

12.2. ANNEXE 2 – ETUDE GEOTECHNIQUE PRELIMINAIRE DU SITE, SAGE INGENIERIE

AVENIR AMENAGEMENT

IBSE

Projet de complexe immobilier Quartier LE GEAI BOURG-LES-VALENCE (26)

Etude géotechnique préliminaire de site

Gières, Novembre 2013, RP.5768

		SOCIETE ALPINE DE GEOTECHNIQUE 2, rue de la Condamine – B.P. 17 - 38610 GIERES ☎ 04.76.44.75.72 📠 04.76.44.20.18			
Rév.	Date	Commentaires	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par
00	07.11.2013	Rapport provisoire	V.FARAMOND		
01	05.12.2013	Rapport définitif	V.FARAMOND	F.BLANCHET	F.BLANCHET

SOMMAIRE

1 - INTRODUCTION	1
2 - PRESENTATION ET CONTEXTE GENERAL	2
2.1. Présentation du site	2
2.2. Contexte géologique	2
2.3. Contexte hydrologique	3
2.4. Présentation du projet	3
3 - CAMPAGNE DE RECONNAISSANCES	4
3.1. Observations de terrain	4
3.2. Sondages à la pelle mécanique.....	4
3.3. Essais d'infiltration de type Matsuo	6
3.4. Forations antérieures.....	6
3.5. Sondages au pénétromètre statique.....	6
3.6. Mesures piézométriques.....	8
4 - SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE	9
4.1. Contexte géotechnique.....	9
4.2. Contexte hydrogéologique	10
4.3. Contexte sismique.....	10
5 - IMPLICATIONS SUR LA CONCEPTION DU PROJET	11
5.1. Terrassements.....	11
5.2. Fondations et dallage.....	12
5.3. Implications relatives à la nappe aquifère.....	12
5.4. Soutènements.....	13
5.5. Assainissement – Gestion des eaux pluviales	13
6 - CONCLUSION.....	14

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Synthèse des données piézométriques préalables	3
Tableau 2 : Synthèse des sondages à la pelle (profondeur du refus / nappe, interception du niveau cimenté désigné par griffe)	5
Tableau 3 : Synthèse des résultats d'essai d'infiltration	6
Tableau 4 : Niveaux piézométriques mesurés les 26 et 27.09.2013	8
Tableau 5 : Synthèse complète des mesures piézométriques	8
Tableau 6 : Analyse statistique sommaire des mesures piézométriques	8

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 :	Plan de situation, au 1/25000 ;
FIGURE 2 :	Carte géologique, extrait de la feuille de Valence (n°818), au 1/30000 ;
FIGURE 3 :	Plan du projet (topographie actuelle + esquisse), au 1/1000 ;
FIGURE 4 :	Plan d'implantation des reconnaissances, au 1/1000.

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 :	Description des sondages à la pelle mécanique, TP1 à TP16 ;
ANNEXE 2 :	Résultats des essais d'infiltration de type Matsuo, Ei1 à Ei3 ;
ANNEXE 3 :	Description des cuttings issus des forations des piézomètres, PZ1, PZ3, PZ5 et PZ6 ;
ANNEXE 4 :	Sondages au pénétromètre statique de type super-lourd, STD1 à STD15 ;
ANNEXE 5 :	Coupes géotechniques n°1 à n°6, au 1/200 ;
ANNEXE 6 :	Classification des missions types selon l'Union Syndicale Géotechnique.

1 - INTRODUCTION

Demandeur : **AVENIR AMENAGEMENT**
19 cours Borodine
26 000 VALENCE

Maitre d'œuvre : **IBSE**
33, rue Normandie Niemen
38 130 ECHIROLLES

Objet :

Cette mission géotechnique de faisabilité a été réalisée à la demande du bureau IBSE, pour le compte du promoteur AVENIR AMENAGEMENT, dans le cadre du projet de construction d'un complexe immobilier au quartier Le Geai sur la commune de BOURG-LES-VALENCE (26).

Il s'agit d'une mission de type **G11** selon la classification de l'Union Syndicale Géotechnique (cf. Annexe 6).

