

Client :



CONSTRUCTION D'UN PARC D'ACTIVITES

Adresse du projet :

30-32 Avenue de Fondeyre
31200 TOULOUSE

RAPPORT GEOTECHNIQUE – MISSION G2 AVP

Date	N° Affaire	Pièce	Version	Rédacteur	Contrôle	Commentaire
24/04/2025	L250019	1	1	B. LHOTTE	A. DJAFER-CHERIF	Première diffusion.
14/05/2025			2	B. LHOTTE	A. DJAFER-CHERIF	Ajout des essais de laboratoire.

SOMMAIRE :

1. CADRE DE L'AFFAIRE	3
1.1. Projet	3
1.2. Mission Géotechnique confiée	4
1.3. Reconnaissance géotechnique.....	4
1.4. Documents transmis.....	6
2. CADRE GEOTECHNIQUE DU SITE.....	7
2.1. Zone d'Influence Géotechnique (ZIG).....	7
2.2. Cadre Géologique	7
2.3. Cadre Hydrogéologique.....	8
2.4. Cadre Géomorphologique	8
2.5. Recensement des aléas naturels et anthropiques	9
2.6. Étude historique du site	11
3. RESULTATS DES RECONNAISSANCES	13
3.1. Lithologie (mission G2 AVP - ATLAS GEOTECHNIQUE)	13
3.2. Caractéristiques géomécaniques	13
3.3. Présence d'eau.....	15
3.4. Essais de perméabilité	16
3.5. Essais laboratoire	17
4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	20
4.1. Synthèse du contexte géotechnique.....	20
4.2. Principes généraux des travaux	20
4.3. Plateforme générale chantier	21
4.4. Fondations.....	22
4.5. Dallage	24
4.6. Terrassement des zones de quais et bassins	25
4.7. Voirie	26
5. ALEAS ET RISQUES IDENTIFIES	28
DISPOSITIONS GENERALES ET CONDITIONS D'UTILISATION	29
ANNEXES.....	30

1. CADRE DE L'AFFAIRE

1.1. Projet

Le projet consiste en la réalisation d'un parc d'activités sur les parcelles cadastrales n°148, 274 et 388 située 30-32 avenue de Fondevre, à TOULOUSE (31). Il se traduit par la création des ouvrages suivants :

- ✓ Un ensemble de trois bâtiments d'activités de type R+1, comprenant des zones de quais et des bureaux, nommés par nos soins A, B et C,
- ✓ Des voiries d'accès pour Poids Lourds (PL) et Véhicules Légers (VL), ainsi que des parkings pour VL,
- ✓ Des ouvrages de gestions des eaux dont la profondeur n'est pas connue.

Aucune information nous a été communiquée concernant le calage du niveau fini du dallage des bâtiments. Ainsi, le tableau suivant résume la cote du niveau fini du dallage et de la plateforme VRD retenues, par nos soins comme hypothèses, pour chaque bâtiment :

Bâtiments	A	B	C
Cote du dallage (NGF)	132,0	132,6	132,3
Cote de la plateforme VRD	131,8	132,4	132,1
Hauteur des terrassements (m/TN)	+0,1 / -0,3	±0,0 / -0,3	±0,0 / -0,4

Ainsi, d'après le nivellement de nos points de sondage, l'adaptation du site sur l'emprise des bâtiments projetés, nécessiterait des mouvements de terre de l'ordre de 0,1 m en remblais et 0,4 m en déblais. Dans tous les cas, seul un plan de déblais / remblais permettrait d'appréhender avec précisions les hauteurs de terrassements selon la cote définie de la plateforme.

L'emprise des bâtiments A, B et C est respectivement de 4860 m², 2400 m² et 2280 m², tandis que le foncier présente une surface d'environ 23 672 m². Lors de notre intervention, ce dernier était libre de toutes constructions.

En l'absence d'information concernant les caractéristiques techniques du projet, nous avons émis les hypothèses suivantes, qui devront être vérifiées et/ou confirmées :

- ✓ Une charge répartie sur dallage supérieure ou égale à 2,0 t/m²,
- ✓ Une charge sur appuis comprise entre 50 et 150 tonnes à l'ELS,
- ✓ Des bâtiments de catégorie d'importance II vis-à-vis du risque sismique,
- ✓ Une classe de trafic TC1 à TC2,

Ces éléments ont été estimés par nos soins, ils devront être précisés lors de la phase PRO.

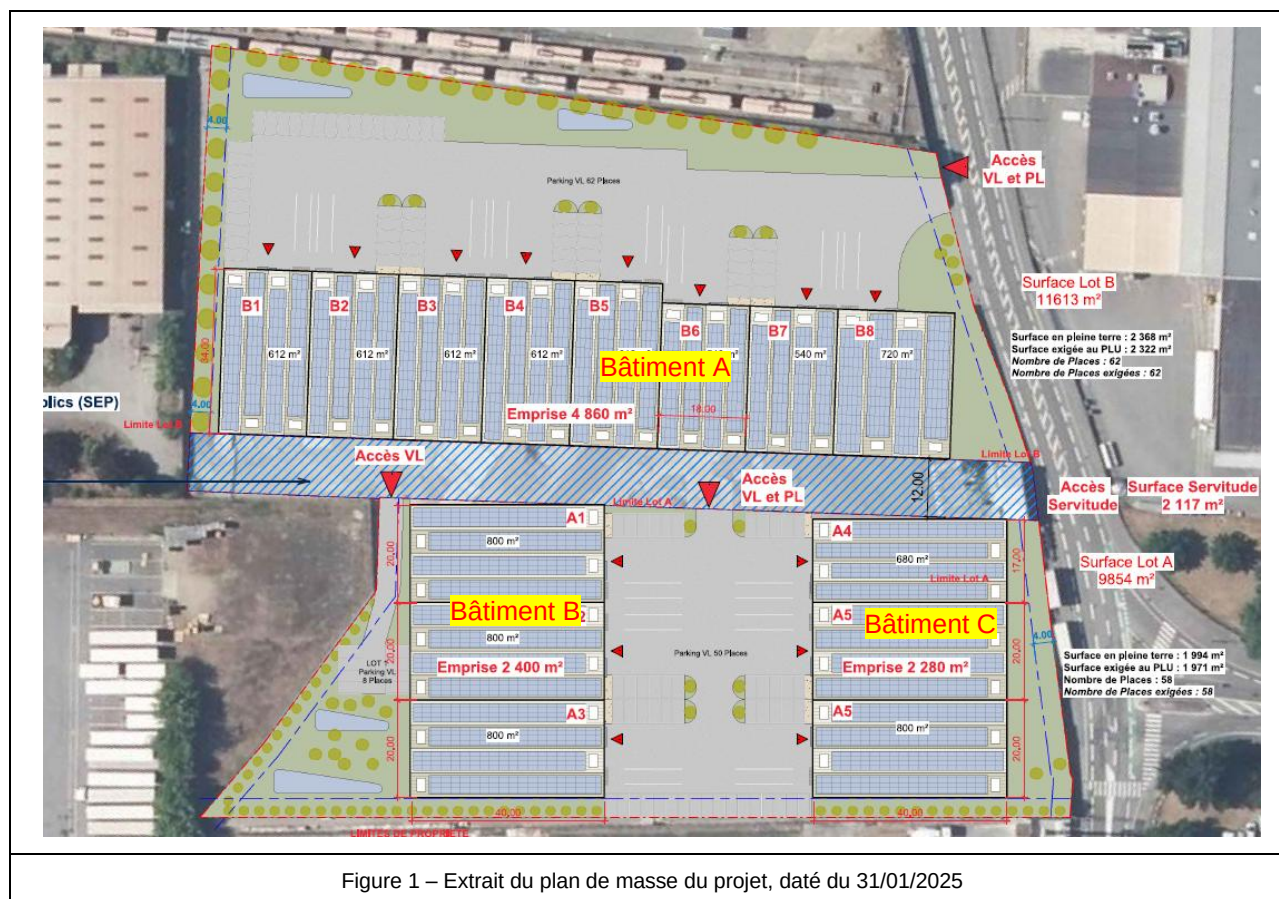


Figure 1 – Extrait du plan de masse du projet, daté du 31/01/2025

1.2. Mission Géotechnique confiée

Ce rapport s'inscrit dans le cadre d'une mission G2 AVP, soit une Etude Géotechnique de Conception en phase Avant-Projet, selon la dernière version de la norme NFP 94-500 du 30 novembre 2013.

Elle aborde les principes constructifs et d'adaptation du projet au sol envisageables et fournit l'ébauche dimensionnelle d'un profil type pour chaque ouvrage géotechnique. Elle s'appuie sur la définition, la réalisation et le suivi d'un programme d'investigations, détaillé dans le paragraphe suivant.

1.3. Reconnaissance géotechnique

• Investigations géotechniques de mission G1 + G2 AVP – FONDASOL – février 2024

Dans le cadre de l'étude initiale, FONDASOL avait réalisé au droit du site, les reconnaissances suivantes :

- ✓ 2 sondages pressiométriques menés à 12,0 m de profondeur, notés SP1+PZ et SP2, avec enregistrement des paramètres de forage,
- ✓ 5 sondages destructifs menés à 2,5 m et 12,0 m de profondeur, notés SD1, SD2, SD3+LF3, SD4+LF4 et SD5,
- ✓ 4 sondages au pénétromètre dynamique notés DPT1, DPT2, DPT3 et DPT4 menés au refus entre 4,5 et 8,0 m de profondeur,
- ✓ 2 sondages à la tarière, notés ST1+LF1 et ST2+LF2, menés jusqu'à 2,5 m de profondeur,

- ✓ 1 essai de perméabilité de type LEFRANC, effectué au droit du sondage ST1, ST2, SD3 et SD4.

