



fondasol

AGENCE DE NANTES

ASTURIA BATIMENT B

4 RUE EDITH PIAF

44800 SAINT HERBLAIN

☎ 02 51 77 86 50

✉ nantes@groupefondasol.com

LIDL



Nouvelle surface commerciale

6 Rue des Coteaux de Grand-Lieu - BOUAYE (44)

Etude géotechnique G1 + G2-AVP

PR.44GT.24.0301 - Pièce 001

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
A	04/04/25	69	1ère diffusion	M. POIROT	P.-A. NDIAYE
B					
C					

SOMMAIRE

A.	Présentation de notre mission	5
A.1.	Eléments du contrat	5
A.2.	Mission selon la norme NF P94-500	5
A.3.	Prestations confiées à Fondasol pour étudier le projet	6
A.4.	Documents à notre disposition pour cette étude	6
A.4.1.	Documents préalables	6
A.4.2.	Autres sources d'information	6
A.4.3.	Données manquantes	6
A.5.	Description du projet	7
A.5.1.	Caractéristiques générales du projet et des ouvrages	7
A.5.2.	Premiers éléments de descente de charge du projet	7
A.5.3.	Catégorie géotechnique et de durée d'utilisation du projet des ouvrages	7
A.5.4.	Catégorie d'importance vis-à-vis du risque sismique	8
A.6.	Programme d'investigations	8
A.6.1.	Investigations in-situ	8
A.6.2.	Essais en laboratoire	8
B.	Caractéristiques générales du site	9
B.1.	Description générale	9
B.1.1.	Situation et topographie	9
B.1.2.	Le site et son environnement	10
B.2.	Résultats de l'enquête documentaire	11
B.2.1.	Contexte géologique général	11
B.2.2.	Risques naturels connus	12
B.2.3.	Arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle publiés pour la commune	13
B.2.4.	Éléments d'historique et autres risques	13
C.	Résultats des investigations	15
C.1.	Lithologie	15
C.2.	Données géomécaniques	16
C.3.	Données hydrogéologiques	16
C.3.1.	Niveaux d'eau	16
C.3.2.	Données sur la perméabilité des sols	17
C.4.	Analyses d'agressivité de l'environnement sur les bétons	18
D.	Principes de construction envisageables pour les ouvrages géotechniques	19
D.1.	Contraintes spécifiques du site / identification des aléas géotechniques	19
D.2.	Données liées au risque sismique	19
D.2.1.	Classe de sol sismique	19
D.2.2.	Paramètres de calcul liés au séisme	19
D.3.	Travaux d'adaptation du site pour accueillir le projet	20
D.3.1.	Démolitions	20
D.3.2.	Conditions générales de terrassements	20
D.4.	Dispositions vis-à-vis des eaux souterraines	21

D.5.	Mode de fondations et structure du niveau bas envisageables	21
D.5.1.	Fondations des bâtiments	21
D.5.2.	Niveau bas des bâtiments	22
D.5.3.	Fondations des ombrières photovoltaïques	22
D.6.	Assises de chaussée	22
D.7.	Première approche de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)	23
E.	Étude des fondations superficielles	24
E.1.	Type et niveaux d'assise des fondations	24
E.2.	Modèle et hypothèses géotechniques	24
E.2.1.	Modèle géotechnique pour les fondations	24
E.2.2.	Contraintes de calcul pour les fondations	25
E.3.	Prise en compte des efforts horizontaux et de renversement pour les ombrières photovoltaïques	25
E.4.	Ebauches dimensionnelles - première approche des tassements	26
E.5.	Première approche des dispositions constructives et des sujétions d'exécution	27
E.5.1.	Dimensions minimales - Dispositions en cas de niveaux décalés	27
E.5.2.	Sujétions générales	27
E.5.3.	Conditions de réalisation des fondations	27
F.	Étude de l'assise des dallages	28
F.1.	Données d'entrée	28
F.2.	Préparation du support – nature et qualité de la couche de forme	28
F.3.	Objectifs visés	29
F.4.	Modules de déformation des sols	29
F.5.	Première approche des tassements	29
F.6.	Première approche des dispositions constructives et sujétions d'exécution	30
G.	Étude de l'assise des chaussées	31
G.1.	Données d'entrée	31
G.2.	Requalification de la voirie existante	31
G.2.1.	Qualification de la voirie existante	31
G.2.2.	Solutions de renforcement	31
G.3.	Assise des voiries neuves	32
G.3.1.	Travaux préparatoires	32
G.3.2.	Drainage des parcelles	32
G.4.	Classe d'arase	32
G.5.	Couche de forme des voiries	33
G.6.	Contrôle de la couche de forme mise en œuvre	34
G.7.	Constitutions des chaussées et zones de parking	34
G.8.	Sujétion de conception et d'exécution	34
H.	Suites à donner	35
H.1.	Projet des ouvrages géotechniques phase AVP et aléas identifiés	35
H.2.	Données d'entrée nécessaires pour la mission G2 PRO	35
H.3.	Enchaînement des missions normalisées	36
ANNEXES		37

