



ANNEXE 9

ETUDE DES CONTRAINTES HYDRAULIQUES

LIDL



CONSTRUCTION D'UN LIDL SUR LA COMMUNE DE GARDANNE

Étude des contraintes hydrauliques



Octobre 2021

LE PROJET

Client	LIDL
Projet	Construction d'un LIDL sur la commune de Gardanne
Intitulé du rapport	Étude des contraintes hydrauliques

LES AUTEURS

	<p>Cereg Ingénierie - 589 rue Favre de Saint Castor – 34080 MONTPELLIER Tel : 04.67.41.69.80 - Fax : 04.67.41.69.81 - montpellier@cereg.com www.cereg.com</p>
---	--

Réf. Cereg – 2021-CI-000437

Id	Date	Établi par	Vérfié par	Description des modifications / Évolutions
V1	11/10/2021	Cédric LAMIRAUX	Audrey NOAILLY	Version initiale
V2	03/11/2021	Cédric LAMIRAUX	Audrey NOAILLY	Prise en compte des modifications du plan



TABLE DES MATIERES

A. ANALYSE DES CONTRAINTES HYDRAULIQUES.....	5
A.I. INONDABILITÉ DE LA PARCELLE PROJET	6
A.II. PLAN LOCAL D'URBANISME	6
A.III. EAUX SOUTERRAINES ET PERMÉABILITÉ	7
A.III.1. Sensibilité du secteur vis-à-vis des remontées de nappes.....	7
A.III.2. Profondeur de la nappe	8
A.IV. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DE LA PARCELLE PROJET	8
A.IV.1. Caractéristiques de la zone étudiée	8
A.IV.2. Calculs des débits de pointe.....	9
A.IV.2.1. <i>Méthodologie</i>	9
A.IV.2.2. <i>Détermination des coefficients de ruissellement</i>	9
A.IV.2.3. <i>Résultats de calcul</i>	11
B. CONTEXTE REGLEMENTAIRE	12
B.I. LES VOLUMES DE RÉTENTION.....	13
B.I.1. Règlementation opposable	13
B.I.2. Règles de dimensionnement retenues (SAGE de l'Arc)	13
B.II. LA GESTION DES POLLUTIONS	13
C. PREDIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE DE RETENTION.....	14
C.I. DONNEES RELATIVES A LA PERMEABILITE DES SOLS	15
C.II. PRÉDIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE	15
D. ANNEXE.....	17

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques du bassin versant projet	9
Tableau 2 : Table des coefficients de Montana utilisés	9
Tableau 3 : Coefficients de ruissellement utilisés (source : doctrine DDTM 13).....	10
Tableau 4 : Coefficients de ruissellement calculés pour différentes occurrences	10
Tableau 5 : Débits de pointe calculés pour différentes occurrences	11
Tableau 6 : Extrait de l'étude géotechnique FONDASOL - Perméabilité au point SP5	15

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1 : Emprise de l'Atlas des Zones Inondables	6
Illustration 2 : Extrait du plan de zonage du PLU de la commune de Gardanne.....	6
Illustration 3 : Carte du risque d'inondation par remontées de nappes.....	7
Illustration 4 : Dynamique des écoulements en état actuel.....	8
Illustration 5 : Emplacement des mesures de perméabilité nécessaires	16

A. ANALYSE DES CONTRAINTE HYDRAULIQUES



A.I. INONDABILITÉ DE LA PARCELLE PROJET

La parcelle projet n'est pas située dans l'emprise d'un zonage réglementaire du risque inondation par débordement de cours d'eau ou par ruissellement. Elle n'est pas non plus concernée par l'Atlas des Zones Inondables (AZI) existant sur la commune de Gardanne.

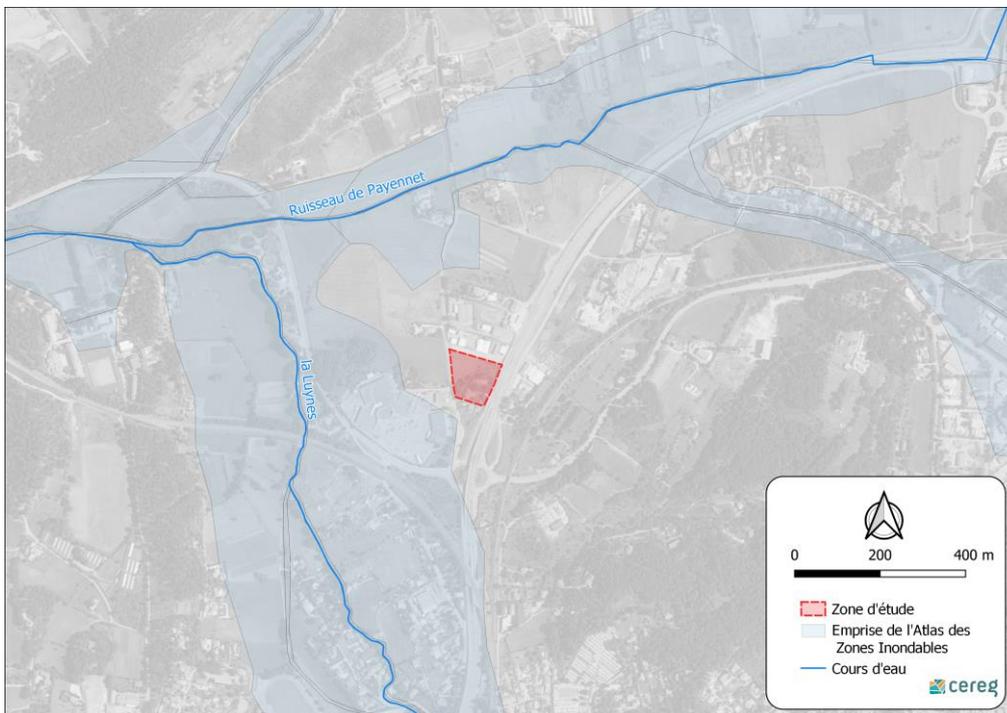


Illustration 1 : Emprise de l'Atlas des Zones Inondables

Le site d'étude est toutefois localisé dans le périmètre réglementaire du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux de l'Arc. Des prescriptions particulières s'appliquent au projet en lien avec l'imperméabilisation des sols projetée. Ces dernières sont présentées dans la partie B du document.

A.II. PLAN LOCAL D'URBANISME

Les parcelles projet sont localisées en zone **AUE1** dans le PLU de Gardanne. Les zones AUE ont pour vocation principale à devenir des zones d'activités économiques.

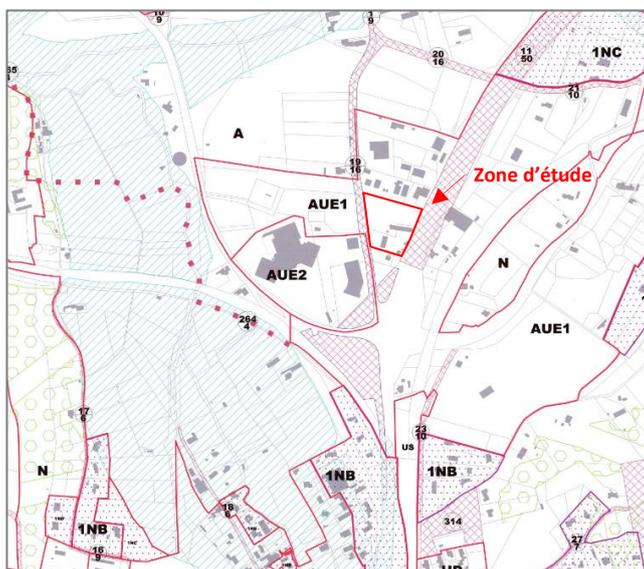


Illustration 2 : Extrait du plan de zonage du PLU de la commune de Gardanne

Le règlement, pour les zones AUE, indique :

- Tout projet d'aménagement perturbant l'écoulement des eaux de surface doit faire l'objet d'un dispositif de compensation permettant de limiter le ruissellement et d'augmenter le temps de concentration ;
- Les surfaces imperméabilisées susceptibles d'être polluées (exemple des parking) doivent être drainées vers un dispositif de traitement des polluants ;
- Les écoulements ne pouvant être stockés ou infiltrés ne doivent pas être bloqués par les aménagement prévus. Ils doivent pouvoir s'évacuer vers les exutoires naturels ou le réseau communal ;
- La modification de la topographie du terrain naturel ne doit pas conduire à l'écoulement des ruissellements sur les parcelles voisines.

A.III. EAUX SOUTERRAINES ET PERMÉABILITÉ

A.III.1. Sensibilité du secteur vis-à-vis des remontées de nappes

Le risque de remontées de nappes souterraines a été cartographié par le BRGM, la cartographie ci-dessous précise ce zonage.

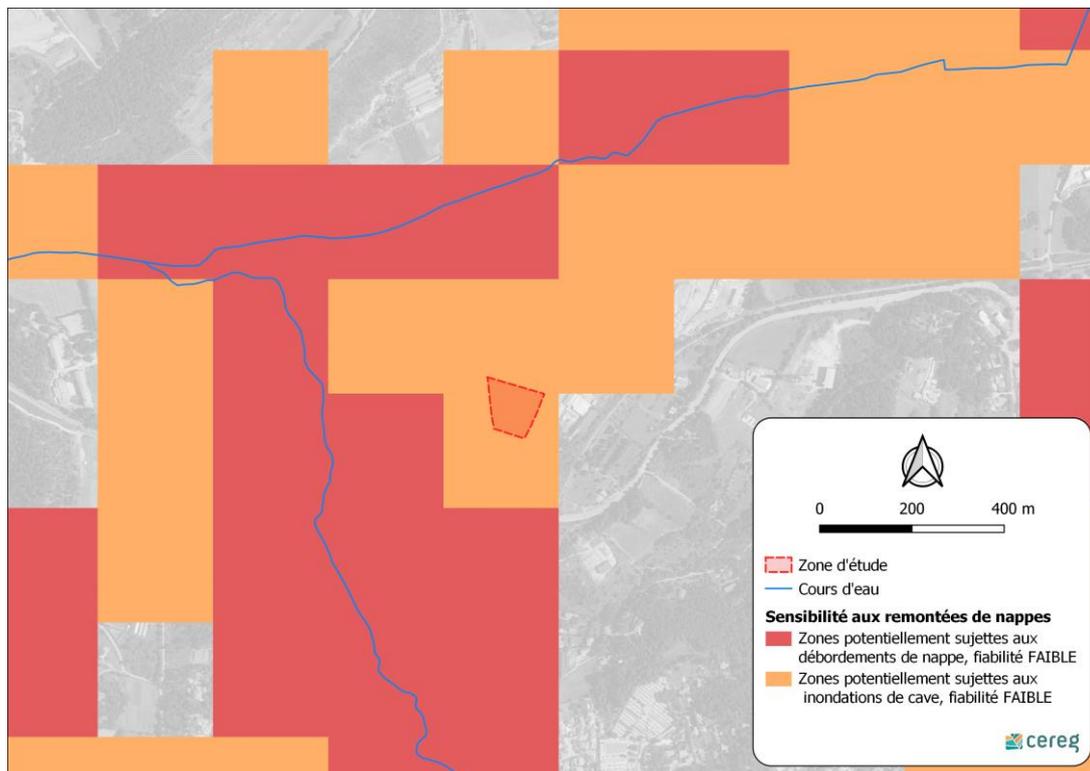


Illustration 3 : Carte du risque d'inondation par remontées de nappes.

Les parcelles du projet sont localisées dans l'emprise d'une zone potentiellement sujette aux inondations de cave. Cette donnée est toutefois livrée avec une fiabilité faible. Ces éléments ne permettent pas d'indiquer avec certitude la présence ou non d'une nappe à faible profondeur.

A.III.2. Profondeur de la nappe

Le puits existant sur la parcelle 139 est recensé dans la Base des Sous-Sols (BSS). Aucun dispositif de suivi ne permet d'apporter des éléments sur les variations de hauteur d'eau dans la nappe. Lors du forage en 1981, le toit de la nappe avait été rencontré à 3,65 m par rapport au terrain naturel.

Les investigations réalisées par l'entreprise FONDASOL lors de l'étude géotechnique en août 2021 n'a pas permis de mesurer le niveau d'eau de la nappe. Cependant, le piézomètre SP2 (cf. étude géotechnique n°PR.13GT.21.0170-001) installé en 2015 a été relevé le 26/08/2021 avec un niveau d'eau de 3,6 mètres de profondeur. Le rapport rappelle de plus que le toit de la nappe avait été rencontré à 3,1 mètres de profondeur en septembre 2015 dans un sondage voisin (SP3).

Ces différents résultats permettent d'identifier une nappe avec un toit oscillant entre 3 et 4 mètres de profondeur sur le site d'étude.

A.IV. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DE LA PARCELLE PROJET

A.IV.1. Caractéristiques de la zone étudiée

La parcelle projet n'intercepte aucun écoulement en amont puisque la route D6 fait obstacle aux écoulements en provenance de l'est. Le bassin versant à considérer est donc constitué des deux parcelles ciblées dans le projet. La surface est donc de **1,06 ha**.

En état actuel, les écoulements du bassin versant d'étude sont en partie drainés par le réseau communal situé sous la rue du petit chemin d'Aix. Le réseau est équipé d'une canalisation de diamètre 500 mm.



Illustration 4 : Dynamique des écoulements en état actuel

Le tableau ci-dessous précise les caractéristiques géométriques du bassin versant pour les états projet et actuel ainsi que les surfaces aménagées.

Bassin versant	Pente (%)	Plus long chemin hydraulique (m)	Temps de concentration (h)	Surface totale (ha)	Surface aménagée (au sens du SAGE) (ha)	Ratio des surfaces aménagées (%)
Etat actuel	2.2	125	0.1	1.06	0.22	20.8
Etat projet					0.64	60.4

Tableau 1 : Caractéristiques du bassin versant projet

A.IV.2. Calculs des débits de pointe

A.IV.2.1. Méthodologie

Méthode rationnelle

Compte tenu de la superficie du bassin versant (inférieure à 10km²), la **méthode rationnelle** a été utilisée. Les débits de pointe sont déterminés à partir de la formule rationnelle rappelée ci-dessous :

$$Q = \frac{C \times I \times A}{360}$$

Avec :

- Q : Débit de pointe en m³/s
- C : Coefficient de ruissellement,
- I : Intensité des pluies en mm/h sur le temps de concentration,
- A : Superficie du bassin versant (ha),

Choix des données pluviométriques

L'intensité de pluie nécessaire à la détermination des débits de pointe est déterminée à partir des coefficients de Montana « a » et « b » du poste pluviographique le plus adapté au secteur étudié sur une durée égale au temps de concentration du bassin versant :

$$I = a * t^{-b}$$

La station Météo France d'Aix-en-Provence est la plus proche de la zone d'étude disposant de données pluviométriques sur la période 1988 à 2016.

Les coefficients de Montana utilisés sont les suivants.

Aix-en-Provence	6'<d<2h		2h<d<6h		6h<d<24h	
	a	b	a	b	a	b
1988 - 2016						
5 ans	41.6	0.487	46.8	0.803	44.7	0.779
10 ans	50.0	0.463	57.4	0.808	55.9	0.795
20 ans	58.5	0.438	68.6	0.808	68.3	0.811
30 ans	63.6	0.424	75.3	0.808	76.1	0.819
50 ans	70.1	0.405	84.4	0.806	86.9	0.830
100 ans	79.2	0.379	97.1	0.803	102.7	0.845

Tableau 2 : Table des coefficients de Montana utilisés

A.IV.2.2. Détermination des coefficients de ruissellement

Ils sont calculés en se référant aux valeurs fournies par la doctrine de la DDTM13 pour les états actuel et projet (cf. Tableau 3). Ces coefficients ont été calculés pour différentes période de retour (jusqu'à 100 ans) grâce à la formule du Guide Technique de l'Assainissement Routier (GTAR) présentée dans ce qui suit.

L'étude géotechnique réalisée par l'entreprise FONDASOL met en évidence la présence d'un sol argileux. Ces argiles ont toutefois été identifiées comme plutôt limoneuses voire sableuses grâce aux essais réalisés en laboratoire. Les résultats de sondage ont de plus mis en évidence des premiers horizons constitués de remblais et de colluvions eux aussi à consistance limono-sableuse. **La classe « terrain limoneux » a donc été retenue pour le calcul des coefficients de ruissellement.**

Les coefficients de ruissellement utilisés sont présentés dans le Tableau 3.

Couverture végétale	Morphologie	Pente %	Terrain sable grossier	Terrain limoneux	Terrain argileux
Bois	presque plat ondulé montagneux	p < 5	0,10	0,30	0,40
		5 ≤ p < 10	0,25	0,35	0,50
		10 ≤ p < 30	0,30	0,50	0,60
Pâturage	presque plat ondulé montagneux	p < 5	0,10	0,30	0,40
		5 ≤ p < 10	0,15	0,36	0,55
		10 ≤ p < 30	0,22	0,42	0,60
Culture	presque plat ondulé montagneux	p < 5	0,30	0,50	0,60
		5 ≤ p < 10	0,40	0,60	0,70
		10 ≤ p < 30	0,52	0,72	0,82

Tableau 3 : Coefficients de ruissellement utilisés (source : doctrine DDTM 13)

Toutes les surfaces aménagées, quel que soit la nature du revêtement, se voient attribuer un coefficient de ruissellement de 1. Cette hypothèse est imposée par le règlement du SAGE présenté dans la partie B.

Méthode de calcul GTAR des coefficients de ruissellement :

La valeur des coefficients croît avec l'intensité de la précipitation. Cette variabilité des coefficients est fonction de la rétention initiale P₀, en mm, du bassin versant. Il est de plus admis que les coefficients de ruissellement 5 et 10 ans sont égaux.

Pour un CR10 ans < 0,8 :

$$P_0 = \left(1 - \frac{Cr_{10}}{0,8}\right) \times P_{j10}$$

Avec :

Cr₁₀ : coefficient de ruissellement décennal, pour Cr₁₀ < 80

P_{j10} : hauteur de la pluie journalière décennale en mm

L'estimation des coefficients de ruissellement centennaux Cr₅₀ est réalisée avec la formule du GTAR :

$$Cr_{50} = 0,8 \left(1 - \frac{P_0}{P_{j50}}\right)$$

Avec :

P_{j50} hauteur de la pluie journalière centennale en mm

Pour un CR10 ans > 0,8 :

$$CR_{T(ans)} = CR_{10ans}$$

Les coefficients de ruissellement retenus à différentes occurrences pour les états actuel et projet sont les suivants.