• **Programme des investigations géotechniques G2 AVP – ATLAS GEOTECHNIQUE – janvier 2025**

Dans le cadre de cette étude, nous avons réalisé, du 02/04/2025 au 07/04/2025, les travaux suivants :

- ✓ 8 sondages pressiométriques menés à 8,0 m de profondeur, notés SP1 à SP8,
- ✓ 48 essais pressiométriques répartis dans les sondages SP_(i) précédents, tous les 1,0 / 1,5 m,
- ✓ 5 sondages au pénétromètre dynamique notés P1 à P5 menés au refus entre 0,8 et 2,0 m de profondeur,
- ✓ 5 sondages à la tarière, notés ST1 à ST5, menés jusqu'à 2,0 m de profondeur,
- ✓ Mesure des niveaux d'eau en fin de chantier,
- ✓ Essais en Laboratoire (en cours) :
 - 3 identifications GTR (teneur en eau, granulométrie, VBS / Limites),
 - 3 essais physico-chimiques (teneurs en sulfates et matière organique).

• **Matériel et supports utilisés**

Pour réaliser notre mission, nous avons utilisé le matériel et supports suivants :

- ✓ Sondeuse de marque COMMACHIO de type GEO 205 (sondages pressiométriques),
- ✓ Sondeuse de marque PAGANI de type DPM30 (sondages pénétrométriques),
- ✓ Compresseur 11 000L (forages à air),
- ✓ Enregistreur des paramètres de forage : POCKET LIM,
- ✓ Logiciel de traitement des données de sondage : GEOLOG 4 (LIM S.A.),
- ✓ Logiciel de dessin : AUTOCAD / Word.

• **Nivellement des sondages**

Dans le cadre de la présente étude nos sondages ont été nivelés avec un GPS Trimble R12i. Ci-dessous l'altitude Z en NGF et en CC43 des sondages relevés :

Sondages pressiométriques								
Sondages	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	SP7	SP8
Cotes (NGF)	132,1	132,3	131,7	132,3	132,4	132,2	132,6	132,5
Profondeur (m)	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0

Sondages au pénétromètre dynamique et à la tarière										
Sondages	P1	P2	P3	P4	P5	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5
Cotes (NGF)	132,0	131,8	132,7	132,3	132,3	132,5	132,1	132,2	132,5	137,2
Profondeur (m)	0,8	1,2	1,3	2,0	1,3	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

Les sondages de FONDASOL n'ont pas été nivelés. Nous avons estimé une cote par triangulation avec le nivellement de nos sondages quand cela était possible.

Mission G2 AVP – FONDASOL							
Sondages pressiométriques et destructifs							
Sondages	SP1+PZ	SP2	SD1	SD2	SD3+LF3	SD4+LF4	SD5
Cote (NGF)	132,3	132,4	132,4	132,2	132,5	131,7	132,3
Profondeur (m)	12,0	12,0	8,0	8,0	2,5	2,5	2,5
Sondages au pénétromètre dynamique et à la tarière							
Sondages	ST1+LF1	ST2+LF2	DPT1	DPT2	DPT4	DPT6	
Cotes (NGF)	--	132,3	132,1	132,1	132,2	132,5	
Profondeur (m)	2,5	2,5	5,2	4,5	8,0	4,5	

Ces cotes, mesurées par nos soins, ne sont données qu'à titre indicatif, elles doivent être vérifiées et corrigées par un géomètre expert.

1.4. Documents transmis

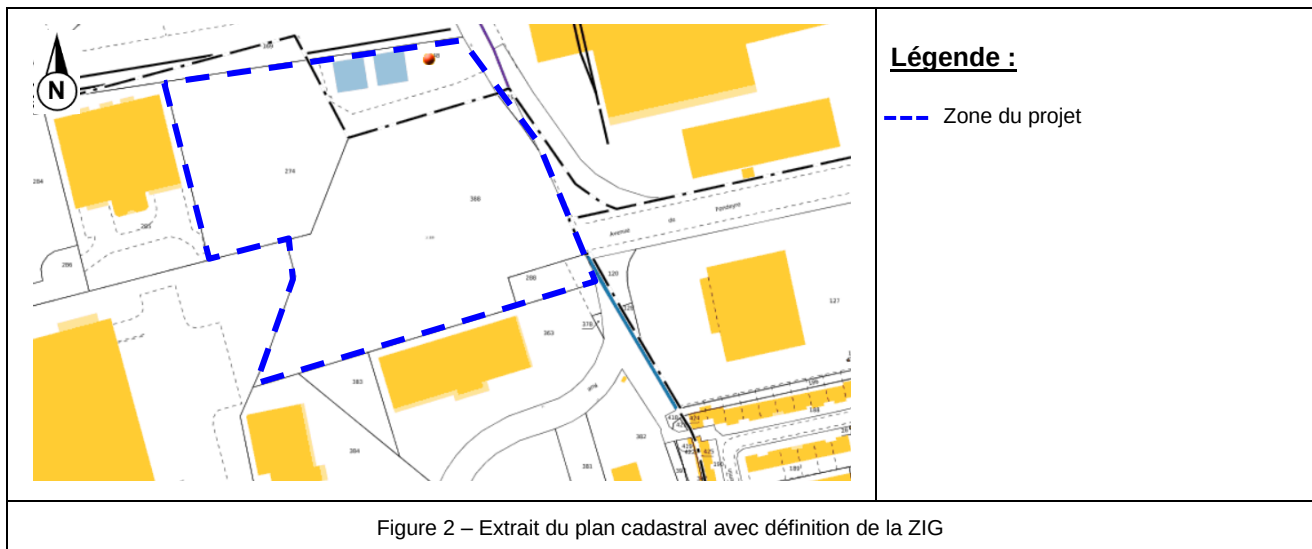
Pour la réalisation de la présente étude, le Maître d'Ouvrage nous a transmis les documents suivants :

- ✓ Plan de masse du projet indice H, à l'échelle 1/750, daté du 31/01/2025,
- ✓ Rapport de mission G2 AVP, par FONDASOL, référence n°PR.31GT.23.0087, daté du 20/02/2024,
- ✓ Rapport de fin de travaux par ANTEA GROUP, référence n° A122673 version A daté du 28/06/2023,
- ✓ Dossier de demande d'institution de Servitudes d'Utilité Publique (SUP), par ANTEA GROUP, référence n° A126857/version A, daté du 13/11/2023.

2. CADRE GEOTECHNIQUE DU SITE

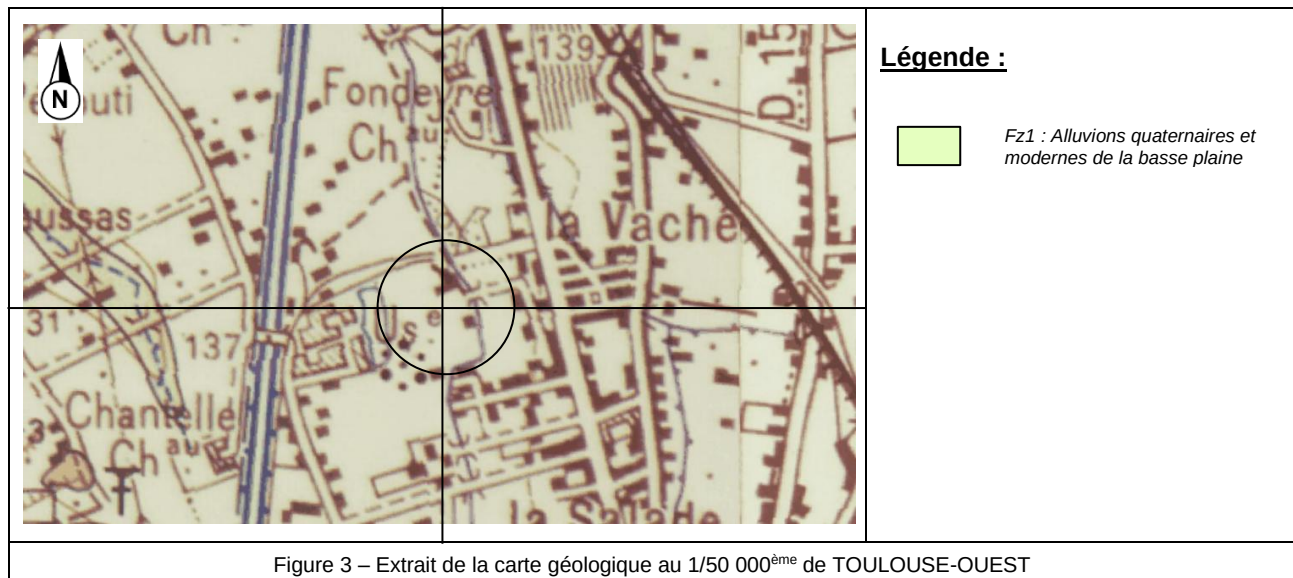
2.1. Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)

Le projet sera réalisé dans une zone d'activités. Compte tenu de la nature du projet et son emprise, aucune construction existante ne serait impactée par les travaux. Cependant, une attention particulière sera apportée afin de ne pas déstabiliser les éventuelles structures et ouvrages mitoyens en limite de propriété (voiries, clôtures, etc) ou traversant le site (réseaux, etc).



2.2. Cadre Géologique

La figure ci-après montre la position du terrain, sur la carte géologique au 1/50 000^{ème} de TOULOUSE-OUEST.