1.	Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (NF P94-500) – I	page___ 38
2.	Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P94-500) – I	page_____ 39
3.	Risques naturels _____	40
4.	Résultats des investigations in situ _____	42
5.	Essais de laboratoire géotechnique _____	55
6.	Résultats d'analyses d'agressivité sur le béton _____	63
7.	Essais de perméabilité _____	67

A. PRESENTATION DE NOTRE MISSION

A.1. Eléments du contrat

Maître d'Ouvrage : LIDL.

Demandeur : M Anthony PONSAT.

Devis : SQ.44GT.24.12.051.

Commande : COMMANDE DU 30/12/2024 par SNC LIDL.

A.2. Mission selon la norme NF P94-500

Etude géotechnique G1 + G2 AVP selon la norme NF P94-500 (Missions d'Ingénierie Géotechnique Types – Révision de novembre 2013), en vue de la création d'une surface commerciale.

Le présent rapport comprend :

- 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,
- La caractérisation de l'agressivité du sol vis-à-vis des bétons,
- L'approche de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG),
- Les principes d'adaptation au site,
- Les hypothèses géotechniques pour la justification des ouvrages géotechniques (fondations, dallage, voiries, mur de soutènement),
- L'ébauche dimensionnelle géotechnique des éléments de fondation, dallage et voiries.

Notre mission ne comprend pas, notamment :

- L'étude détaillée du risque de liquéfaction des sols du site sous séisme,
- L'ébauche dimensionnelle d'ouvrages de gestion des eaux pluviales.

Remarques importantes :

- Cette étude géotechnique ne concerne pas les aspects géothermiques ; des études géologiques, hydrogéologiques et thermiques spécifiques, aux profondeurs requises pour ces projets, doivent être menées pour en définir les potentialités et analyser les aléas particuliers qui pourraient y être liés (notamment risque de mise en communication de nappes, d'artésianisme, de sols gonflants, etc.). Le département Hydrogéologie de FONDASOL peut prendre en charge ces prestations sur la base d'une offre de service spécifique.

- 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. Le cas échéant, le service Environnement de FONDASOL est disponible pour établir un devis de diagnostic environnemental.

A.3. Prestations confiées à Fondasol pour étudier le projet

	Prestation(s)	Pièce(s)
 GÉOTECHNIQUE	Etude géotechnique G2AVP	PR.44GT.25.0007-001 (le présent rapport)
 GÉOTECHNIQUE	Etude géotechnique G2PRO	PR.44GT.25.0007-002 (à venir)

A.4. Documents à notre disposition pour cette étude

A.4.1.1. Documents préalables

Nous avons disposé pour cette étude des documents suivants :