Bassin versant	CR 5	CR 10	CR 20	CR 30	CR 50	CR 100
Etat actuel	0.49	0.49	0.53	0.55	0.58	0.60
Etat projet	0.71	0.71	0.72	0.73	0.74	0.74

Tableau 4 : Coefficients de ruissellement calculés pour différentes occurrences

A.IV.2.3. Résultats de calcul

L'application de la méthode rationnelle permet d'obtenir pour les états projet et actuel les débits de pointe suivants. Un débit est calculé par occurrence ainsi que le pourcentage d'augmentation lié à l'aménagement.

Bassin versant	Qp 5	Qp 10	Qp 20	Qp 30	Qp 50	Qp 100
Etat actuel	0.180	0.210	0.250	0.270	0.300	0.330
Etat projet	0.270	0.300	0.340	0.360	0.380	0.410
Variation	+ 50 %	+ 43 %	+ 36 %	+ 33 %	+ 27 %	+ 24 %

Tableau 5 : Débits de pointe calculés pour différentes occurrences

La lecture de ces résultats met en évidence un impact plus important de l'imperméabilisation nouvelle pour les pluies les plus fréquentes.

B.CONTEXTE REGLEMENTAIRE



B.I. LES VOLUMES DE RÉTENTION

B.I.1. Règlements opposables

La détermination des volumes de rétention est guidée par différents documents opposables réglementairement selon l'emprise de la parcelle projet et du bassin versant qu'elle intercepte.

Dans le cas présent, la zone d'étude est **supérieure à 1 hectare**. Le dépassement de ce seuil conduit à la nécessité de réaliser, au regard de la **rubrique 2.1.5.0**, un dossier de déclaration au titre de la loi sur l'Eau. La rubrique 2.1.5.0, relative au rejet des eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou souterraines impose, au travers d'une doctrine départementale, des règles de dimensionnement des ouvrages de rétention.

Sur la commune de Gardanne, le règlement du PLU n'indique pas de règle précise quant au dimensionnement des dispositifs de rétention.

Il existe cependant, en plus de la doctrine DDTM 13, un règlement opposable aux nouveaux projet édicté par le **Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) de l'Arc**. Ce document est plus contraignant que la doctrine départementale et s'applique donc au projet.

De plus, après échange avec **les services techniques de la commune de Gardanne**, il a été confirmé de la nécessité du projet à répondre au règlement du SAGE. L'interlocuteur de la commune a de plus imposé la réalisation d'un **ouvrage de rétention se vidangeant par infiltration** en précisant que le rejet direct au réseau communal n'est pas autorisé.

B.I.2. Règles de dimensionnement retenues (SAGE de l'Arc)

Dans le règlement du SAGE, les projets soumis à DLE doivent respecter cumulativement :

- Un volume de stockage minimum de 800 m³/ha de surface nouvellement aménagée ;
- Une période de retour de référence pour le dimensionnement de 30 ans ;
- Un positionnement de l'ouvrage en dehors de l'enveloppe de la crue de période de retour 30 ans ;
- Un réseau de collecte permettant l'acheminement des eaux pluviales vers l'aménagement en toutes circonstances.
- Un temps de vidange inférieur à 48h ;
- Toutes les surfaces aménagées, quel que soit le revêtement, sont considérées comme totalement imperméables. Leur coefficient de ruissellement est pris égal à 1. Seuls les espaces verts sont considérés comme perméables.

B.II. LA GESTION DES POLLUTIONS

Le SAGE de l'Arc ne préconise pas, pour les bassins infiltrants, la mise en place d'un dispositif de traitement des matières polluantes lessivées par les eaux de pluie.

Le PLU impose toutefois que les surfaces imperméabilisées susceptibles d'être polluées (exemple des parking) soient drainées vers un dispositif de traitement des polluants. Il devra permettre de cibler les premiers ruissellements chargés en polluants. La doctrine départementale recommande le suivi de la méthodologie du guide technique « Pollution d'origine routière » pour le dimensionnement de ce type d'ouvrage.

C. PREDIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE DE RETENTION



Les règles de dimensionnement du SAGE de l'Arc imposent, pour l'aménagement projeté, la mise en place d'un volume de rétention **d'au moins 510 m³ (800*0.64)**. L'ouvrage de rétention ne pouvant pas être positionné au sein de la parcelle identifiée « Parcelle Lycée Agricole », il devra être réalisé sous les surfaces de voirie.

C.I. DONNEES RELATIVES A LA PERMEABILITE DES SOLS

L'étude géotechnique réalisée par FONDASOL présente quelques valeurs de perméabilité pour deux gammes de profondeurs. Ces tests ont été réalisés au centre de l'emplacement projeté du magasin et ne sont pas représentatifs de la perméabilité globale du site. FONDASOL attire d'ailleurs l'attention sur l'interprétation de ces valeurs ponctuelles en précisant qu'elles peuvent s'écarter de la valeur de perméabilité à grande échelle du site d'étude.

Sondage	SP5	
	1.0 – 2.0 m	2.5 – 3.5 m
Profondeur de l'essai (m)	1.0 – 2.0 m	2.5 – 3.5 m
Valeur à charge variable K (m/s)	Phase d'injection : 1.7×10^{-5}	Phase d'injection : 3.3×10^{-6}
	Retour à l'équilibre : 2.3×10^{-6}	Retour à l'équilibre : 8.9×10^{-7}
Nature du sol testé	Argile sablo-caillouteuse	Marne

Tableau 6 : Extrait de l'étude géotechnique FONDASOL - Perméabilité au point SP5

Les investigations réalisées sur les niveaux d'eau font état d'une nappe avec un toit situé entre 3 et 4 mètres de profondeurs selon les périodes de mesure. L'infiltration devra être favorisée dans les deux premiers mètres pour éviter la saturation des sols liée à la présence de la nappe.

Pour le prédimensionnement, la valeur de **perméabilité de $2,3 \times 10^{-6}$ m/s est retenue.**

C.II. PRÉDIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE

Le prédimensionnement de l'ouvrage par infiltration est contraint par le volume de rétention ainsi que la durée d'infiltration fixée à 48 heures.

Avec une perméabilité de $2,3 \times 10^{-6}$ m/s, le sol peut absorber en 48h:

$$\text{Volume infiltrable} = \text{Perméabilité} \times \text{Temps}$$

Soit :

$$\text{Volume infiltrable} = 2.3 \times 10^{-6} \times 3600 \times 48 = 0,397 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Le volume minimum à infiltrer étant 500 m³, il faudra, pour respecter le temps de vidange, mobiliser une surface d'au moins :

$$\text{Surface d'infiltration minimale} = \frac{\text{Volume à infiltrer}}{\text{Volume infiltrable en 48h/m}^2} = 1285 \text{ m}^2$$

Ce prédimensionnement est donné à titre indicatif. La perméabilité des sols devra être vérifiée sur l'emplacement projeté pour le bassin de rétention (sous les parkings).

Le dimensionnement complet du bassin fonctionnant par infiltration nécessite une étude hydraulique plus complète. Elle permettra d'étudier le fonctionnement dynamique de l'ouvrage et de conclure quant **au volume nécessaire permettant la rétention de la pluie trentennale**. Il est pour cela indispensable de disposer d'une **valeur de perméabilité à l'emplacement projeté du bassin de rétention** pour les profondeurs qui serviront à l'infiltration (de 0,5 m à 2 m environ). Les emplacements des mesures de perméabilité nécessaires sont indiqués sur l'illustration suivante.

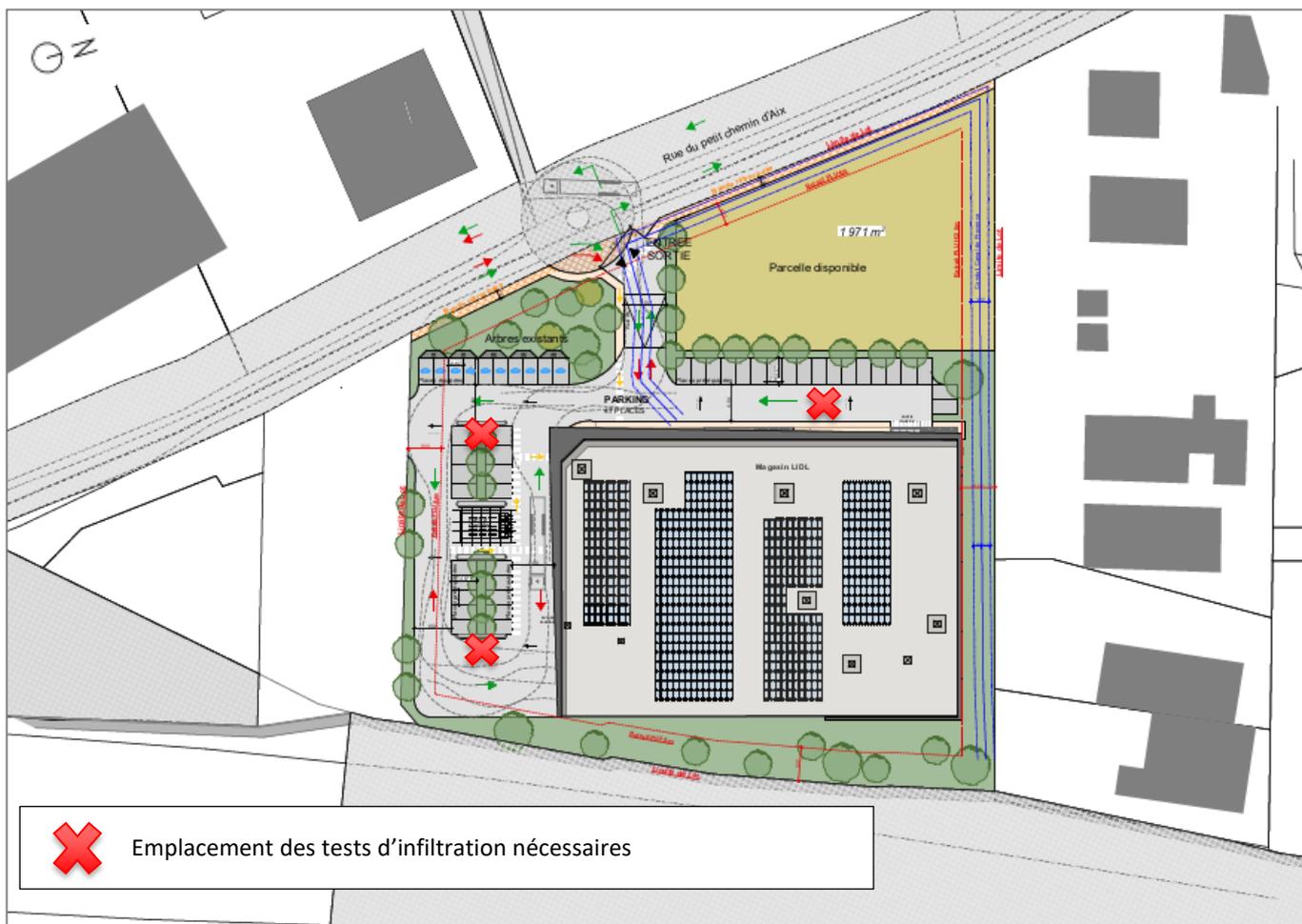


Illustration 5 : Emplacement des mesures de perméabilité nécessaires

D. ANNEXE



Annexe : Étude géotechnique G1+G2 AVP FONDASOL

fondasol



GARDANNE (13)
Études géotechniques G1+G2 AVP

Rapport n° PR.13GT.21.0170 – 001 – 1^{ère} diffusion – 30/09/2021

LIDL



Construction d'une surface commerciale
Rue du Petit Chemin d'Aix

VOTRE AGENCE

FONDASOL MARSEILLE

410 Avenue du Passe Temps

13 676 – AUBAGNE

☎ 04.42.03.42.00

📠 04.42.03.88.44

✉ marseille@fondasol.fr

SUIVI DES MODIFICATIONS ET MISES A JOUR

FTQ.261-B

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
-	30/09/2021	65	1 ^{ère} diffusion	C.BLANC	F.ROHR
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	X				102				
23	X				63	X				103				
24	X				64	X				104				
25	X				65	X				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				

SOMMAIRE

A.	Présentation de notre mission	4
A.1.	Mission selon la norme NF P94-500	4
A.2.	Documents à notre disposition pour cette étude	4
A.3.	Description du projet	5
A.4.	Programme d'investigations	6
B.	Descriptif général du site et approche documentaire	7
B.1.	Description générale du site	7
B.2.	Contexte géologique	9
B.3.	Enquête documentaire sur les risques naturels recensés	9
C.	Résultats des investigations in situ	13
C.1.	Résultats des sondages	13
C.2.	Aspects géomécaniques	14
C.3.	Résultats des essais en laboratoire	14
C.4.	Niveaux d'eau	16
C.5.	Résultats des essais d'eau	16
C.6.	Données liées au risque sismique	17
D.	Opérations de démolition et de terrassement	18
D.1.	Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)	18
D.2.	Opérations de démolition préalables	18
D.3.	Conditions générales de terrassement	19
D.4.	Ebauche dimensionnelle des fondations superficielles	20
D.5.	Dispositions à prendre en compte pour le risque retrait-gonflement	23
D.6.	Mise hors d'eau	23
D.7.	Assise du dallage	24
D.8.	Voiries	26
D.9.	Sujétions de conception et de réalisation	27
ANNEXES		31

A. PRESENTATION DE NOTRE MISSION

Maître d'Ouvrage : LIDL

Devis : SQ.I3GT.21.07.045-B en date du 02/08/2021

Commande en date du 02/08/2021

A.1. Mission selon la norme NF P94-500

Missions G1+G2 AVP selon la norme NF P94-500 (Missions d'Ingénierie Géotechnique Types – Révision de novembre 2013).

Objectifs définis dans notre devis :

- L'étude préliminaire du site ;
- Le suivi et l'analyse des résultats des investigations ;
- La synthèse du contexte géologique et géomécanique du site et l'analyse de son influence sur le projet ;
- L'approche de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG) ;
- Les hypothèses géotechniques pour la justification des ouvrages géotechniques ;
- L'ébauche dimensionnelle géotechnique des éléments de fondation ;
- L'étude du niveau bas ;
- L'étude de l'assise des voiries et parkings pour un profil type.

Remarques importantes :

Nos études géotechniques 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.).

L'objet de l'étude géotechnique n'est pas de détecter une éventuelle contamination des sols par des matières polluantes, ni de définir les filières d'évacuation des déblais, à partir d'une étude environnementale spécifique.

A.2. Documents à notre disposition pour cette étude

Nous disposons pour cette étude des documents :

[1]. Plans du projet, phase APD, datés du 09/07/2021.

[2]. Sondages réalisés par FONDASOL sur le même terrain, référencés EMA.15.0129 et datés de 2015.

A.3. Description du projet

Le projet prévoit la construction d'une surface commerciale, de type R+I avec un niveau en sous-sol et occupant une emprise au sol globale de l'ordre de 3100 m². Le niveau bas du RDC est supposé proche du niveau actuel soit vers 192.5 m NGF. La réalisation du niveau en sous-sol devrait nécessiter des terrassements en déblai de l'ordre de 3.0 à 4.0 m de hauteur par rapport au TA pour atteindre une cote entre 188.5 m NGF et 189.5 m NGF.

Il est également prévu l'aménagement de zones de stationnement en extérieur en partie Ouest et Sud de la parcelle et la création d'un bassin de rétention (implantation non connue). Notre étude ne comprend pas l'étude de la gestion des eaux pluviales.



Extrait du plan d'ensemble daté du 09/07/2021

Selon les informations transmises par le maître d'ouvrage, l'ouvrage sera considéré de catégorie géotechnique 2 au sens de l'EUROCODE 7 et de catégorie d'importance III vis-à-vis du risque sismique au sens des décrets d'application de l'EUROCODE 8.

DESCENTE DE CHARGE

Dans le cadre des études des magasins LIDL, les descentes de charges ne sont pas connues au stade PRO, elles sont déterminées en phase G3 par le charpentier. Dans le contrat cadre liant FONDASOL à LIDL, il est donné les hypothèses de descentes de charge suivantes :

- Ponctuelles 20/50/100/150⁽¹⁾/200⁽¹⁾ T aux ELS
- Filantes 5/10/15⁽¹⁾/20⁽¹⁾ T/ml aux ELS

⁽¹⁾ : il sera également étudié ces hypothèses de descentes de charge en raison de la présence de 3 niveaux.

A.4. Programme d'investigations

Pour répondre aux objectifs de l'étude, nous avons réalisé :

Campagne de 2021 :

- 2 sondages destructifs (SP4 et SP5) descendus à 10 m de profondeur/TA maximum et faisant l'objet de 7 essais pressiométriques chacun ;
- 3 sondages de reconnaissances géologiques au carottier poinçonneur (SC4 à SC6) descendus à 3.0 m de profondeur et faisant l'objet de prélèvements d'échantillons remaniés ;
- 2 essais de perméabilité de type NASBERG ;
- L'équipement du sondage SP4 en piézomètre Ø40/45 mm ;
- Des essais en laboratoire.

Ces sondages ont été nivelés à partir du plan topographique mis à notre disposition.

Campagne antérieure :

Il sera également utilisé les sondages réalisés en 2015 pour le même type de projet :

- 1 sondage pressiométriques (SP1) descendu à 15 m de profondeur/TA et faisant l'objet de 10 essais pressiométriques ;
- 2 sondages pressiométriques (SP2 et SP3) descendus à 8 m de profondeur/TA et faisant l'objet de 7 essais pressiométriques chacun ;
- L'équipement du sondage SP2 en piézomètre Ø42/50 mm ;
- 3 sondages de reconnaissance géologiques au carottier poinçonneur (SC1, SC2 et SC3) descendus à 1.5 m de profondeur/TA.

Figurent en annexe :

- un plan de situation,
- un plan d'implantation des sondages,
- les coupes lithologiques,
- les résultats des essais sur site,
- les procès-verbaux des analyses en laboratoire.

B. DESCRIPTIF GENERAL DU SITE ET APPROCHE DOCUMENTAIRE

B.I. Description générale du site

Adresse du site : vers n°167 de la rue du petit chemin d'Aix, à Gardanne (13)

Parcelles cadastrales :

- AE n°139 : présence de plusieurs constructions de type RDC à R+1 supposés sans niveau en sous-sol qui seront démolies dans le cadre du projet. le reste de la parcelle est végétalisée et localement arboré. A l'Est, la parcelle est en contrebas de la RD6 d'environ 4.5 m de hauteur. D'après le plan cadastral, un puits est présent sur la parcelle. Il devra être comblé et une dalle béton devra être coulée.
- AE n°151 : présence de plusieurs constructions de type RDC à R+1 supposés sans niveau en sous-sol qui seront démolies dans le cadre du projet. Le reste de la parcelle est végétalisé et localement arboré. A l'Est, la parcelle est en contrebas de la RD6 de 3.5 à 4.5 m de hauteur.