Les investigations géotechniques initiales, réalisées par FONDASOL, avaient mis en évidence la lithologie suivante :

- ✓ Des **Remblais** hétérogènes ont été traversés jusqu'à 1,5 / 2,3 m de profondeur et sont composés de sable graveleux comportant des débris divers. Des surépaisseurs sont susceptibles de se produire puisque des terrassements auraient été effectués lors de la démolition, jusqu'à 4,0 m de profondeur,
- ✓ Des **Alluvions quaternaires** ont été identifiées jusqu'à 12,0 m de profondeur. Cette formation est constituée sable graveleux ou marneux marron grisâtre à beige. Des niveaux très denses ont été observées.

2.3. Cadre Hydrogéologique

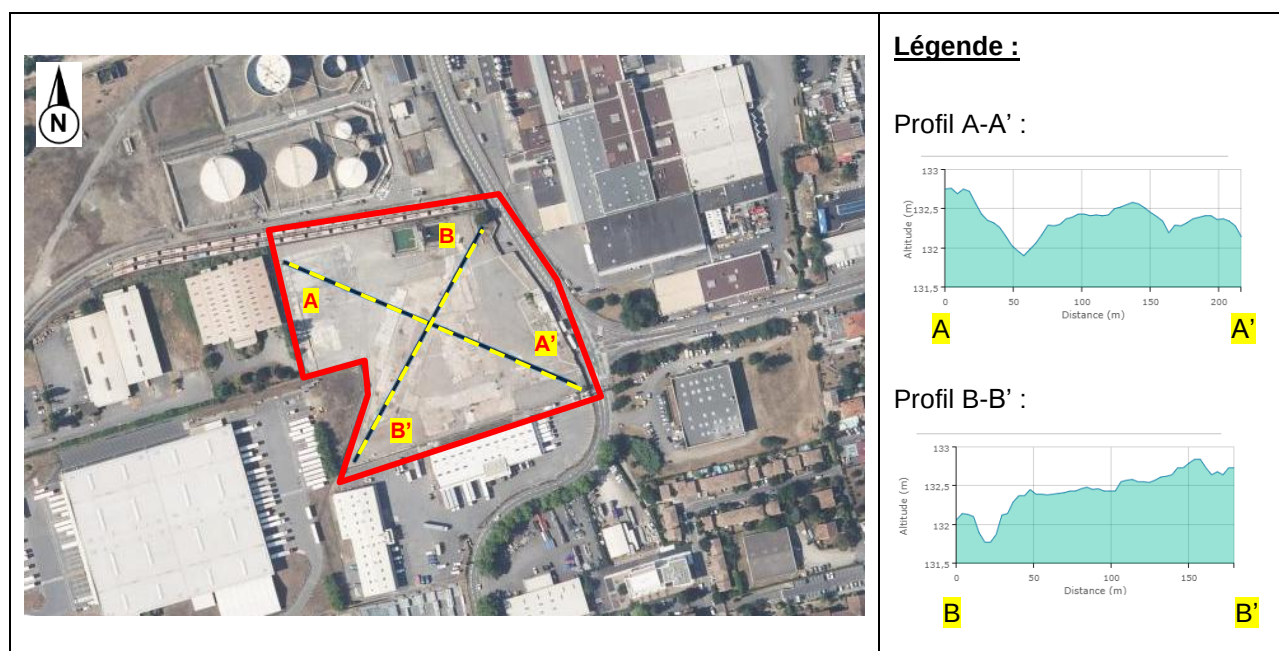
La première nappe qui pourrait être rencontrée au droit du site, serait la nappe alluviale d'accompagnement de la Garonne, dont le niveau dépend principalement de l'onde de crue.

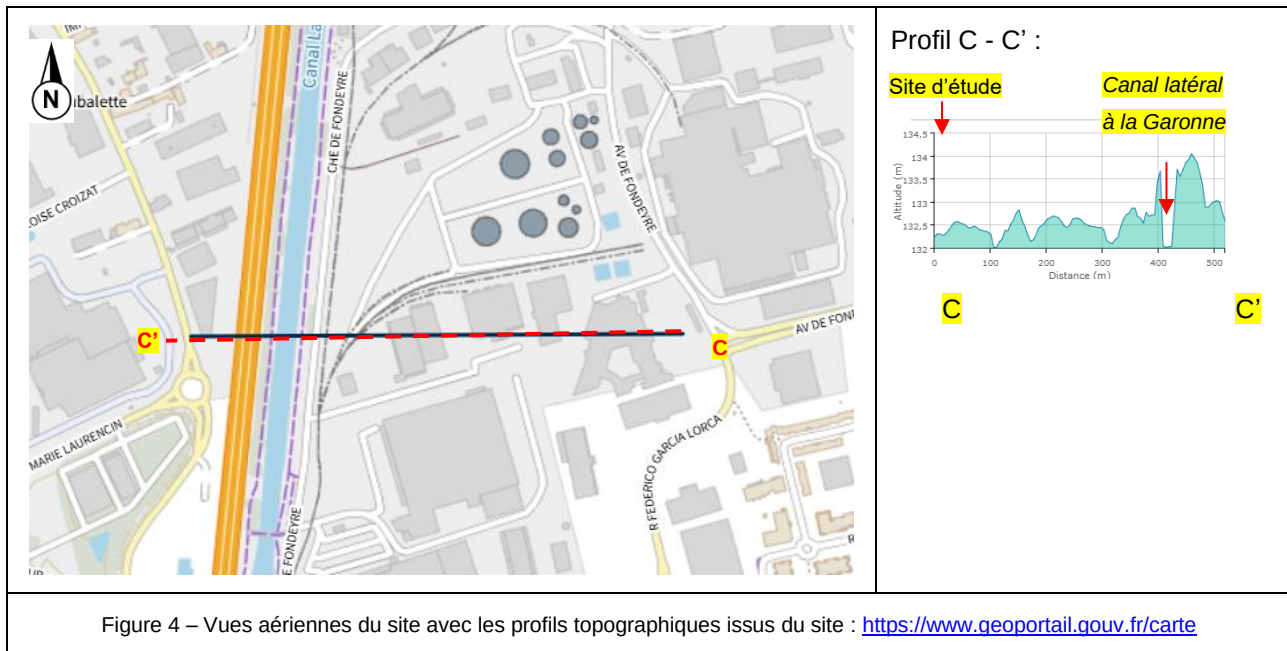
Des écoulements sont également susceptibles de se produire en sein des terrains superficiels.

2.4. Cadre Géomorphologique

Le site se trouve au nord-ouest de la commune de TOULOUSE (31), en contexte de plaine alluviale de la Garonne. D'après le nivellement de nos points de sondage, le terrain est quasiment plat à l'échelle du projet avec des cotes altimétriques comprises entre 131,7 et 132,7 NGF, soit un dénivelé de 1,0 m.

Le profil altimétrique du site, issu du site www.geoportail.gouv.fr, est présenté ci-dessous.

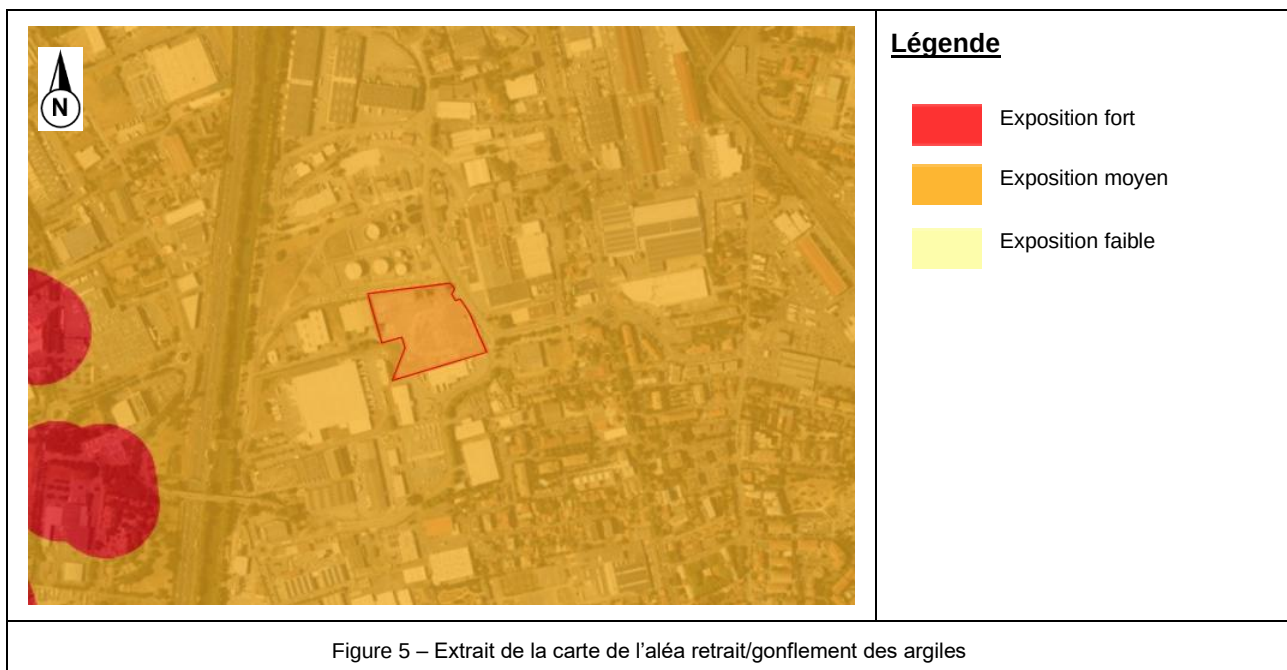




2.5. Recensement des aléas naturels et anthropiques

• Retrait / gonflement des argiles

Le terrain se trouve dans la zone d'aléas moyen vis-à-vis du risque de retrait gonflement des argiles, selon le site <http://www.georisques.gouv.fr/>.



• Carrières et cavités souterraines

La commune de TOULOUSE (31) est concernée par la présence de cavités non localisées selon le site <http://www.georisques.gouv.fr/>. La recherche de cavité ou de vide n'est pas comprise dans notre mission.



