



MERTERT

Etude géotechnique Mission G2-AVP

Rapport n° PR.LUGT.22.0141 – 001 – 1ère diffusion – 07/11/2022

MOSCO S.A.

Construction de 16 maisons bifamiliales jumelées
2 rue de Mompach - MERTERT

AGENCE DE LUXEMBOURG

47A rue de Sanem
L-4485 SOLEUVRE

☎ 52 27 97

📠 52 27 96

✉ luxembourg@groupefondasol.com

SUIVI DES MODIFICATIONS ET MISES A JOUR

FTQ.261-B

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
-	07/11/2022	39	1 ^{ère} diffusion	A. GALMICHE	P.-Y. GOEURY
A					
B					
C					

REV PAGE	-	A	B	C	REV PAGE	-	A	B	C	REV PAGE	-	A	B	C
1	X				41					81				
2	X				42					82				
3	X				43					83				
4	X				44					84				
5	X				45					85				
6	X				46					86				
7	X				47					87				
8	X				48					88				
9	X				49					89				
10	X				50					90				
11	X				51					91				
12	X				52					92				
13	X				53					93				
14	X				54					94				
15	X				55					95				
16	X				56					96				
17	X				57					97				
18	X				58					98				
19	X				59					99				
20	X				60					100				
21	X				61					101				
22	X				62					102				
23	X				63					103				
24	X				64					104				
25	X				65					105				
26	X				66					106				
27	X				67					107				
28	X				68					108				
29	X				69					109				
30	X				70					110				
31	X				71					111				
32	X				72					112				
33	X				73					113				
34	X				74					114				
35	X				75					115				
36	X				76					116				
37	X				77					117				
38	X				78					118				
39	X				79					119				
40					80					120				

SOMMAIRE

A.	Présentation de notre mission	5
A.1.	Cadre de notre intervention	5
A.2.	Mission selon la norme NF P 94-500	5
A.3.	Programme d'investigations	5
A.4.	Méthodologie des sondages	6
A.5.	Essais pressiométriques	6
A.6.	Nivellement des sondages	6
A.7.	Documents à notre disposition pour cette étude	6
A.8.	Description générale du projet	7
B.	Synthèse géologique et géotechnique	8
B.1.	Description du site	8
B.2.	Contexte géologique	8
B.3.	Contexte hydrogéologique	9
C.	Résultats des investigations in situ	10
C.1.	Résultats des sondages	10
C.2.	L'eau dans le sol	10
D.	Application au projet	11
D.1.	Classe géotechnique	11
D.2.	Rappel des contraintes du site – insertion du projet	11
D.3.	Travaux d'adaptation du projet au site	12
D.4.	Principes généraux de fondation	14
D.5.	Gestion de l'eau	15
D.6.	Remblaiement contre les murs enterrés	16
E.	Etude du radier	17
E.1.	Contrainte de calcul sous radier	17
E.2.	Approche des tassements	17
F.	Etude des semelles	19
F.1.	Contraintes de calcul sous semelles	19
F.2.	Ébauche dimensionnelle des fondations	19
F.3.	Première approche des tassements	20
F.4.	Recommandations de réalisation	21
G.	Dallage sur terre-plein	22

ANNEXES	24
Conditions Générales de service	25
Enchaînement des missions types d'ingénierie GEOTECHNIQUE (Norme NF P94-500)	28
Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P94-500)	29
Annexe n°1 : Plan de Situation	30
Annexe n°2 : Plan d'implantation des sondages	31
Annexe n°3 : Coupes des Sondages	32

A. PRESENTATION DE NOTRE MISSION

A.1. Cadre de notre intervention

MOSCO S.A. envisage la Construction de 16 maisons bifamiliales jumelées, 2 rue de Mompach à MERTERT.

Une étude géotechnique a été confiée à FONDASOL, Agence de Luxembourg, suite à l'acceptation du devis SQ.LUGT.22.07.005 **par la commande datée du 26 juillet 2022.**

A.2. Mission selon la norme NF P 94-500

Il s'agit d'une mission de type **G2-AVP** au sens de la norme NF P94-500 (Missions d'Ingénierie Géotechnique Types – Révision de Novembre 2013).

Cette étude a pour buts :

- Définir le contexte géotechnique et les niveaux d'eau du site ;
- Donner les hypothèses géotechniques pour la justification des ouvrages ;
- Donner les recommandations particulières de conception et d'exécution liées à la géotechnique du site.

Les ébauches dimensionnelles réalisées dans le cadre de l'étude respectent l'ensemble des normes d'application de l'Eurocode 7.

Cette étude est conforme à l'Annexe Nationale Luxembourgeoise parties 1 et 2 de références respectives EN1997-1:2004/AN-LU:2011 et EN1997-2:2004/AN-LU:2011.

A.3. Programme d'investigations

Conformément à notre devis SQ.LUGT.22.07.005, nous avons réalisé le programme d'investigations suivant :

- **8 sondages de reconnaissance géologique en Ø64 mm**, notés SP1 à SP8, descendus à 6 m de profondeur, avec **5 essais pressiométriques** par sondage ;
- **2 équipements piézométriques** à 6 m de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel.

Les essais pressiométriques ont été répartis tous les 1 à 1.5 m dans les forages, pour mesurer in situ les caractéristiques de portance et de déformabilité.

Les piézomètres permettent de déterminer les niveaux d'eau pouvant être rencontrés dans le terrain lors des forages.

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

A.4. Méthodologie des sondages

Les sondages de reconnaissance ont été réalisés à l'aide d'une foreuse hydraulique de 70 CV, au carottier percussion Ø60 mm dans les remblais et à la tarière continue Ø63 mm dans les argiles.

Des échantillons remaniés représentatifs des différentes couches traversées ont été prélevés au fur et à mesure de l'avancement pour identification géologique.

A.5. Essais pressiométriques

Les essais pressiométriques (norme EN ISO 22476-4) ont été réalisés au moyen d'une sonde standard de diamètre 60 mm.

Rappel des notations :

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

On trouvera en annexe les résultats des essais pressiométriques.

A.6. Nivellement des sondages

Le nivellement des sondages a été rattaché à un regard télécom situé à la cote 164.15. Le système altimétrique de référence n'est pas connu.

Sondages	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	SP7	SP8
Cotes altimétriques	167.00	166.85	166.05	162.40	166.85	166.40	166.20	165.70

A.7. Documents à notre disposition pour cette étude

Pour mener à bien notre mission, nous disposons des éléments suivants :

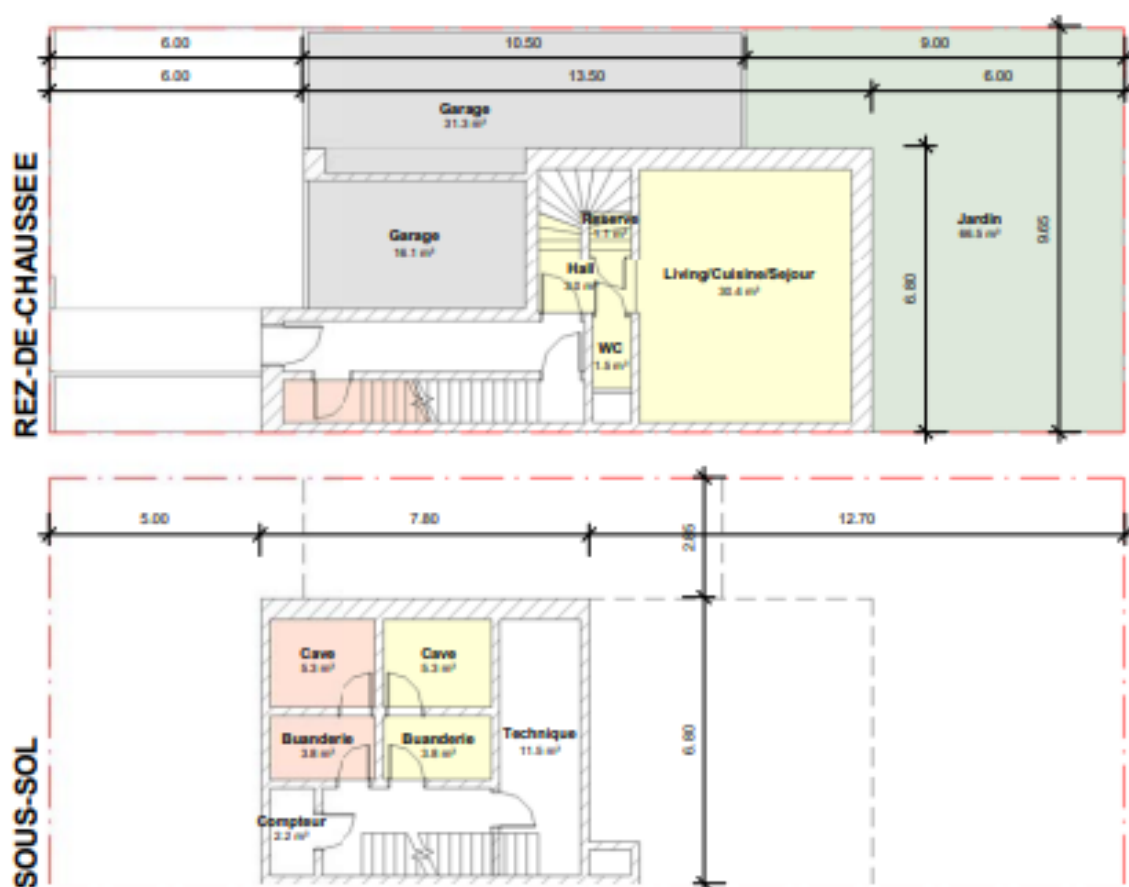
- Extraits plans des réseaux ;
- Plan de repérage des bâtiments existants ;
- Plans d'architecte du sous-sol au R+I avec retrait ;

A.8. Description générale du projet

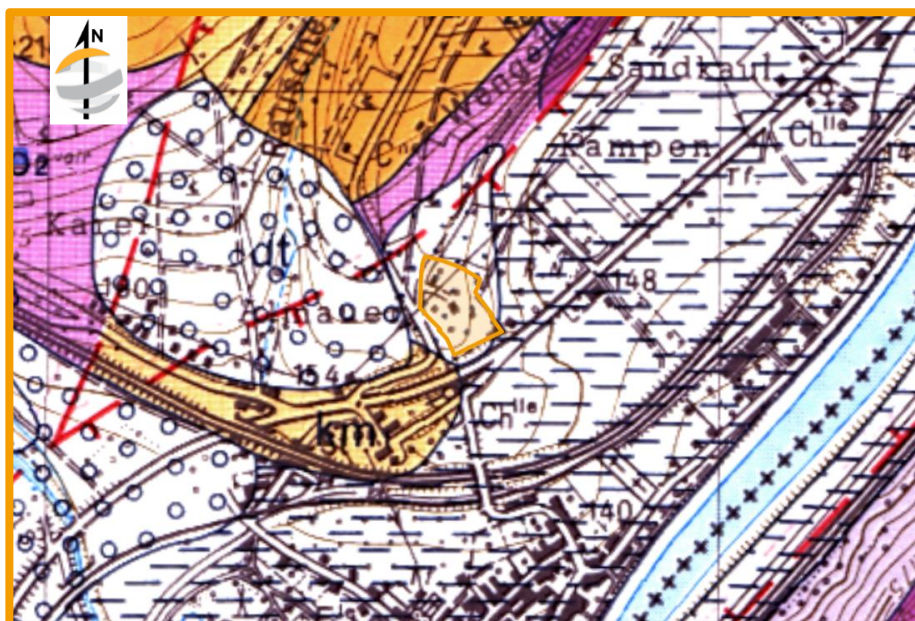
D'après les documents qui nous ont été transmis, il est prévu la construction de 16 maisons bifamiliales jumelées, dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Bâtiments de type R+I + retrait
- 1 niveau de sous-sol enterré partiel, concernant uniquement la moitié avant des maisons, la moitié arrière étant sans sous-sol ;
- Emprise au sol d'environ 6 × 14.5 m pour chaque maison

Nota : ne disposant pas d'informations altimétriques sur le projet, notre étude considérera un niveau RDC sensiblement égal à celui du terrain actuel.



Plans du sous-sol et du RDC du bâtiment

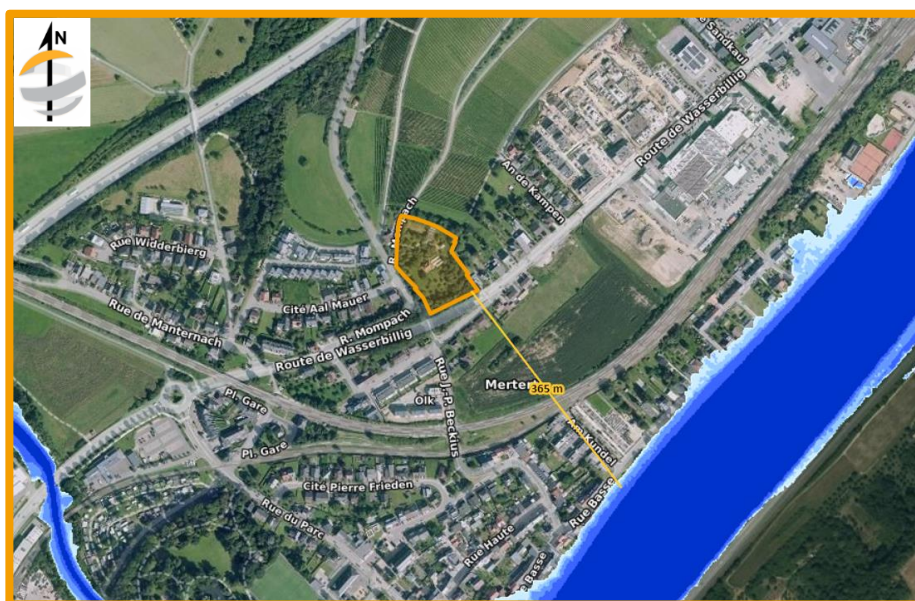


Extrait de la carte géologique détaillée, source www.geoportail.lu

B.3. Contexte hydrogéologique

Le terrain étudié est distant de plus de 350 m de la Moselle et se situe environ 20 m plus haut que le niveau du cours d'eau. Ainsi, nous ne rencontrerons pas la nappe de la Moselle aux profondeurs et distances concernées par le projet. La carte d'aléa inondation montre que le terrain n'est pas à risques.

