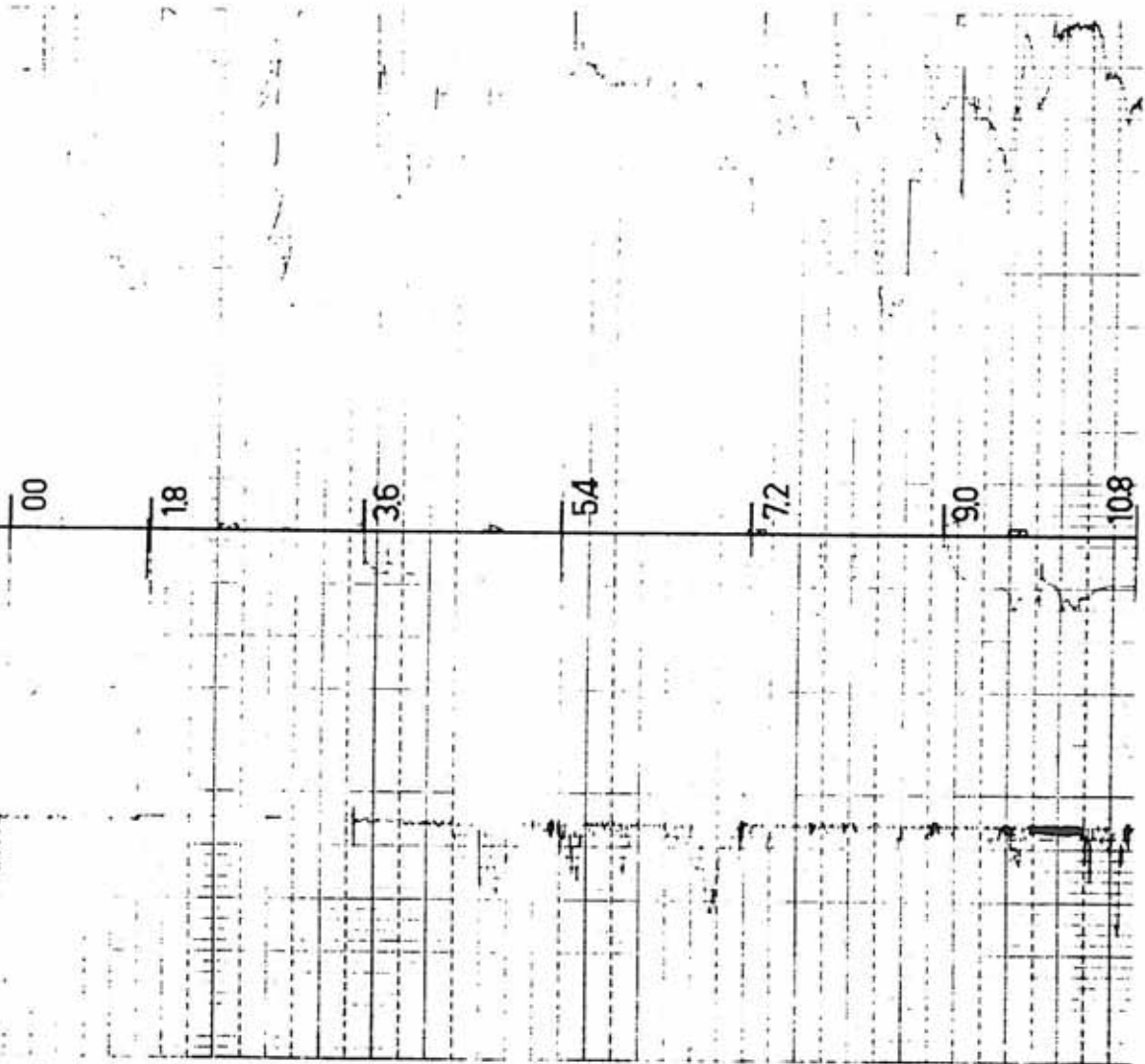
ESSAI DE FROTTEMENT

SOL. CONSEIL SONDAGE

Dossier N° 90.218/2

CHANTIER DE: PARIS 13° AIS.4770NGF Sondage N° : 13

Pression Injection (MPa) 0 5  
Pression d'avancement (MPa) 0 5  
Vitesse de pénétration de l'outil (m/h) 0 1000

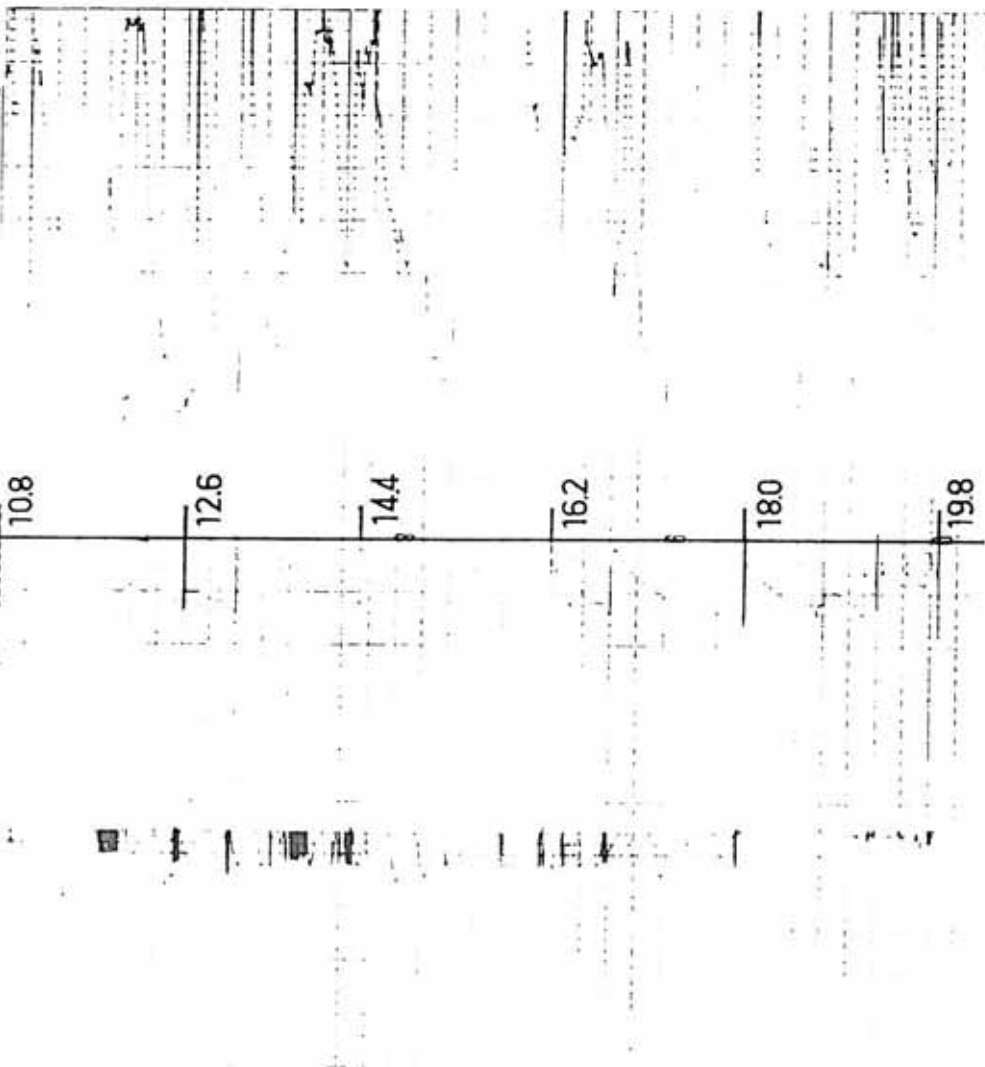


SOL. CONSEIL SONDAGE

Dossier N° 90.218/2

CHANTIER DE: PARIS 13° Sondage N° : 13

Pression Injection (MPa) 0 5  
Pression d'avancement (MPa) 0 5  
Vitesse de pénétration de l'outil (m/h) 0 1000







