**GEOTEC ANNECY**
Centre Bonlieu
1, rue Jean Jaurès
F-74000 ANNECY
Téléphone 04 50 33 76 77
Fax 04 50 52 85 98

**GEOTEC BORDEAUX**
Rue Bougainville
ZI Alfred Daney
F-33000 BORDEAUX
Téléphone 05 56 11 25 40
Fax 05 56 11 25 41
e-mail : agence-bordeaux@geotec-sa.com

**GEOTEC DIJON**
9, boulevard de l'Europe
F- 21800 QUETIGNY LES DIJON
Téléphone 03 80 48 93 21
Fax 03 80 48 93 22
e-mail : agence-dijon@geotec-sa.com

**GEOTEC LILLE**
3, rue de la Haie Plouvier - CTR n°2
F- 59817 LESQUIN CEDEX
Téléphone 03 28 16 01 20
Fax 03 28 16 01 21
e-mail : agence-lille@geotec-sa.com

**GEOTEC LUXEMBOURG**
4, rue Béatrix de Bourbon
L- 1225 LUXEMBOURG-MERL
Téléphone 00 352 45 46 82
Fax 00 352 45 67 28

**GEOTEC NANTES**
10, rue de la Johardière - CP 3703
F-44805 SAINT-HERBLAIN CEDEX
Téléphone 02 40 92 04 90
Fax 02 40 92 16 43
e-mail : agence-nantes@geotec-sa.com

**GEOTEC LYON**
14 rue du Périgord
F-69330 MEYZIEU
Téléphone 04 78 31 06 59
Fax 04 78 31 75 33
e-mail : agence-lyon@geotec-sa.com

**GEOTEC MARSEILLE**
ZAC de Croze
136, boulevard Marcel Pagnol
F-13127 VITROLLES
Téléphone 04 42 46 08 09
Fax 04 42 46 08 10
e-mail : agence-marseille@geotec-sa.com

**GEOTEC MONTPELLIER**
10, Parc Club du Millenaire
1025, rue Henri Becquerel
F-34036 MONTPELLIER CEDEX 1
Téléphone 04 67 20 41 10
Fax 04 67 20 40 20

**GEOTEC MULHOUSE**
22, rue de Chemnitz
Parc d'Activités de la Mer Rouge
F-68200 MULHOUSE
Téléphone 03 89 33 94 90
Fax 03 89 33 17 66
e-mail : agence-mulhouse@geotec-sa.com

**GEOTEC NANCY**
29, avenue du Général Leclerc
F-54500 VANDŒUVRE-LES-NANCY
Téléphone 03 83 51 04 36
Fax 03 83 51 04 33
e-mail : agence-nancy@geotec-sa.com

**GEOTEC ORLEANS**
270, rue de Picardie
F-45160 OLIVET
Téléphone 02 38 76 06 46
Fax 02 38 76 01 99
e-mail : agence-orleans@geotec-sa.com

**GEOTEC PARIS**
70, boulevard de Reuilly
F-75012 PARIS
Téléphone 01 55 78 27 27
Fax 01 55 78 27 28
e-mail : agence-paris@geotec-sa.com

**GEOTEC LA ROCHELLE**
L'étage - BEAULIEU 2000
F-17138 PUILBOREAU
Téléphone 05 46 68 76 42
Fax 05 46 68 76 43
e-mail : agence-larochelle@geotec-sa.com

**GEOTEC ROUEN**
1690, rue Aristide Briand
BP62
F-76650 PETIT COURONNE
Téléphone 02 35 68 87 50
Fax 02 35 68 87 07
e-mail : agence-rouen@geotec-sa.com

**GEOTEC TOULON**
Z.I. Toulon Est - BP 96
901, avenue Alphonse Lavallée
F-83079 TOULON CEDEX 9
Téléphone 04 94 14 77 88
Fax 04 94 14 77 87
e-mail : agence-toulon@geotec-sa.com

**GEOTEC TOULOUSE**
18, rue de l'Europe
Zone Artisanale du Terlon
F-31850 MONTRABE
Téléphone 05 34 26 02 60
Fax 05 34 26 02 61
e-mail : agence-toulouse@geotec-sa.com

001/1256/P

# Liaisons CDG EXPRESS

## Rapport de synthèse

- le 7 septembre 2001 -

GEOTEC

**SIEGE SOCIAL : 70, boulevard de Reuilly. F-75012 PARIS**
Téléphone 01 55 78 27 27. Fax 01 55 78 27 28. www.geotec-sa.com

**SIEGE ADMINISTRATIF : 9, boulevard de l'Europe. F- 21800 QUETIGNY LES DIJON**
Téléphone 03 80 48 93 20. Fax 03 80 48 93 30. www.geotec-sa.com

001/1256/P

# Liaisons CDG EXPRESS

## Rapport de synthèse

- le 7 septembre 2001 -

*GEOTEC S.A.* – Bureau d'Etudes de Sols et Fondations
**GEOTEC PARIS Ile de France** – 70, Boulevard de Reuilly – 75012 PARIS – Tel : 01.55.78.27.27 – Fax : 01.55.78.27.28

# SOMMAIRE

**I - GENERALITES** ..... **3**

1. Contexte Général ..... 3
2. Description des reconnaissances effectuées ..... 4
3. liste des documents remis avec le rapport de synthèse ..... 6

**II- CONTEXTE GEOLOGIQUE** ..... **7**

1. Histoire géologique et structurale ..... 7
2. Hydrogéologie ..... 7
3. Caractéristiques hydrauliques ..... 8
   - Relevé des niveaux d'eau ..... 10
   - Essais de réception des piézomètres ..... 11
   - Essais Lefranc ..... 12

**III - CARACTERISTIQUES GEOMECANIQUES DES TERRAINS RECONNUS** ..... **13**

   - Succession lithologique des sondages ..... 16
   - Echantillons intacts ..... 17
   - Programme des essais en laboratoire SC1 à SC5 ..... 18

1. Les terrains de surface ..... 23
2. Le calcaire de Saint-Ouen ..... 24
3. les sables de Beauchamp ..... 25
4. Les marnes et caillasses ..... 26
5. Le calcaire grossier ..... 28
   - Résultats des essais et messures dans les différents faciès (tableau 11 à 18) ..... 30

**IV - CONCLUSION** ..... **38**

**ANNEXES (Liste des points relevés - Plans d'implantation – Profil en long – Planning des sondages sur site)** ..... **40**

**OBSERVATIONS IMPORTANTES**

**CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES TYPES**

**SCHEMA D'ENCHAINEMENT DES MISSIONS GEOTECHNIQUES**

01/1256/P

**LIAISON CDG EXPRESS**
**PARIS EST**

# CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE DES SOLS
# et
# ESSAIS DE LABORATOIRE

**===o0o===**

Le présent rapport concerne les reconnaissances géologiques et géotechniques préalables à la réalisation d'un tunnel reliant la gare de l'EST (75) à l'aéroport de ROISSY CHARLES DE GAULLE (95).

Ces études ont été réalisées à la demande et pour le compte de la SNCF –Direction Technique – Département des Ouvrages d'Art des Infrastructures Nouvelles – Division des Tunnels Neufs – IG.ONT – 122 rue des Poissonniers – 75876 PARIS CEDEX 18.

*
* *

# I - GENERALITES

## 1. *Contexte général*

La société GEOTEC a été chargée par la SNCF – Direction Des Projets - des reconnaissances géologiques et géotechniques du projet de liaison ferroviaire entre la gare de PARIS EST et l'aéroport de ROISSY CHARLES DE GAULLE ( Liaison CDG EXPRESS) situé entre les communes de Noisy le Sec (93) et Villepinte – Tremblay (93).

Ce projet d'ouvrage souterrain, d'une longueur totale d'environ 10900 m comprenant une tranchée couverte de 200 m de longueur et un tunnel d''environ 10700 m de longueur, présente une section équivalente à un diamètre approximatif de 10 m. Au stade du projet, l'épaisseur maximale des terrains de couverture est de 25 m environ (projet haut).

Ce projet se trouve en site urbain sur la majorité de son linéaire.

Pour réaliser ces reconnaissances, la Direction des Projets de la SNCF a remis à la société GEOTEC les documents suivants :

- plans de situation et d'implantation provisoire des sondages au 1/15000 ;
- profil en long indicatif du tunnel au 1/1250 (hauteur) et 1/25000 (longueur).

Dans le cadre de la campagne de reconnaissances géologiques et géotechniques, les objectifs généraux sont :

- définir la géologie détaillée du site dans lequel s'inscrit le projet : coupe géologique reflétant la nature, la géométrie et les éléments structuraux des différentes formations rencontrées ;

- déterminer les caractéristiques géotechniques des différents horizons (analyse statistique, valeurs représentatives) ;

- établir une maquette géotechnique à partir des essais et des mesures réalisés, sur la base des classifications recommandées par l'A.F.T.E.S. ;

- préciser les charges hydrauliques sur l'ouvrage à partir des mesures piézométriques et des résultats des essais d'eau ;

- lever les incertitudes portant sur :
  - la position du toit du substratum sous la couche alluvionnaire

- la présence de remblais divers, vestiges de fondations...
- les problèmes liés à la dissolution du gypse
- la présence de niveaux indurés, grésifiés...
- l'importance des bancs de caillasses très durs dans les Marnes et Caillasses.

## 2. *Description des reconnaissances effectuées*

La reconnaissance des sols, au droit du tracé de l'ouvrage souterrain a consisté en :

- **5 sondages carottés**, profonds de 35,00 à 60,00 m. Ces sondages sont repérés en SC1 à SC5. Un sondage SC1 bis a également été réalisé afin d'optimiser le taux de récupération du sondage SC1.
Ces sondages ont été réalisés au moyen des sondeuses BE35 et MC800 et ont été effectués au moyen:

  d'un échantillonneur 114 suivi par une colonne de tubages provisoires PW, ou d'un carottier 122,6 avec tubages provisoires 103/114 PQ, ou d'un carottier 116 voire 85 :

  L'échantillonnage a été disposé dans des caisses en bois dont les photographies sont jointes dans le dossier photographique des carottés.

Le premier mètre des sondages a été effectué à la tarière 140 ;

- Le prélèvement de **21 échantillons intacts** (cf. tableau 5) à l'échantillonneur stockés dans des gaines PVC ;

- **9 essais d'eau** de type LEFRANC-MANDEL. Ils ont été réalisés dans les sondages carottés selon la norme NFP 94-132. Ces essais consistent à créer une variation de charge, dans une cavité spécifiée et à mesurer son évolution en fonction du temps ;

- **3 sondages géologiques et pressiométriques**, profonds de 20,00 m à 60,00 m effectués au moyen des TB350 et BE 2050 et repérés en SP1, SP3 et SP5. Les forages ont été effectués en destructifs au moyen de taillants $\phi$ 63-64 mm à injection de boue avec tubage à l'avancement ODEX 90 mm.
Les 4 paramètres de forage (vitesse d'avancement, pression sur l'outil, pression d'injection, coupe de rotation) ont été mesurés à l'aide d'un enregistreur EXPLOFOR.

- **62 essais pressiométriques répartis** dans les forages précédents ont été réalisés à diverses profondeur selon un intervalle moyen de 2,00 m.
- **2 essais pressiométriques cycliques** (chargement /déchargement) ont été répartis dans les sondages SP1 et SP3. Suite à un problème technique, l'essai cyclique prévu dans le sondage SP5 n'a pu être réalisé.

Les essais pressiométriques ont été enregistrés au moyen d'un appareillage SPAD, selon la norme NF 94-110 soit à la sonde nue ϕ 60 mm, soit à la sonde ϕ 44 mm au tube lanterné vibro-foncé ;

- **des piézomètres PVC** ϕ 58/63 mm ont été disposés dans les sondages carottés notés SC1 à SC4, et un piézomètre ϕ 64/75 mm a été disposé dans le sondage carotté noté SC5 .
Ils ont été crépinés sur 6,00 m de hauteur en fond de forage pour les sondages notés SC1 à SC4 et de –2,00 à –8,00 m pour le sondage noté SC5.
L'espace annulaire entre les piézomètres et le terrain a été gravillonné au droit de la partie crépinée. Un bouchon étanche a été disposé au pourtour du massif filtrant et l'espace annulaire entre le terrain et le tube plein a été cimenté.

Les piézomètres sont recouverts d'une protection métallique de tête (bouche à clefs), cette protection étant scellée dans un socle en béton;

- **des mesures diagraphiques différées**, de type Gamma-Gamma, de type Neutron-Neutron et de type sonique ont été réalisées dans les sondages notés SC1 à SC5. Des mesures de type Gamma-Ray non prévues au marché ont été réalisées et présentées dans les coupes des sondages.

- **3 mesures dilatométriques** ont été réalisées dans les sondages notés SC3 et SC4.

- **des essais en laboratoire** (cf. tableaux 6 à 10) effectués sur les échantillons intacts prélevés dans les sondages carottés. Il s'agit d'essais d'identification, d'essais physiques, mécaniques et d'analyses d'eau.

Tous les essais ont été effectués en application des modes opératoires LCPC et/ou normes AFNOR existantes en vigueur.

*

* *

Les sondages et essais ont été nivelés par le Cabinet D. BOUCHER – Géomètre Expert D.P.L.G. – 32 Allée Mozart – 93270 SEVRAN. Le tableau des coordonnées des sondages est joint dans le rapport des sondages.

*
* *

La position des sondages et essais figure sur le plan d'implantation au 1/25000 dans le rapport de synthèse.

*
* *

Un planning des travaux sur site est présenté en annexe.