- Sismicité

Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante. La commune de TOULOUSE (31) se trouve dans une zone de sismicité 2 (faible). Le bâtiment du projet est de catégorie d'importance II, selon nos hypothèses (à confirmer), où il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les ouvrages de cette catégorie d'importance, d'après l'article R.563-3 du Code de l'Environnement.

Cette hypothèse devra être confirmée par le Maître d'Ouvrage et/ou son représentant.

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

^a Application **possible** (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve des conditions de la norme PS-MI
^b Application **possible** du guide CP-MI sous réserve des conditions du guide
^c Application **obligatoire** des règles Eurocode 8

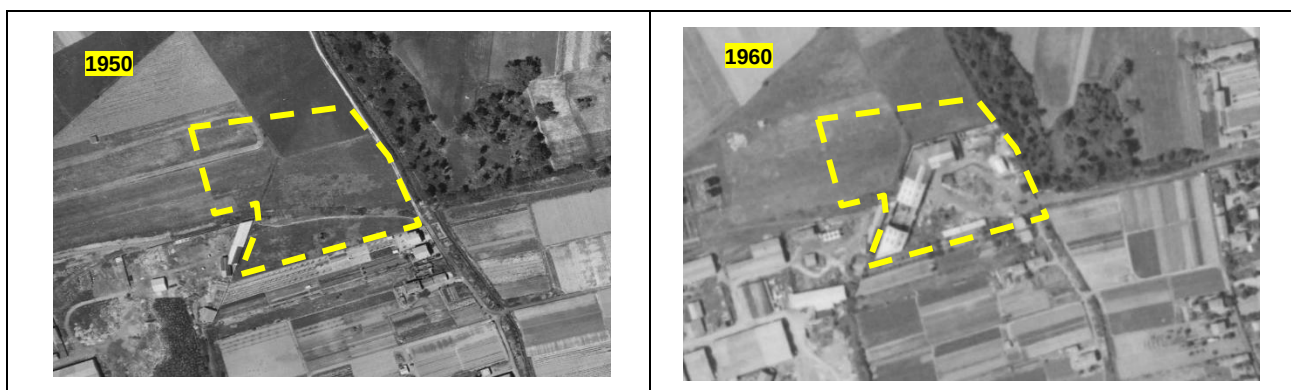
Figure 8 – Exigence en matière de justification au séisme – Bâti Neuf – Philipponnat 2019

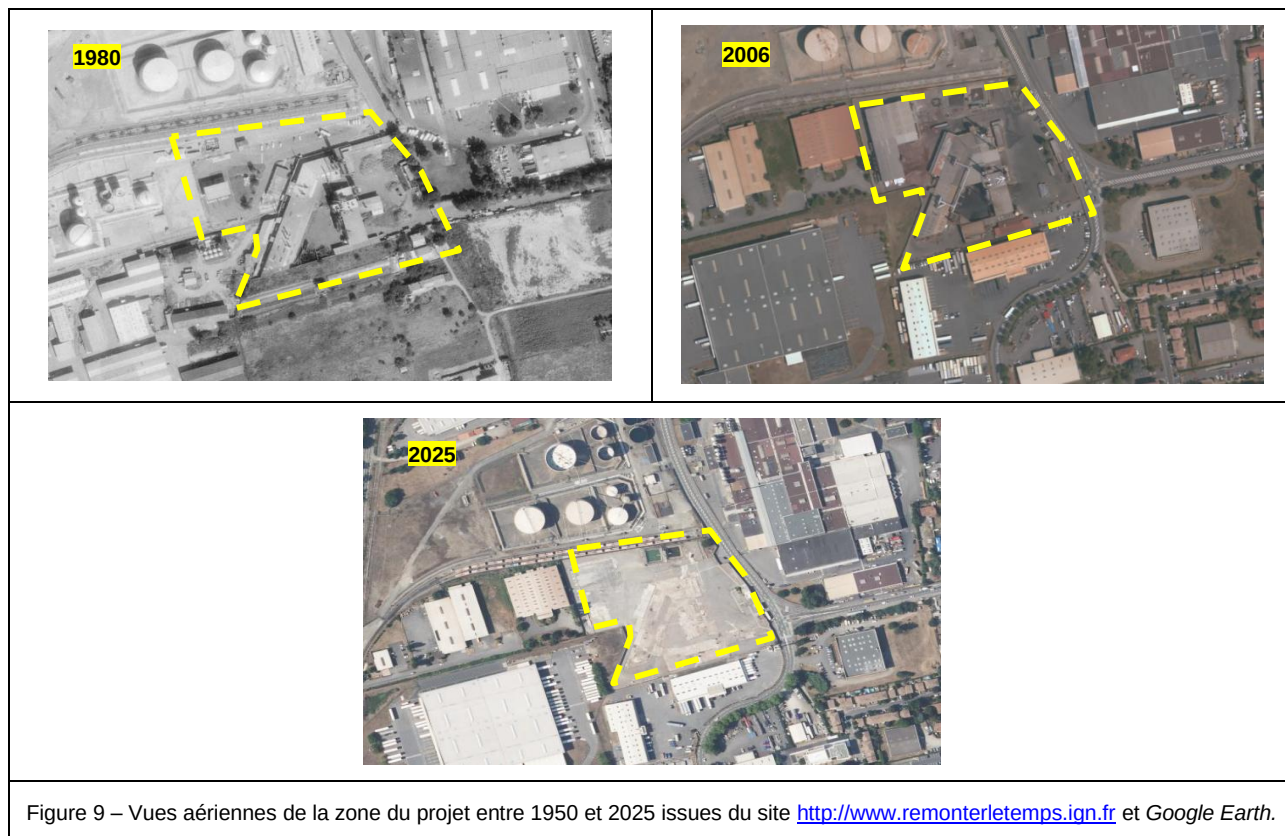
• Vestiges

Compte tenu de l'historique du site, celui-ci est concerné par un risque de présence de vestiges de tous types (fondations, voiles, dalle, etc.), dont les emprises, les profondeurs et leurs natures ne sont pas connues.

2.6. Étude historique du site

La consultation des photographies aériennes a permis de vérifier que la parcelle impartie au projet (en jaune sur les photos ci-dessous) étaient libres de toute constructions jusqu'aux années 1960 où les premières constructions apparaissent. Les autres bâtiments sont construits durant les années 1980. L'ensemble de ces structures avaient été démolies entre 2006 et 2025.





3. RESULTATS DES RECONNAISSANCES

3.1. Lithologie (mission G2 AVP - ATLAS GEOTECHNIQUE)

Les niveaux géologiques et géotechniques décrits ci-après sont donnés en termes de profondeur par rapport à la surface du sol naturel au moment de notre intervention. Ainsi, nous avons rencontré les horizons suivants :

- ✓ Des **Remblais** ont été traversés jusqu'à 1,2 / 3,0 m de profondeur, soit jusqu'à 131,4 / 129,2 NGF. Ils se composent de sable argileux marron avec des débris divers (briques, etc.). La présence de surépaisseurs et de vestiges de tout type (comportant des blocs), n'est pas à exclure,
- ✓ Au-delà des **Alluvions quaternaires** ont été observées jusqu'à l'arrêt volontaire de nos sondages à 8,0 m de profondeur soit jusqu'à 123,9 NGF sous forme de sables argileux et graveleux marron verdâtre ou beige.

NOTA : La stratigraphie ci-dessus est donnée à titre indicatif, car interprétée à partir de la remontée des débris de forage (cuttings), les enregistrements des paramètres de forage et enfin des essais pressiométriques réalisés. Nous rappelons que seul un sondage carotté permettrait de préciser la nature et la profondeur des faciès traversés.

3.2. Caractéristiques géomécaniques

Les niveaux géologiques et géotechniques décrits ci-après sont donnés en termes de profondeur par rapport à la surface du sol naturel. Il s'agit de la synthèse des résultats des sondages pressiométriques, effectués lors de la présente mission et de la mission G1+G2 AVP réalisée par FONDASOL :

Horizons	Profondeur de la base		Caractéristiques Pressiométriques				Commentaire sur la compacité
	m/TN	Cote NGF	E_m (MPa)	P_l^* (MPa)	Nb	α	
<i>Remblais</i>	-1,0 / -3,0	131,4 / 129,2	$2,8 \leq E_m \leq 48,5$ Em Moy $\leq 8,1$	$0,35 \leq P_l^* \leq 3,98$ $P_l^* \text{ Moy} = 1,34$ $\sigma = 0,92$	18	2/3	Hétérogène : médiocre à très élevée
<i>Alluvions quaternaires</i>	<-12,0	< 120,3	$5,2 \leq E_m \leq 100,0$ Em Moy $\geq 26,5$	$1,02 \leq P_l^* \leq 5,00$ $P_l^* \text{ Moy} \geq 3,47$ $\sigma \geq 1,35$	46	1/3	Assez élevé à très élevée

$E_m \text{ Moy}$: moyenne harmonique, $P_l^* \text{ Moy}$: moyenne géométrique et σ : écart-type.

Les *Remblais* sont de compacités hétérogènes. Les valeurs sont médiocres en présence de poches molles, et deviennent très élevées en présence de points durs. La présence de vestiges de tout type (blocs etc.) n'est pas à exclure.

Au-delà, les *Alluvions quaternaires* sont denses voire très denses, témoignant de la présence de niveaux de blocs de silex.