Des réseaux enterrés (ENEDIS, Société du Canal de Provence, entre autres) et aériens (Orange, entre autres) sont présents sur le site. Deux chambres des vannes enterrées sont visibles.



Photographie aérienne de la zone d'étude (www.geoportail.gouv.fr)



Vue depuis l'Ouest de la parcelle n°139 vers l'Est



Vue depuis le centre de la zone d'étude vers le Sud



Vue depuis le centre de la zone d'étude vers le Nord-Est



Vue depuis le Sud de la parcelle n°151 vers le Nord



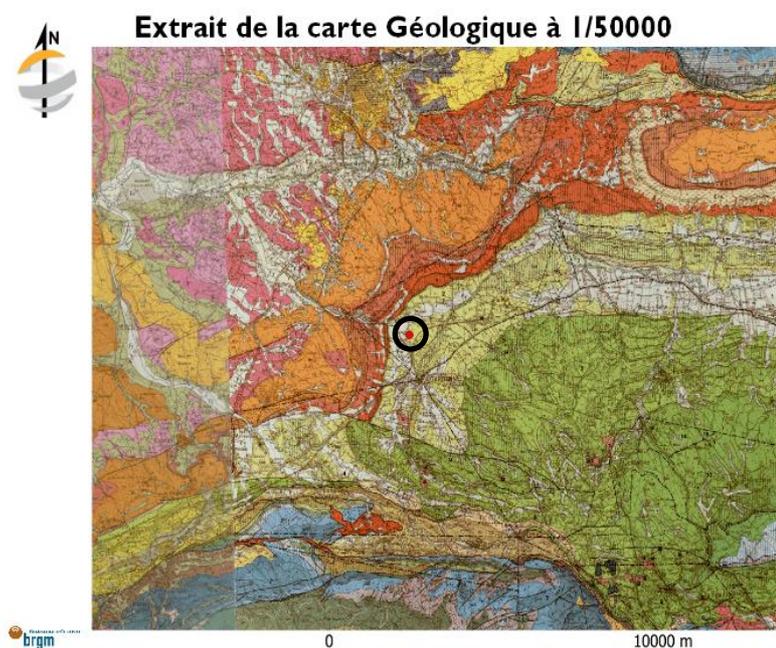
Vue depuis l'Est de la zone d'étude vers l'Est (mur de soutènement de la RD6)



Vue depuis l'Est de la zone d'étude vers le Nord-Ouest

B.2. Contexte géologique

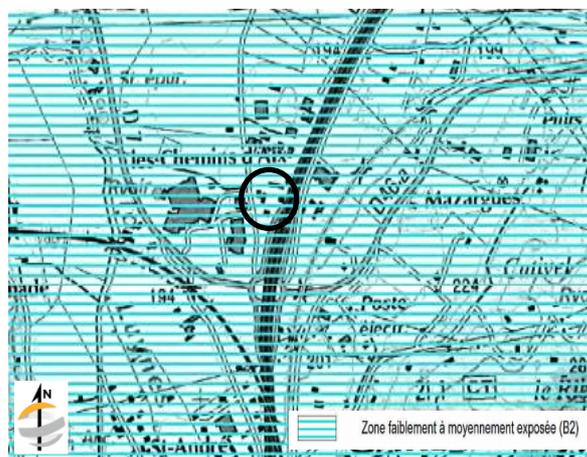
D'après la carte géologique de Aix-en-Provence au 1/50 000^{ème} (infoterre.brgm.fr), les sols du site devraient correspondre sous des remblais liés à la présence des existants à des colluvions (limon, sables et cailloutis) reposant sur des argiles et des marnes.



B.3. Enquête documentaire sur les risques naturels recensés

LISTE DES PLANS DE PREVENTION DES RISQUES (PPR) ET DATE DE PRESCRIPTION

- PPR Inondation lié à la présence de l'Arc et de ses affluents prescrit le 15/06/1998 mais non approuvé. Aucun plan de zonage n'est disponible pour ce PPR.
- PPR Mouvement de terrain par affaissements et effondrements (cavités souterraines hors mines) lié à la dissolution naturelle du gypse et à la présence de carrières souterraines de gypse, prescrit le 20/02/2002 et approuvé le 22/10/2009. D'après le plan de zonage disponible, la zone d'étude n'est pas réglementée par ce PPR.
- PPR Mouvement de terrain par tassements différentiels lié à la présence d'argile, prescrit le 29/01/2016 et approuvé le 27/02/2017. D'après le plan de zonage disponible la zone d'étude est classée en zone B2 (zone faiblement à moyennement exposée)



Extrait du PPR Mouvement de terrain par tassements différentiel

LISTE DES ARRETES DE CATASTROPHE NATURELLE PUBLIES SUR LA COMMUNE

Inondations et coulées de boue : 8

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
13PREF20090023	14/12/2008	14/12/2008	17/04/2009	22/04/2009
13PREF20030045	01/12/2003	02/12/2003	12/12/2003	13/12/2003
13PREF20000023	19/09/2000	19/09/2000	06/11/2000	22/11/2000
13PREF19960024	26/08/1996	26/08/1996	01/10/1996	17/10/1996
13PREF19940010	06/01/1994	18/01/1994	26/01/1994	10/02/1994
13PREF19940036	06/01/1994	18/01/1994	08/03/1994	24/03/1994
13PREF19940035	22/09/1993	24/09/1993	08/03/1994	24/03/1994
13PREF19920014	25/09/1991	26/09/1991	21/08/1992	23/08/1992

Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
13PREF19930005	01/05/1989	31/12/1991	25/01/1993	07/02/1993

Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols : 5

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
13PREF20170020	01/01/2016	31/12/2016	25/07/2017	01/09/2017
13PREF20080079	01/07/2007	30/09/2007	07/08/2008	13/08/2008
13PREF20080078	01/01/2007	31/03/2007	07/08/2008	13/08/2008
13PREF20040025	01/01/2002	30/06/2002	25/08/2004	26/08/2004
13PREF19990006	01/01/1992	31/10/1998	23/02/1999	10/03/1999

Séisme : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
13PREF19840006	19/02/1984	20/02/1984	11/05/1984	24/05/1984

Tempête : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
13PREF19820042	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982

RECAPITULATIF DES RISQUES NATURELS RECENSES SUR LA COMMUNE

Risque	Aléa / sensibilité
Inondation	PPR : non approuvé
Remontées de nappe	Zone potentiellement sujette aux débordements de nappe et aux inondations de caves avec un niveau de fiabilité faible
Retrait-gonflement des sols argileux	Aléa fort – PPR : Parcelle étudiée classée en zone faiblement à moyennement exposée
Cavités	Pas de cavité répertoriée à moins de 500 m du site d'études – PPR : Parcelle non concernée par le PPR
Mouvement de terrain	Pas de mouvement de terrain répertorié à moins de 500 m du site d'étude
Risque sismique	Zone de sismicité 3 (modéré)
Rayonnements ionisants (décret n° 2002-460 du 4 avril 2002) - Radon	Potentiel moyen

Il appartient aux concepteurs du projet de s'assurer que le projet tient compte de l'intégralité des prescriptions liées aux risques répertoriés, y compris non géotechniques.

Nous donnons ci-après, certaines précisions sur les risques recensés, en plus de celles relatives aux PPR données plus haut.

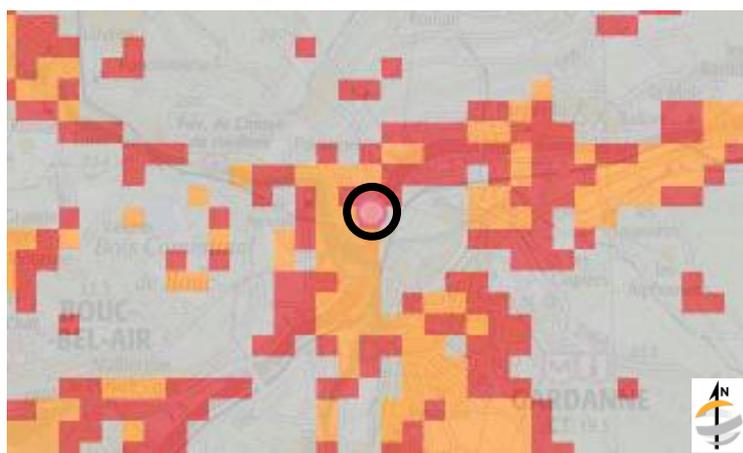
RISQUE REMONTEE DE NAPPE

Une carte des zones sensibles aux remontées de nappe est disponible sur le site www.georisques.gouv.fr. Elle indique que la zone d'étude est classée dans une zone potentiellement sujette aux débordements de nappe et aux inondations de cave avec un niveau de fiabilité faible.

De plus, la commune de Gardanne est située dans un Territoire à risque important d'Inondation (TRI). D'après le plan de zonage disponible, la zone d'étude ne se situe pas dans une zone de crue.

▼ Zones sensibles aux remontées de nappes avec prise en compte du niveau de fiabilité

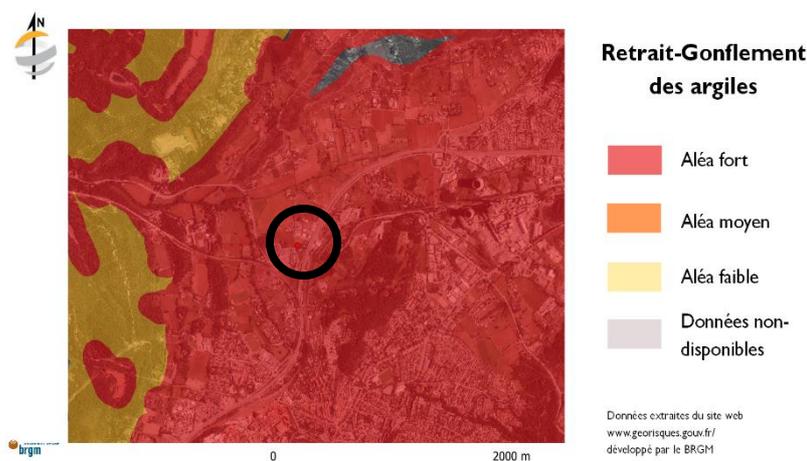
- Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave fiabilité FORTE
- Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave fiabilité MOYENNE
- Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave fiabilité FAIBLE
- Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave fiabilité INCONNUE
- Zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe fiabilité FORTE
- Zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe fiabilité MOYENNE
- Zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe fiabilité FAIBLE
- Zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe fiabilité INCONNUE
- Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave fiabilité FORTE
- Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave fiabilité MOYENNE
- Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave fiabilité FAIBLE
- Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave fiabilité INCONNUE



Extrait de la carte de sensibilité aux remontées de nappe

RISQUE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES

Une carte des argiles sensibles au retrait/gonflement disponible sur le site www.georisques.gouv.fr indique un aléa fort à l'emplacement du projet.



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

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".

GARDANNE est situé en zone de sismicité modérée (zone sismique 3) suivant cette réglementation.

RISQUE DE RAYONNEMENT IONISANT

Le radon est un gaz radioactif qui provient de la dégradation 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.

La commune de GARDANNE est classée en potentiel radon moyen. Il conviendra donc que le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre se réfèrent au décret N°2002-460 du 4 avril 2002 et aux réglementations en vigueur pour la conception du projet.

Ce risque n'est pas traité dans le cadre de l'étude géotechnique

C. RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN SITU

C.1. Résultats des sondages

Les sondages ont permis de mettre en évidence la coupe lithologique suivante :

- Des remblais de cailloux à matrice limono-sableuse beige/marron/grise, rencontrés jusqu'à 0.1 à 0.2 m de profondeur/TA en SC3, SC4 et SP4. En SC4, ces remblais sont surmontés d'une couche d'enrobé hydrocarboné gris.
- Des colluvions composées de limon sableux marron foncé, de sable limoneux marron et d'argile sablo-limoneuse marron à beige, à passages plus ou moins graveleux, rencontrées jusqu'à la base du sondage SC6 à 3 m de profondeur, jusqu'à la base des sondages SC1, SC2 et SC3 à 1.5 m de profondeur et jusqu'à 0.5 à 3.2 m au droit des autres sondages ;
- Des argiles marneuses à marnes argileuses bariolées (rougeâtre, marron, grise) à passées sableuses, rencontrées jusqu'à la base des sondages SC4 et SC5 à 3 m de profondeur/TA et jusqu'à la base des sondages pressiométriques entre 8 et 10 m de profondeur/TA.

Nota : La description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes à la méthode de forage destructif. De plus, les sondages ne permettent pas de déterminer la granulométrie exacte des horizons ou d'identifier la présence d'éléments grossiers (blocs, ...).

Nous récapitulons le toit des formations au droit de chaque sondage dans le tableau ci-dessous :

Intervention de 2015 :

Sondage	SPI	SP2	SP3	SC1	SC2	SC3
Nature de la formation	Prof ⁽¹⁾ (Cote) ⁽²⁾					
Remblai	/	/	/	/	/	0.0 (192.3)
Colluvions	0.0 (191.8)	0.0 (192.5)	0.0 (191.5)	0.0 (190.7)	0.0 (193.0)	0.1 (192.2)
Argile marneuse et marne argileuse	1.2 (190.6)	2.4 (190.1)	3.2 (188.3)	/	/	/

Intervention de 2021 :

Sondage	SP4	SP5	SC4	SC5	SC6
Nature de la formation	Prof ⁽¹⁾ (Cote) ⁽²⁾				
Remblai	0.0 (193.3)	/	0.0 (192.9)	/	/
Colluvions	/	0.0 (192.5)	0.1 (192.8)	0.0 (191.7)	0.0 (192.4)
Argile marneuse et marne argileuse	0.2 (193.1)	2.0 (190.5)	0.5 (192.4)	1.5 (190.2)	/

(1): Profondeur en m/TA

(2): Cote en m NGF

/ : Horizon non rencontré

C.2. Aspects géomécaniques

Les caractéristiques mécaniques des sols ont été mesurées in situ à partir des essais pressiométriques. Elles sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Formation	Essais pressiométriques				Nb valeurs	Consistance/compacité ⁽¹⁾
	Pression limite nette PI* (MPa)		Module pressiométrique E _M (MPa)			
	Min	Max	Min	Max		
Colluvions	0.67	1.69	9.0	35.8	7	Hétérogène (fermes à raides)
Argile marneuse et marne argileuse	4.27	> 4.75	50.4	874.2	31	Très raides

⁽¹⁾ décrite selon la catégorie conventionnelle du tableau A.2.1 de la norme NF P94-261

C.3. Résultats des essais en laboratoire

Des analyses en laboratoire ont été réalisées sur des échantillons prélevés au droit de SC4, SC5 et SC6.

L'ensemble des procès-verbaux des essais est fourni en annexe.

Les principaux résultats sont les suivants :

Sondage	SC4	SC5	SC6	
Profondeur moyenne (m)	1.4	1.25	0.6	2.4
Nature du sol	Argile marneuse	Argile limoneuse à limon argileux	Limon sableux	Argile sableuse
W _n (%)	10.3	2.2	9.0	18.2
VBS	2.73	2.74	2.45	1.99
Dmax (mm)	3	3	11	11
% passant à 80 µm	83.6	83.5	61.6	70.3
% passant à 2 µm	21.8	32.9	/	21.6
W _L (%)	29.8	31	/	27
I _p (%)	12.5	13	/	8
CaCO ₃ (%)	37.4	/	/	/
Classement GTR	A2	A2	A1	A1

/ : Essai non réalisé

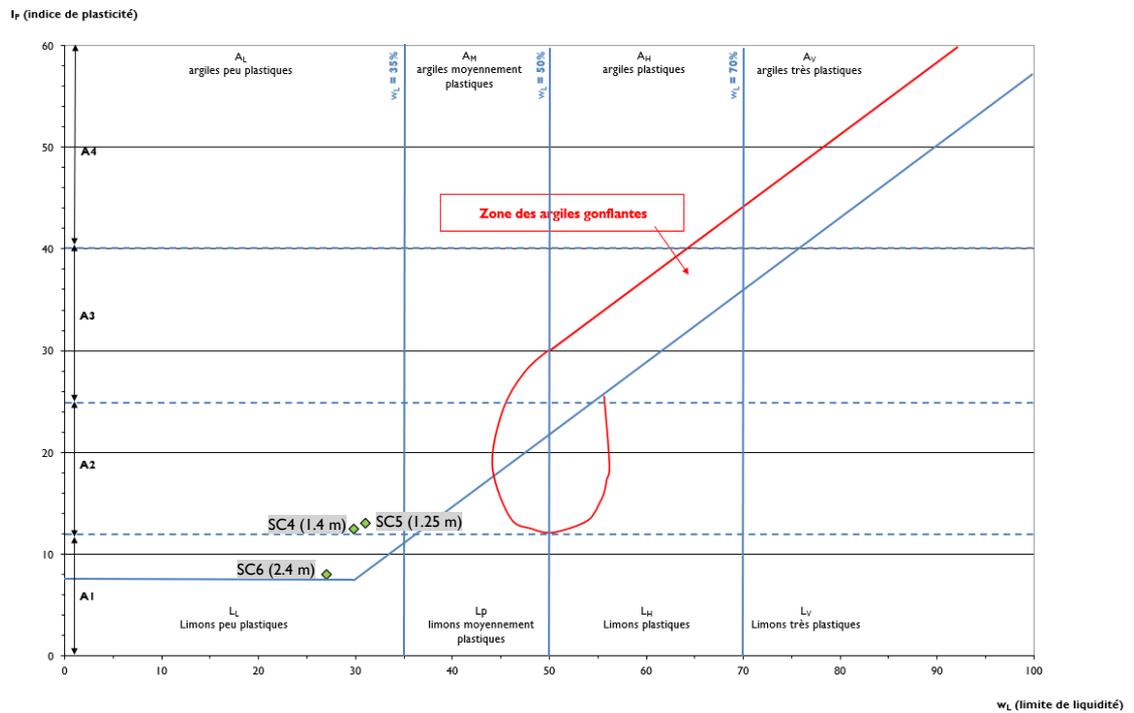
CLASSIFICATION DES SOLS :

Les échantillons prélevés en SC6 correspondent à un sol de classe A1. Cela correspond à des sols peu plastiques très sensibles aux variations de teneur en eau. Ils peuvent changer brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau.

Les échantillons prélevés en SC4 et SC5 correspondent à un sol de classe A2. Cela correspond à des sols peu à moyennement plastiques. Le caractère moyen de ces sols fait qu'ils se prêtent à l'emploi de la plus large gamme d'outils de terrassement (si la teneur en eau n'est pas trop élevée).