## 3. *Liste des documents remis avec le rapport de synthèse*

Chaque thème de la campagne de reconnaissance géologique est remis sous forme d'un rapport indépendant. Ces thèmes sont regroupés dans :

- **1 rapport de sondages** constitué de :
  - sondages carottés
  - mesures piézométriques

- **1 rapport d'essai in-situ** constitué de :
  - essais pressiométriques
  - essais dilatométriques
  - essais d'eau LEFRANC-MENDEL
  - enregistrements diagraphiques

- **1 rapport d'essais en laboratoire** constitué de :
  - essais d'identification et essais mécaniques
  - analyses d'eau

- **1 dossier photographique** constitué du sondage SC1-SC1bis-SC2-SC3-SC4 et SC5.
  Compte tenu de l'hétérogénéité des terrains et de la difficulté de foration , les sondages SC1 et SC5 présentent certains taux de récupération de carottes inférieurs à 80%. Un changement d'outil opérés notamment dans le sondage SC1bis a permis d'optimiser ce taux dans la totalité des sondages restant à effectuer, soient dans les sondages SC2-SC3 et SC4.

*
* *

# II - CONTEXTE GEOLOGIQUE, STRUCTURAL ET HYDROGEOLOGIQUE LOCAL

## *1. Histoire géologique et structurale*

L'histoire géologique du secteur concerné par le tracé commence au Lutécien dont le cycle est celui qui est le plus conforme au schéma classique d'un cycle sédimentaire. Il débute (transgression) par une formation détritique grossière glauconieuse surmontée par les faciès marins calcaires prenant progressivement le pas sur la phase sableuse. La fin du cycle (regression) laisse place à des dépôts lagunaires, évaporitiques et chimiques. L'ensemble de ce cycle est favorisé par le basculement de l'Est et du Nord du Bassin Parisien.

Le Lutécien est suivi par le cycle du Bartonien qui est caractérisé, dans l'épisode Auversien, par une transgression sableuse (sables de Beauchamp) qui envahit le Bassin Parisien. Cet épisode est suivi par l'épisode Marinésien caractérisé notamment par les formations laguno-lacustres de Ducy et de Saint-Ouen et constituées principalement par des marnes et calcaires. Le calcaire de Saint Ouen est coiffé par les sables de Monceaux.

Suit l'épisode Ludien qui correspond à l'installation d'un régime lagunaire qui se traduit par des dépôts et formation en intercalations de marnes et de gypse.

## *2. Hydrogéologie*

En raison de l'alternance des terrains perméables et imperméables, plusieurs réservoirs se superposent et sont sollicités différemment.

La nappe du réservoir Alluvionnaire est alimentée par l'impluvium direct mais également par le substratum perméable : les sables de Beauchamp qui constituent un aquifère important, les marnes et caillasses et le calcaire de Saint-Ouen.

L'absence ou la difficultés d'observer des niveaux perméables continus, ne permet pas d'individualiser la nappe Alluviale des nappes sous-jacentes.

## 3. *Caractéristiques hydrauliques*

### a) résultats des analyses d'eau

Les résultats d'analyses (cf. Rapports d'essais de laboratoire) de deux échantillons prélevés le 21 juillet à partir des piézomètres (sondages notés SC2 et SC4) témoignent d'une eau de type sulfatée-calcique (sondage noté SC2) et calco-sulfatée (sondage noté SC4).

D'une manière générale, la qualité des eaux reste homogène entre les deux échantillons.

Les échantillons prélevés témoignent d'une forte minéralisation (conductivité élevée).

On notera une conductivité plus élevée (environ 986 $\mu$s/cm) des eaux prélevées au droit du sondage noté SC4 (parc de MONTCELEUX à SEVRAN (93)).

Le pH est basique et varie légèrement d'un prélèvement à l'autre .

En ce qui concerne les substances indésirables, on constate qu'aucune trace d'hydrocarbures totaux n'a été détectée (inférieurs à la concentration minimale détectable).

Par comparaison aux classes de qualité des eaux et des cours d'eau publiées par l'Agence de l'Eau, on en déduit, en considérant uniquement les paramètres analysés, que les eaux se situent dans la catégorie 2 avec une classe de minéralisation S2.

### b) Relevés et développement des piézomètres

Lors de notre intervention, les niveaux d'eau se situaient entre les cotes 40,33 NGF et 66,63 NGF.

Du mois de juin au mois d'août, plusieurs relevés ont été effectués. Les relevés piézométriques sont présentés dans le tableau 1.

Des essais de réception (par pompage d'eau) ont été effectués en présence d'un responsable de la SNCF le 8 août 2001.

Le développement des piézomètres a été effectué avec un débit de pompage compris entre 0,700 et 1,300 $m^3/h$. Nous avons procédé pour chacun des piézomètres à deux pompages jusqu'à stabilisation du niveau d'eau (cf. tableau 2).

Après développement des piézomètres, les niveaux d'eau se situaient entre les cotes 35,59 NGF et 65,38 NGF.

### c) Essais de perméabilité

Dans chacun des sondages carottés, des essais de type LEFRANC-MANDEL ont été effectués à l'avancement (essais par injection).

Le tableau 3 présente l'ensemble des résultats de ces essais réalisés dans les sondages SC1 à SC5. Dans leur grande majorité, les résultats obtenus présentent des perméabilités dites faibles à moyennes. Seul un essai réalisé dans une fraction très argileuse de la formation des masses et marnes de gypse (sondage SC4) présente une valeur de perméabilité dite très faible ($K = 8^{E}$-10 m/s).

*
* *

# Tableau N° 1 - RELEVES DES NIVEAUX D'EAU dans les piézomètres (SC1 à SC5)

| Piézomètre | SC1 -PZ1 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Date du relevé | 12/06/01 | 18/06/01 | 26/06/01 | 02/07/01 | 13/07/01 | 08/08/01 | Développement du piézomètre (8/08/01) | 08/08/01 | 13/08/01 |
| Cote NGF tête de sondages (m) | 62,37 | | | | | | | 62,37 | |
| Niveau d'eau/TN (m) | 18,05 | - | 18,10 | 18,17 | 18,38 | 18,20 | | 18,40 | 18,30 |
| Cote NGF du niveau d'eau (m) | 44,32 | - | 44,27 | 44,20 | 43,99 | 44,17 | | 43,97 | 44,07 |

| Piézomètre | SC2 -PZ2 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Date du relevé | 12/06/01 | 18/06/01 | 26/06/01 | 02/07/01 | 13/07/01 | 08/08/01 | Développement du piézomètre (8/08/01) | 08/08/01 | 13/08/01 |
| Cote NGF tête de sondages (m) | 53,49 | | | | | | | 53,49 | |
| Niveau d'eau/TN (m) | 11,45 | - | 11,83 | 11,97 | 11,85 | 18,04 | | 18,30 | 17,90 |
| Cote NGF du niveau d'eau (m) | 42,04 | - | 41,66 | 41,52 | 41,64 | 35,45 | | 35,19 | 35,59 |

| Piézomètre | SC3 -PZ3 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Date du relevé | 12/06/01 | 18/06/01 | 26/06/01 | 02/07/01 | 13/07/01 | 08/08/01 | Développement du piézomètre (8/08/01) | 08/08/01 | 13/08/01 | 10/08/01 |
| Cote NGF tête de sondages (m) | 53,57 | | | | | | | 53,57 | | |
| Niveau d'eau/TN (m) | - | 12,90 | 13,05 | 13,24 | 12,87 | 12,80 | | 16,80 | 16,45 | 17,10 |
| Cote NGF du niveau d'eau (m) | - | 40,67 | 40,52 | 40,33 | 40,70 | 40,77 | | 36,77 | 37,12 | 36,47 |

| Piézomètre | SC4 -PZ4 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Date du relevé | 12/06/01 | 18/06/01 | 26/06/01 | 02/07/01 | 13/07/01 | 08/08/01 | Développement du piézomètre (8/08/01) | 08/08/01 | 13/08/01 |
| Cote NGF tête de sondages (m) | 61,33 | | | | | | | 61,33 | |
| Niveau d'eau/TN (m) | - | - | - | - | 7,13 | 7,30 | | 7,50 | 7,40 |
| Cote NGF du niveau d'eau (m) | - | - | - | - | 54,20 | 54,03 | | 53,83 | 53,93 |

| Piézomètre | SC5 -PZ5 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Date du relevé | 12/06/01 | 18/06/01 | 26/06/01 | 02/07/01 | 13/07/01 | 08/08/01 | Développement du piézomètre (8/08/01) | 08/08/01 | 13/08/01 |
| Cote NGF tête de sondages (m) | 68,78 | | | | | | | 68,78 | |
| Niveau d'eau/TN (m) | 2,40 | - | 2,80 | 2,72 | 2,96 | 3,00 | | 3,35 | 3,40 |
| Cote NGF du niveau d'eau (m) | 66,38 | - | 65,98 | 66,06 | 65,82 | 65,78 | | 65,43 | 65,38 |

# Tableau N°2 - ESSAIS DE RECEPTION DES PIEZOMETRES : suivi de la remontée du niveau d'eau après pompage

| | | SC1 (PZ1) 62,37 NGF | | SC2 (PZ2) 53,49 NGF | | SC3 (PZ3) 53,57 NGF | | SC4 (PZ4) 61,33 NGF | | SC5 (PZ5) 68,78 NGF | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *profondeur (m)* | *cote NGF* | *profondeur (m)* | *cote NGF* | *profondeur (m)* | *cote NGF* | *profondeur (m)* | *cote NGF* | *profondeur (m)* | *cote NGF* |
| **Niveau d'eau avant essai de réception :** | | *18,20* | 44,17 | *18,04* | 35,45 | *12,80* | 40,77 | *7,30* | 54,03 | *3,00* | 65,78 |
| **Niveau d'eau stabilisé en cours de pompage :** | | *19,05* | 43,32 | *32,40* | 21,09 | *31,00* | 22,57 | *10,40* | 50,93 | *4,80* | 63,98 |
| | | | | | | | | | | | |
| **arrêt du pompage et suivi de la remontée du niveau d'eau dans le piézomètre** | 0 min | *19,05* | 43,32 | *32,40* | 21,09 | *31,00* | 22,57 | *10,40* | 50,93 | *4,80* | 63,98 |
| | 1 min | *18,40* | 43,97 | *27,40* | 26,09 | *26,70* | 26,87 | *7,50* | 53,83 | - | - |
| | 5 min | *18,40* | 43,97 | *21,30* | 32,19 | *21,40* | 32,17 | - | - | *3,70* | 65,08 |
| | 10 min | *18,40* | 43,97 | *18,80* | 34,69 | *18,50* | 35,07 | - | - | *3,35* | 65,43 |
| | 20 min | *18,40* | 43,97 | *18,30* | 35,19 | - | - | - | - | - | - |
| | 30 min | *18,40* | 43,97 | - | - | *16,80* | 36,77 | - | - | - | - |

## Tableau N°3 - ESSAIS LEFRANC (profondeurs d'essais dans les sondages carottés)

| Essai N° | SC1 | | | | SC2 | | | | SC3 | | | | SC4 | | | | SC5 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Profondeur | Lithologie | Description | Perméabilité | Profondeur | Lithologie | Description | Perméabilité | Profondeur | Lithologie | Description | Perméabilité | Profondeur | Lithologie | Description | Perméabilité | Profondeur | Lithologie | Description | Perméabilité |
| 1 | 31,4 à 32,4 | MC* | Marne calcaire à dentrites noires | K = 5E-07 | 37,0 à 38,0 | MC* | Calcaire massif à passées marneuses | K = 5E-06 | 19,0 à 20,0 | C. StO* | essai irréalisable (isolement de la zone d'essai impossible) | - | 8,0 à 9,0 | MMG* | Argile légèrement sableuse | K=8E-10 | 22,4 à 23,4 | SB* | Grès très fin marneux | K=8E-07 |
| 2 | | | | | | | | | 22,6 à 23,6 | SB* | Marne vert pâle à bancs calcaires | K=2E-07 | 15,0 à 16,0 | C. StO* | Argile beige à blocs | K=1E-06 | | | | |
| 3 | | | | | | | | | 30,1 à 31,1 | MC* | Marne beige à brune | K=5E-07 | 26,1 à 27,1 | SB* | Sable fin marneux légèrement grésifié | K=5E-07 | | | | |
| 4 | | | | | | | | | 38,7 à 39,7 | MC* | Marne beige grise à passées gypseuses | K=9E-07 | | | | | | | | |

**MMG : Masses et marnes de gypse C.StO : Calcaire de Saint Ouen SB : Sable de Beauchamp MC : Marnes et caillasses**

# III - CARACTERISTIQUES GEOMECANIQUES DES TERRAINS RECONNUS

Nous avons regroupé les sols en cinq grandes familles (cf. tableau 4):

## ■ LES TERRAINS DE SURFACE

Les terrains de surface regroupent tous les faciès intéressant peu le tracé. Ainsi nous retrouvons :

- LES REMBLAIS DIVERS

Les remblais divers sont constitués essentiellement de dépôts anthropiques et d'accumulations de matériaux naturels (limons, marnes...) ou artificiels (béton, grave ciment...). Seul le sondage SC5 (sondage implanté à proximité d'un champ) ne présente pas une zone de remblais en tête.

- LES ALLUVIONS

Les alluvions sont caractérisés essentiellement par la présence de dépôts argilo-sableux.
On retrouve des alluvions dans les sondages SC3, SC4 et SC5.

- LES MASSES ET MARNES DE GYPSE

Les masses et marnes de Gypse et/ou le faciès de substitution forment l'essentiel des éléments constituant les terrains de surface. On retrouve ce faciès dans chacun des sondages réalisés sous la forme de marnes à passées argileuses ou calcaires.