Le contexte hydrogéologique sera donc limité à des circulations d'eau ponctuelles de ruissellement et d'infiltration en direction de la Moselle (Sud-Est), se produisant essentiellement pendant et après des épisodes pluvieux.



Extrait de carte des risques d'inondations 2021 (HQ extrême), source www.geoportail.lu

C. RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN SITU

C.1. Résultats des sondages

C.1.1. Lithologie

Les sondages réalisés dans le cadre de notre mission ont mis en évidence :

- Des **remblais** :
 - **Limono-caillouteux, limono-sableux et caillouto-sableux légèrement limoneux**, visibles sur l'ensemble des sondages hormis en SP7, jusqu'à 0.8 à 2.8 m de profondeur par rapport au niveau de nos sondages ;
 - **Grésocalcaires** (concassés rocheux) en SP7 jusqu'à 1.5 m de profondeur, sous un recouvrement de 40 cm de **terre végétale** ;
 - La présence d'un **vide** en SP3, sous une épaisseur de béton de 10 cm, probablement lié à un ancien vide sanitaire ;
- Des **argiles marneuses brunes** rencontrées en SP1 jusqu'à la base du sondage (6 m/TA) ;
- Des **limons argileux et sableux** visibles jusqu'à la base des sondages SP2 à SP8 (6 m de profondeur par rapport au terrain actuel) ;

C.1.2. Aspects géomécaniques

Les caractéristiques mécaniques ont été mesurées au droit des sondages au moyen des essais pressiométriques. Les sols s'avèrent :

- *Fermes* dans les **remblais**, avec des pressions limites nettes pressiométriques (p_l^*) comprises entre 0.77 et 0.95 MPa ;
- *Fermes à très raides* dans les **limons argileux et sableux** et les **argiles marneuses** avec des valeurs de pressions limites nettes pressiométriques comprises entre 0.88 et 3.34 MPa.

C.2. L'eau dans le sol

Lors de notre intervention des 8, 9 et 12 septembre 2022, nous n'avons rencontré aucune arrivée d'eau dans nos forages.

Nous rappelons en outre le contexte hydrologique du site qui élimine la possibilité de rencontrer la nappe de la Moselle aux profondeurs concernées par le projet.

En revanche, il est toujours possible de rencontrer des circulations d'eau d'infiltration dans les couches superficielles, dont le débit et la profondeur dépendent des conditions météorologiques.

Notre intervention ponctuelle dans le cadre de la réalisation de l'étude confiée ne nous permet pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes, dans la mesure où le niveau d'eau mentionné dans le rapport d'étude correspond nécessairement à celui relevé à un moment donné, sans possibilité d'apprécier la variation inéluctable des nappes et des circulations d'eau qui dépend notamment des conditions météorologiques.

D. APPLICATION AU PROJET

D.1. Classe géotechnique

D'après l'Annexe Nationale Luxembourgeoise à l'Eurocode 7 (EN 1997-1 : 2004 / AN-LU : 2011) : « Calcul géotechnique – Partie 1 : règles générales », et selon le tableau 1 AN-LU définissant les catégories géotechniques 1 à 3 à considérer, le site se trouve en **classe géotechnique CG2**.

D.2. Rappel des contraintes du site – insertion du projet

Le projet prévoit la construction de 16 maisons bifamiliales jumelées de type R+1 et R+2 en retrait avec un niveau de sous-sol partiel supposé enterré à 3 m de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel. À cette cote, les sols rencontrés sont constitués par des argiles marneuses ou des limons argileux fermes à très raides.

Les aléas géotechniques sont en relation avec :

La géologie :

- Présence probable de passages argileux plus mous entre nos sondages pouvant nécessiter des purges-substitution et/ou des approfondissements locaux des niveaux d'assise des fondations ;

La nature des matériaux :

- Présence de sols argileux et limono-argileux très sensibles aux variations de teneur en eau, imposant la réalisation des travaux de terrassement en période météorologique favorable ;
- Présence de sols argileux potentiellement sensibles aux phénomènes de retrait et de gonflement, nécessitant des dispositions particulières pour éviter l'apparition de désordres lors de phénomènes de sécheresse ;
- Présence d'anciens vestiges en béton et de passages plus durs dans les remblais, nécessitant localement des moyens de terrassement adaptés (brise roche hydraulique, dent de déroctage, etc...) ;

L'hydrogéologie :

- Présence de circulations d'eau d'infiltration et de ruissellement dans le sol à différentes profondeurs, nécessitant la mise en œuvre d'un dispositif de drainage périphérique à relier à un exutoire ne pouvant refouler ;

L'environnement (ZIG : Zone d'Influence Géotechnique) :

- Présence de vestiges enterrés et d'ouvrages à démolir (fondations, réseaux, etc.), ce qui nécessitera l'utilisation de moyens de terrassement adaptés ;
- Présence de constructions à proximité (côté Nord) qui imposeront de limiter les vibrations lors des travaux de terrassement et de construction ;

D.3. Travaux d'adaptation du projet au site

On évitera toute déstabilisation des voiries existantes, des réseaux enterrés et des terrains avoisinants lors des travaux de terrassement.

L'étude détaillée et exhaustive des principes d'exécution relève de l'étude géotechnique G2-PRO. Nous nous limiterons dans le cadre de la G2-AVP à lister les principes généraux.

D.3.1. Talutage

D.3.1.1. Conception et hypothèses de calcul

Les terrassements atteindront une profondeur d'environ 3.0 m par rapport au niveau de nos sondages. Les futures constructions sont implantées à des distances suffisamment importantes des limites de propriété, permettant la réalisation de talutages sous certaines conditions.

Les caractéristiques à prendre en compte dans la définition des talus seront (sur la base des sondages pressiométriques) :

Couche	Prof. base (m)	p_l^* (MPa)	E_M (MPa)	c' (kPa)	φ' (°)	γ' (kN/m ³)
Remblais hétérogènes	0.8 à 2.8	0.77 à 0.95	11.2	3	25	19
Limons argileux / argiles	> 6.0	0.88 à 3.34	11.2 à 66.3	7	25	19

D.3.1.2. Définition de la pente des talus

La détermination des pentes admissibles pour les talus sera menée à l'aide du logiciel TALREN v6 dans la configuration la plus défavorable, c'est-à-dire pour la hauteur de remblais la plus importante et pour une hauteur de talutage n'excédant pas 3.5 m par rapport au niveau du terrain actuel.

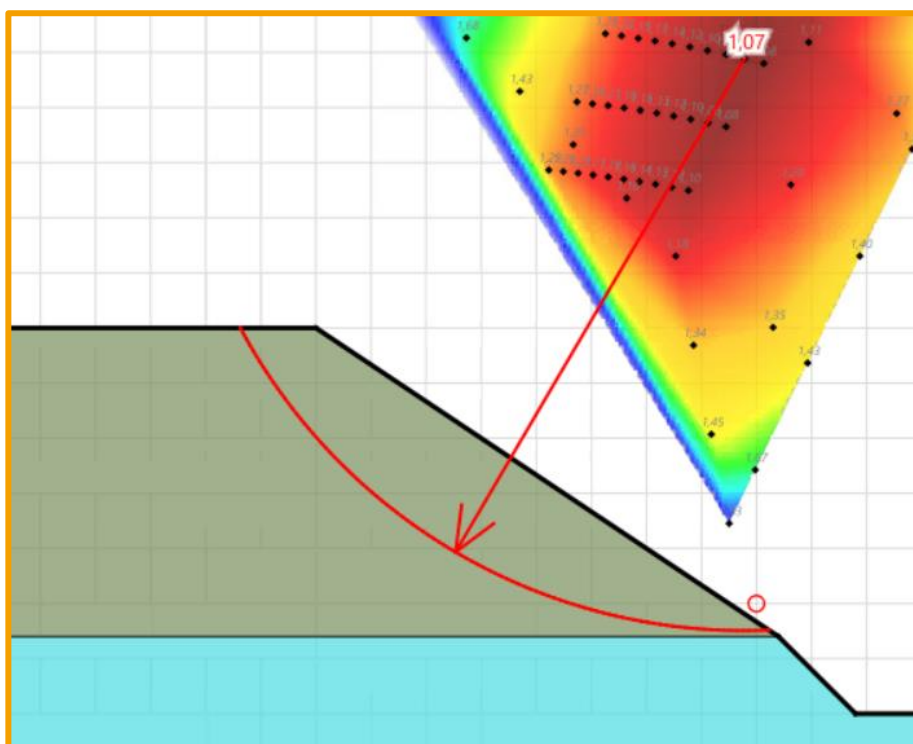
Le calcul est réalisé à l'approche 3 de l'Eurocode 7 (ensembles A2 « + » M2 « + » R3) pour un ouvrage provisoire peu sensible aux déformations correspondant à un facteur partiel de modèle γ_{Rd} égal à 1.05 selon la norme d'application française (NF P94-270) de l'Eurocode 7 pour les talus.

Par ailleurs, nous ne prendrons pas en compte de surcharge au niveau de la crête du talus.

Alors, nous pouvons proposer les pentes suivantes :

- **3 H / 2 V dans les remblais** (soit environ 33°), sauf dans les zones particulièrement sablo-graveleuses (ancien concassé par exemple), où il faudra se limiter à une pente de 2 H / 1 V (environ 28°) ;
- **1 H / 1 V dans les limons argileux et argiles**, soit une pente de 45°.

Dans cette configuration, nous obtenons un facteur de sécurité de 1.07 ce qui est bien supérieur à 1.



Extrait graphique du calcul TALREN

Les talus devront être immédiatement protégés des arrivées d'eau par la mise en place de polyanes solidement ancrés, débordant généreusement en amont de la crête du talus.

Il conviendra de plus de ne pas mettre en œuvre de surcharge à proximité de la crête des talus (stockage, circulation d'engins lourds, etc.) afin de ne pas provoquer la rupture des talus.

D.3.2. Classification des sols selon DIN 18300 et DIN 18196

Sols	pl* (MPa)	Module E_M (MPa)	Symbole du groupe selon DIN 18196	Classe de sol
Remblais limono-sableux	0.77 à 0.95	12.8 à 16.5	GU-GU*	Classe 3-4*
Concassé grés-calcire	0.77	11.2	SW-GW	Classe 3
Argiles marneuses	0.88 à 1.39	9.6 à 20.8	TM	Classe 4
Limons argileux	0.89 à 3.34	10.9 à 66.5	UM-TA	Classe 4-5

*Présence possible de passages plus durs à terrasser dans les remblais, ce qui entraînerait un classement local en classe 7.

D.3.3. Conditions de terrassement

L'ensemble des sols rencontrés, de **classe 3 et 4** selon la norme DIN 18300, ne poseront pas de problèmes de terrassement pour une pelle hydraulique ou des engins de terrassement à lame suffisamment puissants.

Cependant, la présence de vestiges enterrés issus des ouvrages existants à démolir et de passages plus durs dans les remblais et limons argileux peuvent nécessiter, le cas échéant, l'utilisation d'un brise-roche hydraulique ou d'une dent de déroctage. Les vibrations seront limitées à proximité des limites de propriété.

D.3.4. Réalisation de la couche de forme au niveau R-I

Compte tenu de la sensibilité à l'eau des sols argilo-sableux, il est nécessaire de réaliser une couche de forme. Par conséquent, nous préconisons de réaliser une couche de forme de 40 cm en matériaux d'apport de bonne qualité, de type I, de granulométrie 0/45 et/ou 0/31.5 mm, afin de permettre le réglage de l'assise du dallage (dans le cas de fondations sur semelles filantes et/ou isolées) ou du radier. En période pluvieuse ou hivernale, cette épaisseur devra être majorée d'au moins 20 cm.

L'intercalation d'un géotextile non tissé entre le sol support et la couche de forme est nécessaire afin d'éviter la pollution de cette dernière par remontées capillaires des fines des sols sous-jacents.

Les objectifs de portance et de compactage à atteindre seront les suivant :

- $EV2 \geq 30 \text{ MPa}$
- $K \leq 2.2$

D.4. Principes généraux de fondation

Aucune descente de charge ne nous a été communiquée à ce stade du projet.

Au niveau d'assise du **sous-sol** partiel, vers 3 m de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel, nos sondages ont mis en évidence la présence de sols argileux et limono-sableux. Ainsi, il est envisageable de réaliser :

- Soit un **radier** reprenant les charges par l'intermédiaire de la couche de forme précédemment décrite ;
- Soit des **fondations superficielles** (isolées et/ou filantes) avec réalisation d'un **dallage sur terre-plein** au niveau R-I.

Par ailleurs, au droit de la zone **sans sous-sol**, il sera nécessaire de réaliser une **dalle portée** par les fondations. Il sera en revanche possible de prévoir des **fondations superficielles isolées ou filantes**, à condition de prendre en compte certaines précautions.

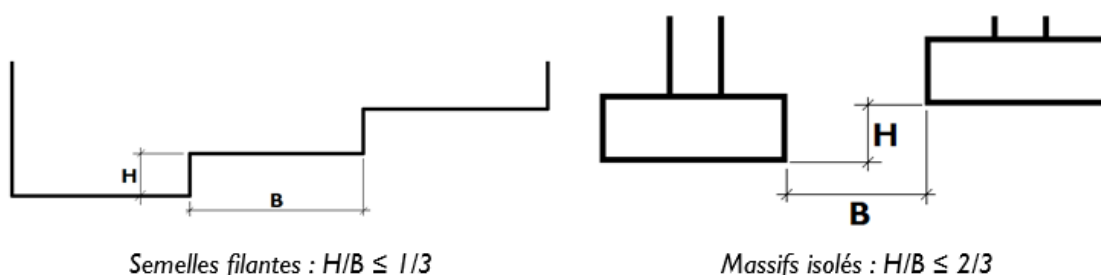
En effet il est probable que les sols en place (limons argileux / argiles) présentent une **sensibilité aux phénomènes de retrait et de gonflement**. Rappelons que ces phénomènes concernent généralement la frange supérieure du sol sur une épaisseur de l'ordre de 1.5 m par rapport au niveau du terrain fini, hors facteurs aggravants supplémentaires (présence d'arbres, fuites dans des réseaux d'assainissement, etc.).