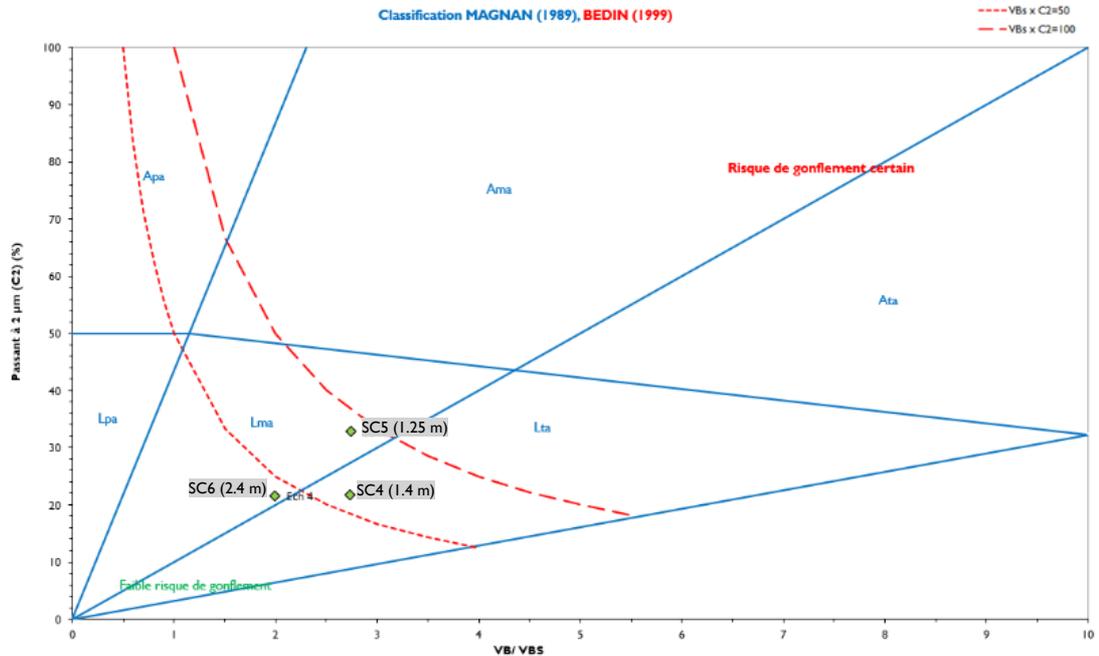
ANALYSE DU RISQUE RETRAIT/GONFLEMENT DES SOLS FINS

Nous avons reporté les limites d'Atterberg des échantillons prélevés sur le diagramme de plasticité de Casagrande où est précisée la zone dite des « argiles gonflantes » :



Les résultats obtenus correspondent à la catégorie des argiles peu plastiques au sens du diagramme de Casagrande.

En référence aux classifications de MAGNAN et de BEDIN, dont une illustration graphique figure ci-dessous, la fraction argileuse des échantillons est moyennement à très active et la classification de BEDIN indique un risque de gonflement faible à moyen.



Il s'agit donc de sols moyennement sensibles au phénomène de gonflement en cas de variations de leur teneur en eau.

CALCIMETRIE

Suivant la norme NF P 97-261, la détermination du pourcentage massique de carbonate prélevé en SC4 (37.4 %) indique un sol moyennement calcaire type marne.

Teneur en carbonate (%)	Classification	Exemple
< 10	Non calcaire	Argile, sable siliceux
10 à 29	Peu calcaire	Argile marneuse ou limon marneux
30 à 69	Moyennement calcaire	Marne
70 à 89	Fortement calcaire	Calcaire marneux
≥ 90	Calcaire	Calcaire

C.4. Niveaux d'eau

Lors de nos investigations réalisées en août 2021, aucun niveau d'eau n'a été rencontré. Cependant, lors des investigations réalisées en septembre 2015, le sondage SP3 a rencontré un niveau d'eau à 3.1 m de profondeur soit à 188.4 m NGF.

Les autres sondages sont restés secs aux profondeurs atteintes.

Le piézomètre installé en 2015 en SP2 a été relevé le 26/08/2021 avec un niveau d'eau à 3.6 m de profondeur soit à 188.9 m NGF.

En plus du piézomètre installé en SP2, un piézomètre a été installé en SP4 pour permettre un suivi des niveaux d'eau (non compris dans la mission FONDASOL).

L'intervention ponctuelle dans le cadre de la réalisation de la présente étude ne 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.

Dans le cadre de ce projet, un suivi des piézomètres installés sur le site doit être réalisé. Une étude hydrogéologique devra être confiée au service hydrogéologie de Fondasol ou à un bureau d'étude spécialisé afin de définir les niveaux caractéristiques de la nappe et les débits de mise hors d'eau.

C.5. Résultats des essais d'eau

Nous avons effectué 2 essais en forage de type NASBERG (au-dessus de la nappe), conformes à la norme NF EN ISO 22282-2. Ces essais sont des moyens de reconnaissance à partir de forage, qui permettent d'évaluer une perméabilité locale du sol.

Sondage	SP5	
Profondeur de l'essai (m)	1.0 – 2.0 m	2.5 – 3.5 m
Valeur à charge variable K (m/s)	Phase d'injection : 1.7×10^{-5}	Phase d'injection : 3.3×10^{-6}
	Retour à l'équilibre : 2.3×10^{-6}	Retour à l'équilibre : 8.9×10^{-7}
Nature du sol testé	Argile sablo-caillouteuse	Marne

Nous attirons l'attention sur le fait que ces valeurs ne sont pas nécessairement représentatives de l'ensemble de l'horizon. En effet, les essais réalisés caractérisent les terrains très localement (c'est-à-dire au droit des sondages et à la profondeur des essais) du fait des dimensions limitées de la cavité d'essai. Les valeurs de perméabilité peuvent varier dans de larges limites à l'échelle du projet, notamment selon les variations de la granularité, de la compacité et du caractère plus ou moins cimenté des terrains.

De plus, ces valeurs ponctuelles peuvent s'écarter de la valeur de la perméabilité à grande échelle. Cette valeur ne doit donc pas être retenue pour l'estimation d'un débit d'exhaure dans le cas d'un pompage, d'un écrêtement ou d'un rabattement de nappe. Pour cela, un essai de pompage préalable doit être réalisé.

C.6. Données liées au risque sismique

Zone de sismicité de la commune selon le décret n°2010-1255 daté du 22 Octobre 2010 : **3**

CLASSE SISMIQUE DES SOLS

En première approche, au sens des règles de l'EUROCODE 8 en vigueur, la succession lithologique au droit des différents sondages constitue un sol de **classe A**.

PARAMETRES LIES AU SEISME

Il appartient au Maître d'Ouvrage de préciser la catégorie d'importance de l'ouvrage.

L'hypothèse faite ci-après, qui influence les paramètres de calculs structurels, doit être confirmée par le maître d'ouvrage.

Les paramètres qui découlent de la zone de sismicité, de la classe de sol et de la catégorie d'importance du bâtiment sont :

Zone de sismicité :	3	D'où l'accélération maximale au rocher : $a_{gr} =$	1.1
Catégorie d'importance du bâtiment :	III	D'où le coefficient d'importance : $\gamma_I =$	1.2
Classe de sol :	A <input type="button" value="v"/>	D'où le paramètre de sol : $S =$	1

D'où $a_{max} = a_{gr} \times \gamma_I \times S = 1.32 \text{ m/s}^2$

Remarque importante :

Les éléments donnés ci-dessus suivent les hypothèses de l'EUROCODE 8, pour une zone de sismicité donnée. S'il existe des préconisations spécifiques sur le site concernant les accélérations à retenir, il appartient à l'équipe de conception d'en tenir compte.

ÉVALUATION DU RISQUE DE LIQUEFACTION EN CAS DE SEISME

Au vue de la granulométrie et de la compacité des sols rencontrés, le site ne présente pas de risque de liquéfaction.

D. OPERATIONS DE DEMOLITION ET DE TERRASSEMENT

D.1. Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)

La ZIG est le volume de terrain au sein duquel il y a interaction entre l'ouvrage ou l'aménagement de terrain, et l'environnement. La forme et l'extension de cette zone d'influence géotechnique sont spécifiques à chaque site et à chaque ouvrage ou aménagement de terrain.

Dans notre cas, pour insérer le projet dans le site, il est prévu la réalisation de terrassements en déblai pour la création du sous-sol.

L'emprise de la ZIG à retenir peut être évalué par une bande de $3H$ à l'arrière du soutènement ou talus à créer, où H correspond à la hauteur du soutènement/talus projeté.

Ici, la ZIG concerne donc une emprise de 12 m autour du bâtiment et de 2 m autour des voiries. Elle comprend donc :

- Les parcelles étudiées dans le cadre du projet ;
- Au Nord, les voiries des parcelles cadastrales n° 133, 134, 143 et 146 de la section AE ;
- A l'Est, la RD6 avec le mur de soutènement ;
- Au Sud et à l'Ouest, ponctuellement au niveau des voiries d'accès au projet, la parcelle n°3 de la section AE et la rue du Petit Chemin d'Aix.

D.2. Opérations de démolition préalables

Des travaux de déconstruction/démolition seront nécessaires. Il conviendra de s'assurer de la bonne conduite de ces opérations qui doivent notamment comprendre :

- la démolition et la purge des structures existantes (fondations, soubassements, ouvrages et/ou réseaux enterrés,...). Pour cela, l'utilisation du BRH sera nécessaire. Toutes les précautions devront être prises pour limiter au maximum le remaniement des terrains au-delà des structures purgées ;
- le déracinement et le dessouchage des arbres avec purge des terrains remaniés ;
- le comblement par matériaux d'apport granulaires de type D21 ou D31 (ou équivalent) soigneusement compactés des zones purgées, avec un objectif de densification q_3 (couche de forme). Cette opération est essentielle pour permettre la réalisation d'un dallage sur terre-plein ;
- le contrôle de la bonne mise en œuvre des matériaux d'apport par des essais à la plaque et/ou des essais au pénétromètre ;
- le relevé minutieux de la localisation, profondeur et géométrie des ouvrages préexistants afin d'adapter si nécessaire la réalisation des nouveaux ouvrages. Par exemple, si de nouvelles fondations se trouvent au droit ou à proximité immédiate d'un puits qui aura été obturé, il faudra envisager un pontage avec des semelles isolées éloignées du puits.

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. Un contrôle extérieur est recommandé lors de ces phases de travaux.

D.3. Conditions générales de terrassement

En cas d'évacuation de matériaux hors du site, il conviendra de définir le type de filière adapté à partir d'une étude environnementale spécifique.

D'une façon générale, l'entreprise devra adapter sa méthodologie d'exécution des travaux (terrassement, compactage, ...) afin d'assurer l'assainissement des plateformes et d'éviter de générer des désordres dans les avoisinants pouvant être influencés par les travaux.

Les terrains superficiels étant généralement très sensibles à l'eau, la réalisation des terrassements sera tributaire de la météorologie. On prévoira des dispositifs d'assainissement de la plateforme (formes de pente et fossés, etc. ...) qui devront être adaptés et entretenus afin d'assurer efficacement l'évacuation des eaux durant toute la durée du chantier. De plus, l'entreprise devra notamment se tenir informée des conditions météorologiques et adapter le phasage des travaux en fonction des périodes de temps sec annoncées.

DEBLAIS

Au droit du bâtiment, pour atteindre la cote du niveau bas du sous-sol, il sera nécessaire de réaliser des terrassements en déblai allant jusqu'à 4 m de hauteur environ.

Comme indiqué dans le PPR Mouvement de terrain par tassements différentiels liés à la présence d'argile et en raison de la sensibilité des sols rencontrés au phénomène de retrait/gonflement, on interdira la réalisation d'un sous-sol partiel sauf mise en place d'un joint de rupture de type parasismique qui doit être conforme à la réglementation en vigueur, notamment pour le calcul de ses dimensions.

Les terrassements pourront être réalisés avec des engins usuels dans les remblais (hors travaux de démolition), les colluvions et les argiles marneuses.

En cas de rencontre de vestiges d'ouvrages enterrés (gros blocs, éléments en maçonnerie ou en béton, ...) et pour terrasser dans les marnes argileuses, le recours au BRH sera nécessaire. Nous attirons l'attention sur les basses fréquences générées par les BRH, hautement préjudiciables aux constructions situées à proximité. L'entreprise intégrera dans sa méthodologie des dispositions permettant d'éviter de déstabiliser les existants.

En première approche, les talus provisoires hors d'eau et non surchargés en tête pourront être dressés à 3H/2V (3 horizontalement pour 2 verticalement) dans les remblais, les colluvions et les argiles marneuses et à 1H/1V (1 horizontalement pour 1 verticalement) dans les marnes argileuses. Ils seront protégés des intempéries à l'aide d'un film polyane cloué. Il ne faut pas que l'eau de ruissellement passe sous le film polyane.

En aucun cas, les matériaux excavés ne devront être stockés en crête de talus.

Si des arrivées d'eau étaient observées dans le talus, il faudrait les collecter et les évacuer loin de la construction. L'entreprise devra alors réaliser des adaptations (adoucir les pentes, réaliser des masques voire un enrochement).

Cette pente de talus devra être vérifiée en phase PRO de la mission G2 avec une étude spécifique de stabilité de pente (sondages carottés avec essais en laboratoire). Il faudra fournir un plan topographique du site, des plans côtés du projet et la cote du niveau bas du sous-sol.

En raison de la variation du toit des marnes, des limites de propriété, de l'emprise du sous-sol et de la hauteur des terrassements qui n'est pas encore fixée, il est possible que les terrassements doivent se faire à l'abri d'un soutènement en limite Nord et ponctuellement en limite Est. Cela devra être confirmé en phase PRO de la mission G2, une fois la réception de plans cotés et de la cote du sous-sol. Ce soutènement devra être dimensionné vis-à-vis de la poussée des terres et de l'eau. Ce soutènement pourra être provisoire ou définitif, cela devra être déterminé avant la réalisation de la phase PRO de la mission G2.

L'ouvrage pourra être de type écran berlinois ou équivalent, autostable ou tenu par des butons ou des tirants provisoires, et devra être prédimensionné en phase PRO de la mission G2. Cette étude devra également tenir compte des circulations d'eau qui apparaîtront derrière l'ouvrage de soutènement et prévoir un dispositif adapté (massif drainant, drains, barbacanes, nappes drainantes, exutoire, etc...).

D.4. Ebauche dimensionnelle des fondations superficielles

Les sondages concernés par le futur bâtiment sont les sondages SPI, SP2, SP3 et SC2 de 2015 et SP4, SP5, SC5 et SC6 de 2021.

D.4.1. Niveau d'assise

Compte tenu de la nature du projet et du contexte géotechnique du site, on pourra fonder le bâtiment sur semelles filantes et/ou isolées descendues et ancrées de 0.2 m dans les argiles marneuses à marnes argileuses bariolées (rougeâtre, blanche, grise) dont le toit a été rencontré entre 0.2 et 3.2 m de profondeur par rapport au TA au droit de nos sondages.

Il faudra également respecter un ancrage des fondations de 0.5 m minimum par rapport au niveau bas du sous-sol.

Le toit du sol d'assise est sujet à des variations altimétriques et le niveau d'assise des fondations sera adapté pour respecter l'ancrage prescrit. Il faudra provisionner des quantités de béton de rattrapage permettant de prendre en compte cet aléa. Le toit de cet horizon n'a pas été rencontré en SC6 mais il a été rencontré en SP5 et SP2 (sondages à proximité de SC6). Il est donc nécessaire de réaliser des sondages complémentaires dans cette zone pour confirmer le toit de l'horizon d'ancrage.

Compte tenu de la sensibilité des sols vis-à-vis de l'aléa sécheresse, les fondations seront descendues au minimum à 1.5 m de profondeur vis à vis du niveau fini extérieur après travaux afin de s'assurer d'être dans un horizon homogène et une zone peu affectée par les variations hydriques saisonnières (condition naturellement respectée par la présence du niveau enterré).

Il conviendra de respecter la règle suivante concernant les dénivellations d'appuis en zone de risque sismique 3 pour éviter toutes interactions ente les appuis :

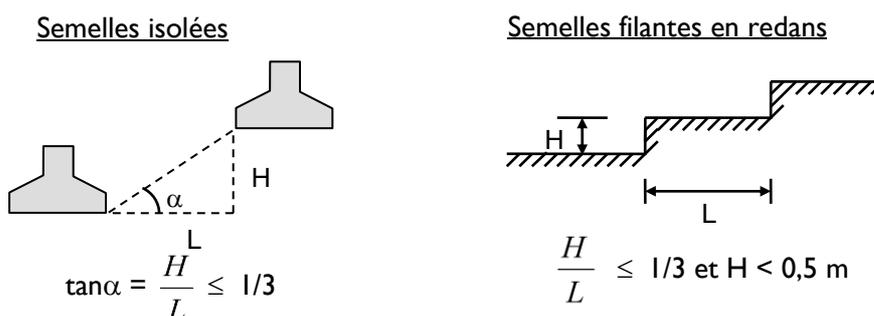


Schéma de principe de la règle relative aux fondations posées à différents niveaux

Nous rappelons que suivant le remaniement de la plateforme lors des travaux de démolitions, il pourra être nécessaire de réaliser des approfondissements de l'assise des fondations, ce qui amènera des surconsommations de béton.

D.4.2. Contrainte de calcul

Pour une fondation isolée (ou filante) descendue et ancrée de façon homogène dans les argiles marneuses à marnes argileuses, les paramètres retenus sont les suivants :

p_{le}^*	=	limitée à 1 MPa
k_p	=	0.8
q_0	=	négligée

Les contraintes de calcul sont alors:

$$\begin{aligned} q'_{ELS} &= 0.29 i_{\delta} i_{\beta} \text{ MPa} \\ q'_{ELU} &= 0.48 i_{\delta} i_{\beta} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Ces contraintes de calculs s'entendent pour des fonds de fouilles sains et non remaniés.

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_{δ} et i_{β} seront inférieurs à 1.

Les fondations auront une largeur minimale de 0.40 m pour des semelles filantes et de 0.60 m pour des appuis isolés.

D.4.3. Exemples de pré-dimensionnements

Le dimensionnement structurel des fondations et des structures sera confié à un BET structure.

L'application de ces contraintes de calcul aux charges aux ELS qui devraient être dimensionnantes, conduit aux dimensions de fondation suivantes pour quelques charges types (ponctuelles 20/50t aux ELS, Filantes 5 et 10t/ml aux ELS suivant, dans le cas de charges centrées verticales).

