



**Agence de TOULOUSE**  
18, Avenue de l'Europe  
Zone Artisanale du Terlon  
**31850 MONTRABE**  
**Tél. : 05-34-26-02-60 – Fax : 05-34-26-02-61**



**Siège Social**  
9 Boulevard de l'Europe  
**21800 QUETIGNY LES DIJON**  
**Tél. : 03 80 48 93 20 – Fax : 03 80 48 93 30**

**ETUDE GEOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G12)**

**2011/5495/TOULS/03**

**31 300 - TOULOUSE**

***Place du Docteur Baylac – CHU Purpan***

**Etude n°4 : Hôpital des Enfants, poste miroir 2**

**29 novembre 2011**

# Etude géotechnique d'avant projet (G12)

**Etude n°4 : Hôpital des Enfants, poste miroir 2**

**31 300 / TOULOUSE**

**Place du Docteur Baylac – CHU Purpan**

---

| N° AFFAIRE |            | 2011/5495/TOULS/03 |         | TP         | MISSION : G12 |                               |                 |
|------------|------------|--------------------|---------|------------|---------------|-------------------------------|-----------------|
| INDICE     | DATE       | Nbre de Pages      |         | ETABLI PAR | VERIFIE PAR   | MODIFICATIONS<br>OBSERVATIONS | APPROUVE<br>PAR |
|            |            | Texte              | Annexes |            |               |                               |                 |
| 0          | 29/11/2011 | 21                 | 7       | M.LAC      | G.ROUSSEL     | Première émission             | G.ROUSSEL       |
| A          |            |                    |         |            |               |                               |                 |
| B          |            |                    |         |            |               |                               |                 |

## **SOMMAIRE**

|   |    |
|---|----|
| I - CADRE DE L'INTERVENTION .....                             | 4  |
| I.1. INTERVENANTS .....                                       | 4  |
| I.2. PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET HYPOTHESES .....              | 4  |
| I.3. MISSIONS .....   | 5  |
| II - CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE .....   | 7  |
| II.1. LE SITE .....   | 7  |
| II.2. CONTENU DE LA RECONNAISSANCE .....                      | 7  |
| II.3. IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES .....          | 7  |
| III - CADRE GEOLOGIQUE - RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE ..... | 8  |
| III.1. NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS .....              | 8  |
| III.2. RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES .....                 | 9  |
| III.3. HYDROGEOLOGIE .....                                    | 9  |
| IV.1. FONDATION DES STRUCTURES .....                          | 10 |
| - Principe de Fondation – niveaux d'assise .....              | 10 |
| - Contrainte limites de calcul (DTU 13-12 mars 1988) .....    | 10 |
| - Tassements .....  | 10 |
| - Dispositions constructives .....                            | 11 |
| - Sujétions d'exécution .....                                 | 11 |
| - Contrôles .....   | 11 |
| IV.1. TERRASSEMENTS .....                                     | 12 |
| - Extraction .....  | 12 |
| - Stabilité des talus et des avoisinants .....                | 12 |
| - Sujétions d'exécution .....                                 | 13 |
| IV.2. MISE HORS D'EAU .....                                   | 13 |
| - Phase provisoire .....                                      | 13 |
| - Phase définitive .....                                      | 13 |
| V - RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET .....     | 14 |
| CONDITIONS D'UTILISATION DU PRESENT DOCUMENT .....            | 15 |
| ANNEXES .....   | 18 |
| Annexe 1 : Plan de situation .....                            | 19 |
| Annexe 2 : Plan d'implantation .....                          | 23 |
| Annexe 3 : Sondages .....                                     | 25 |

## I - CADRE DE L'INTERVENTION

### I.1. INTERVENANTS

A la demande et pour le compte du CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DE TOULOUSE – Hôtel Dieu Saint Jacques – Pôle PISTE – 2, Rue Viguerie – TSA 80 035 – 31 059 TOULOUSE Cedex 9, GEOTEC a réalisé la présente étude sur le site suivant :

- i **Projet de construction d'un poste électrique au niveau du sous-sol de l'Hôpital des Enfants (étude n° 4) dans le cadre de l'opération relative à la mise à niveau des installations électriques de l'Hôpital de Purpan, commune de TOULOUSE (31 300).**

Les autres intervenants connus au moment de l'étude sont les suivants :

- i Maître d'Œuvre : IOSIS Sud-Ouest – 31 200 TOULOUSE.

### I.2. PROJET, DOCUMENTS REÇUS ET HYPOTHESES

Les documents suivants ont été mis à la disposition de GEOTEC :

| <i>Documents</i>  | <i>Emetteur</i> | <i>Référence</i>                       | <i>Date</i> | <i>Echelle</i> | <i>Cote altimétrique</i> | <i>Remarque</i>  |
|---|-----------------|--|-------------|----------------|--------------------------|------------------|
| Localisation des lieux d'intervention                       | CHU<br>PURPAN   | 4594/4235<br>PRO 001 A<br>1/10         | Juin 11     | -              | Non                      | CCTP             |
| Plan de masse   |                 | 4594/4235<br>PRO 001 A<br>8/10         | Juin 11     | -              | Non                      | CCTP             |
| Détail d'implantation                                       |                 | 4594/4235<br>PRO 001 A<br>9/10         | Juin 11     | -              | Non                      | CCTP             |
| Plan des existants et des réseaux (repère et accessibilité) |                 | -                                      | -           | -              | Non                      | Mail du 11.10.11 |
| Hôpital des Enfants - Plan d'ensemble                       |                 | 4594/4235<br>PUR DCE<br>PI 0008<br>1/6 | 22.06.11    | 1/50           | Non                      | Mail du 16.11.10 |
| Poste miroir 2 – plan de détail                             |                 | 4594/4235<br>PUR DCE<br>PI 0008<br>4/6 | 22.06.11    | 1/50           | Non                      |                  |
| Poste miroir 2 – plan général                               |                 | 4594/4235<br>PUR DCE<br>PI 0008<br>5/6 | 22.06.11    | 1/200          | Non                      |                  |

Remarque : toutes les abréviations utilisées dans ce rapport sont conformes à la norme XP 94-010 hormis les suivantes :

- i Rd : résistance dynamique apparente (formule des Hollandais) ;
- i RDC : rez de chaussée ;
- i SS : sous-sol ;
- i TA : terrain actuel.

Le projet consiste en la construction d'un poste miroir au niveau du sous-sol de l'Hôpital des Enfants dans le volume du vide sanitaire accessible existant, entre les poteaux existant, comprenant 1 local HTA (cellules + 1 transformateur HT/BT 1000kVA) et un local BTA (tableau Général Basse Tension). Le projet prévoit un dallage au sol et de une enveloppe des locaux en murs coupe-feu 2 heures.

Les deux éléments ont une emprise au sol de 27m<sup>2</sup> et 33m<sup>2</sup> environ, et une élévation de 2.70m.

Les niveaux finis sont prévus au niveau du plancher bas du sous-sol et ponctuellement à -0.60 et -0.80m/SS.

