

FILIALES ET AGENCES

BEZIERS Antenne Sud

34500 Béziers
T : 04 67 76 59 83
F : 04 67 76 59 97

DAUPHINE SAVOIE

38610 GIERES
T : 04 76 42 63 69
F : 04 76 42 63 70

ILE DE FRANCE

78370 PLAISIR
T : 01 30 54 75 36
F : 01 30 55 82 96

NORMANDIE

14370 ARGENCES
T : 02 31 79 76 33
F : 02 31 85 68 61

REGION EST Antenne Lyon

01250
HAUTECOURT-
ROMANECHÉ
T : 04 74 51 83 90
F : 04 74 51 86 83

REGION LYONNAISE

20, impasse de la Balme
69800 SAINT PRIEST
T : 04 78 90 81 86
F : 04 78 90 65 23

REGION CENTRE

Antenne Lyon
35, chemin du Barrage
42330 SAINT GALMIER
T : 04 77 56 57 88
F : 04 77 56 58 17

SAVOIE Antenne Dauphiné

73000 CHAMBÉRY
T : 04 79 68 70 09
F : 04 79 68 71 60

SUD

13420 GEMENOS
T : 04 42 73 97 65
F : 04 42 73 96 24

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE D'AVANT PROJET

LA ROCHELLE 17 Rue du Docteur Schweitzer Réaménagement de la zone Sud-Est de l'hôpital Aile sud et urgences

CENTRE HOSPITALIER DE LA ROCHELLE

Rapport N° 17/10/10986-1

| INDICE | RÉDIGÉ PAR | VÉRIFIÉ PAR | CONTRÔLÉ PAR | ETAT | MODIFICATIONS | DATE |
|----------|---------------|----------------|-----------------|------------|---------------|-------------------|
| 1 | FG | SP | JPM | G12 | - | 27/09/2010 |

Sommaire

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | INTRODUCTION : | 3 |
| 1.1 | Objectif de l'étude : | 3 |
| 1.2 | Programme d'investigation : | 3 |
| 2. | RENSEIGNEMENTS GENERAUX : | 4 |
| 2.1 | Situation et morphologie : | 4 |
| 2.2 | Contexte géologique et hydrogéologique : | 4 |
| 2.3 | Documents communiqués : | 4 |
| 2.4 | Description sommaire du projet : | 5 |
| 3. | RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS : | 6 |
| 3.1 | Les sondages : | 6 |
| 3.2 | Enregistrement des paramètres de forage : | 6 |
| 3.3 | Essais pressiométriques : | 7 |
| 3.4 | Nivellement des points d'investigation : | 7 |
| 3.5 | Hydrogéologie : | 8 |
| 3.6 | Reconnaissance des fondations : | 8 |
| 3.7 | Synthèse géologique et géomécanique : | 9 |
| 4. | SYNTHESE-CONCLUSION : | 10 |
| 4.1 | Problématique du projet – Discussion sur les résultats : | 10 |
| 4.2 | Fondations des extensions : | 11 |
| 4.3 | Fondations des ascenseurs : | 15 |
| 4.4 | Gestions des ouvrages mitoyens : | 15 |
| 4.5 | Traitement des niveaux bas et murs enterrés..... | 16 |
| 4.6 | Terrassement et soutènements | 16 |
| 5. | REMARQUES : | 18 |

Annexes

1. Classification et schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (norme NF P 94-500 du 05 décembre 2006) - Conditions générales des missions types d'ingénierie géotechnique et Conditions générales d'intervention
2. Plans de situation – Plan d'implantation des points d'investigations au 500^{ème}
3. Coupes des sondages et résultats des essais pressiométriques avec enregistrements des paramètres de forages

1. INTRODUCTION :

A la demande et pour le compte du **CENTRE HOSPITALIER DE LA ROCHELLE** – Rue du Docteur Schweitzer – 17019 La Rochelle Cedex 01, **E.G. SOL OUEST** a réalisé une étude géotechnique d'avant projet pour le réaménagement de la zone Sud-est de l'hôpital (aile sud, urgences) au sein du Centre Hospitalier de La Rochelle (17).

1.1 Objectif de l'étude :

Cette étude a pour objectif de déterminer les éléments suivants :

- Reconnaître la nature des sols d'assises rencontrés ;
- Déterminer les caractéristiques mécaniques des sols d'assises ;
- Prédéfinir les types de fondations envisageables en fonction des éléments communiqués sur le projet ;
- Prédéfinir le type de niveau bas à réaliser (dallage sur terre-plein, dalle portée, plancher porté sur vide sanitaire).

Notre mission correspond à une étude géotechnique d'avant-projet (type *G12*) au regard de la norme NF P 94-500 du 05 décembre 2006 « Classification des missions types d'ingénierie géotechnique » jointe en annexe 1.

1.2 Programme d'investigation :

Pour mener à bien cette étude, nous avons réalisé la campagne de reconnaissance des sols suivante :

- 3 sondages semi-destructifs et destructifs ;
- 28 essais pressiométriques conformément à la norme NF P 94-110 ;
- Dépouillement, rédaction d'un rapport d'étude.

2. RENSEIGNEMENTS GENERAUX :

2.1 Situation et morphologie :

Le terrain d'étude se situe au sein du Centre Hospitalier de la commune de La Rochelle (17). Des plans de situation sont joints en annexe 2.

A la date de notre intervention, le terrain était occupé par un local de poubelles et une zone bitumée au niveau de l'Aile Sud et par un espace enherbé au niveau des urgences. Les terrains présentent des surfaces quasiment plane et horizontale au droit de nos sondages.

2.2 Contexte géologique et hydrogéologique :

D'après la carte géologique de La Rochelle au 50 000^{ème} (BRGM, carte n°633), le site se trouve au droit des formations du Jurassique constituées par des calcaires et marnes du Kimméridgien.

Les terrains kimméridgiens constituent un aquifère facilement accessible, la nappe phréatique est plus ou moins libre selon le recouvrement.

Il est à noter que le terrain d'étude se situe au droit d'une zone d'aléa **moyen** vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement (carte d'aléa BRGM).