Appuis Filants

Charge verticale centrée		Largeur semelle filante (m)
t/ml	kN/ml	
5	50	0.4
10	100	0.5
15	150	0.55
20	200	0.7

Appuis Isolés

Charge verticale centrée		Largeur semelle isolée carrée (m)
t	kN	
20	200	0.85
50	500	1.35
100	1000	1.9
150	1500	2.3
200	2000	2.65

Remarque :

Le dimensionnement exhaustif des fondations devra être réalisé lorsque les descentes de charges auront été établies, en tenant compte de tous les efforts appliqués aux fondations (effort verticaux, efforts horizontaux et moments) pour l'ensemble des combinaisons aux différents états limites. Ce dimensionnement devra être effectué au plus tard au stade des études d'exécution (mission G3).

D.4.4. Evaluation des tassements

Les tassements estimés par la méthode pressiométrique sous une contrainte à l'ELS $q'_{ELS} = 0.29 \text{ MPa}$ seront :

Appuis filants

Charge verticale centrée		Largeur semelle filante (m)	Tassement
t/ml	kN/ml		
5	50	0.4	Négligeable
10	100	0.5	Inférieur au demi-centimètre
15	150	0.55	Inférieur au demi-centimètre
20	200	0.7	Inférieur au demi-centimètre

Appuis Isolés

Charge verticale centrée		Largeur semelle isolée carrée (m)	Tassement
t	kN		
20	200	0.85	Négligeable
50	500	1.35	Inférieur au demi-centimètre
100	1000	1.9	Inférieur au demi-centimètre
150	1500	2.3	Inférieur au demi-centimètre
200	2000	2.65	Inférieur au demi-centimètre

Il faudra ajouter à ces tassements, les tassements dus aux charges d'exploitation (1 t à 2 t/m²) qui seront inférieur au demi-centimètre.

D.4.5. Dispositions constructives et sujétions de réalisation

- Les travaux seront réalisés en dehors des périodes de pluie. De plus, les travaux de fondations devront impérativement être réalisés en dehors des périodes de hautes eaux, de façon à ce que le niveau de la nappe ne se trouve pas au-dessus du niveau d'assise prévisionnel des fondations.
- Les terrassements des fondations devront se faire avec un engin de terrassement puissant (pelle hydraulique par exemple). En cas de rencontre de gros blocs, de vestiges d'ouvrages enterrés et pour terrasser dans les marnes argileuses, le BRH sera nécessaire. Nous attirons l'attention sur les basses fréquences générées par les BRH, hautement préjudiciables aux constructions existantes. L'entreprise intégrera dans sa méthodologie des dispositions permettant d'éviter de générer des désordres sur les constructions voisines.
- Toute poche de sol douteux (poche de limon mou, sable lâche, remblais, sol remanié, sol avec débris végétaux ...) qui subsisterait au niveau d'assise théorique retenu sera purgée et remplacée par du gros béton coulé pleine fouille.
- Les fonds de fouille seront plans, homogènes et horizontaux. Ils devront être parfaitement curés et nettoyés avant le coulage.
- Les fondations seront coulées pleine-fouille immédiatement après ouverture.
- En cas de venues d'eau ponctuelles, on les évacuera aussitôt par pompage. Ces dispositifs seront adaptés et contrôlés pour s'assurer de l'absence de tout départ de fines.

D.5. Dispositions à prendre en compte pour le risque retrait-gonflement

Les sols de surface étant sensibles aux variations hydriques, l'ensemble des dispositions suivantes devra être respecté pour s'affranchir des risques de mouvements différentiels des fondations :

- Rigidification de la structure, permettant d'assurer un comportement le plus monolithique possible de la construction.
- Profondeur minimale d'assise des fondations à 1.5 m sous le niveau extérieur actuel et définitif du terrain (cela sera respecté par la présence d'un niveau en sous-sol), et la plus uniforme possible ;
- Récupération des eaux de toiture par des gouttières et rejet des eaux pluviales dans un collecteur étanche, ou dans un fossé suffisamment éloigné des fondations.
- On proscriera la réalisation d'ouvrages d'infiltration des eaux pluviales à proximité du bâtiment (à une distance < 10 m).

D.6. Mise hors d'eau

D.6.1. Gestion des eaux de pluie et de ruissellement

On prévoira la reprise des eaux de toitures par des gouttières reliées à un réseau étanche permettant une évacuation loin des fondations, vers des exutoires non refoulants et pérennes.

De plus, on prévoira un aménagement des abords du bâtiment avec des surfaces étanches et/ou présentant des pentes dirigées vers l'extérieur du bâtiment pour que l'eau de pluie ne stagne pas et qu'elle ne s'infilte pas au niveau des fondations.

D.6.2. Protection vis-à-vis des eaux de nappe ou de circulations

Le projet prévoit la création d'un niveau en sous-sol.

La présence d'une nappe constitue une sujétion importante pour la réalisation des travaux en infrastructure.

Il est à noter que certains des sondages ont montré la présence d'eau en cours de chantier et qu'un niveau d'eau a été relevé en SP2 lors de l'intervention de 2021.

Une étude hydrogéologique visant à estimer les niveaux caractéristiques de la nappe et les débits d'exhaure doit être réalisée avec la mise en place de piézomètres complémentaires, leur suivi et la réalisation d'essais de pompage.

PROTECTION EN PHASE PROVISOIRE CHANTIER

Dans la mesure du possible, les travaux de terrassements devront être réalisés en dehors des périodes de pluie et en dehors des périodes de hautes eaux.

On prévoira notamment :

- un système d'assainissement de la plateforme (fond de fouille dressé avec une (ou des) forme(s) de pente en direction tranchées drainantes reliées à des puisards équipés de pompes de relevage,...) ;
- des dispositions assurant la gestion des eaux de ruissellement « amont » ;
- des dispositifs de drainage au niveau des écrans de soutènement et talus provisoires (bandes de géosynthétique drainant sur au moins 50 % de la surface,...) ;
- dans le cas d'un niveau de nappe au-dessus du fond de fouille ou sensiblement au niveau du fond de fouille, des dispositions de drainage assurant le rabattement (tranchées drainantes,...).

Les dispositifs devront être adaptés aux débits et aux volumes à évacuer. Ils devront être raccordés à un (ou des) dispositif(s) permettant la l'évacuation des eaux conformément aux règlements relatifs à la protection de l'environnement.

Les exutoires devront être non refoulant, pérennes et sans risque pour le chantier et les avoisinants.

PROTECTION CONTRE LES EAUX EN PHASE DEFINITIVE DE L'OUVRAGE

On veillera à respecter les préconisations des DTU 14.1 et DTU 20.1. On prévoira, ainsi, pour les murs enterrés périphériques des mesures adaptées au niveau d'étanchéité requis :

- Exigence d'étanchéité peu contraignante pour le sous-sol (humidité acceptée) : drainer les murs enterrés et le niveau bas, en associant au dispositif de drainage (drainage périphérique et tapis drainant), un pompage permettant la collecte et le rejet de l'eau vers un exutoire. Les éventuels suintements d'eau sur les parois seront repris à partir de l'intérieur du sous-sol, par un système de cunettes périphériques reliées à un dispositif de relevage vers un exutoire existant ou à créer. Ce système de pompage devra être en état de fonctionnement toute la vie de l'ouvrage. La faisabilité de cette solution devra être étudiée vis-à-vis de la réglementation (Dossier Loi sur l'eau).
- Étanchéité totale du sous-sol : mise en place d'un cuvelage étanche sur toute la hauteur du sous-sol avec prise en compte de sous-pressions. Le dimensionnement devra être alors conforme au DTU 14.1 "cuvelage". Cette solution présente l'avantage de ne pas avoir à rejeter d'eau vers un exutoire et d'être constamment pérenne (sans risque en cas de panne de pompe de relevage ou de panne d'électricité). Cependant, cette solution nécessitera la réalisation d'un plancher porté par les fondations.

D.7. Assise du dallage

Il pourra être mis en place un dallage sur terre-plein si la solution de drainage est choisie. Si la solution de cuvelage est privilégiée, il sera mis en place un plancher porté par les fondations.

D.7.1. Principes généraux de mise en œuvre

- Purge des terrains superficiels

Préalablement à la réalisation de la couche de forme, la terre végétale devra être décapée sur toute son épaisseur.

De plus, les éventuelles poches de terrains impropres devront être purgées au-delà de l'arase de terrassement prévisionnelle :

- Eventuels remblais ;
- Sols comportant des éléments végétaux (souches, racines,...) ;
- Terrains remaniés, très mous ou très lâches.

Pour des poches paraissant de plus faible compacité, des essais de type pénétromètre dynamique pourront être nécessaires pour vérifier la nécessité de la purge. Ils devront être prévus dans le plan de contrôles à mettre en œuvre par l'entreprise.

L'étendue et l'épaisseur des zones de purge ne peuvent pas être définies avec précision à ce stade. Il convient donc de provisionner des opérations de purge/substitution et des quantités matériaux permettant de prendre en compte cet aléa.

La substitution des éléments démolis et purgés sera réalisée en respectant les prescriptions relatives au remblai technique et à la couche de forme définies ci-dessous.

Dans le cadre de la mission de suivi géotechnique d'exécution, toutes zones de sol douteux devront faire l'objet d'une fiche de traitement mentionnant :

- Les caractéristiques du sol douteux : localisation sur un plan géomètre, niveaux NGF, matériaux identifiés,...
 - Les caractéristiques de la substitution avec une fiche de suivi spécifique de mise en œuvre incluant notamment les résultats des essais de contrôle de compactage.
- Couche de forme

On respectera les recommandations ci-après :

- Travailler par temps sec et en dehors des périodes de hautes eaux ;
- S'assurer que l'intégralité des parties enterrées des ouvrages préexistants a bien été purgée ;
- Purger l'ensemble des terrains superficiels (voir ci-dessus) ;
- Mettre en œuvre un système d'assainissement de la plateforme afin d'éviter toute stagnation sur le fond de fouille.
- Recompacter légèrement le fond de forme obtenu pour refermer les matériaux.

La réalisation de la couche de forme ne pourra être réalisée qu'après la levée d'un point d'arrêt réceptionnant le fond de fouille :

- Vérifications visuelles de l'arase de terrassement ;
- Contrôles de portance de l'arase de terrassement par des essais à la plaque. On cherchera à obtenir au minimum $EV2 \geq$ environ 15 MPa (On prévoira un essai pour 500 m² et 3 essais minimum par bâtiment).
- Contrôles spécifiques des zones de purges/substitution mentionnées ci-avant,

Après la levée du ou des points d'arrêt décrits ci-dessus, la couche de forme pourront être mis en respectant les préconisations suivantes :

- Disposer un géotextile de séparation et filtration en fond de forme.
- Mettre en œuvre une couche de forme en matériaux granulaires non évolutifs (de type GNT de classe D21 ou D31 avec $D_{max} \leq 80$ mm ou de type concassé de roche dure de classe R21, R41 ou R61, avec $VBS \leq 0.1$, passant à 80 microns ≤ 12 % et $D_{max} \leq 80$ mm), soigneusement compactée.

On n'utilisera pas de graves issues de la filière du recyclage sous l'emprise du futur bâtiment (cf DTU 13.3).

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.

Pour des travaux réalisés par temps sec estival et avec un niveau de nappe largement en dessous de l'arase de terrassement, on prévoira une épaisseur minimale de couche de forme de 50* cm.

- Réaliser des contrôles à l'aide d'essais à la plaque. On cherchera à obtenir au minimum :

- o Module de Westergaard : $K_w \geq 50$ MPa/m (DTU 13.3)
- o Module de second cycle EV2 : $EV2 \geq 50$ MPa

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

- Désolidariser la dalle des structures verticales adjacentes.

* Cette épaisseur est valable pour une mise en œuvre par temps sec et en période de basse eau. Dans le cas contraire, elle devra être fortement majorée. De plus, elle ne tient pas compte de l'épaisseur à respecter pour assurer la fonction de drainage. Aussi, en première approche, on prévoira une épaisseur totale de couche de forme de 0.80 m minimum.

Remarque :

- La présence d'eau en fond de forme pourra nécessiter un drainage provisoire et un pompage d'évacuation.
- 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 préciser l'épaisseur de la couche de forme pour atteindre les objectifs de portance.
- La mise en œuvre de la couche de forme devra se faire au fur et à mesure du décapage et des décaissements éventuels afin de ne pas exposer les arases aux conditions météorologiques.
- Le dispositif drainant (diamètre des drains, espacement entre les drains, ...) devra être dimensionné en fonction des débits de mise hors d'eau dans une mission hydrogéologique spécifique.

D.7.2. Module des déformations des sols sous dallages et tassements

Les modules de déformation du sol E_s à retenir pour le calcul des dallages sont estimés à partir du module pressiométrique E_M et du coefficient rhéologique α et de corrélation avec les essais pressiométriques et en considérant un niveau de sous-sol situé entre 3 et 4 m de profondeur :

N°	Type de sol et profondeur correspondante	Module E_s	Epaisseur
-	Couche de forme granulaire compactée et contrôlée par essais de plaque	$E_{s1} = 45 \text{ MPa}$	0.8 m
1	Colluvions	$E_{s2} = 15 \text{ MPa}$	Jusqu'à 1.2 m
2	Argile marneuse à marne argileuse	$E_{s2} \geq 100 \text{ MPa}$	Au-delà

L'hétérogénéité devra être prise en compte et les calculs de structure des dallages devront être menés en tenant compte des variations des épaisseurs des couches et des variations des valeurs de modules.

Pour un dallage de 20 cm d'épaisseur et sous les charges d'exploitation de 20 kN/m², le tassement prévisionnel sera inférieur au demi-centimètre.

D.8. Voiries

D.8.1. Couche de forme

La mise en œuvre d'une couche de forme est nécessaire afin d'obtenir une plateforme support de la structure de chaussée qualifiée de PF2, ce qui correspond à un objectif de portance $EV2 \geq 50 \text{ MPa}$ suivant essais à la plaque de Type LCPC.

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

- Travailler par temps sec et en dehors des périodes de hautes eaux ;
- Décapager les sols douteux ou comportant des éléments évolutifs sur toute leur épaisseur ;

- Mettre en œuvre un système d'assainissement de la plateforme afin d'éviter toute stagnation sur le fond de fouille.
- 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 granulaires non évolutifs (de type GNT de classe D21 ou D31 avec $D_{max} \leq 80$ mm ou de type concassé de roche dure de classe R21, R41 ou R61, avec $VBS \leq 0.1$, passant à 80 microns ≤ 12 % et $D_{max} \leq 80$ mm), 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.

Il faudra contrôler la portance par des essais à la plaque de type LCPC (NF P 94-117-1). On cherchera à obtenir, suivant les spécifications LIDL :

EV2 ≥ 50 MPa ⁽¹⁾ en tête de couche de forme

EV2 ≥ 80 MPa en tête de couche de fondation

⁽¹⁾ : Nous recommandons d'atteindre un objectif EV2 d'au moins 65 MPa en tête de couche de forme, pour permettre d'attendre l'objectif EV2 d'au moins 80 MPa en tête de la couche de fondation de 15 cm d'épaisseur.

Pour des travaux réalisés par temps sec estival et avec un niveau de nappe largement en dessous de l'arase de terrassement, on prévoira une épaisseur minimale de couche de forme de 65 cm (pour atteindre une portance EV2 ≥ 65 MPa).

Dans le cas où le fond de fouille présente une portance quasi nulle au moment des travaux (PST0 AR0, en cas de pluie avant ou pendant les travaux, par exemple) il sera nécessaire de mettre en œuvre des dispositions complémentaires permettant de passer à un support de classe ARI. Il s'agira pas exemple de mettre en œuvre un cloutage du fond de forme, d'augmenter l'épaisseur de la couche de forme et/ou de renforcer les dispositions de drainage.

Les réseaux enterrés sous chaussée devront être remblayés avec soin et un compactage selon les règles en vigueur.

D.8.2. Structure de chaussée

Dès lors, et sur la base du contrat cadre, on pourra disposer la structure de chaussée souple suivante :

- 6 cm de béton bitumineux (revêtement, couche de roulement)
- 8 cm de couche de base en grave bitume
- 15 cm de couche de fondation en GNT A ou B, EV2 ≥ 80 MPa et EV2/EV1 ≤ 2.2

Localement, au droit des zones de retournement, on pourra envisager une structure bitumineuse épaisse avec un enrobé à module élevé (EME2) et, au droit des zones de béquillage ou le long des quais de déchargement, une structure en béton de ciment.

Ces structures devront faire l'objet d'une étude spécifique au stade des études d'exécution.

D.9. Sujétions de conception et de réalisation

D.9.1. Conception

Note à l'attention des entreprises :

Les entreprises devront réaliser les études géotechniques G3 sur la base des modèles géotechniques de l'étude G2. 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 (zone 4) n'ont pas été prises en compte car non évaluées.

Les charges prises en compte dans nos dimensionnements sont celles données par LIDL et uniquement verticales centrées pour un magasin type, celles du projet seront à évaluer en phase EXE avec un dimensionnement des fondations et de l'amélioration de sol éventuelle correspondant au torseur de charge.

Le dimensionnement des fondations et des structures sera confié à un BET spécialisé.

La profondeur de fondation prise en compte est définie dans le 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 (notamment eu égard à la présence éventuelle d'eau, des conditions de réalisation des matelas de transfert de charge sur les inclusions, des conditions de mitoyenneté, de l'implication sur les autres lots...).

Lot VRD :

Le dispositif de stockage des eaux pluviales devra être compatible avec la nature des sols, la présence d'eau et ses fluctuations et avec le système de fondation des ouvrages et des avoisinants en cas de proximité d'ouvrage.

D.9.2. Réalisation, contrôles et suivis

On notera que la mission G2 n'est qu'une étude de projet limitée à une solution. En phase EXE, l'étude (Mission G3) devra être exhaustive, elle intégrera tous les ouvrages géotechniques situés dans la ZIG (zone d'influence géotechnique) et les mitoyens avec la prise en compte de l'ouvrage réel et de phasage d'exécution retenus.

Les travaux seront réalisés en dehors des périodes de pluie.

Il faudra prévoir aux points bas du projet, un dispositif de collecte des eaux pluviales (rampes, etc...).

Dans le cas de vestige de fondations ou d'ouvrages enterrés. Il conviendra de prévoir un suivi de la démolition des existants afin de s'assurer du curage total des appuis et de la réalisation soignée du remblaiement, ce suivi sera accompagné d'un levé topographique par un géomètre ou seront notées les zones de purge.

Les travaux devront faire l'objet d'un suivi d'étude et de réalisation (mission G4) sur la base d'une mission G3 (à charge de l'entreprise) afin de s'assurer des hypothèses prises en phase projet. Cette étude intégrera un plan d'assurance qualité (PAQ) qui précisera les procédures et contrôles d'exécution.

