



LIDL

AGENCE D'AVIGNON

231 route de Morières
Z.A. de Saint Montange
84270 VEDENE

☎ 04 32 70 17 57

☎ 04 90 25 08 94

✉ avignon@fondasol.fr

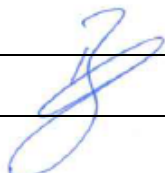
VALLON PONT D'ARC (07)

CONSTRUCTION D'UN MAGASIN LIDL

Etude géotechnique G1+G2AVP et G2PRO

Suivi des modifications et mises à jour

FTQ.261-A

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
				Nom, Visa	Nom, Visa
	20/06/2019	61		B. ESCOT	S. CIESIELSKI
A					
B					
C					

REV PAGE		A	B	C	REV PAGE		A	B	C	REV PAGE		A	B	C
1	X				41	X				81				
2	X				42	X				82				
3	X				43	X				83				
4	X				44	X				84				
5	X				45	X				85				
6	X				46	X				86				
7	X				47	X				87				
8	X				48	X				88				
9	X				49	X				89				
10	X				50	X				90				
11	X				51	X				91				
12	X				52	X				92				
13	X				53	X				93				
14	X				54	X				94				
15	X				55	X				95				
16	X				56	X				96				
17	X				57	X				97				
18	X				58	X				98				
19	X				59	X				99				
20	X				60	X				100				
21	X				61	X				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	X				80					120				

ETUDE GEOTECHNIQUE	5
I – Présentation de notre mission	6
1 – Mission selon la norme NF P 94-500	6
2 – Documents à notre disposition pour cette étude	7
3 – Documents de référence	7
4 – Programme d’investigations	8
II – Descriptif général du site et approche documentaire	9
1 – Description du site	9
2 – Contexte géologique	11
3 – Enquête documentaire	11
3.1 – Inventaire des risques naturels connus	11
3.2 – Risque de pollution	14
III – Résultats des investigations in situ	15
1 – Résultats des sondages	15
2 – Aspects géomécaniques	16
3 – Niveaux d’eau	17
4 – Essai d’infiltration de type Nasberg	17
IV – Analyse vis-à-vis du risque sismique	19
1 – Classification du sol suivant l’Eurocode 8	19
2 – Données sismiques	19
3 – Analyse du risque de liquéfaction des sols en cas de séismes	19
V – Application au projet	20
1 – Description générale du projet	20
2 – Orientation sur le(s) choix constructif(s) envisageable(s)	21
2.1 – Rappel des spécificités du site – insertion du projet	21
2.2 – Travaux préalables	21
2.3 – Fondations	21
2.4 – Possibilités techniques pour le niveau bas	21
3 – Etude de la solution de fondations superficielles selon l’EC7	22
3.1 – Ancrage des fondations	22
3.2 – Descentes de charges	22
3.3 – Modèle géotechnique	23
3.4 – Contraintes de calcul dans le cas d’une charge verticale	23
3.5 – Tassements (ELS)	23
3.6 – Résultats	24

3.7 – Préconisations de réalisation des fondations	24
4 – Assise des dallages sur terre-plein	26
4.1 – Dans les zones en déblai ou en profil rasant	26
4.2 – Contrôle	27
4.3 – Estimation des tassements	27
4.4 – Entretien chantier	28
5 – Voirie	28
5.1 – Spécifications particulières	28
5.2 – Mise en œuvre des couches de formes de voiries	28
5.3 – Prédimensionnement d'une structure de chaussée	29
5.4 – Réseaux enterrés sous chaussées	30
5.5 – Contrôles	30
5.6 – Entretien du chantier	30
6 – Notes à l'attention des entreprises	30
VI – Conditions Générales	32
VII – Enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)	35
VIII – Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P 94-500)	36
ANNEXES	37
IX – Plan de situation	38
X – Plan d'implantation des sondages	39
XI – Résultats des sondages	40
XII – Résultats des essais de perméabilité	52
XIII – Ebauche dimensionnelle des fondations	54
XIV – Calcul d'une fondation superficielle selon l'Eurocode 7	59



I – Présentation de notre mission

Lidl envisage la construction d'un nouveau magasin sur une parcelle située à Vallon Pont d'Arc (07).

L'étude géotechnique a été confiée à FONDASOL, Agence d'Avignon, suite à l'acceptation du devis DE.EA.19.02.008 du 07/02/2019, par la commande datée du 11/02/2019.

I – Mission selon la norme NF P 94-500

Il s'agit d'une mission géotechnique d'avant-projet de type G1 + G2AVP et G2PRO au sens de la norme NFP 94-500 dont les objectifs sont définis dans notre devis.

Le rapport comporte les éléments suivants :

ETUDE PRELIMINAIRE DU SITE

- Enquête bibliographique et de terrain.

RESULTAT DES SONDAGES ET ESSAIS IN SITU

- Coupes géologiques et diagrammes des essais géotechniques ;
- Plan d'implantation des sondages ;
- Analyse et synthèse du contexte géologique et géomécanique du site et de son influence sur le projet ;
- Description de la géologie et établissement du modèle géologique du site ;
- Analyse de la compacité des terrains ;
- Niveaux de l'eau lors de nos investigations, leur influence sur le projet ;
- Analyse du contexte sismique du site (ordre de grandeur des vitesses sismiques, détermination de la classe de sol selon les règles parasismiques (EC8), accélération maximale à retenir selon la sismicité, la classe de sol et l'ouvrage).

HYPOTHESES GEOTECHNIQUES POUR LA JUSTIFICATION DES OUVRAGES :

- Types de fondations ;
- Contraintes de calculs ELS et ELU (fondations superficielles ou fondations profondes) et estimation des tassements (fondations superficielles), pour un profil type de fondation ;
- Détermination du type de niveau bas envisageable : dallage sur terre-plein ou plancher porté ;
- Dans le cas d'un dallage sur terre-plein, étude de son assise (épaisseur, constitution et critères de réception de la couche de forme ; détermination des modules d'Young conformément au DTU 13.3) pour un profil type ;
- Etude de l'assise des voiries et parkings (épaisseur, constitution et critères de réception de la couche de forme) pour un profil type.

RECOMMANDATIONS PARTICULIERES POUR LA REALISATION DES TRAVAUX

- Préparation du terrain et phasage des travaux (terrassements, etc.).

Remarque : 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.).

2 – Documents à notre disposition pour cette étude

Pour établir notre étude, nous avons disposé des documents suivants :

- un plan de situation (26/02/2019) ;
- un extrait de plan cadastral (26/02/2019) ;
- deux plans de masse du projet (26/02/2019) ;
- un plan topographique (daté d'avril 2019) ;

Nous avons également utilisé :

- la carte IGN du secteur ;
- les données du BRGM ;
- la carte géologique de Bourg St Andéol au 1/50 000 ;
- les vues aériennes du secteur.

Les descentes de charge ainsi que les tassements absolus et différentiels admissibles ne nous ont pas été communiqués. Nous nous limiterons donc aux cas de charges définis dans le contrat cadre FONDASOL/LIDL.

3 – Documents de référence

- EUROCODE 7 – Règles générales (NF EN 1997-1)
- Norme d'application nationale NF P 94-261 «Fondations superficielles»
- DTU 13.3

4 – Programme d'investigations

Nous avons effectué :

- 7 sondages destructifs de reconnaissance géologique pour essais pressiométriques en 64 mm de diamètre descendus à 6,0 m de profondeur, notés SP1 à SP7 ;
7 x 4 essais pressiométriques répartis dans ces sondages ;
- 1 sondage destructif, noté SD8, descendu à 4,0 m de profondeur pour réaliser deux essais de perméabilité Nasberg à 1,0 m et 2,0 m de profondeur ;
- une série de sondage au tracto-pelle poursuivis jusqu'à 2,4/2,5 m de profondeur environ, notés PM1 à PM4.

Les sondages ont été nivelés en prenant comme repère le sondage SP2 (cf. plan d'implantation) fixé à la cote locale 100.20 NGF d'après le plan topographique qui nous a été fourni.

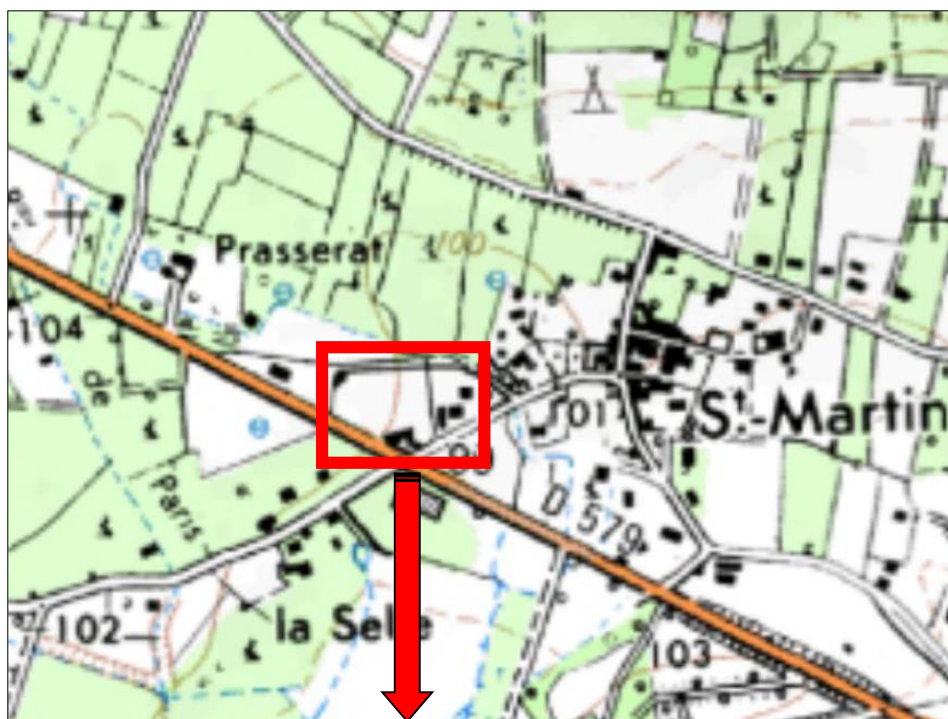
Sondages	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	SP7	SD8
Altitude NGF	99.10	100.20	99.15	99.85	100.40	100.60	100.20	100.30
Sondages	PM1	PM2	PM3	PM4				
Altitude NGF	100.25	100.50	99.20	99.10				

Ces cotes de niveau sont reportées sur les coupes lithologiques jointes en annexe.

II – Descriptif général du site et approche documentaire

I – Description du site

La zone d'étude se trouve en bordure de la D 579 sur les parcelles B655, B1677, B656 et B654 recouvrant une surface totale d'environ 11 050 m².



Carte IGN et vue aérienne de la zone étudiée

La zone d'étude est partiellement occupée par des bâtiments (au Sud et au Nord-ouest) qui seront démolis dans le cadre du projet. Le reste du site correspond à un terrain en friche parsemé d'arbres.

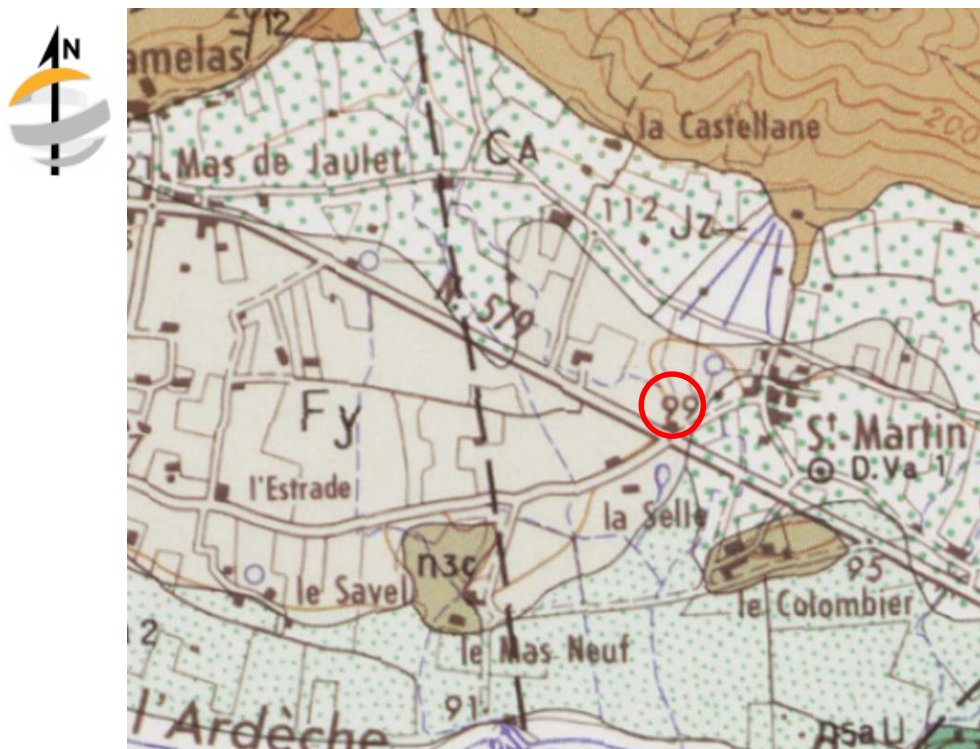
La topographie est relativement variable à l'échelle des projets (chahuté sur une amplitude limitée de l'ordre du mètre) ; l'altimétrie de nos points de sondages varie entre les cotes 99.10 NGF et 100.60 NGF.



Photographies de la zone étudiée

2 – Contexte géologique

D'après la carte géologique de Bourg-St-Andéol au 1/50000, les terrains devraient être constitués sous des alluvions généralement composées d'un mélange de sables, limons, argiles et graviers et galets en profondeur.



Extrait de la carte géologique de Bourg-St-Andéol au 1/50000

3 – Enquête documentaire

3.1 – Inventaire des risques naturels connus

Les risques « inondations », « séisme » et « mouvement de terrain » sont répertoriés sur la commune.

Vallon Pont d'Arc a fait l'objet d'arrêtés de catastrophe naturelle au titre notamment d'inondations, de coulées de boue, de mouvements de terrain et de la tempête.