**SOL. CONSEIL SONDAGE**

Dossier N° 90.218/2

CHANTIER DE: PARIS 13°

Sondage N° : **1D**

ATS: 4.730 NGF

Vitesse de pénétration  
de l'outil (m/h)

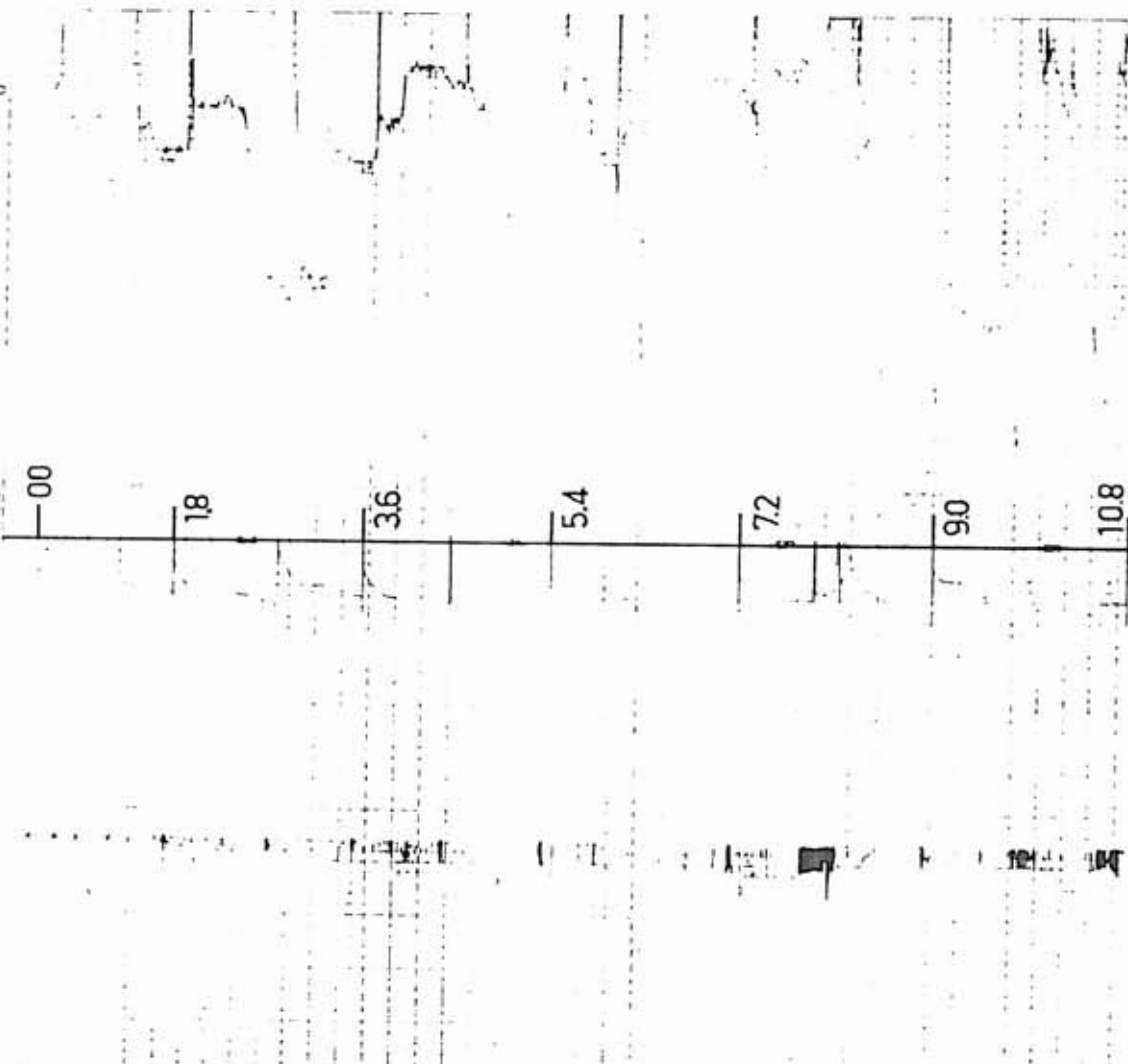
Pression  
d'avancement (MPa)

