

ZI des JONQUIERES
Rue Charles Picard
57365 ENNERY
☎ 03 87 74 96 77
Mail : metz@fondasol.fr



MONSIEUR BAYOL Patrice

BAR-LE-DUC (55)
17 Voie des Fusillés
Diagnostic des désordres affectant une
maison d'habitation
Diagnostic géotechnique G5

Suivi des modifications et mises à jour

FTQ.261-A

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
				Nom, Visa	Nom, Visa
	18/12/2017	42		Pierre-Yves GOEURY	Jean BRUDER po
A					
B					
C					

PAGE		A	B	C		PAGE		A	B	C	
1	X					41	X				
2	X					42	X				
3	X					43					
4	X					44					
5	X					45					
6	X					46					
7	X					47					
8	X					48					
9	X					49					
10	X					50					
11	X					51					
12	X					52					
13	X					53					
14	X					54					
15	X					55					
16	X					56					
17	X					57					
18	X					58					
19	X					59					
20	X					60					
21	X					61					
22	X					62					
23	X					63					
24	X					64					
25	X					65					
26	X					66					
27	X					67					
28	X					68					
29	X					69					
30	X					70					
31	X					71					
32	X					72					
33	X					73					
34	X					74					
35	X					75					
36	X					76					
37	X					77					
38	X					78					
39	X					79					
40	X					80					

Sommaire

Présentation de notre mission	5
1 – Mission selon la norme NF P 94-500	5
2 – Programme d'investigations	6
3 – Nivellement des sondages	6
4 – Méthodologie des sondages	6
5 – Essais pressiométriques	6
6 – Reconnaissances de fondation	7
7 - Grutage	8
Descriptif général du site et approche documentaire	9
1 – Description du site	9
2 – Contexte géologique	15
3 – Enquête documentaire	16
4 – Zonage sismique	17
5 – Documents à notre disposition pour cette étude	17
6 – Description du sinistre	17
Résultats des investigations in situ	20
1 – Résultats des investigations	20
1.1 – Reconnaissance des fondations	20
1.2 – Géologie	20
1.3 – Géomécanique	21
2 – Niveau d'eau	22
Analyse du sinistre	23
1 – Synthèse	23
2 – Interprétation	23
3 – Méthodologie et phasage	24
4 – Proposition de confortation par micropieux	24
4.1 – Type de micropieux	24
4.2 – Modèle géotechnique : modèle de terrain	25
4.3 – Résistance de frottement axial	25
4.4 – Valeurs de calcul	26
4.5 – Ebauche dimensionnelle	27
4.6 – Recommandations de réalisation	29

Conditions Générales	31
Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)	33
Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)	34
ANNEXES	35
Plan de situation	36
Plan d'implantation des sondages	37
Coupes des sondages	38

Monsieur Patrice BAYOL nous a confié une mission de diagnostic géotechnique suite à l'apparition de désordres affectant sa maison d'habitation sise, 17 voie des Fusillés à BAR-LE-DUC (Meuse).

L'étude géotechnique a été confiée à FONDASOL, Agence de Metz, suite à l'acceptation de notre devis DE.M.17.01.005 par la **commande datée du 8 avril 2017**.

I – Mission selon la norme NF P 94-500

Il s'agit d'une mission de type G5 au sens de la norme NFP 94-500 (Missions Géotechniques Types – Révision Novembre 2013).

Les objectifs de notre rapport sont de développer les points suivants :

- Définir le contexte géotechnique et les niveaux d'eau du site.
- Analyser les causes des désordres.
- Donner les solutions de confortation.
- Donner les recommandations particulières de conception et d'exécution liées à la géotechnique du site.
- Définir les éventuels aléas ou anomalies qui subsistent à l'issue de l'étude.

Les ébauches dimensionnelles réalisées dans le cadre de l'étude respectent l'ensemble des normes d'application de l'Eurocode 7, à l'exception de celle relative aux ouvrages en terre non disponible à la date de rédaction du présent rapport.

Pour effectuer une ébauche dimensionnelle des reprises en sous-œuvre « profondes », au stade des études préliminaires, nous avons utilisé l'approche « modèle de terrain » décrite dans la norme P 94-262.

Le choix définitif de l'approche de calcul devra être fait au stade des études de projet, en fonction de l'ensemble des données d'investigations géotechniques alors disponibles.

2 – Programme d'investigations

Selon les termes de notre devis, nous avons réalisé :

- **2 SONDAGES PRESSIOMETRIQUES**, notés S1 et S2, descendus à 7 et 8,5 m de profondeur afin de caractériser géologiquement et mécaniquement les matériaux rencontrés au droit du terrain.
- **1 SONDAGE DE RECONNAISSANCE DE FONDATION EXISTANTE**, noté RFI, descendu à 3 m de profondeur afin de vérifier la profondeur d'assise et la nature du sol d'assise des fondations existantes.

Les résultats des investigations, ainsi qu'un plan d'implantation des sondages figurent en annexe à la fin du présent rapport.

3 – Nivellement des sondages

En l'absence de plan topographique, le nivellement de nos sondages a été rattaché au seuil de la porte d'entrée de la maison. Sa cote altimétrique a été prise égale à ± 0.00 . Les cotes présentées dans ce rapport seront donc des cotes relatives.

Sondages	S1/RFI	S2
Cotes	-2.4	+0.1

4 – Méthodologie des sondages

Le sondage a été réalisé à l'aide d'une mini-foreuse en destructif au carottier vibrofoncé (CVF) de 60 mm de diamètre.

Les coupes ont été établies à partir de prélèvements d'échantillons remaniés. On trouvera en annexe les coupes de nos sondages.

5 – Essais pressiométriques

Les essais pressiométriques (norme NFP 94-110 de juillet 1991) ont été réalisés aux moyens d'une sonde standard de \varnothing 60 mm et d'une sonde de \varnothing 44 mm à tube fendu, placée à l'intérieur d'un tube lanterné.