2.3 Documents communiqués :

Les documents communiqués pour mener à bien notre mission sont les suivants :

- Plan topographique de l'existant au format dwg ;
- Plan de masse de l'existant au format dwg ;
- Plans, coupes et façades des existants au format dwg ;

Aucune autre information concernant le projet ne nous a été transmise. Nous ne possédons aucun plan des ouvrages projetés, ni plans ou descriptif des fondations des ouvrages existants.

2.4 Description sommaire du projet :

Le projet consiste à réaménager la zone Sud-Est de l'hôpital (aile sud et urgences) du Centre Hospitalier de La Rochelle. Le projet prévoit :

1. La création d'un ascenseur et d'un bâtiment en extension au niveau 1 de l'Aile Sud pour archives ;
2. La création d'une cage d'escalier avec ascenseur accolé au bâtiment des urgences niveau 1 et 2 ;

Aucune information concernant le niveau 0 fini et les descentes de charges ne nous a été transmise. Pour les besoins de l'étude, nous retiendrons les hypothèses suivantes :

- Niveaux finis des cages d'ascenseurs à environ – 2,00 m par rapport au terrain existant lors de notre intervention ;
- Descentes de charges ponctuelles : 2000 kN au maximum (200 tonnes) pour les extensions ;
- Surcharges d'exploitation : 50 kN/m² au maximum (5 t/m²) pour les cages d'ascenseurs et 30 kN/m² au maximum (3 t/m²) pour les extensions.

Tout changement concernant le plan de masse et/ou les caractéristiques du projet devra nous être signalé. En effet toutes modifications pourraient influencer les solutions retenues et il pourrait alors être nécessaire de revoir tout ou partie de nos conclusions. Cette réflexion est également valable au cas où les estimations décrites ci-dessus s'avèrent différentes des caractéristiques réelles du projet.

3. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS :

3.1 Les sondages :

Les sondages sont positionnés sur le plan d'implantation des points d'investigation annexé à ce document (Cf. annexe 2) et sont repérés SP1 à SP3. Ils ont été exécutés à l'aide d'une tarière de 63mm de diamètre et en rotoperçusion à l'aide d'un taillant de 64mm de diamètre. Le fluide d'injection utilisé est la boue (eau + GSP).

La disposition géométrique des différents faciès mise en évidence par ces sondages est indiquée sur les coupes rassemblées à la fin de ce document (Cf. annexe 3).

Pour les sondages destructifs, les faciès décrits ci-après ne sont qu'une interprétation basée sur l'observation des cuttings (débris remaniés) de sondages semi-destructifs et destructifs et sur les résultats des essais pressiométriques, mais ne résultent en aucun cas d'une description visuelle du matériau in situ telle que celle pouvant être effectuée à l'aide de puits au tractopelle ou de sondages carottés (échantillons intacts).

De cette interprétation résulte également le fait que les cotes ou profondeurs indiquées ne sont que des estimations et non des références absolues.

3.2 Enregistrement des paramètres de forage :

Nous avons effectué pendant la réalisation des sondages carottés et destructifs, l'enregistrement en continu des paramètres de forage. Les mesures effectuées portent sur quatre paramètres fondamentaux. Les quatre paramètres enregistrés sont les suivants :

- **VIA** en m/h : caractérise la Vitesse Instantanée d'Avancement de l'outil de forage, cette vitesse dépend du type d'outil utilisé et de la nature du sol,
- **PO** en bar : cette donnée correspond à la Pression sur l'Outil de forage et permet de vérifier la régularité de forage,
- **CR** en bar : le Couple de Rotation donne la pression en bar appliquée à la tête de forage pour mettre en rotation l'outil de forage,

3.3 Essais pressiométriques :

La méthode consiste à introduire à l'intérieur d'un forage une sonde cylindrique dilatable reliée à un système pression/volume en surface. L'essai permet d'obtenir une relation contrainte/déformation du sol en place. Les résultats sont présentés sur des courbes pression/volume injecté. On détermine d'après ces courbes trois caractéristiques fondamentales : P_f : pression de fluage ; P_l : pression limite ; E_m : module pressiométrique.

Les caractéristiques mécaniques mesurées dans les forages sont indiquées sur les pressiogrammes rassemblés à la fin de ce document (Cf. annexe 3).

3.4 Nivellement des points d'investigation :

| Désignation | Z NI* | Z NGF** |
|---|---------|---------|
| Repère bouche d'égout n°1 (cf. plan annexe 2) | +/-0,00 | 4,55 |
| SP1 | -0,09 | 4,46 |
| SP2 | -0,03 | 4,52 |
| SP3 | +0,08 | 4,63 |

*Nivellement Indépendant du Nivellement Général de la France

**Ces cotes résultent d'un nivellement relatif des têtes de sondages recalé par rapport au plan topographique en notre possession. Elles ne correspondent en aucun cas à un levé topographique réalisé par un géomètre expert. Elles sont données à titre indicatif et devront être validées par un géomètre expert.

3.5 Hydrogéologie :

Les sondages ont été réalisés à la boue (eau + GSP), des niveaux relevés peu de temps après la réalisation de sondages à la boue (eau + GSP) ne sont pas représentatifs des niveaux réels de l'eau dans le sol.

Cependant, le caractère ponctuel dans le temps et dans l'espace de notre intervention ne permet pas d'affirmer qu'il n'y aura pas de venue d'eau lors des travaux de terrassement.

Toutefois, notre intervention ponctuelle dans le cadre de la réalisation de l'étude confiée ne nous permet pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes. Pour obtenir des informations plus précises, un suivi de piézomètres à installer sur le site peut être commandé par le maître d'ouvrage et une étude hydrogéologique pourra être confiée le cas échéant à un bureau d'étude spécialisé. Nous rappelons enfin qu'un suivi piézométrique doit être réalisé sur une période d'au moins dix ans pour être significatif vis-à-vis des niveaux Eaux Basses, Hautes Eaux et Eaux Exceptionnelles.

3.6 Reconnaissance des fondations :

Aucune reconnaissance de fondations n'a été réalisée du fait de la présence de nombreux réseaux et de sous-sol au niveau de certains bâtiments. Nous ne possédons aucune information sur les fondations existantes.