Documents consultés :

- Carte IGN n° 3036, au 1/25 000 ;
- Carte géologique du BRGM, feuille de Valence (n°818), au 1/50 000 ;
- Plan topographique de la zone d'étude, réalisé par ALPHAGEO Géomètres-Experts en février 2013 (réf. : 63007), au 1/500 ;
- Rapport d'aide à la dépollution du site en vue d'un usage résidentiel, édité par GéoPlusEnvironnement en Novembre 2012 (réf. : n°12061403) ;
- Compte-rendu des sondages à la pelle réalisés par GéoPlusEnvironnement en mai 2004 (profondeur maximale : -1,0 à -1,5 m/TN) ;
- Compte-rendu par Norisko Environnement des sondages à la pelle réalisés en juin 2005 et en novembre 2006 (profondeur maximale : -1,0 à -2,0 m/TN), et des forations avec pose de piézomètre réalisées en juillet 2005 et en février 2006 (profondeur : -4,0 m/TN à -7,0 m/TN pour PZ1).

Abréviation utilisée :

TN, Terrain Naturel

2 - PRESENTATION ET CONTEXTE GENERAL

2.1. Présentation du site

Le projet se situe à BOURG-LES-VALENCE (26), dans le quartier Le Geai, et culmine à une altitude de 120 à 130 m (cf. Figure 1).

La parcelle (section AK, parcelles 6, 13 à 18 et 62 à 64) consiste en un ancien carreau de carrière sur lequel s'est ensuite installée une fabrique de moellons. Elle est aujourd'hui majoritairement occupée par la végétation, des dépôts de remblai et des bâtiments désaffectés (terrain vague).

Le site présente une topographie globalement horizontale et est délimité sur quasiment tout son pourtour, au Nord-Ouest, au Nord-Est et au Sud-Est par un talus périphérique et continu. Ce talus est caractérisé par des hauteurs de l'ordre de 6 à 10 m et des pentes avoisinant 30 à 34°, voire atteignant 40° notamment dans le coin Nord et la partie Est du site. La superficie de la parcelle s'élève à environ 5,5 hectares.

2.2. Contexte géologique

Au regard de la carte géologique (cf. Figure 2), le site prend place dans la plaine alluviale du Rhône, plus précisément sur la terrasse alluviale dite de l'Armailler (notée Fy_a) datée de la dernière glaciation appelée Würm.

Ses alluvions (notées sgr) sont des cailloutis et galets arrondis (assez homométriques et de taille moyenne) dans une matrice sableuse abondante pouvant former des lentilles exclusivement sableuses, étendues mais de faible épaisseur. La présence de poulingue bien que locale peut s'avérer importante.

L'épaisseur de cette terrasse est sans doute considérable, au moins de l'ordre de 20 à 30 m.

L'ancienne carrière exploitait ces matériaux alluvionnaires.

Ce sont d'ailleurs ces matériaux qui ont été reconnus lors des sondages antérieurs (de profondeur de l'ordre de 1,0 à 2,0 m au maximum) réalisés par GéoPlusEnvironnement et Norisko : leurs études décrivent sur la quasi-totalité de la zone des galets et cailloutis sableux et des graves sableuses.

Il est à noter qu'une partie considérable des sondages présente des refus prématurés vers -0,5 à -1,2 m/TN sur une couche indurée appelée Griffes.

Le site se trouve directement au pied d'une terrasse alluviale moyenne, dite de Saint-Marcelles-Valence et datée du Riss (notée Fx_b) et surplombe une terrasse alluviale basse, dite de Marcerolle et datée aussi du Würm (notée Fy_c).

2.3. Contexte hydrologique

Aucun talweg ni écoulement d'eau pérenne n'est à signaler sur la parcelle et à proximité immédiate.

Il existe toutefois un point bas situé approximativement au centre de la parcelle (puits central), lequel est rempli d'eau et forme un marais d'emprise très réduite.

Le remplissage alluvionnaire de la vallée sur lequel se situe la zone d'étude constitue l'aquifère d'une nappe libre alimentant et accompagnant le Rhône. Au droit du site, l'écoulement s'oriente globalement du Nord-Est vers le Sud-Ouest (cf. rapport GéoPlusEnvironnement).

Le tableau suivant synthétise les données piézométriques issues du rapport GéoPlusEnvironnement. L'implantation des piézomètres est présentée en Figure 3.