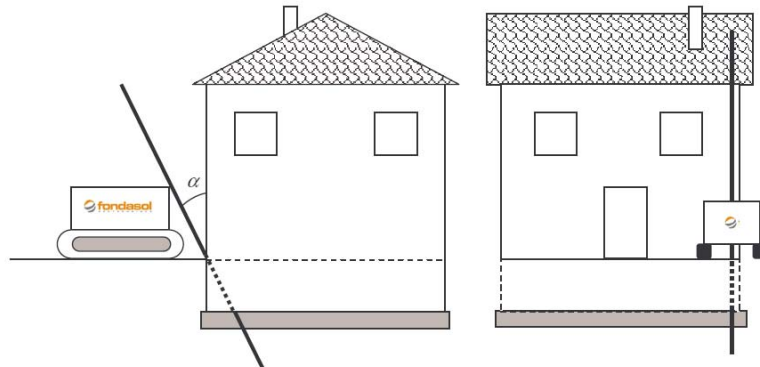
Rappel des notations :

- pf : pression de fluage (en MPa).
- pl : pression limite (en MPa).
- EM : module de déformation pressiométrique (module déviatorique).

On trouvera, en annexe, les résultats des essais pressiométriques.

6 – Reconnaissances de fondation

Le principe consiste à forer au travers de la fondation en plaçant le train de tige parallèlement à une des façades du bâtiment (dans la mesure du possible) en inclinant légèrement la flèche de la machine.



Avec l'inclinaison de la flèche (α , généralement très faible), on calcule la profondeur réelle de la fondation et on détermine le type de sol d'assise. Un sondage vertical à coté permet de mesurer le débord (s'il est inférieur à 0,2 m il ne sera pas mis en évidence compte tenu de l'encombrement de la machine).



7 - Grutage

La mise en place et le repliement de notre foreuse a nécessité l'utilisation d'une grue mobile de 50 tonnes.



Descriptif général du site et approche documentaire

I – Description du site

BAR-LE-DUC se situe à 80 km à l'Ouest de Nancy.

Le terrain étudié se trouve au Nord-Est du centre-ville, dans un versant, entre la côte Sainte Catherine et le canal. Il est occupé par une maison d'habitation de type R+I avec un niveau de sous-sol semi-enterré. Les murs sont probablement réalisés en moellons de pierres calcaires. A priori, la maison doit être fondée sur des murs de fondations.

Le terrain est en forte pente, entre les cotes +0.1 et -2.4 au droit de nos sondages.



Vue d'ensemble du bâtiment existant



Position par rapport au canal



Zone de réalisation du forage S1 : Devant porte d'entrée cave



Zone du forage S2



Photos de la façade Sud-Ouest présentant des dégradations





Photo prise à l'intérieur de la maison au niveau de l'étage



Façade arrière



2 – Contexte géologique

BAR-LE-DUC se situe dans la plaine alluviale de l'Ornain en bordure de plateaux calcaires.

D'après la carte géologique de BAR-LE-DUC au 1/50 000, on devrait rencontrer, sous une épaisseur variable d'argile, des calcaires (zones à *Cyprina brongniarti* et à *Pachyceras*) datant du Portlandien inférieur.

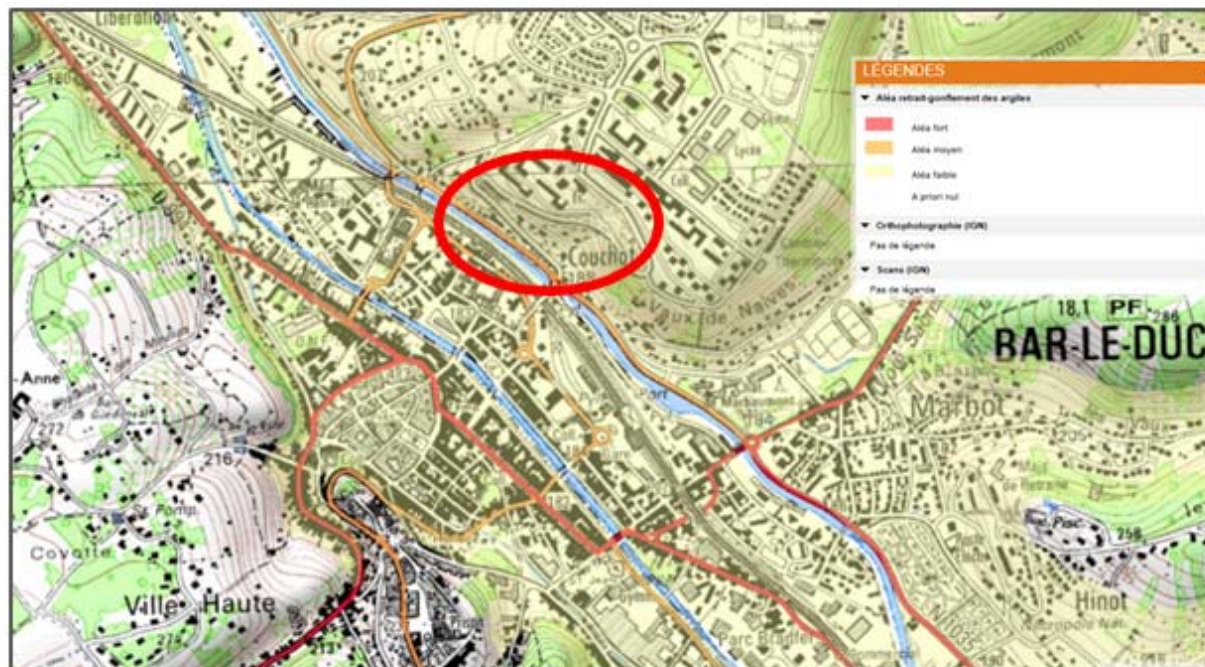


Extrait de la carte géologique de Bar Le Duc au 1/50 000

3 – Enquête documentaire

La commune de BAR-LE-DUC est soumise au PPR Inondation de l'Ornain, le terrain étudié n'est pas situé en zone urbanisée soumise aux aléas les plus forts.