- SABLES DE MONCEAUX

La transition entre ces formations et le Calcaire de Saint-Ouen est caractérisée très souvent par une fine couche de sable verdâtre (inférieure à 3,00m dans le bassin Parisien) à matrice parfois argileuse et formant les sables de Monceaux. Excepté dans le sondage SC4, on retrouve ce faciès sur la totalité des investigations.

## ■ LE CALCAIRE DE SAINT OUEN

Le Calcaire de Saint Ouen est constitué par des alternances de marnes et de calcaires dont la couleur rosée est très caractéristique.

On retrouve la présence de blocs dans les sondages SC4 (entre 13,00 et 16,00 m) et SC5 (entre 17,75 et 20,00 m). Des passages indurés sont observés dans les sondages SC1 (entre 22,00 et 22,20 m), SC3

(entre 18,85 et 19,35 m), SC4 (entre 19,20 et 23,35 m par bancs de 0,10 à 0,70 m d'épaisseur).

On rattache généralement à cette formation le calcaire de Ducy, dont l'épaisseur ne dépasse jamais 50 cm, que l'on retrouve à la base du Saint Ouen.
Le sondage noté SC4 permet d'observer une fine couche de cette formation transitoire (entre 23,10 et 23,35 m) avec les sables de Beauchamp.

## ■ LES SABLES DE BEAUCHAMP

Les sables de Beauchamp sont constitués par des couches de sable fin, de grès plus ou moins indurés et par des intercalations marneuses verdâtres.

A l'exception du sondage SC4, on retrouve sur chacun des sondages, une alternance de bancs indurés avec des couches de sable fin ou de sable à matrice marno-argileuse.

- SC1 : présence d'un banc grésifié à matrice marno-calcaire d'une épaisseur de plus de 5,00 m
- SC2 : présence de bancs grésifiés de 0,50 à 2,80 m d'épaisseur en alternance avec des couches de sable fin à matrice argileuse
- SC3 : présence de bancs grésifiés de 0,10 à 1,50 m d'épaisseur en alternance avec des couches de sable et marno-calcaires
- SC5 : sur une épaisseur de 10,50 m constituant les sables de Beauchamp, on retrouve un unique banc grésifié de 1,50 m d'épaisseur.

De même, à l'exception du sondage SC4, on note la présence de gypse (en pied d'alouette ou filonien) sur de faibles épaisseurs comprises entre 0,10 et 0,30 m en SC1 par exemple. Il conviendra de prendre en compte la présence de gypse localisée précisément dans l'emprise du projet. Toutefois les épaisseurs reconnues restent conformes à nos attentes.

Suite à un problème de récupération en phase de carottage, le sondage SC5 présente un vide de 1,50 m d'épaisseur entre 24,90 et 26,40 m de profondeur.

L'épaisseur de ce faciès n'est pas homogène le long du tracé puisqu'elle varie de 4,10 m en SC2 à 12,65 m en SC4.

## ▪ LES MARNES ET CAILLASSES

Les marnes et caillasses sont une formation hétérogène alternant notamment les marnes blanchâtres et grises et des calcaires plus ou moins indurés.

Les sondages notés SC3 et SC4 présentent des échantillons de gypse que l'on retrouve de façon assez récurrente dans la commune de Sevran (93) ainsi que dans la commune voisine de Aulnay sous Bois (93). **Un vide franc a été reconnu sur près de 1,50 m en SC3** (de 35,45 m à 36,90 m/TN).

Le fin banc de rochette, caractéristique du faciès de transition avec le calcaire grossier est, par exemple, observé dans le sondage SC2 entre 39,05 m et 39,40m.

## ▪ LE CALCAIRE GROSSIER

Le calcaire grossier a été atteint sur la partie centrale du tracé, soit au droit des sondages notés SC2, SC3 et SC4 entre les cotes 13,50 et 8,87 NGF.

On distingue la présence de lamellibranches mais aussi de glauconie très caractéristiques des dépôts marin du Lutécien.

Les calcaires constituant cette formation sont en majorité grisâtres.

*
* *

Les paragraphes suivants récapitulent par faciès les données recueillies lors de la réalisation des *essais in situ, des essais en laboratoire, des essais d'eau , des mesures dilatométriques et diagraphiques.*

Le tableau 5 présente la liste des échantillons intacts prélevés lors de la réalisation des carottages pour les essais de laboratoire.

Les tableaux 6 à 10 récapitulent l'ensemble des essais de laboratoire qui ont été réalisés (classement par famille lithologique et par sondage).

*
* *

# Tableau N°4 - SUCCESSION LITHOLOGIQUE DES SONDAGES (SC1 à SC5)

| Sondages | SC1 | | | SC2 | | | SC3 | | | SC4 | | | SC5 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Profondeur (m) | 40,00 | | | 50,00 | | | 60,00 | | | 55,00 | | | 35,00 | | |
| Cote NGF | 62,37 | | | 53,49 | | | 53,57 | | | 61,33 | | | 68,78 | | |
| | *Toit* | *Base* | *Cote NGF du toit* | *Toit* | *Base* | *Cote NGF du toit* | *Toit* | *Base* | *Cote NGF du toit* | *Toit* | *Base* | *Cote NGF du toit* | *Toit* | *Base* | *Cote NGF du toit* |
| **Remblais** | 0,00 | 2,25 | **62,37** | 0,00 | 1,25 | **53,49** | 0,00 | 2,00 | **53,57** | 0,00 | 2,20 | **61,33** | - | - | - |
| **Alluvions** | - | - | - | - | - | - | 2,00 | 5,20 | **51,57** | 2,20 | 5,25 | **59,13** | 0,00 | 3,95 | **68,78** |
| **Masses et marnes de gypse** | 2,25 | 9,90 | **60,12** | 1,25 | 7,60 | **52,24** | 5,20 | 7,75 | **46,37** | 5,25 | 9,60 | **53,88** | 3,95 | 6,70 | **64,83** |
| **Sable de Monceaux** | 9,90 | 11,00 | **52,47** | 7,60 | 8,45 | **45,89** | 7,75 | 9,15 | **38,62** | - | - | - | 6,70 | 8,90 | **62,08** |
| **Calcaire de Saint Ouen** | 11,00 | 22,20 | **51,37** | 8,45 | 18,40 | **45,04** | 9,15 | 19,05 | **44,42** | 9,60 | 23,35 | **51,73** | 8,90 | 20,40 | **59,88** |
| **Sables de Beauchamp** | 22,20 | 31,35 | **40,17** | 18,40 | 26,40 | **35,09** | 19,05 | 28,75 | **34,52** | 23,35 | 36,00 | **37,98** | 20,40 | 30,90 | **48,38** |
| **Marnes et Caillasses** | 31,35 | - | **31,02** | 26,40 | 40,70 | **27,09** | 28,75 | 44,70 | **24,82** | 36,00 | 50,15 | **25,33** | 30,90 | - | **37,88** |
| **Calcaire grossier** | - | - | - | 40,70 | - | **12,79** | 44,70 | - | **8,87** | 50,15 | - | **11,18** | - | - | - |

# Tableau N°5 - ECHANTILLONS INTACTS (profondeurs de prélèvement dans les sondages carottés)

| Echantillons Intacts N° | SC1 | | SC2 | | SC3 | | SC4 | | SC5 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Cotes (m) | Nature du terrain | Cotes (m) | Nature du terrain | Cotes (m) | Nature du terrain | Cotes (m) | Nature du terrain | Cotes (m) | Nature du terrain |
| 1 | **23,40 à 24,90 m** | Grès à matrice calcaire. Passages marneux | **33,50 à 35,00 m** | Marne blanche indurée à bancs calcaires | **12,20 à 13,60 m** | Marne beige à éléments siliceux | **8,00 à 9,00 m** | Argile sableuse | **20,40 à 21,90 m** | Sable gris |
| 2 | **26,80 à 27,60 m** | Grès à matrice calcaire gris | **36,50 à 38,00 m** | Calcaire massif à passées marneuses | **22,10 à 23,60 m** | Marne à bancs calcaires | **15,00 à 16,00 m** | Argile beige à blocs | **23,60 à 24,90 m** | Marne sableuse |
| 3 | **32,40 à 33,90 m** | Marne blanche indurée à bancs calcaires | **40,70 à 41,70 m** | calcaire beige à passées marneuses | **31,10 à 32,60 m** | Marne beige | **26,20 à 27,10 m** | Sable gris marneux | **29,40 à 30,90 m** | Sable marneux gris verdâtre |
| 4 | **36,70 à 38,20 m** | Marne blanche indurée | **42,60 à 44,10 m** | calcaire beige | **47,50 à 49,00 m** | Calcaire grossier beige | **34,50 à 36,00 m** | Marne et sable marneux | **32,40 à 33,80 m** | Calcaire marneux beige |
| 5 | | | **47,20 à 48,70 m** | Marne gréseuse grise | | | | | | |

# Tableau N°6 - PROGRAMME DES ESSAIS EN LABORATOIRE sur les échantillons prélevés dans le carottage SC1

| | Total | SC1 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Nombre d'essais dans les terrains SUP** | Echantillon N° ou cote | **Nombre d'essais dans le calcaire de St Ouen** | Echantillon N° ou cote | **Nombre d'essais dans les sables de Beauchamp** | Echantillon N° ou cote | **Nombre d'essais dans les marnes et Caillasses** | Echantillon N° ou cote | **Nombre d'essais dans le calcaire Grossier** | Echantillon N° ou cote |
| **IDENTIFICATION DES MATERIAUX** | | | | | | | | | | | |
| Poids spécifiques absolus | 1 | | | 1 | EI N°1 | | | | | | |
| Poids spécifique apparents | 4 | | | 1 | EI N°1 | 1 | EI N°2 | 2 | EI N°3 et 4 | | |
| teneur en eau | 4 | | | 1 | EI N°1 | 1 | EI N°2 | 2 | EI N° 3 et 4 | | |
| limites d'atterberg | 1 | | | | | 1 | EI N°2 | | | | |
| analyse granulométrique (sédimentométrie) | 1 | | | 1 | EI N° 1 | | | | | | |
| analyse granulométrique (tamisage) | 1 | | | 1 | EI N° 1 | | | | | | |
| essai équivalent de sable | 0 | | | | | | | | | | |
| **CARACTERISATION MECANIQUE DES MATERIAUX** | | | | | | | | | | | |
| Essai de compressibilité à l'oedomètre | 0 | | | | | | | | | | |
| Essai de cisaillement CD (triaxial) | 0 | | | | | | | | | | |
| Essai de cisaillement CU (triaxial) | 1 | | | 1 | EI N°1 | | | | | | |
| Essai de cisaillement CU (boîte de cisaillement) | 0 | | | | | | | | | | |
| Rc | 1 | | | | | | | 1 | EI N°3 | | |
| Rt (brésilien) | 1 | | | | | | | 1 | EI N°3 | | |
| Essai de déformabilité | 1 | | | | | | | 1 | EI N°3 | | |
| **TESTS** | | | | | | | | | | | |
| Mesure de l'abrasivité CERCHAR | 0 | | | | | | | | | | |
| Mesure de la dureté CERCHAR | 0 | | | | | | | | | | |
| Mesure de l'indice de qualité (méthode sismique) | 1 | | | | | | | 1 | EI N°4 | | |
| **ANALYSES D'EAU** | | | | | | | | | | | |
| Analyse d'eau | 0 | | | | | | | | | | |

# Tableau N°7 - PROGRAMME DES ESSAIS EN LABORATOIRE sur les échantillons prélevés dans le carottage SC2

| | | SC2 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Total | **Nombre d'essais dans les terrains SUP** | Echantillon N° ou cote | **Nombre d'essais dans le calcaire de St Ouen** | Echantillon N° ou cote | **Nombre d'essais dans les sables de Beauchamp** | Echantillon N° ou cote | **Nombre d'essais dans les marnes et Caillasses** | Echantillon N° ou cote | **Nombre d'essais dans le calcaire Grossier** | Echantillon N° ou cote |
| **IDENTIFICATION DES MATERIAUX** | | | | | | | | | | | |
| Poids spécifiques absolus | 1 | | | | | | | 1 | EI N°2 | | |
| Poids spécifique apparents | 5 | | | | | | | 3 | EI N°1, 2 et | 2 | EI N°4 et 5 |
| teneur en eau | 5 | | | | | | | 3 | EI N°1, 2 et | 2 | EI N°4 et 5 |
| limites d'atterberg | 1 | | | | | | | 1 | EI N°1 | | |
| analyse granulométrique (sédimentométrie) | 0 | | | | | | | | | | |
| analyse granulométrique (tamisage) | 0 | | | | | | | | | | |
| essai équivalent de sable | 0 | | | | | | | | | | |
| **CARACTERISATION MECANIQUE DES MATERIAUX** | | | | | | | | | | | |
| Essai de compressibilité à l'oedomètre | 0 | | | | | | | | | | |
| Essai de cisaillement CD (triaxial) | 0 | | | | | | | | | | |
| Essai de cisaillement CU (triaxial) | 0 | | | | | | | | | | |
| Essai de cisaillement CU (boîte de cisaillement) | 0 | | | | | | | | | | |
| Rc | 4 | | | | | | | 2 | EI N°2-3 | 2 | EI N°4-5 |
| Rt (brésilien) | 1 | | | | | | | | | 1 | EI N°4 |
| Essai de déformabilité | 1 | | | | | | | 1 | EI N°3 | | |
| **TESTS** | | | | | | | | | | | |
| Mesure de l'abrasivité CERCHAR | 1 | | | | | | | | | 1 | EI N°4 |
| Mesure de la dureté CERCHAR | 1 | | | | | | | | | 1 | EI N°4 |
| Mesure de l'indice de qualité (méthode sismique) | 3 | | | | | | | 2 | EI N°3-2 | 1 | EI N°4 |
| **ANALYSES D'EAU** | | | | | | | | | | | |
| Analyse d'eau | 1 | | | | | 1 | | | | | |