A minima, on pourra retenir suivant les postes, les points d'arrêts suivants :

Substitution des ouvrages enterrés (ou parties d'ouvrages enterrés) démolis et purgés (fondations,...)	Essais de type pénétromètre dynamique sur toute l'épaisseur de remblais mis en œuvre avec : 1 essai minimum par zone de purge semblable (profondeur semblable et matériaux en remblais identiques) Et 1 essai minimum tous les 100 m ² .
Talus/Soutènement	Visite d'un géotechnicien pour adaptation des pentes de talus en fonction des sols réellement rencontrés au droit des terrassements Suivi d'exécution des écrans de soutènement provisoires
Arase/Fond de forme sous voirie et sous dallage	Portance : essais à la plaque (1 essai/300 m ²) avec 3 essais minimum
Couche de forme sous voirie et sous dallage	Identification GTR+ teneur en eau (200 m ³) Mise à disposition des fiches de matériaux Portance : essais à la plaque (1 essai/250 m ²) avec 3 essais minimum
Suivi de réalisation des fondations	Visite par un géotechnicien et PV de réception

Dans le cadre d'une mission G3 l'entreprise devra réaliser des PV de réception des fouilles de fondations.

Ce PV comportera à minima les points suivants :

- Désignation et localisation de la fondation,
- Géométrie et nivellement de la fouille,
- Description des sols excavés et de l'assise,
- Eventuelles dispositions constructives,
- Une photographie de la fouille.

Le présent rapport conclue la mission G2 Phase AVP qui a été confiée à FONDASOL.

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

Selon la norme NF P94-500, cette phase est insuffisante pour consulter les entreprises ; elle doit être suivie des phases PRO de prédimensionnement des ouvrages géotechniques, et ACT visant notamment à vérifier avant l'envoi du DCE aux entreprises, que les préconisations de l'étude G2 sont bien prises en compte dans les paragraphes du CCTP relatifs aux ouvrages géotechniques.

Il conviendra également de missionner un géotechnicien pour la supervision d'exécution des travaux géotechniques dans le cadre d'une mission G4. L'étude et le suivi d'exécution de ces travaux est à confier à l'entreprise dans le cadre d'une mission G3.

Fondasol est à la disposition du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre pour réaliser les missions d'étude G2 phase PRO et la mission G4.

ANNEXES



I. CONDITIONS GENERALES DE SERVICE

1. Formation du Contrat

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

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

2. Entrée en vigueur

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

3. Prix

Les prix sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement du devis. Préalablement au Contrat, les prix sont valables selon la durée mentionnée au devis et au maximum pendant deux (2) mois à compter de la date du devis. À l'entrée en vigueur du Contrat, les prix sont fermes et définitifs pour une durée de six (6) mois mis à jour tous les six (6) mois par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant le dernier indice publié à la date d'émission du devis.

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

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

Sauf indication contraire dans le devis, les prix des Prestations relatifs à des quantités à réaliser, quelle qu'en soit l'unité (notamment sans que cela ne soit exhaustif, 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.554-1 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'historique 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 de 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 traitement 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 exécutées 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 originale : 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 finale).

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 :

- En cas d'Imprévus,
- En cas de violation par le Client d'une ou plusieurs de ses obligations contractuelles,
- 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.241-1 du Code des assurances. **À ce titre et en toute hypothèse y compris pour les ouvrages non soumis à obligation d'assurance, les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire.** Il est expressément convenu que le Client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Au-delà de 15 M€ HT de valeur de l'ouvrage, le Client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Le Client prendra en charge toute éventuelle sur-cotation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inhabituels sont exclus du contrat d'assurance en vigueur et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. À défaut de respecter ces engagements, le Client en supportera les conséquences financières. Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

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

22. Changement de lois

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

23. Interprétation, langue

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

24. Cessibilité de Contrat, non-renonciation

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

25. Divisibilité

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

26. Litiges - Attribution de juridiction

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

NOVEMBRE 2018

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

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

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

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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique en page suivante

Février 2014

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

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

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PRELABLE (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'avoisnants 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 avoisnants), 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 avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

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

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

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisnants 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)

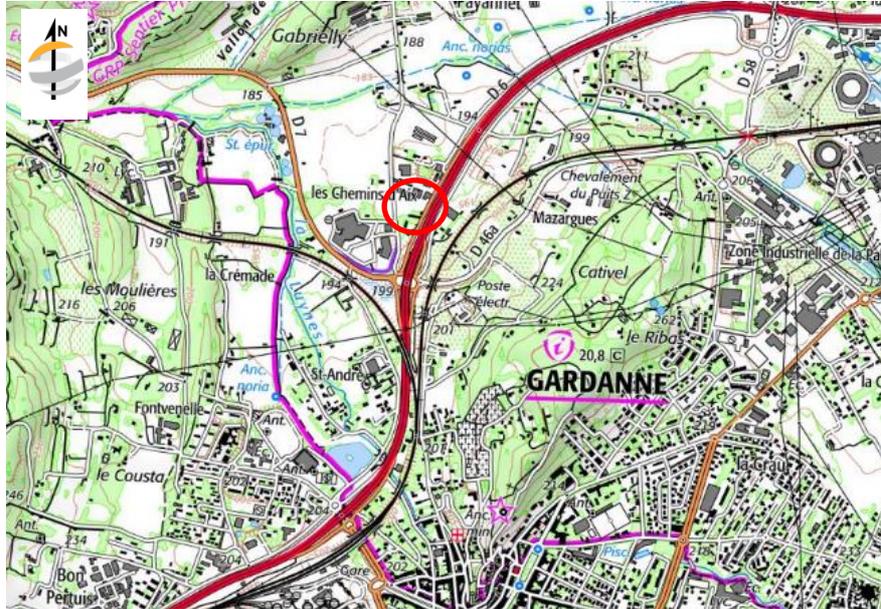
Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou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

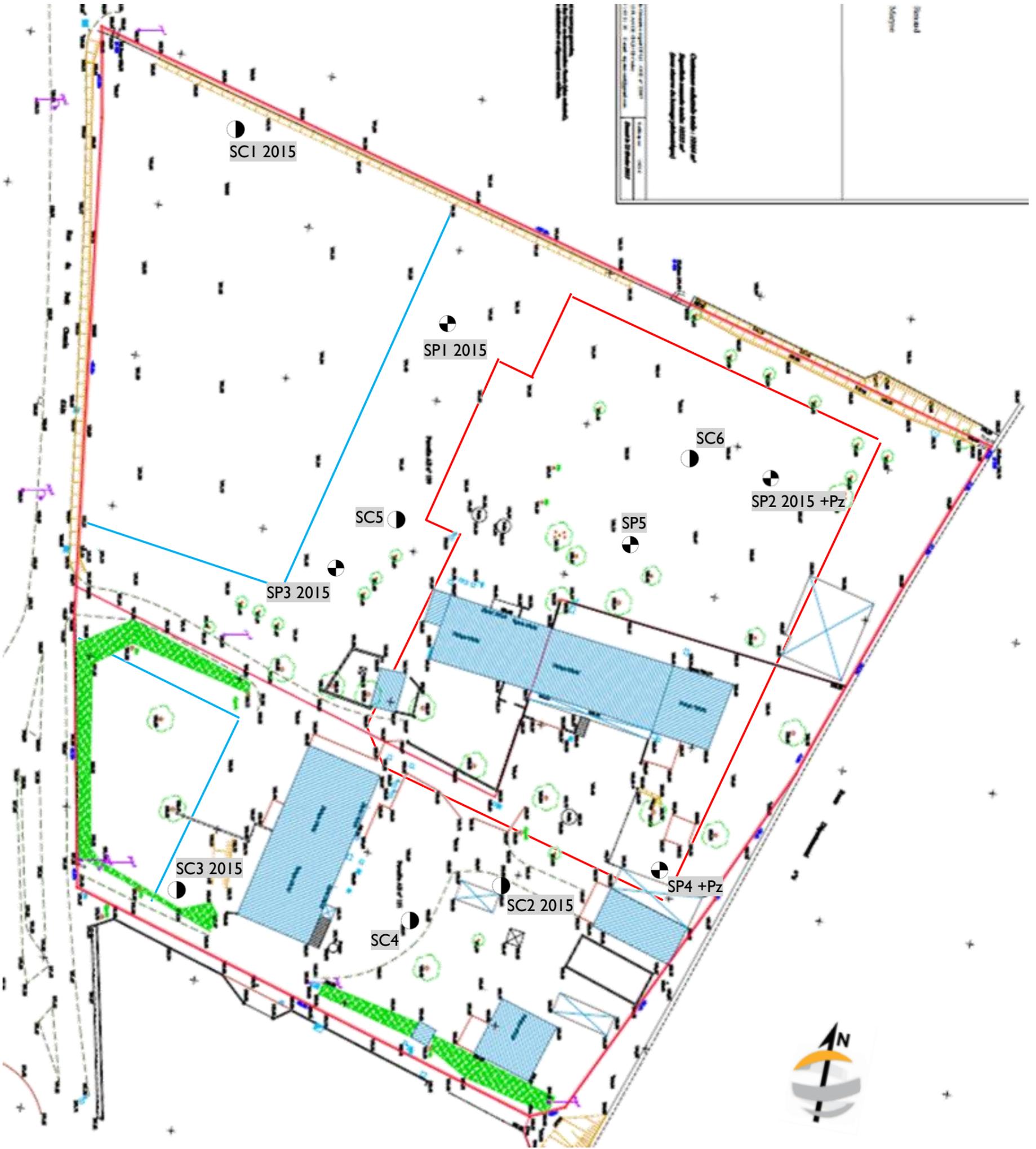
Février 2014

4. PLAN DE SITUATION





5. IMPLANTATION DES SONDAGES





6. RESULTATS DES SONDAGES



**Aménagement d'une surface commerciale
GARDANNE**

n° affaire AF.EMA.15.0129

Date : 24/09/2015

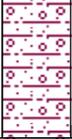
Cote : 190.7

Profondeur : 0.00 - 1.50 m

1/80

Sondage : SC1

EXGTE B3.17.17/GTE

Cote	Prof (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Tubage	Echantillons
189.2	1.50 m	 Limons sablo-caillouteux fermes marron clair	Néant	CB	TP 68/83 mm	Echantillon Remanié 1.00 m Echantillon Remanié 1.50 m

Cote	Prof (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Tubage	Echantillons
192.0	1.00 m	 Sables limono-caillouteux + ou - denses marron clair	Néant	CB	TP Ø 68/83 mm	Echantillon Remanié 1.00 m
191.5	1.50 m	 Sables argileux marron clair				1.50 m

Cote	Prof (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Tubage	Echantillons
192.2	0.10 m	Remblais limono-graveleux brun foncé	Néant	CB	TP Ø 68/83 mm	Echantillon Remanié 1.00 m
191.3	1.00 m	Sables limono-caillouteux lâches marron clair				
190.8	1.50 m	Sables argileux denses marron clair				

SC4	Longitude	Latitude	Élévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau
	5,466146290	43,466510181	+192,9 m	0,0°	3,0 m	<input checked="" type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> Stabilisé

Début	Fin	Machine	Opérateur
27/08/2021	27/08/2021	AC18	AKOUDAD

Élévation	Prof.	Lithologie	Description	Fluides	Outils
192,8	0		Enrobé gris foncé 0,01 m	A sec	Carottier percussion Ø90mm
			Remblai de cailloux à matrice sableuse beige à gris 0,1 m		
192,4			Limon sableux marron foncé à rares cailloux 0,5 m		
	1		Argile marneuse bariolée (rougeâtre, blanche, grise) à passées sableuses 1,8 m	1,8 m	1,8 m
191,1	2		Marne bariolée (rougeâtre, blanche, grise) 3 m	Air	Tailliant Roto-percussion Ø64mm
189,9	3				

SC5	Longitude	Latitude	Élévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau
	5,466073799	43,467016816	+191,7 m	0,0°	3,0 m	<input checked="" type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> Stabilisé

Début	Fin	Machine	Opérateur
26/08/2021	26/08/2021	AC18	AKOUDAD

Élévation	Prof.	Lithologie	Description	Fluides	Outils
191,7	0		Limon sableux marron à rares cailloux	A sec	Carottier percussion
			1 m		
190,7	1		Argile limoneuse à limon argileux marron à beige à rares cailloux		
			1,5 m		
190,2			Argile marneuse bariolée (rougeâtre, blanche, grise) à passées sableuses		
	2		2,3 m	2,3 m	2,3 m
189,4			Marne bariolée (rougeâtre, blanche, grise)	Air	Taillant Roto-
			3 m	3 m	3 m

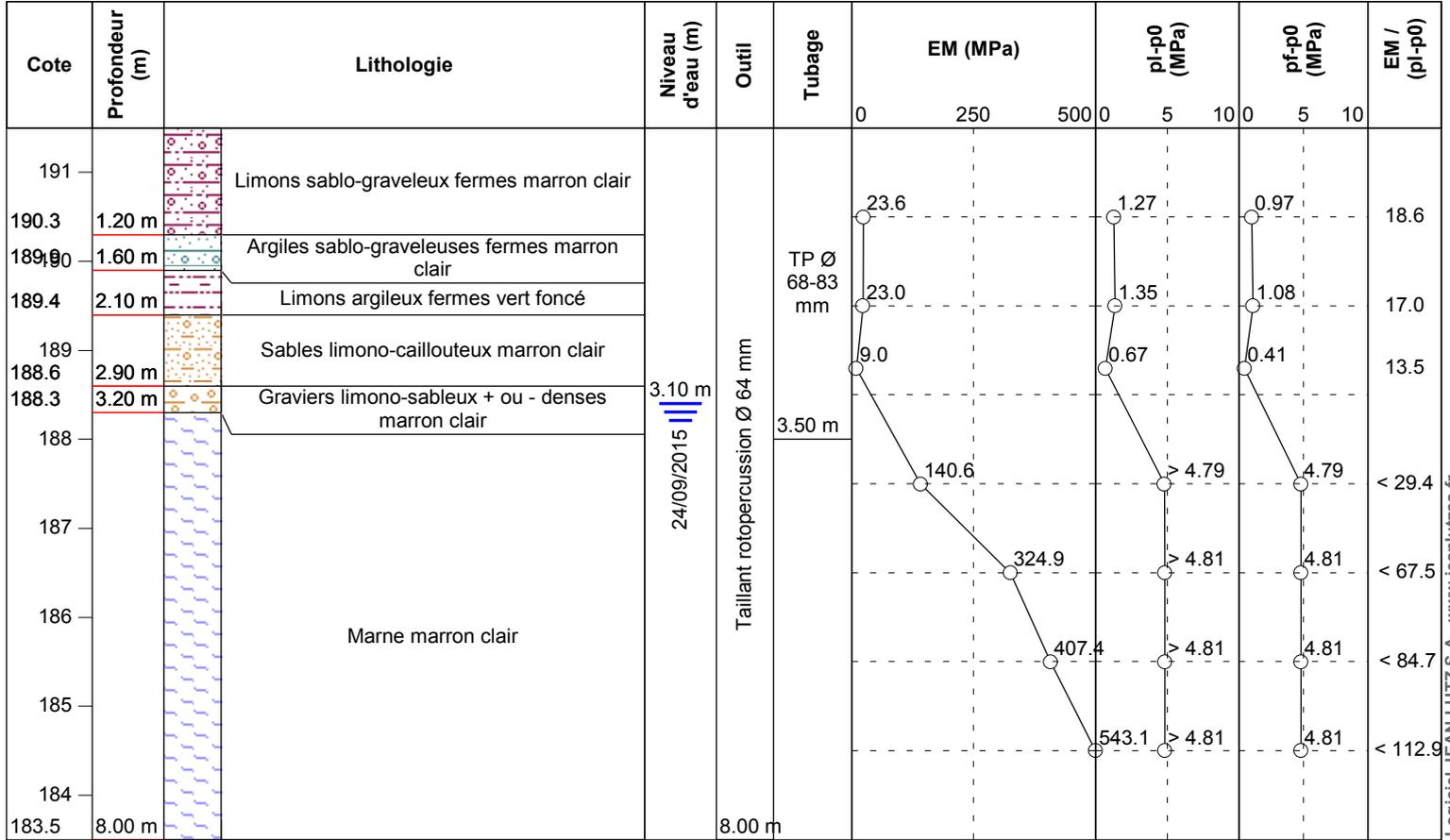
188,7	3				
-------	---	--	--	--	--

SC6	Longitude	Latitude	Elévation	Angle	Profondeur atteinte	Niveau d'eau
	5,466465788	43,467094759	+192,4 m	0,0°	3,0 m	<input checked="" type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> Stabilisé