D'après la carte d'aléa concernant les argiles gonflantes établie par le BRGM, le terrain étudié se trouve dans une zone d'aléa faible.



Extrait de la carte d'aléa de retrait-gonflement des argiles

Par ailleurs, on note que plusieurs arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle relatifs à des inondations, coulées de boue et mouvements de terrain ont été pris entre 1982 et 1999.

LA LOCALISATION EST-ELLE IMPACTÉE PAR LES INONDATIONS ?

Territoire à risque important d'inondation (TRI)

Localisation située dans un territoire à risque important d'inondation (TRI) : Non

Atlas de Zone Inondable

Localisation recensée dans un atlas des zones inondables : Oui

Nom de l'AZI	Aléa	Date de début de programmation	Date de diffusion
55DDT20040016 - Ornain(Zones Inondées)	Inondation	23/03/2004	23/03/2004
55DDT20040017 - Ornain(Zones Inondables)	Inondation	23/03/2004	23/03/2004

Informations Historiques sur les Inondations

1 événement historiques d'inondations sont identifiés sur les communes de SAVONNIERES-DEVANT-BAR, LONGEVILLE-EN-BARROIS, MONTPLONNE, COMBLES-EN-BARROIS, BEHONNE, FAINS-VEEL, RESSON, NAIVES-ROSIERES

Date de l'événement (Date début / Date fin)	Type d'inondation	Dommages sur le territoire national		Pour plus de détail
		Approximation du nombre de victimes	Approximation dommages matériels(€)	
30/11/1993 - 27/01/1994	Crue pluviale (temps montée indéterminé), rupture d'ouvrage de défense, Nappe affleurante	de 10 à 99 morts ou disparus	inconnu	Voir BDHI

4 – Zonage sismique

La commune de BAR-LE-DUC est en zone de sismicité très faible (dénomination zone I).

Par conséquent, il n'y aura pas la nécessité de prendre en compte l'effet d'un séisme pour le dimensionnement des ouvrages.

5 – Documents à notre disposition pour cette étude

Pour remplir notre mission, nous avons disposé des éléments suivants :

- Aucun plan ni document.

6 – Description du sinistre

Les façades Nord-Ouest et Sud-Ouest, sont touchées par une fissuration importante, la largeur d'ouverture de certaines fissures pouvant dépasser le centimètre. En façade Nord-Ouest, il s'agit d'une importante fissure verticale qui parcourt la façade. Celle-ci est traversante. En façade Sud-Ouest, il s'agit d'une fissure horizontale localisée au niveau du soubassement sur quasiment toute la largeur de la façade.

D'après les informations transmises, ces désordres sont apparus lors de la réalisation d'un rideau de palplanches en bordure du canal situé à quelques dizaines de mètres.

Façade Nord-Ouest : fissures verticales localisé au niveau du chaînage de la porte d'entrée remontant jusqu'au faîtage.



Façade Sud-Ouest : Fissures horizontales parcourant le mur et fissures verticales au niveau des appuis et chaînage de fenêtres.



Photo de la **façade Sud-Ouest** montrant une partie de la fondation dans le vide..



Affouillement

I – Résultats des investigations

I.1 – Reconnaissance des fondations

Les fondations de la maison ont été repérées en RF1/SPI, là où l'on constate les désordres les plus importants, et S2 là où nous constatons aucun désordre. Nous avons rencontré du béton jusqu'à 0,9 m de profondeur. Nous n'avons pas réussi à mettre en évidence de débord afin de ne pas dégrader d'éventuels réseaux présents le long de la façade. Néanmoins, s'il s'agit probablement d'un mur de fondation dont la largeur avoisine 0,5 m.

Le sondage de reconnaissance RF2 n'a pas pu être réalisé dans la zone sans désordre compte tenu de l'accès impossible pour notre foreuse au niveau de la façade arrière.

Au droit de la zone concernée par les désordres, les fondations sollicitent des remblais sablo-graveleux de bonne compacité.

Sondages	RFI	
Profondeur (m)	0,9	
Cote locale	-3.3	
Sol d'assise	Remblai sablo-graveleux	

Nous constatons que les fondations respectent correctement la garde au gel qui est habituellement fixée à 0,8-0,9 m de profondeur par rapport au niveau fini aménagé extérieur dans la région de Bar-Le-Duc.

I.2 – Géologie

Nos sondages ont mis en évidence sous l'assise des fondations en RF1/SI :