En l'absence d'éléments précis, les charges transmises par la structure sont supposées être limitées à :

- i 10 kN / m<sup>2</sup> pour les dallages (e 1 t/m<sup>2</sup>).

Ces charges devront être calculées avec précision par le BET Structures ou l'entreprise, et transmises à GEOTEC si elles diffèrent de celles prises par hypothèse.

### **I.3. MISSIONS**

Conformément à son offre Réf. **2011/5495/TOULS** du **25.08.11**, GEOTEC a reçu pour mission de réaliser des missions d'ingénierie dans le cadre de l'opération relative à la mise niveau des installations électriques de l'Hôpital de Purpan.

En particulier, concernant l'étude n°4, objet du présent rapport, il est demandé une mission G2 permettant de définir les caractéristiques géotechniques des sols rencontrés et de définir les caractéristiques hydrogéologiques des terrains.

Compte tenu de l'avancée du projet (absence de descentes de charges à ce jour), il a été convenu la réalisation d'une mission G12 avec le représentant du Maître d'Ouvrage en Semaine 46.

Aussi, cette étude repose sur des investigations géotechniques réalisées par GEOTEC et correspond à la mission G12 d'étude géotechnique d'avant-projet selon les termes de la norme NF P 94-500 révisée en décembre 2006, relative aux missions géotechniques (extraits joints).

Il est rappelé que la mission d'étude géotechnique d'avant-projet (G12) doit être complétée par une mission G2 d'étude géotechnique de projet puis par des missions G3 (étude et suivi géotechniques d'exécution) et G4 (supervision géotechnique d'exécution) afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours d'exécution ou après réception des ouvrages. GEOTEC reste à disposition des intervenants, et notamment de l'équipe de maîtrise d'œuvre, pour l'exécution des missions complémentaires G2 et G4, la mission G3 étant généralement réalisée par les entreprises de travaux.

L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les « *Conditions d'utilisation du présent document* » données en fin de rapport.

Rappelons que nos conclusions sur les différentes études n° 1 à n°5 définies dans le marché sont consignées dans les rapports suivants :

- i Etude n°1 : Réalisation de 2 cuves de stockage de fioul enterrées à proximité de la centrale d'énergie : rapport GEOTEC 2011/4595/TOULS
- i Etude n°2 : Construction d'un poste électrique préfabriqué « PS Nord » à proximité du bâtiment « Cuisine Nord » (Purpan Haut) : rapport GEOTEC 2011/4595/TOULS/01
- i Etude n°3 : Démolition du bâtiment « GE Nord + incinérateur » et travaux de consolidation des terrains voisins : rapport GEOTEC 2011/4595/TOULS/02
- i Etude n°4 : Construction d'un poste électrique au niveau du sous-sol de « l'Hôpital des Enfants » (Purpan bas) : rapport GEOTEC 2011/4595/TOULS/03
- i Etude n°5 : Construction d'un mur écran en limite du « Poste de livraison 63kV » (Purpan Haut) : rapport GEOTEC 2011/4595/TOULS/04.

\*

\*      \*

## II - CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

### II.1. LE SITE

Le site étudié se situe dans l'enceinte du CHU Purpan à TOULOUSE (31 300).

C'est actuellement une zone du sous-sol non aménagée, dont le sol est stabilisé par une couche de forme.

La zone du projet est sensiblement plate.

Le sous-sol du bâtiment est semi-enterré. Aussi, les sondages réalisés à l'intérieur du sous-sol (PD41 et PD41bis) et le sondage réalisé à l'extérieur du bâtiment (SP41) se situent sensiblement au même niveau.

### II.2. CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

La campagne de reconnaissance a consisté en l'exécution de :

- i **1 sondage pressiométrique (SP41)** réalisé en diamètre 63 mm. La sondeuse utilisée est de marque GEOTEC type TB225.

Ce sondage a atteint une profondeur de 10.00m/TA. Les essais pressiométriques ont été répartis sur la hauteur.

- i **2 essais au pénétromètre dynamique (PD41 et PD41bis)** poussés au refus observé à 0.30m/TA. Ils ont été réalisés à l'aide d'un pénétromètre dynamique de type B.

Ces essais ont permis de mesurer en continu la résistance mécanique de chaque horizon traversé. Cette résistance s'interprète en termes d'homogénéité et de portance du sol.

### II.3. IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES

La position des sondages et essais figure sur le schéma d'implantation en annexe.

L'implantation a été réalisée au mieux des conditions d'accès et au mieux de la précision des plans remis pour la campagne de reconnaissance.

Compte tenu de la hauteur sous-plafond du vide sanitaire, le sondage pressiométrique a été réalisé à l'extérieur du bâtiment, du côté des quais de chargement, en évitant les zones de réseaux.

Les profondeurs sont comptées par rapport au Terrain Actuel.

\*

\*      \*

### III - CADRE GEOLOGIQUE - RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE

D'après la carte géologique de TOULOUSE Ouest et notre connaissance de ce secteur, la géologie attendue est la suivante :

- i Alluvions de la basse terrasse de la Garonne
- i Substratum molassique

#### III.1. NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS

La campagne de reconnaissance a mis en évidence les formations suivantes :

- i **Une couche de forme** observée visuellement au niveau du sous-sol.

Les essais pénétrométriques ne permettent pas de définir la lithologie du site ; toutefois, l'interprétation des essais met en évidence la présence d'une couche de forme compactée ( $R_d = 46 \text{ MPa}$ ) sur au moins 0.30m/SS, profondeur de refus des pénétromètres ( $R_d > 100 \text{ MPa}$ ).

- i **De la terre végétale puis des limons argileux** identifiés en SP41, à l'extérieur du bâtiment, jusqu'à une profondeur de 0.90m/TA.
- i **Des remblais composés de graves limono-argileuses avec des briquettes** identifiés en SP41 à partir de 0.90m/TA et jusqu'à une profondeur de 1.40m/TA.

Ses caractéristiques mécaniques sont :

$$\begin{aligned} p_l^* &= 0.16 \text{ MPa (1 seule mesure)} \\ E_M &= 3.58 \text{ MPa (1 seule mesure)} \end{aligned}$$

- i **Des argiles et limons à graviers** identifiés à partir de 1.40m/TA et jusqu'à une profondeur de 7.80m/TA.

Ses caractéristiques mécaniques sont :

$$\begin{aligned} 2.18 &\} p_l^* \} 2.96 \text{ MPa} \\ 17.3 &\} E_M \} 9.11 \text{ MPa} \end{aligned}$$

- i **Des marnes argileuses** identifiées à partir de 7.80m/TA et jusqu'à une profondeur de 10.00m/TA.

Ses caractéristiques mécaniques sont :

$$\begin{aligned} p_l^* &= 4.40 \text{ MPa (1 seule mesure)} \\ E_M &= 31.2 \text{ MPa (1 seule mesure)} \end{aligned}$$



### III.2. RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

La commune de TOULOUSE a fait l'objet de plusieurs arrêtés de catastrophes naturelles concernant les inondations, coulées de boue et mouvement de terrain consécutifs à la sécheresse.