• Caractéristiques pénétrométriques

Les diagrammes de pénétration dynamique donnent les valeurs de la résistance dynamique de pointe (R_d) en fonction de la profondeur. Les valeurs de résistance dynamique (R_d) mesurées au droit des sondages DPT1, DPT2, DPT4, DPT6 réalisés par FONDASOL dans le cadre de leur mission G1+G2 AVP et P1 à P5 dans le cadre de la présente étude peuvent être interprétées de la façon suivante :

- 0 à 2 MPa : résistance faible,
- 2 à 4 MPa : résistance médiocre,
- 4 à 8 MPa : résistance moyenne,
- 8 à 15 MPa : résistance élevée,
- > 15 MPa : résistance très élevée.

Les diagrammes de pénétration dynamique, portant en fonction de la profondeur les valeurs de la Résistance Dynamique de pointe (R_d), peuvent être commentés comme suit :

DPT1	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 à 5,2	Moyenne à très élevée
5,2	Refus

DPT2	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 à 1,0	Très élevée
1,0 à 2,0	Médiocre
2,0 à 3,2	Très élevée
3,2 à 4,0	Médiocre
4,0 à 4,5	Très élevée
4,5	Refus

DPT4	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 à 0,5	Très élevée
0,5 à 1,0	Médiocre
1,0 à 2,0	Moyenne
2,0 à 8,0	Très élevée
8,0	Arrêt

DPT6	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 à 0,5	Très élevée
0,5 à 0,7	Médiocre
0,7 à 2,8	Très élevée
2,8 à 3,5	Médiocre
3,5 à 4,2	Très élevée
4,2	Refus

P1 (132,0 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 à 0,8	Très élevée
0,8	Refus

P2 (131,8 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)
0 à 0,8	Moyenne
0,8 à 1,3	Très élevée
1,3	Refus

P3 (132,7 NGF)		P4 (132,3 NGF)		P5 (132,3 NGF)	
Prof. (m)	Rd (MPa)	Prof. (m)	Rd (MPa)	Prof. (m)	Rd (MPa)
0 à 1,3	Très élevée	0 à 1,2	Très élevée	0 à 1,3	Très élevée
1,3	Refus	1,2	Refus	1,3	Refus

Les sondages pénétrométriques réalisés révèlent des compacités hétérogènes, avec des valeurs globalement très élevées et des passages ponctuels de compacités médiocres jusqu'à 1,0 / 3,5 m de profondeur. Il peut s'agir des *Remblais*.

Au-delà, les compacités deviennent très élevées, possiblement en atteignant le toit des *Alluvions quaternaires*.

L'ensemble des sondages (à l'exception de DPT4) rencontre des refus prématurés à 0,8 / 5,2 m de profondeur, sur des blocs au sein des *Remblais* ou des passages de graviers et/ou galets de silex au sein des *Alluvions Quaternaires*.

Les résultats des essais au pénétromètre dynamique corroborent ceux des sondages pressiométriques.

3.3. Présence d'eau

- **Mesure des niveaux d'eau**

Les niveaux d'eau mesurés par nos soins sont comme suit :

Mesure de fin de chantier, du 07/04/2025								
Sondages	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	SP7	SP8
m/TN	Sec à 8,0 m	Sec à 8,0 m	-7,0	-7,2	-6,3	-5,0	Sec à 8,0 m	Sec à 8,0 m
NGF	<124,1	<124,3	124,7	125,1	126,1	127,2	124,6	124,5

En fin de chantier, le 07/04/2025, des niveaux d'eau non stabilisés ont été mesurés à entre 5,0 / 7,2 m de profondeur, soit entre 127,2 / 124,7 NGF. Ces niveaux ont pu être perturbés par la technique de forage par injection de fluide. A noter que FONDASOL indique dans son rapport qu'en aout 2023, des niveaux d'eau entre 3,0 et 3,5 m de profondeur, soit 129,3 / 128,9 NGF, ont été relevés.

Il s'agirait de la nappe alluviale d'accompagnement de la *Garonne*, baignant les *Alluvions Quaternaires*. Nous rappelons que le site se trouve en zone inondable par rupture de digue et que la cote des NPHE n'est pas connue.

Seul un suivi piézométrique associé à une étude hydrogéologique permettrait de connaître la position exacte de la nappe et ses fluctuations saisonnières et exceptionnelles.

De plus, des circulations d'eau anarchiques sont susceptibles de se produire au sein des terrains superficiels. Ces écoulements ne sont pas pérennes et dépendent principalement de la pluviométrie.

• Rebouchage des piézomètres

Nous recommandons vivement le rebouchage de tous les sondages équipés en piézomètre, avant le démarrage effectif des travaux de terrassements.

Le rebouchage se fera selon les normes en vigueur et dans les règles de l'Art, conformément aux prescriptions ci-après :

- De l'arrêté interministériel « forages » du 11 septembre 2003 portant application du décret n°96-102 du 2 février 1996 et fixant les prescriptions générales applicables aux sondages, forages, création de puits ou d'ouvrage souterrain soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L.2014-3 du Code de l'Environnement, relevant de la **rubrique 1.1.1.0** de la nomenclature annexée au décret n°93-743 du 29 mars 1993 ;
- De la norme française NF X 10-999, du 30 août 2014, « Forage d'eau et de géothermie – Réalisation, suivi et abandon d'ouvrage de captage ou de surveillance des eaux souterraines réalisés par forage ».

Il conviendra de reboucher ces ouvrages sur toute leur hauteur, par la mise en place d'une cimentation ou d'un comblement par argile gonflante, permettant de garantir l'absence de circulation d'eau avant le démarrage effectif des travaux de terrassements.

Nota : Cette prestation n'est pas comprise dans notre mission actuelle et devra faire l'objet d'une demande complémentaire.

3.4. Essais de perméabilité

• Mesures de la perméabilité

4 essais de perméabilité de type LEFRANC ont été réalisés par FONDASOL dans le cadre de l'étude G2 AVP au droit des sondages ST1+LF1, ST2+LF2, SD3+LF3 et SD4+LF4, entre 1,0 et 2,5 m de profondeur. Les coefficients de perméabilité calculés à partir de cet essai se résument comme suit :

Sondages	Type d'essai	Faciès	Profondeur (m)	Coef. De perméabilité « k »	
				m/s	mm/h
ST1+LF1	Lefranc	Graves sableuses marron Remblais sur Alluvions quaternaires	1,0 – 2,5	$7,30 \times 10^{-5}$	274,04
ST2+LF2		Graves sablo limoneuse marron Remblais sur Alluvions quaternaires		$1,10 \times 10^{-6}$	4,13
SD3+LF3		Sable limoneux marron Remblais sur Alluvions quaternaires		$2,45 \times 10^{-5}$	91,97
SD4+LF4		Graves sableuses marron Remblais sur Alluvions quaternaires		$7,40 \times 10^{-5}$	277,77

En prenant en compte la nature des terrains et le résultat de l'essai obtenu, les sols sont :

- **Peu perméables à perméables** selon la classification Mabillot « forage d'eau »,
- **Perméabilité faible à assez élevée** selon la classification Philipponnat « ouvrage en terre ».

Les valeurs mesurées sont cohérentes avec les faciès traversés. Ainsi, celles-ci ne peuvent être généralisées sur l'ensemble du site. En effet, il n'est pas exclu que des variations de constitution lithologique puissent modifier les capacités d'absorption du sol (passages plus sableux ou graveleux donc plus perméables, ou passées argileuses plus imperméables).

Nota : Si une infiltration est prévue à une profondeur ou position différentes de celles des horizons déjà testés, alors il sera nécessaire de prévoir des essais complémentaires.

Nota 2 : Les valeurs obtenues au sein des *Remblais* doivent être considérées avec précaution compte tenu de leur hétérogénéité en nature.

• Préconisations vis-à-vis de l'infiltration

D'après le guide édité par le CERTU en 2003, il est recommandé de ne pas infiltrer des eaux de quelque nature que ce soit à moins de :

- 1,0 m du Niveau des Plus Hautes Eaux (NPHE) de la nappe. L'infiltration des eaux pluviales directement dans la nappe d'eau souterraine étant interdite.
- 5,0 m des bâtiments, en particulier les fondations,
- 3,0 m de tout arbre.

3.5. Essais laboratoire

Dans le cadre de cette étude, nous avons réalisés 3 essais d'identification GTR et 3 analyses physico-chimiques, sur des échantillons prélevés au droit sondages SP1, SP3 et SP7 entre 0 et 2,5 m de profondeur.

• Identifications GTR

Les résultats des essais d'identification GTR réalisés sont présentés dans le tableau suivant :

Sond.	Prof. (m)	Formation	W _N (%)	Granulométrie			Limites d'Atterberg				VBS	Classe GTR 2023
				D _{max} (mm)	< 2 mm (%)	< 63µm (%)	WI (%)	Wp (%)	Ip	Ic		
SP1	0,5 à 1,5	Remblais Remblais sableux à graviers marron foncé	12,3	12,5	95,3	49,0	40,9	21,7	19,2	1,49	-	F _{2 ts}
SP3	0 à 2,5	Remblais Remblais sableux argileux noir foncé	8,7	25,0	63,2	18,2	-	-	-	-	0,39	I ₁
SP7	0,5 à 1,2	Remblais Remblais sableux à graviers marron foncé	9,4	16,0	78,6	28,7	-	-	-	-	0,90	I ₁

W_N : Teneur en eau naturelle, 2 mm : Pourcentage d'éléments passant au tamis de 2 mm, < 63 μ m : Pourcentage d'éléments fins passant au tamis de 63 microns, VBS : Valeur au Bleu de Méthylène, WI (%) : Limite de liquidité, Wp(%) : Limite de plasticité, Ip : Indice de plasticité, Ic : Indice de consistance, IPI : Indice de Portance Immédiat, VBS : Valeur au Bleu de Méthylène.