Du fait de notre expérience des sols sensibles à la sécheresse (nombreux diagnostics et expertises de maisons fissurées), nous déconseillons généralement la réalisation de bâtiments avec sous-sol partiel. En effet, la partie avec sous-sol est assise à plus de 1.5 m de profondeur et ne subit donc pas de tassements dus à la sécheresse, tandis que la partie sur rez-de-chaussée fondée superficiellement subit ces tassements. Des désordres apparaissent donc fréquemment à la jonction entre les deux parties.

En premier lieu, nous recommandons donc **la réalisation d'essais de sols complémentaires en laboratoire**, au début de la phase PRO, afin de confirmer ou d'infirmer la sensibilité des sols. Il pourra par exemple s'agir d'identifications GTR complètes (essais granulométriques et mesures des limites d'Atterberg).

Alors :

- **En l'absence d'essais complémentaires ou si les essais confirment la sensibilité des sols en place**, alors il sera nécessaire :
 - D'ancrer les fondations de la partie sans sous-sol à la même profondeur que celles de la partie avec sous-sol (radier ou semelles), pour assurer la même protection par rapport aux phénomènes de retrait et de gonflement, et de rigidifier conséquemment les longrines
 - Ou bien, si cette solution n'est pas économiquement intéressante, de modifier l'architecture du projet pour élargir le sous-sol à l'intégralité de l'emprise de chaque maison.
- **Si les essais complémentaires infirment la sensibilité des sols en place**, alors il sera possible de s'ancrer simplement de 40 cm dans la couche de limons argileux / argiles (hors remblais), en respectant la règle des redans par rapport aux fondations de la partie avec sous-sol :



Ainsi, les décalages entre niveaux d'assise se feront par des redans qui n'excéderont pas une pente de $2V / 3H$ pour des semelles filantes et $1V / 3H$ pour des semelles isolées.

Le cas échéant, il conviendra également d'être particulièrement vigilant à ce que les fondations sollicitent bien les sols naturellement en place et **pas le remblai mis en œuvre lors du remblaiement en périphérie du sous-sol**.

D.5. Gestion de l'eau

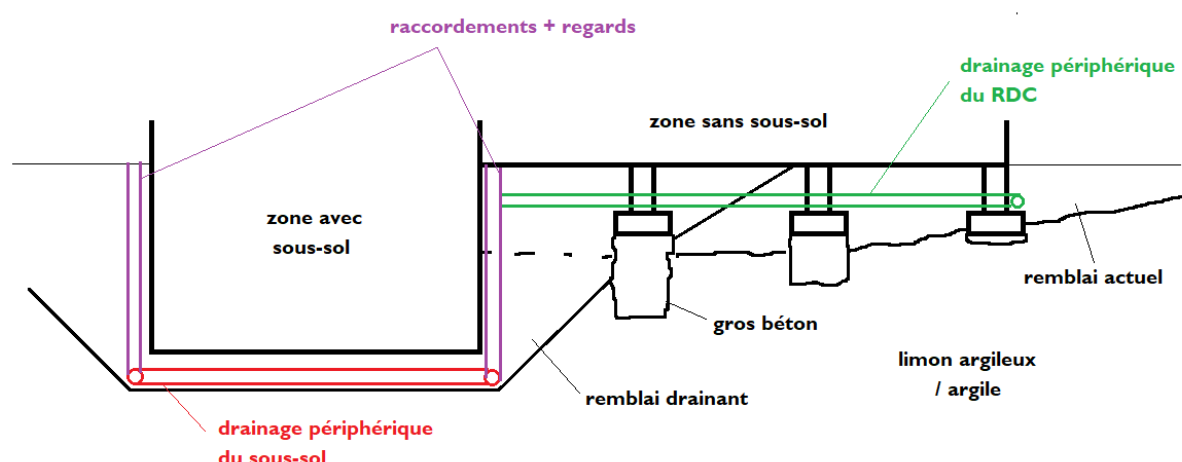
D.5.1. Dispositions générales

Nous recommandons de réaliser les travaux en période favorable du fait de la sensibilité à l'eau des matériaux en place. En phase chantier, les arrivées d'eau en fond de fouille seront évacuées par pompage modéré.

En phase définitive, on devra impérativement prévoir un drainage en périphérie du sous-sol, à descendre au niveau bas de la couche de forme. En cas de projet avec décalage de niveau, il faudra

aussi prévoir de ceinturer le niveau sans sous-sol, avec un raccordement au niveau du décalage. Nous rappelons que des regards sont obligatoires pour tout changement de direction et raccordement de drainage.

Le schéma fourni en page suivante illustre ces recommandations.



D.5.2. Dispositions particulières en cas de sols sensibles à la sécheresse

En plus des dispositions citées précédemment qui s'appliqueront dans tous les cas, les dispositions suivantes s'appliquent pour éviter l'apparition de désordres en cas de sécheresse :

- Ne pas planter d'arbre à proximité des maisons (l'emprise des racines est généralement du même ordre de grandeur que l'emprise du feuillage), ou bien en éloigner les racines au moyen d'écrans anti-racines en ciment ou béton. En cas de sécheresse, les arbres ont un effet aggravateur puisqu'ils puisent en profondeur l'eau qu'ils ne trouvent pas en surface et assèchent donc les sols à une profondeur bien supérieure à 1.5 m ;
- Veiller à l'étanchéité parfaite des descentes d'eaux pluviales afin de ne pas provoquer d'arrivée d'eau localisée qui engendrerait une différence d'état hydrique des sols et donc des tassements différentiels ;
- Ne pas prévoir d'ouvrage d'infiltration à proximité immédiate des constructions ;
- Prévoir des surfaces imperméables en périphérie des maisons, avec pente vers l'extérieur des maisons pour éviter toute stagnation / infiltration d'eau à proximité des constructions.

D.6. Remblaiement contre les murs enterrés

Il conviendra :

- De mettre en œuvre un géotextile anticontaminant à l'interface entre les argiles et limons argileux en place et le massif drainant pour éviter leur pollution par les fines du sol ;
- De mettre en place un drain suffisamment dimensionné au niveau d'assise des fondations (ou à la base de la couche de forme pour la solution radier), relié à un exutoire ne pouvant refouler ;
- De mettre en œuvre un complexe d'étanchéité au contact du mur enterré (type Delta MS) complété par un enduit adapté étanche ;
- De réaliser le massif drainant en matériaux d'apport granulaire de bonne qualité 0/45 ou 0/31.5 type I, soigneusement compacté (le compactage devra être vérifié au pénétrodensitographe avec un objectif de densification q_3 avant réalisation des ouvrages extérieurs).

E. ETUDE DU RADIER

E.1. Contrainte de calcul sous radier

Selon la norme française NF P94-261 d'application nationale de l'Eurocode 7 pour les fondations superficielles, nous avons une contrainte nette évaluée à :

$$q_{net} = k_p p_l^* i_\delta i_\beta$$

Où :

- k_p est le facteur de portance, ici $k_p = k_{p,min} = 0.8$
- $i_\delta = i_\beta = 1$ pour des charges réputées verticales et éloignées de toute crête de talus
- $p_l^* \geq 1.0 \text{ MPa}$

D'où
$$q_{net} = 0.8 \times 1.0 \times 1 \times 1 = 0.8 \text{ MPa}$$

On a alors les contraintes de calcul qui valent, pour une assise dans les limons / argiles :

$$\begin{cases} q'_{ELS} = \frac{q_{net}}{\gamma_{R,d,v} \gamma_{R,v}} + q_0 = \frac{0.8}{1.2 \times 2.3} = 0.29 \text{ MPa} \\ q'_{ELU} = \frac{q_{net}}{\gamma_{R,d,v} \gamma_{R,v}} + q_0 = \frac{0.8}{1.2 \times 1.4} = 0.48 \text{ MPa} \end{cases}$$

E.2. Approche des tassements

Les tassements sous radier sont calculés à partir d'une contrainte uniformément répartie de $q_{ELS} = 45 \text{ kPa}$ aux ELS quasi-permanents (valeur à contrôler par le Maître d'Œuvre). La hauteur de la couche d'argiles et de limons argileux n'étant pas connue, la norme française propose de considérer le sol comme substratum indéformable pour toute profondeur qui vérifie :

$$q(z) \leq 0.2 \times \sigma'_{v,0}(z) = 0.2 \times \gamma z$$

Ainsi, nous obtenons une hauteur limite $z_{lim} = \frac{5q}{\gamma} = 11.8 \text{ m}$, soit 8.8 m de profondeur sous le radier. Le calcul des tassements est effectué pour des valeurs moyennes de E_M allant de 12 à 24 MPa dans les limons et argiles, soit un module de sol E_s allant de 36 à 72 environ.

Nous avons alors les tassements suivants :

- Pour $E_M = 12 \text{ MPa}$: $s = q \times \sum_i \frac{h_i}{E_{R,i}} = 45 \times \frac{8.8}{36} \sim 11 \text{ mm}$
- Pour $E_M = 20 \text{ MPa}$: $s = q \times \sum_i \frac{h_i}{E_{R,i}} = 45 \times \frac{8.8}{72} \sim 6 \text{ mm}$

Les tassements absolus et différentiels seront de l'ordre du demi-centimètre au centimètre sous radier, ce qui est a priori admissible pour la structure. Cette admissibilité devra être confirmée par le Maître d'Ouvrage ou le Maître d'Œuvre.

Pour l'étude du renforcement du radier, le Bureau Statique devra faire varier, de la manière la plus défavorable, le module de réaction verticale élastique k_v entre 4 et 8 MPa/m.

F. ETUDE DES SEMELLES FILANTES ET/OU ISOLEES

F.1. Contraintes de calcul sous semelles

Selon la norme française NF P94-261 d'application nationale de l'Eurocode 7 pour les fondations superficielles, la contrainte nette est évaluée à :

$$q_{net} = k_p p l_e^* i_\delta i_\beta$$

Où :

- k_p est le facteur de portance, ici $k_p = k_{p,min} = 0.8$
- $i_\delta = i_\beta = 1$ pour des charges réputées verticales et éloignées de toute crête de talus
- $p l_e^* \geq 1.0 \text{ MPa}$

D'où

$$q_{net} = 0.8 \times 1.0 \times 1 \times 1 = 0.8 \text{ MPa}$$

On a alors les contraintes de calcul qui valent, pour une assise dans les argiles en place, et en négligeant q_0 :

$$\begin{cases} q'_{ELS} = \frac{q_{net}}{\gamma_{R,d,v} \gamma_{R,v}} + q_0 = \frac{0.8}{1.2 \times 2.3} = 0.29 \text{ MPa} \\ q'_{ELU} = \frac{q_{net}}{\gamma_{R,d,v} \gamma_{R,v}} + q_0 = \frac{0.8}{1.2 \times 1.4} = 0.48 \text{ MPa} \end{cases}$$

F.2. Ébauche dimensionnelle des fondations

Nous proposons dans les tableaux ci-dessous des dimensions de fondations, obtenues avec la contrainte de calcul de 0.29 MPa aux ELS, pour plusieurs charges :

Pour des semelles isolées :

Charges ELS (en kN)	800	1000	1200	1400
Dimensions semelles isolées (m × m)	1.7 × 1.7	1.9 × 1.9	2.1 × 2.1	2.2 × 2.2

Pour des semelles filantes :

Charges ELS (en kN/ml)	150	225	300
Largeur semelle filante (m)	0.55	0.8	1.05

F.3. Première approche des tassements

Les tassements sont estimés par la méthode pressiométrique. Les résultats sont fournis dans les tableaux suivants.

Nous obtenons alors, pour des semelles isolées :

Charges ELS (en kN)		800	1000	1200	1400
Dimension semelles isolées (m × m)		1.7 × 1.7	1.9 × 1.9	2.05 × 2.05	2.2 × 2.2
Tassements (mm)	SP1	8	8	9	10
	SP2	7	7	7	7
	SP3	4	4	5	5
	SP4	7	8	8	9
	SP5	3	3	3	3
	SP6	4	4	4	5
	SP7	3	3	3	4
	SP8	6	6	6	7

Pour des semelles filantes :

Charges ELS (en kN/ml)		150	225	300
Largeur semelle filante (m)		0.55	0.8	1.05
Tassements (mm)	SP1	5	7	8
	SP2	6	7	8
	SP3	3	4	5
	SP4	4	6	8
	SP5	2	3	3
	SP6	3	4	4
	SP7	2	3	3
	SP8	4	5	6

Les tassements absolus obtenus seront de l'ordre de quelques millimètres au centimètre au plus, engendrant des tassements différentiels du même ordre de grandeur, ce qui est a priori admissible pour la structure.

Toutefois, il appartiendra au Maître d'Ouvrage ou au Maître d'Œuvre d'approuver l'admissibilité de ces valeurs.