Tableau 1 : Synthèse des données piézométriques préalables

Piézomètres (classés de l'amont vers l'aval hydraulique)	Côte NGF du TN (m)	Côte NGF de la nappe (m) Côte m/TN			
		Septembre 2005	Novembre 2006	Février 2007	Septembre 2012
PZ3	121,85	121,02 -0,83 m/TN	120,68 -1,17 m/TN	120,66 -1,19 m/TN	
LPZ1	131,36		120,41 -10,95 m/TN		120,22 -11,14 m/TN
PZ5	~121,50			120,18 -1,32 m/TN	
PZ6	~121,35			119,83 -1,52 m/TN	
Puits Est	~121,10		119,90 -1,20 m/TN		119,78 -1,32 m/TN
PZ1	114,69	109,48 -5,21 m/TN	108,87 -5,82 m/TN	108,95 -5,74 m/TN	108,64 -6,05 m/TN

2.4. Présentation du projet

L'esquisse du projet consiste en un complexe immobilier (cf. Figure 3), comprenant :

- du côté Ouest, 3 immeubles de logements collectifs (env. 90 logements) ;
- sur la moitié Nord-Est, 37 villas groupées ;
- sur la moitié Sud-Ouest, 23 maisons individuelles ;
- des voiries et des pistes cyclables ;
- des bassins d'infiltration des eaux pluviales.

En première approche, le projet est prévu à la côte du terrain actuel.

3 - CAMPAGNE DE RECONNAISSANCES

L'implantation des reconnaissances est présentée en Figure 4.

3.1. Observations de terrain

Les reconnaissances de terrain ont été effectuées les 26 et 27 septembre 2013.

Aucune venue d'eau ou autre indice d'écoulement n'a été observé en surface, pas même dans le talus périphérique du site.

En surface, il a été constaté de nombreux monticules de remblais de 3 m de hauteur maximale, déposés de façon relativement désorganisée et éparse (cf. Figure 4).

A l'extrémité Sud du site, au niveau de l'accès, se trouve le point bas du site, en forme de cuvette à la côté approximative de 115 m NGF, délimitée par un talus de l'ordre de 3 m de haut et par l'habitation existante. Un surcreusement de l'ordre de 2,5 m de profondeur est excentré au Nord de cette cuvette.

Le talus périphérique est globalement végétalisé voire arboré en particulier du côté Sud-Est. Dans ce talus, des affleurements réguliers de sables relativement fins et graveleux, assez compacts, de couleur marron clair et renfermant des cailloux et petits galets ont été identifiés. Ces matériaux apparaissent ponctuellement très consolidés. Toutefois, ils sont ponctuellement sujets à l'érosion superficielle voire à d'éventuels glissements très superficiels, en particulier dans le coin Nord du site, à proximité de l'arrêt de bus.

La partie Est du talus présente des affleurements de conglomérat à galets (poudingue), de couleur beige clair et régulièrement sous forme de surplombs sous l'effet de l'érosion du talus, compte tenu de l'hétérogénéité de la cimentation des terrains.

3.2. Sondages à la pelle mécanique

Les sondages à la pelle mécanique ont été réalisés les 26 et 27 septembre 2013. Leur description est présentée en Annexe 1.

En première approche, l'examen des sondages à la pelle antérieures réalisés à l'occasion des études de pollution menées par GéoPlusEnvironnement et Norisko Environnement (investigations ne dépassant pas -1,5 m/TN voire très ponctuellement -2,0 m/TN) met en évidence en grande majorité, des graves dans une matrice sableuse voire des galets et cailloutis sableux. Localement, des remblais superficiels constitués par des graves et des débris de moellons provenant du passé industriel du site ont été reconnus.

Les sondages TP1 à TP16 mettent en évidence des matériaux de nature relativement homogène sur toute la zone d'étude.

Il s'agit de sables grossiers et de graves en proportion variable renfermant ponctuellement des cailloux et des galets en proportion très variable (0 à 90 %, $\varnothing_{\text{moy}} \leq 10$ cm, $\varnothing_{\text{max}} = 15-30$ cm).

Fréquemment, les sondages ont subi des refus prématurés sur un horizon cimenté entre -0,8 et -1,8 m/TN, essentiellement sur la moitié Sud-Est du site mais aussi en bordure Nord-Ouest (cf. TP4 et TP13). Cet horizon constitué de galets de taille variable dans un ciment très robuste, de couleur grise a été reconnu sur des épaisseurs de l'ordre de 10 à 30 cm lorsque la pelle mécanique parvint à le traverser (cf. TP10 et TP11). De manière générale, son épaisseur est vraisemblablement pluridécimétrique.

Localement, ces terrains présentent des couches lessivées, crues, constituées essentiellement d'éléments grossiers (cailloux, galets) sans matrice. La profondeur de ces couches correspond régulièrement à la profondeur du toit de la nappe. Compte tenu des perméabilités élevées caractérisant les matériaux décrits ci-dessus lesquels forment l'aquifère (au moins en subsurface), les vitesses de circulations d'eau souterraines sont d'autant élevées et donc vraisemblablement à l'origine du lessivage de ces couches.