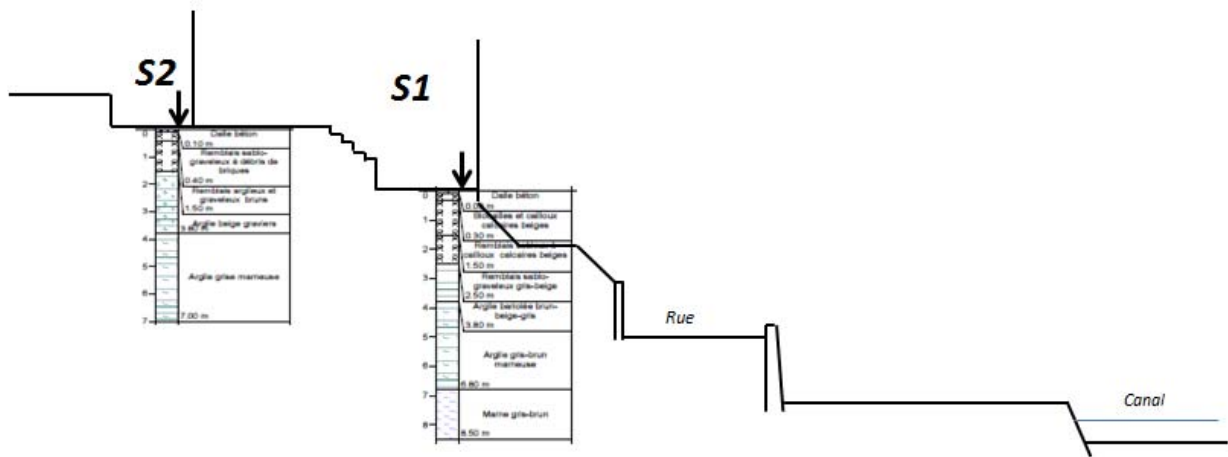
- Des **remblais de cailloux calcaire surmontant des remblais sablo-graveleux** jusqu'à 2,5 m de profondeur.
- Des **argiles bariolées brunes beige grises** jusqu'à 3,8 m de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel.
- Des **argiles marneuses schisteuses grises foncés** jusqu'à 6,8 m de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel.
- Puis des **marnes grises brunes** à partir de 6,8 m de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel, sous la cote locale -9.2 jusqu'à la base de du sondage (8,5 m).

Le sondage S2 réalisé en partie haute du site a mis en évidence :

- Une **chape béton** de 10 cm d'épaisseur recouvrant des **remblais sableux et caillouteux** jusqu'à 0,4 m de profondeur.
- Des **remblais argileux et graveleux** jusqu'à 1,5 m de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel.

- Des **argiles beige graveleuses** jusqu'à 3,8 m de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel.
- Des **argiles marneuses grises** à partir de 3,8 m de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel, sous la cote locale +3.7 jusqu'à la base du forage (7 m).

Profil schématique



I.3 – Géomécanique

Les caractéristiques mécaniques mesurées à l'aide des essais pressiométriques montrent que la compacité est :

Zone dégradée (sondages S1/RFI)

- **Bonnes** dans les remblais sableux calcaires avec des pressions limites $p_l - p_o$ variant de 1,49 à 1,62 MPa.
- **Moyennes à moyennement bonnes** dans les argiles brunes à grises avec des pressions limites pressiométriques nettes ($p_l - p_o$) variant de 0,83 à 1,18 MPa.
- **Très élevées** dans les marnes avec ($p_l - p_o$) = 3,35 MPa.

Zone sans désordre (sondage S2)

- **Moyenne** dans les remblais argileux avec une pression limite $p_l - p_o = 0,68$ MPa
- **Moyennes à moyennement bonnes** dans les argiles beiges avec des pressions limites pressiométriques nettes ($p_l - p_o$) variant de 0,65 à 1,05 MPa.
- **Moyennement bonnes** dans les argiles marneuses avec ($p_l - p_o$) compris entre 1,22 et 1,82 MPa.

2 – Niveau d'eau

Lors de notre intervention, aucune arrivée d'eau n'a été notée dans les sondages.

Compte tenu de la topographie du site en forte pente, les terrains superficiels peuvent cependant être le siège de venues d'eau et d'écoulements, à la circulation anarchique et à des profondeurs variables, en fonction des conditions météorologiques et saisonnières (fortes pluies, fonte des neiges...).

Nous rappelons que les conditions hydrauliques mentionnées ci-dessus correspondent nécessairement à un moment donné, sans possibilité d'apprécier la variation inéluctable des nappes et circulations d'eau qui dépend notamment des conditions météorologiques.

I – Synthèse

Les sondages de reconnaissance réalisés au droit de la maison, montrent que celles-ci respectent bien la garde au gel. Elles ont été en effet rencontrées à 0,9 m de profondeur par rapport au TN actuel au droit du sondage RFI situé dans la zone dégradée.

Les caractéristiques mécaniques, mesurées à l'aide des essais pressiométriques, montrent que les remblais sablo-graveleux présentent un comportement mécanique suffisant eux égards aux descentes de charges apportées par l'ouvrage. Les contraintes de calculs sont de l'ordre de 0,2 MPa aux ELS et de 0,32 MPa aux ELU. Nous ne notons donc pas un comportement compressible des matériaux directement présents sous les fondations sachant que remblais constituant l'assise des fondations dans la zone dégradée sont de bonne compacité avec des $pl-po$ supérieures à 1,4 MPa.

Les matériaux sablo-graveleux constituant l'assise des fondations dans la zone dégradée ne sont pas sensibles au phénomène de retrait-gonflement en cas de variations de leurs teneurs en eau.

Lors de notre intervention, aucune arrivée d'eau n'a été notée dans nos sondages. Nous n'avons pas pu vérifier la présence d'un drainage périphérique.

2 – Interprétation

Il ressort de nos investigations que l'origine des fissures :

- N'est pas imputable à une hétérogénéité du sol d'assise des fondations.
- N'est pas imputable au comportement mécanique des remblais argileux et sableux graveleux.
- N'est pas imputable au non-respect de la garde au gel qui est fixé à 0,8 m de profondeur par rapport au niveau fini aménagé extérieur.
- N'est pas imputable à la présence de matériaux sensibles aux phénomènes de retrait-gonflement en cas de variation de leurs teneurs en eau.

Il semblerait, vue la géométrie des désordres, que la maison a subi un « basculement » au niveau de la façade Sud-Ouest. Ce mouvement serait apparu lors des travaux de battage d'un rideau de palplanches dans le canal situé en contrebas du terrain étudié. Les vibrations occasionnées par le battage des palplanches étant très néfaste a probablement engendrer l'entraînement des fines des remblais sablo-graveleux pulvérulents dans la pente ce qui pourrait expliquer les vides visibles sous les fondations existantes et le tassement du mur.