F.4. Recommandations de réalisation

Il conviendra :

- De terrasser par temps sec non pluvieux, les sols argileux et limoneux étant très sensibles aux variations de teneur en eau ;
- De **bien descendre toutes les fondations à la même profondeur par rapport au niveau du terrain fini si les sols s'avèrent sensibles à la sécheresse** (ou faute d'essais complémentaires), afin d'éviter les mouvements différentiels de la structure. Ce rattrapage de niveau d'assise pourra s'effectuer au moyen de gros béton ;
- De prévoir une rigidification soignée des futures constructions (murs en béton banché armé) ;

Dans le cas où les sols s'avéreraient non sensibles, les fondations seront simplement descendues d'au moins 40 cm dans les argiles et/ou limons ;

- De bien vérifier la nature et l'homogénéité des fonds de fouille et de purger toutes poches de sols mous que l'on pourrait rencontrer au niveau d'assise prévu ;
- De blinder les fouilles selon les profondeurs à atteindre ;
- De couler les fondations en pleine fouille immédiatement après ouvertures de celles-ci, à minima le gros béton ;
- D'évacuer immédiatement les arrivées d'eau en cours de terrassements par des pompes de chantier reliées à un exutoire non refoulable ;
- En cas de stagnation d'eau prolongée dans une fouille, ce que nous déconseillons fortement, il conviendra d'évacuer l'eau par pompage puis de curer le fond de fouille sur une épaisseur minimale de 30 cm, après quoi on coulera le béton sans attendre.

G. DALLAGE SUR TERRE-PLEIN

En cas de réalisation d'un dallage sur terre-plein uniquement au niveau R-I, il conviendra de :

- Terrasser impérativement par temps sec non pluvieux ;
- Purger tous les remblais, sols mous ou douteux qui subsisteraient au niveau de l'assise théorique, et les substituer au moyen de concassé calcaire d'apport de bonne qualité ou de gros béton ;
- Compacter soigneusement le fond de forme afin de déceler toute zone molle ou tout point dur qui serait à purger en limitant les vibrations à proximité des existants ;
- Mettre en place un géotextile non tissé en fond de fouille et remontant sur les parois latérales ;
- Mettre en place une couche de forme (mêmes dispositions qu'au §D.3.4) :
 - en matériaux sablo-graveleux ou rocheux d'apport de bonne qualité, de type I, insensibles à l'eau, de granulométrie 0/45 mm, sains et non évolutifs ;
 - d'une épaisseur d'au moins 40 cm ;
 - soigneusement compactée en couches d'épaisseur 30 cm maximum (deux couches, ici) ;
 - avec un compactage à contrôler au sommet de la couche de forme, par la réalisation d'essais de chargement statique à la plaque, avec les objectifs suivants, définis par le DTU 13.3 :
 - $EV2 > 30 \text{ MPa}$
 - $k = \frac{EV2}{EV1} \leq 2$

Nous rappelons que les critères définis ci-dessus sont à considérer en tant qu'obligation de résultats et qu'il appartient à l'Entreprise de mettre en œuvre des matériaux et épaisseurs afin de les respecter.

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.

Le présent rapport conclut la mission d'étude géotechnique de type G2 AVP confiée à FONDASOL dans le cadre de l'aménagement du projet.

Selon la norme NF P 94-500, elle doit être suivie, par une mission d'étude géotechnique de projet G2, visant notamment à :

- Traiter les aléas importants identifiés pour ce projet, **et notamment l'aléa de retrait et de gonflement des sols argileux qui pourrait avoir un impact technique et économique important pour le projet.**
- Vérifier la stabilité du site.
- Définir la géométrie des ouvrages géotechniques (fondations, soutènement, talutages,...).
- 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 suivi spécifique avec mesures prédéfinies et des valeurs seuils associées ainsi que les adaptations possibles à mettre en œuvre en phase exécution.

Ces points pourront nécessiter un programme d'investigations complémentaires.

FONDASOL est bien entendu à disposition de tous les intervenants dans cette affaire pour réaliser cette mission d'étude complémentaire.

Alexis GALMICHE

ANNEXES



CONDITIONS GENERALES DE SERVICE

1. Formation du Contrat

Toute commande par le co-contractant (« le Client »), qui a reçu un devis de la part de FONDASOL, ou l'une quelconque de ses filiales (ci-après le « Prestataire »), quelle qu'en soit la forme (par exemple bon de commande, lettre de commande, ordre d'exécution ou acceptation de devis, sans que cette liste ne soit exhaustive) et ses avenants éventuels, constituent l'acceptation totale et sans réserve des présentes conditions générales par ledit Client, que ce dernier ait contresigné les conditions générales ou non, ou qu'il ait émis des conditions contradictoires. Tout terme de la commande, quelle qu'en soit la forme, et de ses avenants éventuels, qui serait en contradiction avec les présentes conditions générales ou le devis, serait réputé de nul effet et inapplicable, sauf s'il a fait l'objet d'une acceptation écrite expresse non équivoque par le Prestataire. Cette acceptation ne peut pas résulter de l'exécution des Prestations prévues au devis et/ou à la commande, quelle qu'en soit la forme, et/ou avenant éventuel, ou de l'absence de réponse du Prestataire sur ledit terme.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres conditions y compris contenues dans la commande (quelle que soit sa forme) du Client ou dans les accusés de réception des échanges de données informatisés, sur portail électronique, dans la gestion électronique des achats ou dans les courriers électroniques du Client. Aucune exception ou dérogation n'est applicable sauf si elle est émise par le Prestataire ou acceptée expressément, préalablement et de manière non équivoque par écrit par le Prestataire. À ce titre, toute condition de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit exprès et non-équivoque du Prestataire. Le contrat est constitué par le dernier devis émis par le Prestataire, les présentes conditions générales, la commande ou l'acceptation de devis ou lettre de commande du Client et, à titre accessoire et complémentaire les conditions de la commande expressément acceptées et spécifiquement indiquées par écrit par le Prestataire comme acceptées (le « Contrat »).

2. Entrée en vigueur

Le Contrat n'entrera en vigueur qu'à la réception par le Prestataire de l'acompte prévu au Contrat ou suivant les conditions particulières du devis, ou, le cas échéant, de l'accusé de réception de commande et/ou de réception de paiement émis par le Prestataire. Sauf disposition contraire des conditions particulières du devis, les délais d'exécution par le Prestataire de ses obligations au titre du Contrat commencent quinze (15) jours ouvrés après la date d'entrée en vigueur du Contrat.

3. Prix

Les prix sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement du devis. Préalablement au Contrat, les prix sont valables selon la durée mentionnée au devis et au maximum pendant deux (2) mois à compter de la date du devis. À l'entrée en vigueur du Contrat, les prix sont fermes et définitifs pour une durée de six (6) mois mis à jour tous les six (6) mois 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 le dernier indice publié à la date d'émission du devis.

Les prix mentionnés dans le Contrat ou le devis ne comprennent pas la TVA, les taxes sur les ventes, les droits, les prélèvements, les taxes sur le chiffre d'affaires, les droits de douane et d'importation, les surtaxes, les droits de timbre, les impôts retenus à la source et toutes les autres taxes similaires qui peuvent être imposées au Prestataire, à ses employés, à ses sociétés affiliées et/ou à ses représentants, dans le cadre de l'exécution du Contrat (les « Impôts »), qui seront supportés par le Client en supplément des prix indiqués. Le Prestataire restera toutefois responsable du paiement de tous les impôts applicables en France.

Au cas où le Prestataire serait obligé de payer l'un des Impôts mentionnés ci-dessus, le Client remboursera le Prestataire dans les trente (30) jours suivant la réception des documents correspondants justifiant le paiement de celui-ci. Au cas où ce remboursement serait interdit par toute législation applicable, le Prestataire aura le droit d'augmenter les prix indiqués dans le devis ou spécifiés dans le Contrat du montant des Impôts réellement supportés.

Sauf indication contraire dans le devis, les prix des Prestations relatifs à des quantités à réaliser, quelle qu'en soit l'unité (notamment sans que cela ne soit exhaustif, profonds, mètres linéaires, nombre d'essais, etc) ne sont que des estimatifs sur la base des informations du Client, en conséquence seules les quantités réellement réalisées seront facturées sur la base des prix unitaires du Contrat.

4. Obligations générales du Client

4.1 Le terme « Prestations » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire comme étant comprises dans le devis à la charge du Prestataire. Toute prestation non comprise dans les Prestations, ou dont le prix unitaire n'est pas indiqué au Contrat, fera l'objet d'un prix nouveau à négocier.

4.2 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, d'ingénierie ou de conseil, ce que le Client reconnaît et accepte expressément.

La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés expressément par écrit.

4.3 Sauf disposition contraire expresse du devis, le Client obtiendra à ses propres frais, dans un délai permettant le respect du délai d'exécution du Contrat, tous les permis et autorisations d'importation nécessaires pour l'importation des matériels et équipements et l'exécution des Prestations dans le pays où les matériels et équipements doivent être livrés et où les Prestations doivent être exécutées. En plus de ce qui précède et sauf à ce que l'une ou plusieurs des obligations suivantes soient expressément et spécifiquement intégrées aux Prestations et au bordereau de prix, le Client devra également, notamment, sans que cela ne soit exhaustif :

- Payer au Prestataire les Prestations conformément aux conditions du Contrat ;
- Communiquer en temps utile toutes les informations et/ou documentations nécessaires pour l'exécution du Contrat et notamment, mais pas seulement, tout élément qui lui paraîtrait de nature à compromettre la bonne exécution des Prestations ou devant être pris en compte par le Prestataire ;
- Permettre un accès libre et rapide au Prestataire à ses locaux et/ou au site où sont réalisées les Prestations y compris pour la livraison des matériels et équipements nécessaires à la réalisation des Prestations et notamment, mais pas seulement, les machines de forage ;
- Approuver tous les documents du Prestataire conformément au devis et à défaut dans un délai de deux jours au plus ;
- Préparer ses installations pour l'exécution du Contrat, et notamment, sans que cela ne soit exhaustif, décider et préparer les implantations des forages, fournir eau et électricité, et veiller, le Client étant toujours responsable de ses installations, à ce que le Prestataire dispose en permanence de toutes les ressources nécessaires pour exécuter le Contrat, sauf

accord spécifique contraire dans le Contrat. Si le Personnel du Client est tenu d'exécuter un travail lié au Contrat incluant, mais sans s'y limiter, l'assemblage ou l'installation d'équipements, ce personnel sera qualifié et restera en permanence sous la responsabilité du Client. Le Client conservera le droit exclusif de diriger et de superviser le travail quotidien de son personnel. Dans ce cas, le Prestataire ne sera en aucun cas responsable d'une négligence ou d'une faute du personnel du Client dans l'exécution de ses tâches, y compris les conséquences que cette négligence ou faute peut avoir sur le Contrat. Par souci de clarté, tout sous-traitant du Prestataire imposé ou choisi par le Client restera sous l'entière responsabilité du Client ;

- fournir, conformément aux articles R.554-I et suivants du même chapitre du code de l'environnement, 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 déclarations d'intentions de commencement de travaux (DICT) (le délai de réponse, est de 7 à 15 jours selon les cas, hors jours fériés) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur le domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles ou des avant-trous à la pelle mécanique 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.

- Déclarer aux autorités administratives compétentes tout forage réalisé, notamment, sans que cela ne soit exhaustif, de plus de 10 m de profondeur ou lorsqu'ils sont destinés à la recherche, la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

4.4 La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en aucun cas pour quelque dommage que ce soit à des ouvrages publics ou privés (notamment, à titre d'exemple, des ouvrages, canalisations enterrés) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à l'émission du dernier devis et intégrés au Contrat.

5. Obligations générales du Prestataire

Le Prestataire devra :

- Exécuter avec le soin et la diligence requis ses obligations conformément au Contrat, toujours dans le respect des spécifications techniques et du calendrier convenus entre les Parties par écrit ;
- Respecter toutes les règles internes et les règles de sécurité raisonnables qui sont communiquées par le Client par écrit et qui sont applicables dans les endroits où les Prestations doivent être exécutées par le Prestataire ;
- S'assurer que son personnel reste à tout moment sous sa supervision et direction et exercer son pouvoir de contrôle et de direction sur ses équipes ;
- Procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre, étant entendu qu'il s'agit d'une obligation de moyen et en aucun cas d'une obligation de résultat ou de moyens renforcée ;
- Faire en sorte que son personnel localisé dans le pays de réalisation des Prestations respecte les lois dudit pays.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement prévue et expressément agréée dans le devis et dans ce cas la solidarité ne s'exerce que sur la durée de réalisation sur site du Client du Contrat.

En cas d'intervention du Prestataire sur site du Client, si des éléments de terrain diffèrent des informations préalables fournies par le Client, le Prestataire peut à tout moment décider que la protection de son personnel n'est pas assurée ou adéquate et suspendre ses Prestations jusqu'à ce que les mesures adéquates soient mises en œuvre pour assurer la protection du personnel, par exemple si des traces de pollution sont découvertes ou révélées. Une telle suspension sera considérée comme un Imprévu, tel que défini à l'article 14 ci-dessous.

6. Délais de réalisation

À défaut d'engagement précis, ferme et expresse du Prestataire dans le devis sur une date finale de réalisation ou une durée de réalisation fixe et non soumise à variations, les délais d'intervention et d'exécution données dans le devis sont purement indicatifs et, notamment du fait de la nature de l'activité du Prestataire, dépendante des interventions du Client ou de tiers, ne sauraient en aucun cas engager le Prestataire. Les délais de réalisation sont soumis aux ajustements tels qu'indiqués au Contrat. À défaut d'accord exprès spécifique contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard. Nonobstant toute clause contraire, les pénalités de retard, si elles sont prévues, sont plafonnées à un montant total maximum et cumulé pour le Contrat de 5% du montant total HT du Contrat.

- Le Prestataire réalise le Contrat sur la base des informations communiquées par le Client. Ce dernier est seul responsable de l'exactitude et de la complétude de ces données et transmettra au Prestataire toute information nécessaire à la réalisation des Prestations. En cas d'absence de transmission, d'inexactitude de ces données ou d'absence d'accès au(x) site(s) d'intervention, quelles que soient les hypothèses que le Prestataire a pu prendre, notamment en cas d'absence de données ou d'accès, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité et les délais de réalisation sont automatiquement prolongés d'une durée au moins équivalente à la durée de correction de ces données et de reprise des Prestations correspondantes.