N°	Document	Émetteur	Référence	Ind	Date Emission
[1]	Dossier de plans ESQ (cadastre, plans de masse existant et projet, vues en plan, en coup, en façades...)	Interfaces Architecture	626_Lidl_BOUAYE_ESQ102_241106	-	24/10/2024
[2]	Plan topographique	AIRGÉO	242816-TOPO200	-	07/01/2025
[3]	Etude géotechnique G12 (ex-G2AVP) préalable à la création des deux totems	FONDASOL	AN.08.332	-	29/10/2008

A.4.1.2. Autres sources d'information

Notre étude s'est également basée sur les sources d'information suivantes :

- La carte IGN du secteur,
- Les données du BRGM, la carte géologique du secteur,
- Les données publiées sur le site georisques.gouv.fr,
- Les vues aériennes du secteur disponibles sur remonterletemps.ign.fr.

A.4.1.3. Données manquantes

Les éléments suivants ne nous ont pas été fournis :

- Descentes de charges,
- Tassements absolus et différentiels admissibles.

A.5. Description du projet

A.5.1.1. Caractéristiques générales du projet et des ouvrages

Le projet prévoit la démolition du magasin Lidl actuel et, en lieu et place, la reconstruction d'une surface commerciale d'environ 2 600 m². Le niveau du plancher bas du RDC du bâtiment ne nous a pas été transmis. Nous le supposons à +27.7 m NGF, en profil rasant par rapport au terrain existant.

Le projet prévoit également :

- La création d'ombrières au droit de 54 places de parking,
- Le réaménagement du parking avec création de places en pavés drainants.

Nous présentons, ci-après, une vue 3D du futur projet :



Vue 3D du projet - Extrait de [1]

A.5.1.2. Premiers éléments de descente de charge du projet

Les descentes de charge (selon le cahier des charges de LIDL – PNI 16.d du 01/04/2018) seront, aux ELS (G+Q), de l'ordre de :

- 10 kPa sur dallage du magasin et 20 kPa dans la zone réserve,
- 200 à 1000 kN pour les massifs isolés et 50 à 100 kN/ml pour les semelles filantes.

Ces valeurs seront à confirmer ou à affiner au stade G2PRO.

A.5.1.3. Catégorie géotechnique et de durée d'utilisation du projet des ouvrages

En l'absence d'indication, nous avons considéré, conformément à l'Eurocode 0 et à l'Eurocode 7, les hypothèses suivantes (à confirmer par le Maître d'Ouvrage) :

- Catégorie de l'ouvrage (NF EN 1990) : D (Commerces).
- Catégorie géotechnique du projet (NF EN 1997) : 2
- Classe de conséquence des ouvrages (NF EN 1990) : CC2
- Catégorie de durée d'utilisation des ouvrages définitifs (NF EN 1990) : 4 (50 ans)

A.5.1.4. Catégorie d'importance vis-à-vis du risque sismique

La catégorie d'importance d'ouvrage considérée par hypothèse dans la suite du rapport (hypothèse restant à confirmer par le maître d'ouvrage) est : III pour le bâtiment de surface commerciale et I pour les ombrières sur parking extérieur.

A.6. Programme d'investigations

A.6.1.1. Investigations in-situ

Les investigations suivantes ont été réalisées en février 2025 :

Pour l'étude des bâtiments et ombrières :

- **SP3 et SP4** : 2 sondages pressiométriques descendus entre 6,2 m et 6,4 m de profondeur, avec 5 essais pressiométriques (norme NF EN ISO 22476-4) par sondage ;
- **SD1 et SD2** : 2 sondages à la tarière Ø 63 mm descendus entre 4,5 m et 5,0 m de profondeur ;
- **DPT1 et DPT2** : 2 essais au pénétromètre dynamique de type B, à proximité des sondages à la tarière, et descendus à 2,8 et 3,0 m de profondeur ;

Nous réutiliserons également les deux sondages pressiométriques réalisées en 2008 dans le cadre de l'étude des deux totems :

- **PR1-2008 et PR2-2008** : 2 sondages pressiométriques descendus à 4,7 m de profondeur (refus à la tarière), avec 4 essais pressiométriques (norme NF EN ISO 22476-4) par sondage.