Inondations et coulées de boue : 9

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
07PREF19820374	20/09/1982	21/09/1982	14/12/1982	18/12/1982
07PREF19920124	22/09/1992	22/09/1992	12/10/1992	13/10/1992
07PREF19930041	22/09/1993	25/09/1993	11/10/1993	12/10/1993
07PREF19950007	07/01/1994	15/01/1994	03/03/1995	17/03/1995
07PREF19960093	04/10/1995	05/10/1995	08/01/1996	28/01/1996
07PREF19980035	27/05/1998	28/05/1998	18/09/1998	03/10/1998
07PREF20020028	08/09/2002	09/09/2002	19/09/2002	20/09/2002
07PREF20040008	02/12/2003	02/12/2003	05/03/2004	20/03/2004
07PREF20150188	13/09/2015	14/09/2015	28/10/2015	29/10/2015

Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols : 3

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
07PREF20110003	01/07/2009	30/09/2009	21/02/2011	25/02/2011
07PREF20130157	01/01/2012	30/09/2012	29/07/2013	02/08/2013
07PREF20180004	01/07/2017	30/09/2017	27/06/2018	05/07/2018

Tempête : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
07PREF19820321	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982

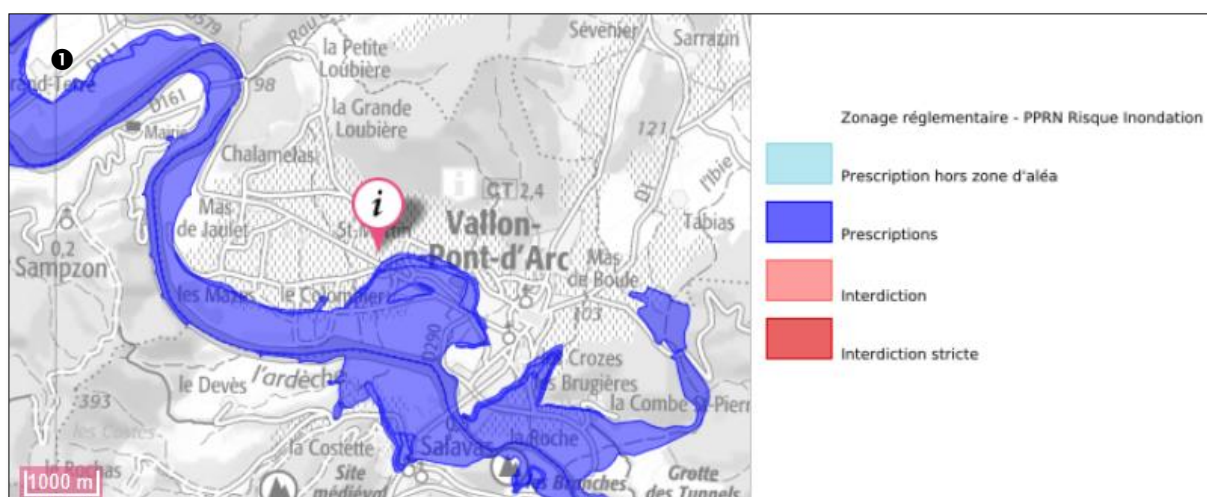
Il appartient aux concepteurs du projet de s'assurer que le projet n'est pas concerné par les risques déjà répertoriés.

Risque	Aléa / sensibilité
Inondations, remontées de nappe (www.infoterre.brgm.fr) ❶ ❷	Sensibilité très faible (cf. PPRi en mairie)
Retrait-gonflement ❸ (www.infoterre.brgm.fr)	Aléa faible
Cavités (www.georisques.gouv.fr)	Pas de cavité répertoriée à moins de 500 m
Glissement de terrain (www.georisques.gouv.fr)	Pas d'aléa répertorié à moins de 500 m
Risque sismique	Zone de sismicité 3

3.1.1 – Risque inondations / Remontées de nappe

Le schéma d'aménagement de la commune comporte un plan de prévention des risques relatif à ce type de risque naturel, toutefois la zone d'étude ne se trouve pas dans l'emprise des zones réglementaires définies par le PPRi :

PPRN	Aléa	Prescrit le	Enquête le	Approuvé le	Révisé le	Annexé au PLU le	Deprescrit / annulé / abrogé le	Révisé
07DDT19960019 - VALLON PONT D'ARC	Inondation	10/09/1996	19/06/2000	25/04/2001	25/04/2017	04/09/2003	- / - / -	
07DDT20170013 - VALLON PONT D'ARC	Par une crue torrentielle ou à montée rapide de cours d'eau	31/01/2017					- / - / -	

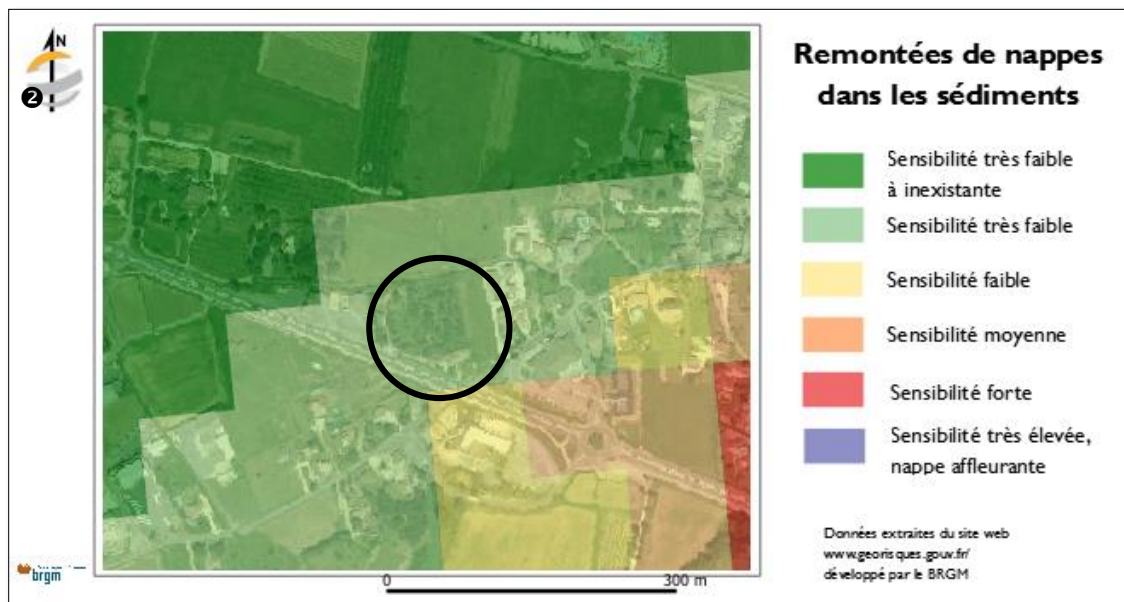


Extrait du plan de zonage du PPRN inondation

Il existe un Atlas des Zones Inondables :

Nom de l'AZI	Aléa	Date de début de programmation	Date de diffusion
AZI de l'Ardèche aval	Inondation	01/01/1994	01/01/1994

Une carte des remontées de nappe est disponible sur le site www.infoterre.brgm.fr. Elle indique que le terrain concerné par l'étude est situé dans une zone de sensibilité très faible.

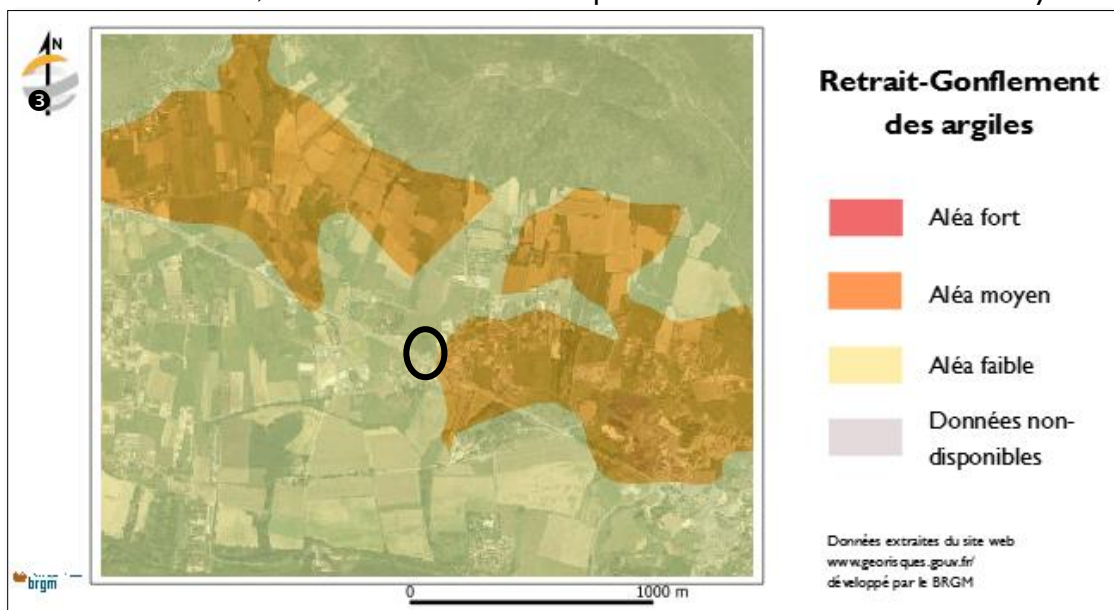


Extrait de la carte des remontées de nappe

3.1.2 – Risque retrait-gonflement des argiles

La localité est exposée au risque de retrait-gonflement des argiles.

Une carte des argiles sensibles au retrait / gonflement disponible sur le site www.infoterre.brgm.fr indique que le risque d'argiles gonflantes, à l'emplacement du projet, est faible. Toutefois, la zone d'étude se trouve à proximité d'une zone où l'aléa est moyen.



Extrait de la carte de sensibilité au retrait-gonflement des argiles

3.1.3 – Risque cavités

Le schéma d'aménagement de la commune ne comprend pas de plan de prévention relatif à ce type de risque naturel.

Il n'y pas de cavités répertoriées dans le secteur (données issues de www.georisques.gouv.fr).

3.1.4 – Risque mouvements de terrain

Le schéma d'aménagement de la commune ne comprend pas de plan de prévention relatif à ce type de risque naturel.

Il n'y pas de mouvements de terrain répertoriés dans le secteur (données issues de www.georisques.gouv.fr).

3.1.5 – Risque rayonnements ionisants

Le radon est un gaz radioactif qui provient de la dégradation naturel de l'uranium du sous-sol. Il reste diffus dans l'air mais a tendance à se concentrer dans les milieux fermés, tels que les bâtiments par exemple.





Ce risque n'étant pas géotechnique, il conviendra de se référer aux recommandations de l'IRSN pour limiter toute accumulation ou effet de ce gaz dans la construction (www.irsn.fr).

3.1.6 – Risque sismique

Le gouvernement a publié au journal officiel du 22 octobre 2010 deux décrets relatifs au nouveau zonage sismique national et un arrêté fixant les règles de construction parasismique telles que les règles Eurocode 8. Il s'agit des documents suivants :

- décret n° 2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique ;
- décret n° 2010-1255 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
- arrêté du 22 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».

Vallon Pont d'Arc est située en zone de sismicité modérée (zone sismique 3) suivant cette réglementation. Dans ce cas l'analyse sismique est nécessaire sauf pour les bâtiments de catégorie d'importance I.

	I	II	III	IV
				
Zone 1	aucune exigence			Eurocode 8 ³ $a_{gr}=0,7 \text{ m/s}^2$
Zone 2				
Zone 3				Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$
Zone 4				Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
Zone 5				Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$
		PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$
		PS-MI ¹	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
		CP-MI ²	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 ³ $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$

Domaine d'application de l'Eurocode 8 en fonction de la catégorie d'importance du bâtiment et de la zone sismique

3.2 – Risque de pollution

L'objet de l'étude géotechnique n'est pas de détecter une éventuelle contamination des sols par des matières polluantes.

III – Résultats des investigations in situ

I – Résultats des sondages

Les sondages mettent en évidence la lithologie suivante :

- 1) de la **terre végétale** brune ;
- 2) des **limons sablo-argileux caillouteux** marron / rougeâtres ;
- 3) des **graves sableuses** marron et **sables limoneux** jaunâtres ;
- 4) un **substratum rocheux** gris (uniquement au droit de SPI).

Les profondeurs des différents horizons sont synthétisées dans les tableaux ci-dessous.

Remarques :

- La description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes à la méthode de forage destructif.
- La distinction visuelle entre les limons sablo-argileux caillouteux et les graves sableuses / sables limoneux.

Profondeur en m par rapport au niveau du terrain actuel	SPI	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	SP7	SD8
Terre végétale	0 à 0,3	0 à 0,2	0 à 0,4	0 à 0,4	0 à 0,4	0 à 0,2	0 à 0,2	0 à 0,2
Limons sablo-argileux caillouteux	0,3 à 1,4	0,2 à 2,6	0,4 à 1,4	0,4 à 1,4	0,4 à 1,4	0,2 à 1,4	0,2 à 3,2	0,2 à 1,5
Graves sableuses / sables limoneux	1,4 à 3,0	au-delà	au-delà	au-delà	au-delà	au-delà	au-delà	au-delà
Substratum rocheux	au-delà	-	-	-	-	-	-	-
Fin de forage	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	4,0

* : profondeur estimée strictement indicative : les sondages au pénétromètre statique ne permettent pas d'observer directement la nature du sol, mais offrent uniquement la possibilité de mesurer leurs compacités. Nous pouvons toutefois estimer la profondeur de l'interface entre les sols plus ou moins compacts.

Nivellement NI	SPI	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	SP7	SD8
Tête de sondage	99.10	100.20	99.15	99.85	100.40	100.60	100.20	100.30
Toit des limons sablo- argileux caillouteux	98.80	100.0	98.75	99.65	100.20	100.40	100.0	100.10
Toit des graves sableuses / sables limoneux	97.70	97.60	97.75	98.45	99.0	99.20	97.0	98.80
Toit du substratum rocheux	96.10	-	-	-	-	-	-	-

* : cote estimée (cf. annotation ci-dessus).

Profondeur en m par rapport au niveau du terrain actuel	PM1	PM2	PM3	PM4
Terre végétale	0 à 0,1	0 à 0,1	0 à 0,1	0 à 0,4
Limons sablo-argileux caillouteux	au-delà	au-delà	au-delà	au-delà
Fin de forage	2,5	2,5	2,4	2,4

Nivellement NI	PM1	PM2	PM3	PM4
Tête de sondage	100.25	100.50	99.20	99.10
Toit des limons sablo-argileux caillouteux	100.15	100.40	99.10	89.70

2 – Aspects géomécaniques

Les caractéristiques mécaniques des sols rencontrés ont été mesurées au pressiomètre.