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

À l'exception d'un accord contraire dans les conditions spécifiques du devis ou dans les cas d'obligations législatives ou réglementaires non transférable par convention à la charge du Prestataire, toutes les démarches et formalités administratives ou autres, pour l'obtention des autorisations et permis de pénétrer sur les lieux et/ou d'effectuer les Prestations sont à la charge du Client. Le Client doit 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. Le Client doit également fournir tous les documents et informations relatifs aux dangers et aux risques de toute nature, notamment sans que cela ne soit exhaustif, ceux cachés, liés aux réseaux, aux obstacles enterrés, à l'histoire du site et à la pollution des sols, sous-sols et des nappes. Le Client communiquera les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité, hygiène et respect de l'environnement. Il assure également en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, sur les règles propres à son site, avant toute intervention sur site. Le Client sera responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel, consécutif ou non consécutif, résultant des événements mentionnés au présent paragraphe et qui n'aurait pas été mentionné au Prestataire.

Lorsque les Prestations consistent à mesurer, relever voire analyser ou traiter des sols pollués, le Prestataire a l'obligation de prendre les mesures nécessaires pour protéger son personnel dans la réalisation desdites Prestations, sur la base des données fournies par le Client.

Les forages et investigations de sols et sous-sols peuvent par nature entraîner des dommages sur le site en ce compris tout chemin d'accès, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part du Prestataire. Ce dernier n'est en aucun cas tenu de remettre en état ou réparer ces dégâts, sauf si la remise en état et/ou les réparations font partie des Prestations, et n'est en aucun cas tenu d'indemniser le Client ou les tiers pour lesdits dommages inhérents à la réalisation des Prestations.

8. Implantation, nivellement des sondages

À l'exception des cas où l'implantation des sondages fait partie des Prestations à réaliser par le Prestataire, ce dernier est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation et est tenu indemne des conséquences liées à la décision d'implantation, tels que notamment, sans que cela ne soit exhaustif, le retard de réalisation, les surcoûts et/ou la perte de forage. Les Prestations ne comprennent 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.

9. Hydrogéologie - Géotechnique

9.1 Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport final d'exécution des Prestations correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et au moment précis du relevé. 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 et Prestations. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

9.2 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 et de bien d'autres facteurs telle que la variation latérale de faciès. 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 à titre d'exemple 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.

9.3 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 Prestations 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. Pollution - dépollution

Lorsque l'objet de la Prestation est le diagnostic ou l'analyse de la pollution de sols et/ou sous-sols, ou l'assistance à la maîtrise d'œuvre ou la maîtrise d'œuvre de prestations de dépollution, le Client devra désigner un coordonnateur de Sécurité et de Protection de la Santé sur le site (SPS), assister le Prestataire pour l'obtention des autorisations nécessaires auprès des autorités compétentes, fournir au Prestataire toute information (notamment visite sur site, documents et échantillons) nécessaire à l'obtention des Certificats d'Acceptation Préalable de Déchets ainsi que pour l'obtention des autorisations nécessaires au transport, au traitements et à l'élimination des terres, matériaux, effluents, rejets, déchets, et plus généralement de toute substance polluante.

Sauf s'il s'agit de l'objet des Prestations tel que précisé au devis, notre devis est réalisé sur la base d'un site sur lequel il n'existe aucun danger potentiel lié à la présence de produits radioactifs. Les missions d'assistance à maîtrise d'œuvre ou de maîtrise d'œuvre seront exercées conformément à l'objectif de réhabilitation repris dans le devis. À défaut d'une telle définition d'objectif, ces missions ne pourront commencer.

11. Rapport de mission, réception des Prestations par le Client

Sauf disposition contraire du Contrat et sous réserve des présentes conditions générales, la remise du dernier document à fournir dans le cadre des Prestations marque la fin de la réalisation des Prestations. La fin de la réalisation des Prestations sur site du Client est marquée par le départ autorisé du personnel du Prestataire du site. L'approbation du dernier document fourni dans le cadre des Prestations doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client. À défaut de rejet explicite et par écrit par le Client dans ce délai, le document sera considéré comme approuvé. L'émission de commentaires ne vaut pas rejet et n'interrompt pas le délai d'approbation. Le Prestataire répondra aux commentaires dans les dix (10) jours de leur réception. À défaut de rejet explicite et par écrit par le Client dans les cinq (5) jours de la réception des réponses aux commentaires ou du document modifié, le document sera considéré comme approuvé. Si le Client refuse le document et que le document n'est toujours pas approuvé deux (2) mois après sa remise initiale, les Parties pourront mettre en œuvre le processus de règlement des litiges tel que défini au Contrat. À défaut de mise en œuvre de ce processus, le rapport sera considéré comme approuvé définitivement trois mois après la date de sa remise initiale au Client.

12. Réserve de propriété, confidentialité

Les coupes de sondages, plans et documents établis par le Prestataire dans le cadre des Prestations ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable exprès du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour tout autre objectif que celui prévu au Contrat ou pour le compte de tiers, toute information se rapportant au savoir-faire, techniques et données du Prestataire, que ces éléments soient brevetés ou non, dont le Client a pu avoir connaissance au cours des Prestations ou qui ont été acquises ou développées par le Prestataire au cours du Contrat, sauf accord préalable écrit exprès du Prestataire.

13. Propriété Intellectuelle

Si dans le cadre du Contrat, le Prestataire met au point, développe ou utilise une nouvelle technique, celle-ci est et/ou reste sa propriété exclusive. Le Prestataire est libre de déposer tout brevet s'y rapportant. Le Prestataire est titulaire des droits d'auteur et de propriété sur les résultats et/ou données compris, relevés ou utilisés dans les ou, au cours des, Prestations et/ou développés, générés, compilés et/ou traités dans le cadre du Contrat. Le Prestataire concède au Client, sous réserve qu'il remplisse ses obligations au titre du Contrat, un droit non exclusif de reproduction des documents remis dans le cadre des Prestations pour la seule utilisation des besoins de l'exploitation, la maintenance et l'entretien du site Client concerné.

En cas de reproduction des documents remis par le Prestataire dans le cadre des Prestations, le Client s'engage à indiquer la source en portant sur tous les documents diffusés intégrant lesdits

documents du Prestataire, quelle que soit leur forme, la mention suivante en caractères apparents : « source originelle : Groupe Fondasol – date du document : JJ/MM/AAAA » sans que ces mentions ne puissent être interprétées comme une quelconque garantie donnée par le Prestataire. Le Client s'engage à ce que tout tiers à qui il aurait été dans l'obligation de remettre l'un ou les documents, se conforme à l'obligation de citation de la source originelle telle que prévue au présent article.

14. Modifications du contenu des Prestations 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 du devis. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement du devis touchant à la géologie et éléments de terrains et découvertes imprévues, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant au cours de la réalisation des Prestations (l'ensemble désigné par les « Imprévus ») pourront conduire le Prestataire à proposer au Client un ou des avenant(s) avec notamment application des prix du bordereau du devis, ou en leur absence, de nouveau prix raisonnables et des délais de réalisation mis à jour. À défaut d'un refus écrit exprès du Client dans un délai de sept (7) jours à compter de la réception de la proposition d'avenant ou de modification des Prestations, ledit avenant ou modification des Prestations devient pleinement effectif et le Prestataire est donc rémunéré du prix de cet avenant ou de cette modification des Prestations, en sus. En cas de refus écrit exprès du Client, le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution des Prestations jusqu'à confirmation écrite expresse du Client des modalités pour traiter de ces Imprévus et accord des deux Parties sur lesdites modalités. Les Prestations réalisées à cette date sont facturées et rémunérées intégralement, sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Le temps d'immobilisation du personnel du Prestataire est rémunéré selon le prix unitaire indiqué dans le bordereau de prix du devis. Dans l'hypothèse où le Prestataire notifie qu'il est dans l'impossibilité d'accepter les modalités de traitement des Imprévus telles que demandées par le Client, ce dernier aura le droit de résilier le Contrat selon les termes prévus à l'article 19.2 (Résiliation).

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

Le rapport de fin de mission, quel que soit son nom, constitue une synthèse des Prestations telle que définie au Contrat. Ce rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou totale, ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou conseil desdits maître d'ouvrage, constructeur ou maître d'œuvre pour un projet différent de celui objet du Contrat est interdite et ne saurait en aucun cas engager la responsabilité du Prestataire à quelque titre que ce soit. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet, au site, à l'ouvrage et/ou à son environnement non révélé expressément au Prestataire lors de la réalisation des Prestations ou dont il lui a été demandé de ne pas tenir compte, rend le rapport caduc, dégage la responsabilité du Prestataire et engage celle du Client. Le Client doit faire actualiser le dernier rapport émis dans le cadre du Contrat en cas d'ouverture du chantier (pour lequel le rapport a été émis) plus d'un an après remise dudit rapport. 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.

16. Force Majeure

Le Prestataire ne sera pas responsable, de quelque manière que ce soit, de la non-exécution ou du retard d'exécution de ses obligations à la suite d'un événement de Force majeure. La Force majeure sera définie comme un événement qui empêche l'exécution totale ou partielle du Contrat et qui ne peut être surmonté en dépit des efforts raisonnables de la part de la Partie affectée, qui lui est extérieure. La Force Majeure inclura, notamment les événements suivants: catastrophes naturelles ou climatiques, pénurie de main d'œuvre qualifiée ou de matières premières, incidents majeurs affectant la production des agents ou sous-traitants du Prestataire, actes de guerre, de terrorisme, sabotages, embargos, insurrections, émeutes ou atteintes à l'ordre public.

Tout événement de Force Majeure sera notifié par écrit à l'autre Partie dès que raisonnablement possible. Si l'événement de Force Majeure se poursuit pendant plus de deux (2) mois et que les Parties ne se sont pas mises d'accord sur les conditions de poursuite du Contrat, l'une ou l'autre des Parties aura le droit de résilier le Contrat, sur préavis écrit d'au moins trente (30) jours adressé à l'autre Partie, auquel cas la stipulation de la clause de Résiliation du Contrat s'appliquera.

Quand l'événement de Force Majeure aura cessé de produire ses effets, le Prestataire reprendra l'exécution des obligations affectées dès que possible. Le délai de réalisation sera automatiquement prolongé d'une période au moins équivalente à la durée réelle des effets de l'événement de Force Majeure. Tous frais supplémentaires raisonnablement engagés par le Prestataire suite à l'événement de Force Majeure seront remboursés par le Client au Prestataire contre présentation de la preuve de paiement associée et de la facture correspondante.

17. Conditions de paiement, acompte, retenue de garantie

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur les paiements des Prestations.

Dans le cas où le Contrat nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies et envoyées par le Prestataire pour paiement par le Client. Les paiements interviennent à réception et sans escompte. L'acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières du devis est déduit de la facture ou décompte final(e).

En cas de sous-traitance par le Client au Prestataire 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.

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 sera exigible sans qu'un rappel ou mise en demeure 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 et des dommages-intérêts éventuels, une indemnité fixée à 15% du montant TTC de la créance avec un minimum de 500 euros. Cette indemnité est due de plein droit, sans mise en demeure préalable, du seul fait du non-respect de la date de paiement. Les Parties reconnaissent expressément qu'elle constitue une évaluation raisonnable de l'indemnité de recouvrement et de l'indemnisation des frais de recouvrement.

Un désaccord quelconque dans le cadre de l'exécution des Prestations ne saurait en aucun cas constituer un motif de non-paiement des Prestations réalisées et non soumises à contestation précise et documentée. La compensation est formellement exclue. En conséquence, le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue du prix des Prestations facturé ou de retenir les paiements.

18. Suspension

L'exécution du Contrat ne peut être suspendue par le Prestataire que dans les cas suivants :

- (i) En cas d'Imprévus,
- (ii) En cas de violation par le Client d'une ou plusieurs de ses obligations contractuelles,
- (iii) En cas de Force Majeure.

Quand l'un des événements mentionnés ci-dessus se produit, le Prestataire a le droit de notifier au Client son intention de suspendre l'exécution du Contrat. Dans ce cas, le délai de réalisation

sera prolongé d'une période équivalente à la durée de cette suspension et tous les frais associés engagés par le Prestataire suite à cette suspension seront remboursés par le Client contre présentation des preuves de paiement associées, en ce compris l'indemnité d'immobilisation au taux prévu au devis. Le Prestataire peut soumettre la reprise des obligations suspendues au remboursement par le Client au Prestataire des sommes mentionnées ci-dessus.

Si l'exécution du Contrat est suspendue pendant une période de plus de deux (2) mois, le Prestataire aura le droit de résilier le Contrat immédiatement sur préavis écrit d'au moins trente (30) jours, auquel cas les stipulations de l'article « Résiliation » (19.2 et suivants) du Contrat s'appliqueront. À partir du moment où les obligations du Prestataire ou le Contrat sont suspendus pendant une durée égale ou supérieure à deux (2) mois, les Prestations seront considérées comme finies et acceptées par le Client.

19. Résiliation

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de négociation et résolution amiable du différend.

19.1 Résiliation pour manquement

Si l'une des Parties commet une violation substantielle du Contrat, l'autre Partie peut demander, par écrit, que la Partie défaillante respecte les conditions du Contrat. Si dans un délai de trente (30) jours, ou dans un autre délai dont les Parties auront convenu, après la réception de cette demande, la Partie défaillante n'a pas pris de mesures satisfaisantes pour respecter le Contrat, la Partie non défaillante peut, sans préjudice de l'exercice des autres droits ou recours dont elle peut disposer, résilier le Contrat en remettant à la Partie défaillante une notification écrite à cet effet.

19.2 Résiliation pour insolvabilité ou événement similaire ou après suspension prolongée

Si l'une ou l'autre des Parties est en état de cessation des paiements ou devient incapable de répondre à ses obligations financières, ou après une suspension supérieure à deux (2) mois, l'autre Partie peut, sans préjudice de l'exercice des autres droits ou recours dont elle peut disposer, résilier le Contrat en remettant à la première Partie une notification à cet effet. Cette résiliation entrera en vigueur à la date où ladite notification de résiliation est reçue par la première Partie.