Pour l'étude du réaménagement du parking existant :

- **SC1 et SC2** : 2 sondages carottés de chaussée descendus à 2,0 m de profondeur.
- **SD3** : 1 sondage à la tarière Ø 90 mm descendu à 2,0 m de profondeur ;
- **Perm1, Perm2 et Perm3** : 3 essais de perméabilité en forage, dans les sondages SC1, SC2 et SD3.

Préalablement à notre intervention, les points de sondage ont été sécurisés vis-à-vis de la présence de réseaux enterrés par Détect'Réseaux.

A.6.1.2. Essais en laboratoire

Des essais en laboratoire ont été réalisés, dans le but de :

- Déterminer la classification selon le GTR des matériaux constituant la couche de forme sous voirie existante.
- Définir la classe d'agressivité des sols sur le béton suivant la norme EN206 :2024

B. CARACTERISTIQUES GENERALES DU SITE

B.1. Description générale

B.1.1.1. Situation et topographie

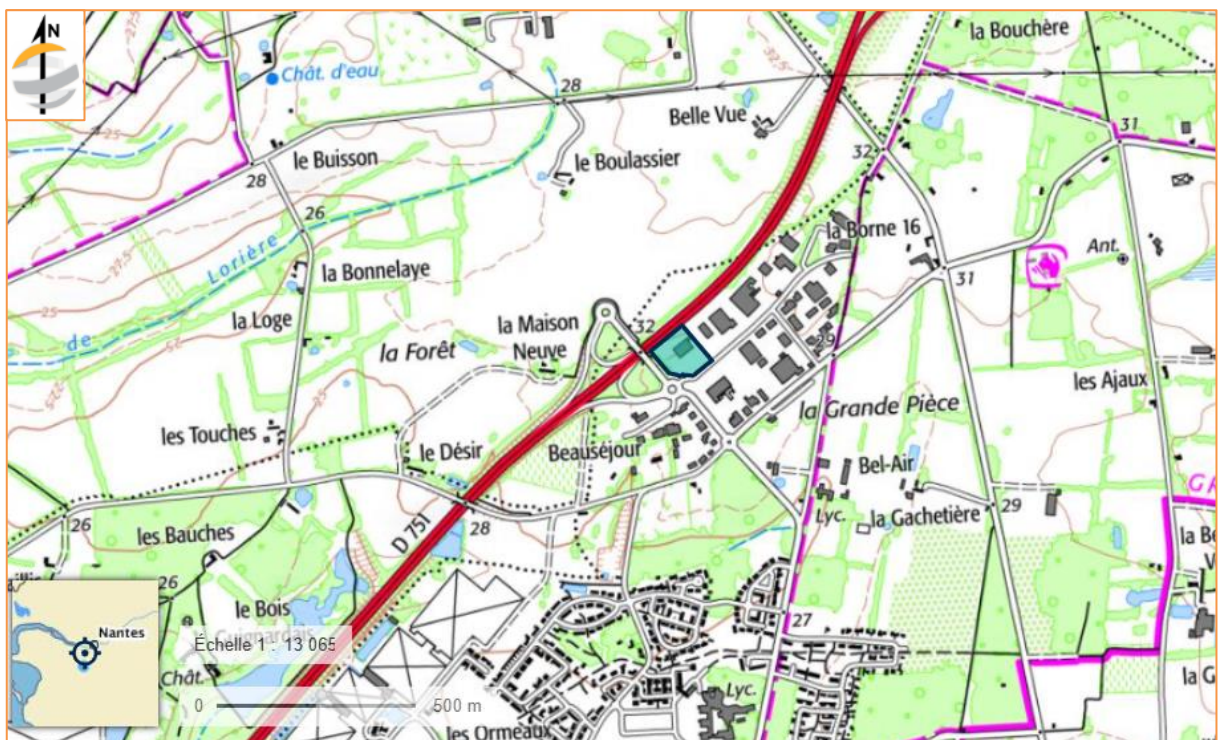
Situation du terrain :

- Adresse du site : 36 Rue des Coteaux de Grand-Lieu - 44830 Bouaye.
- Parcelles cadastrales : Section ZA n°28I
- Superficie du terrain : 11 000 m² environ.