**Tableau 2 : Synthèse des sondages à la pelle
(profondeur du refus / nappe, interception du niveau cimenté désigné par griffe)**

Sondages	Profondeur du sondage (m/TN)	Refus sur griffe (couche cimentée)	Prof. du toit de la nappe (m/TN)
TP1	-2,2		-1,3
TP2	-1,8		-0,9
TP3	-1,1	X	-0,9
TP4	-1,8	X probable	-1,2
TP5	-1,9		-1,2
TP6	-1,2	X	-1,0
TP7	-0,8	X	
TP8	-0,9	X	
TP9	-3,2		
TP10	-2,4	griffe (ép = 10cm) à -1,4 m/TN	-1,0
TP11	-1,3 / -1,9	partiel : -1,3 m/TN	
TP12	-3,3		-2,0
TP13	-1,4	X	
TP14	-4,7		
TP15	-3,8		
TP16	-3,8		

Des remblais ponctuels et peu épais ont été reconnus ponctuellement, lesquels sont de nature assimilable à celle du terrain naturel (graves et sables grossiers).

Il est à noter en particulier que les sondages TP15 et TP16, réalisés sur la pseudo-plateforme au sommet du talus Nord-Est, mettent en évidence des remblais de sables, graves et galets renfermant de nombreux déchets jusqu'à plus de 4,0 m de profondeur. D'après les dires du voisin, ce remblai a été réalisé pour rattraper la topographie initiale. Il s'étendrait verticalement jusqu'à la côte du carreau de la carrière, soit jusqu'au pied de talus, et horizontalement au-delà de la limite parcellaire Nord-Est.

3.3. Essais d'infiltration de type Matsuo

Les dépouillements des essais d'infiltration de type Matsuo, réalisés dans les sondages à la pelle, sont présentés en Annexe 2.

Les résultats sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3 : Synthèse des résultats d'essai d'infiltration

n° de l'essai	Sondage / Profondeur	Perméabilité mesurée K
Ei1	TP9 / -1,0 m/TN	$1,3 \cdot 10^{-4}$ m/s
Ei2	TP12 / -1,0 m/TN	$\geq 5,1 \cdot 10^{-4}$ m/s
Ei3	TP14 / -1,0 m/TN	$\geq 1,3 \cdot 10^{-3}$ m/s

3.4. Forations antérieures

Les forations PZ1, PZ3, PZ5 et PZ6 réalisées en juillet 2005 et en février 2006, dans le cadre de l'étude menée par Norisko Environnement apportent des reconnaissances complémentaires et plus profondes par rapport aux sondages à la pelle.

Les fiches des piézomètres sont présentées en Annexe 3.

Les cuttings des forations mettent en évidence des sables et des graves, dont la fraction est localement prépondérante, jusqu'à -4,0/-4,5 m/TN voire jusqu'à -7,0 m/TN (cf. PZ1).

3.5. Sondages au pénétromètre statique

Les sondages au pénétromètre statique de type super-lourd (220 kN) au nombre de 15 ont été réalisés par l'entreprise KAENA les 10, 11, 16 et 17 octobre 2013.

Les pénétrogrammes sont présentés en Annexe 4.

Des sondages implantés dans le coin Ouest et à l'extrémité Sud du site, jusqu'à 10,3 à 10,8 m de profondeur (soient STD1, STD9, STD10 et STD11) présentent des pénétrogrammes semblables et mettent en évidence :

- des résistances statiques de pointe très élevées ($40 \leq q_c \leq 60$ MPa) généralement jusqu'au refus ;
- excepté ponctuellement sur un intervalle superficiel :
 - o de 0,0 à -0,7 m/TN (STD11), présentant des résistances statiques de pointe moyennes à élevées ($7 \leq q_c \leq 20$ MPa) ;
 - o de 0,0 à -1,6 m/TN (STD9), présentant des résistances statiques de pointe élevées ($20 \leq q_c \leq 30$ MPa).