3.7 Synthèse géologique et géomécanique :

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées en aout et septembre 2010 permettent de dresser la coupe géotechnique suivante :

- **Remblais** observés sur 2,80 à 3,70 m d'épaisseur environ ;
 - pression limite : $0,16 < P_1 < 0,64$ MPa ;
 - module pressiométrique : $1,6 < E_m < 9,9$ MPa ;

Les résultats correspondent à des caractéristiques géomécaniques **hétérogènes faibles à moyennes**.

- **Marno-calcaire, calcaire +/- altéré et calcaire à passages fracturés** observés au-delà. Les sondages ont été arrêtés entre 15,00 et 30,00 m de profondeur au sein de ces horizons ;

Caractéristiques géomécaniques au sein des marnes, marno-calcaires :

- pression limite : $1,85 < P_1 < 3,13$ MPa avec $P_{lmoy} = 2,10$ MPa ;
- module pressiométrique : $24,1 < E_m < 88,1$ MPa avec $E_{mmoy} = 41,6$ MPa ;

Les résultats correspondent à des caractéristiques géomécaniques **moyennes**.

Caractéristiques géomécaniques au sein des calcaires +/- altérés :

- pression limite : $2,35 < P_1 < 3,88$ MPa avec $P_{lmoy} = 2,80$ MPa ;
- module pressiométrique : $60,4 < E_m < 468,2$ MPa avec $E_{mmoy} = 116,7$ MPa ;

Les résultats correspondent à des caractéristiques géomécaniques **élevées**.

Les valeurs moyennes correspondent à la moyenne harmonique pour les modules et à la moyenne moins ½ écart type ou 1,5 fois la valeur minimum pour les pressions limites.

Aucune cavité (vide franc) n'a été découverte au droit de nos sondages. Cependant, il n'est pas exclu que certaines soient découvertes lors des travaux de terrassement, en effet, des variations latérales sont toujours possibles.

Remarque : La distinction entre les remblais et le terrain naturel s'avère délicate du fait de la nature des remblais et du mode de forage utilisé (sondage destructifs avec observation des débris remaniés [cuttings]). Nous rappelons que seuls des sondages à la pelle mécanique ou des sondages carottés (pour des épaisseurs supérieures à 2,0 / 3,0 m) peuvent permettre d'apprécier la puissance réelle des remblais.

4. SYNTHESE-CONCLUSION :

4.1 Problématique du projet – Discussion sur les résultats :

De l'analyse des résultats de la campagne de reconnaissance, il est possible de définir les grands principes suivants :

- Les sondages ont rencontré des remblais jusqu'à 2,80 / 3,70 m de profondeur ;
- Le substratum marneux à marno-calcaires varie entre les cotes 0,76 NGF et 1,83 NGF ;
- Nous ne possédons aucune information sur les bâtiments existants et sur leurs fondations. Aucune fouille de reconnaissance n'a pu être réalisée. **La réalisation du projet d'extension nécessite impérativement de connaître le type, la profondeur et l'horizon d'ancrage des fondations existantes ;**
- Les charges des futures extensions ne pourront en aucun cas être reportées sur les fondations existantes, les structures existantes et futures devront être totalement désolidarisées (joint de construction,...) ;
- Il faudra respecter la règle des 3/2 pour l'ancrage des fondations futures par rapport aux fondations existantes ;
- Toutes les précautions seront prises à proximité des ouvrages existants (bâtiments existants, réseaux, chaussée,...) afin de ne pas déstabiliser leur assise ;
- Les arbres, arbustes et/ou haies existants au droit des futurs ouvrages seront abattus et dessouchés et les anciennes infrastructures seront purgées.
- Nous considérons pour les besoins de l'étude que les cages d'ascenseurs sont enterrées.
- Les remblais peuvent renfermer une nappe d'eau superficielle. Toutes les précautions seront prises lors de l'ouverture de fouilles.
- Dans le cas où les extensions sont enterrées, on pourra envisager la réalisation de fondations semi-profondes de types puits.

4.2 Fondations des extensions :

Dans le contexte géotechnique présent, du fait de l'absence d'information concernant les ouvrages existants (sous-sol, type de fondations,...) et du fait de l'épaisseur des remblais allant jusqu'à 3,70 m de profondeur, nous conseillons de reporter les charges des extensions **au sein des marno-calcaires** au moyen de fondations profondes de type **pieux ou micropieux**. Dans ces conditions, le niveau bas sera traité par l'intermédiaire d'une dalle portée.

Nous rappelons que les terrains doivent être reconnus sur une profondeur de 7 diamètres sous la pointe des pieux avec une profondeur minimale de 5 m. Les reconnaissances actuelles autorisent ainsi de descendre des pieux jusqu'à une cote maximale de -13,54 NGF pour des pieux dont le diamètre n'excède pas 700mm.

Les techniques de pieux ou de micropieux envisageables sont les suivantes :

- Le micropieu de type II ou III avec enregistrement des paramètres de forage, qui est un pieu foré de diamètre inférieur ou égal à 250 mm. Le forage est équipé d'une armature et rempli d'un coulis de scellement ;
- Le pieu en béton, foré à l'abri d'un tubage provisoire ou sous boue bentonitique, ou le pieu à la tarière creuse avec asservissement et enregistrement des paramètres de forage. Ces techniques devront assurer un ancrage suffisant dans les horizons traversés ;

Les pieux ou micropieux devront impérativement être vérifiés au flambement.

Le nombre et la longueur précise des pieux ou micropieux à mettre en place et leur implantation devront faire l'objet d'une étude de dimensionnement spécifique (étude géotechnique de projet – mission G2), après définition des caractéristiques finales du projet. Cette phase projet sera suivie d'une mission G4 de supervision géotechnique d'exécution.

4.2.1 Éléments de pré-dimensionnement :

Nous fournissons dans les paragraphes suivant les principaux éléments nécessaires au dimensionnement des pieux ou micropieux (issus du DTU 13.2 « Fondations profondes pour le bâtiment »).