Ces essais permettent de classer les échantillons selon le GTR (Guide Technique des terrassements Routiers, Réalisation des remblais et des couches de formes, établi par CEREMA, 2023).

Les échantillons prélevés au sein des *Remblais* ont été identifiés comme des matériaux assimilés à la classe GTR F₂ dans un état hydrique « très sec » et I₁ (A₂ dans un état hydrique « très sec » et B₅ selon la NFP 11-300). Ce sont des fins (classe F₂) à sableux (classe I₁), peu plastiques et sensibles à la variation de la teneur en eau avec des chutes brutales de consistance et de portance pour des faibles augmentations de celle-ci.

En présence de blocs cette classification peut évoluer vers du VCil ou VCiGi (CiAi et CiBi selon la norme NFP 11-300).

• Analyses physico-chimiques

Les résultats des essais en laboratoire pour les teneurs en sulfates déterminées en mg/kg Ms, les teneurs en matière organique (MO) déterminées en % sont résumés dans le tableau suivant :

Sondage	Prof. (m)	Nature de l'échantillon	Teneur en sulfates (SO ₄)		Teneur en MO (% Ms)	Classe d'agressivité
			mg/kg MS	% Ms		
SP1	0,5 à 1,5	Remblais Remblais sableux à graviers marron foncé	1800,0	0,1800	2,8	Non agressif
SP3	0 à 2,5	Remblais Remblais sableux argileux noir foncé	680,0	0,0680	2,6	Non agressif
SP7	0,5 à 1,2	Remblais Remblais sableux à graviers marron foncé	< 50,0	< 0,0050	2,8	Non agressif

Ms : Matière sèche, MO : Matière Organique.

Les analyses chimiques concernant la détermination de la teneur en sulfates, dans les sols superficiels ont mis en évidence des valeurs faibles largement inférieures à la valeur seuil de 0,50 %, donnant une première orientation concernant la possibilité de traitement des sols.

La teneur en matières organiques a été mesurée entre 2,6 à 2,8 %.

• Réutilisation des matériaux

Tout d'abord, les matériaux issus des *Remblais* hétérogènes en place seront exclus de toute réutilisation, tant en remblais, qu'en couche de forme.

Ensuite les matériaux issus des *Alluvions Quaternaires*, pourront être utilisés en remblai technique moyennant un traitement à la chaux. En couche de forme, ils devront être traités aux liants, associés éventuellement à la chaux et mis en œuvre en période météorologique favorable.

Par ailleurs, on s'assurera de l'élimination de la fraction grossière (blocs de toutes tailles très indurés) interdisant le fonctionnement correct du malaxeur et empêchant ainsi un malaxage homogène du sol avec le (ou les) liant(s), et un bon réglage de la plateforme ($D_{max} \leq 100$ mm).

Nous rappelons que les sols fins dans un état hydrique très humide ou très sec (« th » ou « ts ») seront exclus de toute réutilisation.

Nota :

- ✓ L'entreprise devra réaliser ses propres essais d'identification et d'aptitude au traitement,
- ✓ Il conviendra de respecter les prescriptions du GTR pour une réutilisation des matériaux in-situ en remblais ou couche de forme. De plus, les teneurs en eau seront vérifiées pendant toute la durée des travaux de terrassements.

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

4.1. Synthèse du contexte géotechnique

Nous rappelons qu'il est prévu la construction d'un parc d'activités. L'étude documentaire et la reconnaissance du site ont mis en évidence les éléments suivants :

- **Lithologie**

- ✓ Des **Remblais** hétérogènes en compacité et en nature ont été observés jusqu'à 1,0 / 3,0 m de profondeur, soit jusqu'à 131,4 / 129,2 NGF. La présence de surépaisseurs et/ou de vestiges (blocs de tous types) n'est pas à exclure. Nous rappelons que dans le cadre de la démolition des anciens bâtiments, des terrassements auraient été réalisés jusqu'à 4,0 m de profondeur,
- ✓ Au-delà, les **Alluvions quaternaires** ont été reconnues jusqu'à l'arrêt volontaire des sondages à 12,0 m de profondeur, soit jusque 120,3 NGF sous forme de sables argileux ou graveleux marron verdâtre ou beige. Elles sont de compacités assez élevées à très élevées, témoignant de la présence de niveaux graviers et/ou galets de silex.

- **Hydrologie**

- ✓ Le 07/04/2025, des niveaux d'eau non stabilisées ont été mesuré entre 5,0 / 7,2 m de profondeur, soit jusqu'à 127,2 / 124,7 NGF. FONDASOL avait mis en évidence en aout 2023, un niveau vers 3,0 et 3,5 m de profondeur, soit 129,3 / 128,9 NGF. Ces niveaux correspondraient à la nappe alluviale d'accompagnement de la Garonne, dont les niveaux caractéristiques ne sont pas connus,
- ✓ Seul un suivi piézométrique, associé à une étude hydrogéologique, permettrait de connaître les fluctuations de la nappe,
- ✓ Des circulations anarchiques d'infiltration et de ruissellement ne sont cependant pas à exclure au sein des terrains superficiels, notamment en périodes pluvieuses défavorables.

4.2. Principes généraux des travaux

Nous rappelons que le projet prévoit la création de 3 bâtiments, dont la cote du niveau du niveau bas des bâtiments a été calée par nos soins de la façon suivante :

Bâtiments	A	B	C
Cote du dallage (NGF)	132,0	132,6	132,3
Cote de la plateforme VRD	131,8	132,4	132,1
Hauteur des terrassements (m/TN)	+0,1 / -0,3	±0,0 / -0,3	±0,0 / -0,4

Ainsi les travaux de terrassement seront de l'ordre de 0,1 m en remblais et 0,4 m en déblais.

Les sondages ont mis en évidence la présence de *Remblais* hétérogènes de compacités médiocres pouvant atteindre 3,0 m de profondeur et dont les surépaisseurs sont à attendre. Nous rappelons qu'ils peuvent également comporter des vestiges de tout type. Ainsi le rapport présentera les solutions techniques suivantes :

• **Fondations**

Les fondations superficielles seront réalisées sur sol renforcé par un système d'inclusion rigides ou équivalent, sous les fondations. En raison de la présence de *Remblais* pouvant comporter des blocs et poser des difficultés au forage des inclusions, une solution variante de type RIC pourra être également envisager si elle présente un intérêt technique ou économique.

• **Niveau bas**

Le dallage des bâtiments pourra être sur terre-plein. Il sera néanmoins mis en œuvre sur une couche de forme en matériaux d'apport ou du site (uniquement issus des *Alluvions quaternaires*) avec intercalation d'une nappe géotextile épaisse et anti contaminante.

4.3. Plateforme générale chantier

• **Préparation de l'arase**

En premier lieu, on réalisera une purge des enrobés au droit des voiries et parkings existants. On s'assurera de l'absence de matériaux impropres ou de poches altérées en surface.

L'arase obtenue sera au sein des *Remblais* hétérogènes. Ces formations sont en première approche sensibles à l'eau, pouvant provoquer des difficultés de circulations des engins de chantier, lors des épisodes pluvieux défavorables. En effet, en cas d'augmentation de leur teneur en eau (sols dans un état hydrique humide à très humide), ces matériaux deviennent collants avec une chute de leur consistance engendrant un phénomène de matelassage. Il est donc préférable de réaliser les travaux en période climatique sèche ou de faible précipitation.

L'arase pourra être ainsi qualifié de AR1/PST1 voire PST2 en périodes climatiques sans précipitations. En cas de pluie soutenue, cette qualification pourrait se transformer en une arase AR0/PST0, entraînant la mise en place de dispositions particulières (piste provisoire par blocage) nécessaire pour assurer une bonne traficabilité des engins de chantier et une bonne assise pour la couche de forme.

Dans tous les cas, on veillera à obtenir, aux essais à la plaque, un module $EV2 \geq 30$ MPa sur l'arase, nécessaire pour assurer une bonne traficabilité des engins de chantier et d'assurer une bonne assise pour la couche de forme.

• **Couche de forme (dallage et voirie)**

Avant la mise en place des dallages et des structures de voirie, il conviendra d'obtenir une plateforme support générale homogène. Elle pourra être constituée :

- ✓ Soit de matériaux granulaires dépourvus d'éléments fins et insensibles à l'eau ($IP < 12$) de type GNT sur une épaisseur d'au moins 0,50 m avec intercalation d'une nappe de géotextile entre l'arase et la couche de forme.
- ✓ Soit un traitement de matériaux d'apport aux liants hydrauliques associés éventuellement à la chaux, sur une épaisseur d'au-moins 0,40 m, sous réserve de confirmer la possibilité de traitement par des essais d'aptitude. Compte tenu de la présence de *Remblais hétérogènes* en arase, on veillera à intercaler un géotextile épais et anti-contaminant entre l'arase et la couche de forme,

Cette couche de forme doit être compactée selon les règles de l'art à 98,5 % de l'optimum. Son épaisseur sera adaptée en phase exécution à la réception souhaitée de la plateforme à savoir :

- ✓ EV2 $\geq$ 50 MPa au droit de la plateforme dallage pour une charge répartie $\leq$ 2 t/m²,
- ✓ EV2 $\geq$ 70 MPa au droit de la plateforme dallage pour une charge répartie $>$ 2 t/m²,
- ✓ EV2 $\geq$ 50 MPa pour les structures de voiries légères,
- ✓ EV2 $\geq$ 120 MPa pour les structures de voiries lourdes.

L'indice de compactage EV2/EV1 doit être inférieur ou égal à 2,2. Pour les matériaux traités à la chaux et/ou liants hydrauliques, cet indice (EV2/EV1) n'est pas pertinent.

Dans tous les cas, la mise en œuvre de la couche de forme devra suivre les règles de l'art et les recommandations du Guide Technique CEREMA « Réalisation des remblais et des couches de forme » de mai 2023.