Topographie :

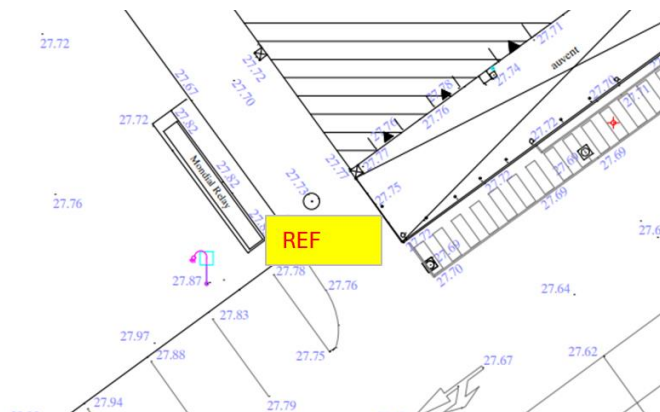
Le secteur est globalement en pente très faible vers le Nord-Ouest.

Le magasin actuel et son parking sont construits sur une plateforme de topographie globalement plane. L'altitude de nos points de sondage varie entre 27,6 m NGF (PR2-2008) et 28,21 m NGF (SP4).



Extrait carte IGN et profil altimétrique – Géoportail ®

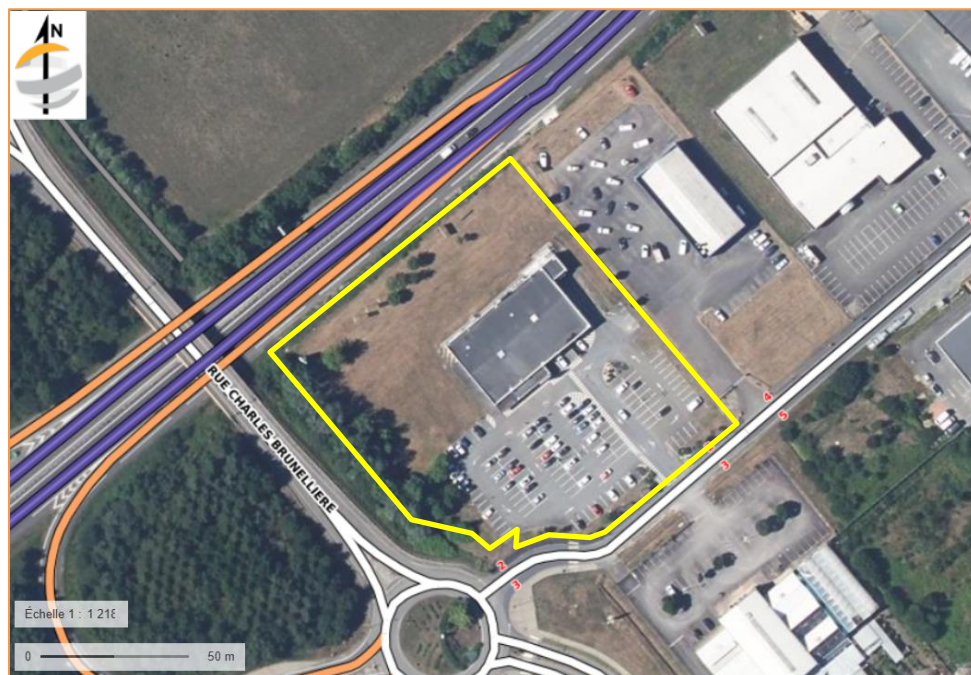
Le nivellement des sondages a été réalisé par rapport à un tampon de réseau EU ou EP, présent à l'angle Sud-Ouest du magasin, dont la cote est 27,73 m NGF d'après le plan topographique [2]. L'ensemble des altimétries de nos points de sondage (y compris les coordonnées en planimétrie) sont présentés également.