Début	Fin	Machine	Opérateur
26/08/2021	26/08/2021	AC18	AKOUDAD

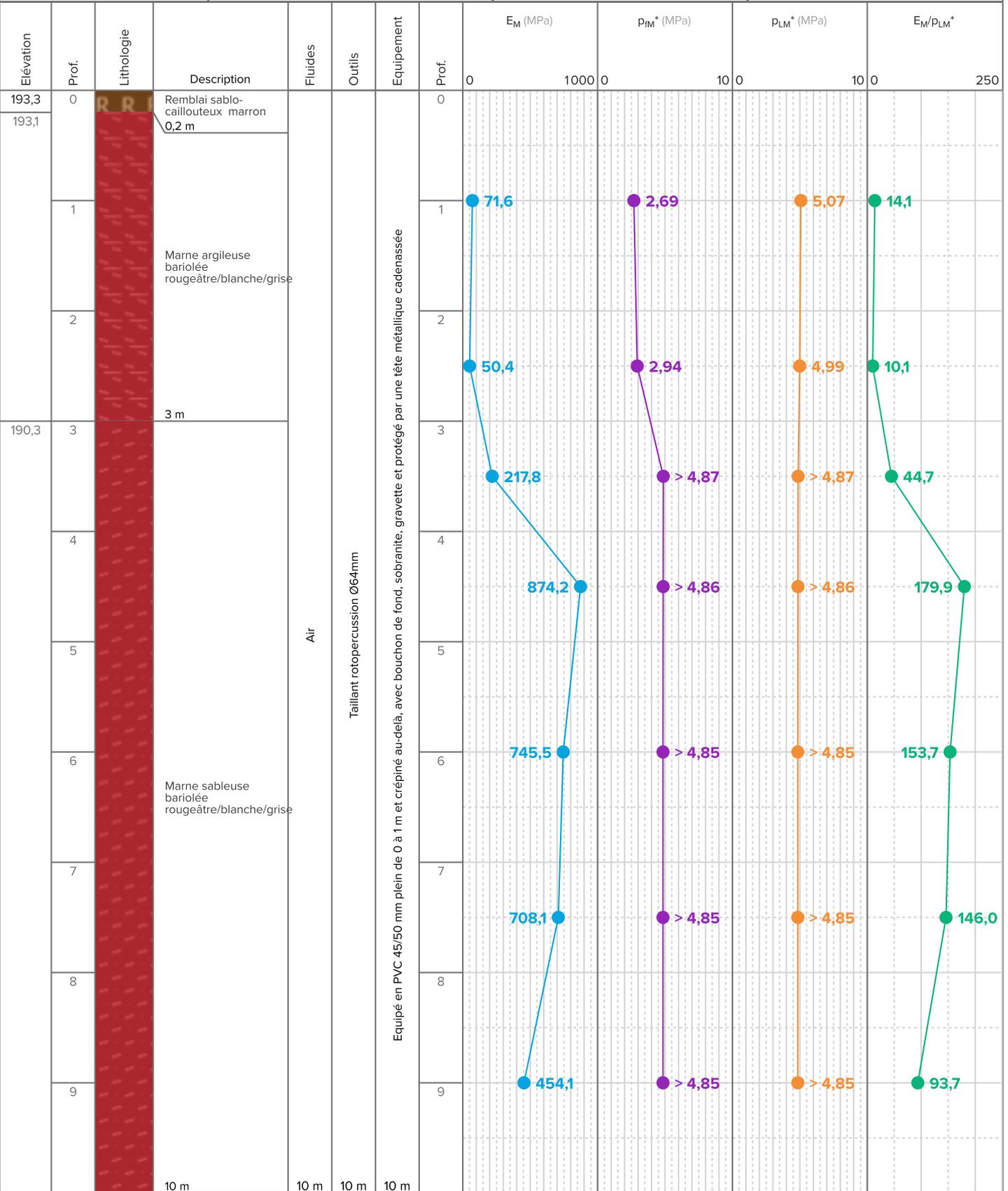
Elévation	Prof.	Lithologie	Description	Fluides	Outils
192,4	0		Limon sableux marron à cailloux et radicelles 0,2 m	A sec	Carottier percussion Ø90mm
192,2	1		Limon sableux marron foncé à rares cailloux et radicelles 1,8 m		
190,6	2		Argiles sableuse beige à marron à rares cailloux 3 m		
189,4	3			3 m	3 m

Cote	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Tubage	Equipement forage	EM (MPa)			pl-p0 (MPa)	pf-p0 (MPa)	EM / (pl-p0)
							0	250	500	0	5	10
192		Argiles sableuses fermes marron clair										
191.3	1.20 m						23.3		1.11		0.85	21.0
190.8	1.70 m	Argiles limoneuses fermes marron foncé					35.8		1.60		1.36	22.4
190.1	2.40 m	Sables argilo-caillouteux + ou - denses marron clair					51.1		4.27		3.28	12.0
190							133.0		4.75		2.87	< 28.0
189							109.8		4.83		4.83	< 22.7
188		Marne saine marron clair					306.5		4.87		4.87	< 62.9
187							360.5		4.87		4.87	< 74.0
186												
185												
184.5	8.00 m											



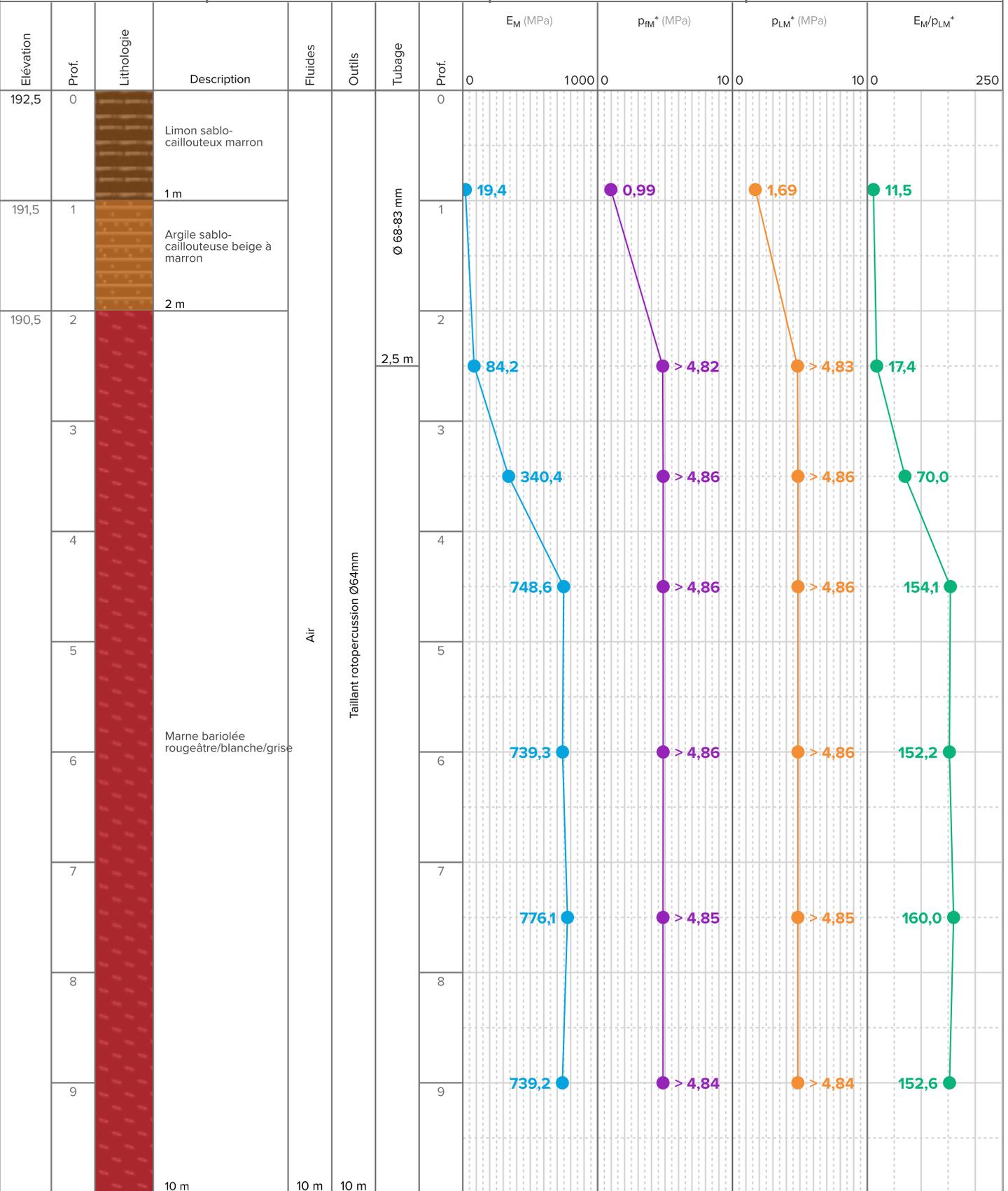
SP4	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+193,3 m	10,0 m	0,0°	AC18	<input checked="" type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PMT-SP4	Pressiomètre	30/08/2021	30/08/2021



SP5	Elévation	Profondeur atteinte	Angle	Machine	Niveau d'eau
	+192,5 m	10,0 m	0,0°	AC18	<input checked="" type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> Stabilisé

Données	Type	Début	Fin
PMT-SP5	Pressiomètre	26/08/2021	26/08/2021



ESSAI D'INFILTRATION A CHARGE VARIABLE EN FORAGE OUVERT

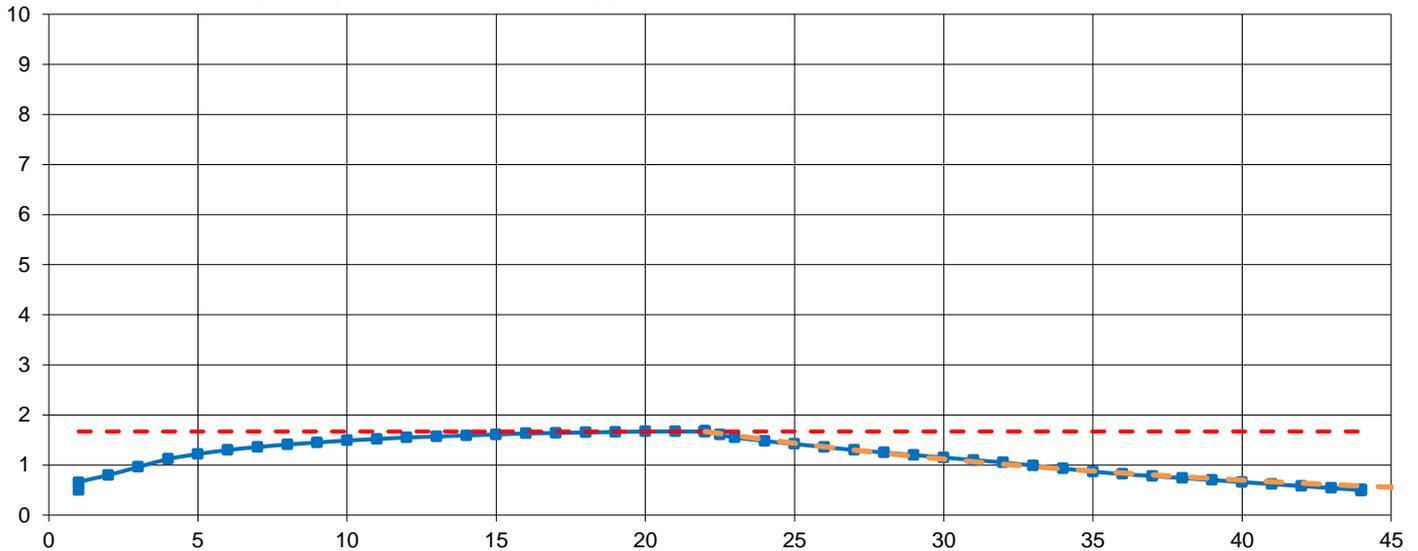
réalisé conformément à la norme NF EN ISO 22282-2
FTQ 233-3-C

AFFAIRE N° :	PR.13GT.21.0170
CHANTIER :	CONSTRUCTION D UNE SURFACE COMMERCIALE -
SONDAGE N° :	SP5
DATE :	26/08/2021
PROFONDEUR DE L'ESSAI :	de 1.00 à 2.00 m

TYPE DE L'ESSAI :	Nasberg
MODE OPERATOIRE :	Par injection
DEBIT D'ESSAI :	2.2 l/min 3.73E-05 m ³ /s

LONGUEUR DE LA CAVITE D'ESSAI :	L = 1.00 m
DIAMETRE DE LA CAVITE D'ESSAI :	D = 0.064 m
ELANCEMENT DE LA CAVITE :	L/D = 15.6
DIAMETRE DE LA SPHERE EQUIVALENTE :	m = F/D = 28.5

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



OBSERVATIONS

Vérifié par: CB

temps (min)

COEFFICIENT DE PERMEABILITE

PHASE D'INJECTION 1.7E-05 m/s

calcul à l'aide du régime permanent

RETOUR A L'EQUILIBRE 2.3E-06 m/s

PHASE I : INJECTION

durée corrigée (min)	charge hydraulique h(m)
1	0.50
1	0.65
2	0.80
3	0.96
4	1.12
5	1.22
6	1.30
7	1.36
8	1.41
9	1.45
10	1.49
11	1.52
12	1.55
13	1.57
14	1.59

durée corrigée (min)	charge hydraulique h(m)
15	1.61
16	1.63
17	1.64
18	1.65
19	1.66
20	1.67
21	1.67
22	1.67

PHASE 2 : RETOUR A L'EQUILIBRE

durée corrigée (min)	charge hydraulique h(m)
0	1.67
0.5	1.61
1	1.55
2	1.48
3	1.42
4	1.36
5	1.30
6	1.25
7	1.20
8	1.15
9	1.10
10	1.05
11	0.99
12	0.93
13	0.87
14	0.82

durée corrigée (min)	charge hydraulique h(m)
15	0.78
16	0.74
17	0.70
18	0.66
19	0.62
20	0.58
21	0.54
22	0.50

7. RESULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : Construction d'une surface commerciale LIDL GARDANNE
N° d'affaire : 13GT.21.0170 **Laboratoire :** AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: oui
Sondage : SC4
Profondeur (m) : 1.00 à 1.80 **Date de réception :** 01/09/2021
Cote (m) : à **Mode de prélèvement :** Sondage carotté
Profondeur moyenne : 1.40 m
Nature matériau : argile limoneuse rougeatre **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)

Date de l'essai : 14/09/2021
Observations : **Résultat :**
Teneur en eau :
w_n = 10.3 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU

Date de l'essai :
Conditions :
Conditions de conservations :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau
Température de la salle d'essai : °C
Observations : **Résultats :**
ρ = t/m³
Autres paramètres :
ρ_d = t/m³
γ = kN/m³
γ_d = kN/m³

LIMITES D'ATTERBERG

Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)

Limite de liquidité W_L :

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)	22.2	20	17.6	15.6
w (%) (NF P 94-050)	32.2	31.1	30.1	29.2

Date de l'essai :
Limite de plasticité W_p :

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)	17.3	17.2	17.5

Résultats :
W_L = 30 %
W_p = 17 %
I_p = 13
Observations :

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)

Date de l'essai : 17/09/2021 **Fraction 0/5mm dans la fraction**
Proportion : C = 100
Observations : **Résultat :**
Valeur de bleu du sol :
VBS = 2.73

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)

Date de l'essai :
Fraction testée : fraction 0/2 mm **f =** %
Teneur en eau : w = %
Observations : **Résultats :**
SE₁ = %
SE₂ = %
Equivalent de sable :
SE(10) = %

COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)

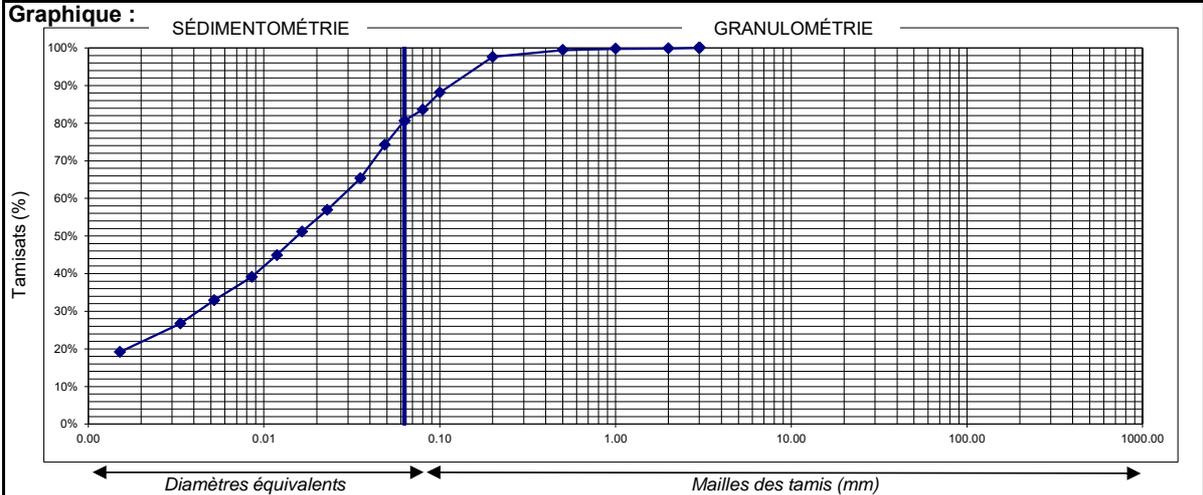
Observations : **Résultat :**
F_s = %

**ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC
APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION**
(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

Nom de l'affaire : Construction d'une surface commerciale LIDL GARDANNE
N° d'affaire : 13GT.21.0170 **Laboratoire :** AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: oui
Sondage : SC4 Date d'essai granulométrie : 16/09/2021
Profondeur (m) 1.00 à 1.80 Date d'essai sédimentométrie : 20/09/2021
Cote (m) : à Mode de prélèvement : Sondage carotté
Profondeur moyenne : 1.4 m Date de réception : 01/09/2021

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :			
Classification NF P 11-300 : A2	Nature du sol selon Classification granulométrique		argile limoneuse
Nature du sol : argile limoneuse rougeâtre	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum : dm = 5 mm	% estimé d'éléments > d _m	Température d'étuvage : 105°C
% de passant à : 50 mm = 100.00% 2 mm = 99.86% 2 µm = 21.79% 20 mm = 100.00% 80 µm = 83.59% 5 mm = 100.00% 63 µm = 80.61%			Plus gros élément Dmax = 3 mm



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer * calculé sur la fraction fine

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Résultats :														
Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.86	99.78	99.43	97.60	88.14	83.59	80.61
Refus %								0.14	0.22	0.57	2.40	11.86	16.41	19.39

DONNÉES SÉDIMENTOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Paramètres :		Résultats :							
Densimètre :		Temps (h:min:s)	Lecture R _h	Température (°C)	η (mPa.s)	Lecture corrigée Rd	H _r (mm)	K _c (%)	ø équiv D (µm)
h =	157.18 mm	00:01:00	17.4	22.9	0.9	16.70	138.80	74.2%	48.59
V _h =	63.8 ml	00:02:00	15.4	22.9	0.9	14.70	146.53	65.3%	35.30
N =	20.36 mm	00:05:00	13.5	22.9	0.9	12.80	153.88	56.9%	22.88
Facteurs correcteurs :		00:10:00	12.2	22.8	0.9	11.50	158.91	51.1%	16.46
C _m =	-0.5	00:20:00	10.8	22.8	0.9	10.10	164.32	44.9%	11.84
R ₀ ' =	0.70	00:40:00	9.5	22.8	0.9	8.80	169.35	39.1%	8.50
Éprouvette : L = 295.22 mm		01:50:00	8.1	22.8	0.9	7.40	174.76	32.9%	5.20
Masse volumique :		04:36:00	6.7	22.7	0.9	6.00	180.17	26.7%	3.34
ρ _s =	2.687 Mg/m ³	23:10:00	5.0	21.6	1.0	4.30	186.75	19.1%	1.51
Conventionnelle	<input checked="" type="checkbox"/>								
Mesurée :	<input type="checkbox"/>								

Observations :

**DÉTERMINATION
DE LA TENEUR EN CARBONATES**
(réalisé selon la norme NF P 94-048)

Nom de l'affaire : **LIDL GARDANNE**

Laboratoire : **AVIGNON**

N° d'affaire : **13GT.21.0170**

Sondage : **SC4**

Date d'essai : **23/09/2021**

Profondeur : **1** à **1.8** m

Date de réception : **01/09/2021**

Cote : **à** m

Profondeur moyenne : **1.4** m

Résultats :