A titre indicatif, le pré-dimensionnement des fondations pourra être établi à partir des hypothèses suivantes :

- adaptation des différents éléments de construction (acier, béton) aux conditions d'agressivité et de corrosivité du milieu (catégorie 2 du DTU 13.2 en l'absence de mesures spécifiques).
- frottement latéral unitaire limite q_s :

1. **Frottement négatif** sur toute la hauteur des remblais (2,80 à 3,70 m) :

- **$F_n = 10 \text{ kPa}$**

3. Marno-calcaire et calcaire rencontrés à partir de 2,80/3,70 m de profondeur ($1,85 \text{ MPa} \leq P_{l*} \leq 3,88 \text{ MPa}$) :

Frottement latéral au sein des marnes, marno-calcaires ($P_{l* \text{ moy}} = 2,1 \text{ MPa}$) :

- **$q_s \approx 140 \text{ kPa}$** (Courbe C ou E du DTU 13.2) pour des micropieux types II ou III ou des pieux à la tarière creuse avec enregistrement des paramètres de forage

Frottement latéral au sein des calcaires ($P_{l* \text{ moy}} = 2,8 \text{ MPa}$) :

- **$q_s \approx 230 \text{ kPa}$** (Courbe F du DTU 13.2) pour des micropieux types II ou III ou des pieux à la tarière creuse avec enregistrement des paramètres de forage

Les valeurs ci-dessus sont données à titre indicatif, sous réserve d'un contrôle strict de la réalisation des pieux ou micropieux et d'un ancrage suffisant dans cet horizon (enregistrement continu des paramètres de forage, contrôle des fiches d'ancrage,...).

- Terme de pointe q_p (hors micro pieux) :

Pour un ancrage dans les calcaires et marno-calcaires compacts, le terme de pointe pourrait être estimé de la manière suivante :

$$q_p = k_p \times Pl^*$$

Avec $Pl^* = Pl - Po$,

et où k_p , facteur de portance dans les marno-calcaires, calcaires ($2,1 < Pl^*_{moy} < 2,8$ MPa ; catégorie 2), a pour valeur : $k_p = 1,6$

Les valeurs ci-dessus sont données à titre indicatif sous réserve d'une exécution soignée du micropieu ou pieu, d'une technologie de mise en œuvre susceptible de remanier au minimum le sol au contact du fût, d'un contrôle strict de la réalisation des micropieux ou pieux et d'un ancrage suffisant dans l'horizon porteur (enregistrements continu des paramètres de forage, contrôle des fiches d'ancrages,...).

Les micropieux seront dimensionnés en considérant que la charge est reprise par le frottement latéral le long du fût et aucun terme de pointe ne sera pris en compte dans le calcul.

Afin de procéder à un dimensionnement des micropieux ou pieux, il devrait être réalisé une mission de type G2 phase projet suivant la « classification des missions types d'ingénierie géotechnique ».

Cette campagne sera définie en concertation avec le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre après définition plus précise des caractéristiques du projet : connaissance des descentes de charges (réparties ponctuellement), nombre et implantation des appuis, nombre de pieux ou micropieux sous les appuis, etc.

Remarque : Conformément au DTU 13.2, la reconnaissance doit être descendue à 5 m ou 7 diamètres de pieu au dessous de la pointe des pieux (le cas le plus défavorable sera pris en compte). D'autre part, si le nombre de micropieux est inférieur à 25, un coefficient pondérateur de 1,5 sera appliqué pour le dimensionnement s'il n'est pas prévu d'essai de contrôle (essai d'arrachement,...).

4.2.2 Précautions particulières :

Les outils de forage devront être adaptés au contexte du site. **Les techniques de pieux ou micropieux à mettre en œuvre devront être adaptées aux horizons rencontrés et resteront de la responsabilité de l'entreprise.** Les pieux ou micropieux seront réalisés depuis une plate-forme de travail en matériaux nobles suffisamment épaisse (au moins 0,50 m).

L'entreprise de travaux devra s'assurer que le type de pieu ou micropieu qu'elle propose et le matériel qu'elle met en œuvre lui permettent de réaliser les ancrages préconisés.

Toutes les précautions devront être prises dans la conduite et l'équipement du forage pour éviter tout éboulement et entraînement du terrain.

Nous attirons l'attention sur l'hétérogénéité des horizons à traverser (remblais et marno-calcaire), sur la présence d'eau possible au sein des remblais et sur les sujétions qui en découlent quand aux types de pieux ou micropieux et aux solutions techniques à envisager. **La technique de foration devra permettre de maîtriser ces aléas.**

4.3 Fondations des ascenseurs :

Dans le contexte géotechnique présent, nous conseillons de reporter les charges des ascenseurs à l'aide de **radiers généraux rigides en béton armé** qui permettront une répartition homogène des charges et la maîtrise des tassements.

Ce mode de fondation traite par définition le niveau bas. Ainsi, après un curage soigné du fond de fouille, le radier sera coulé sur une couche de propreté en gros béton.

L'épaisseur minimale de terrain à terrasser sera de 2,00 m environ ce qui pourra nécessiter des systèmes de soutènements et/ou de reprise en sous-œuvre (cf. paragraphe 4.6). On devra purger les remblais en totalité et rattraper les niveaux finis à l'aide de plate-forme.

Dans ces conditions en intégrant le poids des terres excavées et en considérant un poids volumique des terrains de 1,8 t/m², la contrainte résiduelle sous le radier sera de l'ordre de 1,4 t/m². Les tassements totaux et différentiels attendus seront très faibles (de l'ordre du millimètre).

4.3.1 Dispositions constructives

La nécessité, et dans l'affirmative, les positions des joints de comportement au sein du radier, devront être définis par l'ingénieur béton.

Les ascenseurs et les bâtiments existants seront séparés par des joints de rupture toute hauteur des constructions à moins que l'ingénieur béton en justifie la non nécessité.

Les parties enterrées devront être aptes à reprendre la poussée des terres.