Les résultats sont les suivants, avec :

p_l^* : pression limite nette

E_M : module de déformation pressiométrique

- une compacité hétérogène (bonne à très bonne) dans les limons argilo-sableux caillouteux = limons raides à très raides selon l'Eurocode 7 (9 essais) :

$$0,97 \text{ MPa} \leq p_l^* \leq 2,57 \text{ MPa}$$

$$7,4 \text{ MPa} \leq E_M \leq 18,6 \text{ MPa}$$

- une compacité hétérogène dans les graves sableuses / sables limoneux (moyenne à très bonne) = sables et graves moyennement denses à très denses selon l'Eurocode 7 (17 essais) :

$$0,60 \text{ MPa} \leq p_l^* \leq 3,57 \text{ MPa}$$

$$4,8 \text{ MPa} \leq E_M \leq 33,9 \text{ MPa}$$

Les caractéristiques mécaniques mesurées dans les graves sableuses au droit des sondages SP7, SP3 et SPI sont faibles. On est probablement en présence de couches plus limoneuses.

- une très bonne compacité dans le substratum rocheux (2 essais) :

$$3,62 \text{ MPa} \leq p_l^* \leq 5,0 \text{ MPa et plus}$$

$$44,4 \text{ MPa} \leq E_M \leq 500 \text{ MPa et plus}$$

3 – Niveaux d'eau

Lors de nos investigations, réalisées le 2 et le 3 avril 2019, des niveaux d'eau ont été relevés aux profondeurs et cotes suivantes au droit de certains sondages :

Niveau d'eau	SP2		SP3		SP4		SP5		SP7	
	Prof. ⁽¹⁾	Cote ⁽²⁾	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote	Prof.	Cote
En cours de forage	2,6	97.60	-	-	-	-	-	-	-	-
En fin de forage	-	-	3,0	96.15	2,3	97.55	2,3	98.10	2,75	97.45

(1) Profondeurs en mètre par rapport au niveau actuel du terrain ;

(2) Cote NGF.

Les autres sondages sont restés secs aux profondeurs atteintes.

Il ne s'agit pas forcément des niveaux les plus défavorables et il est possible de rencontrer des venues d'eau à la circulation anarchique à différentes profondeurs en fonction des conditions météorologiques et saisonnières.

Aucune analyse de l'agressivité de l'eau vis-à-vis du béton n'a été effectuée.

L'intervention ponctuelle du géotechnicien dans le cadre de la réalisation de l'étude confiée ne lui 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 circulations d'eau qui dépend notamment des conditions météorologiques.

Pour obtenir des indications plus précises sur l'hydrogéologie, le maître de l'ouvrage devra commander à un bureau d'études spécialisé (département hydrogéologie de Fondasol par exemple) une étude spécifique comprenant notamment la réalisation d'un piézomètre et son suivi sur une période significative.

4 – Essai d'infiltration de type Nasberg

La perméabilité des terrains a été effectuée au moyen d'essai d'infiltration en forage de type Nasberg.

Les essais d'eau Nasberg est un moyen de reconnaissance du terrain en place qui permet d'évaluer une caractéristique hydraulique locale du sol.

La norme NF P 94-132 s'applique à l'essai d'eau Lefranc réalisé en place, dans les sols fins ou grenus, sous la nappe. L'essai permet de déterminer un coefficient de perméabilité locale.

L'essai Nasberg concerne un essai d'eau effectué au-dessus de la nappe.

Les essais ont été effectués au droit du sondage SD8 entre 0,5 m et 1,0 m de profondeur d'une part et entre 2,0 m et 2,5 m de profondeur d'autre part.

Les feuilles d'essai sont jointes en annexe. Les résultats sont les suivants :

Sondage	Prof.* (m)	Nature	Coefficient de perméabilité K (m/s)	
			Montée	Descente
SD8	0,5 – 1,0	Limons argilo-sableux	$2,8.10^{-5}$	-
SD8	2,0 – 2,5	Sables argilo-limoneux	$1,1.10^{-5}$	-

Les mesures observées à la descente ne sont pas exploitables, elles peuvent traduire un phénomène de colmatage de la cavité d'essai.

Nous attirons l'attention sur le fait que les essais réalisés caractérisent les terrains très localement (du fait des dimensions limitées de la cavité d'essai).

Les valeurs de perméabilité peuvent varier dans de larges limites en fonction notamment de la granulométrie, de la compacité et/ou de la cimentation des terrains.

Les valeurs fournies ci-dessus sont donc à considérer comme des ordres de grandeur à utiliser avec discernement.

Pour tenir compte des hétérogénéités des terrains, nous conseillons de tenir compte de coefficients de sécurité élevées dans le dimensionnement des ouvrages d'infiltration.

Nous rappelons également que la perméabilité d'un bassin dépend du phénomène de colmatage qui apparaît à long terme si le bassin n'est pas entretenu et nettoyé régulièrement.

IV – Analyse vis-à-vis du risque sismique

I – Classification du sol suivant l'Eurocode 8

En première approche, à titre d'information, au sens des règles Eurocode 8 en vigueur, la succession de couches plus ou moins compactes au droit des différents sondages constitue un sol de **classe B**.

Pour définir plus précisément cette classe de sol, il faudrait, en toute rigueur, réaliser une étude spécifique, basée *a minima* sur un sondage à 30m de profondeur et sur des essais de type Cross Hole.

Il conviendra de respecter les règles de construction parasismiques en vigueur.

2 – Données sismiques

La commune se situe en **zone de sismicité 3**, correspondant à une accélération au niveau du rocher de : $a_{gr} = 1,1 \text{ m/s}^2$.

L'ouvrage est supposé de **catégorie d'importance III** (hypothèse à confirmer par le maître d'ouvrage). Soit un coefficient d'importance de $\gamma_I = 1,2$.

Dans le cas d'un sol de **classe B** et pour **une zone de sismicité 3**, le paramètre de sol vaut **S = 1,35**.

Nous donnons ci-dessous les valeurs d'accélération maximales en surface pour un bâtiment de catégorie d'importance III :

Classe de bâtiment	Accélération au niveau du rocher (a_{gr})	Coefficient d'importance γ_I	Paramètre de sol S	Accélération maximale en surface (a_{max})
III	1,1 m/s ²	1,2	1,35	1,782 m/s ²

3 – Analyse du risque de liquéfaction des sols en cas de séismes

Compte tenu de la présence d'alluvions graveleuses ayant un fuseau granulométrique étalé (mélange de sable, de graviers et de gros galets) et des caractéristiques mécaniques correctes mesurées, il n'y a pas de risque de liquéfaction des sols en présence en cas de séisme.

La sismicité est toutefois à prendre en compte d'un point de vue structurel.

V – Application au projet

I – Description générale du projet

Le projet prévoit la construction d'un magasin de 2300 m² d'emprise au sol, ainsi que des voiries périphériques et un bassin d'infiltration. L'emplacement définitif n'a pas encore été retenu. Le niveau 0.0 sera à la cote actuelle.



Plan de faisabilité 1 du projet



Plan de faisabilité 2 du projet

2 – Orientation sur le(s) choix constructif(s) envisageable(s)

2.1 – Rappel des spécificités du site – insertion du projet

Nous rappelons que les investigations ont mis en évidence les points suivants :

- des caractéristiques mécaniques plus faibles dans les graves sableuses au droit des sondages SPI, SP3 et SP7 ;
- des hauteurs d'eau comprises entre 2,3 m et 3,0 m de profondeur ;
- La présence de bâtiments existants qui seront démolis dans le cadre du projet ;
- des mesures de perméabilité relativement faibles.

2.2 – Travaux préalables

L'emprise des futurs ouvrages est en partie occupée par des maisons au sud et au nord-ouest du site. Ils seront démolis dans le cadre du projet.

Il conviendra donc de s'assurer de la bonne conduite des opérations de démolition qui doivent comprendre au minimum :

- la démolition et la purge des structures existantes (fondations, dallage y compris éventuelles cuves ou réseaux enterrés) ;
- le comblement par un remblai d'apport de type GNT 0/100, insensible à l'eau, soigneusement compacté par couche d'épaisseur inférieure ou égale à 0,4 m et à 95% de l'Optimum Proctor Normal (OPN) ;
- le contrôle de la bonne mise en œuvre des remblais par des essais à la plaque tous les 0,4 m d'épaisseur ;
- le relevé minutieux de la localisation, profondeur et géométrie des anciennes fondations afin d'adapter la réalisation des nouvelles fondations. En effet, on évitera d'ancrer les nouvelles fondations aux emplacements des anciennes. Si toutefois cette sujétion n'était pas réalisable, il faudrait nécessairement ancrer les nouvelles fondations sous le terrain remanié en respectant un ancrage de 0,3 m minimum dans le terrain en place, ce qui pourra conduire à des approfondissements et des surconsommations de béton.

Il sera également nécessaire de défricher la zone et de retirer les arbres actuellement en place, système racinaire compris.

Nous insistons sur l'importance d'assurer un suivi et un contrôle rigoureux des travaux afin de ne pas compromettre les solutions proposées ci-après.

2.3 – Fondations

Compte-tenu de la nature du projet et des résultats de nos investigations, nous étudierons un mode de **fondations superficielles de type semelles filantes ou isolées ancrées dans les limons sablo-argileux caillouteux** rencontrés à partir de 0,2 m à 0,4 m de profondeur au droit de nos sondages.

Les dispositions à retenir pour mettre en œuvre cette solution sont données au paragraphe 3.

2.4 – Possibilités techniques pour le niveau bas

Etant donné la nature du sol, on pourra envisager la conception du niveau bas sous la forme d'un dallage sur terre-plein sous réserve de respecter les recommandations du paragraphe 4.

3 – Etude de la solution de fondations superficielles selon l'EC7

Les calculs de capacité portante et de tassements des fondations superficielles dans le cadre de la présente ébauche dimensionnelle respectent les prescriptions de la norme P94-261.

3.1 – Ancrage des fondations

Les fondations seront ancrées à 0,8 m de profondeur minimum par rapport au TN actuel et finale dans les limons sablo-argileux caillouteux.

On respectera un ancrage minimum de 0,3 m dans l'horizon d'assise, ce qui pourra conduire à des approfondissements du niveau d'assise en cas de présence de poches remaniées, végétalisées ou de faible compacité. Ces approfondissements seront probablement nécessaires pour les zones du magasin se trouvant dans l'emprise des bâtiments qui seront démolis.

En adoptant ces préconisations, la profondeur de garde au gel (0,5 m) sera respectée.

Au droit de nos sondages pressiométriques, les fondations seraient descendues aux cotes suivantes :

Sondages	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	SP7
Cote d'ancrage minimum (NGF)	98.30	99.40	98.35	99.05	99.60	99.80	99.40

3.2 – Descentes de charges

Conformément à ce qui est mentionné dans le contrat-cadre qui lie nos deux sociétés, nous retenons les hypothèses de travail suivantes :

- Charge sur fondations aux ELS : 20, 50 et 100 T, linéaire 5 et 10 T/ml ;
- Surcharge sur dallage :

Magasins : 1 T/m²

Réserves : 2 T/m²

Tassement maxi absolu : 2 cm, différentiel du même ordre de grandeur ;

En considérant un dallage de 20cm d'épaisseur ($0,2 \times 25 \text{ kN/m}^3 = 5 \text{ kPa}$), sous dallage, nous étudierons 3 cas :

- En profil rasant par rapport au TN (matelas de répartition en déblai)
 - Magasins : 15 kPa
 - Réserves : 25 kPa

3.3 – Modèle géotechnique

Au stade de l'ébauche dimensionnelle, nous avons retenu le modèle géotechnique suivant :

Nature du sol	Prof. de la base	PI* (MPa)	E _M (MPa)	α	E _s (MPa)
Terre végétale	0,4 m	-	-	-	-
Limons sablo-argileux caillouteux	1,4 m	1,0	7,5	1/2	15
Graves sableuses / sables limoneux	au-delà	0,6	5,0	1/4	20

avec : α le coefficient rhéologique du sol considéré

3.4 – Contraintes de calcul dans le cas d'une charge verticale

Pour une fondation superficielle filante ou isolée ancrée dans les limons sablo-argileux caillouteux, la pression limite nette calculée sur une épaisseur de 1,5B sous la base de la fondation est :

$$\begin{aligned}P_{le}^* &= 1,0 \text{ MPa} \\k_p &= 0,8 \\i\delta &= 1 \text{ (charges supposées verticales)} \\i\beta &= 1 \text{ (charge éloignée de tout talus)}\end{aligned}$$

Nota : dans le cas d'une charge inclinée par rapport à la verticale, ou bien d'une fondation réalisée à proximité d'un talus, les coefficients respectivement $i\delta$ et $i\beta$ seront inférieurs à 1.

On a alors dans ce cas, la contrainte nette évaluée à:

$$q_{net} = k_p \cdot P_{le}^* \cdot i\delta \cdot i\beta = 0,8 \text{ MPa}$$

Soient :

- Contrainte caractéristique : $q_{v;k} = \frac{q_{net}}{1,2}$
- Contrainte de calcul à l'ELU : $q'_{ELU} - q_0 = q_{v;d} = \frac{q_{v;k}}{1,4}$
- Contrainte de calcul à l'ELS : $q'_{ELS} - q_0 = q_{v;d} = \frac{q_{v;k}}{2,3}$

Ainsi, on retiendra les contraintes de calcul suivantes, en négligeant q_0 :

- $q'_{ELU} = 0,45 \text{ MPa}$**
- $q'_{ELS} = 0,25 \text{ MPa}$**

3.5 – Tassements (ELS)

Les tassements sont estimés par la méthode pressiométrique.

Les calculs ont été réalisés en considérant les hypothèses suivantes :

- la base de la semelle ou du massif est considérée à 0,8 m/TN ;
- l'eau n'est pas prise en compte ;
- le poids des terres excavées n'est pas pris en compte.

3.6 – Résultats

Les résultats (dimensions minimales des semelles et tassements estimés) pour les différents cas étudiés sont récapitulés dans le tableau ci-dessous.

Semelle Isolée	ELS CARA	Dimension minimum	Tassements estimés
	$V \leq 200 \text{ kN}$	0,9 m x 0,9 m	< 10 mm
	$V \leq 500 \text{ kN}$	1,3 m x 1,4 m	< 15 mm
	$V \leq 1000 \text{ kN}$	1,9 m x 1,9 m	< 15 mm

Semelle filante	ELS CARA	Dimension minimum	Tassements estimés
	$V \leq 50 \text{ kN/ml}$	0,4 m	< 5 mm
	$V \leq 100 \text{ kN/ml}$	0,4 m	< 10 mm

V = effort vertical descendant

H = effort horizontal = 20% de l'effort vertical à l'ELU sismique

M = moment à la base de la fondation engendré par l'effort horizontal appliqué en tête de fondation (soit $M = H \times 1,5$ pour une fondation fondée à 1,5m sous le TN et un effort H appliqué en au TN)

L'admissibilité des tassements ainsi estimés est à valider pas le BET Structure.