2

0 5

0 1000

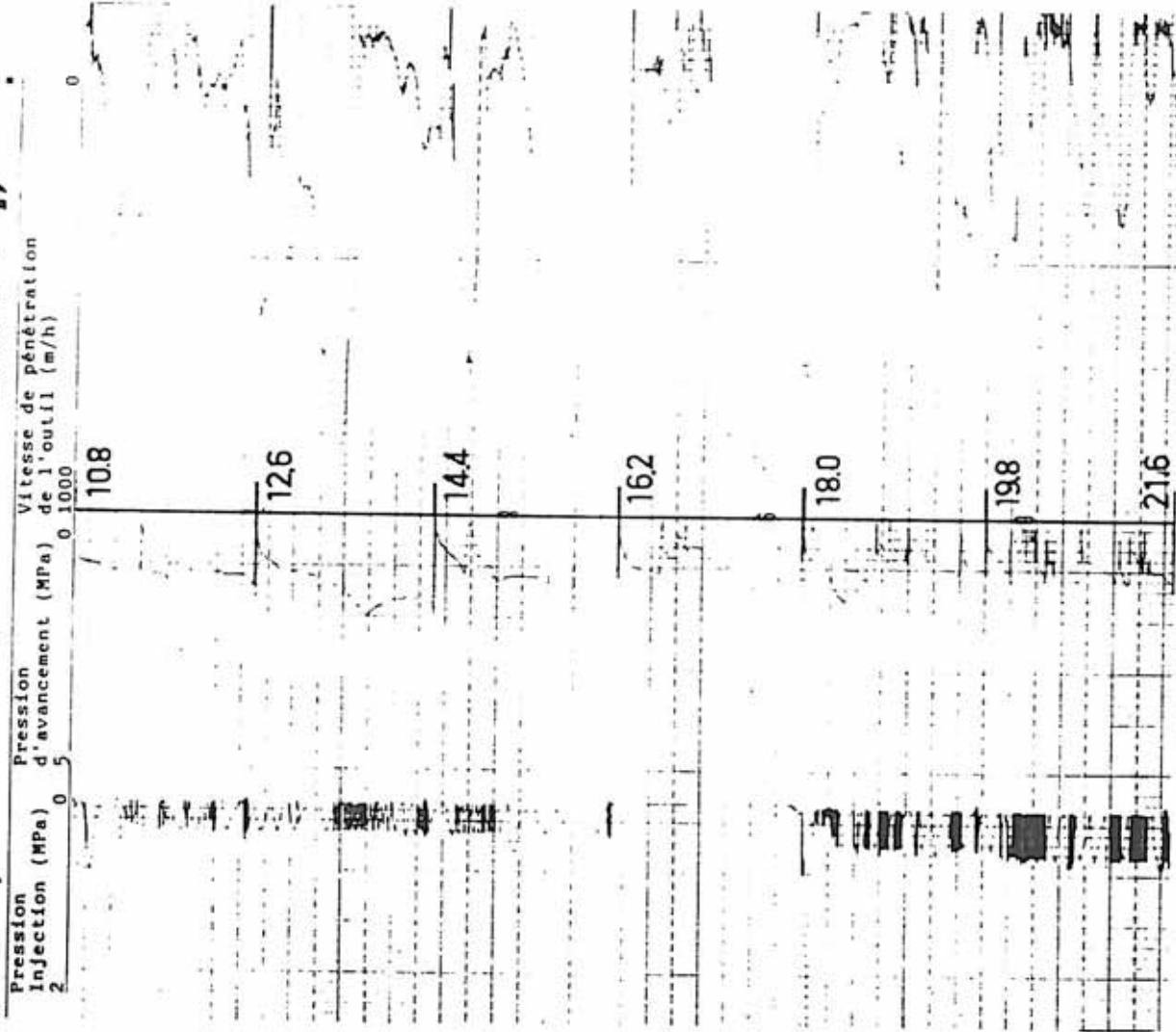
0



CHANTIER DE: PARIS 13°

Dossier N° 90.218/2

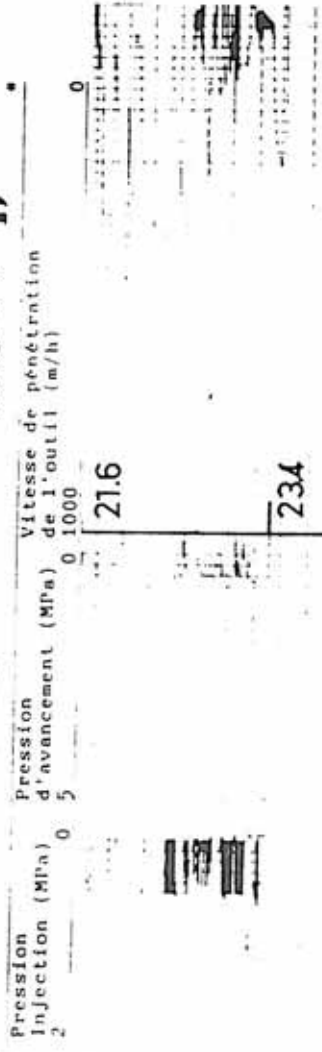
Sondage N° : 11



CHANTIER DE: PARIS 13°

Dossier N° 90.218/2

Sondage N° : 11

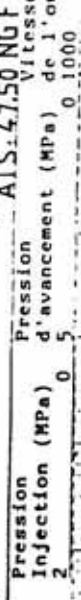
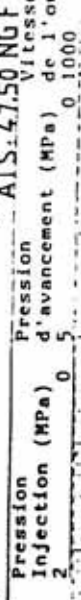
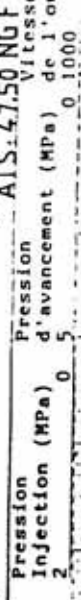
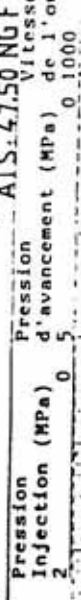
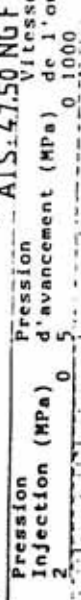
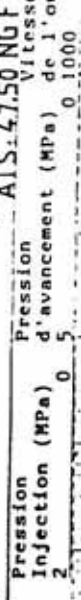
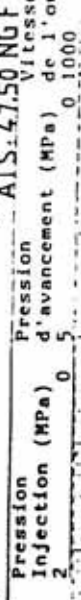
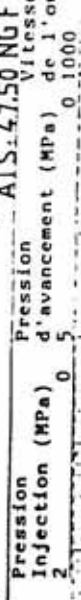
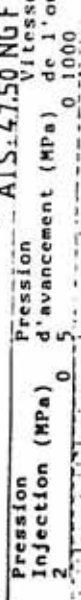
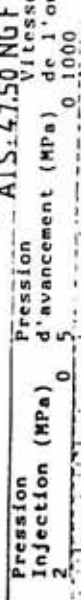
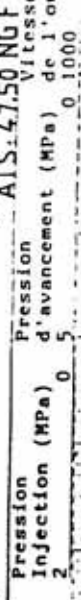
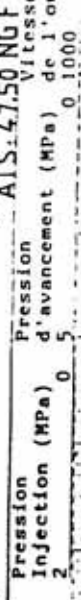
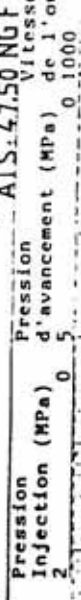
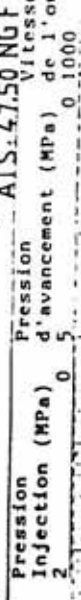
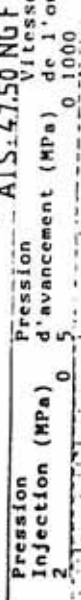
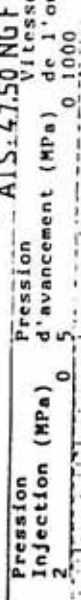
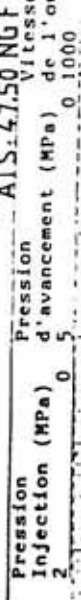
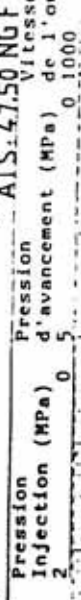
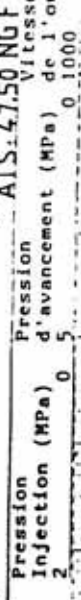
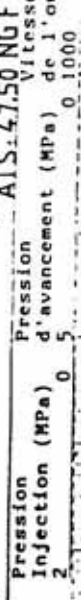
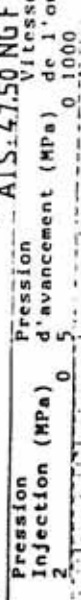
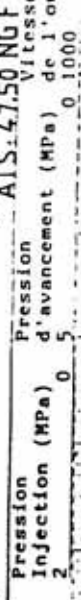
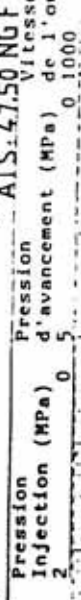
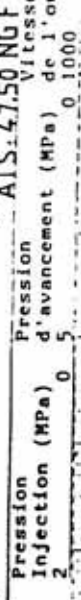
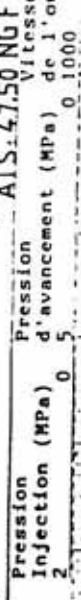
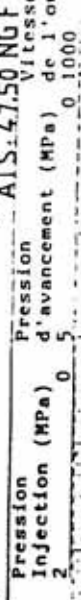
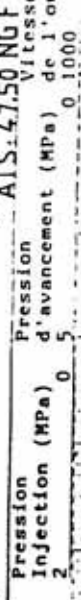
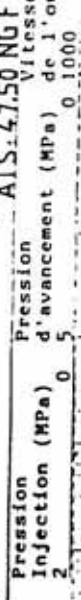
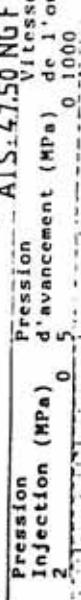