4.4 Gestions des ouvrages mitoyens :

Nous ne connaissons pas les caractéristiques des ouvrages mitoyens (niveau de sous-sol, type de fondations, niveau d'assise des fondations,...). Des reprises en sous-œuvre des avoisinants seront peut-être à envisager dans le cas où leurs fondations ont un niveau d'assise supérieur aux terrassements. Elles devront faire l'objet d'une étude spécifique.

Les ouvrages à construire ne devront pas venir surcharger les ouvrages existants et il sera nécessaire de prévoir un joint de construction entre les parties différemment chargées et au niveau des mitoyennetés.

4.5 Traitement des niveaux bas et murs enterrés

Les murs enterrés devront être traités et imperméabilisés (la technique à mettre en œuvre dépendra du niveau d'étanchéité recherché). Un système de drainage complémentaire devra être mis en place au niveau des murs enterrés. Il sera constitué d'un géocomposite mis en place contre les murs enterrés et relié au drainage périphérique. Par ailleurs, le remblaiement entre le terrain et les murs enterrés sera réalisé à l'aide d'un matériau drainant de granulométrie 0/100 mm (type GTR D3) comportant moins de 12 % de fines (granulométrie inférieure à 80 μm). Il sera raccordé à un exutoire.

Précisons que ce dispositif n'exclut pas totalement les suintements d'eau. Seule la réalisation d'un cuvelage étanche associé à un faux radier permet de s'affranchir de tout problème de suintements et venues d'eau dans le sous-sol. Dans ce cas, le calcul béton sera réalisé en considérant une fissuration très préjudiciable. Il incombera à l'équipe en charge du projet (maîtrise d'œuvre / maîtrise d'ouvrage) de définir le niveau de protection souhaité, au sens du DTU 14.1.

En l'absence d'étanchéité par cuvelage étanche et faux radier, nous préconisons donc de prévoir des pompes de relevage mises en place dans des regards étanches, dans lesquels viendront se raccorder des cunettes de collecte des eaux qui seront mises en place en périphérie des murs.

Ces murs enterrés devront être dimensionnés pour reprendre la poussée des terrains (en considérant $\phi = 30^\circ$ et $c = 0$ kPa dans la mesure où un remblai en matériau de type GTR D₃₁ est mis en place contre ces derniers et dans ce cas, $k_0 = 0,5$). Ils seront en béton banché armé. Leur dimensionnement fera l'objet d'études spécifiques.

4.6 Terrassement et soutènements

Toutes les précautions seront prises à proximité des ouvrages existants (bâtiments existants, réseaux, chaussée,...) afin de ne pas déstabiliser leur assise. Nous rappelons que nous n'avons aucune connaissance sur le type d'ouvrage mitoyen (type de fondations, niveau d'assise,...).

Les hauteurs de terrassements au droit des ascenseurs seront de l'ordre de 2,00 mètres (hypothèse à confirmer).

Les terrassements devront être réalisés après consultation des conditions météorologiques et hors périodes pluvieuses.

Les terrassements des horizons de surface (terre végétale et remblais) seront réalisés en milieu meuble, sensible à l'eau et à la circulation d'engins. Ils nécessiteront l'emploi d'engins puissants au sein des calcaires voire de BRH pour les niveaux les plus indurés. Les moyens employés devront être adaptés aux terrains rencontrés.

Les plates-formes seront réalisées avec une forme de pente de façon à éviter que l'eau stagne. Ces eaux seront récupérées dans des rigoles périmétriques et évacuées par pompage.

En fonction de l'état hydrique des sols et des niveaux d'eau au moment des travaux, les terrassements dans des matériaux saturés peut entraîner des éboulements qui risqueraient de mettre en péril la stabilité d'ouvrages environnants (bâtiment, chaussées, réseaux...).

Il conviendra alors de prendre les dispositions nécessaires afin d'éviter de tels désordres (blindage continu par exemple) ainsi que l'utilisation d'un dispositif de pompage.

Si les contraintes d'emprises le permettent, les terrassements seront réalisés en pentes talutées à 3/2 en phase provisoire. Dans le cas contraire et en fonction de la tenue des horizons de tête, l'utilisation de soutènements provisoires ou définitifs pourrait s'avérer nécessaire.

Les éventuels talus devront être protégés par un polyane. Une cunette de réception des eaux de ruissellement devra être réalisée en pied de talus et reliée à un exutoire afin de sauvegarder les caractéristiques de la plate-forme de travail.

L'entreprise veillera à ce qu'aucune accumulation d'eau ne soit présente au sein de la pleine masse terrassée ce qui suppose des dispositifs de collecte et de pompage. Les surfaces seront fermées et réglées avant l'arrivée des intempéries pour permettre le ruissellement de l'eau et son infiltration.

5. REMARQUES :

Les reconnaissances de sol procèdent par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (exemple : hétérogénéité locale) qui peuvent entraîner des adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.

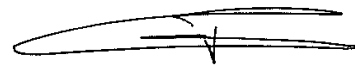
Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite suite à une communication ou reproduction partielle ne saurait engager E.G. SOL OUEST.

Nous restons à la disposition du maître de l'ouvrage pour effectuer les missions de type étude géotechnique d'avant projet, étude géotechnique de projet, étude et suivi géotechnique d'exécution, supervision géotechnique d'exécution, suivant la « classification des missions types d'ingénierie géotechnique ».