Par ailleurs, d'autres hypothèses peuvent être avancées :

- Il peut s'agir également d'une problématique structurelle notamment l'absence de chaînages verticaux et horizontaux.
- Des circulations d'eau peuvent persister sous les fondations notamment en période de fortes pluies, avec pour conséquence, un entraînement de fines dans les remblais sablo-graveleux les rendant ponctuellement compressibles.

En résumé, la façade Sud-Ouest pourrait subir un tassement lié à des entraînements de fines dans les remblais accentué lors des travaux de battage du rideau de palplanches dans le canal situé à proximité.

3 – Méthodologie et phasage

Afin de d'appréhender au mieux l'origine des désordres, nous vous proposons la méthodologie suivante :

- Vérification structurelle de la maison notamment au niveau de l'absence de chaînages.
- Mise en place de témoins de géomètre sur les façades avant et arrière afin de suivre dans le temps le comportement de l'ouvrage et d'identifier les éventuels mouvements de la structure. Les relevés pourront être mensuels et se feront au minimum sur une année.
- Parallèlement, mise en place d'autres jauges de mesures de déformations (type jauge Saugnac) afin d'observer, sur au moins une année, l'évolution des désordres.

Si la cause des désordres n'est pas une problématique structurelle et, si les relevés de géomètre montrent un basculement évolutif de la façade Sud-Ouest, il faudra entreprendre une reprise en sous-œuvre de la façade Sud-Ouest et des murs de refends afin de le stabiliser de façon définitive.

Compte tenu des accès très difficiles et de la présence d'un sol d'assise en matériaux sablo-graveleux, il ne sera donc pas envisageable d'effectuer une reprise en sous-œuvre classique par la technique de plots alternés.

Il faudra donc s'orienter sur des **micropieux** (barres ou tubes métalliques) ancrés profondément dans les marnes compactes. Ceci nécessitera d'ancrer les micropieux dans la structure et ainsi de créer notamment une longrine en béton armé. Il s'agira de travaux difficiles à réaliser compte tenu des accès limités notamment en façade Sud-Ouest.

Au stade de ce rapport d'étude, nous réaliserons à titre indicatif un pré-dimensionnement des micropieux même en l'absence d'un sondage profond. Néanmoins en phase projet, il faudra réaliser un sondage pressiométrique profond, c'est-à-dire descendu au minimum à 12 m de profondeur, afin de valider définitivement le modèle géotechnique.

Enfin, à titre provisoire, nous vous conseillons de mettre en place, dès ce jour :

- Un enduit souple pour le comblement des fissures et ainsi empêcher des infiltrations d'eau dans la maison.
- Un béton projeté sur le parement situé côté façade Sud-Ouest afin d'éviter l'aggravation du phénomène de ravinement des sols d'assise des fondations.

4 – Proposition de confortation par micropieux

4.1 – Type de micropieux

On pourra entreprendre la réalisation de micropieux de type III ancrés dans les marnes raides.

Rappelons que des micropieux de type III sont des pieux forés tubés de diamètre inférieur à 300 mm. Le forage est équipé d'une armature et d'un système d'injection qui est un tube à manchettes mis en place dans un coulis de gaine. L'injection est faite de manière globale et unitaire (IGU) à une pression d'injection supérieure ou égale à la pression limite du sol.

4.2 – Modèle géotechnique : modèle de terrain

Si les micropieux sont constitués seulement d'une simple barre de faible inertie, ils ne peuvent pas reprendre d'effort horizontal significatif (les éventuels efforts horizontaux sont à reprendre par butée ou frottement sur le sol). Les moments sont à reprendre par un couple de micropieux en traction/compression. Dans le cas contraire, les micropieux doivent être équipés d'un tube pétrolier de forte inertie.

Rappelons que conformément à l'Eurocode 7 le paramètre géotechnique pris en compte doit être une estimation prudente de la valeur qui influence l'occurrence de l'état limite. Ce qui conduit au modèle géotechnique suivant :

N° de couche	Couche	Classe de sol	Profondeur / TN actuel	p_i^* (MPa)
1	remblai	Remblai sableux	2,5 m	1,5
2	Argile	Argiles et limons fermes	jusqu'à 5 m	0,83
3	Argile marneuse	Argiles et limons fermes	Jusqu'à 6,8 m	1,2
4	Marne	Marne raide	Au-delà de 6,8 m	3,3

Dans la suite de ce rapport et pour le dimensionnement des micropieux de type III (détermination des frottements latéraux), nous considérerons qu'ils correspondent à des micropieux injectés mode IGU (MIGU classe 8, catégorie 19) au sens de l'EC7.

4.3 – Résistance de frottement axial

L'effort limite mobilisable par frottement axial sur la hauteur concernée du fût du micropieu doit être calculé à partir de l'expression suivante :

$$R_s = P_s \int_0^D q_s(z) dz$$

Avec :

- R_s la valeur de la résistance de frottement axial,
- P_s le périmètre du micropieu,
- D la longueur du micropieu,
- $q_s(z)$ la valeur du frottement axial unitaire limite à la cote z .

La valeur du frottement axial unitaire limite q_s à la profondeur z doit être déterminée en fonction de la nature du terrain, du mode de mise en œuvre et de la valeur de la pression limite nette.

Cette valeur est déterminée à partir de la relation suivante :

$$q_s(z) = \alpha_{\text{pieu-sol}} \times f_{\text{sol}}(p_i^*(z))$$

Avec :

- $\alpha_{\text{pieu-sol}}$ un paramètre adimensionnel qui dépend du type de micropieu et du sol.
- f_{sol} une fonction qui ne dépend que du type de sol et de la valeur de p_l^* .