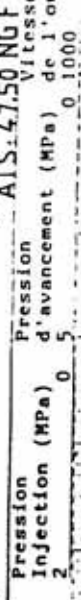
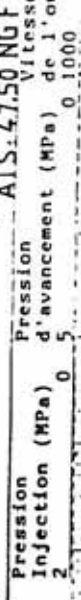
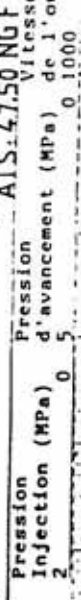
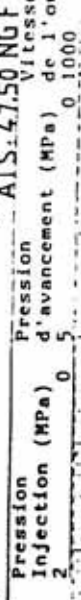
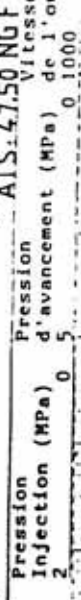
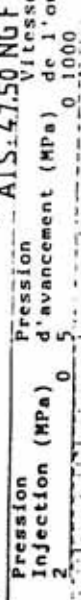
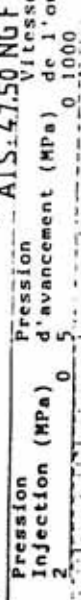
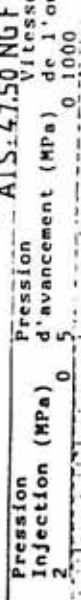
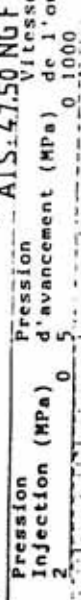
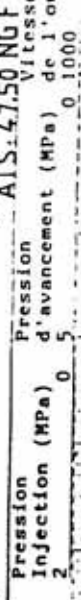
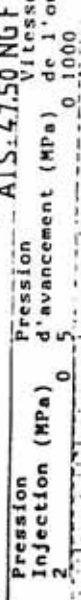
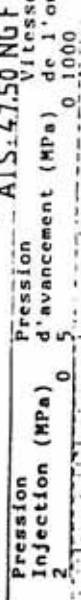
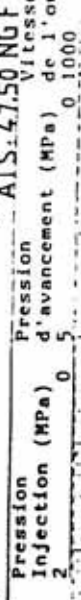
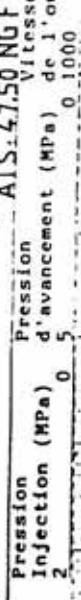
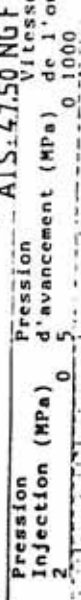
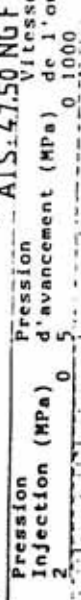
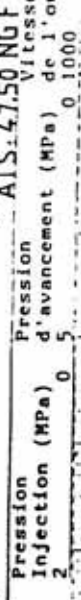
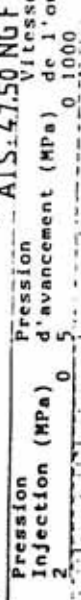
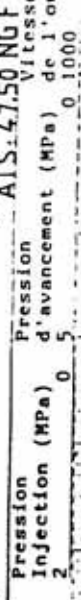
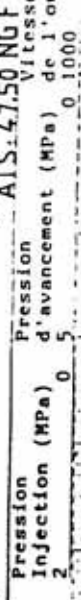
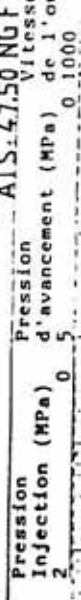
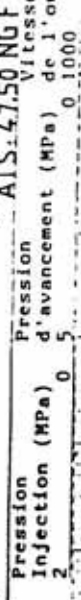
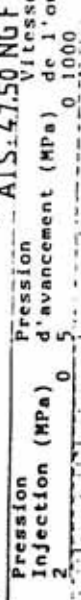
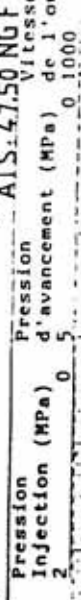
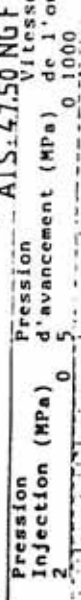
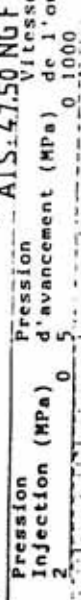
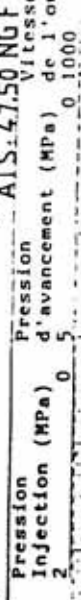
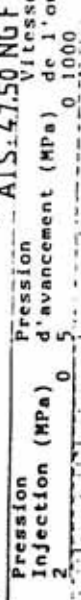
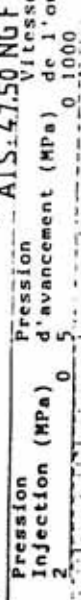
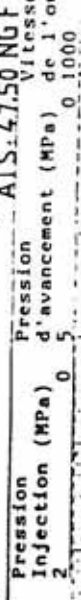
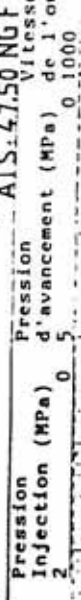
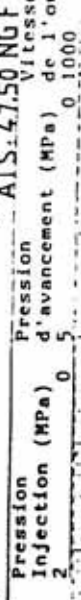
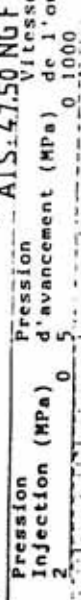
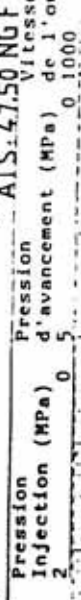
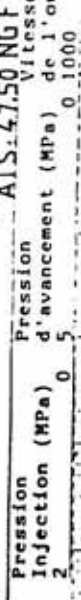