Des sondages implantés essentiellement dans la moitié Sud-Est du site, jusqu'à 6,6 à 6,8 m de profondeur (soient STD2, STD4, STD6 et STD7) présentent des pénétrogrammes semblables et mettent en évidence :

- de 0,0 à -3,3 / -3,8 m/TN voire -4,8 m/TN (STD2), des résistances statiques de pointe très élevées ($30 \leq q_c \leq 60$ MPa) ;
- de -3,3 / -4,8 m/TN à -6,6 / -6,8 m/TN, des résistances statiques moyennes à élevées ($8 \leq q_c \leq 15$ MPa) présentant quelques intervalles d'épaisseur minime ($\leq 10-20$ cm) de résistances statiques moyennes ($q_c = 5-7$ MPa).

Les sondages STD14 et STD15, implantés dans la partie Nord et menés jusqu'à 10,6 à 10,8 m de profondeur, mettent en évidence des profils de résistances statiques analogues :

- de 0,0 à -3,1 / -3,5 m/TN, des résistances statiques élevées ($20 \leq q_c \leq 30$ MPa, passage ponctuel à $q_c = 10$ MPa) ;
- de -3,1 / -3,5 à -10,6 / -10,8 m/TN, des résistances statiques élevées ($10 \leq q_c \leq 20$ MPa) présentant quelques intervalles d'épaisseur minime ($\leq 10-20$ cm) de résistances statiques moyennes ($q_c = 7-8$ MPa).

Les autres sondages (STD3, STD5, STD8, STD12 et STD13) révèlent des pénétrogrammes plus hétérogènes. Ils mettent en évidence :

- quelquefois (STD3, STD5, STD13), de 0,0 à -0,6 / -1,2 m/TN, un intervalle superficiel de résistances statiques de pointe élevées ($q_c \geq 10$ MPa) ;
- de 0,0 / -1,2 à -0,7 / -2,0 m/TN, un intervalle de 0,7 à 1,0 m d'épaisseur caractérisé par des résistances statiques de pointe moyennes voire faibles ($q_c \leq 10$ MPa) :
 - o STD8 : $2 \leq q_c \leq 7$ MPa (de 0,0 à -0,7 m/TN) ;
 - o STD12 : $0,4 \leq q_c \leq 3$ MPa (de 0,0 à -1,0 m/TN) ;
 - o STD5 : $1,5 \leq q_c \leq 10$ MPa (de -0,6 à -1,5 m/TN) ;
 - o STD13 : $6 \leq q_c \leq 9$ MPa (de -0,8 à -1,5 m/TN) ;
 - o STD3 : $4 \leq q_c \leq 8$ MPa (de -1,2 à -2,0 m/TN).
- au-delà de -0,7 / -2,0 m/TN, des résistances statiques élevées à ponctuellement très élevées ($q_c \geq 10$ MPa) présentant quelquefois des passages de faible épaisseur (< 50 cm) caractérisés par des résistances moyennes ($q_{c_{min}} = 4$ à 8 MPa) :
 - o STD12, jusqu'au refus à -1,54 m/TN potentiellement sur la griffe ;
 - o STD8, jusqu'au refus à -10,30 m/TN ;
 - o STD3 et STD5, jusqu'à l'arrêt volontaire des sondages à -5,66 / -6,67 m/TN ;
 - o STD13, jusqu'à l'arrêt volontaire du sondage à -10,56 m/TN.

3.6. Mesures piézométriques

Des relevés piézométriques ont été effectués les 26 et 27 septembre 2013, en complément des mesures recueillies dans les rapports antérieurs.

Tableau 4 : Niveaux piézométriques mesurés les 26 et 27.09.2013

Piézomètres	Observations (NS : niveau statique de la nappe)
PZ3	NS = -0,7 m/TN
LPZ1	NS = -10,4 m/TN (profondeur du forage : 14,0 m)
Puits Est	NS = -0,9 m/TN
PZ1	Piézomètre bouché à -6,0 m/TN / Présence d'eau au fond NS = -5,9 m/TN (mais possiblement faussé par colmatage du piézomètre)

L'ensemble des relevés est rapporté dans le tableau suivant. La direction de l'écoulement de la nappe a été étudiée dans le rapport

Tableau 5 : Synthèse complète des mesures piézométriques

Piézomètres (classés de l'amont vers l'aval hydraulique)	Côte NGF du TN (m)	Côte NGF de la nappe (m) Côte m/TN				
		Septembre 2005	Novembre 2006	Février 2007	Septembre 2012	Septembre 2013
PZ3	121,85	121,02 -0,83 m/TN	120,68 -1,17 m/TN	120,66 -1,19 m/TN		121,15 -0,75 m/TN
LPZ1	131,36		120,41 -10,95 m/TN		120,22 -11,14 m/TN	121,96 -9,40 m/TN
PZ5	~121,50			120,18 -1,32 m/TN		
PZ6	~121,35			119,83 -1,52 m/TN		
Puits Est	120,70		119,90 -0,80 m/TN		119,78 -0,92 m/TN	119,80 -0,90 m/TN
PZ1	114,69	109,48 -5,21 m/TN	108,87 -5,82 m/TN	108,95 -5,74 m/TN	108,64 -6,04 m/TN	(108,8) (-5,89 m/TN)