N° couche	$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	Courbe	q_s max	f_{sol}	q_s	q_s retenu
1	-	-	-	-	-	-
2	2,7	Q1	200	40	108	108
3	2,7	Q1	200	43	116	116
4	2,4	Q4	320	106	255	255

4.4 – Valeurs de calcul

La résistance à la rupture du micropieu est déterminée par l'expression :

$$R_c = R_s$$

La résistance caractéristique du micropieu est déterminée par l'expression :

$$R_{c;k} = \frac{R_c}{\gamma_{R;d1} \times \gamma_{R;d2}}$$

Avec :

- $\gamma_{R;d1}$ et $\gamma_{R;d2}$ des coefficients de modèle

Dans le cas d'un micropieu de catégorie 19 (MIGU), les coefficients de modèle valent :

$$\begin{aligned}\gamma_{R;d1} &= 2,0 \\ \gamma_{R;d2} &= 1,1\end{aligned}$$

A l'Etat Limite Ultime, on définit la résistance de frottement axial de calcul :

$$R_{c;d} = \frac{R_{c;k}}{\gamma_t}$$

Avec :

- γ_t un facteur partiel de résistance

A l'ELU et dans le cas d'un micropieu de catégorie 19 (MIGU), le facteur partiel de résistance à la compression vaut :

$$\gamma_t = 1,1$$

A l'Etat Limite de Service, on définit la résistance de frottement axial de calcul pour un pieu sans refoulement du sol :

$$R_{c;cr;d} = \left[\frac{0,7 \times R_s}{\gamma_{R;d1} \times \gamma_{R;d2}} \right] \times \frac{1}{\gamma_{cr}}$$

Avec :

- γ_{cr} un facteur partiel de résistance

A l'ELS et dans le cas d'un micropieu de catégorie I9 (MIGU), le facteur partiel de résistance vaut :

$$\gamma_{cr} = 0,9 \text{ en combinaison caractéristique}$$

$$\gamma_{cr} = 1,1 \text{ en combinaison quasi-permanente}$$

4.5 – Ebauche dimensionnelle

A titre indicatif, en phase préliminaire, on obtient pour des micropieux de type III de 150 et 170 mm de diamètre, descendus à 8 m de profondeur par rapport au niveau du TN actuel et en prenant comme référence le sondage SI :

\varnothing (m)	ELU - $R_{c;d}$ (kN)	ELS qp - $R_{c;cr;d}$ (kN)	ELS car - $R_{c;cr;d}$ (kN)
0,15	153	107	131
0,17	174	121	148
0,20	204	143	175
0,25	255	179	218

	Portance d'une fondation profonde par la méthode du modèle de terrain	Affaire :	BAR LE DUC
		N° de dossier :	M17080
		Commentaires :	

version 4.3-17.12.04

Type de pieu :

Micropieu injecté

Travailler uniquement en pointe ☐

Modèle de terrain :

Couche	Profondeur de la base (m)	Type de sol	pl* (MPa)	Mise en œuvre	Catégorie	Courbe	$\alpha_{\text{pieu,sol}}$ (-)	a (-)	b (-)	c (-)	f _{sol} (-)	q _{s,lim} (kPa)	q _s (kPa)
1	2.5	Remblais	1.5	Injecté mode IGU	19	0	0	0	0	0	0	0	0
2	5	Argile	0.83	Injecté mode IGU	19	1	2.7	0.003	0.04	3.5	40	200	108
3	6.8	Argile	1.2	Injecté mode IGU	19	1	2.7	0.003	0.04	3.5	43	200	116
4	20	Marne	3.3	Injecté mode IGU	19	4	2.4	0.008	0.08	3	106	320	255
5					0	0	0	0	0	0	0	0	0
6					0	0	0	0	0	0	0	0	0
7					0	0	0	0	0	0	0	0	0
8					0	0	0	0	0	0	0	0	0
9					0	0	0	0	0	0	0	0	0

Résultats :

Résistances en kN

Résistances en kN								Portance						Résistance à la traction					
								aux ELS			aux ELU			aux ELS			aux ELU		
Diamètre (mm)	Longueur (m/TN)	p _e * (MPa)	D _e (m)	k _{p,max}	k _p	R _b	R _s	R _{c;cr;k}	R _{c;cr;d}		R _{c;k}	R _{c;d}		R _{t;cr;k}	R _{t;cr;d}		R _{t;k}	R _{t;d}	
									ELS qp	ELS car		ELU fond	ELU acci		ELS qp	ELS car		ELU fond	ELU acci
150	8	3.30	1.31	0.00	0.00	0	371	118	107	131	168	153	168	118	79	107	168	146	160
170	8	3.30	3.62	0.00	0.00	0	420	134	121	148	191	174	191	134	89	121	191	166	182
200	8	3.30	3.62	0.00	0.00	0	494	157	143	175	225	204	225	157	105	143	225	195	214
250	8	3.30	3.62	0.00	0.00	0	618	196	179	218	281	255	281	196	131	179	281	244	267
									0	0		0	0		0	0		0	0
									0	0		0	0		0	0		0	0

4.6 – Recommandations de réalisation

- La méthodologie de forage devra être validée par la maîtrise d'œuvre.
- Prévoir une surconsommation de coulis dans les sols peu compacts.
- On prévoira un matériel adapté (marteau fond de trou, ...), afin de traverser les formations compactes.
- Vérifier les micropieux au flambement sur la hauteur des couches molles.
- Prévoir un essai d'arrachement pour valider le modèle géotechnique ou un enregistrement des paramètres de forage durant le chantier afin de vérifier les pressions d'injection.
- Le forage ne devra surtout pas s'effectuer à l'eau afin d'éviter une chute des frottements latéraux dans les argiles.
- Vérifier également l'état des réseaux humides enterrés à proximité de la maison.
- Prendre toutes les précautions pour assurer la stabilité de la maison tant en phase provisoire que définitive.
- Vérifier la stabilité définitive de l'ouvrage en mettant en place des jauges de mesures pour suivre l'évolution des fissures. Durant les premiers mois, il pourra se produire quelques désordres supplémentaires inhérents à la reprise en sous-œuvre,
- Traiter les fissures existantes au moins 1 an après la fin du chantier et après la stabilisation complète.