Mignaloux-Beauvoir,
Le 27 septembre 2010

Le Directeur
Jean Paul MENARD

L'ingénieur d'affaires
Frédérique GILBERT



Vérifié par : **Samuel Paysant**

DOCUMENTS ANNEXES

- 1. Classification et schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (norme NF P 94-500 du 05 décembre 2006) - Conditions générales des missions types d'ingénierie géotechnique et Conditions générales d'intervention**
- 2. Plans de situation – Plan d'implantation des points d'investigations au 500^{ème}**
- 3. Coupes des sondages et résultats des essais pressiométriques avec enregistrements des paramètres de forage**

Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Extrait de la norme NF P 94-500 de décembre 2006

| 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 Étude d'esquisse | Étude géotechnique préliminaire de site (G11) | Première identification des risques | Fonction des données existantes |
| | Avant projet | Étude géotechnique d'avant-projet (G 12) | Identification des aléas majeurs et principes généraux pour en limiter les conséquences | Fonction des données existantes et de l'avant-projet |
| 2 | Projet Assistance aux Contrats de Travaux (ACT) | Étude géotechnique de projet (G2) | Identification des aléas importants et dispositions pour en réduire les conséquences | Fonction des choix constructifs |
| 3 | Exécution | Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) | Identification des aléas résiduels et dispositions pour en limiter les conséquences | Fonction des méthodes de construction mises en oeuvre |
| | | Supervision géotechnique d'exécution (G4) | | Fonction des conditions rencontrées à l'exécution |
| Cas particulier | Étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques | Diagnostic géotechnique (G5) | Analyse des risques liés à ces éléments géotechniques | Fonction de la spécificité des éléments étudiés |
| * NOTE À définir par l'ingénierie géotechnique chargée de la mission correspondante. | | | | |

Classification des missions types d'ingénierie géotechnique

Extrait de la norme NF P 94-500 de décembre 2006

| |
|---|
| <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.</p> <p>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>ÉTAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PREALABLES (G1)</p> <p>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>ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE (G11)</p> <p>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"> — Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours. — Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, certains principes généraux d'adaptation du projet au site et une première identification des risques. <p>ÉTUDE GÉOTECHNIQUE D'AVANT PROJET (G12)</p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant projet et permet de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés :</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, certains principes généraux de construction (notamment terrassements, soutènements, fondations, dispositions vis-à-vis des nappes et avoisinants), risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants). <p>Cette étude sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).</p> |
| <p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (G2)</p> <p>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>Phase Projet</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir une synthèse actualisée du site et les notes techniques donnant les méthodes d'exécution proposées pour les ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, fondations, dispositions vis-à-vis des nappes et avoisinants) et les valeurs seuils associées, certaines notes de calcul de dimensionnement niveau projet. — Fournir une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages géotechniques et une identification des conséquences des risques géologiques résiduels. <p>Phase Assistance aux Contrats de Travaux</p> <ul style="list-style-type: none"> — Établir les documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel). — Assister le client pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres. |
| <p>ÉTAPE 3 : EXÉCUTION DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES (G3 et G4, distinctes et simultanées)</p> <p>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)</p> <p>Se déroulant en 2 phases interactives et indissociables, elle permet de réduire les risques résiduels par la mise en oeuvre à temps de mesures d'adaptation ou d'optimisation. Elle est normalement confiée à l'entrepreneur.</p> <p>Phase Étude</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivis, contrôles, auscultations en fonction des valeurs seuils associées, dispositions constructives complémentaires éventuelles), élaborer le dossier géotechnique d'exécution. <p>Phase Suivi</p> <ul style="list-style-type: none"> — Suivre le programme d'auscultation et l'exécution des ouvrages géotechniques, déclencher si nécessaire les dispositions constructives prédéfinies en phase Etude. — Vérifier les données géotechniques par relevés lors des excavations et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats). — Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques. <p>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION (G4)</p> <p>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>Phase Supervision de l'étude d'exécution</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p>Phase Supervision du suivi d'exécution</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. |
| <p>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</p> <p>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"> — Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifiques, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, rabattement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans d'autres éléments géotechniques. <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> |

Conditions générales des missions géotechniques

(mise à jour du 26/04/2007)

1. Cadre de la mission

Par référence à la norme NF P 94-500 sur les missions d'ingénierie géotechnique (en particulier extrait de 2 pages du chapitre 4 joint à toute offre et à tout rapport), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'oeuvre de veiller à ce que toutes les missions d'ingénierie géotechnique nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art. L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution. En particulier :

- les missions d'étude géotechnique préliminaire de site (G11), d'étude géotechnique d'avant projet (G12), d'étude géotechnique de projet (G2), d'étude et suivi géotechniques d'exécution (G3), de supervision géotechnique d'exécution (G4) sont réalisées dans l'ordre successif ;
- exceptionnellement, une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante après accord explicite, le client confiant obligatoirement le complément de la mission à un autre prestataire spécialisé en ingénierie géotechnique ;
- l'exécution d'investigations géotechniques engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et sur l'exactitude des résultats qu'elle fournit ;
- toute mission d'ingénierie géotechnique n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport ;
- toute mission d'étude géotechnique préliminaire de site, d'étude géotechnique d'avant projet ou de diagnostic géotechnique exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques. De convention expresse, la responsabilité de notre société ne peut être engagée que dans l'hypothèse où la mission suivante d'étude géotechnique de projet lui est confiée ;
- une mission d'étude géotechnique de projet G2 engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'oeuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

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

2. Recommandations

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés à l'ingénierie géotechnique chargée de l'étude et suivi géotechniques d'exécution (mission G3) afin qu'elle en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution voire la conception de l'ouvrage géotechnique. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

3. Rapport de la mission

Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission d'ingénierie géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission. Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

Conditions générales d'intervention Reconnaitances et études géotechniques

La société d'études géotechniques contractante est désignée dans ce qui suit par : "Le Géotechnicien".

ARTICLE I. - DELAIS

Sauf indication contraire précise, les estimations de délai d'intervention et de délai d'exécution des travaux ne sauraient engager le Géotechnicien. Ces estimations sont données de bonne foi, elles sont approximatives. L'estimation du délai d'exécution ne peut prendre en compte les retards dus à la rencontre de sols inattendus ou de circonstances naturelles imprévisibles, aux arrêts provenant de cas de force majeure ou de causes non imputables au Géotechnicien.

ARTICLE II. - AUTORISATIONS ET FORMALITES

Toutes les démarches et formalités de nature administrative et, en particulier, l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les chantiers et terrains à reconnaître et d'y exécuter les travaux, observations, ou essais prévus sont à la charge du commettant ou de son mandataire.

ARTICLE III. - DIAGRAMMES, PLANS ET DOCUMENTS

Les diagrammes, coupes de sondages, plans ou documents établis par les soins du Géotechnicien ne peuvent être transmis à des tiers, publiés ou reproduits sans son autorisation.