Tableau 6 : Analyse statistique sommaire des mesures piézométriques

Piézomètres (classés de l'amont vers l'aval hydraulique)	Côte NGF de la nappe (m) Côte m/TN	
	Moyenne des mesures	PHE mesurées (Plus hautes eaux mesurées)
PZ3	120,88 -0,99 m/TN	121,15 -0,75 m/TN
LPZ1	120,86 -10,50 m/TN	121,96 -9,40 m/TN
PZ5	120,18 -1,32 m/TN	
PZ6	119,83 -1,52 m/TN	
Puits Est	119,83 -0,87 m/TN	119,90 -0,80 m/TN
PZ1	108,95 -5,74 m/TN	109,48 -5,21 m/TN

4 - SYNTHÈSE GÉOTECHNIQUE

Les coupes géotechniques sont présentées en Annexe 5.

4.1. Contexte géotechnique

Le contexte géotechnique est constitué :

- principalement d'alluvions de nature sableuse et graveleuse en proportion variable renfermant des galets également en proportion très variable (0 à 90%), de taille moyenne ($\varnothing_{\text{moy}} = 10$, $\varnothing_{\text{max}} = 30$ cm) et assez homogène.

Ces matériaux sont ponctuellement cimentés en une couche désignée sous le nom de « griffe » qui a régulièrement provoqué le refus des sondages à la pelle voire potentiellement du sondage au pénétromètre STD12. Elle présente une épaisseur décimétrique à pluridécimétrique et a été reconnue entre -0,8 et -1,8 m/TN principalement dans la moitié Sud-Est de la zone d'étude.

Ponctuellement, ces matériaux apparaissent lessivés sur des épaisseurs décimétriques, en particulier aux profondeurs de fluctuations de la nappe aquifère.

Globalement, ces terrains sont caractérisés par des résistances statiques de pointe élevées ($q_d \geq 10$ MPa). Néanmoins, très localement, un intervalle très peu profond et d'épaisseur submétrique présente des résistances moyennes voire faibles ($q_{C_{\text{min}}} = 1-2$ MPa).

Des alluvions similaires affleurent ponctuellement dans le talus périphérique du côté Nord-Ouest et Sud-Est et apparaissent localement assez consolidées. En outre, ce talus montre un affleurement de poudingue dans la partie Est du site témoignant d'une consolidation/cimentation éparse de ces alluvions.

Toutefois, lorsqu'il est faiblement végétalisé, le talus présente des signes d'érosion, voire de glissement superficiel, en particulier dans le coin Nord.

Rappelons que ce talus est caractérisé par des hauteurs atteignant 6 à 10 m et des pentes de 30 à 40°, en particulier :

- o dans le coin Nord, talus de 9 m de haut incliné à environ 37° (instabilité superficielle observée) ;
- o du côté Est caractérisé par les affleurements de poudingue (en surplombs), talus de 9 à 10 m de haut incliné à environ 40°.

Lors de cette campagne de reconnaissances, ces alluvions ont été reconnues jusqu'à 4 à 5 m de profondeur grâce à quelques sondages à la pelle (TP14, 15 et 16). Ils ont été antérieurement reconnus par l'intermédiaire de cuttings jusqu'à -7 m/TN (cf. PZ1). Conformément aux informations fournies par la carte géologique (cf. Figure 2) et sa notice, ces matériaux sableux et graveleux constituent vraisemblablement un remplissage alluvionnaire très épais mais, toutefois, la présence d'alluvions plus fines telles que des argiles n'est pas à exclure plus en profondeur.

- des remblais épars ont été reconnus superficiellement ou en dépôts sous forme de monticules. Ils sont en majorité de nature similaire au terrain naturel observé ou bien consiste localement en des graves concassées crues (cf. TP11).
Le talus Nord-Est est lui constitué de remblais de sables, graves et galets renfermant de nombreux déchets inertes (blocs de béton, ferraille, brique, etc.). Ce remblai forme la plateforme dominant le reste du site au Nord-Est.