# Tableau N°8 - PROGRAMME DES ESSAIS EN LABORATOIRE sur les échantillons prélevés dans le carottage SC3

| | | SC3 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Total | **Nombre d'essais dans les terrains SUP** | Echantillon N° ou cote | **Nombre d'essais dans le calcaire de St Ouen** | Echantillon N° ou cote | **Nombre d'essais dans les sables de Beauchamp** | Echantillon N° ou cote | **Nombre d'essais dans les marnes et Caillasses** | Echantillon N° ou cote | **Nombre d'essais dans le calcaire Grossier** | Echantillon N° ou cote |
| **IDENTIFICATION DES MATERIAUX** | | | | | | | | | | | |
| Poids spécifiques absolus | 1 | | | | | | | 1 | EI N°3 | | |
| Poids spécifique apparents | 4 | | | 1 | EI N°1 | 1 | EI N°2 | 1 | EI N°3 | 1 | EI N°4 |
| teneur en eau | 4 | | | 1 | EI N°1 | 1 | EI N°2 | 1 | EI N°3 | 1 | EI N°4 |
| limites d'atterberg | 0 | | | | | | | | | | |
| analyse granulométrique (sédimentométrie) | 1 | | | 1 | EI N°1 | | | | | | |
| analyse granulométrique (tamisage) | 1 | | | 1 | EI N°1 | | | | | | |
| essai équivalent de sable | 0 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| **CARACTERISATION MECANIQUE DES MATERIAUX** | | | | | | | | | | | |
| Essai de compressibilité à l'oedomètre | 0 | | | | | | | | | | |
| Essai de cisaillement CD (triaxial) | 0 | | | | | | | | | | |
| Essai de cisaillement CU (triaxial) | 1 | | | | | 1 | EI N°2 | | | | |
| Essai de cisaillement CU (boîte de cisaillement) | 0 | | | | | | | | | | |
| Rc | 1 | | | | | | | | | 1 | EI N°4 |
| Rt (brésilien) | 1 | | | | | | | | | 1 | EI N°4 |
| Essai de déformabilité | 1 | | | | | | | | | 1 | EI N°4 |
| | | | | | | | | | | | |
| **TESTS** | | | | | | | | | | | |
| Mesure de l'abrasivité CERCHAR | 1 | | | | | | | | | 1 | EI N°4 |
| Mesure de la dureté CERCHAR | 1 | | | | | | | | | 1 | EI N°4 |
| Mesure de l'indice de qualité (méthode sismique) | 2 | | | | | | | | | 2 | 4 et 59,5 |
| | | | | | | | | | | | |
| **ANALYSES D'EAU** | | | | | | | | | | | |
| Analyse d'eau | 0 | | | | | | | | | | |

# Tableau N°9 - PROGRAMME DES ESSAIS EN LABORATOIRE sur les échantillons prélevés dans le carottage SC4

| | Total | SC4 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Nombre d'essais dans les terrains SUP** | Echantillon N° ou cote | **Nombre d'essais dans le calcaire de St Ouen** | Echantillon N° ou cote | **Nombre d'essais dans les sables de Beauchamp** | Echantillon N° ou cote | **Nombre d'essais dans les marnes et Caillasses** | Echantillon N° ou cote | **Nombre d'essais dans le calcaire Grossier** | Echantillon N° ou cote |
| **IDENTIFICATION DES MATERIAUX** | | | | | | | | | | | |
| Poids spécifiques absolus | 2 | | | 1 | EI N°2 | 1 | EI N° 4 | | | | |
| Poids spécifique apparents | 4 | | | 2 | EI N°1 et 2 | 2 | EI N°3 et4 | | | | |
| teneur en eau | 4 | | | 2 | EI N°1 et 2 | 2 | EI N°3 et4 | | | | |
| limites d'atterberg | 0 | | | | | | | | | | |
| analyse granulométrique (sédimentométrie) | 0 | | | | | | | | | | |
| analyse granulométrique (tamisage) | 1 | | | | | 1 | EI N° 4 | | | | |
| essai équivalent de sable | 1 | | | | | 1 | EI N°4 | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| **CARACTERISATION MECANIQUE DES MATERIAUX** | | | | | | | | | | | |
| Essai de compressibilité à l'oedomètre | 0 | | | | | | | | | | |
| Essai de cisaillement CD (triaxial) | 0 | | | | | | | | | | |
| Essai de cisaillement CU (triaxial) | 0 | | | | | | | | | | |
| Essai de cisaillement CU (boîte de cisaillement) | 0 | | | | | | | | | | |
| Rc | 0 | | | | | | | | | | |
| Rt (brésilien) | 0 | | | | | | | | | | |
| Essai de déformabilité | 0 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| **TESTS** | | | | | | | | | | | |
| Mesure de l'abrasivité CERCHAR | 1 | | | 1 | EI N°2 | | | | | | |
| Mesure de la dureté CERCHAR | 1 | | | | | 1 | EI N°3 | | | | |
| Mesure de l'indice de qualité (méthode sismique) | 1 | | | | | 1 | EI N°4 | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| **ANALYSES D'EAU** | | | | | | | | | | | |
| Analyse d'eau | 1 | 1 | | | | | | | | | |

# Tableau N°10 - PROGRAMME DES ESSAIS EN LABORATOIRE sur les échantillons prélevés dans le carottage SC5

| | | SC5 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Total | **Nombre d'essais dans les terrains SUP** | Echantillon N° ou cote | **Nombre d'essais dans le calcaire de St Ouen** | Echantillon N° ou cote | **Nombre d'essais dans les sables de Beauchamp** | Echantillon N° ou cote | **Nombre d'essais dans les marnes et Caillasses** | Echantillon N° ou cote | **Nombre d'essais dans le calcaire Grossier** | Echantillon N° ou cote |
| **IDENTIFICATION DES MATERIAUX** | | | | | | | | | | | |
| Poids spécifiques absolus | 0 | | | | | | | | | | |
| Poids spécifique apparents | 4 | | | 2 | EI N°1 et 2 | 1 | EI N°3 | 1 | EI N°4 | | |
| teneur en eau | 4 | | | 2 | EI N°1 et 2 | 1 | EI N°3 | 1 | EI N°4 | | |
| limites d'atterberg | 0 | | | | | | | | | | |
| analyse granulométrique (sédimentométrie) | 0 | | | | | | | | | | |
| analyse granulométrique (tamisage) | 1 | | | | | 1 | EI N°3 | | | | |
| essai équivalent de sable | 0 | | | | | | | | | | |
| **CARACTERISATION MECANIQUE DES MATERIAUX** | | | | | | | | | | | |
| Essai de compressibilité à l'oedomètre | 0 | | | | | | | | | | |
| Essai de cisaillement CD (triaxial) | 0 | | | | | | | | | | |
| Essai de cisaillement CU (triaxial) | 0 | | | | | | | | | | |
| Essai de cisaillement CU (boîte de cisaillement) | 0 | | | | | | | | | | |
| Rc | 1 | | | | | | | 1 | EI N°4 | | |
| Rt (brésilien) | 2 | | | 1 | EI N°1 | | | 1 | EI N°4 | | |
| Essai de déformabilité | 0 | | | | | | | | | | |
| **TESTS** | | | | | | | | | | | |
| Mesure de l'abrasivité CERCHAR | 2 | | | 1 | EI N°1 | | | 1 | EI N°4 | | |
| Mesure de la dureté CERCHAR | 2 | | | 1 | EI N°1 | | | 1 | EI N°4 | | |
| Mesure de l'indice de qualité (méthode sismique) | 0 | | | | | | | | | | |
| **ANALYSES D'EAU** | | | | | | | | | | | |
| Analyse d'eau | 0 | | | | | | | | | | |

## *1. Les Terrains de surface*

Ces terrains sont constitués de remblais divers, de couches alluvionnaires, des masses et marnes de gypse et des sables de Monceaux. Nous les retrouvons à une profondeur comprise entre 0,00m et 11,00m (base en SC1)

Un essai pressiométrique réalisé dans les remblais argilo-limoneux a donné les valeurs suivantes :

| | | | |
|---|---|---|---|
| pl* | ~ | 0,52 | MPa |
| pf* | ~ | 0,28 | MPa |
| E | ~ | 6,90 | MPa |

Un essai pressiométrique réalisé dans des remblais issus d'une grave ciment a donné les valeurs suivantes :

| | | | |
|---|---|---|---|
| pl* | ~ | 1,53 | MPa |
| pf* | ~ | 1,01 | MPa |
| E | ~ | 38,70 | MPa |

Quatre essais pressiométriques réalisés dans les alluvions ont donné les valeurs suivantes :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,23 ≤ | pl* | ≤ | 1,87 | MPa |
| 0,14 ≤ | pf* | ≤ | 1,32 | MPa |
| 1,90 ≤ | E | ≤ | 20,70 | MPa |

Six essais pressiométriques réalisés dans les masses et marnes de gypse et/ou faciès de substitution ont donné les valeurs suivantes :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,28 ≤ | pl* | ≤ | 2,05 | MPa |
| 0,17 ≤ | pf* | ≤ | 1,21 | MPa |
| 3,10 ≤ | E | ≤ | 25,00 | MPa |

Un essai LEFRANC-MANDEL a été réalisé dans ce faciès :
Perméabilité : $K \approx 8E^{-10}$ m/s
Cette valeur indique une perméabilité très faible (Classe K1 selon A.F.T.E.S.)

Quatre essais pressiométriques réalisés dans sables de Monceaux ont donné les valeurs suivantes :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1,47 ≤ | pl* | ≤ | 1,86 | MPa |
| 0,79 ≤ | pf* | ≤ | 1,19 | MPa |
| 8,80 ≤ | E | ≤ | 15,60 | MPa |

## 2. *Le Calcaire de Saint Ouen*

Nous le trouvons sous les terrains de surface à une profondeur comprise entre 8,45m (toit en SC2) et 23,35 m (base en SC4) de profondeur par rapport au TN.

### a) Analyses de laboratoire

• *Essais d'identification*

Les essais ont été réalisés sur trois échantillons intacts.

Les caractéristiques physiques sont :

* Teneur en eau : $14,5 \leq W \leq 42,2$ %
* Masse volumique apparente : $1,62 \leq \rho \leq 2,03$ T/m$^3$
* Masse volumique sèche : $1,15 \leq \rho_d \leq 1,78$ T/m$^3$
* poids spécifique absolu : $\rho_s \approx 2.44$ T/m$^3$

### b) Essais in-situ

• *Essais pressiométriques*

* Module pressiométrique : $12,10 \leq E \leq 78,6$ MPa
* Pression de fluage : $0,89 \leq pf^* \leq 3,70$ MPa voire $pf^* > 4,80$ MPa dans les calcaires indurés
* Pression limite : $1,35 \leq pl^* \leq 6,30$ MPa voire $pl^* > 8,15$ MPa dans les calcaires indurés

• *Essais d'eau LEFRANC-MANDEL*

Un essai LEFRANC-MANDEL a été réalisé dans ce faciès :

Perméabilité : $K \approx 1E^{-06}$ m/s

Cette valeur moyenne indique une perméabilité moyenne (Classes K2/K3 selon l'A.F.T.E.S.).

• *Diagraphies*

Ces mesures ont été effectuées dans les 5 forages carottés (SC1 à SC5).

Elles n'ont pas indiqué d'anomalies majeures. Cependant ces mesures ont permis de mettre en évidence :

- une zone de fracturation située entre 12,00 et 13,00 m en SC1,
- une faible teneur en argile des terrains sur la majorité des forages (réponse au gamma ray relativement faible).

## 3. *Les Sables de Beauchamp*

Nous les trouvons sous le calcaire de Saint Ouen à une profondeur comprise entre 19,05 (base en SC3) et 36,00 m (toit en SC4) de profondeur par rapport au TN.

Dans cette formation, on distingue des alternances de sables fins, de passages grésifiés et de passées plus marneuses.

### a) Analyses de laboratoire

• *Essais d'identification*

Les essais ont été réalisés sur quatre échantillons intacts.

Les caractéristiques physiques sont :

* Teneur en eau : $13,1 \leq W \leq 21,6\%$
* Masse volumique apparente : $1,65 \leq \rho \leq 2,18$ T/m$^3$
* Masse volumique sèche : $1,45 \leq \rho_d \leq 1,87$ T/m$^3$
* poids spécifique absolu : $2,60 \leq \rho_s \leq 2,70$ T/m$^3$
* Limite de liquidité : WL ≈ 43,0
* Indice de plasticité : Ip ≈ 19,0

Ces matériaux sont classés en A2s selon le GTR 92.

**b) Essais in-situ**

• *Essais pressiométriques*

* Module cyclique : 247,96 ≤Ecy ≤ 372,68 MPa
* Module pressiométrique : 56,90 ≤ E ≤ 393,00 MPa voire E > 500,00 Mpa
* Pression de fluage : pf* > 2,26 MPa
* Pression limite : pl* > 3,85 MPa

• *Essais d'eau LEFRANC-MANDEL*

Quatre essais LEFRANC-MANDEL ont été réalisés dans ce faciès :

* Perméabilité : $2E^{-07} \leq K \leq 8E^{-07}$ m/s
* La valeur en moyenne : $K_m = 5,7E^{-07}$ m/s

Cette valeur moyenne indique une perméabilité faible à moyenne (Classe K3 selon l'A.F.T.E.S.).

• *Diagraphies*

Ces mesures ont été effectuées dans les 5 forages carottés (SC1 à SC5).