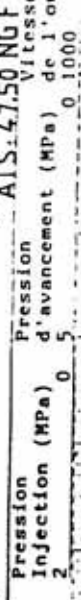
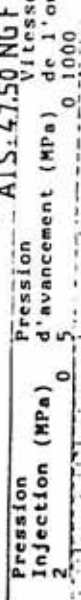
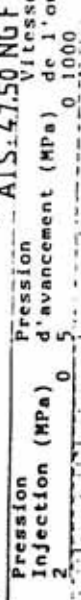
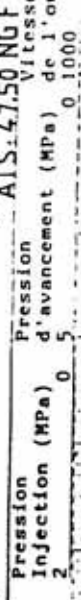
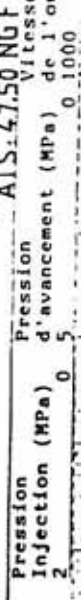
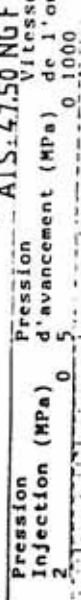
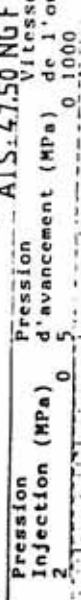
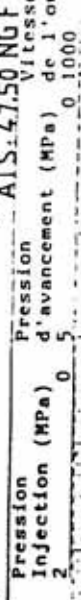
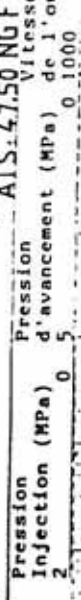
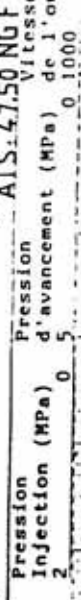
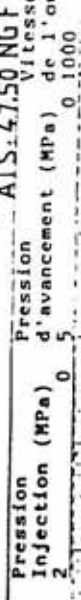
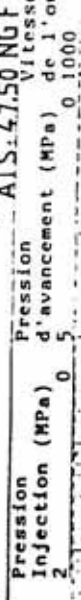
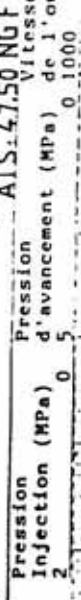
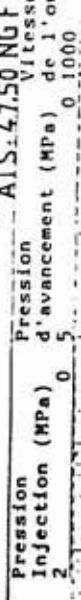
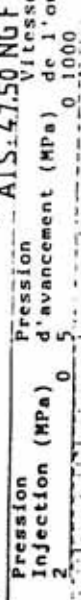
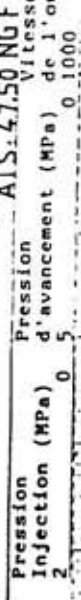
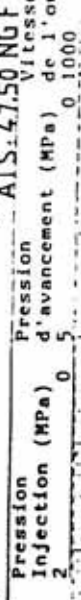
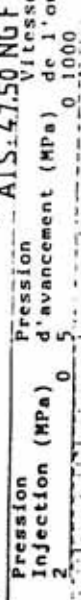
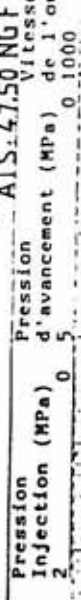
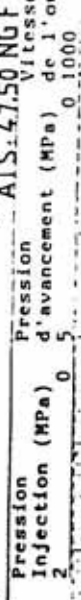
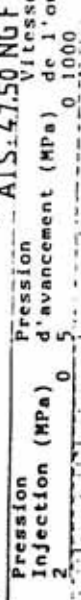
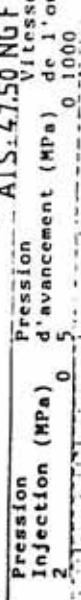
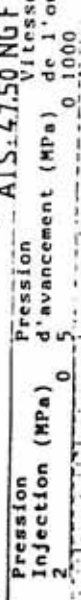
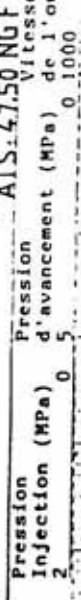
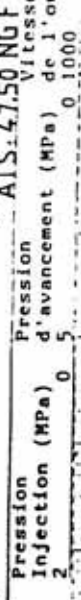
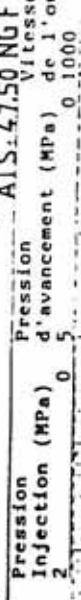
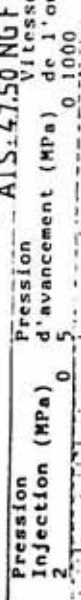
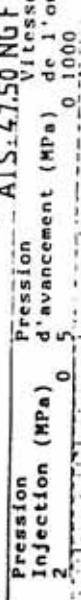
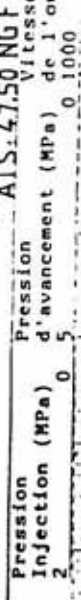
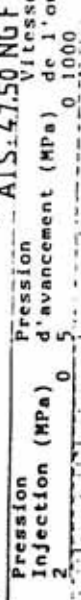
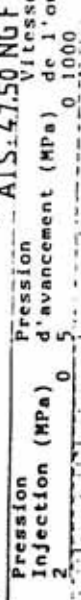
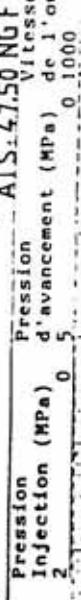
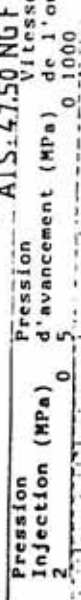
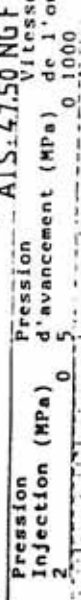