Précision des relevés (X / Y)		Relevé par géomètre	
Non renseigné		Non	
Système de coordonnées du projet		Nivellement	
WGS 84		NGF - Nivellement Général de la France	
	WGS 84		
Nom	Longitude	Latitude	Élévation [m]
SC1+Perm1	-1,681007636	47,163677411	28,18
PR1-2008	-1,68115416	47,164084238	27,7
SC2+Perm2	-1,68141155	47,1638272	27,85
SD3+Perm3	-1,681678353	47,164047517	27,76
PR2-2008	-1,681423394	47,164316948	27,6
SP3	-1,6810729	47,1645016	27,75
SP4	-1,6804238	47,1639644	28,21
SD1+DPT1	-1,680803738	47,164237126	27,82
SD2+DPT2	-1,6808648	47,163857	27,95

B.I.1.2. Le site et son environnement

Lors de notre intervention, la zone d'étude correspondait à une surface commerciale Lidl existante, en partie centrale, entourée de zones de voiries au Sud, et d'espaces verts au Nord.



Photographie aérienne du site (Géoportail ©)

Dans ce contexte géologique, le toit du substratum d'amphibolite (gneiss) correspond à une surface d'érosion et d'altération. De ce fait, il sera toujours possible de rencontrer des pointements rocheux ou des approfondissements du toit du substratum sous le recouvrement limoneux ou sableux. Ces variations lithologiques engendrent d'importantes hétérogénéités des caractéristiques mécaniques.

Compte tenu de l'aspect construit du site, il faudra s'attendre à rencontrer des épaisseurs de remblais plus ou moins importantes que celles rencontrées au droit de nos sondages. Ces remblais pourront être de nature diverse et de compacité très variable. Ils pourront également contenir des vestiges (fondations, réseaux, galerie technique, fosses, etc.).

B.2.1.2. Risques naturels connus

Risque	Aléa / sensibilité	Document réglementaire et date de prescription
Inondations par débordement d'un cours d'eau	Terrain a priori situé hors zone inondable . Aléa non cartographié	-
Inondations par ruissellement	Partie Sud du terrain situé en zone inondable par ruissellement (zone de précaution – aléa faible)	Cartographie du PLUm nantesmetropole.maps.arcgis.com
Inondations par remontées de nappe	Terrain a priori situé en zone potentiellement sujette aux inondations de caves	Zones sensibles aux remontées de nappes (infoterre.brgm.fr)
Retrait-gonflement des sols argileux	Aléa moyen	Arrêté du 22 juillet 2020
Cavités	Pas de cavité recensée à moins de 500 m du projet	Cavités souterraines abandonnées non minières (georisques.gouv.fr)
Mouvements de terrain	Pas de mouvement de terrain recensé à moins de 500 m du projet	Mouvements de terrain (georisques.gouv.fr)
Séisme	Zone de sismicité 3	Décret n°2010-1254 / Décret n°2010-1255 Arrêté du 22/10/10 modifié par l'arrêté du 19/07/11 et par celui du 15/09/14
Rayonnements ionisants – Radon	Catégorie I : Potentiel faible	Décret n° 2002-460 du 4 avril 2002

Cette liste n'est pas exhaustive. Il appartient aux concepteurs du projet de s'assurer que le projet tient compte des prescriptions liées à l'ensemble des risques, y compris non géotechniques.

Pour plus de détails, le lecteur pourra se reporter aux extraits des cartes en Annexes.