Elles n'ont pas indiqué d'anomalies majeures. Cependant ces mesures ont permis de mettre en évidence :

- une alternance de couche plus ou moins argileuses,
- des zones compactes identifiées dans un passage gréseux entre 24,00 et 26,50 m en sondage SC2,
- des zones denses de faible porosité entre 19,00 et 29,00 m en SC3 et entre 23,00 et 36,00 m en SC4,
- une zone de sable lâche entre 20,40 et 30,90 m en SC5.

## 4. *Les Marnes et Caillasses*

Nous les trouvons sous les Sables de Beauchamp à une profondeur comprise entre 26,40 (toit en SC2) et 50,15 m (base en SC4) de profondeur par rapport au TN.

## a) Analyses de laboratoire

• *Essais d'identification*

Les essais ont été réalisés sur six échantillons intacts.

Les caractéristiques physiques sont :

* Teneur en eau : $8,0 \leq W \leq 46,2\%$
* Masse volumique apparente : $1,86 \leq \rho \leq 2,26$ T/m$^3$
* Masse volumique sèche : $1,36 \leq \rho_d \leq 1,74$ T/m$^3$
* poids spécifique absolu : $2,50 \leq \rho_s \leq 2,67$ T/m$^3$
* Limite de liquidité : WL $\approx$ 47,0
* Indice de plasticité : Ip $\approx$ 21,0

Ces matériaux sont classés en A2h selon le GTR 92.

## b) Essais in-situ

• *Essais pressiométriques*

* Module pressiométrique : $9,50 \leq E \leq 231.40$ MPa voire E > 500,00 Mpa
* Pression de fluage : 0,52 < pf* et > 1,95 MPa
* Pression limite : 0,88 < pl* et > 3.31 MPa

• *Essais d'eau LEFRANC-MANDEL*

Quatre essais LEFRANC-MANDEL ont été réalisés dans ce faciès :

* Perméabilité : $5E^{-07} \leq K \leq 9E^{-07}$ m/s voire $K \approx 5E^{-06}$ m/s dans des matériaux constitués de sables grossiers ( sondage SC2 à une profondeur de 38,00 m).

* La valeur en moyenne : $K_m = 7.00E^{-07}$ m/s. Cette valeur moyenne indique une perméabilité faible à moyenne (Classe K2 selon l'A.F.T.E.S.). Elle ne tient pas compte de la valeur extrême mesurée dans les matériaux sableux ($1E^{-06}$ m/s).

• *Diagraphies*

Ces mesures ont été effectuées dans les 5 forages carottés (SC1 à SC5).

Elles n'ont pas indiqué d'anomalies majeures. Cependant ces mesures ont permis de mettre en évidence :

- des zones de roches compactes identifiées entre 36,00 et 38,00 m en SC1, entre 36,50 et 39,00 m en SC2,
- une zone peu compacte identifiée entre 39,00 et 43,00 m en SC4
- une couche de gypse massif identifiée entre 34,50 et 38,00 m en SC3.

## 5. *Le Calcaire grossier*

Nous le trouvons sous les Marnes et Caillasses à une profondeur comprise entre 40,70 (toit en SC2) et 50,15 m (toit en SC4) de profondeur par rapport au TN.

### a) Analyses de laboratoire

• *Essais d'identification*

Les essais ont été réalisés sur six échantillons intacts.

Les caractéristiques physiques sont :

* Teneur en eau : $15,8 \leq W \leq 32,9\%$
* Masse volumique apparente : $1,35 \leq \rho \leq 2,07$ T/m$^3$
* Masse volumique sèche : $1,10 \leq \rho_d \leq 1,78$ T/m$^3$

### b) Essais in-situ

• *Essais pressiométriques*

* Module pressiométrique : $108,50 \leq E \leq 256,20$ MPa
* Pression de fluage : pf* > 4,52 MPa
* Pression limite : pl* > 7,69 MPa

• *Essais dilatométriques*

Trois essais dilatométriques ont été réalisés dans ce faciès :

Un essai a été réalisé dans un grès peu induré :
Module d'élasticité d'Young :
Cycle 1-2 : $E_{moy} \approx 1990$ MPa
Cycle 2-3 : $E_{moy} \approx 1400$ MPa

Cycle 3 : $E_{moy} \approx 1320$ MPa

Deux essais ont été réalisés dans des calcaires indurés :
Module d'élasticité d'Young :
Cycle 1-2 : $5290 \leq E_{moy} \leq 8040$ MPa
Cycle 2-3 : $11535 \leq E_{moy} \leq 27865$ MPa
Cycle 3 : $20150 \leq E_{moy} \leq 32510$ MPa

- *Diagraphies*

Ces mesures ont été effectuées dans les 5 forages carottés (SC1 à SC5).

Elles n'ont pas indiqué d'anomalies majeures. Cependant ces mesures ont permis de mettre en évidence :

- une zone de roches très compactes identifiées entre 42,00 et 45,00 m en SC2, entre 45,00 et 50,50 m ainsi qu'à 56,00 en SC3,
- une zone peu compacte identifiée entre 51,00 et 60,00 (excepté à 56,00 m) en SC3.

*
* *

Les tableaux 11 à 18 présentent l'ensemble des données issues des essais en laboratoire et des investigations géotechniques :

- essais d'identification ;
- essais mécaniques ;
- essais pressiométriques ;
- essais dilatométriques ;
- essais d'eau.

Les références de classement, en fonction des valeurs mini et maxi répertoriées dans l'ensemble des résultats, ont été reportées dans les tableaux 11 à 18. *Ces classes et appréciations sont issues des recommandations de l'A.F.T.E.S. et du classement de l'INERIS.*

*
* *

# Tableau N°11 - RESULTATS DES ESSAIS ET MESURES REALISES DANS LES REMBLAIS

| | Symbole | Unité | Nombre de valeurs | Moyenne | Mini | Maxi | Classification | Ecart-type |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IDENTIFICATION | | | | | | | | |
| Teneur en eau | w | % | - | - | - | - | - | - |
| Masse Vol. apparente | ρ | $t/m^3$ | - | - | - | - | - | - |
| Masse Vol. sèche | ρd | $t/m^3$ | - | - | - | - | - | - |
| poids spécifique absolu | ρs | $t/m^3$ | - | - | - | - | - | - |
| Granulométrie | Dmax | mm | - | - | - | - | - | - |
| | %< 2 mm | % | - | - | - | - | - | - |
| | %< 80 µm | % | - | - | - | - | - | - |
| Equivalent de sable | ES | | - | - | - | - | - | - |
| ESSAIS DE LABORATOIRE | | | | | | | | |
| Essai Triaxial | | | | | | | | |
| | φ' | ° | - | - | - | - | - | - |
| | C' | KPa | - | - | - | - | - | - |
| | $\phi_{cu}$ | ° | - | - | - | - | - | - |
| | Ccu | KPa | - | - | - | - | - | - |
| Résistance à la compression** | Rc | MPa | - | - | - | - | - | - |
| Résistance à la traction | Rt | MPa | - | - | - | - | - | - |
| Essai de déformabilité/Module d'YOUNG** | E | MPa | - | - | - | - | - | - |
| Dureté CERCHAR* | Dc | | - | - | - | - | - | - |
| Abrasivité CERCHAR* | Ac | | - | - | - | - | - | - |
| Vitesse sonique | VS | m/s | - | - | - | - | - | - |
| ESSAIS PRESSIOMETRIQUES | | | | | | | | |
| Module Cyclique | Ecy | MPa | - | - | - | - | - | - |
| Module Pressiométrique | Em | MPa | 2 | 22,8 | 6,9 | 38,7 | - | 22,49 |
| Pression de Fluage | pf | MPa | 2 | 0,65 | 0,28 | 1,01 | - | 0,52 |
| Pression limite | pl | MPa | 2 | 1,03 | 0,52 | 1,53 | - | 0,71 |
| ESSAIS DILATOMETRIQUES | | | | | | | | |
| Module d'élasticité de YOUNG | Emoy | MPa | - | - | - | - | - | - |
| ESSAIS D'EAU LEFRANC-MANDEL | | | | | | | | |
| Perméabilité** | K | m/s | - | - | - | - | - | - |

** : *Classement et commentaires issus des recommandations A.F.T.E.S.*

* : *Classement et commentaires issus de l'INERIS*

# Tableau N°12 - RESULTATS DES ESSAIS ET MESURES REALISES DANS LES ALLUVIONS

| | Symbole | Unité | Nombre de valeurs | Moyenne | Mini | Maxi | Classification | Ecart-type |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **IDENTIFICATION** | | | | | | | | |
| Teneur en eau | w | % | - | - | - | - | - | - |
| Masse Vol. apparente | ρ | $t/m^3$ | - | - | - | - | - | - |
| Masse Vol. sèche | ρd | $t/m^3$ | - | - | - | - | - | - |
| poids spécifique absolu | ρs | $t/m^3$ | - | - | - | - | - | - |
| Granulométrie | Dmax | mm | - | - | - | - | - | - |
| | %< 2 mm | % | - | - | - | - | - | - |
| | %< 80 µm | % | - | - | - | - | - | - |
| Equivalent de sable | ES | | - | - | - | - | - | - |
| **ESSAIS DE LABORATOIRE** | | | | | | | | |
| Essai Triaxial | | | | | | | | |
| | $\phi'$ | ° | - | - | - | - | - | - |
| | C' | KPa | - | - | - | - | - | - |
| | $\phi_{cu}$ | ° | - | - | - | - | - | - |
| | Ccu | KPa | - | - | - | - | - | - |
| Résistance à la compression** | Rc | MPa | - | - | - | - | - | - |
| Résistance à la traction | Rt | MPa | - | - | - | - | - | - |
| Essai de déformabilité/Module d'YOUNG** | E | MPa | - | - | - | - | - | - |
| Dureté CERCHAR* | Dc | | - | - | - | - | - | - |
| Abrasivité CERCHAR* | Ac | | - | - | - | - | - | - |
| Vitesse sonique | VS | m/s | - | - | - | - | - | - |
| **ESSAIS PRESSIOMETRIQUES** | | | | | | | | |
| Module Cyclique | Ecy | MPa | - | - | - | - | - | - |
| Module Pressiométrique | Em | MPa | 3 | 16,47 | 10,7 | 20,7 | - | 5,17 |
| Pression de Fluage | pf | MPa | 3 | 0,84 | 0,44 | 1,32 | - | 0,45 |
| Pression limite | pl | MPa | 3 | 1,24 | 0,79 | 1,87 | - | 0,56 |
| **ESSAIS DILATOMETRIQUES** | | | | | | | | |
| Module d'élasticité de YOUNG | Emoy | MPa | - | - | - | - | - | - |
| **ESSAIS D'EAU LEFRANC-MANDEL** | | | | | | | | |
| Perméabilité** | K | m/s | - | - | - | - | - | - |

** : *Classement et commentaires issus des recommandations A.F.T.E.S.*

* : *Classement et commentaires issus de l'INERIS*

# Tableau N°13 - RESULTATS DES ESSAIS ET MESURES REALISES DANS LES MASSES ET MARNES DE GYPSE

| | Symbole | Unité | Nombre de valeurs | Moyenne | Mini | Maxi | Classification | Ecart-type |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **IDENTIFICATION** | | | | | | | | |
| Teneur en eau | w | % | 1 | 21,5 | - | - | - | - |
| Masse Vol. apparente | ρ | $t/m^3$ | 1 | 1,86 | - | - | - | - |
| Masse Vol. sèche | ρd | $t/m^3$ | 1 | 1,53 | - | - | - | - |
| poids spécifique absolu | ρs | $t/m^3$ | - | - | - | - | - | - |
| Granulométrie | Dmax | mm | - | - | - | - | - | - |
| | %< 2 mm | % | - | - | - | - | - | - |
| | %< 80 µm | % | - | - | - | - | - | - |
| Equivalent de sable | ES | | - | - | - | - | - | - |
| **ESSAIS DE LABORATOIRE** | | | | | | | | |
| Essai Triaxial | | | | | | | | |
| | φ' | ° | - | - | - | - | - | - |
| | C' | KPa | - | - | - | - | - | - |
| | $\phi_{cu}$ | ° | - | - | - | - | - | - |
| | Ccu | KPa | - | - | - | - | - | - |
| Résistance à la compression** | Rc | MPa | - | - | - | - | - | - |
| Résistance à la traction | Rt | MPa | - | - | - | - | - | - |
| Essai de déformabilité/Module d'YOUNG** | E | MPa | - | - | - | - | - | - |
| Dureté CERCHAR* | Dc | | - | - | - | - | - | - |
| Abrasivité CERCHAR* | Ac | | - | - | - | - | - | - |
| Vitesse sonique | VS | m/s | - | - | - | - | - | - |
| **ESSAIS PRESSIOMETRIQUES** | | | | | | | | |
| Module Cyclique | Ecy | MPa | - | - | - | - | - | - |
| Module Pressiométrique | Em | MPa | 6 | 14,62 | 3,10 | 25,00 | - | 7,00 |
| Pression de Fluage | pf | MPa | 6 | 0,83 | 0,17 | 1,21 | - | 0,39 |
| Pression limite | pl | MPa | 6 | 1,37 | 0,28 | 2,05 | - | 0,64 |
| **ESSAIS DILATOMETRIQUES** | | | | | | | | |
| Module d'élasticité de YOUNG | Emoy | MPa | - | - | - | - | - | - |
| **ESSAIS D'EAU LEFRANC-MANDEL** | | | | | | | | |
| Perméabilité** | K | m/s | 1 | 8,0E-10 | - | - | faible | - |