Ces tassements s'entendent pour des fonds de fouille homogènes et non remaniés.

3.7 – Préconisations de réalisation des fondations

3.7.1 – Conditions de terrassement

Le terrassement des fondations devra être exécuté à sec sous la protection éventuelle d'un blindage sur la hauteur des terrains instables et d'épuisement.

Les terrassements des fondations superficielles pourront se faire en retro avec un engin de terrassement puissant traditionnel (pelle hydraulique, par exemple).

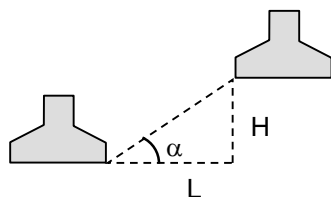
L'homogénéité des fonds de fouilles sera soigneusement vérifiée et les éventuels points faibles et zones remaniées mis à jour seront purgés et remplacés par du gros béton coulé pleine fouille.

On veillera à ne pas ancrer les fondations dans des terrains remaniés par les opérations de démolition/reconstruction qui seront réalisées dans le cadre du projet. Les vestiges qui seront rencontrés devront être purgés.

Les sols pouvant s'avérer bouillants, on aura recours à un blindage provisoire ou on devra admettre des hors profils de terrassement et donc, une augmentation du volume de béton coulé.

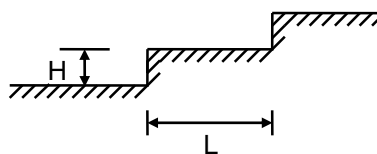
Les éventuelles différences de niveau d'assise seront reprises par des redans en respectant les dispositions des normes en vigueur en zone sismique (Eurocode 8).

Massifs isolés ou puits



$$\tan \alpha = \frac{H}{L} \leq 1/3$$

Semelles filantes en redans



$$\frac{H}{L} \leq 1/3 \text{ et } H < 0,5 \text{ m}$$

Schéma de principe de la règle relative aux fondations posées à différents niveaux

3.7.2 – Risques liés à l'eau (pluie, nappe, etc.)

Les travaux seront réalisés en dehors des périodes de pluie.

Les sols de surface sont sensibles à l'eau. En périodes pluvieuses la traficabilité du site pourrait devenir limitée et générer des arrêts de chantier.

Le bétonnage interviendra immédiatement après l'excavation des fouilles de fondation.

Malgré cette précaution, en cas de pluie avant le bétonnage des fouilles, les fonds de fouilles remaniés par l'eau et les matériaux effondrés des parois seront bien curés et bien nettoyés avant le coulage.

3.7.3 – Dispositions constructives

Compte tenu de la présence de sols fins sensibles à l'eau, les dispositions constructives suivantes devront être respectées :

- mettre en place autour de la construction une pente orientée vers l'extérieur afin d'éviter les stagnations d'eau de pluie en pied de façade.
- veiller à ce qu'aucune plantation d'arbre ou arbuste ne soit réalisée à proximité directe du magasin. Les arbres existants devront être supprimés sur une distance à la construction égale au moins à la hauteur prévisible de l'arbre à maturité ;
- récupérer des eaux de toiture par des gouttières et rejet des eaux pluviales dans un collecteur étanche, ou dans un fossé suffisamment éloigné des fondations.

3.7.4 – Dimensionnement en zone sismique

Nous rappelons que la commune se trouve en zone de sismicité modérée et que le bâtiment doit donc être dimensionné en tenant compte des efforts sismiques.

Il conviendra de respecter les règles de construction parasismiques en vigueur.

On prévoira notamment des longrines entre les appuis pour la reprise de ces efforts.

3.7.5 – Contrôles

Dans le cadre de la G3 suivi à la charge de l'entreprise, une réception des fonds de fouille sera à réaliser. Un procès verbal de réception sera présenté avec a minima les éléments suivants : localisation et désignation de la fondation, géométrie de la fouille, sols rencontrés, nature et état de l'assise, photographie de la fouille.

4 – Assise des dallages sur terre-plein

On pourra envisager de réaliser un dallage sur terre-plein sous réserve de respecter les recommandations ci-après.

Etant donné la destination du bâtiment, on cherchera à asseoir le dallage sur une plateforme de type PF2 ($EV2 > 50 \text{ MPa}$), avec $k_w > 50 \text{ MPa/m}$ (cf. DTU 13.3).

Précisons ci-dessous les conditions d'obtention d'une telle plate-forme.

4.1 – Dans les zones en déblai ou en profil rasant

Le dallage pourra être réalisé sur terre-plein, en prévoyant :

- la purge de la terre végétale et des remblais de démolition / tête des limons sablo-argileux caillouteux sur 40 à 50 cm d'épaisseur environ (en cas de poches remaniées, de faible compacité ou renfermant des végétaux des purges locales plus importantes pourraient être nécessaires). Le fond de fouille sera alors constitué par les limons sablo-argileux caillouteux. Les purges devront être suffisantes pour permettre la mise en œuvre de la structure décrite ci-dessous ;
- la vérification visuelle et le compactage du fond de forme obtenu suivant sa nature et son état hydrique ;
- la mise en œuvre d'un géotextile séparation et filtration ;
- la réalisation d'une couche de forme soigneusement mise en œuvre.

Les matériaux retenus devront être de classe D2, D3 ou concassés issus de roche massive R2I, R4I ou R6I conformément à la norme NFPI 1-300 et en particulier répondre aux exigences suivantes : $VBS < 0,1$ et $MDE < 45$.

A titre indicatif, en période climatique favorable, la mise en œuvre d'une couche de forme de **50 cm (35cm+15cm)** de granulométrie 0/63 mm avec une finition en 0/31,5 ou 0/20 mm permettra d'obtenir une plate-forme présentant un module EV2 supérieur à 50 MPa.

On prendra soin de désolidariser la dalle des structures verticales.

Pour l'ensemble de la zone, on s'assurera de l'homogénéité de l'arase des terrassements.

Remarques :

- **les matériaux issus du recyclage sont proscrits sous dallage.**
- la portance de la plate-forme d'assise sera directement liée au compactage qui devra être particulièrement soigné et réalisé suivant le GTR 2000.
- tout apport de remblais supplémentaire est à proscrire sous peine de tassements supplémentaires.
- l'épaisseur de la couche de forme dépendra des conditions météorologiques au moment de sa mise en œuvre. C'est pourquoi au démarrage du chantier nous recommandons la réalisation de planches d'essais (vérifiées par essais de plaque) afin de caler et optimiser l'épaisseur de la couche de forme pour atteindre les objectifs de plateforme de type PF2.
- **au niveau du quai dénivelé, il est conseillé de prévoir pour le RdC un plancher porté afin de s'affranchir des difficultés que constituerait le compactage d'un terre-plein aux abords du mur de soutènement. Dans ce cas, on prendra soin de bien désolidariser le plancher porté du dallage sur terre-plein.**

4.2 – Contrôle

La plate-forme d'assise des dallages devra être contrôlée par des essais à la plaque type Westergaard et LCPC pour vérifier la mise en œuvre des remblais et de la couche de forme.

On visera une portance de plateforme PF2 ($EV2 > 50 \text{ MPa}$ et $k = EV2/EV1 < 2,2$), pour atteindre un module de Westergaard $k_w > 50 \text{ MPa/m}$ conformément au DTU 13.3.

L'entreprise devra prévoir dans le cadre de la mission G3 à sa charge, le contrôle des matériaux (fiche produit et essais d'identification de moins de 6 mois) et de la portance avec un minimum de 1 essai tous les 250 m^2 , sur chaque couche (arase et cdf).

4.3 – Estimation des tassements

Les tassements des dallages sous une charge unitaire de $1,5 \text{ t/m}^2$ et $2,5 \text{ t/m}^2$ (charges d'exploitation) ont été évalués par la méthode pressiométrique.

Au droit de nos sondages, nous obtenons les modules de déformation suivants, obtenus à partir du module pressiométrique E_m et du coefficient rhéologique α .

Sols / sondages	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	SP7
Couche de forme graveleuse compactée et contrôlée par essais de plaque	0 à 0,5 $E_s = 50 \text{ MPa}$	0 à 0,5 $E_s = 50 \text{ MPa}$	0 à 0,5 $E_s = 50 \text{ MPa}$	0 à 0,5 $E_s = 50 \text{ MPa}$	0 à 0,5 $E_s = 50 \text{ MPa}$	0 à 0,5 $E_s = 50 \text{ MPa}$	0 à 0,5 $E_s = 50 \text{ MPa}$
Limons argilo-sableux caillouteux	0,5 à 1,4 $E_s = 20 \text{ MPa}$	0,5 à 2,6 $E_s = 20 \text{ MPa}$	0,5 à 1,4 $E_s = 20 \text{ MPa}$	0,5 à 1,4 $E_s = 30 \text{ MPa}$	0,5 à 1,4 $E_s = 30 \text{ MPa}$	0,5 à 1,4 $E_s = 15 \text{ MPa}$	0,5 à 3,2 $E_s = 15 \text{ MPa}$
Graves sableuses / sables limoneux	1,4 à 3,0 $E_s = 100 \text{ MPa}$	Au-delà $E_s = 30 \text{ MPa}$	Au-delà $E_s = 20 \text{ MPa}$	Au-delà $E_s = 60 \text{ MPa}$	Au-delà $E_s = 80 \text{ MPa}$	Au-delà $E_s = 60 \text{ MPa}$	Au-delà $E_s = 20 \text{ MPa}$
Rocher fracturé	Au-delà $E_s > 100 \text{ MPa}$	-	-	-	-	-	-

Les estimations des tassements absolus et différentiels sous dallage ont été évalués par la méthode pressiométrique suivant le modèle géotechnique défini précédemment. Ils sont donnés ci-dessous pour les deux cas de charges envisagés.

- Pour une charge de 15 kN/m^2 les tassements absolus et différentiels seraient de l'ordre du demi-centimètre.
- Pour une charge de 25 kN/m^2 les tassements absolus et différentiels seraient de l'ordre du centimètre.

Ces tassements s'appliqueront sous les charges uniformément réparties, appliquées par les éventuels remblais et par les charges d'exploitation.

Le bureau d'étude béton devra s'assurer de la compatibilité de ces tassements avec l'ouvrage envisagé.

Remarque :

Au vu des variations topographiques observées, il est probable que certaines zones soient remblayées pour atteindre la cote projet. De plus l'emplacement définitif du projet n'a pas encore été retenu.

Le calcul du tassement du sol en place du à la mise en œuvre d'un remblai de 1,0 m seraient de l'ordre de 1 cm à 1,5 cm. Ces tassements seront à ajouter aux tassements calculés plus haut.

Si les tassements ne sont pas admissibles, il sera nécessaire de prendre des dispositions particulières une fois le projet fixé.

4.4 – Entretien chantier

Des modalités d'entretien de la plateforme provisoire pendant la durée de chantier devront être prévues (pente, assainissement, écrémage...).

5 – Voirie

5.1 – Spécifications particulières

Dans le cahier des charges LIDL, il est demandé de vérifier les critères de réception suivants :

- En sommet de couche de forme (sous les structures de chaussées proprement dites) :
 - $EV2 \geq 50 \text{ MPa}$ (PF2)
 - $EV2/EV1 < 2,2$
- En sommet de couche de fondation (sous la couche de base) :
 - $EV2 \geq 80 \text{ MPa}$
 - $EV2/EV1 < 2,2$

La couche de base est impérative. La structure de chaussée proprement dite (au-dessus de la couche de forme) doit donc être constituée d'une couche de fondation, d'une couche de base et des couches de « roulement + revêtement ».

Nous donnons ci-dessous les dispositions à prendre pour atteindre le critère de PF2 en sommet de plate-forme sous chaussées.

5.2 – Mise en œuvre des couches de formes de voiries

Pour réaliser la couche de forme sous la voirie, il faudra :

- Travailler par temps sec.
- Décaper la terre végétale et les sols douteux ou comportant des éléments évolutifs sur toute leur épaisseur.
- Recompacter légèrement le fond de forme obtenu pour refermer les matériaux.
- Disposer un géotextile de séparation en fond de forme.
- Mettre en œuvre une couche de forme en matériaux sains et non évolutifs (grave non traitée GNT ou concassé de roche dure avec moins de 12% de passant à 80µm pour qu'il soit insensible à l'eau), soigneusement compactée.

L'entreprise devra adapter les modes de mise en œuvre et de compactage aux caractéristiques du site, au matériau retenu et au matériel dont elle dispose, afin d'obtenir les critères de réception demandés.

L'épaisseur de couche de forme sera, pour obtenir :

- Une plateforme PF2 (EV2 \geq 50 MPa) : **50 cm minimum**
- Une plateforme PF2 améliorée (EV2 \geq 80 MPa) : **80 cm minimum**
- Il faudra contrôler la portance par des essais à la plaque de type LCPC (NF P 94-117-1).

On cherchera à obtenir:

- Module de second cycle LCPC :
EV2 \geq 50 MPa ⁽¹⁾ en tête de couche de forme
EV2 \geq 80 MPa en tête de couche de fondation
- Indice de compactage : EV2/EV1 \leq 2,2

(1) Nous recommandons d'atteindre un objectif EV2 d'au moins 65 MPa en tête de couche de forme, comme précisé ci-dessus.

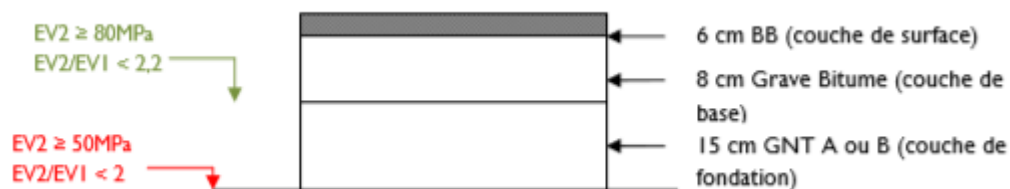
Si on cherche à obtenir des valeurs de réception de plate-forme plus élevées que ci-dessus, il faudra augmenter l'épaisseur de couche de forme.