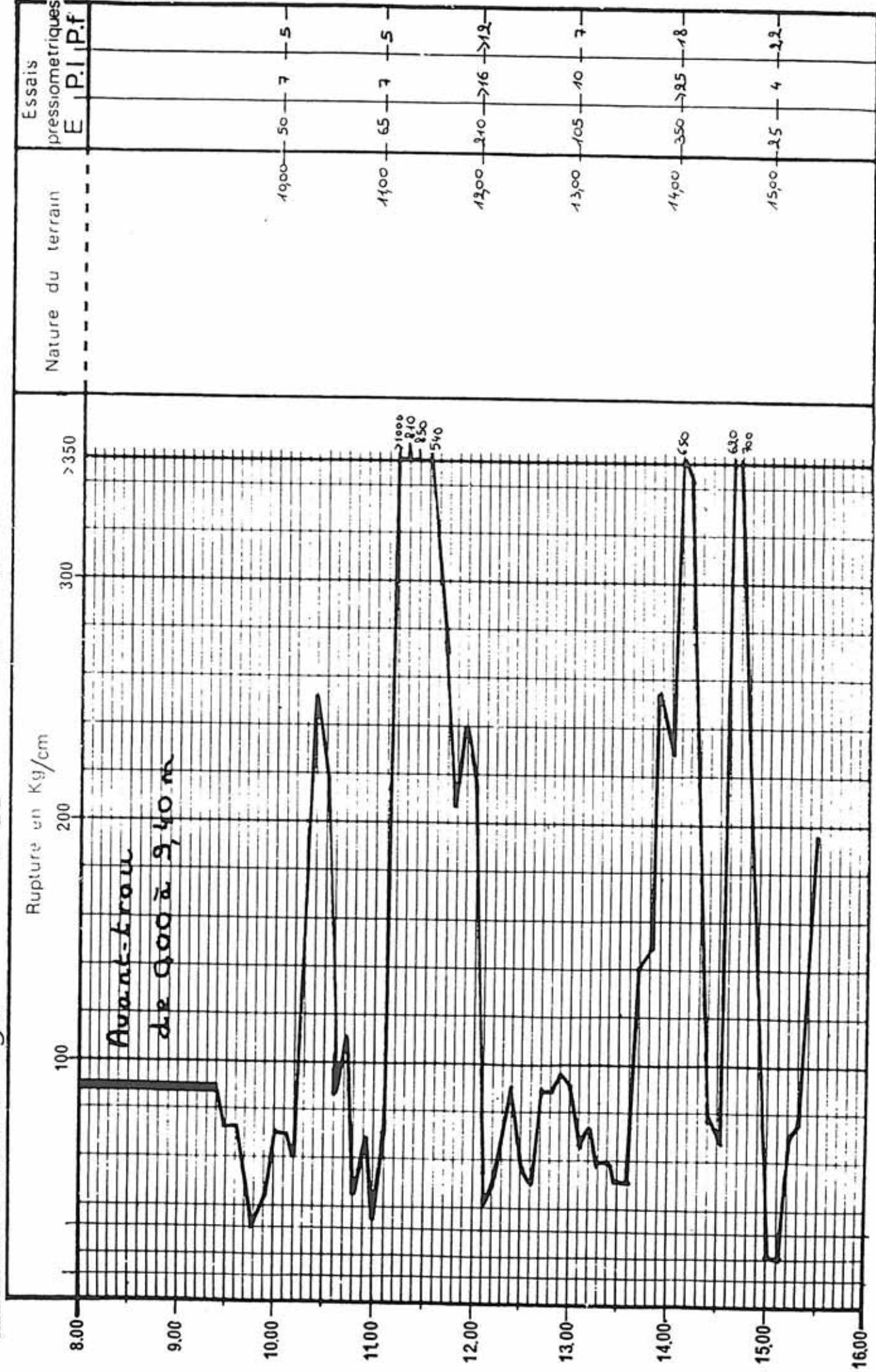
CHANTIER DE: PARIS 13°

Sondage N° : 11

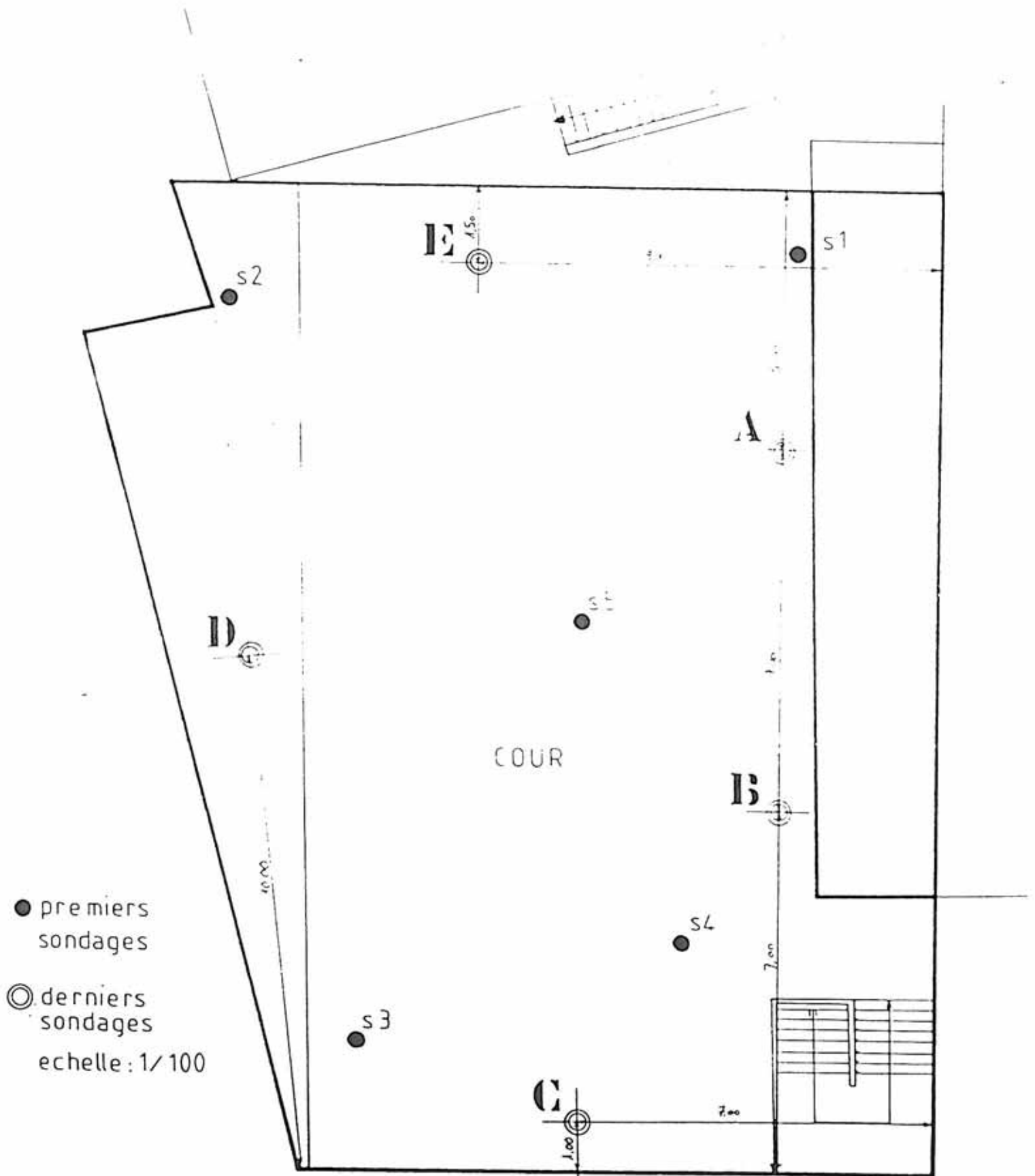
AIS-4750 NGF

Pression Injection (MPa)	Pression d'avancement (MPa)	Vitesse de pénétration de l'outil (m/h)
0	5	0
2	5	1000





CHANTIER DE: PARIS 13°





44 Boulevard Auguste Blanqui

## Rapport d'étude géotechnique

N° AFFAIRE		11764		MISSION :		G0 + G12 – Phase 1	
INCKE	DATE	ETABLI PAR	VERIFIE PAR	NON DE PAGES Total    Annexe		MODIFICATIONS – OBSERVATIONS	CONTROLE PAR
B	13/05/03	Christophe BLANC	Laurent SCHWARTZ	B	3	PREMIERE DIFFUSION	Olivier BARNOLD
A							
B							



## SOMMAIRE

★

★ ★

I.	GENERALITES.....	3
II.	RESULTATS.....	4
	2.1 Lithologie et caractéristiques mécaniques.....	4
	2.2 Fondations existantes.....	4
III.	INTERPRETATION / APPLICATION.....	5
	OBSERVATIONS IMPORTANTES.....	7
	CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES NF P 94-500.....	8
	SCHEMA D'ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS GEOTECHNIQUES NF P 94-500.....	9
<u>ANNEXES :</u>		
-	Plan d'implantation des sondages.....	10
-	Coupes des sondages.....	11

## I. GENERALITES

A la demande et pour le compte du Lycée « Le Rebour », assisté par Monsieur RENARD, Architecte, nous avons réalisé une étude de sol sur le site en référence où il est prévu le remplacement de l'escalier extérieur existant, par une cage d'escalier avec ascenseur.

Celle-ci desservira les deux sous-sol et le gymnase existant, ainsi que les quatre étages de l'immeuble.

Le site se trouve à proximité d'une ancienne carrière souterraine de calcaire grossier, dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Recouvrement : 13,5 m environ
- Exploitation : 2,5 m environ

Le plan d'implantation des sondages, la coupe des sondages et les résultats des essais mécaniques figurent en annexe au rapport.

•  
• •

## II. RESULTATS

### 2.1 Lithologie et caractéristiques mécaniques

Nous avons rencontré la lithologie suivante après passage de la cage d'escalier sur 5,8 m et d'une dalle béton et remblais de couche de forme sur 0,3 m environ :

- Calcaire jusqu'à 16 m de profondeur : calcaire grossier.

Les caractéristiques mécaniques du calcaire sont les suivantes :

- de 6,1 à 13,5 m :

Pression limite :  $PI \geq 0,41 \text{ MPa}$  ;  $PI_{moyen} > 0,91 \text{ MPa}$

Module pressiométrique :  $3,4 < E < 14,0 \text{ MPa}$  ;  $E_{moyen} = 6,9 \text{ MPa}$

Caractéristiques mécaniques hétérogènes, faibles à moyennes.