ARTICLE IV. - PRESTATIONS EXCLUES DE LA MISSION

Sauf stipulations contraires expressément désignées, sont exclues de la mission du géotechnicien, les prestations suivantes :

a- Les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des bâtiments, des voies d'accès et plus généralement la zone à étudier.

b- Le dégagement éventuel d'emplacements sensiblement plans au droit de chaque sondage ou essai ainsi que les travaux éventuels permettant l'accessibilité au point de sondage ou d'essai.

ARTICLE V. - DEGATS AUX OUVRAGES ET CULTURES

La responsabilité du Géotechnicien ne saurait être engagée pour dégâts ainsi que par leurs conséquences, causés à des ouvrages, canalisations ou lignes enterrées dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit avant le début des travaux : il en est de même pour les dégâts au terrain, à la végétation et aux cultures résultant de son intervention.

ARTICLE VI. - RECEPTION DES TRAVAUX

La réception définitive des sondages de reconnaissance, essais de pénétration, et plus généralement de tous essais en place que le Géotechnicien serait amené à exécuter, aura lieu de plein droit à l'achèvement des travaux sur le terrain.

ARTICLE VII. - VARIATION DANS LES PRIX

Les prix relatifs à l'intervention du Géotechnicien seront réputés établis aux conditions économiques en vigueur en France à la date de la proposition. Ils sont valables deux mois et seront actualisés au-delà de cette durée ; ils seront également révisés dans le cas d'un délai d'exécution supérieur à 3 mois.

ARTICLE VIII. - CONDITIONS DE PAIEMENT

Tous les engagements du Géotechnicien sont réputés pris au siège de la Société. Les règlements seront effectués sur situations mensuelles à 30 jours fin de mois de l'exécution des travaux correspondants, ou au plus tard le 10 du mois suivant, par virement ou chèque bancaire à l'ordre du Géotechnicien et au compte de celui-ci dont les références sont précisées par le contrat particulier. Toute somme non réglée à l'échéance prévue donnera lieu à intérêts de retard.

ARTICLE IX. - VERSEMENT D'UNE PROVISION

Lors de la signature de la convention, le Géotechnicien sera habilité à recevoir une provision à valoir sur ses honoraires définitifs, dont le montant sera de 30 % du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Sauf clause contraire le montant de la provision initiale est déduit du dernier relevé d'honoraires.

ARTICLE X. - RESILIATION

Toute procédure de résiliation sera obligatoirement précédée d'une mise au point amiable préalable. Sauf le cas de faute grave de la part du Géotechnicien dûment constatée, la résiliation implique que l'ensemble des prestations régulièrement fournies par le Géotechnicien au jour de cette résiliation soient rémunérées par le client.

ARTICLE XI. - RESPONSABILITES

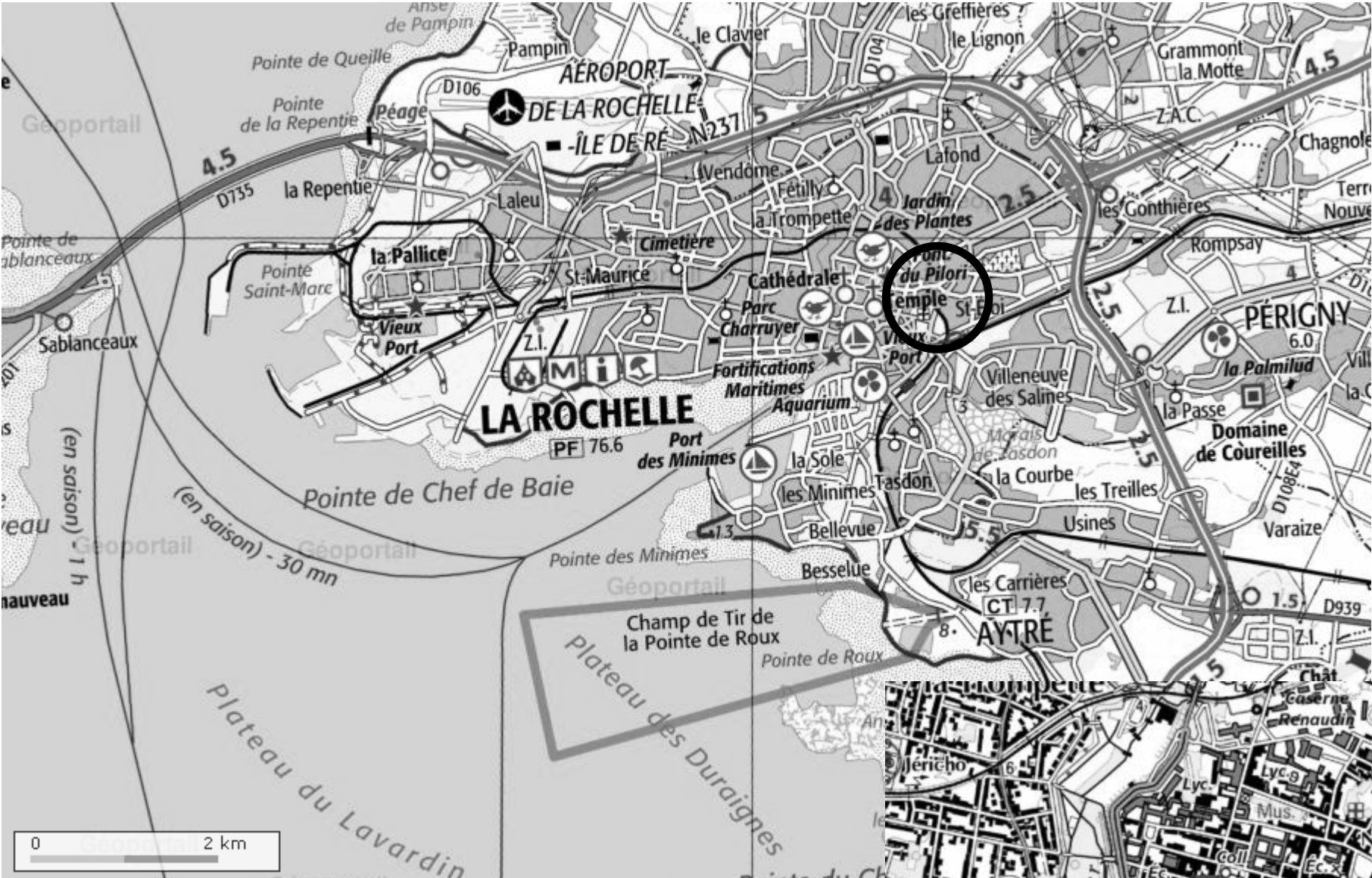
Indépendamment des présentes obligations contractuelles, le Géotechnicien est soumis aux responsabilités découlant du droit commun et à la responsabilité décennale édictée par les articles 1792 et 2270 du Code Civil pour les ouvrages qui tombent dans le champ d'application desdits articles.