L'entreprise devra, au préalable du démarrage du chantier, réaliser ses propres prélèvements et analyses, afin de s'assurer de la méthodologie à mettre en place pour la création de la plateforme. Elle devra assurer l'identification et l'autocontrôle (ou contrôle interne) afin de mener à bien ces travaux. La procédure de réalisation ainsi que les résultats obtenus lors des contrôles seront soumises au bureau de contrôle pour avis ou au géotechnicien dans le cadre d'une mission G4.

Une fois la plateforme réceptionnée, celle-ci sera protégée par une émulsion gravillonnée. Nous rappelons que l'entreprise VRD devra prévoir une reconstitution de la plateforme dallage avant coulage. Celle-ci devra être dimensionnée tant pour la phase définitive que provisoire, afin d'assurer une bonne traficabilité pour les besoins de circulations de chantier. En effet, il n'est pas exclu que celle-ci se dégrade pendant la réalisation du gros œuvre. Une nouvelle campagne de mesure de portance devra être engagée. On prêter attention à la réalisation de la couche de forme au niveau des pieds poteaux, qui constituent des zones de faiblesse, compte tenu de la difficulté de compactage. Ainsi, la reconstitution de la couche de forme devra être réalisée préférentiellement par de la grave-ciment.

4.4. Fondations

• Principe

Pour rappel, les niveaux bas de chacun des bâtiments ont été calés de la façon suivante :

Bâtiments	A	B	C
Cote du dallage (NGF)	132,0	132,6	132,3
Cote de la plateforme VRD	131,8	132,4	132,1

Compte tenu de la présence de *Remblais* hétérogènes, impropres à l'ancrage jusqu'à 3,0 m de profondeur, soit jusqu'à 129,2 NGF, une solution de fondations superficielles n'est pas envisageable en l'état.

Par conséquent, on s'orientera vers la mise en place d'un système de fondations par **semelles superficielles sur une amélioration de sols par le biais d'Inclusions Rigides (IR)** ou équivalent. Les inclusions seront

descendues au-delà des *Remblais* et ancrées au sein des *Alluvions quaternaires* de bonnes compacités. L'enregistrement des paramètres de forage, lors de la réalisation des inclusions permettra de s'assurer de l'ancrage dans le bon sol.

La contrainte admissible du sol renforcé à l'ELS pour le dimensionnement des fondations superficielles sera de 0,20 / 0,25 MPa (2,0 / 2,5 bars). Elle pourra être précisée par l'entreprise de confortement de sol, selon son dimensionnement (nombre et maillage des inclusions) et les tassements à définir pour la structure. Pour ce type de construction, la structure pourrait admettre des tassements absolus de l'ordre de 1,0 / 1,5 cm pour un tassement différentiel de 1,0 cm (à confirmer et/ou préciser par le BET du projet).

Selon l'ASIRI, un matelas de répartition des charges doit être mis en place à l'interface entre les inclusions rigides et les fondations superficielles.

Nous rappelons que les efforts horizontaux et de traction éventuels devront être repris par la structure, car cette technique ne travaille qu'en compression simple.

NOTA : En variante, une solution de type RIC (Rapide Impact Compaction) pourra être envisagée. Les contraintes visées et les tassements max seront la même que pour une solution par inclusion rigides. Des plots d'essais seront nécessaires pour le calibrage du compactage.

On vérifiera les performances du sol renforcé par :

- o Des essais à la plaque ou dynaplaque afin d'obtenir au minimum un module $EV2 \geq 35$ MPa avec un rapport $EV2/EV1 \leq 2,2$, sur l'arase de la plateforme avant mise en œuvre de la couche de forme,
- o Des sondages pressiométriques et pénétrométriques, afin de s'assurer de la qualité du remblai et de la portance des fondations ancrées au sein de cet horizon (voir paragraphe 4.4). Ainsi, ce dernier devra garantir une résistance dynamique de pointe $R_d \geq 4,0$ MPa toute hauteur, par le biais d'un pénétromètre dynamique type B et une pression limite $pl^* \geq 0,70$ MPa ainsi qu'un module $Em \geq 10,0$ MPa, par des essais pressiométriques.

Cette technique implique des vibrations importantes pouvant nuire aux ouvrages se situant dans un périmètre proche. Ce point devra donc être étudié avec attention par l'entreprise spécialisée.

• Éléments de prédimensionnement

Pour le dimensionnement des inclusions, on prend en compte les logs géotechniques suivants, définis à partir des résultats pressiométriques :

Matériau	Prof. de la base		PI* (MPa)	Em (MPa)	α	Es (MPa)
	m/PF*	NGF				
<i>Remblais</i>	-3,2	129,2	0,55**	5,5**	2/3	8,25
<i>Alluvions quaternaires</i>	<-12,1	< 120,3	3,00	25,0	1/3	75,0

Em = Module pressiométrique ; PI^* = Pression limite ; α = Coefficient Rhéologique ; Es = Module de déformation ($Es = Em / \alpha$).

*niveau de la plateforme VRD estimé à 132,4 NGF.

** Valeur dégradée pour tenir compte de l'hétérogénéité du milieu.

Selon l'ASIRI, le document définissant les règles de réalisation des inclusions rigides, une telle solution devra être accompagnée d'une mission de contrôle et validation par le géotechnicien dans le cadre d'une mission G4 (la norme NFP94-500).

- **Préconisations d'exécution**

La mise en œuvre des inclusions devra être conforme à l'ASIRI et/ou au cahier des charges de l'entreprise de confortement de sol. On veillera également à prendre en considération les éléments suivants :

- ✓ La technique de forage devra être adaptée à la présence de vestiges au sein des *Remblais* ainsi que des niveaux très denses de graviers et/ou galets dans les *Alluvions quaternaires* pouvant nécessiter l'utilisation d'outils spécifiques (un carottier ou un tricône),
- ✓ Le dimensionnement des inclusions devra permettre de limiter les tassements absolus à une valeur admissible par la structure, selon les règles de l'art,
- ✓ Des essais de qualité doivent être mis en œuvre afin de vérifier la bonne exécution des ouvrages réalisés (essais de chargement pour les inclusions rigides, pénétromètre statique ou essais pressiométriques pour les colonnes ballastées).
- ✓ Une semelle isolée réalisée sur une inclusion unique ne doit pas être chargée à plus de 15,0 t à l'ELS et 20,0 t à l'ELU (hors cahier des charges spécifique),
- ✓ Il est nécessaire que le forage des inclusions rigides soit réalisé par refoulement du sol. En cas de remontées de cuttings, il est nécessaire de bien les trier et les séparer des sols à traiter pour éviter toute contamination,
- ✓ Une plateforme de chantier devra être prévue pour la circulation de la machine d'Inclusions Rigides

La réalisation des semelles devra respecter les préconisations suivantes :

- ✓ Un blindage pourrait s'avérer nécessaire compte tenu de la faible cohésion à court terme, voire nulle, des *Remblais* et/ou des *Alluvions quaternaires*,
- ✓ Le fond de fouille devra être curé par l'intermédiaire d'un godet sans dents ou un godet de curage,
- ✓ L'entreprise devra prévoir les moyens nécessaires pour traverser les niveaux indurés (vestiges) au sein des *Remblais*,
- ✓ En cas d'arrivées d'eaux lors de la réalisation des fouilles des semelles par infiltrations ou ruissellements au sein des horizons superficiels ou en cas de remontée de la nappe, l'entreprise devra prévoir un système de pompage adapté afin d'assurer leur bétonnage à sec,
- ✓ L'encastrement des semelles devra respecter la garde hors-gel dans le secteur.

4.5. Dallage

La réalisation du niveau bas du bâtiment pourra se faire par l'intermédiaire d'un dallage sur terre-plein, posé sur la plateforme prévue au paragraphe 4.3. Dans le présent paragraphe, nous donnons les éléments de dimensionnement pour un dallage, avec des niveaux de plateforme VRD (PF) vers 132,4 NGF (à confirmer).

Le tableau suivant répertorie les valeurs des modules de déformation à prendre en compte pour les calculs de dallage selon les couches considérées, par rapport au niveau de plateforme :

Horizons	Cote de la base de la couche		Épaisseur (m)	E_M (MPa)	α	E_s (MPa)
	m/PF*	Cote NGF				
Couche de forme ($EV2 \geq 70$ MPa)	-0,5	131,9	0,5	--	--	63,0
Remblais	-3,2	129,2	2,7	5,5**	2/3	8,25
Alluvions quaternaires	<-12,1	< 120,3	8,9	25,0	1/3	75,0

* Niveau de la plateforme VRD estimé à 132,4 NGF

** Valeur dégradée pour tenir compte de l'hétérogénéité du milieu.

α : Coefficient rhéologique ; E_M : Module pressiométrique ; E_s : Module d'élasticité du sol à long terme ($E_s = E_M / \alpha$) et pour la couche de forme et le remblai technique $E_s = 0,9 EV2$.

Nota : Pour une charge de 2t/m², le module EV2 à considérer sera de 50 MPa, soit un module E_s de 45 MPa.

Pour des surcharges d'exploitations sur le dallage de 5,0 tonnes/m², sur une maille carrée de 20 m de côté, les tassements prévisibles seraient entre 14 à 22 mm.

Dans tous les cas, il est nécessaire que les tassements différentiels et absolus répondent aux exigences de l'exploitation du site. Si ce n'est pas le cas, il revient au Maître d'ouvrage de restreindre les valeurs des tassements dans le cahier des charges, ainsi le dimensionnement de la dalle sera calculé en conséquence.