Le terrain se situe en zone :

- i d'aléas 1 (très faible) selon le décret n°**2010-1255** du 22 octobre 2010 relatif à la prévention des risques sismiques, applicable au 1<sup>er</sup> mai 2011.
- i de sensibilité très faible concernant le risque de remontée de nappe dans le sol d'après la carte des risques du BRGM.
- i d'aléas faibles mais non nuls concernant le retrait-gonflement des argiles, d'après la carte des risques du BRGM.

Le terrain ne se situe pas en zone inondable selon les données du CIZI.

### III.3. HYDROGEOLOGIE

Lors de notre campagne de reconnaissance (*octobre 2011*), nous n'avons pas observé d'arrivée d'eau dans les sondages.

Ces relevés ayant un caractère ponctuel et instantané, ils ne permettent pas de préciser l'ensemble des circulations d'eau qui peuvent se produire en période pluvieuse.

Compte tenu du contexte géologique, il doit exister une nappe au sein des formations alluviales subissant les variations saisonnières.

\*

\* \*

## IV. ETUDE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

Le projet consiste en la construction d'un poste miroir au niveau du sous-sol de l'Hôpital des Enfants dans le volume du vide sanitaire accessible existant, entre les poteaux existant, comprenant 1 local HTA (cellules + 1 transformateur HT/BT 1000kVA) et un local BTA (tableau Général Basse Tension). Le projet prévoit un dallage au sol et de une enveloppe des locaux en murs coupe-feu 2 heures.

Les deux éléments ont une emprise au sol de 27m<sup>2</sup> et 33m<sup>2</sup> environ, et une élévation de 2.70m.

Les niveaux finis sont prévus au niveau du plancher bas du sous-sol et ponctuellement à -0.60 et -0.80m/SS.

### IV.1. FONDATION DES STRUCTURES

#### - Principe de Fondation – niveaux d'assise

Compte tenu des caractéristiques de l'ouvrage, la fondation sera constituée par des **radiers porteurs rigides** sollicitant les **argiles et limons à graviers** reconnus à partir de 1,4 m/TA en SP41 par l'intermédiaire d'une couche de forme, à condition que la structure permette une bonne répartition des charges.

#### - Contrainte limites de calcul (*DTU 13-12 mars 1988*)

Compte tenu des éléments du projet connus (hypothèses formulées au § I.2 ....), la contrainte moyenne développée par le radier sera d'environ :

$$q = 0.01 \text{ MPa ( 10 kPa)}$$

Cette contrainte moyenne correspond à un coefficient de sécurité vis-à-vis de la rupture de :

$$F \gg 3$$

Lors des études de projet, il conviendra de s'assurer que les concentrations de contraintes (refends, appuis isolés ...) conduisent à des déformations admissibles pour la structure.

#### - Tassements

Moyennant une exécution soignée de la couche de forme, et pour les hypothèses de charges, les tassements théoriques estimés dans les terrains en place sous les charges de la structure seront inférieurs au centimètre.

## - Dispositions constructives

La garde au gel et à la sécheresse seront assurées par le confinement à l'intérieur du bâtiment existant.

**Le plan de fondation sera conçu de manière à éviter les affouillements sous les existants et les tassements par influence.**

**Lors de la mission d'exécution, des sondages de reconnaissance des fondations existantes des poteaux seront menés afin d'adapter le plan de fondation ou le mode d'exécution des terrassements en conséquence et de prendre en compte le report des charges du radier sur les fondations des poteaux isolés.**

## - Sujétions d'exécution

Le radier sera mis en place après décapage de la couche de forme existante puis purge des éventuels remblais gravelo-limono-argileux observés en SP41 jusqu'à 1,40 m/TA et après la mise en œuvre **d'une couche de forme d'une épaisseur minimale de 0.30m débordant d'autant du radier ou d'un remblai technique dans le cas d'une purge.**

**On s'assurera que le sol d'assise des fondations est homogène sous l'ensemble de l'ouvrage.**

**Un contrôle du fonds de forme ainsi découvert sera nécessaire afin de définir d'éventuelles purges supplémentaires en cas d'hétérogénéité des sols.**

Après mise à niveau du fond de forme, celui-ci sera reconditionné. Son compactage sera adapté à la nature du sol et aux conditions climatiques au moment des travaux. Ceux-ci devront être réalisés dans de bonnes conditions météorologiques. Si des pluies se produisent pendant les travaux ou si les précipitations sont abondantes durant la période précédant les travaux, des adaptations seront nécessaires (*cloutage du fond de forme, drainage, traitement à la chaux, etc.*) pouvant engendrer un surcoût non négligeable.

On veillera également à purger toute poche de moindre consistance ou de remblai impropre détectée lors des terrassements. Rappelons que des remblais gravelo-limono-argileux ont été observés jusqu'à 1,40 m/TA en SP41.

Le béton de propreté du radier sera coulé sur la couche de forme propre (*passant à  $80\mu < 5\%$* ) bien graduée ( *$ES > 30$ , et compris dans le fuseau de Talbot*) compactée au minimum à 95 % de l'OPM.

Dans le cas d'un remblai technique d'une épaisseur plus importante, celui-ci sera mis en œuvre par couches soigneusement compactées et contrôlées selon le GTR.

## - Contrôles

La couche de forme sera réceptionnée par essais à la plaque, selon le mode opératoire LCPC avec comme valeurs cibles\* :

$$K_w > 50 \text{ MPa/m}$$

\* ou valeurs à définir par le concepteur.

## IV.1. TERRASSEMENTS

Les niveaux finis sont prévus au niveau du plancher bas du sous-sol et ponctuellement à -0.60 et -0.80m/SS. Par ailleurs, l'horizon d'assise a été reconnu à -1.40m/TA en SP41 (à l'extérieur du bâtiment). Aussi des terrassements en déblai d'environ 1.50m/TA au maximum sont à prévoir.

### - Extraction

Dans les sols meubles (*remblais gravelo-limono-argileux, argiles à graviers*) les travaux de terrassement ne poseront pas de problèmes particuliers d'exécution. Les déblais pourront être extraits par des engins à lame ou à godet.

Dans les formations compactes (*remblai technique existant dans le sous-sol*), les travaux de terrassement nécessiteront l'emploi d'engins de forte puissance (*BRH par exemple*).

Dans tous les cas, la méthodologie mise en œuvre devra tenir compte des avoisinants. Si nécessaire, une étude de vibrations sera menée.

### - Stabilité des talus et des avoisinants

Le mode d'exécution des terrassements dépend étroitement des conditions environnementales (zone d'influence géotechnique) et notamment :

- i du niveau d'assise des mitoyens pouvant nécessiter la réalisation de fouilles blindées ;
- i de l'espace libre disponible pour envisager éventuellement une solution talutage ;

Avant tout démarrage des travaux, il est impératif de faire réaliser un diagnostic de la structure de l'existant par un bureau d'études structures ; il définira le cas échéant les confortements ou précautions à prendre, nécessaires à la réalisation des travaux.