Les calculs et valeurs dimensionnelles donnés dans le présent rapport ne sont que des ébauches destinées à donner un premier aperçu des sujétions techniques d'exécution et ne constituent pas un dimensionnement du projet.

Ce rapport conclut la mission G5 qui nous a été confiée pour cette affaire.

Selon la norme NFP 94-500, cette mission est insuffisante pour consulter les entreprises. Elle doit être suivie d'une mission d'études géotechniques de projet G2 PRO avant d'établir le DCE. Elle permettra de :

- Traiter les aléas importants identifiés pour ce projet,
- Définir la géométrie des ouvrages géotechniques (type de reprise en sous-œuvre),
- Fixer tous les paramètres du sol et d'interactions sol-structure permettant la justification par le calcul des ouvrages,
- Evaluer les tassements et les déplacements prévisibles des ouvrages,
- Préciser les sujétions de réalisation, notamment le phasage des travaux, le drainage, le suivi spécifique avec des mesures prédéfinies et des valeurs seuils associées ainsi que des adaptations possibles à mettre en œuvre en phase d'exécution.

Ces points pourront nécessiter un programme d'investigations complémentaire.

Cette mission devra être suivie d'études et de suivi géotechniques d'exécution G3 à la charge de l'Entreprise. Parallèlement, le Maître d'Ouvrage devra confier à un géotechnicien une mission G4 de supervision géotechnique d'exécution.

Nos études ne concernent pas les projets géothermiques. Des études géologiques, hydrogéologiques et thermiques spécifiques, aux profondeurs requises pour ces projets, doivent être menées pour analyser les aléas particuliers qui pourraient y être liés (notamment risque de mise en communication de nappes, d'artésianisme, de sols gonflants, etc ...)

FONDASOL est bien entendu à disposition de tous les intervenants dans cette affaire pour réaliser ces missions d'étude complémentaires.

Pierre-Yves GOEURY

1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client. Conformément à l'article L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dérogée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au

Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. 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 avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. 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 actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettrait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. Le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission.

Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

14. conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, renouveau de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Si la carence du Client rend nécessaire un recouvrement contentieux, le Client s'engage à payer, en sus du principal, des frais, dépens et émoluments ordinairement et légalement à sa charge, une indemnité fixée à 15% du montant en principal TTC de la créance avec un minimum de 150 euros et ce, à titre de dommages et intérêts conventionnels et forfaitaires. Cette indemnité est due de plein droit, sans mise en demeure préalable, du seul fait du non-respect de la date.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de

compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

Assurance décennale obligatoire

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-I du Code des assurances. Ce contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Le client prendra en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières.

Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du siège social du Prestataire sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés ci-après. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchaînement des missions GI à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	Etudes géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Etudes géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Etude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)	Etude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Classification des missions d'ingénierie géotechnique en page suivante

Février 2014

Classification des missions d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases:

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. - Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases:

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin 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, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participé à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives:

Phase Étude

- Définir si besoin 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 établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs: plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives:

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

A TOUTES ETAPES : DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

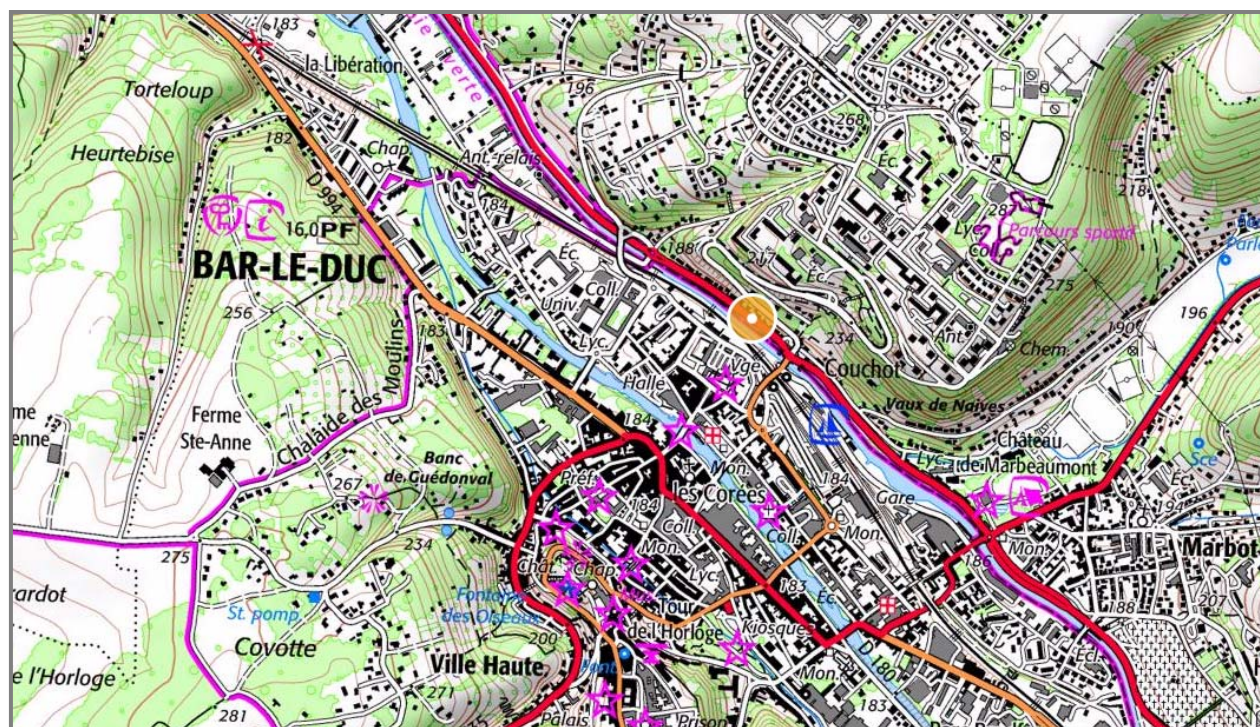
Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