- Dans le cas de pluie avant ou pendant les travaux, il sera également nécessaire d'augmenter l'épaisseur de la couche de forme si l'on veut obtenir les valeurs minimales données plus haut.
- Au-dessus de la couche de forme, il faut réaliser la structure de chaussée proprement dite (couche de fondation éventuelle, couche de base et couche de roulement).
- Réaliser des drainages longitudinaux pour éviter la stagnation d'eau à la base des remblais de couche de forme.

5.3 – Prédimensionnement d'une structure de chaussée

Pour exemple, LIDL propose, dans son cahier des charges, au-dessus d'une PF2, l'exemple de structure suivante, en enrobé :

- une couche de fondation d'au moins 15 cm d'épaisseur en GNT A ou B soigneusement mise en œuvre et compactée (EV2 \geq 80MPa et EV2/EV1 $<$ 2,2),
- une couche de base d'au moins 8 cm d'épaisseur en Grave Bitume,
- une couche de surface de 6 cm d'épaisseur de Béton Bitumineux.



PF2 sur couche de forme

Remarque importante : il appartient à l'entreprise en charge du dimensionnement des chaussées de s'assurer que l'épaisseur et le matériau retenus pour la couche de fondation permettront bien d'obtenir les critères de réception demandés.

Il pourra être nécessaire d'augmenter l'épaisseur de la couche de forme pour obtenir, dès le sommet de celle-ci, des portances plus élevées permettant d'atteindre les critères recherchés en sommet de couche de fondation (EV2 \geq 80MPa).

5.4 – Réseaux enterrés sous chaussées

Les réseaux enterrés sous chaussée devront être remblayés avec soin et un compactage dont l'objectif de densification est q3.

5.5 – Contrôles

L'entreprise devra prévoir, dans le cadre de la mission G3 à sa charge, le contrôle des matériaux (fiche produit et essais d'identification de moins de 6 mois), de la portance avec un minimum de 1 essai tous les 500m², sur chaque couche (arase, cdf, couche de fondation). Pour les chaussées, la mise en œuvre et les contrôles des structures bitumineuses devront être conformes aux normes en vigueur. Une vérification au gel doit également être réalisée.

5.6 – Entretien du chantier

Des modalités d'entretien de la plateforme provisoire pendant la durée de chantier devront être prévues (pente, assainissement, écrémage...).

6 – Notes à l'attention des entreprises

Les entreprises devront réaliser les études géotechniques G3 sur la base des modèles géotechniques de l'étude G2. Au moment de notre étude le dimensionnement structural et le système constructif du magasin n'étaient pas réalisés. Notre étude a été établie à partir d'hypothèses données par LIDL ; les choix constructifs ultérieurs et les torseurs de charge définitifs pourraient conduire à remettre en cause certains éléments de cette étude. Il est de la responsabilité des entreprises de s'assurer de la cohérence de l'ensemble de l'étude G3 avec les éléments de la G2 (y compris pour les autres lots) et d'informer immédiatement LIDL des modifications ayant notamment un impact financier.

Nous rappelons notamment :

Tous les lots : vérifier que l'assiette altimétrique du projet et l'implantation du bâtiment n'ont pas évolué. Nous n'avons pas été informés de fouilles archéologiques sur ce terrain.

Lot bâtiment : les charges sismiques n'ont pas été prises en compte car non évaluées. Les descentes de charges n'ont pas été prises en compte dans nos dimensionnements ; celles du projet seront à évaluer en phase EXE avec un dimensionnement des fondations correspondant au torseur de charge.

La profondeur de fondation prise en compte est définie dans le rapport par rapport au niveau du dallage. Si le système constructif venait à amener des fondations plus profondes, l'entreprise devra s'assurer des conditions de réalisation des fondations (présence éventuelle d'eau, des conditions de réalisation des matelas de transfert de charge sur les inclusions, conditions de mitoyenneté, de l'implication sur les autres lots...).

Lot VRD : Nous ne connaissons pas le dispositif de stockage des eaux pluviales envisagé ; le dispositif retenu, s'il n'a pas fait l'objet d'une étude spécifique G2, devra être compatible avec la nature des sols, la présence d'eau et ses fluctuations, avec le système de fondation du magasin et des avoisinants en cas de proximité d'ouvrages.

Préalablement au démarrage des travaux, les entreprises devront fournir au BET géotechnique en charge de la mission G4 :

- les descentes de charges avec les pondérations et combinaisons ;
- les notes de calcul des fondations ;
- la formulation du béton ;
- les plans d'exécution et de coffrage-ferraillage ;

- le phasage,
- le **PAQ** avec la description des contrôles mis en œuvre (dispositif de surveillance, natures et fréquences des contrôles pour les fournitures extérieures, ferrailage...) ;
- les fiches « produit » des matériaux de moins de 6 mois ;
- les diverses adaptations avec notes de calculs justificatives.

La validation de l'ensemble de ces points constitue un point d'arrêt au chantier avec les délais de validation définis dans le CCTP.

Le présent rapport conclut la phase AVP et PRO de la mission d'étude géotechnique G2 confiée à Fondasol.

LIDL pourra également confier à FONDASOL la phase ACT visant notamment à :

- L'analyse technique des offres et une assistance technique pour la sélection des entreprises,
- Examiner les documents techniques des entreprises.

Il faudra alors nous transmettre ces éléments pour avis.

Une mission G4 pourra également être commandée à FONDASOL pour ce projet afin de fournir des avis sur :

- les méthodes de construction, ainsi que les adaptations et optimisations des ouvrages géotechniques, proposées par l'entreprise,
- le dimensionnement des ouvrages géotechniques de l'entreprise
- le programme d'auscultations et d'investigations proposé par l'entreprise,
- le suivi du bon comportement des ouvrages et des avoisinants en cours de travaux, et de la maîtrise par l'entreprise des éventuels aléas résiduels dans le cadre de la mission d'étude et de conception G3 qui reste à sa charge.

VI – Conditions Générales

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, profondeurs, 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 inévitables 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'Imprévu,
- (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 :

- (i) Le solde du prix des Prestations exécutées conformément au Contrat, à la date de résiliation non encore payées, et
- (ii) 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,
- (iii) 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
- (iv) 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 de ses 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 indemnisé 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 L.241-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-cotisation 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

Si à tout moment après le 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 PRESENT CONTRAT EST SOUMIS AU DROIT FRANÇAIS ET TOUT LITIGE RELATIF AUDIT CONTRAT (SA VALIDITE, SON INTERPRETATION, SON EXISTENCE, SA REALISATION, DEFECTUEUSE OU TOTALE, SON EXPIRATION OU SA RESILIATION NOTAMMENT) SERA SOUMIS EXCLUSIVEMENT AU DROIT FRANCAIS.

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

VII – Enchaînement des missions types 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 G1 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

VIII – Missions types 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.

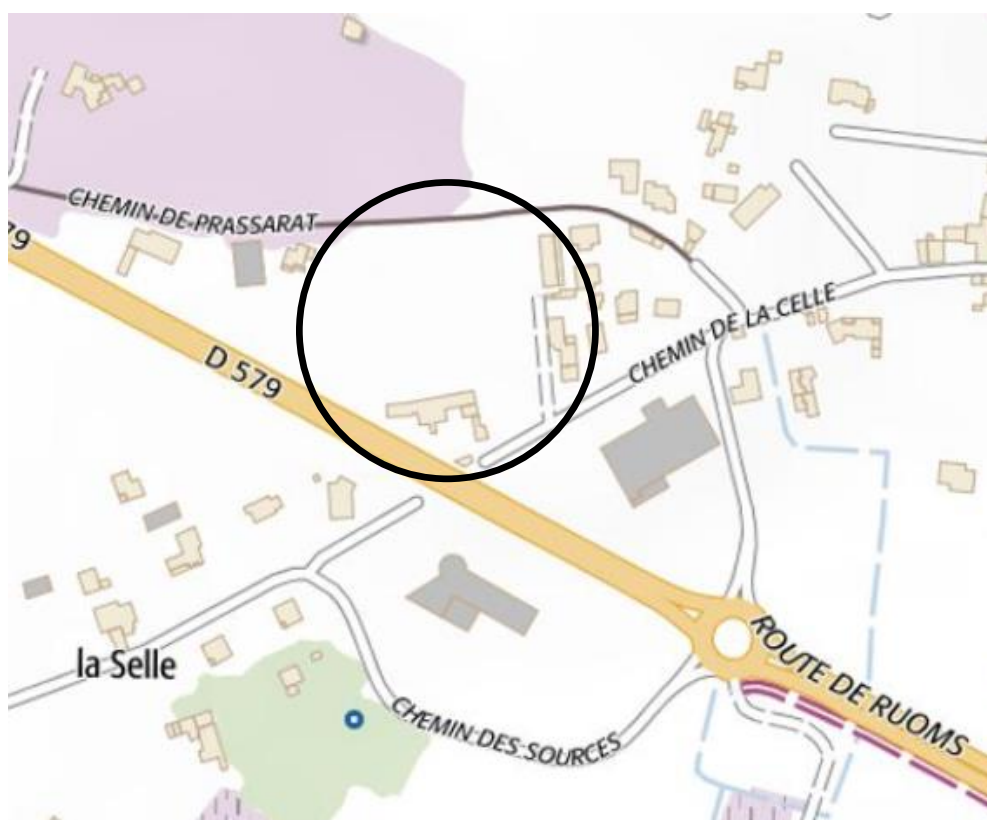
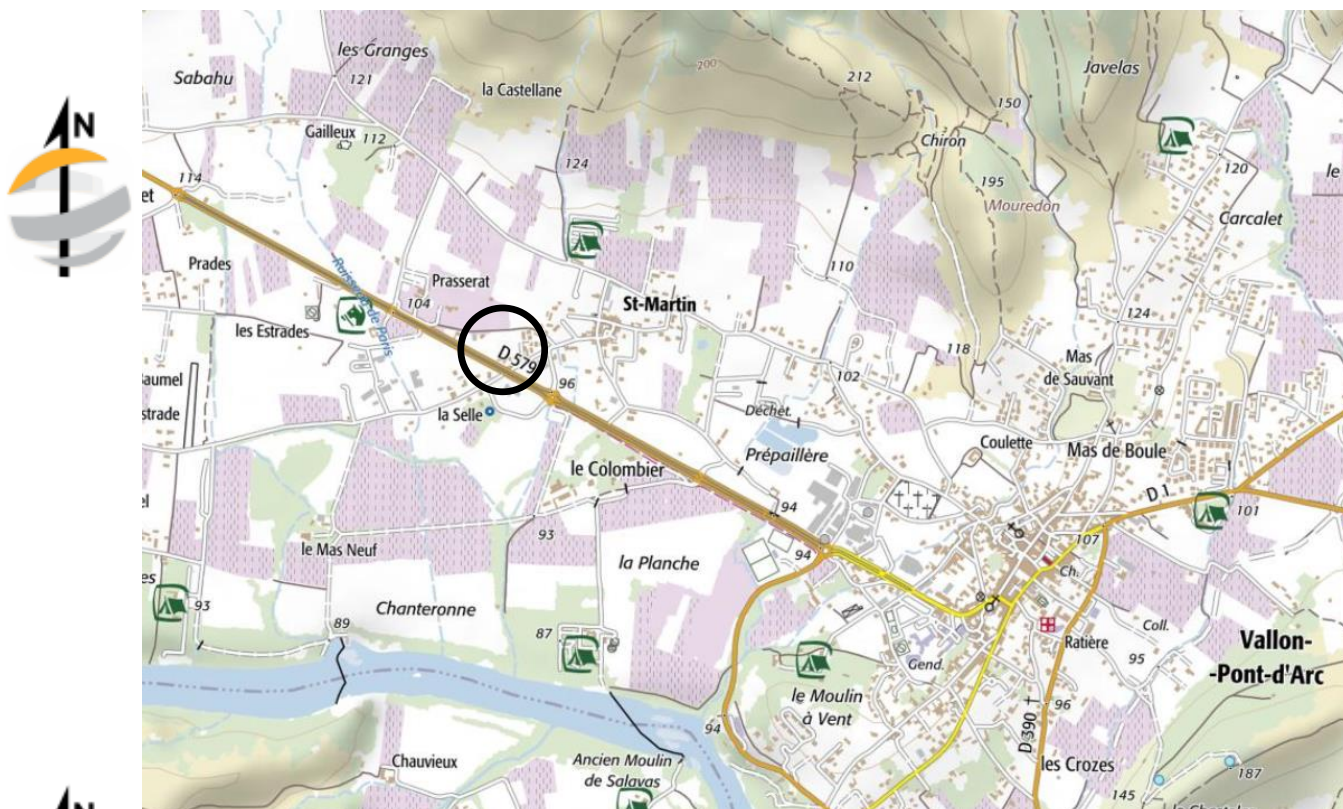
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre 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).