Un référé préventif sera établi avant le début des travaux. Il permettra de relever tous les désordres de constructions existants.

**Des talus en déblai provisoires secs et non surchargés en tête**, d'une hauteur maximale de 1.50m, pourront être terrassés selon une pente de 3H/2V (3 horizontalement pour 2 verticalement) dans **les remblais techniques et les éventuels remblais limono-argileux avec briquettes**.

**Si l'environnement du site ne permet pas ce talutage au large, ou si des ouvrages se situent dans la zone d'influence du talus, on prévoira un ouvrage de soutènement.**

**En phase définitive, les murs adossés au terrain seront calculés en soutènement.**

### **- Sujétions d'exécution**

Les règles de l'art seront respectées et notamment :

- i drainage permanent de la plate-forme (*gravitaire, tranchées, pompage ...*) ;
- i protection des talus en phase provisoire ;

## **IV.2. MISE HORS D'EAU**

### **- Phase provisoire**

Lors de notre intervention (*octobre 2011*), nous n'avons pas observé de niveau d'eau dans les sondages.

Cependant, en fonction de la date de réalisation des terrassements, des arrivées d'eau sont possibles au sein des veines plus sableuses. Un pompage provisoire pourra alors être nécessaire afin d'épuiser ces venues d'eau et d'assécher les fouilles.

### **- Phase définitive**

Toute infiltration d'eau au niveau des fondations sera proscrite. Pour ce faire, les eaux de ruissellement et de toiture seront soigneusement collectées (gouttières, contre-pente, ...) et évacuées vers un exutoire dimensionné de manière suffisante et implanté de manière non dangereuse pour les existants et avoisinants.

\*

\* \*

## V - RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET

Le présent rapport constitue le compte rendu et fixe la fin de la mission d'étude géotechnique d'avant-projet. Cette mission G12 confiée à GEOTEC a permis de donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte en fonction des données fournies et des résultats des investigations, et présente certains principes d'adaptation au sol des ouvrages géotechniques.

Les principales incertitudes qui subsistent concernent notamment :

- i le calage altimétrique du projet,
- i les descentes de charge,
- i la faisabilité des radiers vis-à-vis de l'impact sur les fondations existantes (étude spécifique à mener),
- i l'épaisseur de la couche de forme à purger et les variations possibles de faciès en tête des argiles et limons à graviers (refus du pénétromètre léger utilisé dans le sous-sol) conduisant à des purges supplémentaires et à la réalisation d'un remblai technique pour rattraper les hors-profils.

Ces incertitudes peuvent avoir une incidence importante sur le coût final des ouvrages géotechniques : il conviendra d'en tenir compte lors de la mise au point du projet.

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

## CONDITIONS D'UTILISATION DU PRESENT DOCUMENT

1. **GEOTEC** ne peut être en aucun cas tenu à une obligation de résultats car les prestations d'études et de conseil sont réputées incertaines par nature, **GEOTEC** n'est donc tenu qu'à une obligation de moyens.
2. Le présent document et ses annexes constituent un tout indissociable. Les interprétations erronées qui pourront en être faites à partir d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la Société **GEOTEC**. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.
3. Toute modification du projet initial concernant la conception, l'implantation, le niveau ou la taille de l'ouvrage devra être signalée à **GEOTEC**. En effet, ces modifications peuvent être de nature à rendre caducs certains éléments ou la totalité des conclusions de l'étude.
4. Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, **GEOTEC** a été amené dans le présent document à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Maître d'Ouvrage ou à son Maître d'Œuvre, de communiquer par écrit ses observations éventuelles à **GEOTEC** sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison être reproché à **GEOTEC** d'avoir établi son étude pour le projet décrit dans le présent document.
5. Les moyens techniques à la disposition de **GEOTEC** pour la présente étude ne permettent d'obtenir qu'une identification ponctuelle des sols, sur les seuls lieux d'implantation des sondages mentionnés ci-avant, lesquels portent sur une profondeur limitée.

En conséquence, 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, cavene de dissolution, hétérogénéité localisée, venue d'eau, pollution, etc.) peuvent rendre caduques les conclusions du présent document en tout ou en partie.

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 et ceci dans le cadre de missions complémentaires.

6. Pour les raisons développées au § 4, et sauf stipulation contraire explicite de la part de **GEOTEC**, l'utilisation de la présente étude pour chiffrer, à forfait ou non, le coût de tout ou partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager la responsabilité de **GEOTEC**. Une mission G2 d'étude géotechnique de projet minimum est nécessaire pour estimer des quantités, coûts et délais d'ouvrages géotechniques.
7. **GEOTEC** ne pourrait être rendu responsable des modifications apportées à la présente étude sans son consentement écrit.
8. 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 **GEOTEC** lorsqu'elle est chargée d'une mission G4 de supervision géotechnique d'exécution. 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 de l'étude. Elle donne lieu à l'établissement d'un compte-rendu.
9. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (*qu'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 comptées 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.
10. Hydrogéologie : les relevés des venues d'eau dans les sondages ont un caractère ponctuel et instantané.
11. Le Maître d'Ouvrage devra informer **GEOTEC** de la date de Déclaration Réglementaire d'Ouverture du Chantier (*DROC*) et faire réactualiser le présent document en cas d'ouverture de chantier plus de 2 ans après la date d'établissement du présent document. De même il est tenu d'informer **GEOTEC** du montant global de l'opération et de la date prévisible de réception de l'ouvrage.

## EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500 REVISEE EN 2006

### Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Tout ouvrage est en interaction avec son environnement géotechnique. C'est pourquoi, au même titre que les autres ingénieries, l'ingénierie géotechnique est une composante de la maîtrise d'œuvre indispensable à l'étude puis à la réalisation de tout projet.

Le modèle géologique et le contexte géotechnique général d'un site, définis lors d'une mission géotechnique préliminaire, ne peuvent servir qu'à identifier des risques potentiels liés aux aléas géologiques du site. L'étude de leurs conséquences et leur réduction éventuelle ne peut être faite que lors d'une mission géotechnique au stade de la mise au point du projet : en effet les contraintes géotechniques de site sont conditionnées par la nature de l'ouvrage et variables dans le temps, puisque les formations géologiques se comportent différemment en fonction des sollicitations auxquelles elles sont soumises (géométrie de l'ouvrage, intensité et durée des efforts, cycles climatiques, procédés de construction, phasage des travaux notamment).

L'ingénierie géotechnique doit donc être associée aux autres ingénieries, à toutes les étapes successives d'étude et de réalisation d'un projet, et ainsi contribuer à une gestion efficace des risques géologiques afin de fiabiliser le délai d'exécution, le coût réel et la qualité des ouvrages géotechniques que comporte le projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions types d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Les éléments de chaque mission sont spécifiés dans les chapitres 7 à 9. Les exigences qui y sont présentées sont à respecter pour chacune des missions, en plus des exigences générales décrites au chapitre 5 de la présente norme. L'objectif de chaque mission, ainsi que ses limites, sont rappelés en tête de chaque chapitre. Les éléments de la prestation d'investigations géotechniques sont spécifiés au chapitre 6.