** : *Classement et commentaires issus des recommandations A.F.T.E.S.*

* : *Classement et commentaires issus de l'INERIS*

# Tableau N°14 - RESULTATS DES ESSAIS ET MESURES REALISES DANS LES SABLES DE MONCEAU

| | Symbole | Unité | Nombre de valeurs | Moyenne | Mini | Maxi | Classification | Ecart-type |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **IDENTIFICATION** | | | | | | | | |
| Teneur en eau | w | % | - | - | - | - | - | - |
| Masse Vol. apparente | ρ | $t/m^3$ | - | - | - | - | - | - |
| Masse Vol. sèche | ρd | $t/m^3$ | - | - | - | - | - | - |
| poids spécifique absolu | ρs | $t/m^3$ | - | - | - | - | - | - |
| Granulométrie | Dmax | mm | - | - | - | - | - | - |
| | %< 2 mm | % | - | - | - | - | - | - |
| | %< 80 µm | % | - | - | - | - | - | - |
| Equivalent de sable | ES | | - | - | - | - | - | - |
| **ESSAIS DE LABORATOIRE** | | | | | | | | |
| Essai Triaxial | | | | | | | | |
| | $\phi'$ | ° | - | - | - | - | - | - |
| | C' | KPa | - | - | - | - | - | - |
| | $\phi_{cu}$ | ° | - | - | - | - | - | - |
| | Ccu | KPa | - | - | - | - | - | - |
| Résistance à la compression** | Rc | MPa | - | - | - | - | - | - |
| Résistance à la traction | Rt | MPa | - | - | - | - | - | - |
| Essai de déformabilité/Module d'YOUNG** | E | MPa | - | - | - | - | - | - |
| Dureté CERCHAR* | Dc | | - | - | - | - | - | - |
| Abrasivité CERCHAR* | Ac | | - | - | - | - | - | - |
| Vitesse sonique | VS | m/s | - | - | - | - | - | - |
| **ESSAIS PRESSIOMETRIQUES** | | | | | | | | |
| Module Cyclique | Ecy | MPa | - | - | - | - | - | - |
| Module Pressiométrique | Em | MPa | 3 | 13,53 | 9,70 | 15,60 | - | 3,32 |
| Pression de Fluage | pf | MPa | 3 | 1,00 | 0,79 | 1,10 | - | 0,18 |
| Pression limite | pl | MPa | 3 | 1,61 | 1,47 | 1,86 | - | 0,21 |
| **ESSAIS DILATOMETRIQUES** | | | | | | | | |
| Module d'élasticité de YOUNG | Emoy | MPa | - | - | - | - | - | - |
| **ESSAIS D'EAU LEFRANC-MANDEL** | | | | | | | | |
| Perméabilité** | K | m/s | - | - | - | - | - | - |

** : *Classement et commentaires issus des recommandations A.F.T.E.S.*

* : *Classement et commentaires issus de l'INERIS*

# Tableau N°15 - RESULTATS DES ESSAIS ET MESURES REALISES DANS LE CALCAIRE DE SAINT OUEN

| | Symbole | Unité | Nombre de valeurs | Moyenne | Mini | Maxi | Classification | Ecart-type |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **IDENTIFICATION** | | | | | | | | |
| Teneur en eau | w | % | 2 | 28,4 | 14,5 | 42,2 | - | 19,59 |
| Masse Vol. apparente | ρ | $t/m^3$ | 2 | 1,83 | 1,62 | 2,03 | - | 0,29 |
| Masse Vol. sèche | ρd | $t/m^3$ | 2 | 1,47 | 1,15 | 1,78 | - | 0,45 |
| poids spécifique absolu | ρs | $t/m^3$ | 1 | 2,44 | - | - | - | - |
| Granulométrie | Dmax | mm | 1 | 49 | - | - | - | - |
| | %< 2 mm | % | 1 | 97 | - | - | - | - |
| | %< 80 µm | % | 1 | 61 | - | - | - | - |
| | %< 2 µm | % | 1 | 16 | - | - | - | - |
| Equivalent de sable | ES | | - | - | - | - | - | - |
| **ESSAIS DE LABORATOIRE** | | | | | | | | |
| Essai Triaxial | | | | | | | | |
| | $\phi'$ | ° | - | - | - | - | - | - |
| | C' | KPa | - | - | - | - | - | - |
| | $\phi_{cu}$ | ° | - | - | - | - | - | - |
| | Ccu | KPa | - | - | - | - | - | - |
| Résistance à la compression** | Rc | MPa | - | - | - | - | - | - |
| Résistance à la traction | Rt | MPa | - | - | - | - | - | - |
| Essai de déformabilité/Module d'YOUNG** | E | MPa | - | - | - | - | - | - |
| Dureté CERCHAR* | Dc | | - | - | - | - | - | - |
| Abrasivité CERCHAR* | Ac | | 3 | 0,10 | 0,1 | 0,1 | très peu abrasif | 0,00 |
| Vitesse sonique | VS | m/s | - | - | - | - | - | - |
| **ESSAIS PRESSIOMETRIQUES** | | | | | | | | |
| Module Cyclique | Ecy | MPa | - | - | - | - | - | - |
| Module Pressiométrique | Em | MPa | 15 | 31,34 | 8,80 | 78,60 | - | 19,96 |
| Pression de Fluage | pf | MPa | 15 | 2,05 | 0,89 | 4,80 | - | 1,09 |
| Pression limite | pl | MPa | 15 | 3,45 | 1,35 | 8,15 | - | 1,84 |
| **ESSAIS DILATOMETRIQUES** | | | | | | | - | |
| Module d'élasticité de YOUNG | Emoy | MPa | - | - | - | - | - | - |
| **ESSAIS D'EAU LEFRANC-MANDEL** | | | | | | | | |
| Perméabilité** | K | m/s | 1 | 1,00E-06 | - | - | moyenne | - |

*** : Classement et commentaires issus des recommandations A.F.T.E.S.*

** : Classement et commentaires issus de l'INERIS*

# Tableau N°16 - RESULTATS DES ESSAIS ET MESURES REALISES DANS LES SABLES DE BEAUCHAMP

| | Symbole | Unité | Nombre de valeurs | Moyenne | Mini | Maxi | Classification | Ecart-type |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IDENTIFICATION | | | | | | | | |
| Teneur en eau | w | % | 8 | 17,0 | 13,1 | 21,6 | - | 2,75 |
| Masse Vol. apparente | ρ | $t/m^3$ | 8 | 1,99 | 1,65 | 2,18 | - | 0,18 |
| Masse Vol. sèche | ρd | $t/m^3$ | 8 | 1,70 | 1,45 | 1,87 | - | 0,16 |
| poids spécifique absolu | ρs | $t/m^3$ | 2 | 2,65 | 2,60 | 2,70 | - | 0,07 |
| Granulométrie | Dmax | mm | 3 | 21,3 | 3 | 48 | - | 23,63 |
| | %< 2 mm | % | 3 | 88,8 | 71 | 100 | - | 15,97 |
| | %< 80 µm | % | 3 | 35,8 | 13 | 64 | - | 25,97 |
| | %< 2 µm | % | 1 | 7,0 | - | - | - | - |
| Equivalent de sable | ES | | 1 | 7 | - | - | - | - |
| ESSAIS DE LABORATOIRE | | | | | | | | |
| Essai Triaxial | | | | | | | | |
| | ϕ' | ° | 2 | 33,5 | 33 | 34 | - | 0,71 |
| | C' | KPa | 2 | 0 | 0 | 0 | - | 0,00 |
| | $\phi_{cu}$ | ° | 2 | 30,0 | 30 | 30 | - | 0,00 |
| | Ccu | KPa | 2 | 22,5 | 5 | 40 | - | 24,75 |
| Résistance à la compression | Rc | MPa | - | | - | - | - | - |
| Résistance à la traction | Rt | MPa | 1 | 0,6 | - | - | - | - |
| Essai de déformabilité | | | - | | - | - | - | - |
| Module d'YOUNG | E | MPa | - | | - | - | - | - |
| Dureté CERCHAR | Dc | | 6 | 4,7 | <1 | 14,00 | A à E | 5,75 |
| Abrasivité CERCHAR | Ac | | 2 | 0,2 | 0,10 | 0,30 | Très peu abrasif | 0,10 |
| Vitesse sonique | VS | m/s | 1 | 1700 | - | - | - | - |
| ESSAIS PRESSIOMETRIQUES | | | | | | | | |
| Module Cyclique | Ecy | MPa | 2 | 310,32 | 247,96 | 372,68 | - | 88,19 |
| Module Pressiométrique | Em | MPa | 10 | 251,85 | 56,90 | 500,00 | - | 157,90 |
| Pression de Fluage | pf | MPa | 10 | 4,32 | 2,26 | 4,89 | - | 0,95 |
| Pression limite | pl | MPa | 10 | 6,93 | 3,85 | 8,32 | - | 1,61 |
| ESSAIS DILATOMETRIQUES | | | | | | | | |
| Module d'élasticité de YOUNG | Emoy | MPa | - | - | - | - | - | - |
| ESSAIS D'EAU LEFRANC-MANDEL | | | | | | | | |
| Perméabilité | K | m/s | 3 | 5,00E-07 | 2,00E-07 | 8,00E-07 | faible à moyenne | 3,00E-07 |

** : *Classement et commentaires issus des recommandations A.F.T.E.S.*

* : *Classement et commentaires issus de l'INERIS*

# Tableau N°17 - RESULTATS DES ESSAIS ET MESURES REALISES DANS LES MARNES ET CAILLASSES

| | Symbole | Unité | Nombre de valeurs | Moyenne | Mini | Maxi | Classification | Ecart-type |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **IDENTIFICATION** | | | | | | | | |
| Teneur en eau | w | % | 7 | 29,0 | 8,0 | 46,2 | - | 12,3 |
| Masse Vol. apparente | ρ | $t/m^3$ | 6 | 2,00 | 1,86 | 2,26 | - | 0,14 |
| Masse Vol. sèche | ρd | $t/m^3$ | 6 | 1,57 | 1,36 | 1,74 | - | 0,16 |
| poids spécifique absolu | ρs | $t/m^3$ | 2 | 2,59 | 2,5 | 2,67 | - | 0,12 |
| Granulométrie | Dmax | mm | - | - | - | - | - | - |
| | %< 2 mm | % | - | - | - | - | - | - |
| | %< 80 µm | % | - | - | - | - | - | - |
| Equivalent de sable | ES | | - | - | - | - | - | - |
| **ESSAIS DE LABORATOIRE** | | | | | | | | |
| Essai Triaxial | | | | | | | | |
| | φ' | ° | - | - | - | - | - | - |
| | C' | KPa | - | - | - | - | - | - |
| | $\phi_{cu}$ | ° | - | - | - | - | - | - |
| | Ccu | KPa | - | - | - | - | - | - |
| Résistance à la compression** | Rc | MPa | 3 | 1,27 | 0,2 | 3,1 | R5 | 1,59 |
| Résistance à la traction | Rt | MPa | 2 | 0,035 | 0,03 | 0,04 | - | 0,01 |
| Essai de déformabilité/Module d'YOUNG** | E | MPa | 1 | 324 | - | - | DM5 | - |
| Dureté CERCHAR* | Dc | | 3 | <1 | <1 | <1 | A | - |
| Abrasivité CERCHAR* | Ac | | 2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | Très peu abrasif | 0,00 |
| Vitesse sonique | VS | m/s | 2 | 2025 | 2000 | 2050 | - | 35,36 |
| **ESSAIS PRESSIOMETRIQUES** | | | | | | | | |
| Module Cyclique | Ecy | MPa | - | - | - | - | - | - |
| Module Pressiométrique | Em | MPa | 11 | 123,59 | 9,50 | 231,40 | - | 67,06 |
| Pression de Fluage | pf | MPa | 11 | 3,96 | 0,52 | 4,81 | - | 1,35 |
| Pression limite | pl | MPa | 11 | 6,74 | 0,89 | 8,18 | - | 2,30 |
| **ESSAIS DILATOMETRIQUES** | | | | | | | | |
| Module d'élasticité de YOUNG | Emoy | MPa | - | - | - | - | - | - |
| **ESSAIS D'EAU LEFRANC-MANDEL** | | | | | | | | |
| Perméabilité** | K | m/s | 4 | 1,73E-06 | 5,00E-07 | 5,00E-06 | faible à moyenne | 2,19E-06 |

*** : Classement et commentaires issus des recommandations A.F.T.E.S.*

** : Classement et commentaires issus de l'INERIS*

# Tableau N°18 - RESULTATS DES ESSAIS ET MESURES REALISES DANS LE CALCAIRE GROSSIER

| | Symbole | Unité | Nombre de valeurs | Moyenne | Mini | Maxi | Classification | Ecart-type |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **IDENTIFICATION** | | | | | | | | |
| Teneur en eau | w | % | 4 | 23,1 | 15,8 | 32,9 | - | 7,1 |
| Masse Vol. apparente | ρ | $t/m^3$ | 4 | 1,78 | 1,35 | 2,07 | - | 0,33 |
| Masse Vol. sèche | ρd | $t/m^3$ | 4 | 1,45 | 1,1 | 1,78 | - | 0,31 |
| poids spécifique absolu | ρs | $t/m^3$ | - | - | - | - | - | - |
| Granulométrie | Dmax | mm | - | - | - | - | - | - |
| | %< 2 mm | % | - | - | - | - | - | - |
| | %< 80 µm | % | - | - | - | - | - | - |
| Equivalent de sable | ES | | - | - | - | - | - | - |
| **ESSAIS DE LABORATOIRE** | | | | | | | | |
| Essai Triaxial | | | | | | | | |
| | φ' | ° | - | - | - | - | - | - |
| | C' | KPa | - | - | - | - | - | - |
| | $\phi_{cu}$ | ° | - | - | - | - | - | - |
| | Ccu | KPa | - | - | - | - | - | - |
| Résistance à la compression** | Rc | MPa | 4 | 13,8 | 2,1 | 45,4 | R3 à R5 | 21,09 |
| Résistance à la traction | Rt | MPa | 2 | 5,32 | 0,65 | 9,99 | - | 6,60 |
| Essai de déformabilité/Module d'YOUNG** | E | MPa | 2 | 19236 | 9058 | 29413 | DM3 à DM2 | 14393 |
| Dureté CERCHAR* | Dc | | 6 | 19,83 | 5 | 30 | D à F | 9,93 |
| Abrasivité CERCHAR* | Ac | | 4 | 0,53 | 0,2 | 0,85 | Très peu abrasif à abrasif | 0,38 |
| Vitesse sonique | VS | m/s | 3 | 4583 | 2000 | 6100 | - | 2249 |
| **ESSAIS PRESSIOMETRIQUES** | | | | | | | | |
| Module Cyclique | Ecy | MPa | - | - | - | - | - | - |
| Module Pressiométrique | Em | MPa | 7 | 154,75 | 89,20 | 256,20 | - | 58,21 |
| Pression de Fluage | pf | MPa | 7 | 4,22 | 1,60 | 4,64 | - | 1,06 |
| Pression limite | pl | MPa | 7 | 7,17 | 2,72 | 7,88 | - | 1,80 |
| **ESSAIS DILATOMETRIQUES** | | | | | | | | |
| Module d'élasticité de YOUNG | Emoy | MPa | 3 | 17993 | 1320 | 32510 | - | 15706 |
| **ESSAIS D'EAU LEFRANC-MANDEL** | | | | | | | | |
| Perméabilité** | K | m/s | - | - | - | - | - | - |

*** : Classement et commentaires issus des recommandations A.F.T.E.S.*

** : Classement et commentaires issus de l'INERIS*

# V - CONCLUSION

La campagne de reconnaissance que nous avons réalisée à l'emplacement de l'Ouvrage projeté a confirmé et précisé la nature géologique du site qui est constituée des terrains de surface constitués par des alluvions, les masses et marnes de gypse et les sables de Monceaux qui reposent sur le calcaire de Saint-Ouen / sables de Beauchamp / marnes et caillasses et plus en profondeur le calcaire grossier.