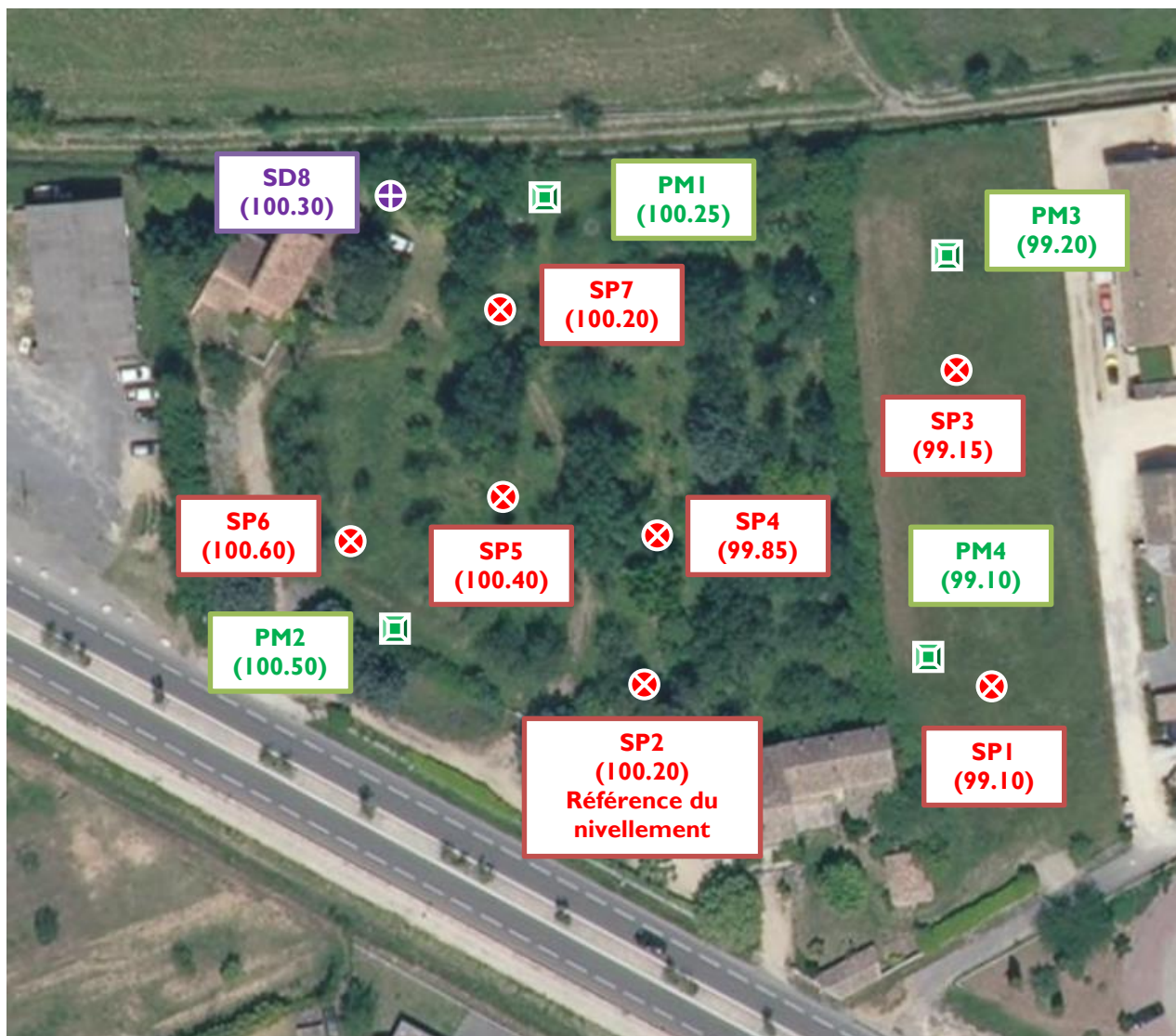
Février 2014




IX – Plan de situation



X – Plan d'implantation des sondages



XI – Résultats des sondages

	VALLON PONT D'ARC (07) Construction magasin Lidl			n° affaire AF.EA.19.0033
	Date début : 03/04/2019	Cote NGF (m) : 99.10	Machine : AC44	Profondeur : 0.00 - 6.00 m

Forage : SP1

EXGTE 83.20.11/GTE

Cote NGF (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 50 100	0 5 10		
98.80	0	Terre végétale (limons caillouteux) brune						0				
	0.30 m											
97.70	1	Limons sablo-argileux marron caillouteux						1	10.0	1.56	1.09	6.4
	1.40 m											
	2	Graves sableuses marron						2	26.8	3.51	2.36	7.6
	3											
96.10	3.00 m							3				
	4											
	4	Rocher fracturé gris										
	5											
	5											
	6											
93.10	6.00 m							6				

0	1	2	3	4	5	6


Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeantutzsa.fr

Forage : SP2

EXGTE B3.20.11/GTE

Cote NGF (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)
100.00	0	Terre végétale						0	0 50 100	0 5 10		
	1	0.20 m						1	11.6	1.95	1.11	6.0
	2	Limons sablo-argileux marron clair caillouteux						2	13.3	2.47	1.51	5.4
97.60	3	2.60 m	2.60 m	02/04/2019 Niveau d'Eau En cours de forage -	eau	Roto-percussion diam 68-83 mm		3				
	4	Graves sableuses marron						4	9.2	1.79	1.15	5.1
	5					4.50 m		5	9.7	0.90	0.66	10.8
94.20	6	6.00 m		6.00 m	6.00 m			6				

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

	VALLON PONT D'ARC (07) Construction magasin Lidl			n° affaire AF.EA.19.0033
	Date début : 03/04/2019	Cote NGF (m) : 99.15	Machine : AC44	Profondeur : 0.00 - 6.00 m

Forage : SP3

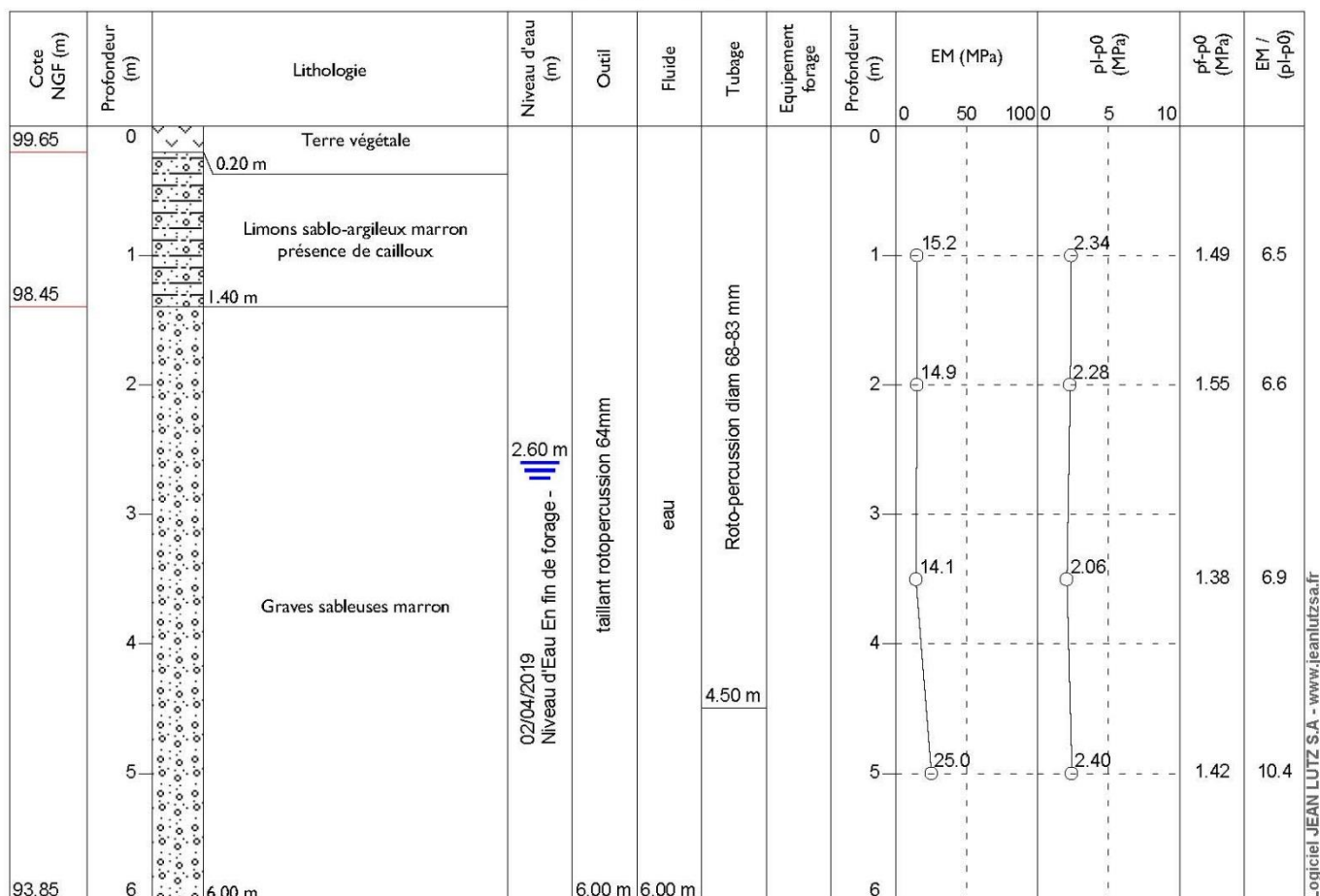
EXGTE B3.20.11/GTE


Cote NGF (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	50			
98.75	0	Terre végétale	3.00 m 03/04/2019 Niveau d'Eau En fin de forage -	taillant rotopercussion 64mm	eau	Roto-percussion diam 68-83 mm		0					
	1	Limons sablo-argileux marron caillouteux						1	15.1		1.88	1.49	8.0
97.75	2							2	15.7		2.57	1.76	6.1
	3							3					
	4	Graves sableuses marron						4	6.7		0.72	0.39	9.2
	5							5	5.4		0.60	0.41	9.0
93.15	6			6.00 m	6.00 m	4.50 m		6					

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

Forage : SP4

EXGTE 83.20.11/GTE



	VALLON PONT D'ARC (07) Construction magasin Lidl			n° affaire AF.EA.19.0033
	Date début : 01/04/2019	Cote NGF (m) : 100.40	Machine : AC44	Profondeur : 0.00 - 6.00 m

Forage : SP5

EXGTE B3.20.11/GTE

Cote NGF (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)
100.20	0	Terre végétale						0	0 50 100	0 5 10		
	0.20											
	1	Limons sablo-argileux bariolé gris marron.						1	18.6	1.69	1.31	11.0
99.00	1.40											
	2							2				
	3							3	22.8	2.97	2.20	7.7
	4							4	33.9	3.86	2.44	8.8
	5							5	33.4	3.67	2.40	9.1
94.40	6							6				

01/04/2019
Niveau d'Eau En fin de forage -

taillant rotopercussion 64mm

eau

Roto-percussion diam 68-83 mm

4.50 m

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

Forage : SP6

EXGTE B3.20.11/GTE

Cote NGF (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)
100.40	0	Terre végétale						0				
	0.20											
	1	Limons sableux bariolés gris marron rouille micassé						1	7.4	0.97	0.72	7.7
99.20	1.40											
	2							2	16.0	1.86	1.28	8.6
	3							3				
	4							4	19.5	1.66	1.46	11.8
	5							5	28.3	1.65	1.07	17.2
94.60	6							6				

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

Forage : SP7

EXGTE B3.20.11/GTE

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Fluide	Tubage	Equipement forage	Profondeur (m)	EM (MPa)	pl-p0 (MPa)	pl'-p0 (MPa)	EM / (pl'-p0)
100.00	0	Terre végétale						0	0 50 100	0 5 10		
	1	0.20 m						1	7.7	1.03	0.68	7.5
	2	Sables caillouto-argileux bariolé marron gris blanc.						2	11.3	1.23	0.78	9.2
97.00	3	3.20 m						3				
	4		2.75 m	tailant rotopercussion 64mm	eau	Roto-percussion diam 66-83 mm		4	5.0	0.69	0.40	7.2
	5	Graves sableuses marron	01/04/2019 Niveau d'Eau En fin de forage -			4.50 m		5	4.8	0.74	0.42	6.4
94.20	6	6.00 m		6.00 m	6.00 m			6				

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr



VALLON PONT D'ARC (07) **Construction magasin Lidl**

n° affaire AF.EA.19.0033

Date début : 29/03/2019

Cote NGF (m) : 100.30

Profondeur : 0.00 - 4.00 m

Machine : AC44

Forage : SD8

EXGTE 83.20.11/GTE

Cote NGF (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)
100.10	0	Terre végétale	29/03/2019 Pas d'Eau En fin de forage -	carottier percussion 68/83	Air	Roto-percussion diam 68-83 mm		0	0 50 100	0 5 10		
98.80	1	Limons argilo-sableux marron						1				
	2	Sables argilo-limoneux jaunâtres						2				
	3							3.00 m	3.00 m	3.00 m	3	
96.30	4	4.00 m	4.00 m	4.00 m								

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeantutzsa.fr

	VALLON PONT D'ARC (07) Construction magasin Lidl			N° affaire EA.19.0033
	Date : 02/04/2019	Cote NGF (m) : 100.25	Profondeur : 0.00 - 2.50 m	
		Machine : Pelle mécanique		

Sondage : PM1

EXGTE B3.20.11/GTE

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Venue d'eau / niveau d'eau non stabilisé	Observations
100.15	0	Terre végétale brune		
	1	Limon sablo-argileux caillouteux marron / rougeâtre		
97.75	2			

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr



	VALLON PONT D'ARC (07) Construction magasin Lidl		N° affaire EA.19.0033
	Date : 02/04/2019	Cote NGF (m) : 100.50	Profondeur : 0.00 - 2.50 m
	Machine : Pelle mécanique		

Sondage : PM2

EXGTE 83.20.11/GTE

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Venue d'eau / niveau d'eau non stabilisé	Observations
100.40	0	Terre végétale brune		
	0.10 m			
	1			
	2	Limons sablo-argileux marron / rougeâtre caillouteux		
98.00	2.50 m			

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr



	VALLON PONT D'ARC (07) Construction magasin Lidl			N° affaire EA.19.0033
	Date : 02/04/2019	Cote NGF (m) : 99.20	Profondeur : 0.00 - 2.40 m	
		Machine : Pelle mécanique		

Sondage : PM3

EXGTE B3.20.11/GTE

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Venue d'eau / niveau d'eau non stabilisé	Observations
99.10	0	Terre végétale brune		
	1	Limons sablo-argileux marron caillouteux		
96.80	2			

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr



	VALLON PONT D'ARC (07) Construction magasin Lidl		N° affaire EA.19.0033
	Date : 02/04/2019	Cote NGF (m) : 99.10 Machine : Pelle mécanique	Profondeur : 0.00 - 2.40 m

Sondage : PM4

EXGTE 83.20.11/GTE

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Venue d'eau / niveau d'eau non stabilisé	Observations
99.00	0	Terre végétale brune		
	0.10 m			
	1			
		Limons sablo-argileux marron caillouteux		
96.70	2			
	2.40 m			

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr



	OBSERVATIONS
Vérifié par:	

RETOUR A L'EQUILIBRE m/sPAGE 52/61

ESSAI D'INFILTRATION A CHARGE VARIABLE EN FORAGE OUVERT

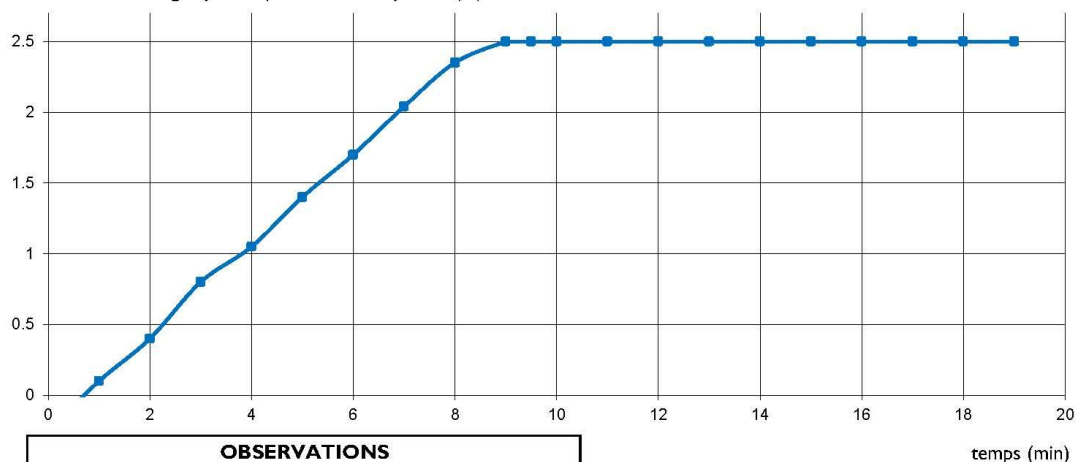
réalisé conformément à la norme NF EN ISO 22282-2
FTQ 233-3-C