**TABLEAU 1 – SCHEMA D'ENCHAINEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE**

| Étape           | Phase d'avancement du projet                               | Missions d'ingénierie géotechnique            | Objectifs en termes de gestion des risques liés aux aléas géologiques                   | Prestations d'investigations géotechniques *         |
|-----------------|--|---|---|--|
| 1               | Étude préliminaire<br>Étude d'esquisse                     | Étude géotechnique préliminaire de site (G11) | Première identification des risques   | Fonction des données existantes                      |
|                 | Avant projet   | Étude géotechnique d'avant-projet (G12)       | Identification des aléas majeurs et principes généraux pour en limiter les conséquences | Fonction des données existantes et de l'avant-projet |
| 2               | Projet<br>Assistance aux Contrats de Travaux (ACT)         | Étude géotechnique de projet (G2)             | Identification des aléas importants et dispositions pour en réduire les conséquences    | Fonction des choix constructifs                      |
| 3               | Exécution  | Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) | Identification des aléas résiduels et dispositions pour en limiter les conséquences     | Fonction des méthodes de construction mises en œuvre |
|                 |  | Supervision géotechnique d'exécution (G4)     |   | Fonction des conditions rencontrées à l'exécution    |
| Cas particulier | Étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques | Diagnostic géotechnique (G5)                  | Analyse des risques liés à ce ou ces éléments géotechniques                             | Fonction de la spécificité des éléments étudiés      |

\* NOTE : à définir par l'ingénierie géotechnique chargée de la mission correspondante



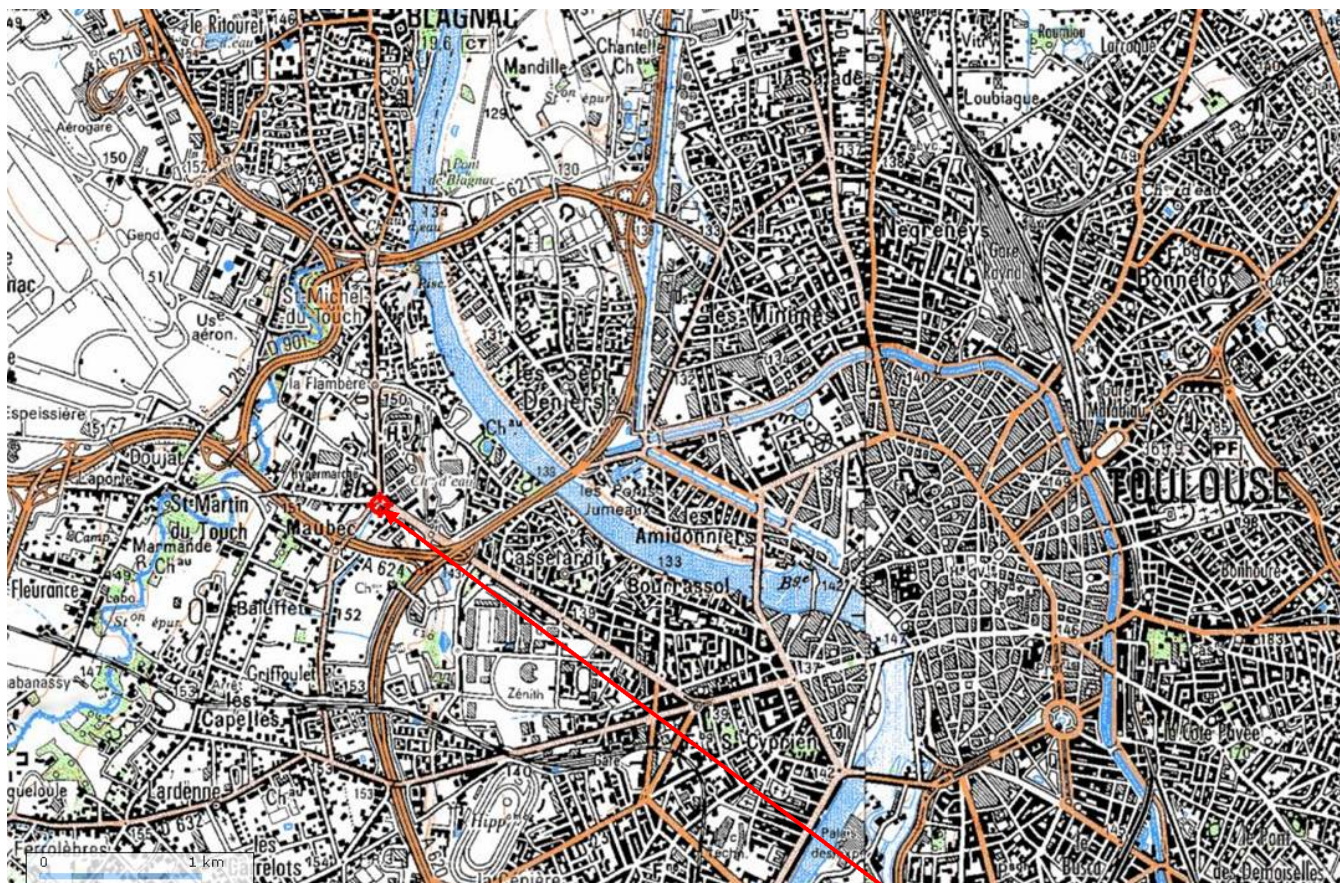
## TABLEAU 2 - CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

|  |
|--|
| <p>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.</p>   |
| <p><b>ETAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PREALABLES (G1)</b><br/>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.</p> <p><b>ETUDE GEOTECHNIQUE PRELIMINAIRE DE SITE (G11)</b><br/>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire ou d'esquisse et permet une première identification des risques géologiques d'un site :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique spécifique du site et l'existence d'avoisinants.</li> <li>- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>- Fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, certains principes généraux d'adaptation du projet au site et une première identification des risques.</li> </ul> <p><b>ETUDE GEOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G12)</b><br/>Elle est réalisée au stade d'avant projet et permet de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>- 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).</li> </ul> <p>Cette étude sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).</p>  |
| <p><b>ETAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (G2)</b><br/>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.</p> <p><b>Phase Projet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>- 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.</li> <li>- Fournir une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques et une identification des conséquences des risques géologiques résiduels.</li> </ul> <p><b>Phase Assistance aux Contrats de Travaux</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etablir 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).</li> <li>- Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres.</li> </ul>  |
| <p><b>ETAPE 3 : EXECUTION DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES (G3 et G4, distinctes et simultanées)</b></p> <p><b>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)</b><br/>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.</p> <p><b>Phase Etude</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>- Etudier 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.</li> </ul> <p><b>Phase Suivi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suivre le programme d'auscultation et l'exécution des ouvrages géotechniques, déclencher si nécessaire les dispositions constructives prédéfinies en phase Etude.</li> <li>- 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).</li> <li>- Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques.</li> </ul> <p><b>SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</b><br/>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.</p> <p><b>Phase Supervision de l'étude d'exécution</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li> </ul> <p><b>Phase Supervision du suivi d'exécution</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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.</li> </ul> |
| <p><b>DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)</b><br/>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>- Etudier 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.</li> </ul> <p>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.</p>   |