*
* *

La partie centrale du tunnel s'inscrit principalement dans les sables de Beauchamp et le calcaire de Saint Ouen. Le contexte géologique est hétérogène :

- alternance de zones plus ou moins indurées avec des bancs de marnes et présence de blocs dans les calcaires de Saint Ouen ;

- alternance de zones grésifiées et de bancs de sable fin à matrice plus ou moins marneuse dans les sables de Beauchamp ;

- présence de bancs de gypse de faibles épaisseurs dans les sables de Beauchamp (10 à 30 cm) ;

- présence de quelques bancs durs épars dans les marnes et caillasses formés essentiellement par des calcaires marno-argileux d'une l'épaisseur maximale de 1,65 m (cf. sondage SC2 entre 26,85 et 28,40 m de profondeur);

- présence de bancs de gypse dans les marnes et caillasses avec un vide franc de près de 1,50 m d'épaisseur, certainement due à la dissolution du gypse, situé entre les cotes 18,12 et 16,67 NGF.

Le comportement vis à vis de la réalisation du tunnel peut se résumer ainsi :

- génération de difficultés d'exécution liées, notamment, à la présence en alternance de passées grésifiées au sein des sables dans la formation de Beauchamp ;

- les tests de dureté et d'abrasivité réalisés dans les calcaires de Saint Ouen et les sables de Beauchamp révèlent une faible abrasivité et des caractéristiques de roches extrêmement tendres à résistantes ;

- présence de poches de gypse dont il faudra tenir compte lors du creusement de l'ouvrage (risques de dissolution du gypse liés à l'utilisation d'un fluide de forage) ;

- l'agressivité des eaux dans les zones de gypse, vis à vis du béton, devra être prise en compte.

*
* *

Concernant le contexte hydrique, il conviendra de prendre en compte la présence quasi-permanente d'une nappe avec des sols perméables présentant des perméabilités faibles à moyennes (classes K2 et K3 suivant l'A.F.T.E.S.).

*
* *

Nous restons à l'entière disposition des Responsables du Projet pour tout renseignement complémentaire.

Paris, le 7 septembre 2001

Le Responsable de l'Etude
B. LEFÊVRE

Le Responsable d'Antenne
O. MARIN

Le Président Directeur Général
F. BARNOUD

# ANNEXES

# LISTE DES POINTS RELEVES

ORDRE DES GEOMÈTRES - EXPERTS
Didier BOUCHER
32, allée Mozart
93270 SEVRAN
Téléphone : 01 43 83 71 17
Télécopie : 01 43 83 18 60
N° d'inscription 5120

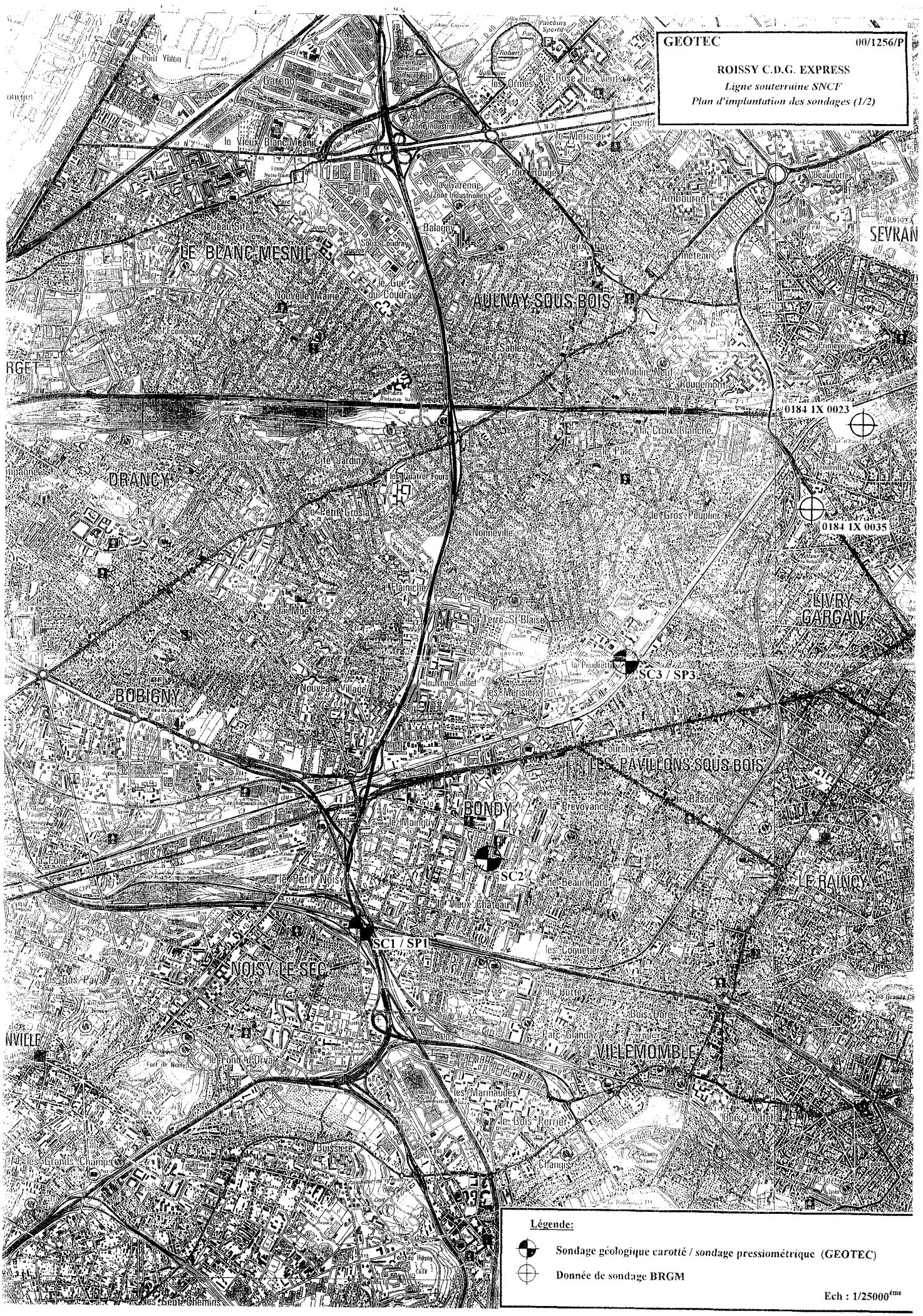
# Liste des points relevés

| Pts | X | Y | Z | Communes |
|---|---|---|---|---|
| SC1 | 609866.00 | 132737.40 | 62.37 | Noisy le Sec |
| SP1 | 609861.29 | 132737.53 | 62.47 | Noisy le Sec |
| SC2 | 610908.99 | 133319..96 | 53.49 | Bondy |
| SC3 | 612042.37 | 134910.27 | 53.57 | Pavillons s/s Bois |
| SP3 | 612045.28 | 134918.67 | 53.63 | Pavillons s/s Bois |
| SC4 | 614382.67 | 138218.49 | 61.33 | Sevran |
| SC5 | 616129.90 | 140663.17 | 68.78 | Villepinte |
| SP5 | 616130.41 | 140660.73 | 68.93 | Villepinte |

D.BOUCHER Géomètre-Expert D.P.L.G.
32, Allée Mozart – 93270 SEVRAN
Tél:01.43.83.71.17–Fax:01.43.83.18.60.

NOTA: Les coordonnées sont rattachées au système Lambert I et au N.G.F. normal " I.G.N. 1969 "

# PLANS D'IMPLANTATION

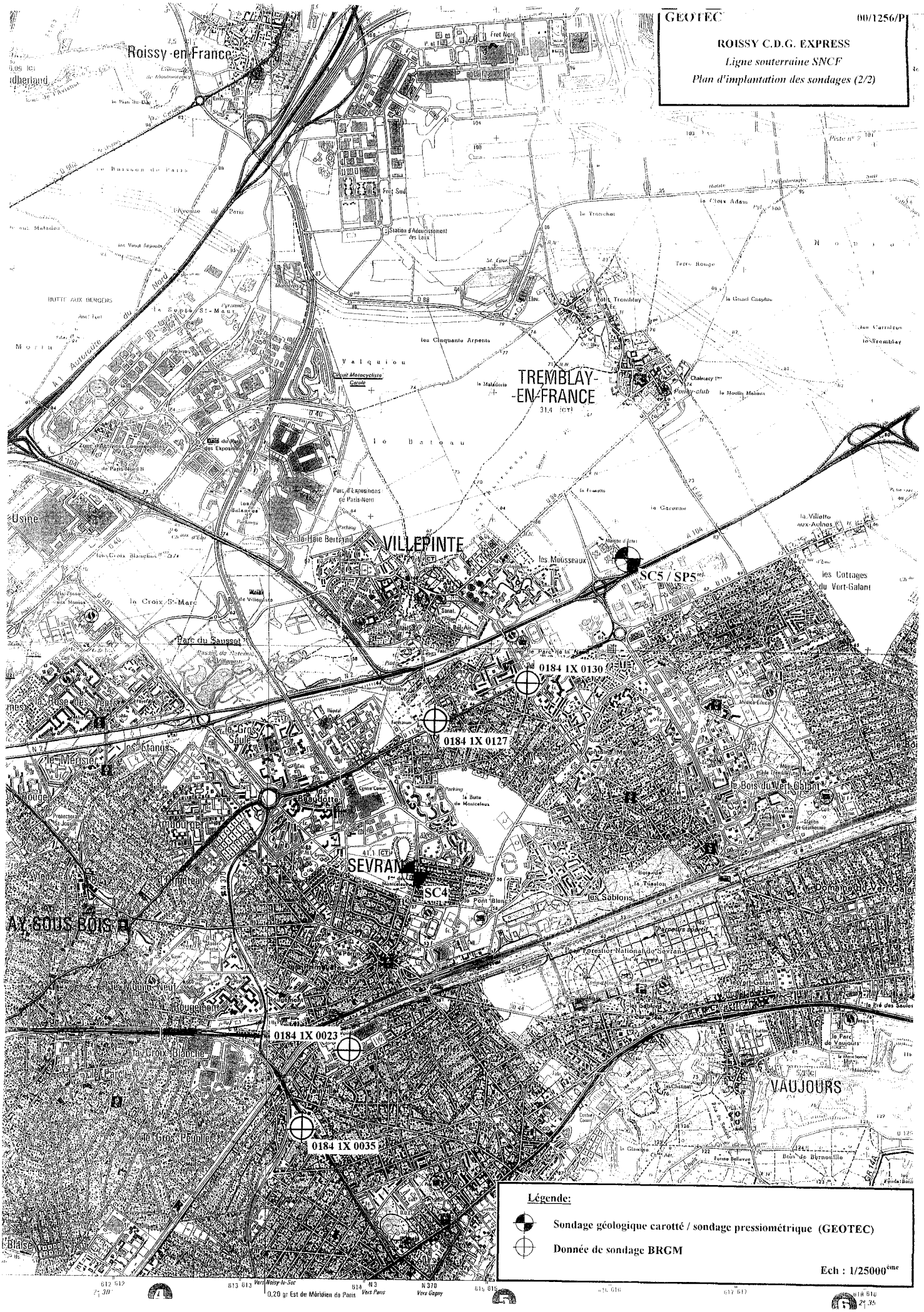

GEOTEC
00/1256/P
ROISSY C.D.G. EXPRESS
Ligne souterraine SNCF
Plan d'implantation des sondages (1/2)
LE BLANC MESNIL
AULNAY SOUS BOIS
DRANCY
BOBIGNY
BONDY
LES PAVILLONS SOUS BOIS
LE RAINCY
NOISY LE SEC
VILLEMOMBLE
LIVRY GARGAN
SEVRAN
0184 IX 0023
0184 IX 0035
SC1 / SP1
SC2
SC3 / SP3
Légende:
Sondage géologique carotté / sondage pressiométrique (GEOTEC)
Donnée de sondage BRGM
Ech : 1/25000ème