Teneur en Carbonates du matériau - CaCO₃ :

CaCO₃ moy = **37** %

CaCO₃ écart type = **2** %

Prises d'essai :

CACO₃ :N°1 = **35.7** %

CACO₃ :N°2 = **39.1** %

Observations :

--

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : Construction d'une surface commerciale LIDL GARDANNE
N° d'affaire : 13GT.21.0170 **Laboratoire :** AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: oui
Sondage : SC5
Profondeur (m) : 1.00 à 1.50 **Date de réception :** 01/09/2021
Cote (m) : à **Mode de prélèvement :** Sondage carotté
Profondeur moyenne : 1.25 m
Nature matériau : argile limoneuse beige **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)

Date de l'essai : 14/09/2021
Observations : **Résultat :**
Teneur en eau :
w_n = 2.2 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU

Date de l'essai :
Conditions :
Conditions de conservations :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau
Température de la salle d'essai : °C
Observations : **Résultats :**
ρ = t/m³
Autres paramètres :
ρ_d = t/m³
γ = kN/m³
γ_d = kN/m³

LIMITES D'ATTERBERG

Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)

Limite de liquidité W_L :

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)	23.6	20.4	17.2	15.2
w (%) (NF P 94-050)	34.3	32.7	30.9	29.8

Date de l'essai :
Limite de plasticité W_p :

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)	18.3	18.2	18.1

Résultats :
W_L = 31 %
W_p = 18 %
I_p = 13
Observations :

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)

Date de l'essai : 17/09/2021 **Fraction 0/5mm dans la fraction**
Proportion : C = 100
Observations : **Résultat :**
Valeur de bleu du sol :
VBS = 2.74

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)

Date de l'essai :
Fraction testée : fraction 0/2 mm **f =** %
Teneur en eau : w = %
Observations : **Résultats :**
SE₁ = %
SE₂ = %
Equivalent de sable :
SE(10) = %

COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)

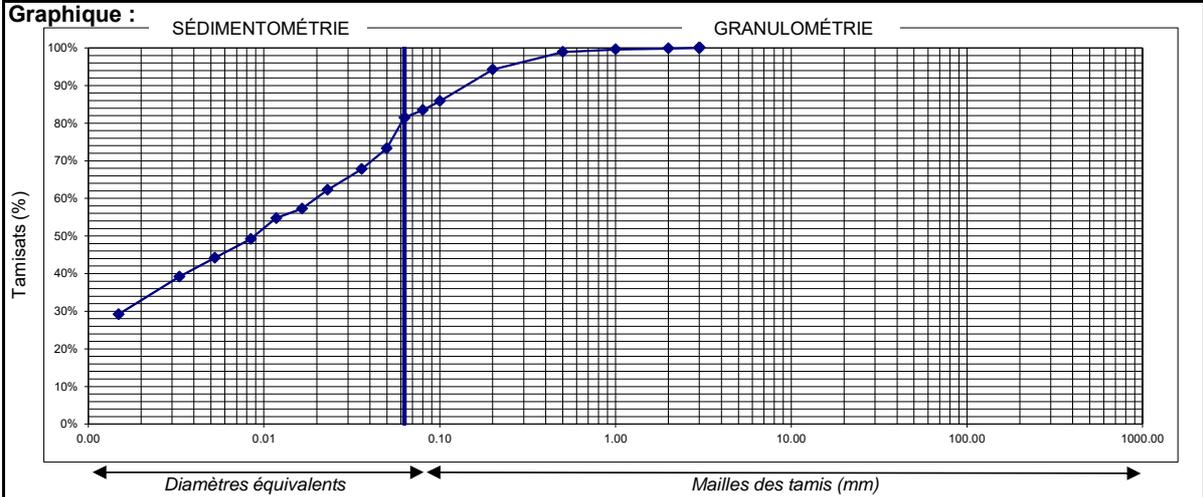
Observations : **Résultat :**
F_s = %

**ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC
APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION**
(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

Nom de l'affaire : Construction d'une surface commerciale LIDL GARDANNE
N° d'affaire : 13GT.21.0170 **Laboratoire :** AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: oui
Sondage : SC5 Date d'essai granulométrie : 16/09/2021
Profondeur (m) 1.00 à 1.50 Date d'essai sédimentométrie : 20/09/2021
Cote (m) : à Mode de prélèvement : Sondage carotté
Profondeur moyenne : 1.25 m Date de réception : 01/09/2021

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :			
Classification NF P 11-300 : A2	Nature du sol selon Classification granulométrique		argile limoneuse
Nature du sol argile limoneuse beige	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum : dm = 5 mm	% estimé d'éléments > d _m	Température d'étuvage : 105°C
% de passant à : 50 mm = 100.00% 2 mm = 99.83% 2 µm = 32.87% 20 mm = 100.00% 80 µm = 83.49% 5 mm = 100.00% 63 µm = 81.47%			Plus gros élément Dmax = 3 mm



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer * calculé sur la fraction fine

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Résultats :														
Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.83	99.58	98.89	94.23	85.84	83.49	81.47
Refus %								0.17	0.42	1.11	5.77	14.16	16.51	18.53

DONNÉES SÉDIMENTOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Paramètres :		Résultats :							
Densimètre :		Temps (h:min:s)	Lecture R _h	Température (°C)	η (mPa.s)	Lecture corrigée Rd	H _r (mm)	K _c (%)	ø équiv D (µm)
h =	157.18 mm	00:01:00	15.3	22.9	0.9	14.60	146.64	73.3%	49.94
V _h =	63.8 ml	00:02:00	14.2	22.9	0.9	13.50	150.89	67.8%	35.82
N =	20.36 mm	00:05:00	13.1	22.9	0.9	12.40	155.14	62.3%	22.97
Facteurs correcteurs :		00:10:00	12.1	22.8	0.9	11.40	159.01	57.2%	16.47
C _m =	-0.5	00:20:00	11.6	22.8	0.9	10.90	160.94	54.7%	11.71
R ₀ ' =	0.70	00:40:00	10.5	22.8	0.9	9.80	165.20	49.2%	8.39
Éprouvette : L = 303.20 mm		01:45:00	9.5	22.8	0.9	8.80	169.06	44.2%	5.24
Masse volumique :		04:31:00	8.5	22.7	0.9	7.80	172.93	39.2%	3.30
ρ _s =	2.687 Mg/m ³	23:05:00	6.5	21.6	1.0	5.80	180.66	29.1%	1.48
Conventionnelle	<input checked="" type="checkbox"/>								
Mesurée :	<input type="checkbox"/>								

Observations :

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : Construction d'une surface commerciale LIDL GARDANNE
N° d'affaire : 13GT.21.0170 **Laboratoire :** AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: oui
Sondage : SC6
Profondeur (m) : 0.20 à 1.00 **Date de réception :** 01/09/2021
Cote (m) : à **Mode de prélèvement :** Sondage carotté
Profondeur moyenne : 0.60 m
Nature matériau : argile limono sableuse beige **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)
Date de l'essai : 14/09/2021
Observations : **Résultat :**
Teneur en eau :
w_n = 9.0 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU
Date de l'essai :
Conditions :
Conditions de conservations :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau
Température de la salle d'essai : °C
Observations : **Résultats :**
ρ = t/m³
Autres paramètres :
ρ_d = t/m³
γ = kN/m³
γ_d = kN/m³

LIMITES D'ATTERBERG
Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)
Limite de liquidité W_L :

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)				
w (%) (NF P 94-050)				

Date de l'essai :
Limite de plasticité W_p :

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)			

Résultats :
W_L = %
W_p = %
I_p =

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)
Date de l'essai : 17/09/2021 **Fraction 0/5mm dans la fraction**
Proportion : C = **96.95**
Observations : **Résultat :**
Valeur de bleu du sol :
VBS = 2.45

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)
Date de l'essai :
Fraction testée : fraction 0/2 mm **f =** %
Teneur en eau : w = %
Observations : **Résultats :**
SE₁ = %
SE₂ = %
Equivalent de sable :
SE(10) = %

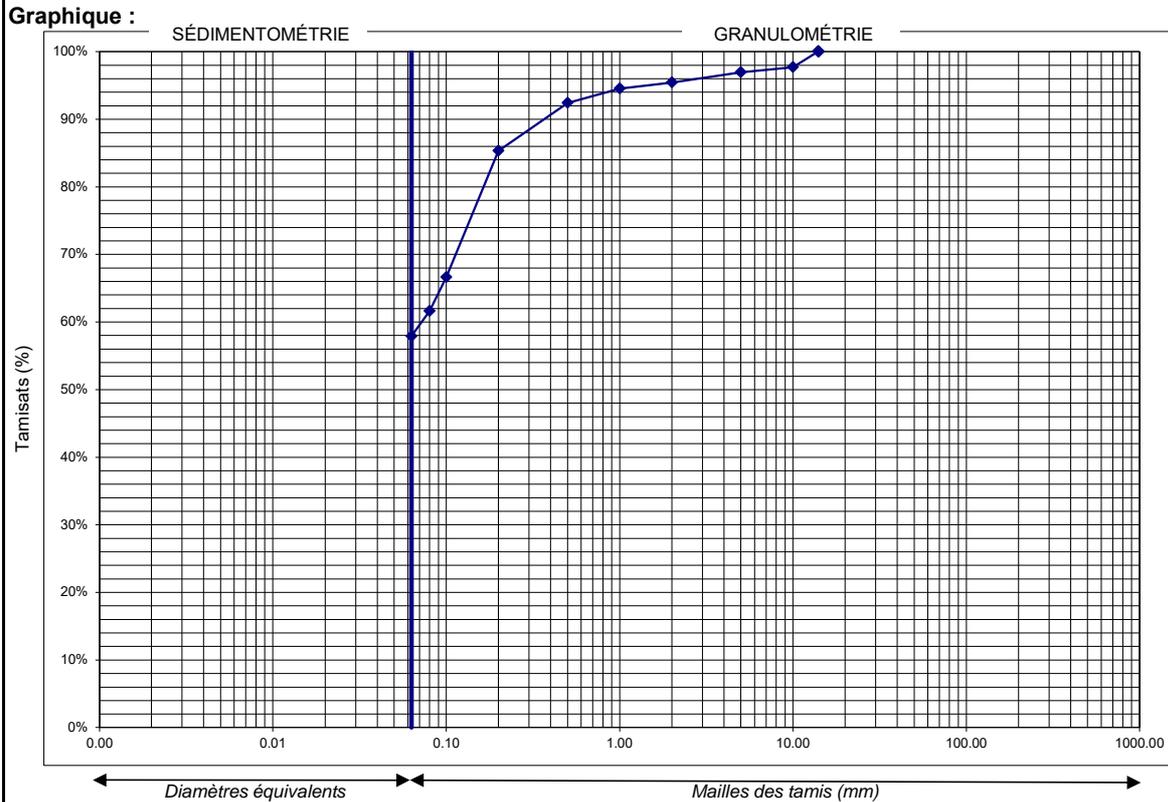
COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)
Observations : **Résultat :**
F_s = %

**ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC
APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION**
(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

Nom de l'affaire : Construction d'une surface commerciale LIDL GARDANNE
N° d'affaire : 13GT.21.0170 **Laboratoire :** AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: oui
Sondage : SC6
Profondeur (m) 0.20 à 1.00 m **Date de réception :** 01/09/2021
Cote (m) : à m **Mode de prélèvement :** Sondage carotté
Profondeur moyenne : 0.6 m **Date d'essai :** 16/09/2021

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :			
Classification NF P 11-300 :	A1	Nature du sol selon Classification granulométrique	argile limono sableuse
Nature du sol :	argile limono sableuse beige	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum : dm = 20 mm	% estimé d'éléments > d _m
% de passant à :			Température d'étuvage : 105°C
50 mm = 100.00%	2 mm = 95.44%		Plus gros élément
20 mm = 100.00%	80 µm = 61.63%		Dmax = 14 mm
5 mm = 96.95%	63 µm = 57.89%		



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer | Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)														
Résultats :														
Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	97.69	96.95	95.44	94.51	92.39	85.33	66.62	61.63	57.89
Refus %						2.31	3.05	4.56	5.49	7.61	14.67	33.38	38.37	42.11

Observations :

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : Construction d'une surface commerciale LIDL GARDANNE
N° d'affaire : 13GT.21.0170 **Laboratoire :** AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée:

Sondage : SC6
Profondeur (m) : 1.80 à 3.00 **Date de réception :** 01/09/2021
Cote (m) : à **Mode de prélèvement :** Sondage carotté
Profondeur moyenne : 2.40 m
Nature matériau : argile limono sableuse bariole **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)

Date de l'essai : 14/09/2021
Observations : **Résultat :**
Teneur en eau :
w_n = 18.2 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU

Date de l'essai :
Conditions :
Conditions de conservations :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau
Température de la salle d'essai : °C
Observations : **Résultats :**
ρ = t/m³
Autres paramètres :
ρ_d = t/m³
γ = kN/m³
γ_d = kN/m³

LIMITES D'ATTERBERG

Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)

Limite de liquidité W_L :

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)	23.8	20.7	16.1	12.1
w (%) (NF P 94-050)	29.8	28.9	27.4	25.4

Date de l'essai : 20/09/2021
Limite de plasticité W_p :

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)	19.1	19.1	19.0

Résultats :
W_L = 27 %
W_p = 19 %
I_p = 8
Observations :

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)

Date de l'essai : 17/09/2021 **Fraction 0/5mm dans la fraction**
Proportion : C = 98.64
Observations : **Résultat :**
Valeur de bleu du sol :
VBS = 1.99

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)

Date de l'essai :
Fraction testée : fraction 0/2 mm **f =** %
Teneur en eau : w = %
Observations : **Résultats :**
SE₁ = %
SE₂ = %
Equivalent de sable :
SE(10) = %

COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)

Observations : **Résultat :**
F_s = %

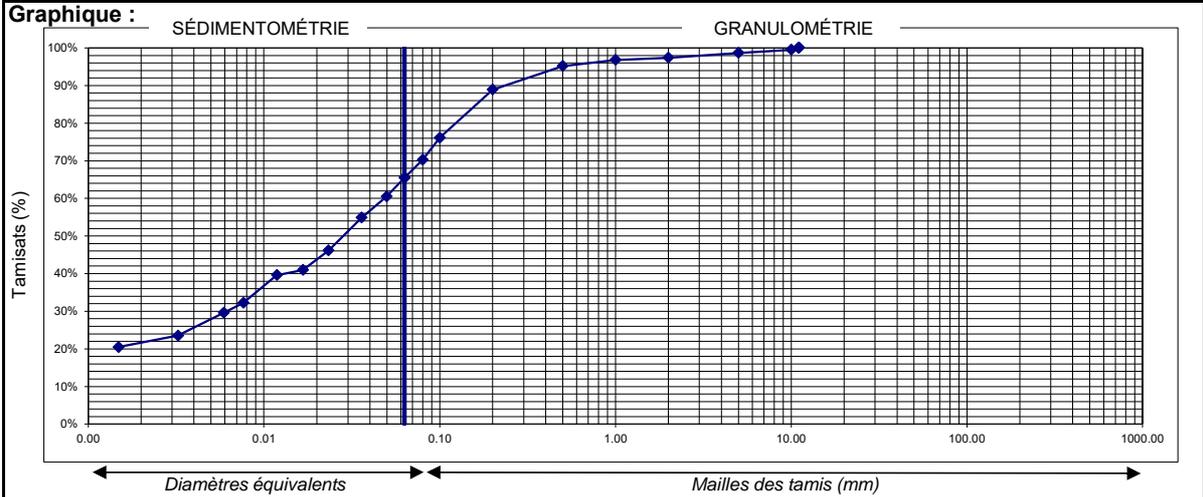
**ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC
APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION**
(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

Nom de l'affaire : Construction d'une surface commerciale LIDL GARDANNE
N° d'affaire : 13GT.21.0170 **Laboratoire :** AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée:

Sondage : SC6 **Date d'essai granulométrie :** 16/09/2021
Profondeur (m) : 1.80 à 3.00 **Date d'essai sédimentométrie :** 20/09/2021
Cote (m) : à **Mode de prélèvement :** Sondage carotté
Profondeur moyenne : 2.4 m **Date de réception :** 01/09/2021

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :			
Classification NF P 11-300 : A1	Nature du sol selon Classification granulométrique		argile limono sableuse
Nature du sol : argile limono sableuse bariole	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum : dm = 20 mm	% estimé d'éléments > d _m	Température d'étuvage : 105°C
% de passant à : 50 mm = 100.00% 2 mm = 97.39% 2 µm = 21.62% 20 mm = 100.00% 80 µm = 70.27% 5 mm = 98.64% 63 µm = 65.47%			Plus gros élément Dmax = 11 mm



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer * calculé sur la fraction fine

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Résultats :														
Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.53	98.64	97.39	96.82	95.20	88.92	76.13	70.27	65.47
Refus %						0.47	1.36	2.61	3.18	4.80	11.08	23.87	29.73	34.53

DONNÉES SÉDIMENTOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Paramètres :		Résultats :							
Densimètre :		Temps (h:min:s)	Lecture R _h	Température (°C)	η (mPa.s)	Lecture corrigée Rd	H _r (mm)	K _c (%)	ø équiv D (µm)
h =	157.18 mm	00:01:00	14.6	22.8	0.9	13.90	145.75	60.5%	49.85
V _h =	63.8 ml	00:02:00	13.3	22.8	0.9	12.60	150.77	54.9%	35.85
N =	20.36 mm	00:05:00	11.3	22.8	0.9	10.60	158.51	46.1%	23.25
Facteurs correcteurs :		00:10:00	10.1	22.8	0.9	9.40	163.15	40.9%	16.68
C _m =	0.3	00:20:00	9.8	22.8	0.9	9.10	164.31	39.6%	11.84
R ₀ ' =	0.70	00:50:00	8.1	22.8	0.9	7.40	170.88	32.2%	7.63
Éprouvette : L = 317.44 mm		01:25:00	7.5	22.8	0.9	6.80	173.20	29.6%	5.89
Masse volumique :		04:49:00	6.1	22.9	0.9	5.40	178.61	23.5%	3.24
ρ _s =	2.687 Mg/m ³	21:37:00	5.4	21.7	1.0	4.70	181.32	20.5%	1.48
Conventionnelle	<input checked="" type="checkbox"/>								
Mesurée :	<input type="checkbox"/>								

Observations :



fondasol

www.groupefondasol.com

VOTRE AGENCE

FONDASOL MARSEILLE

410 Avenue du Passe Temps

13 676 – AUBAGNE

☎ 04.42.03.42.00

📄 04.42.03.88.44

✉ marseille@fondasol.fr