## **ANNEXES**

- Annexe 1 : PLAN DE SITUATION
- Annexe 2 : PLAN D'IMPLANTATION
- Annexe 3 : SONDAGES

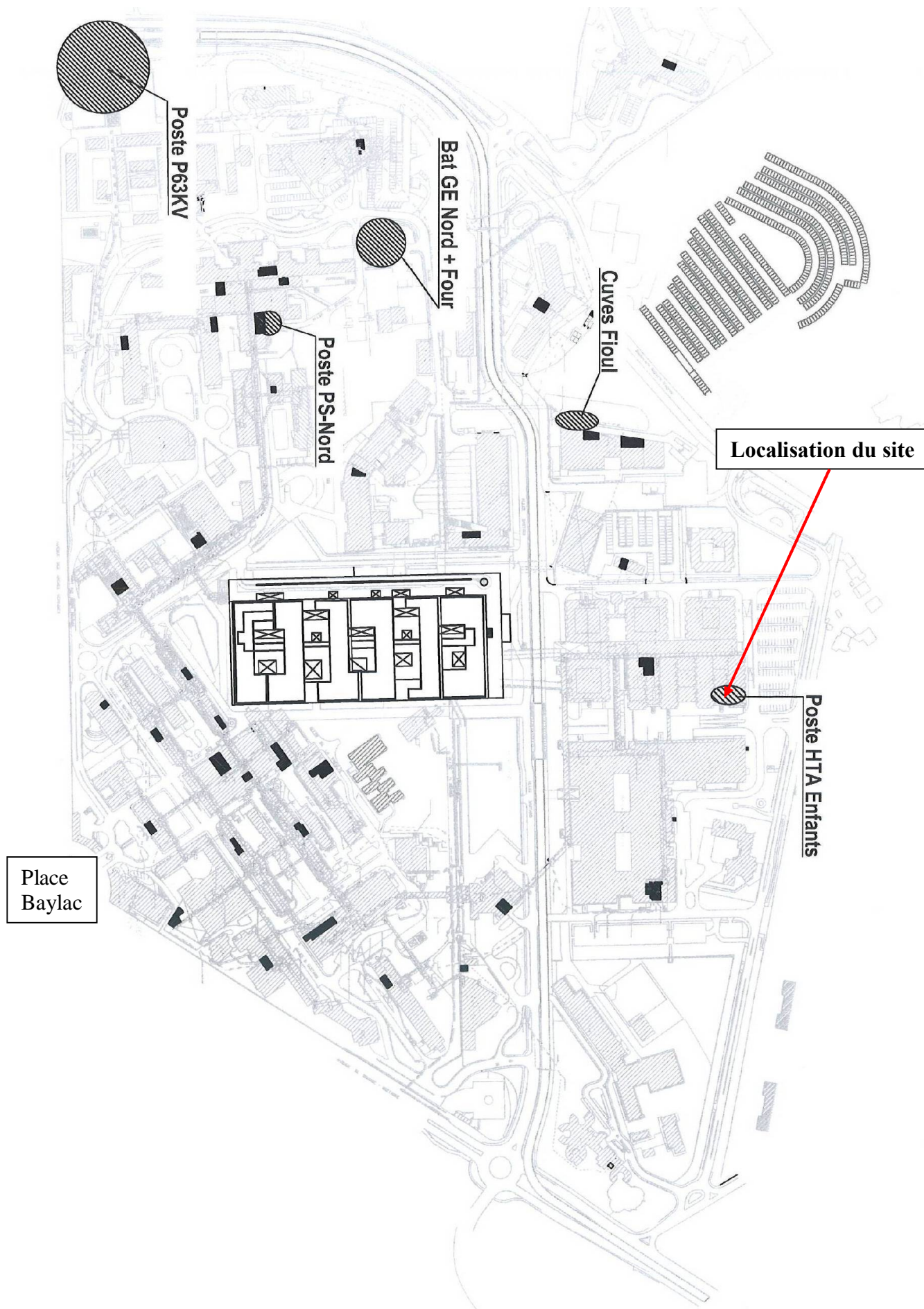
## **Annexe 1 : Plan de situation**




Localisation du site


|   |   |                             |                            |              |
|---|---|-----------------------------|----------------------------|--------------|
|  | 2011/5495/TOULS/03<br>TOULOUSE – CHU Purpan | Annexe                      | Adresse                    | Date         |
|   | Hôpital des Enfants : Poste<br>miroir 2     | <i>Plan de localisation</i> | Place du Docteur<br>Baylac | Nov.<br>2011 |