GEOTEC 00/1256/P

**ROISSY C.D.G. EXPRESS**

*Ligne souterraine SNCF*

*Plan d'implantation des sondages (2/2)*



# PROFIL EN LONG

**GEOTEC** 00/1256/P

**ROISSY C.D.G. EXPRESS**

***Ligne souterraine SNCF***

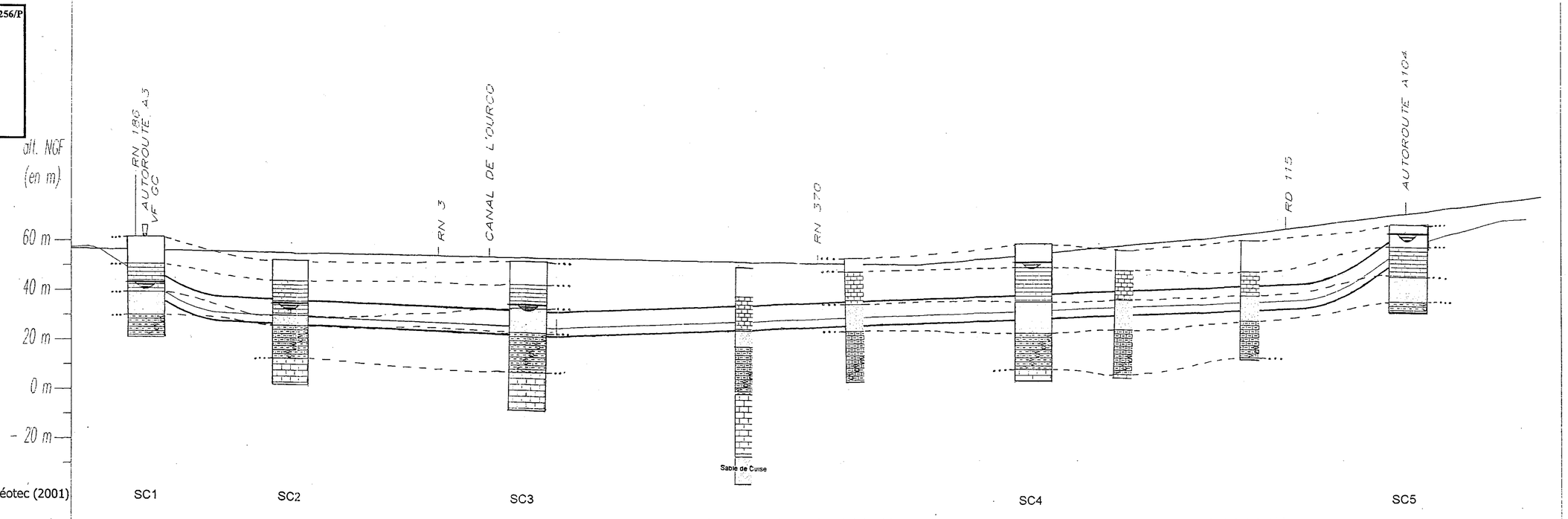
***Profil en long***

Echelle horizontale: 1/20000ème

Echelle verticale: 1/1000ème

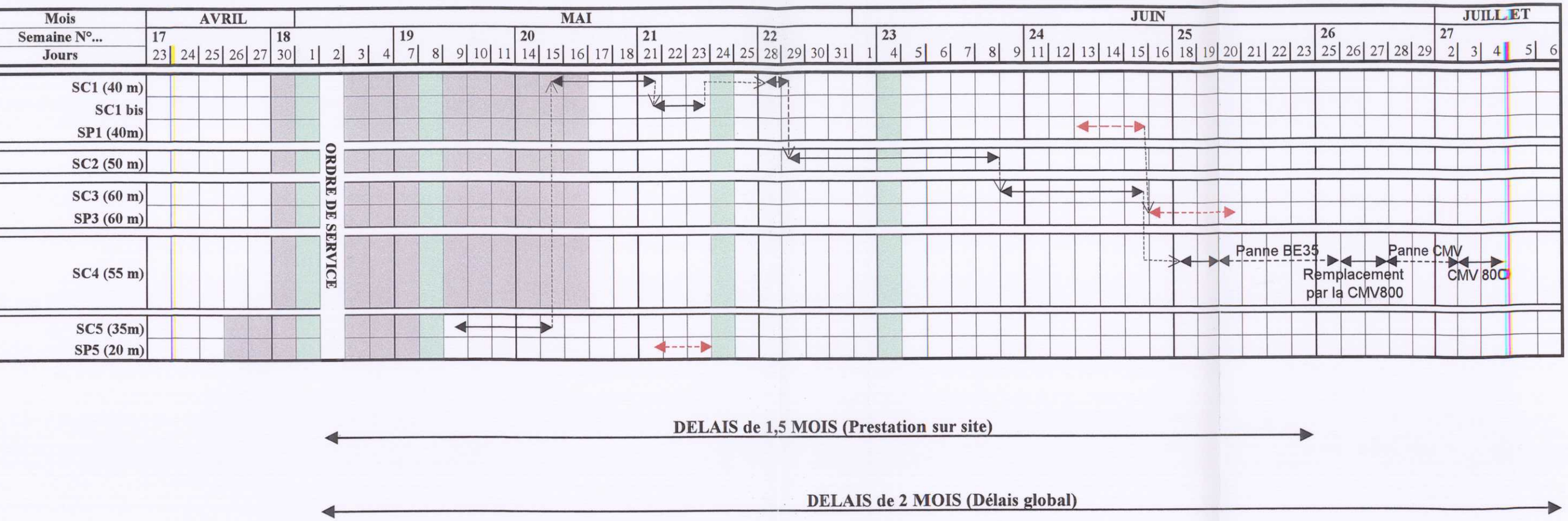
Légende:

- Formations Superficielles: Remblais et Alluvions, Masses et Marnes du Gypse, Sable de Monceau
- Calcaire de Saint-Ouen
- Sable de Beauchamp
- Marnes et Caillasses
- Calcaire Grossier
- Niveau d'eau (Août-Septembre 2001)



# PLANNING

# PLANNING DES TRAVAUX DE SONDAGE LIGNE CDG EXPRESS




**Légende**

- : délais dee réponse aux DICT
- : jours Fériés
- : réalisation des sondages carottés
- : enchaînement des sondages
- : réalisation des sondages pressiométriques

# OBSERVATIONS IMPORTANTES

1. Les plans, coupes et plans d'ensemble ci-joints ne sont pas contractuels. Les [illegible] qui peuvent en être faites à partir d'une communication du rapport ne peuvent engager la Société GEOTEC. En particulier, il ne s'agit pas de plans d'ouvrages [illegible] uniquement à des derniers.

2. Toute modification au projet initial concernant la conception, l'implantation, la nature 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 l'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'Œuvre, de nous communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi il ne saurait 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, cavernes 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 (éboulements des fouilles, dégâts occasionnés aux constructions existantes, glissement de talus, etc.) doivent être immédiatement signalés à GEOTEC 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, la [illegible] pour 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 GEOTEC lorsqu'elle est chargée d'une mission de vérification de l'exécution des travaux de fondations. Le client est alors prié de prévenir GEOTEC 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 altitudes indiquées pour chaque sondage (qui ont été rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules sont fixes les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que des altitudes soient garanties il convient qu'elles soient relevées par un géomètre Expert. Il en va de même pour l'implantation exacte des sondages sur le terrain.

GEOTEC

# UNION SYNDICALE GEOTECHNIQUE

## CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES TYPES

**(extraite de la norme NF P 94-500)**

**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 q'une partie d'une mission géotechnique type qu'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 donnant la coupe des sondages, les procès verbaux d'essais et les résultats des mesures.

*Cette mission d'exécution exclut toute activité d'étude ou 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 cadre géotechnique du site et préciser l'existence d'avoisinants ;
- 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 prédimensionnement.

*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)***

***Phase 1*** - *Définir une mission G 0 détaillée, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;*
- Fournir un rapport d'étude géotechnique donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte pour la justification du projet, et les principes généraux de construction des ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants).

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

*Cette étude sera reprise et détaillée lors de l'étude du 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'oeuvre.

***Phase 1*** - Définir si nécessaire une mission G 0 spécifique, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;
- Fournir les notes techniques donnant les méthodes d'exécution retenues pour les ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, fondations, dispositions spécifiques vis-à-vis des nappes et avoisinants), avec certaines notes de calculs de dimensionnement, une approche des quantités, délais et coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques.

***Phase 2*** - Etablir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cadre de bordereau 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 (phasage, suivi, contrôle).

*Pour la maîtrise des incertitudes et aléas 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 sinistre***

- 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 soutènement, rabattement) 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 domaines géotechniques de l'ouvrage ;

***G 52 Sur un ouvrage avec sinistre***

- 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 envisageables.

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

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

GEOTEC

# UNION SYNDICALE GEOTECHNIQUE

## SCHEMA D'ENCHAINEMENT DES MISSIONS GEOTECHNIQUES

**(Extrait de la norme NFP 94-500)**

| Etapes 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 | **G0** | G 0 préliminaire si Nécessaire (1) | **G 5** | G 51 |
| **Avant projet** | | G 12 Etude de faisabilité géotechnique<br>Phase 1<br>Phase 2 | | G 0 détaillée indispensable (1) | | G 51 |
| **Projet**<br>**Assistance Contrat Travaux** | **G 2** | Etude de projet géotechnique<br>Phase 1<br>Phase 2 | | G 0 spécifique si nécessaire (1) | | G 51 |
| **Exécution** | **G 3** | Etude géotechnique d'exécution | | G 0 complémentaire<br>Si nécessaire (1) | | G 51 |
| | **G 4** | Suivi géotechnique d'exécution | | | | G 52 |
| **OUVRAGE EXISTANT** | | | | G 0 spécifique si nécessaire (1)<br>G 0 spécifique (1) | | G 51 : sans sinistre<br>G 52 : avec sinistre |

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

GEOTEC

# OBSERVATIONS IMPORTANTES

1. Les plans, coupes et plans d'ensemble ci-joints ne sont pas contractuels. Les [illegible] qui peuvent en être faites à partir d'une communication du rapport ne peuvent engager la Société GEOTEC. En particulier, il ne s'agit pas de plans d'ouvrages [illegible] uniquement à des derniers.

2. Toute modification au projet initial concernant la conception, l'implantation, la nature 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 l'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'Œuvre, de nous communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi il ne saurait 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, cavernes 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 (éboulements des fouilles, dégâts occasionnés aux constructions existantes, glissement de talus, etc.) doivent être immédiatement signalés à GEOTEC 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, la [illegible] pour 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 GEOTEC lorsqu'elle est chargée d'une mission de vérification de l'exécution des travaux de fondations. Le client est alors prié de prévenir GEOTEC 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 altitudes indiquées pour chaque sondage (qui ont été rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules sont fixes les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que des altitudes soient garanties il convient qu'elles soient relevées par un géomètre Expert. Il en va de même pour l'implantation exacte des sondages sur le terrain.

GEOTEC

# UNION SYNDICALE GEOTECHNIQUE

## CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES TYPES

**(extraite de la norme NF P 94-500)**

**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 q'une partie d'une mission géotechnique type qu'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 donnant la coupe des sondages, les procès verbaux d'essais et les résultats des mesures.

*Cette mission d'exécution exclut toute activité d'étude ou 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 cadre géotechnique du site et préciser l'existence d'avoisinants ;
- 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 prédimensionnement.

*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)***

***Phase 1*** - *Définir une mission G 0 détaillée, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;*
- Fournir un rapport d'étude géotechnique donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte pour la justification du projet, et les principes généraux de construction des ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants).

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

*Cette étude sera reprise et détaillée lors de l'étude du 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'oeuvre.

***Phase 1*** - Définir si nécessaire une mission G 0 spécifique, en assurer le suivi et l'exploitation des résultats ;
- Fournir les notes techniques donnant les méthodes d'exécution retenues pour les ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, fondations, dispositions spécifiques vis-à-vis des nappes et avoisinants), avec certaines notes de calculs de dimensionnement, une approche des quantités, délais et coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques.

***Phase 2*** - Etablir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cadre de bordereau 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 (phasage, suivi, contrôle).

*Pour la maîtrise des incertitudes et aléas 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 sinistre***

- 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 soutènement, rabattement) 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 domaines géotechniques de l'ouvrage ;

***G 52 Sur un ouvrage avec sinistre***

- 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 envisageables.

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

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

GEOTEC

# UNION SYNDICALE GEOTECHNIQUE

## SCHEMA D'ENCHAINEMENT DES MISSIONS GEOTECHNIQUES

**(Extrait de la norme NFP 94-500)**

| Etapes 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 | **G0** | G 0 préliminaire si Nécessaire (1) | **G 5** | G 51 |
| **Avant projet** | | G 12 Etude de faisabilité géotechnique<br>Phase 1<br>Phase 2 | | G 0 détaillée indispensable (1) | | G 51 |
| **Projet**<br>**Assistance Contrat Travaux** | **G 2** | Etude de projet géotechnique<br>Phase 1<br>Phase 2 | | G 0 spécifique si nécessaire (1) | | G 51 |
| **Exécution** | **G 3** | Etude géotechnique d'exécution | | G 0 complémentaire<br>Si nécessaire (1) | | G 51 |
| | **G 4** | Suivi géotechnique d'exécution | | | | G 52 |
| **OUVRAGE EXISTANT** | | | | G 0 spécifique si nécessaire (1)<br>G 0 spécifique (1) | | G 51 : sans sinistre<br>G 52 : avec sinistre |

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

GEOTEC