19.3 Indemnisation pour résiliation

En cas de résiliation du Contrat en totalité ou en partie par le Client ou le Prestataire, conformément aux stipulations des Articles 19.1 ou 19.2, le Client paiera au Prestataire :

- Le solde du prix des Prestations exécutées conformément au Contrat, à la date de résiliation non encore payées, et
- Les coûts réellement engagés par le Prestataire jusqu'à la date de résiliation pour la réalisation des Prestations y compris si certaines Prestations ne sont pas terminées,
- les coûts engagés par le Prestataire suite à la résiliation, y compris, mais sans s'y limiter, tous les frais liés à l'annulation de ses contrats de sous-traitance ou de ses contrats avec ses propres fournisseurs et les frais engagés pour toute suspension prolongée (le cas échéant), et
- un montant raisonnable pour compenser les frais administratifs et généraux du Prestataire du fait de la résiliation, qui ne sera en aucun cas inférieur à quinze (15) pour cent du prix des Prestations restant à effectuer à la date de résiliation.

En cas de résiliation du Contrat due à un événement de Force Majeure conformément à l'Article 16, le Client paiera au Prestataire les montants mentionnés aux alinéas (i), (ii) et (iii) ci-dessus et tous les autres frais raisonnables engagés par le Prestataire suite à l'événement de Force Majeure et à la suspension associée.

19.4 Effets de la résiliation

La résiliation du Contrat en totalité ou en partie, pour quelque raison que ce soit, n'affectera pas les stipulations du présent article et des articles concernant la propriété intellectuelle, la confidentialité, la limitation de responsabilité, le droit applicable et le règlement des différends.

20. Répartition des risques, responsabilités

20.1 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. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution des Prestations spécifiquement confiées. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la réalisation des Prestations doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une prestation complémentaire. À défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la prestation 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 des données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des Prestations possède une représentativité limitée et donc incertaine par rapport à l'ensemble du site pour lequel elles seraient extrapolées.

20.2 Le Prestataire est responsable des dommages qu'il cause directement par l'exécution des Prestations, dans les conditions et limites du Contrat. À ce titre, il est responsable de ses Prestations dont la défectuosité lui est imputable. Nonobstant toute clause contraire dans le Contrat ou tout autre document, la responsabilité totale et cumulée du Prestataire au titre du ou en relation avec le Contrat sera plafonnée au prix total HT du Contrat et à dix mille (10 000) euros pour tout Contrat dont le prix HT serait inférieur à ce montant, quel que soit le fondement de la responsabilité (contractuelle, délictuelle, garantie, légale ou autre). Nonobstant toute clause contraire dans le Contrat ou tout autre document, il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs et/ou non-consécutifs à un dommage matériel et ne sera pas responsable des dommages 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, que ceux-ci soient considérés directs ou non.

20.3 Le Prestataire sera garanti et indemnié en totalité par le Client contre tous recours, demandes, actions, procédures, recherches en responsabilité de toute nature de la part de tiers au Contrat à l'encontre du Prestataire du fait des Prestations.

21. Assurances

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 L241-I du Code des assurances. **À ce titre et en toute hypothèse y compris pour les ouvrages non soumis à obligation d'assurance, 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€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire.** 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. Au-delà de 15 M€ HT de valeur de l'ouvrage, 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 sur-cotation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inhabituels sont exclus du contrat d'assurance en vigueur et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. À 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).

Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le Client.

22. Changement de lois

Si à tout moment après la date du devis du Prestataire au Client, une loi, un règlement, une norme ou une méthode entre en vigueur ou change, et si cela augmente le coût de réalisation des Prestations, ou si cela affecte plus généralement l'une des conditions du Contrat, tel que, mais sans que ce ne soit limitatif, le délai de réalisation ou les garanties, le prix du Contrat sera ajusté en fonction de l'augmentation des coûts subie par le Prestataire du fait de ce changement et supporté par le Client. Les autres conditions du Contrat affectées seront ajustées de bonne foi pour refléter ce/ces changement(s).

23. Interprétation, langue

En cas de contradiction ou de conflit entre les termes des différents documents composant le Contrat tel qu'indiqué en article 1, les documents prévalent l'un sur l'autre dans l'ordre dans lequel ils sont énoncés audit article 1. Sauf clause contraire spécifique dans le devis, tout rapport et/ou document objet des Prestations sera fourni en français. Les titres des articles des présentes conditions générales n'ont aucune valeur juridique ni interprétative.

24. Cessibilité de Contrat, non-renonciation

Le Contrat ne peut être cédé, en tout ou en partie, par le Client ou le Prestataire à un tiers sans le consentement exprès, écrit, préalable de l'autre Partie. La sous-traitance par le Prestataire n'est pas considérée comme une cession au titre du présent article. Le fait que le Prestataire ne se prévale pas à un moment donné de l'une quelconque des stipulations du Contrat et/ou tolère un manquement par le Client à l'une quelconque des obligations visées dans le Contrat ne peut en aucun cas être interprété comme valant renonciation par le Prestataire à se prévaloir ultérieurement de l'une quelconque desdites stipulations.

25. Divisibilité

Si une stipulation du Contrat est jugée par une autorité compétente comme nulle et inapplicable en totalité ou en partie, la validité des autres stipulations du Contrat et le reste de la stipulation en question n'en sera pas affectée. Le Client et le Prestataire remplaceront cette stipulation par une stipulation aussi proche que possible de la stipulation rendue invalide, produisant les mêmes effets juridiques que ceux initialement prévus par le Client et le Prestataire.

26. Litiges - Attribution de juridiction

LE PRÉSENT CONTRAT EST SOUMIS AU DROIT FRANÇAIS ET TOUT LITIGE RELATIF AUDIT CONTRAT (SA VALIDITÉ, SON INTERPRÉTATION, SON EXISTENCE, SA RÉALISATION, DÉFECTUEUSE OU TOTALE, SON EXPIRATION OU SA RÉSILIATION NOTAMMENT) SERA SOUMIS EXCLUSIVEMENT AU DROIT FRANÇAIS.

À DÉFAUT D'ACCORD AMIABLE DANS UN DÉLAI DE 30 JOURS SUIVANT L'ENVOI D'UNE CORRESPONDANCE FAISANT ÉTAT D'UN DIFFÉREND, TOUT LITIGE SERA SOUMIS POUR RÉSOLUTION AUX JURIDICTIONS DU RESSORT DU SIÈGE SOCIAL DU PRESTATAIRE QUI SONT SEULES COMPÉTENTES, ET AUXQUELLES LES PARTIES ATTRIBUENT COMPÉTENCE EXCLUSIVE, MÊME EN CAS DE DEMANDE INCIDENTE OU D'APPEL EN GARANTIE OU DE PLURALITÉ DE DÉFENDEURS. LA LANGUE DU CONTRAT ET DE TOUT RÈGLEMENT DES LITIGES EST LE FRANÇAIS.

NOVEMBRE 2018

ENCHAINEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NORME NF P94-500)

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 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, Esquisse, APS	Études 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 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude 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	Études 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	Étude 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 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (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)	Étude 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	Étude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Étude)	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
À 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

MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NORME NF P94-500)

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 G4, 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)

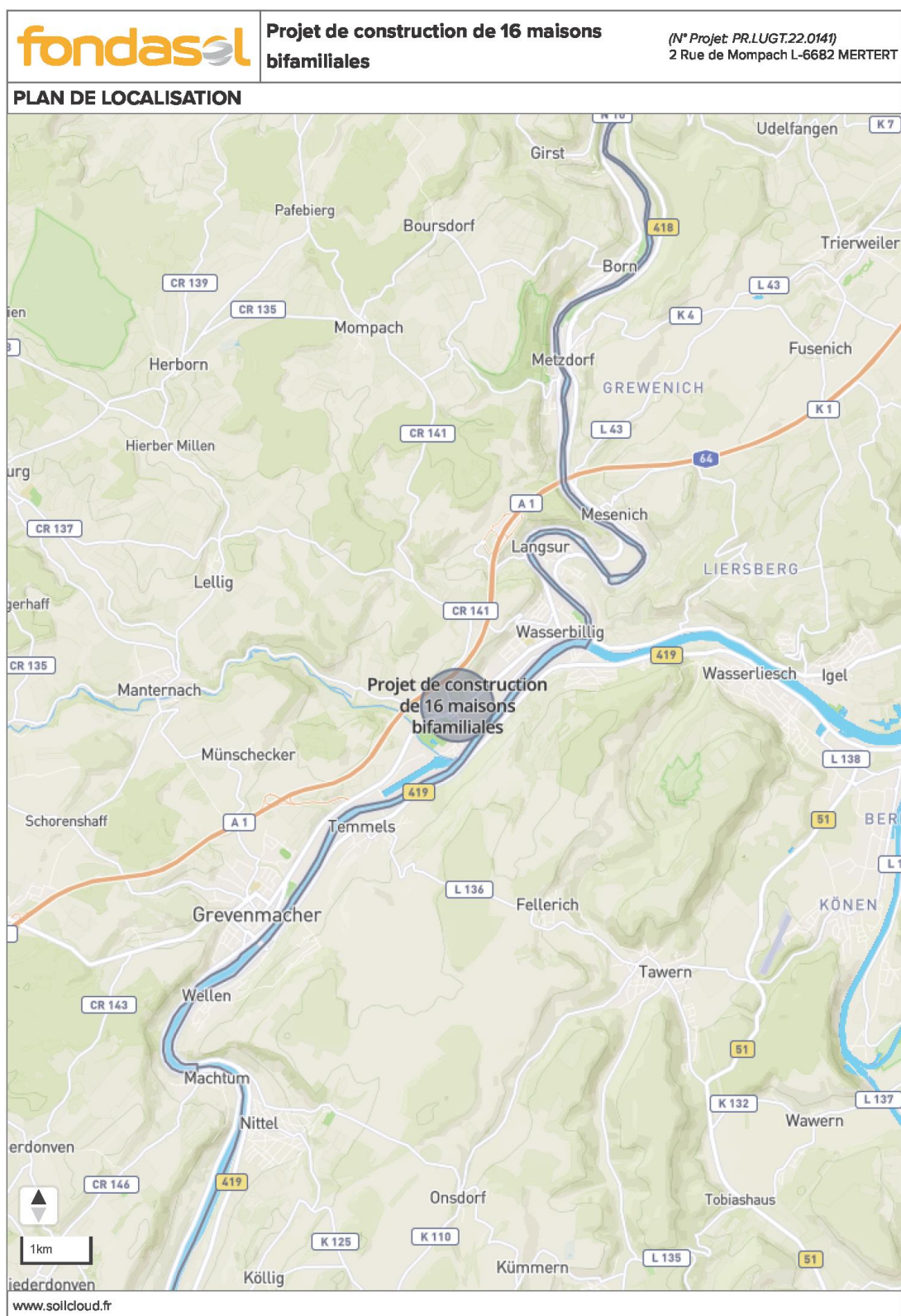
Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou 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