AFFAIRE N° : AF.EA.19.0033
CHANTIER : Construction magasin Lidl,
VALLON PONT D ARC
SONDAGE N° : sd_8
DATE : 29-03-2019 09:57:39
PROFONDEUR DE L'ESSAI : de 2.00 à 2.50 m

TYPE DE L'ESSAI : Nasberg
MODE OPERATOIRE : Par injection
DEBIT D'ESSAI : 1.3 l/min
2.10E-05 m³/s

LONGUEUR DE LA CAVITE D'ESSAI : L = 0.50 m
DIAMETRE DE LA CAVITE D'ESSAI : D = 0.083 m
ELANCEMENT DE LA CAVITE : L/D = 6.0
DIAMETRE DE LA SPHERE EQUIVALENTE : m = F/D = 15.2

Variation de la charge hydraulique h durant l'injection (m)



OBSERVATIONS

Vérifié par:

COEFFICIENT DE PERMEABILITE

PHASE D'INJECTION 1.1E-05 m/s

calcul par résolution de l'équation différentielle

RETOUR A L'EQUILIBRE m/s

PHASE 1 : INJECTION

durée corrigée (min)	charge hydraulique h(m)	durée corrigée (min)	charge hydraulique h(m)
0	-0.25		
1	0.10		
2	0.40		
3	0.80		
4	1.05		
5	1.40		
6	1.70		
7	2.04		
8	2.35		
9	2.50		

PHASE 2 : RETOUR A L'EQUILIBRE

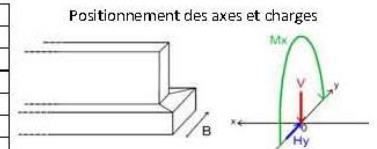
durée corrigée (min)	charge hydraulique h(m)	durée corrigée (min)	charge hydraulique h(m)
0	2.50		
0.5	2.50		
1	2.50		
2	2.50		
3	2.50		
4	2.50		
5	2.50		
6	2.50		
7	2.50		
8	2.50		
9	2.50		
10	2.50		

XIII – Ebauche dimensionnelle des fondations

Justifications d'une fondation superficielle suivant la norme NF P94-261

Cas de Charges

Cas de charges	1	2	3	4	5	6
Etat limite	ELScar					
Composante verticale du chargement (kN/ml)	$V_d = 50$					
Composante horizontale du chargement selon y (kN/ml)	$H_{y,d} =$					
Inclinaison de la résultante (°)	$\delta_d = 0$					
Moment (kN.m)	$M_{x,d} =$					
Excentricité (m)	$e_L = 0.00$					

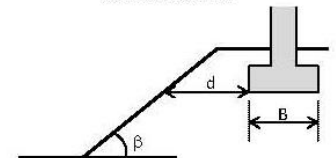


Modèle géotechnique

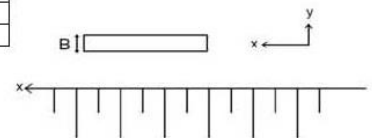
Cote du plan de référence 0.00 m

Couche	Catégorie / Nature du sol	Z_{base} (m)	p_i^* (MPa)	E_M (MPa)	α (-)
1		-0.40	0.00	0.0	0.00
2	Argiles et limons	-1.40	1.00	7.5	0.50
3	Sables et graves	-6.00	0.60	5.0	0.25
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Définition du talus



Positionnement du talus



Caractéristiques du site

Conditions au niveau de l'assise de la fondation

drainées

Contrainte effective verticale initiale à la base de la fondation
 Contrainte totale verticale finale à la base de la fondation
 Proximité d'un talus
 Pente du talus par rapport à l'horizontale
 Distance entre la fondation et le talus
 Poids volumique de la couche d'assise
 Cohésion de la couche d'assise
 Angle de frottement de la couche d'assise
 Angle de frottement à l'interface base de la fondation - terrain

$\sigma'_{v0} =$ MPa
 $q_0 =$ MPa
 $\beta =$ °
 $d =$ m
 $\gamma = 18$ kN/m³
 $c'_i = 0$ kPa
 $\phi'_i = 25$ °
 $\delta_{a,i} = 25$ °

Caractéristiques de la fondation

Largeur de la fondation
 Cote de l'assise de la fondation

$B = 0.4$ m
 Zassise = -0.80 m

Résultats

Cas de charges	1	2	3	4	5	6
Etat limite	ELScar					
Facteur de portance (-)	$k_p =$	0.8 (2)				
Coefficient lié à la présence d'un talus (-)	$i_g =$	1.00				
Coefficient lié à l'inclinaison du chargement (-)	$i_\delta = 1.00$					
Pression limite nette équivalente (MPa)	$p_{le}^* =$	1.00				
Contrainte nette du terrain (MPa)	$q_{net} = 0.800$					
Résistance liée à q_0 (kN)	$R_0 =$	0				
Résistance nette du terrain (kN)	$R_{v,d} = 116$					
Résistance au glissement de la fondation (kN)	$R_{h,d} =$					
Résistance frontale et/ou tangentielle (kN)	$R_{b,d} =$					
Tassements totaux (mm)	$s = 3.6$					

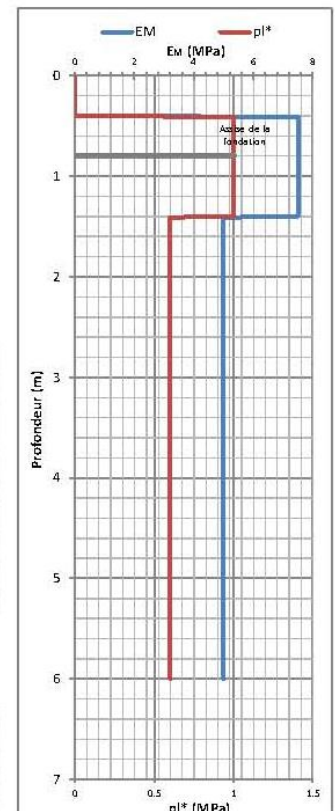
(5)

Vérifications de stabilité

Cas de charges	1	2	3	4	5	6
Etat limite	ELScar					
Vérification de la portance du sol	✓					
Vérification du renversement	✓					
Vérification du glissement						

(2) Paramètre imposé par l'utilisateur.

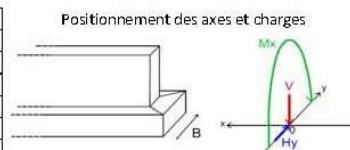
(5) Les valeurs de tassement à l'ELS Caractéristique sont données à titre indicatif. En effet selon la norme NF P94-261, elles doivent être calculées aux ELS Quasi-Permanents



Justifications d'une fondation superficielle suivant la norme NF P94-261

Cas de Charges

Cas de charges	1	2	3	4	5	6
Etat limite	ELScar					
Composante verticale du chargement (kN/ml)	$V_d =$	100				
Composante horizontale du chargement selon y (kN/ml)	$H_{y,d} =$					
Inclinaison de la résultante (*)	$\delta_d =$	0				
Moment (kN.m)	$M_{x,d} =$					
Excentricité (m)	$e_x =$	0.00				

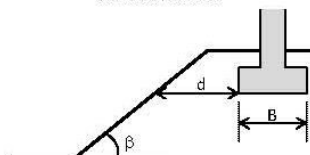


Modèle géotechnique

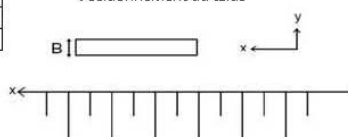
Cote du plan de référence 0.00 m

Couche	Catégorie / Nature du sol	Z_{base} (m)	p_1^* (MPa)	E_{s1} (MPa)	α (-)
1		-0.40	0.00	0.0	0.00
2	Argiles et limons	-1.40	1.00	7.5	0.50
3	Sables et graves	-6.00	0.60	5.0	0.25
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Définition du talus



Positionnement du talus



Caractéristiques du site

Conditions au niveau de l'assise de la fondation

drainées

Contrainte effective verticale initiale à la base de la fondation

$\sigma'_{v0} =$ MPa

Contrainte totale verticale finale à la base de la fondation

$q_0 =$ MPa

Proximité d'un talus

Pente du talus par rapport à l'horizontale

$\beta =$ °

Distance entre la fondation et le talus

$d =$ m

Poids volumique de la couche d'assise

$\gamma =$ 18 kN/m³

Cohésion de la couche d'assise

$c'_{sk} =$ 0 kPa

Angle de frottement de la couche d'assise

$\phi'_{sk} =$ 25 °

Angle de frottement à l'interface base de la fondation - terrain

$\delta_{sk} =$ 25 °

Caractéristiques de la fondation

Largeur de la fondation

$B =$ 0.4 m

Cote de l'assise de la fondation

Zassise = -0.80 m

Résultats

Cas de charges	1	2	3	4	5	6
Etat limite	ELScar					
Facteur de portance (-)	$k_p =$		0.8 (2)			
Coefficient lié à la présence d'un talus (-)	$i_p =$		1.00			
Coefficient lié à l'inclinaison du chargement (-)	$i_\delta =$	1.00				
Pression limite nette équivalente (MPa)	$p_{le}^* =$		1.00			
Contrainte nette du terrain (MPa)	$q_{net} =$	0.800				
Résistance liée à q_0 (kN)	$R_0 =$		0			
Résistance nette du terrain (kN)	$R_{vd} =$	116				
Résistance au glissement de la fondation (kN)	$R_{hd} =$					
Résistance frontale et/ou tangentielle (kN)	$R_{gd} =$					
Tassements totaux (mm)	$s =$	7.3				

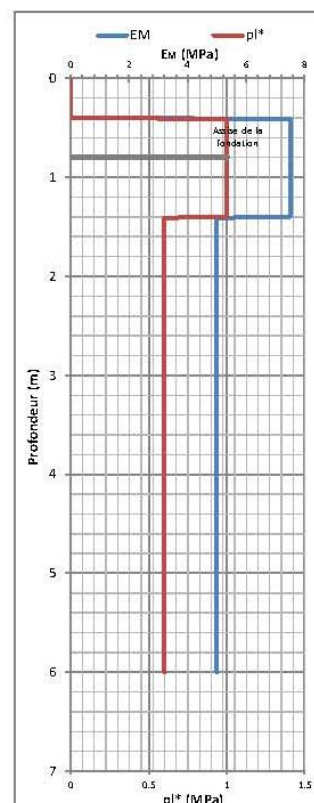
(5)

Vérifications de stabilité

Cas de charges	1	2	3	4	5	6
Etat limite	ELScar					
Vérification de la portance du sol	✓					
Vérification du renversement	✓					
Vérification du glissement						

(2) Paramètre imposé par l'utilisateur.

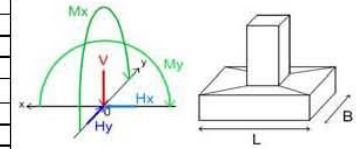
(5) Les valeurs de tassement à l'ELS Caractéristique sont données à titre indicatif. En effet selon la norme NF P94-261, elles doivent être calculées aux ELS Quasi-Permanents.



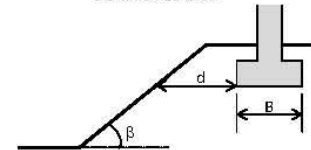
Cas de Charges

Cas de charges		1	2	3	4	5	6
Etat limite	ELScar						
Composante verticale du chargement (kN)	$V_d =$	200					
Composante horizontale du chargement selon x (kN)	$H_{x,d} =$	0					
Composante horizontale du chargement selon y (kN)	$H_{y,d} =$	0					
Composante horizontale du chargement (kN)	$H_d =$	0					
Inclinaison de la résultante (°)	$\delta_d =$	0					
Moment autour de x (kN.m)	$M_{x,d} =$	0					
Moment autour de y (kN.m)	$M_{y,d} =$	0					
Excentricité selon x (m)	$e_x =$	0.00					
Excentricité selon y (m)	$e_y =$	0.00					

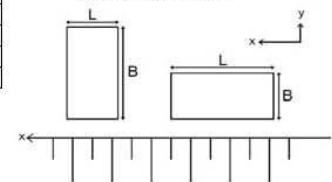
Positionnement des axes et charges



Définition du talus



Positionnement du talus



Modèle géotechnique

Cote du plan de référence : 0.00 m

Couche	Catégorie / Nature du sol	Z_{base} (m)	p_s^* (MPa)	E_u (MPa)	α (-)
1		-0.40	0.00	0.0	0.00
2	Argiles et limons	-1.40	1.00	7.5	0.50
3	Sables et graves	-6.00	0.60	5.0	0.25
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Caractéristiques du site

Conditions au niveau de l'assise de la fondation

drainées

Contrainte effective verticale initiale à la base de la fondation

$\sigma'_{v0} =$ MPa

Contrainte totale verticale finale à la base de la fondation

$q_0 =$ MPa

Proximité d'un talus

non

Poids volumique de la couche d'assise

$\gamma =$ 18 kN/m³

Cohésion de la couche d'assise

$c'_u =$ 0 kPa

Angle de frottement de la couche d'assise

$\phi'_u =$ 25 °

Angle de frottement à l'interface base de la fondation - terrain

$\delta_{s,s} =$ 25 °

Caractéristiques de la fondation

Largeur de la fondation

$B =$ 0.9 m

Longueur de la fondation

$L =$ 0.9 m

Cote de l'assise de la fondation

$Z_{assise} =$ -0.80 m

Résultats

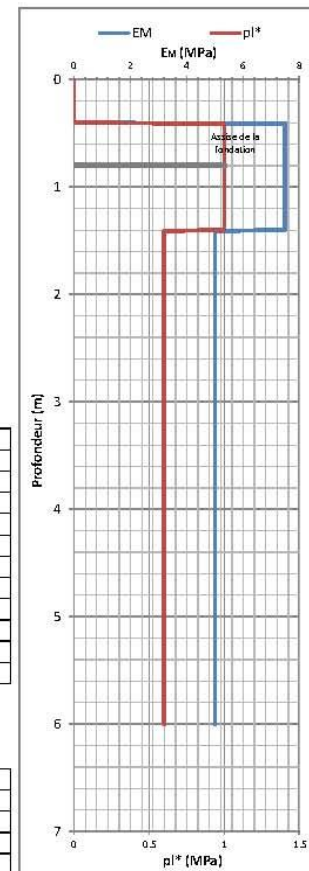
Cas de charges		1	2	3	4	5	6
Etat limite	ELScar						
Facteur de portance (-)	$k_p =$			0.8 (2)			
Coefficient lié à la présence d'un talus (-)	$i_s =$			1.00			
Coefficient lié à l'inclinaison du chargement (-)	$i_\phi =$	1.00					
Pression limite nette équivalente (MPa)	$p_{le}^* =$			1.00			
Contrainte nette du terrain (MPa)	$q_{net} =$	0.800					
Résistance liée à q_0 (kN)	$R_0 =$			0			
Résistance nette du terrain (kN)	$R_{v,d} =$	235					
Résistance au glissement de la fondation (kN)	$R_{s,d} =$						
Résistance frontale et/ou tangentielle (kN)	$R_{0,d} =$						
Tassements totaux (mm)	$s =$	8.5					

(5)

Vérifications de stabilité

Cas de charges		1	2	3	4	5	6
Etat limite	ELScar						
Vérification de la portance du sol		✓					
Vérification du renversement		✓					
Vérification du glissement		✓					

(2) Paramètre imposé par l'utilisateur.