4.2. Contexte hydrogéologique

En matière d'hydrologie, il est à noter :

- aucun écoulement ni venue d'eau en surface ;
- que des écoulements superficiels épisodiques peuvent se produire lors de précipitations météoriques, lesquels peuvent engendrer l'érosion du talus périphérique ;
- la présence d'une nappe aquifère peu profonde, principalement sur la moitié Nord-Est du site où son toit a été reconnu entre -0,9 et -1,5 m/TN. Du côté Sud-Ouest, cette nappe plonge considérablement puisqu'elle n'est pas reconnue jusqu'à -4,7 m/TN (cf. TP14) et son toit est positionné à environ -5,7 m/TN au niveau du point bas, soit à la cote 109 m NGF en comparaison à la cote moyenne du reste du site de l'ordre de 120 m NGF. Cette irrégularité peut être causée par un approfondissement franc du côté Sud des alluvions imperméables formant le fond de l'aquifère. Cette nappe s'écoule du Nord-Est vers le Sud-Ouest, dans la direction logique du Rhône ;
- les matériaux reconnus et constitutifs de l'aquifère sont caractérisés par des perméabilités assez élevées ($10^{-4} \leq K \leq 10^{-3}$ m/s).

4.3. Contexte sismique

Le projet est situé en zone de sismicité 3 (*modéré*) selon le décret n° 1254 du 22 octobre 2010.

L'accélération maximale de référence est : $a_{gr} = 1,1$ m/s².

En première approche, les terrains en place correspondent à un sol de classe C au sens de l'Eurocode 8 (*EC8 - partie 1 – EN 1998-1 – septembre 2005*). La détermination précise de la classe de sol au sens de l'Eurocode 8 passe par la mesure des vitesses sismiques en ondes S sur les 30 premiers mètres de sol. Cette mesure s'effectue par le biais d'une méthode géophysique spécifique qui pourra faire l'objet d'une prochaine étude.

En considérant les ouvrages de classe B (à confirmer par le Maître d'Ouvrage), les accélérations sismiques à prendre en compte sont les suivantes :

- pour les bâtiments :

$k_h = 0,245$	tel que	$a_h = 0,245 \times g$, accélération horizontale ;
$k_v = 0,122$	tel que	$a_v = 0,122 \times g$, accélération verticale.
- pour la stabilité des pentes :

$k_h = 0,122$	tel que	$a_h = 0,122 \times g$, accélération horizontale ;
$k_v = 0,061$	tel que	$a_v = 0,061 \times g$, accélération verticale.

5 - IMPLICATIONS SUR LA CONCEPTION DU PROJET

5.1. Terrassements

En première approche, l'utilisation de pelles mécaniques classiques de puissance moyenne sera appropriée. Néanmoins, l'utilisation ponctuelle d'un brise roche hydraulique (BRH) pourra s'avérer nécessaire pour traverser la griffe cimentée.

Les pentes des talus seront limitées à :

- 40° pour les talus provisoires ;
- 3H/2V pour les talus définitifs.

Après dévégétalisation du talus périphérique, compte tenu des pentes localement élevées, celui-ci sera très vraisemblablement sensible à l'érosion.

Les talus provisoires seront protégés par des nappes étanches de type polyane ancrées en tête par un cordon en terre. Cette préconisation est nécessaire principalement :

- dans le coin Nord (talus pentu de 9 m de hauteur présentant des indices d'érosion et de glissement superficiel) ;
- du côté Est, compte tenu des pentes élevées (de l'ordre de 40°) des talus de grande hauteur (de l'ordre de 8,5 à 10 m) et de la proximité du mur adjacent en tête.

Il est recommandé de favoriser l'engazonnement rapide des talus définitifs, lesquels pourront être recouverts de toile de coco afin de contenir l'érosion.

Le reprofilage du talus Nord prendra soin de débarrasser tout élément (déchets, blocs de béton, etc.) potentiellement instable et susceptible d'engendrer un risque.

Les remblais seront mis en œuvre selon les précautions d'usage GTR, à savoir en première approche :

- décapage de la terre végétale et des remblais actuellement en dépôt ;
- assise des remblais terrassée en redans ;
- mise en œuvre par couche élémentaire d'épaisseur adéquate par rapport au moyen de compactage et à la classe GTR du matériau ;
- pente maximale du talus de remblai à 3H/2V.

5.2. Fondations et dallage

Les habitations seront fondées dans les alluvions sableuses et graveleuses à galets.