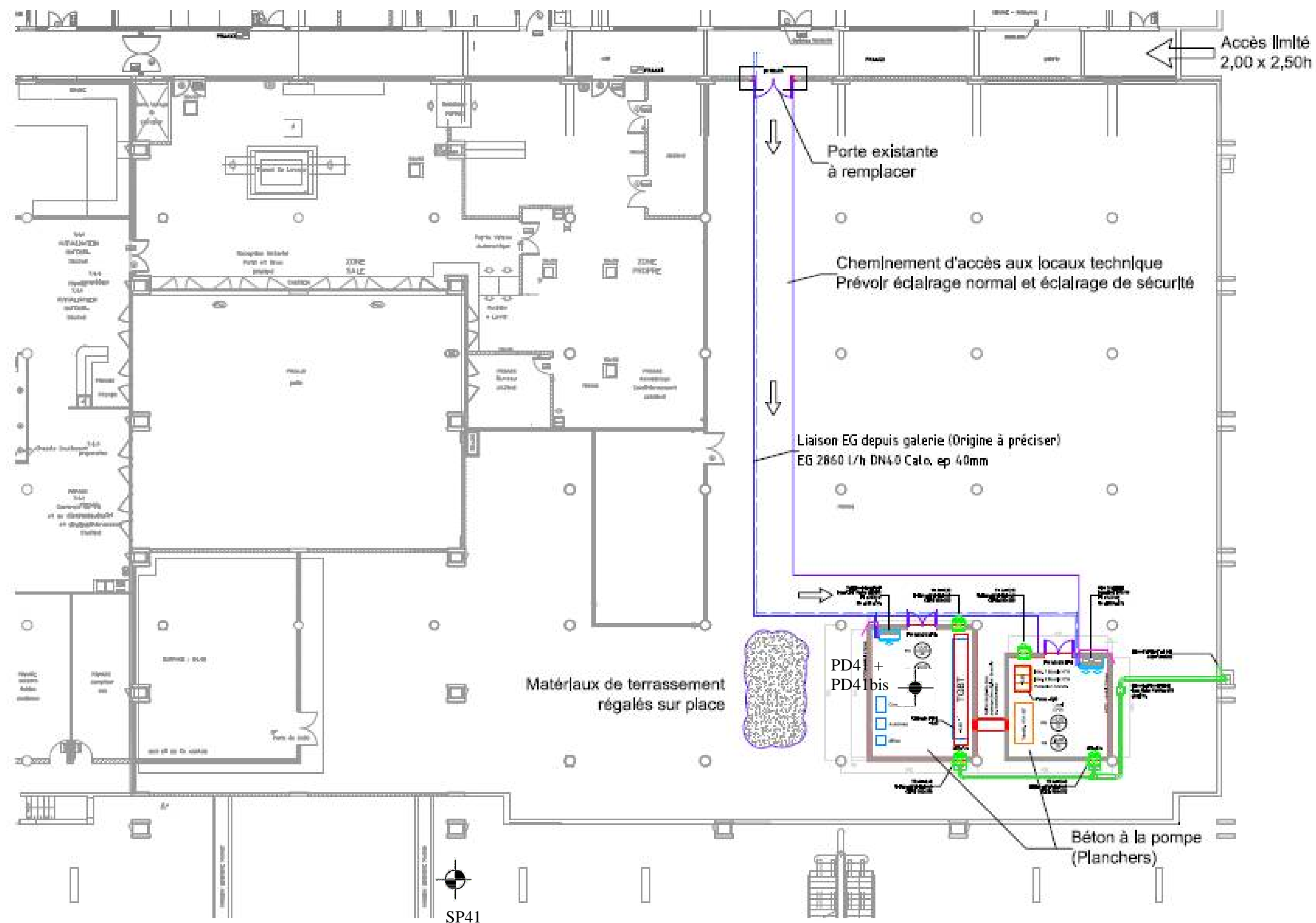






|   |   |                               |                         |           |
|---|---|-------------------------------|-------------------------|-----------|
|  | 2011/5495/TOULS/03<br>TOULOUSE – CHU Purpan | Annexe                        | Adresse                 | Date      |
|   | Hôpital des Enfants – Poste miroir 2        | <i>Plan de localisation 2</i> | Place du Docteur Baylac | Nov. 2011 |



|   |   |                               |                         |           |
|---|---|-------------------------------|-------------------------|-----------|
| <br>La Géotechnique partenaire<br>Agence de TOULOUSE | 2011/5495/TOULS/03<br>TOULOUSE – CHU Purpan | Annexe                        | Adresse                 | Date      |
|   | <b>Hôpital des Enfants – Poste miroir 2</b> | <i>Plan de localisation 3</i> | Place du Docteur Baylac | Nov. 2011 |

## **Annexe 2 : Plan d'implantation**



|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|  Sondage géologique et pressiométrique                |  Essai de pénétration dynamique | Echelle approximative : 1/200   |  |
| <br>LA GÉOTECHNIQUE PARTENAIRE<br>Agence de TOULOUSE | Affaire<br><b>2011/5495/TOULS/01</b>   | <b>TOULOUSE – CHU Purpan</b><br><b>Poste électrique préfabriqué « PS NORD »</b> | Annexe<br><i>Plan d'implantation des sondages</i><br>Date<br>Nov. 2011                |