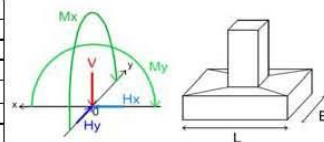


(5) Les valeurs de tassement à l'ELS Caractéristique sont données à titre indicatif. En effet selon la norme NF P94-261, elles doivent être calculées aux ELS Quasi-Permanents

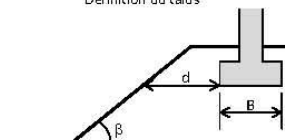
Cas de Charges

Cas de charges	1	2	3	4	5	6
Etat limite	ELScar					
Composante verticale du chargement (kN)	$V_d = 500$					
Composante horizontale du chargement selon x (kN)	$H_{x,d} = 0$					
Composante horizontale du chargement selon y (kN)	$H_{y,d} = 0$					
Composante horizontale du chargement (kN)	$H_d = 0$					
Inclinaison de la résultante (°)	$\delta_d = 0$					
Moment autour de x (kN.m)	$M_{x,d} = 0$					
Moment autour de y (kN.m)	$M_{y,d} = 0$					
Excentricité selon x (m)	$e_x = 0.00$					
Excentricité selon y (m)	$e_y = 0.00$					

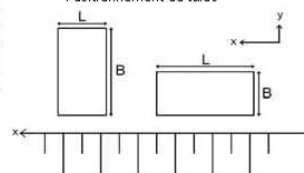
Positionnement des axes et charges



Définition du talus



Positionnement du talus



Modèle géotechnique

Cote du plan de référence : 0.00 m

Couche	Catégorie / Nature du sol	z_{base} (m)	p_1^* (MPa)	E_w (MPa)	α (-)
1		-0.40	0.00	0.0	0.00
2	Argiles et limons	-1.40	1.00	7.5	0.50
3	Sables et graves	-6.00	0.60	5.0	0.25
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Caractéristiques du site

Conditions au niveau de l'assise de la fondation

drainées

Contrainte effective verticale initiale à la base de la fondation

$\sigma'_{v0} =$ MPa

Contrainte totale verticale finale à la base de la fondation

$q_0 =$ MPa

Proximité d'un talus

non

Poids volumique de la couche d'assise

$\gamma = 18$ kN/m³

Cohésion de la couche d'assise

$c'_k = 0$ kPa

Angle de frottement de la couche d'assise

$\phi'_k = 25$ °

Angle de frottement à l'interface base de la fondation - terrain

$\delta_{sk} = 25$ °

Caractéristiques de la fondation

Largeur de la fondation

$B = 1.4$ m

Longueur de la fondation

$L = 1.3$ m

Cote de l'assise de la fondation

Zassise = -0.80 m

Résultats

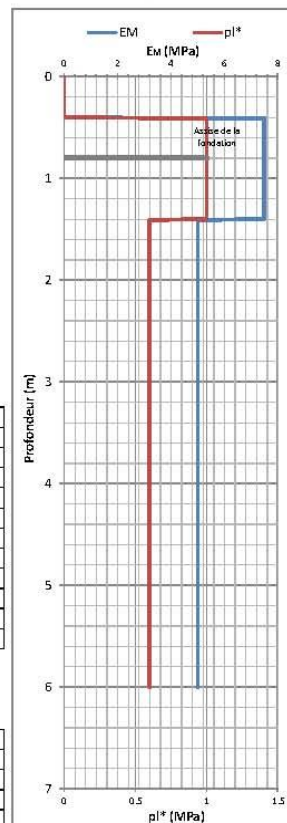
Cas de charges	1	2	3	4	5	6
Etat limite	ELScar					
Facteur de portance (-)	$k_p =$		0.8 (2)			
Coefficient lié à la présence d'un talus (-)	$i_s =$		1.00			
Coefficient lié à l'inclinaison du chargement (-)	$i_\phi = 1.00$					
Pression limite nette équivalente (MPa)	$p_{eq}^* =$		1.00			
Contrainte nette du terrain (MPa)	$q_{net} = 0.800$					
Résistance liée à q_0 (kN)	$R_0 =$		0			
Résistance nette du terrain (kN)	$R_{s,d} = 528$					
Résistance au glissement de la fondation (kN)	$R_{s,d} =$					
Résistance frontale et/ou tangentielle (kN)	$R_{v,d} =$					
Tassements totaux (mm)	$s = 11.4$					

(5)

Vérifications de stabilité

Cas de charges	1	2	3	4	5	6
Etat limite	ELScar					
Vérification de la portance du sol	✓					
Vérification du renversement	✓					
Vérification du glissement						

(2) Paramètre imposé par l'utilisateur.

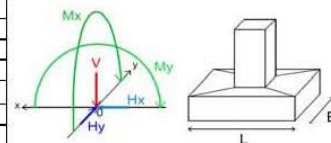


(5) Les valeurs de tassement à l'ELS Caractéristique sont données à titre indicatif. En effet selon la norme NF P94-261, elles doivent être calculées aux ELS Quasi-Permanents

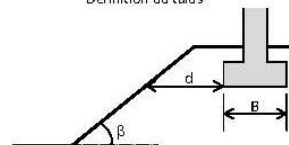
Cas de Charges

Cas de charges	1	2	3	4	5	6
Etat limite	ELScar					
Composante verticale du chargement (kN)	$V_d = 1000$					
Composante horizontale du chargement selon x (kN)	$H_{x,d} = 0$					
Composante horizontale du chargement selon y (kN)	$H_{y,d} = 0$					
Composante horizontale du chargement (kN)	$H_d = 0$					
Inclinaison de la résultante (°)	$\delta_d = 0$					
Moment autour de x (kN.m)	$M_{x,d} = 0$					
Moment autour de y (kN.m)	$M_{y,d} = 0$					
Excentricité selon x (m)	$e_x = 0.00$					
Excentricité selon y (m)	$e_y = 0.00$					

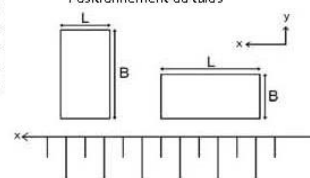
Positionnement des axes et charges



Définition du talus



Positionnement du talus



Modèle géotechnique

Cote du plan de référence : 0.00 m

Couche	Catégorie / Nature du sol	Z_{base} (m)	p_1^* (MPa)	E_M (MPa)	α (-)
1		-0.40	0.00	0.0	0.00
2	Argiles et limons	-1.40	1.00	7.5	0.50
3	Sables et graves	-6.00	0.60	5.0	0.25
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Caractéristiques du site

Conditions au niveau de l'assise de la fondation

drainées

Contrainte effective verticale initiale à la base de la fondation

$\sigma'_{v0} =$ MPa

Contrainte totale verticale finale à la base de la fondation

$q_0 =$ MPa

Proximité d'un talus

non

Poids volumique de la couche d'assise

$\gamma = 18$ kN/m³

Cohésion de la couche d'assise

$c'_{v0} = 0$ kPa

Angle de frottement de la couche d'assise

$\phi'_{v0} = 25$ °

Angle de frottement à l'interface base de la fondation - terrain

$\delta_{s,x} = 25$ °

Caractéristiques de la fondation

Largeur de la fondation

$B = 1.9$ m

Longueur de la fondation

$L = 1.9$ m

Cote de l'assise de la fondation

Zassise = -0.80 m

Résultats

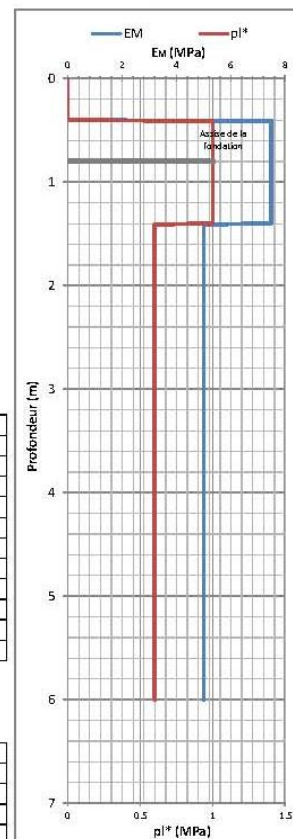
Cas de charges	1	2	3	4	5	6
Etat limite	ELScar					
Facteur de portance (-)	$k_p =$			0.8 (2)		
Coefficient lié à la présence d'un talus (-)	$i_s =$			1.00		
Coefficient lié à l'inclinaison du chargement (-)	$i_\phi = 1.00$					
Pression limite nette équivalente (MPa)	$p_{eq}^* =$			1.00		
Contrainte nette du terrain (MPa)	$q_{net} = 0.800$					
Résistance liée à q_0 (kN)	$R_0 =$			0		
Résistance nette du terrain (kN)	$R_{s,d} = 1046$					
Résistance au glissement de la fondation (kN)	$R_{s,g} =$					
Résistance frontale et/ou tangentielle (kN)	$R_{s,d} =$					
Tassements totaux (mm)	$s = 13.7$					

(5)

Vérifications de stabilité

Cas de charges	1	2	3	4	5	6
Etat limite	ELScar					
Vérification de la portance du sol	✓					
Vérification du renversement	✓					
Vérification du glissement						

(2) Paramètre imposé par l'utilisateur.



(5) Les valeurs de tassement à l'ELS Caractéristique sont données à titre indicatif. En effet selon la norme NF P94-261, elles doivent être calculées aux ELS Quasi-Permanents

XIV – Calcul d’une fondation superficielle selon l’Eurocode 7

I – Contrainte de calcul sous charge verticale centrée

I.1 – Contrainte nette du terrain sous la fondation superficielle

Selon la norme NF P 94-261, la contrainte de rupture du sol nette a pour expression :

$$q_{\text{net}} = k_p \cdot P_{le}^* \cdot i_\delta \cdot i_\beta \quad \text{ou} \quad q_{\text{net}} = k_c \cdot q_{ce} \cdot i_\delta \cdot i_\beta$$

(méthode pressiométrique) (méthode pénétrométrique)

Avec :

k_p, k_c : facteurs de portance

P_{le}^* : pression limite nette équivalente

q_{ce} : résistance de pointe équivalente

i_δ : coefficient de réduction lié à l’inclinaison du chargement

i_β : coefficient de réduction lié à la proximité d’un talus

les valeurs de i_δ et i_β sont données dans l’annexe D de la norme, elles sont égales à 1 pour une charge verticale et un terrain plat

I.2 – Contrainte caractéristique du terrain sous la fondation superficielle

La contrainte caractéristique verticale $q_{v;k}$ est déduite de q_{net} par application d’un coefficient de modèle $\gamma_{R;d,v}$ égal à 1,2.

$$q_{v;k} = \frac{q_{\text{net}}}{1,2}$$

I.3 – Contrainte de calcul

On note :

q_d : contrainte sous fondation relative aux charges de structure, poids du béton de fondation compris

q_0 : contrainte verticale effective dans le sol au niveau de la base de la fondation en faisant abstraction de celle-ci

La contrainte de calcul doit vérifier :

aux Etats Limites Ultimes $q_d - q_0 \leq \frac{q_{v;k}}{1,4} = q_{v;d}$

aux Etats Limites de Service $q_d - q_0 \leq \frac{q_{v;k}}{2,3} = q_{v;d}$

2 – Tassements par la méthode pressiométrique

Selon l'annexe H de la norme P94-261, le tassement final d'une fondation s'exprime par la relation :

$$s_f = \left(\frac{\alpha_c B \lambda_c}{E_c} + \frac{2B_o}{E_d} \left(\lambda_d \frac{B}{B_o} \right)^{\alpha_d} \right) \frac{(q' - \sigma'_{v0})}{9}$$

Où :

E_c, E_d : modules pressiométriques représentatifs de la couche compressible située sous la fondation (E_c : domaine sphérique, E_d : domaine déviatorique)

α_c, α_d : coefficients rhéologiques dans les domaines sphérique et déviatorique

λ_c, λ_d : coefficients de forme fonction du rapport L/B

où : L = Longueur de semelle
 B = Largeur de semelle

B_o : largeur de référence égale à 0,6 m

σ'_{v0} : contrainte verticale effective dans le sol au niveau de la base de la fondation avant travaux

q' : contrainte verticale moyenne, calculée à l'ELS quasi-permanent, appliquée au sol par la fondation

Les valeurs de calcul de E_c et E_d sont calculées conformément à l'annexe H de la norme P94-261.



fondasol

T E R R I T O I R E (S) D ' E X I G E N C E

AGENCE D'AVIGNON

231 route de Morières – Z.A. de Saint Montange

84270 VEDENE

☎ 04 32 70 17 57

☎ 04 90 25 08 94

✉ avignon@fondasol.fr

💻 www.fondasol.fr

www.fondasol.fr