De plus, l'entreprise devra vérifier selon les caractéristiques du dallage (son dimensionnement et les charges d'exploitation : statique et roulante), les déformations du sol sur un logiciel accrédité (DALLIA ou équivalent). En effet, les déformations du sol peuvent être atténuées avec le changement de dimension de la dalle (épaisseur, ferrailage et/ou densité en fibres...).

La réalisation du dallage devra être conforme au DTU 13.3.

4.6. Terrassement des zones de quais et bassins

Le projet prévoit la réalisation de quais de chargement et/ou de déchargement, avec des aires de béquillage placées 1,2 m par rapport au niveau fini du dallage. Il est également prévu la réalisation de bassins de gestion des eaux dont la profondeur n'est pas connue.

- **Excavation des terres**

Les travaux d'excavation intéresseront les *Remblais* et les *Alluvions Quaternaires*.

En premier lieu, ils devront ainsi prendre en considération la faible cohésion, voire nulle à long terme de l'ensemble de ces formations.

D'autre part, les sondages réalisés ont mis en évidence des passages très denses au sein des *Alluvions Quaternaires*. De même la présence de points durs associés à des blocs ou des vestiges au sein des *Remblais* n'étant pas exclue, l'entreprise devra mettre les moyens et outils puissants nécessaires (de type BRH ou équivalent) pour les traverser et les extraire.

• Disposition vis-à-vis de la présence d'eau

Nous rappelons qu'en aout 2024, FONDASOL avait mis en évidence la présence d'une nappe vers 3,0 et 3,5 m de profondeur, soit 129,3 / 128,9 NGF. En se basant sur l'ensemble de ces données, les terrassements au droit de la plateforme bâtiment (aires de béquillages) ne recouperait pas la nappe. Néanmoins en fonction de la profondeur des bassins, ils pourraient recouper la nappe. Ainsi, les dispositions constructives suivantes seront à prendre en compte :

Ainsi, en phase provisoire, l'entreprise devra prévoir un système de gestion de la nappe adapté pour assurer la réalisation des travaux à sec.

En phase définitive, des dispositions particulières devront être prises pour la stabilité du fond de bassin, situé en zone de fluctuation de nappe (dimensionnement vis-à-vis des sous-pressions, radier, lestage, ect).

Dans tous les cas, l'entreprise devra prévoir les moyens nécessaires pour assurer les terrassements à secs.

Seul un suivi piézométrique permettrait de connaître avec précision les fluctuations et le niveau exacte de la nappe alluviale.

• Techniques de terrassements

En l'absence de toute surcharge en tête, la pente maximale du talus à court terme ne devra pas dépasser la valeur de 2V/3H dans l'ensemble des formations traversées, hors d'eau. Ces indications sont données pour des matériaux secs.

Dans tous les cas, en phase définitive, la stabilité devra être vérifiée par l'entreprise dans le cadre d'une mission G3. Pour le dimensionnement des ouvrages de soutènement du quai et/ou bassin, ainsi que la stabilité des talus, on prendra les éléments suivants :

Profil Lithologique	Densité	Angle de frottement interne φ' (°)	Cohésion C' (kPa)
Remblais en place	1,80	20	0
Alluvions Quaternaires	1,80	30	0

Ces valeurs pourront être précisées par la réalisation d'essais mécaniques de laboratoire.

On veillera à protéger les surfaces des talus définitifs contre le phénomène d'érosion lié aux intempéries et les eaux de ruissellement (mise en place d'une nappe de géosynthétique, végétalisation, etc).

D'autre part, on veillera à s'assurer de la position de la nappe afin de préciser les sujétions de réalisation des bassins en phase définitive.

4.7. Voirie

Nous rappelons qu'en l'absence d'information, nous avons considéré deux classes de trafic de type TC1 à TC2 (à confirmer). En considérant un fond de forme de portance PF2 ($EV2 \geq 50$ MPa) ou PF3 ($EV2 \geq 120$ MPa), le tableau ci-après propose deux exemples de structures possibles :

	TC1		TC2	
Type de structure de chaussée	Structure GB3	Structure EME2	Structure GB3	Structure EME2
Couche de surface	6 cm*	4 cm*	6 cm*	4 cm*
Couche d'assise (couche de Base + couche de fondation)	9 cm	9 cm	8 cm	7 cm
Couche de forme	Géotextile + Matériaux d'apport de type GNT ou traitement des matériaux en place (hors <i>Remblais</i> hétérogènes) aux liants hydrauliques associés éventuellement à la chaux, sous réserve d'identification préalable et de résultats positifs des essais d'aptitude au traitement			
Critère de réception	PF2, soit EV2 ≥ 50 MPa		PF3, soit EV2 ≥ 120 MPa	
Sol en place	Remblais / Alluvions quaternaires			

EME2 : Enrobé à Module Elevé 0/10 ou 0/14 de classe 2 ; GB3 : Grave Bitume de type 3,

* Cette épaisseur correspond à l'épaisseur totale de la couche de surface (une couche de roulement et éventuellement une à deux couches de liaison). Celle-ci a été définie selon le trafic estimé et la nature de la couche de base.

La chaussée devra être vérifiée à la sensibilité au gel. Les granulats utilisés devront être non gélifs.

Les exemples de dimensionnements sont issus du « Catalogue des Structures de Chaussées » de décembre 2003. Les entreprises pourraient proposer des structures variantes selon la nature des produits utilisés, sous réserves de justifications fiables (dimensionnement ALIZE).

Dans tous les cas, les différents dimensionnements et le suivi des travaux pourront être contrôlés et vérifiés par le bureau de contrôle ou le géotechnicien dans le cadre d'une mission G4 selon la norme NF P 94-500.

5. ALEAS ET RISQUES IDENTIFIES

Conformément à la philosophie de la norme NFP94-500 de novembre 2013, l'objectif de la reconnaissance géotechnique en phase G2 AVP, est de limiter l'influence des premiers risques liés à la nature des sols et du contexte du site. Ci-après les principaux risques résiduels qui dépendent grandement de l'exécution des travaux :

- ✓ La présence de nappe entre vers 3,0 et 3,5 m de profondeur, soit 129,3 / 128,9 NGF et dont les niveaux caractéristiques (NPHE) ne sont pas connus,
- ✓ La position du site en zone inondable par rupture de barrage de la *Ganguise (Aude)*,
- ✓ La présence de *Remblais* hétérogènes jusqu'à 3,0 m de profondeur et dont les surépaisseurs sont à attendre, imposant le renforcement du sol sous les fondations,
- ✓ La présence de niveaux très denses au sein des *Alluvions quaternaires*, ou de points durs au sein des *Remblais*, pouvant entraîner des difficultés lors des terrassement ou du forage des inclusions,
- ✓ La faible cohésion des terrains en place,
- ✓ La nature des sols locaux sensibles à l'eau, avec chute de portance et de consistance en cas d'augmentation significative de la teneur en eau,
- ✓ La bonne exécution des travaux de mise en œuvre de la couche de forme, avec nécessité d'un contrôle soigné des différentes phases,
- ✓ Les conditions météorologiques lors des travaux de terrassement.

Les dispositions constructives devront être adaptées aux aléas et risques identifiés ci-dessus. Elles devront obtenir l'aval du bureau de contrôle ou du géotechnicien dans le cadre d'une mission G3 (confiée par l'entreprise) ou G4 (confiée par le Maître d'ouvrage) selon la norme NF P94-500.

DISPOSITIONS GENERALES ET CONDITIONS D'UTILISATION

- ✓ Les calculs et conclusions indiqués auparavant ne concernent que les ouvrages décrits dans ce rapport,
- ✓ Toute modification du projet, même s'il s'agit du même site, devrait nous être soumise pour examen et avis,
- ✓ Les recommandations détaillées dans le présent rapport résultent d'une interprétation globale des points de sondage de FONDASOL, ainsi que nos sondages complémentaires dont le nombre est estimé d'un commun accord avec le donneur d'ordre, et selon les recommandations en vigueur. Dans tous les cas, il convient de préciser que la reconnaissance de sol, quelque précise qu'elle soit, n'est pas à l'abri d'une anomalie localisée entre deux points de sondage,
- ✓ Aussi les divers intervenants devront être particulièrement vigilants à l'ouverture des fouilles et signaler, dès sa découverte, la présence d'une anomalie afin que puissent être immédiatement prises les mesures adéquates,
- ✓ Les informations données concernant la présence d'eau sont relevées dans les piézomètres à l'époque de leur réalisation et ne reflètent pas forcément le niveau maximum atteint par la nappe, il est recommandé de prévoir des études hydrogéologiques, permettant de statuer sur les niveaux d'eau,
- ✓ En cas de présence d'ouvrages mitoyens ou de talus en déblais de grande hauteur, une étude spécifique à ceux-ci doit obligatoirement être produite. Il appartient à la Maîtrise d'œuvre et au bureau de contrôle d'en commander la fourniture,
- ✓ En absence de contrôle, lors de la réalisation des ouvrages géotechniques, ATLAS Géotechnique ne peut tenu pour responsable pour toute non-conformité et/ou malfaçons, quelle qu'elle soit.
- ✓ Dès réception du présent rapport, le client (MOA, MOE, AMO, Entreprise...) devra formuler ses remarques dans un délai de trois semaines suivant la diffusion du rapport. Au-delà de ce délai, le rapport est considéré comme validé. Aucune modification ne pourra être réclamée.

ANNEXES

- Plan de situation,
- Schéma d'implantation des sondages,
- Coupes des sondages pressiométriques SP1 à SP8,
- Coupes des sondages pénétrométriques P1 à P5,
- Coupe des sondages à la tarière mécanique ST1 à ST5,
- Procès verbaux des essais en laboratoire,
- Coupes des sondages FONDASOL,
- Extrait de la Norme NFP94-500 du 30/11/2013.