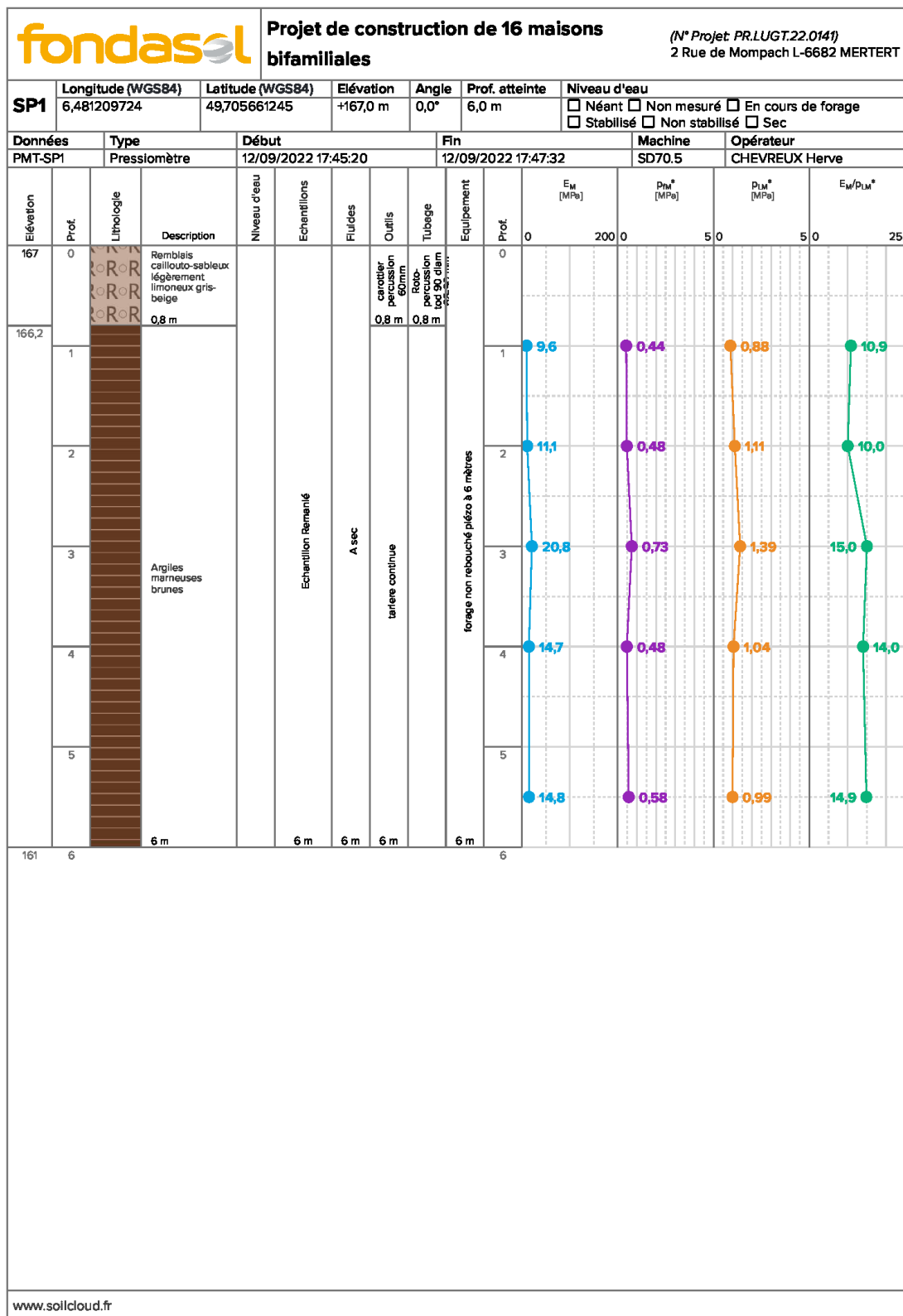
ANNEXE N°I : PLAN DE SITUATION

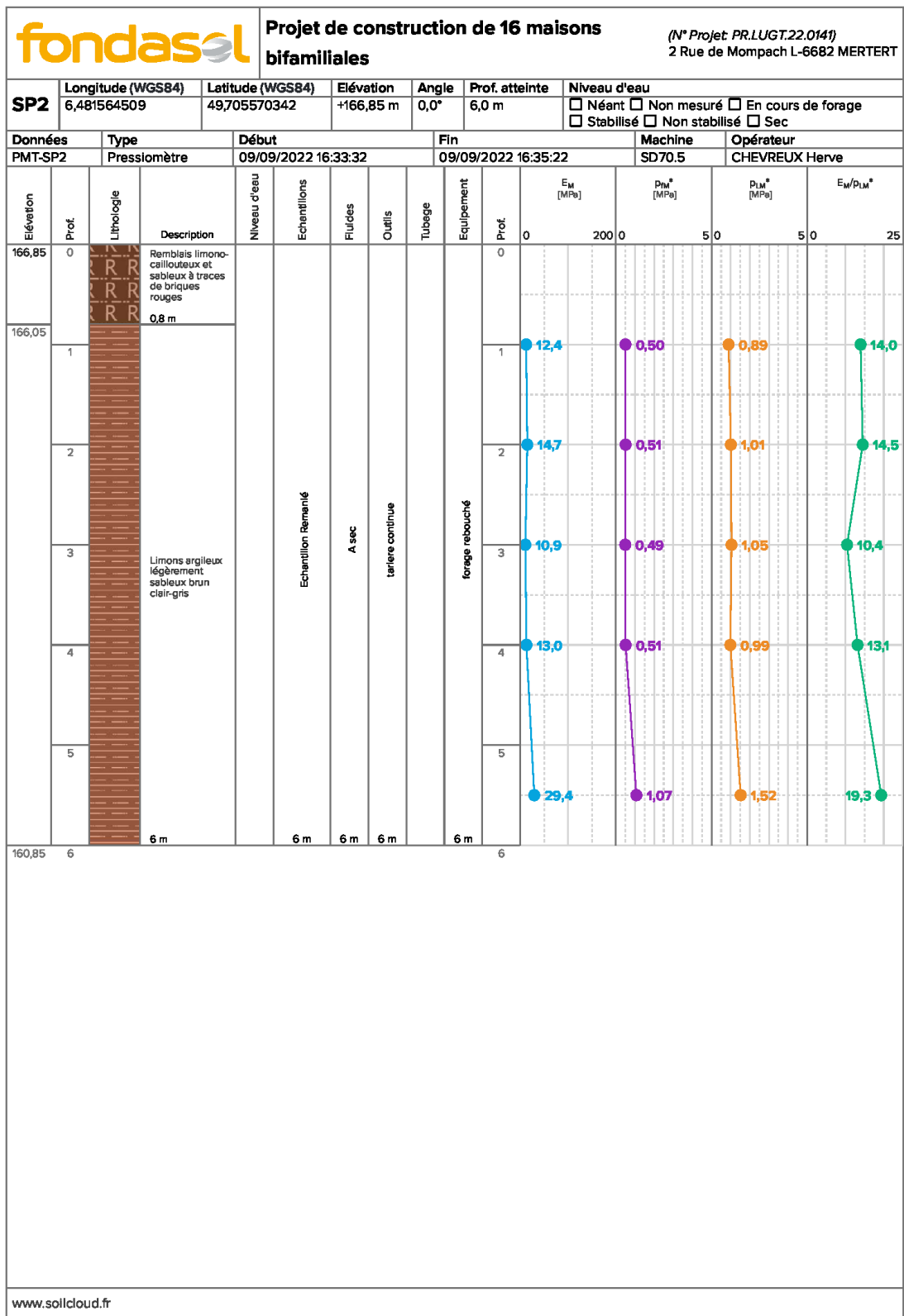


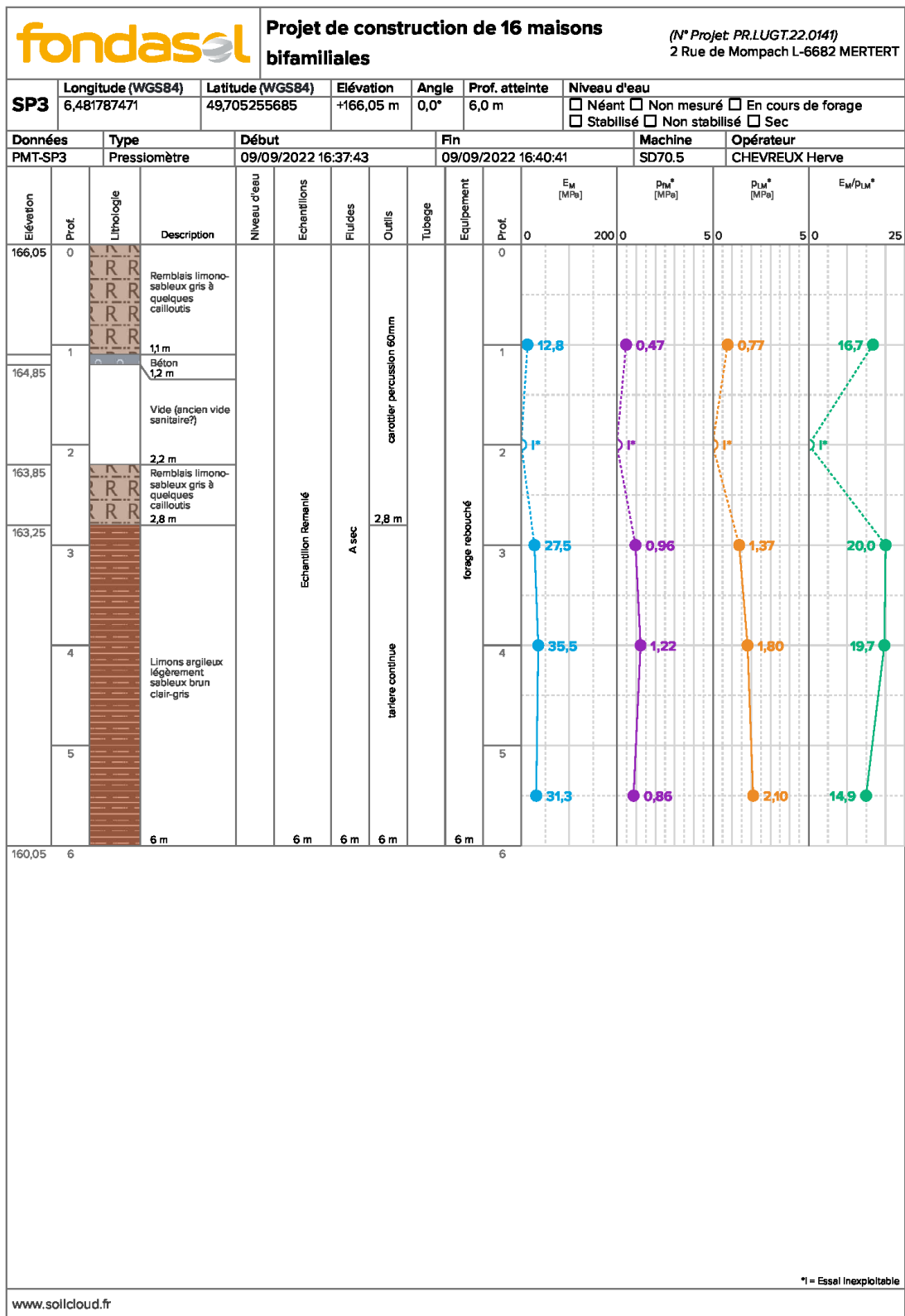
ANNEXE N°2 : PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