Les fondations pourront être de type semelles filantes et isolées rigidifiées.

L'assise des fondations devra respecter une profondeur minimale hors-gel par rapport au terrain fini :

$$H_{\min} = 55 \text{ cm / terrain fini}$$

Dans les terrains de couverture compacts, il sera adopté une contrainte de sols admissible telle que :

$$\sigma_{a_{ELS}} \leq 0,4 \text{ MPa}$$

Ponctuellement, les anciens remblais peu compacts pouvant contenir des déchets (pneus, etc., cf. TP4) tels qu'ils ont été reconnus jusqu'à -0,7 à -2,0 m/TN (cf. STD3, STD5, STD8, STD12, STD13) seront décapés et substitués par un gros béton coulé pleine fouille ou bien par une substitution graveleuse soigneusement compactée (objectif de compactage : $EV2 > 80 \text{ MPa}$).

Les structures enterrées seront étanchées et drainées jusqu'à la côté d'assise des fondations (géomembranes drainantes, drain de pied).

Si les structures sont ancrées dans l'aquifère, des dispositions de cuvelage seront à mettre en œuvre.

Les dallages reposeront sur un tapis drainant de type 10/30 ou équivalent et d'une épaisseur de l'ordre de 0,30 à 0,40 m qui vérifiera les objectifs de compactage suivants :

$$EV2 \geq 40 \text{ MPa} ; EV2 / EV1 \leq 2$$

5.3. Implications relatives à la nappe aquifère

En phase chantier, les arases de terrassement seront suffisamment drainées pour évacuer les eaux de nappe si celles-ci l'interceptent, ainsi que les eaux météoriques.

A la conception des habitations, il sera préférable de limiter au maximum l'encastrement des structures dans l'aquifère afin de restreindre à la fois les obstacles à l'écoulement de la nappe et les dispositions de drainage et d'imperméabilisation des constructions.

5.4. Soutènements

Les éventuelles réductions d'emprise de talus existant, en particulier des talus Nord-Ouest et Sud-Est, lesquels sont concernés par la proximité des limites parcellaires et de rues en tête, devront faire l'objet d'études de stabilité et de dimensionnement d'ouvrages de soutènement éventuels.

Notamment, du côté Est, l'élargissement de la plateforme en vue d'aménager des espaces verts nécessitera la mise en œuvre d'un mur de soutènement de type poids. Il pourra être prédimensionné en mission G12.

En ce qui concerne les immeubles, leur éventuel encastrement dans le terrain fini (niveaux enterrés potentiels), notamment du côté de la Route de Talavard au Nord-Ouest, impliquerait que leur structure soit dimensionnée pour résister à la poussée des terres.

5.5. Assainissement – Gestion des eaux pluviales

Les eaux usées seront conduites vers le réseau communal d'assainissement.

Compte tenu de la faible profondeur de la nappe sur une grande partie du site, l'implantation des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales (bassin ou noues d'infiltration) sera restreinte à la zone Sud-Ouest du projet, où la nappe tend à s'approfondir significativement.

Les perméabilités des alluvions mesurées dans cette zone sont de l'ordre de 10^{-4} à 10^{-3} m/s.

6 - CONCLUSION

Au regard de l'analyse des études environnementales antérieures et des reconnaissances menées dans le cadre de cette mission, il n'a pas été relevé d'élément géotechnique susceptible de remettre en cause la faisabilité du projet, sous réserve que les préconisations énoncées dans le présent rapport soient respectées.

Il devra être réalisé une mission G12 permettant :

- de préciser le contexte géotechnique
 - o par échantillonnage des zones sujettes à produire des matériaux et essais en laboratoire pour étudier leur capacité de réemploi ;
 - o par tomographie électrique afin d'investiguer plus profondément (lentilles argileuses ou limoneuses potentielles) et notamment nous renseigner plus précisément sur le contexte sismique et préciser l'influence de la nappe ;
 - o par des sondages de reconnaissance complémentaires (sondages pressiométriques) en fonction de la conception finale des constructions (descentes de charges, présence de poteaux très chargés, etc.) ;

afin d'affiner les préconisations techniques.

- d'établir plus précisément le système de fondation adéquat pour chaque type de bâtiment ;
- d'étudier plus précisément la stabilité des talus sur la base des modifications projetées ;
- d'établir le prédimensionnement des ouvrages de soutènement éventuels.

La Société SAGE se tient à votre disposition pour tout renseignement complémentaire ou assistance technique relative à cette étude.