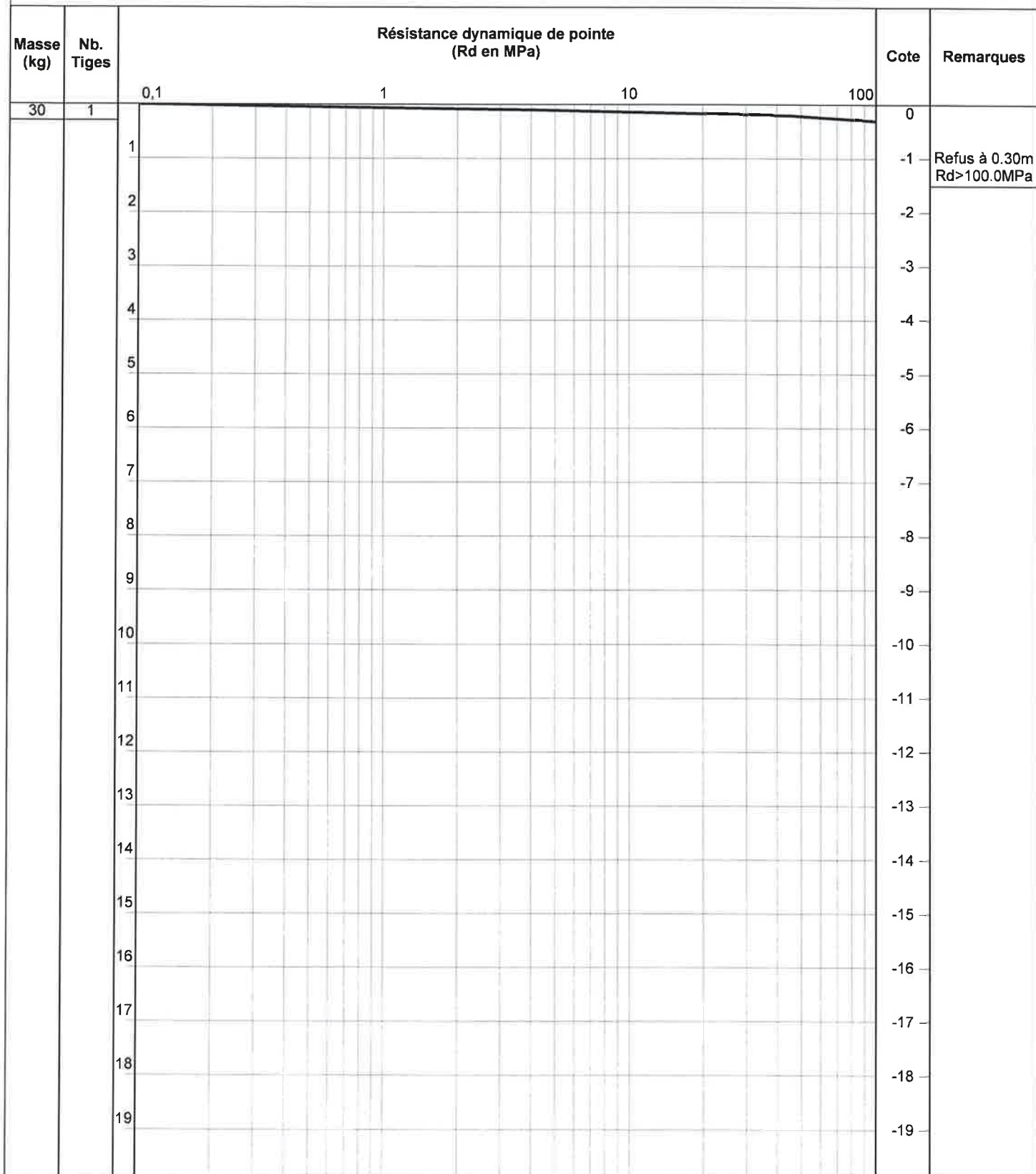


## **Annexe 3 : Sondages**

| Cote   | Prof. | Nature du terrain                                    | Eau   | Outil     | Prof | Module<br>pressiométrique<br>EM (MPa) | Pression de<br>fluage<br>p <sub>f</sub> * (MPa) | Pression<br>limite<br>p <sub>l</sub> * (MPa) | EM/p <sub>l</sub> * |
|--------|-------|--|-------|-----------|------|---------------------------------------|---|--|---------------------|
| 0,00   | 0,00  |  |       |           |      | 0,1 1 10 100 1000                     | 0,1 1 10 100                                    | 0,1 1 10 100                                 |                     |
|        |       | TVG puis limons argileux                             | NEANT | TAR<br>63 | 0    |                                       |   |  |                     |
| -0,90  | 0,90  |  |       |           | 1    | 3,58                                  | 0,16  | 0,16   | 22                  |
| -1,40  | 1,40  | Graves limono-argileuse avec<br>briques (remblais ?) |       |           | 2    | 12,0                                  | 1,06  | 1,80   | 7                   |
|        |       | Argiles et limons à graviers                         |       |           | 3    |                                       |   |  |                     |
|        |       |  |       |           | 4    |                                       |   |  |                     |
|        |       |  |       |           | 5    | 16,1                                  | 1,78  | 2,43   | 7                   |
|        |       |  |       |           | 6    |                                       |   |  |                     |
|        |       |  |       |           | 7    |                                       |   |  |                     |
| -7,80  | 7,80  |  |       |           | 8    |                                       |   |  |                     |
|        |       | Marnes argileuses                                    |       |           | 9    | 31,2                                  | 2,59  | 4,40   | 7                   |
|        |       |  |       |           | 10   |                                       |   |  |                     |
| -10,00 | 10,00 |  |       |           | 11   |                                       |   |  |                     |
|        |       |  |       |           | 12   |                                       |   |  |                     |
|        |       |  |       |           | 13   |                                       |   |  |                     |
|        |       |  |       |           | 14   |                                       |   |  |                     |
|        |       |  |       |           | 15   |                                       |   |  |                     |
|        |       |  |       |           | 16   |                                       |   |  |                     |
|        |       |  |       |           | 17   |                                       |   |  |                     |
|        |       |  |       |           | 18   |                                       |   |  |                     |
|        |       |  |       |           | 19   |                                       |   |  |                     |

Observations :

Arrêt à 10.00 m.



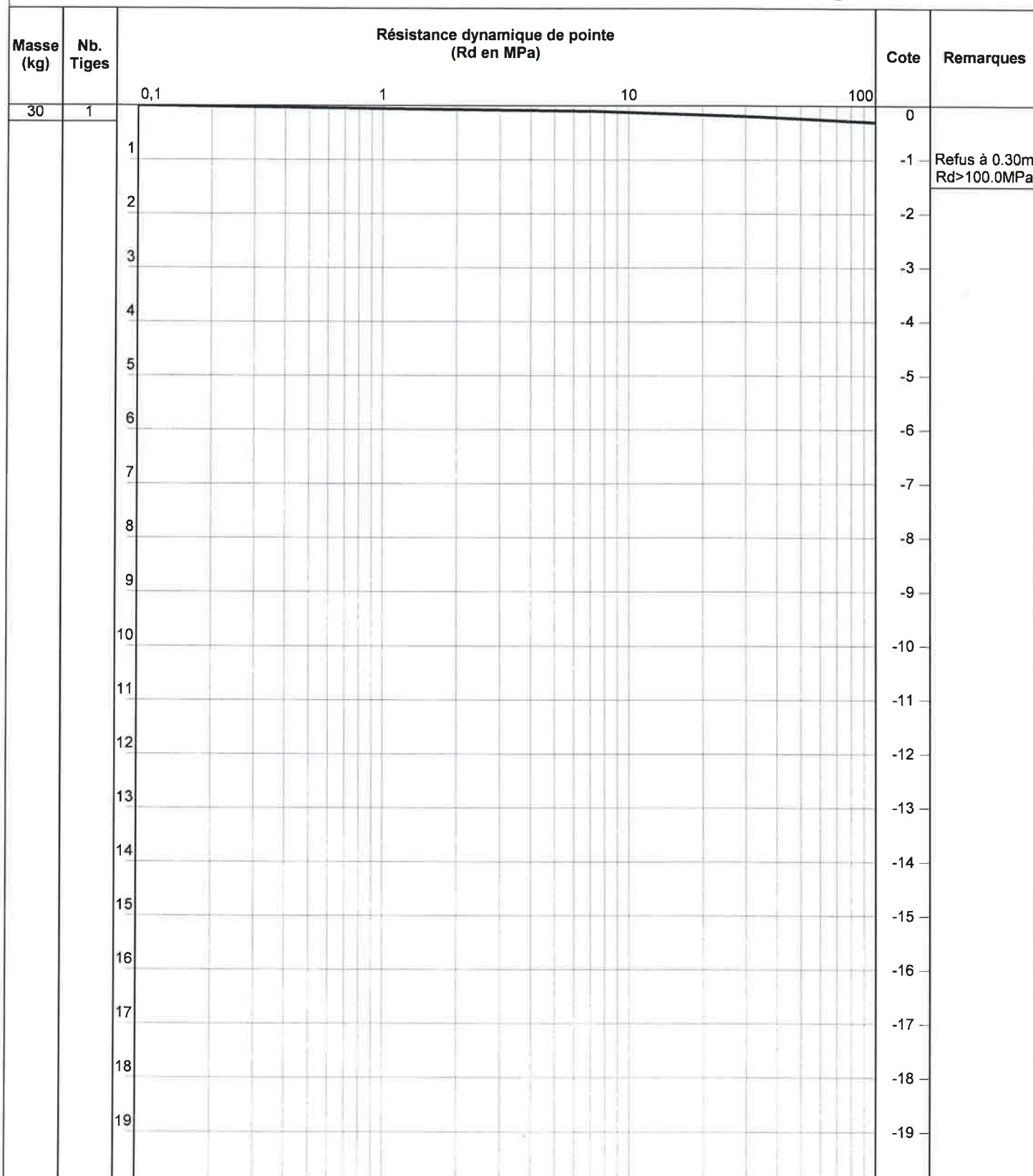
EXGTE 2.30

## Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

Masse mouton : 30 kg  
Hauteur de chute : 20 cm  
Section de la pointe : 9.62 cm<sup>2</sup>  
Observations :

Masse enclume : 15.17 kg  
Masse de la pointe : 0.34 kg  
Masse d'une tige : 2.46 kg

Modèle \_PENDYN2



EXGTE 2.30

## Caractéristiques du pénétrromètre dynamique PDB

Masse mouton : 30 kg  
Hauteur de chute : 20 cm  
Section de la pointe : 9.62 cm<sup>2</sup>

Masse enclume : 15.17 kg  
Masse de la pointe : 0.34 kg  
Masse d'une tige : 2.46 kg

Observations :

Modèle \_PENDYN2