On remarquera une assez forte altération de ce calcaire, avec une fracturation assez importante (3 secondes de foration seulement entre 10,5 et 11,0 m de profondeur).

- de 13,5 m à 16,0 m : 3 valeurs

$PI = 3,82 / 4,78 \text{ et } 4,80 \text{ MPa}$

$E = 23,3 / 48,1 \text{ et } 55,4 \text{ MPa}$

Caractéristiques mécaniques élevées.

### 2.2 Fondations existantes

La fouille F1 effectuée contre le mur existant côté boulevard montre la fondation suivante :

- base de la semelle : - 0,6 m / dalle béton
- épaisseur de la semelle : 0,35 m
- ancrage de la semelle : 0,35 m dans le calcaire fracturé
- débord de la semelle : 0,18 m

•  
• •

### III. INTERPRETATION / APPLICATION

Nous avons mis en évidence la présence de calcaire fracturé sur 7,5 m environ, sous la dalle de béton et sa couche de forme épaisse de 0,3 m environ.

Compte tenu des caractéristiques mécaniques mesurées dans le calcaire fracturé, on envisagera un mode de fondation de la cage d'escalier sur radier général, mis en œuvre directement sur le calcaire en place, après interposition d'un géotextile ou équivalent.

On prendra pour son dimensionnement aux E.L.S. une contrainte admissible telle que  $q_s \leq 0,03$  MPa.

On veillera à respecter les règles du DTU vis-à-vis des fondations mitoyennes, et à garantir leur intégrité lors des travaux de terrassement.

Pour une telle contrainte, le tassement absolu d'un radier sera de l'ordre du centimètre. On devra vérifier que ceci soit compatible au niveau structure avec le projet existant, mais également avec les mitoyens (désolidarisation du projet avec les existants à prévoir).

Dans le cas contraire, une solution par micropieux devra être envisagée.

On retiendra la coupe géotechnique suivante pour des micropieux de type III :

- |                              |                               |                            |
|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| - de 0,0 (dallage) à 1,0 m : | <u>neutralisation</u>         | $q_s = 0$ kPa              |
| - de 1,0 à 4,5 m :           | <u>calcaire peu compact</u>   | $q_s = 60$ kPa (courbe A)  |
| - de 4,5 à 8,5 m :           | <u>calcaire assez compact</u> | $q_s = 140$ kPa (courbe C) |
| - de 8,5 à 11,0 m :          | <u>calcaire compact</u>       | $q_s = 250$ kPa (courbe E) |

Soit pour un micropieu de type III descendu à 8,0 m de profondeur, en  $\varnothing 200$  mm, la reprise de charge suivante :

$$\begin{aligned} Q &= 1,2 \pi \times 0,5 \left[ \sum (q_{s_i} \times e_i) \right] \\ &= 0,6 \pi \times 0,2 \times [ (60 \times 3,5) + (40 \times 4,0) + (250 \times 0,5) ] \\ &\approx 337 \text{ kN (soit 33,7 Tonnes)} \end{aligned}$$

charge à minorer d'un coefficient 1,5 s'il n'est pas réalisé d'essais de micropieux.

Dans le cas où une solution sur micropieux serait envisagée, un sondage complémentaire profond de l'ordre de 20 m / RdC actuel devrait être réalisé afin d'être en accord avec le DTU 13-2 (reconnaissance de 5 m sous la base des micropieux).

Le dimensionnement des micropieux devra prendre en compte les efforts apportés par les fondations moyennes.

En ce qui concerne la présence de carrière au droit du projet, nous n'avons pas recensé de carrières souterraines au droit du sondage réalisé à 16 m de profondeur.

•  
• •

## OBSERVATIONS IMPORTANTES

1. Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. Les interprétations erronées qui pourraient en être faites à partir d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la Société GEOTECHNIQUE APPLIQUEE Ile de France. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.
2. Toute modification au projet initial concernant la conception, l'implantation, le niveau ou la taille de l'ouvrage devra nous être signalée. En effet, ces modifications peuvent être de nature à rendre caduques certains éléments ou la totalité des conclusions de notre étude.
3. Si, en absence de plans précis des ouvrages projetés, nous avons été amenés dans le présent rapport à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient à notre Client ou à son Maître d'Ouvrage, de nous communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison nous être reproché d'avoir établi notre étude pour le projet que nous avons décrit.
4. Des éléments nouveaux mis en évidence lors de reconnaissances complémentaires ou lors de l'exécution des fouilles ou des fondations et n'ayant pu être détectés au cours des opérations de reconnaissance (par exemple : failles, remblais anciens ou récents, caverne de dissolution, hétérogénéité localisée, venue d'eau, etc.) peuvent rendre caduque tout ou partie des conclusions du rapport.  
  
Ces éléments nouveaux ainsi que tout incident important survenant au cours des travaux (éboulement s des fouilles, dégâts occasionnés aux constructions existantes, glissement de talus, etc.) doivent être immédiatement signalés à GEOTECHNIQUE APPLIQUEE Ile de France pour lui permettre de reconsidérer et d'adapter éventuellement les solutions initialement préconisées.
5. Pour les raisons développées au § 4, et sauf stipulation contraire explicite de notre part, l'utilisation de nos résultats pour chiffrer à forfait le coût de tout ou partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager notre responsabilité.
6. Nous ne pourrions être rendu responsable des modifications apportées à notre étude sans notre consentement écrit.
7. Il est vivement recommandé au Maître d'Ouvrage, au Maître d'Œuvre ou à l'Entreprise de faire procéder, au moment de l'ouverture des fouilles ou de la réalisation des premiers pieux ou puits, à une visite de chantier par un spécialiste. Cette visite est normalement prévue par la Société GEOTECHNIQUE APPLIQUEE Ile de France lorsqu'elle est chargée d'une mission spécifique G4 de suivi de l'exécution des travaux de fondations. Le client est alors prié de prévenir GEOTECHNIQUE APPLIQUEE Ile de France en temps utile.  
  
Cette visite a pour objet de vérifier que la nature des sols et la profondeur de l'horizon de fondation sont conformes aux données du rapport. Elle donne lieu à l'établissement d'un compte-rendu.
8. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (ou'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et complètes à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.



## UNION SYNDICALE GEOTECHNIQUE

### QUAISSONNEMENTS PRATIQUES ET METHODES

(extraits de la norme NF P 94-000)

L'enchaînement des missions géotechniques suit les phases d'élaboration du projet. Les missions G 1, G 2, G 3, G 4 doivent être réalisées successivement. Une mission géotechnique ne peut contenir qu'une partie d'une mission géotechnique type ou après accord explicite entre le client et le géotechnicien.

#### G 0 EXECUTION DE SONDAGES, ESSAIS ET MESURES GEOTECHNIQUES

- Exécuter les sondages, essais et mesures en place ou en laboratoire selon un programme défini dans les missions de type G 1 à G 5 ;
- Fournir un compte rendu factuel couvrant le compte des sondages, les protocoles d'essais et les résultats des mesures. Cette mission d'exécution exclut toute activité d'étude ou de conseil ainsi que toute forme d'interprétation.

#### G 1 ETUDE DE FAISABILITE GEOTECHNIQUE

Ces missions G 1 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 G 2.