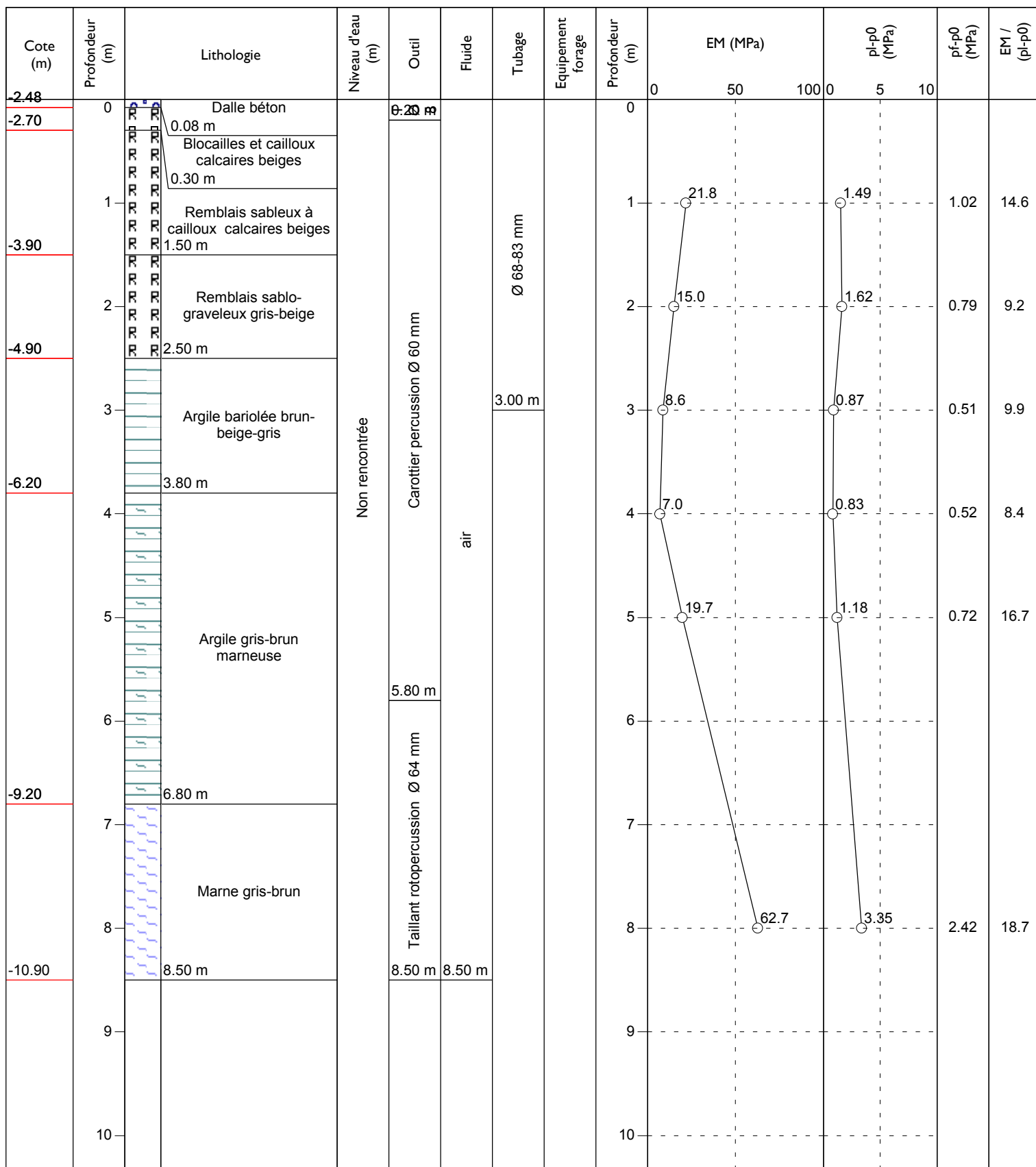
Février 2014



Plan de situation







Cote (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Fluide	Tubage	Equipement forage	Profondeur (m)	EM (MPa)	pl-p0 (MPa)	pf-p0 (MPa)	EM / (pl-p0)
0.00	0	Dalle béton		0.20 m				0				
-0.30	0.10 m	Remblais sablo-graveleux à débris de briques						1	4.8	0.68	0.40	7.1
	0.40 m	Remblais argileux et graveleux bruns						2	9.6	1.05	0.52	9.1
-1.40	1.50 m							3	5.1	0.65	0.35	7.8
	3.80 m	Argile beige graviers	Non rencontrée	Carottier percussion Ø 60 mm	air	Ø 68-83 mm		4	27.6	1.25	0.74	22.1
-3.70	4.50 m							5	16.9	1.22	0.87	13.8
	7.00 m	Argile grise marneuse		Taillant rotoperçusion Ø 64 mm				6	27.5	1.82	1.28	15.1
-6.90	7.00 m			7.00 m	7.00 m			7				
	8							8				
	9							9				
	10							10				

Cote (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Fluide	Tubage	Equipement forage	Echantillons	Observations
-2.5	0	Dalle béton	Non rencontrée	Taillant rotoperçusion Ø 51 mm	air				
-2.9	0.05 m	Remblais sableux et caillouteux							
-3.3	0.50 m	Fondation béton							
	0.90 m								
	2	Remblais sablo-graveleux							
-5.1	2.70 m								
-5.4	3	Argile brune		3.00 m	3.00 m				
	3.00 m								



fondas

TERRITOIRE(S) D'EX