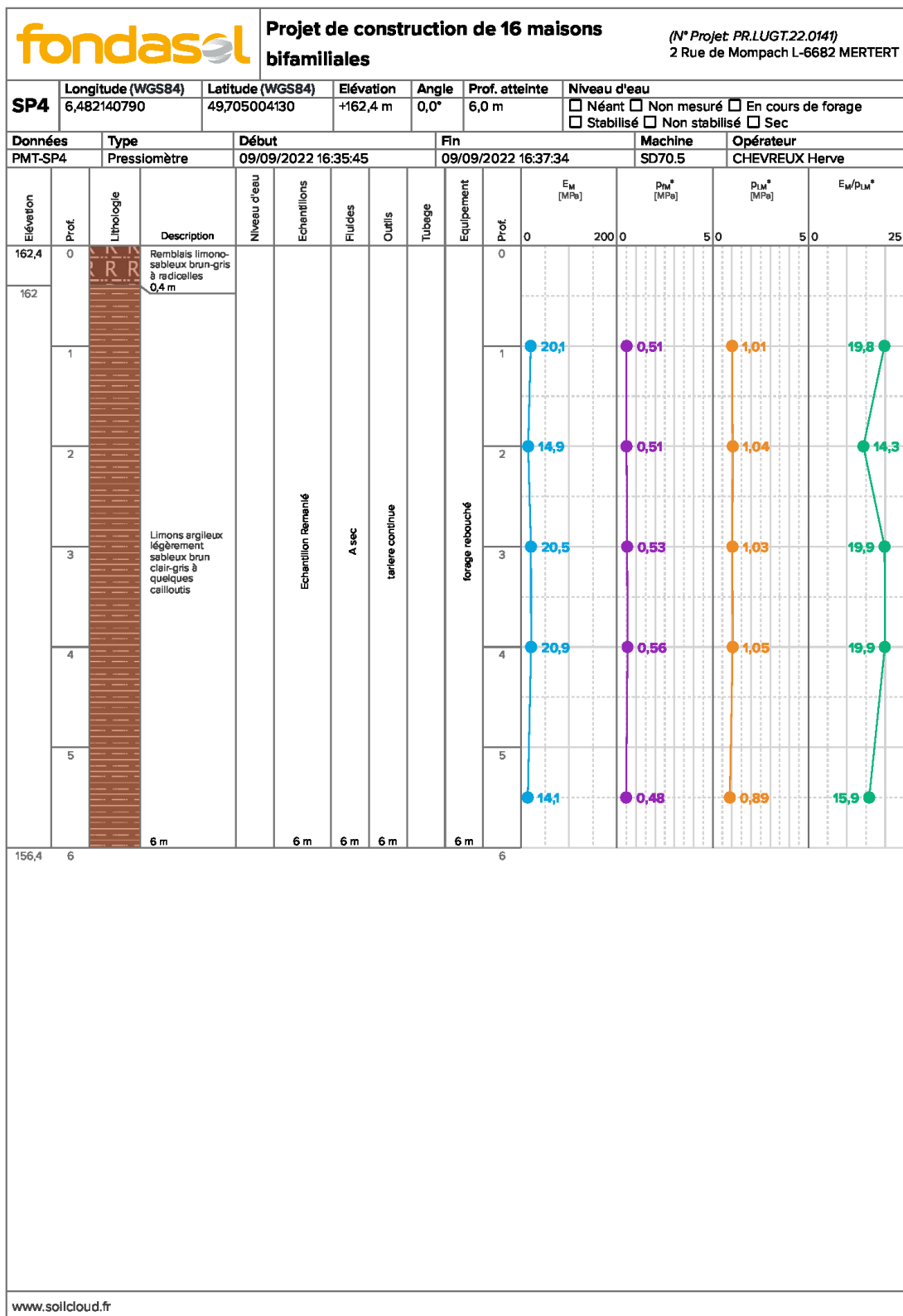


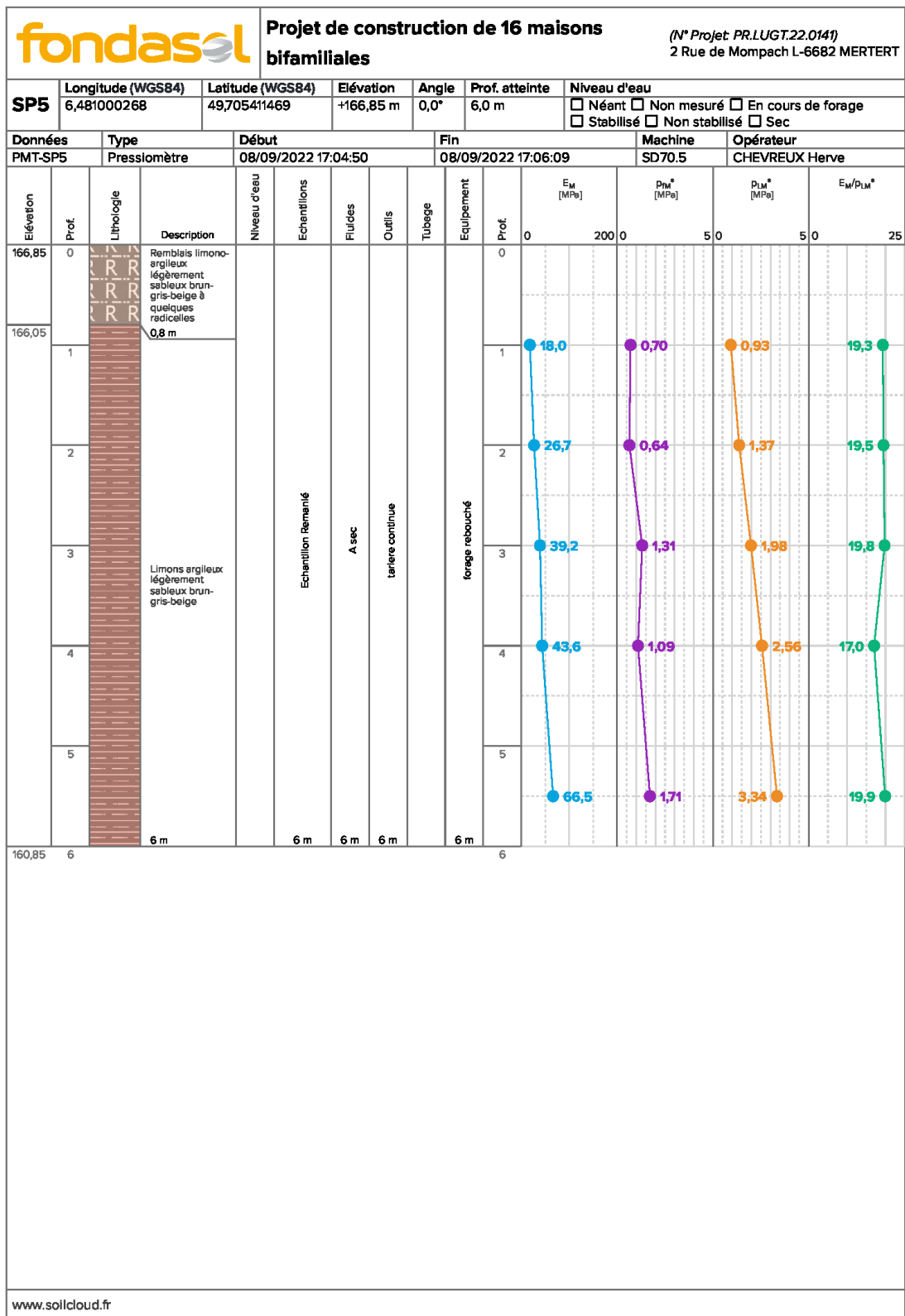
ANNEXE N°3 : COUPES DES SONDAGES

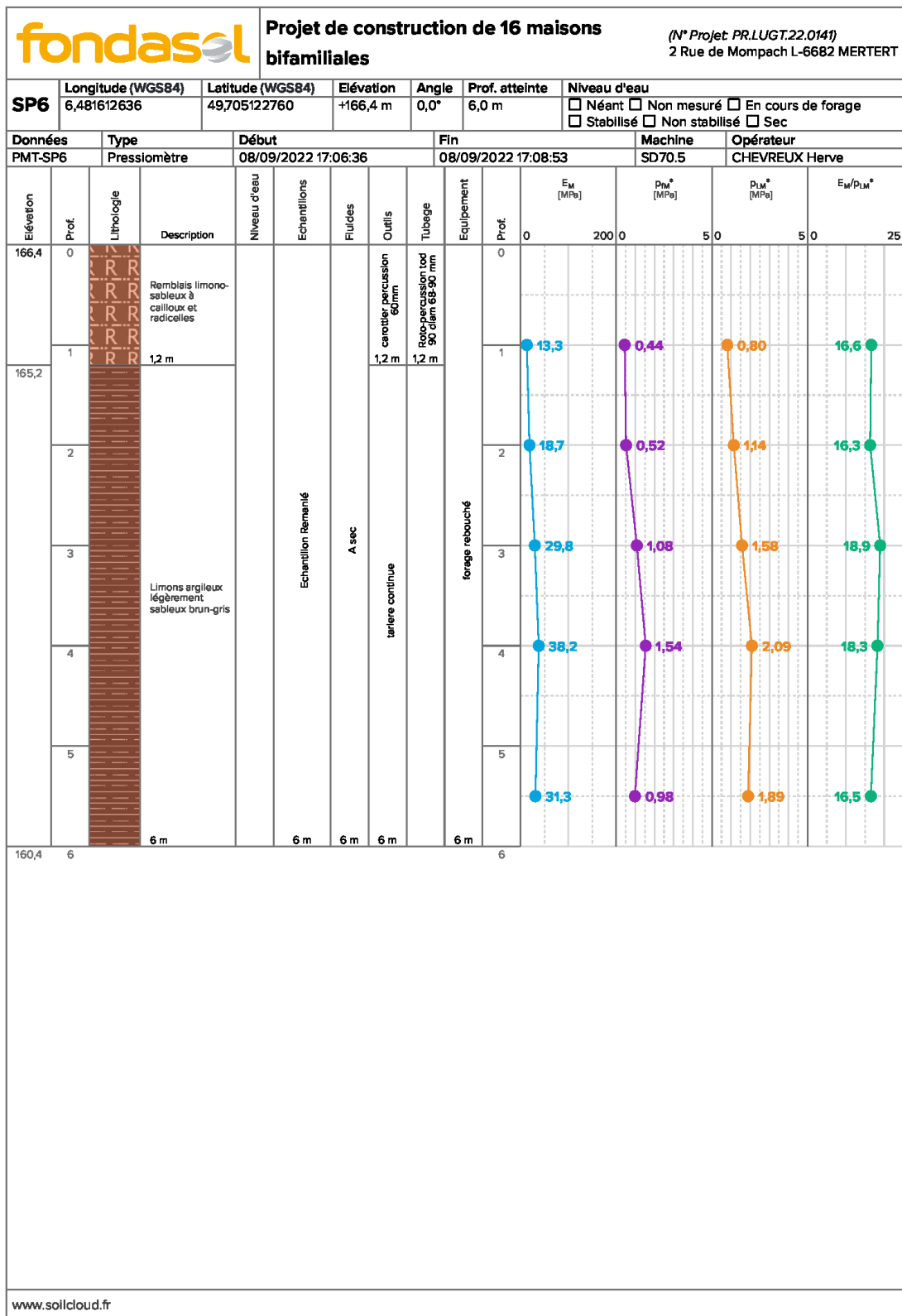


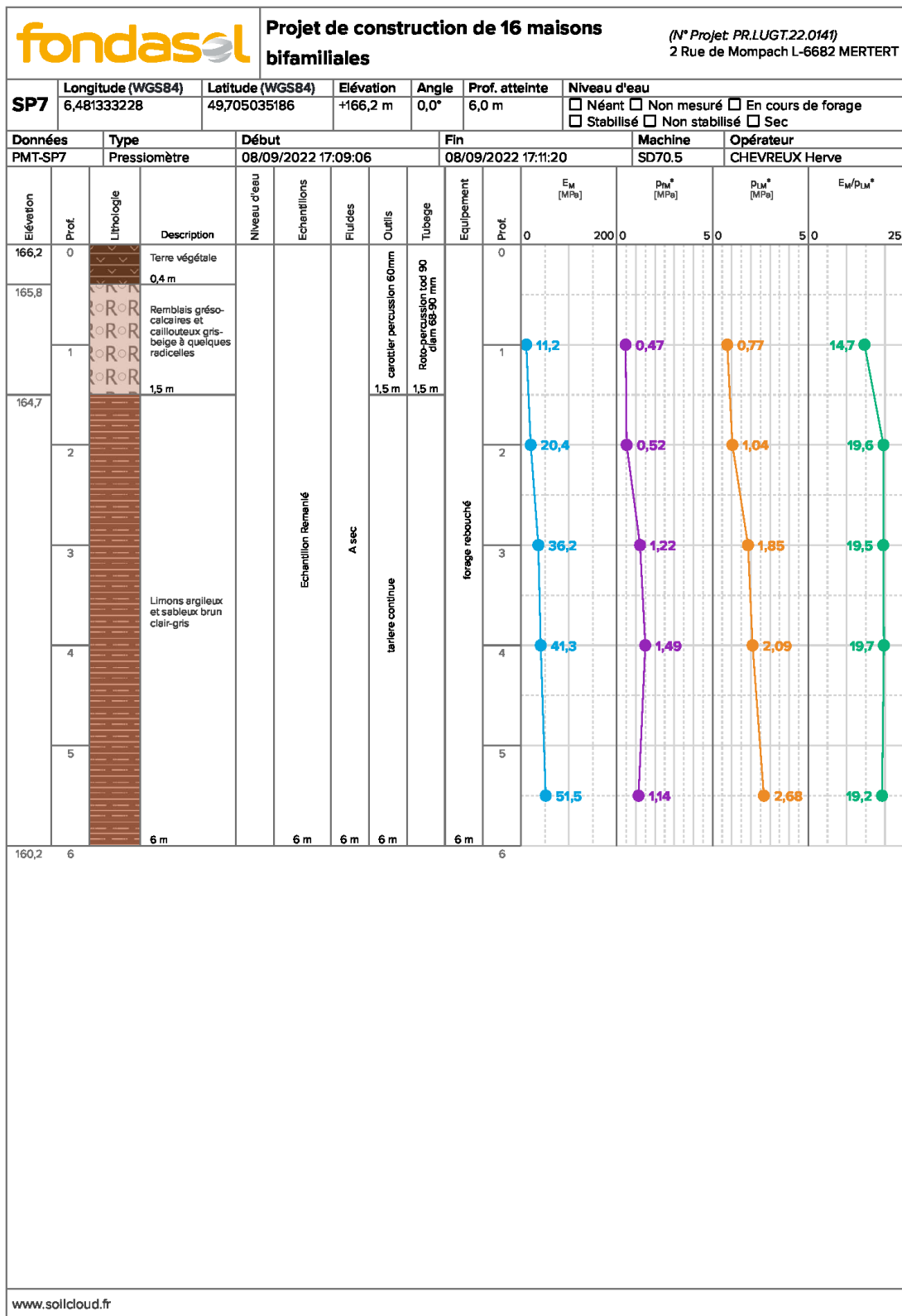


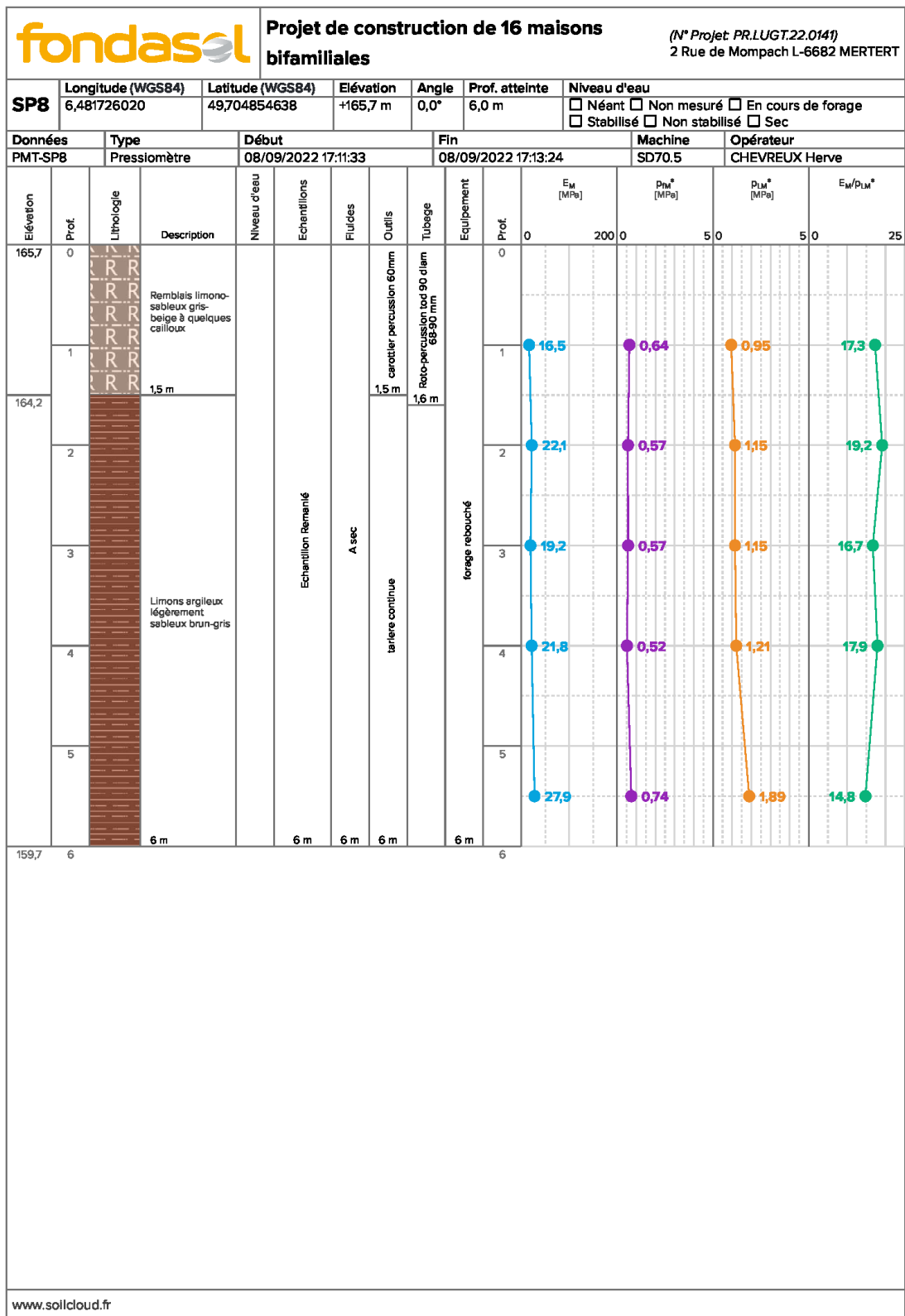














www.groupefondasol.com

AGENCE DE LUXEMBOURG

47A rue de Sanem
L-4485 SOLEUVRE

☎ 52 27 97

📠 52 27 96

✉ luxembourg@fondasol.lu