Elle déclare par la présente, avoir souscrit les contrats d'assurance la garantissant contre les conséquences pécuniaires de ces différentes responsabilités lui incombant.

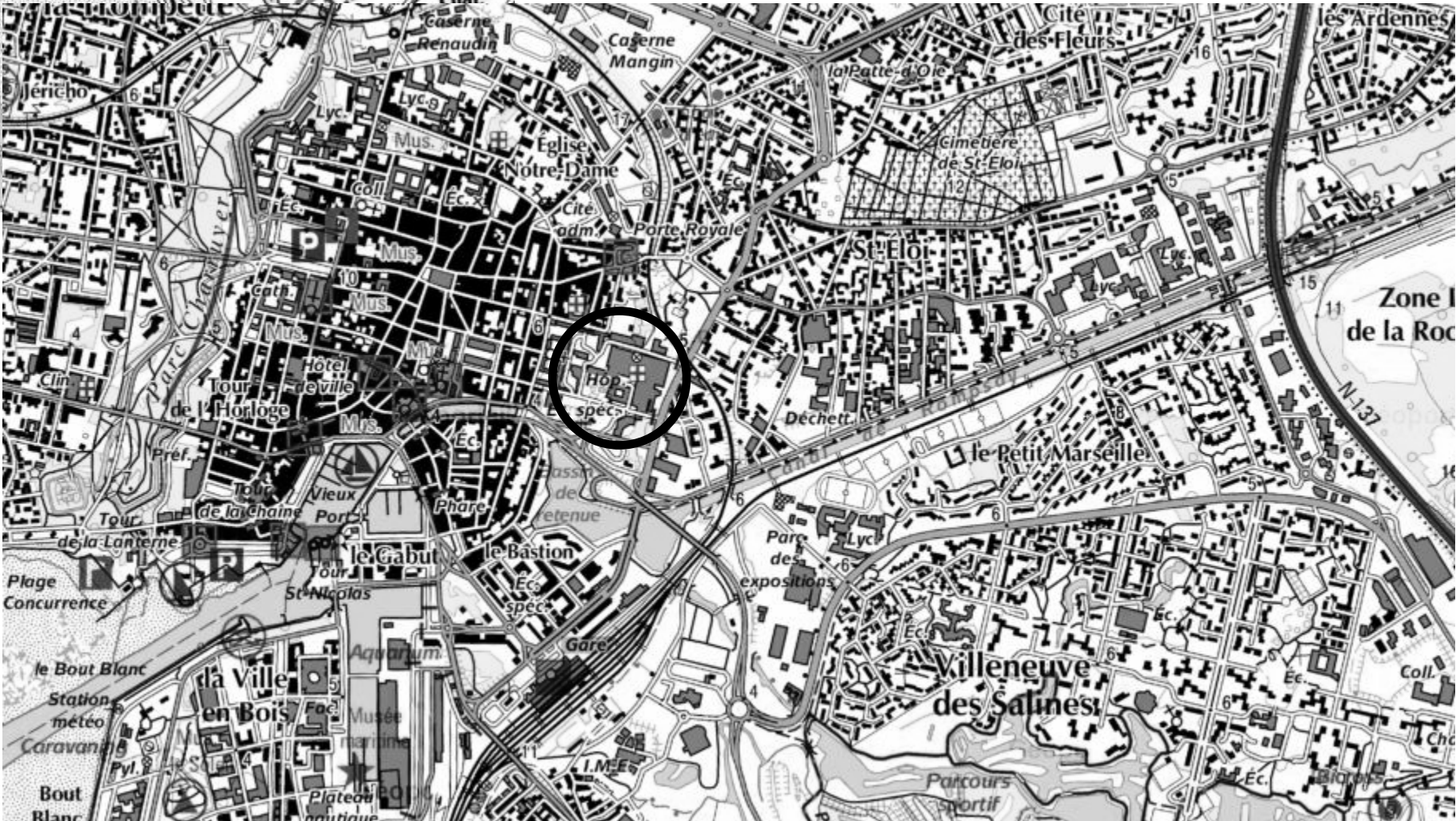
ARTICLE XII. - LITIGES


Pour tous les litiges pouvant survenir dans l'application du présent contrat, les parties pourront d'abord solliciter l'avis d'un arbitre, si celui-ci peut être choisi d'un commun accord entre elles dans le délai de dix jours suivant la demande que en sera faite.

Faute d'accord sur le choix d'un arbitre, ou sur la solution proposée par celui-ci (ou tout simplement en cas de contestation comme en cas de recouvrement forcé), seuls les Tribunaux du département du siège social seront compétents, de convention expresse et nonobstant tous écrits ou clauses contraires du cocontractant.



| | |
|---|---|
|  | Chantier : Extensions de l'Hôpital |
| | Lieu : LA ROCHELLE (17) |
| | Client : CENTRE HOSPITALIER LA ROCHELLE |
| | Dossier : 17/10/10986-1 |
| PLANS DE SITUATION | |



| | |
|---|---|
|  | Chantier : Extensions de l'Hôpital |
| | Lieu : LA ROCHELLE (17) |
| | Client : CENTRE HOSPITALIER LA ROCHELLE |
| | Dossier : 17/10/10986-1 |
| PLAN D'IMPLANTATION DES POINTS D'INVESTIGATION AU 500 ^{EME} | |