##### G 11 Etude préliminaire de faisabilité géotechnique

- Faire une enquête documentaire sur le site géotechnique du site et préciser l'existence d'avertissements ;
- Définir si nécessaire une mission G 0 préliminaire, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;
- Fournir un rapport d'étude préliminaire de faisabilité géotechnique avec certains principes généraux d'adaptation de l'ouvrage au terrain, mais sans aucun élément de dimensionnement.

Cette mission G 11 doit être suivie d'une mission G 12 pour définir les hypothèses géotechniques nécessaires à l'établissement du projet.

##### G 12 Etude de faisabilité des ouvrages géotechniques (après une mission G 11)

- Définir une mission G 0 détaillée, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;
- Fournir un rapport d'étude géotechnique comportant les hypothèses géotechniques à prendre en compte pour la justification du projet, et les principes généraux de construction des ouvrages géotechniques (notamment tassements, soulèvements, fondations, risques de déformation des terrains, déplacements généraux vis-à-vis des masses et poutres).

##### Phase 2 - Présenter des exemples de prédimensionnement de quelques ouvrages géotechniques types envisagés (notamment : soulèvements, fondations, amélioration de sols).

Cette étude sera reprise et détaillée lors de l'étude de projet géotechnique (mission G 2).

#### G 2 ETUDE DE PROJET GEOTECHNIQUE

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

- Définir si nécessaire une mission G 0 spécifique, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;
- Fournir les notes techniques comportant les méthodes d'investigation prévues pour les ouvrages géotechniques (tassements, soulèvements, fondations, déplacements spécifiques vis-à-vis des masses et poutres) avec certains noms de valeurs de dimensionnement, une approche des quantités, délais et coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques.

##### Phase 3 - Etaler les documents nécessaires à la justification des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notes techniques, cadre de bontravail des prix et estimatif, planning prévisionnel).

- Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres.

#### G 3 ETUDE GEOTECHNIQUE D'EXECUTION

- Définir si nécessaire une mission G 0 complémentaire, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;
- Etudier dans le détail des ouvrages géotechniques : notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (travaux, suivi, contrôle).

Pour la maîtrise des incertitudes et des géotechniques en cours d'exécution, ces missions G 2 et G 3 doivent être suivies d'une mission de suivi géotechnique d'exécution G 4.

#### G 4 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 périodique des résultats des mesures ;
- Définir si nécessaire une mission G 0 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.

#### G 5 DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE

L'objet d'une mission G 5 est strictement limitatif : il ne porte pas sur la totalité du projet ou de l'ouvrage.

##### G 51 Avant, pendant ou après construction d'un ouvrage sans risque

- Définir si nécessaire une mission G 0 spécifique, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;
- Etudier de façon approfondie un élément géotechnique spécifique (notamment soulèvement, réajustement) sur la base des données géotechniques fournies par une mission G 12, G 2, G 3 ou G 4 et validées dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans les autres données géotechniques de l'ouvrage.

##### G 52 Sur un ouvrage avec risque

- Définir une mission G 0 spécifique, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;
- Rechercher les causes géotechniques du sinistre constaté, donner une première approche des remèdes envisagés.

Une étude de projet géotechnique G 2 doit être réalisée ultérieurement.

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

# UNION SYNDICALE GEOTECHNIQUE

## SCHEMA D'ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS GEOTECHNIQUES

(Extrait de la norme NFP 94-500)

Etapas de réalisation de l'ouvrage		MISSIONS GEOTECHNIQUES			
		Etude et suivi des ouvrages géotechniques	Exécution de sondages, essais et mesures géotechniques	Diagnostic géotechnique	
Etudes préliminaires	G 1	G 11 Etude préliminaire de faisabilité géotechnique	G 0	G 5	G 51
Avant projet		G 12 Etude de faisabilité géotechnique Phase 1 Phase 2			G 51
Projet	G 2	Etude de projet géotechnique Phase 1 Phase 2			G 51
Assistance Contrat Travaux	G 3	Etude géotechnique d'exécution			G 51
Exécution	G 4	Suivi géotechnique d'exécution	G 0 complémentaire Si nécessaire (1)		G 52
OUVRAGE EXISTANT			G 0 spécifique si nécessaire (1)  G 0 spécifique (1)		G 51 : sans sismité  G 52 : avec sismité

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



AU DESSUS  
ACCÈS LOCAL  
AUX



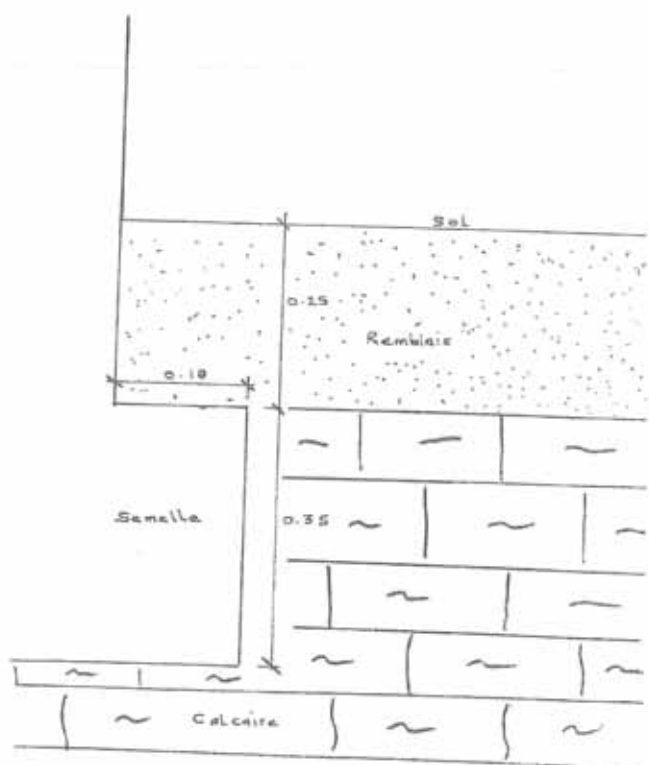
PARIS 75013 - 11764  
bld Auguste Blanqui  
● PRESSIOMETRE  
■ PUIITS

DE-CHAUSÉE



PARIS75013 BLD AUGUSTE BLANQUI - 11764

F1



15 rue, rue aux Fleurs 78000 Versailles in Bretonnais  
Tel: 01 61 37 22 60 - Fax: 01 61 37 22 61

Date : 13/04/2000  
Echelle : 1/100  
Délai : 4 h  
Fil : 16 cm  
y  
x  
z

Sondage : SP1

Page 19

Cote	Prof.	Nature du terrain	Eau	Du/E	Module Pressiométrique E (MPa)	Pression de Ruée PP (MPa)	Pression limite PLP (MPa)		Vitesse de secousses
	0.00				1 10 100 1000 0.1	1 10 0.1	1 10		2 8 6 10 20 25 40 50 100 200 300 400
-5.40	9.40	Bastier							
-6.10	8.70								
		Ranchon + pote							
		Calcaire			3.6	0.22	0.41	0.8	
					3.5	>0.32	0.61	0.7	
						intrinsèque			
					14.0	0.77	1.30	0.8	
					10.0	>0.55	>1.10	0.7	
					7.0	>1.00	>1.30	0.7	
					3.4	0.40	0.71	0.8	
					48.1	2.81	4.78	0.7	
					55.4	2.82	4.80	0.7	
					33.3	1.63	3.62	0.7	