B.2.1.3. Arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle publiés pour la commune

Code National CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le journal officiel du	Risque	Commune
INTE8800136A	01/02/1988	29/02/1988	07/04/1988	21/04/1988	Inondations et/ou Coulées de Boue	BOUAYE
INTE9800067A	11/06/1997	11/06/1997	12/03/1998	28/03/1998	Inondations et/ou Coulées de Boue	BOUAYE
INTE9900216A	26/12/1998	27/12/1998	19/05/1999	05/06/1999	Inondations et/ou Coulées de Boue	BOUAYE
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999	Inondations et/ou Coulées de Boue	BOUAYE
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999	Mouvement de Terrain	BOUAYE
INTE2014521A	01/03/2020	01/03/2020	16/06/2020	10/07/2020	Inondations et/ou Coulées de Boue	BOUAYE

Liste des arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle (source : Georisques)

B.2.1.4. Éléments d'historique et autres risques

Les informations données ci-après concernant l'historique du site sont issues de vues aériennes disponibles sur remonterletemps.ign.fr,

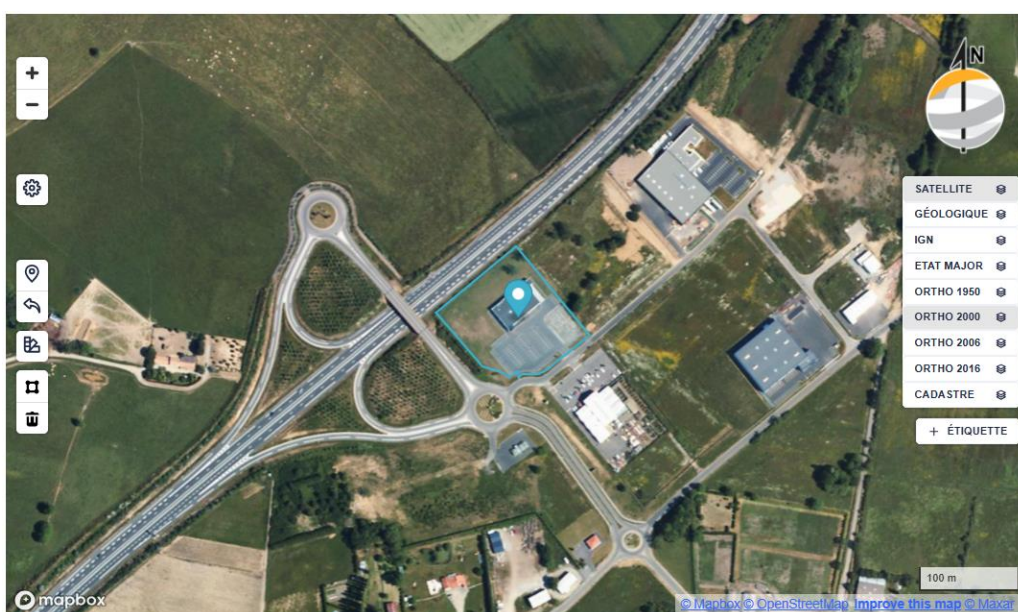
Il ressort de ces éléments que le terrain étudié était initialement un terrain agricole. Deux premières surfaces commerciales ont été créées en partie Nord vers 1991 et en partie Sud vers 1993.



Vue aérienne datée de 1950 (source : remonterletemps.ign.fr)



Vue aérienne datée de 1999 (source : remonterletemps.ign.fr)



Vue aérienne datée de 2004 (source : remonterletemps.ign.fr)

C. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

C.I. Lithologie

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

- **Formation 0 : Couverture** : enrobé bitumineux, au droit des voiries, ou terre végétale, en tête des autres sondages,
- **Formation 1 : Remblais** : couche de forme caillouteuse à sablo-caillouteux sous voirie, ou sous la terre végétale en bordure de voirie. Localement, des remblais de limon argileux probablement liés à l'aménagement du site ont été rencontrés (SD3),
- **Formation 2 : Sols limoneux, argileux ou sableux superficiels** : il s'agit soit de dépôts de Limon des Plateaux, des Sables du Pliocène, ou de sols issus de l'altération du substratum. La présence de ces trois formations est aléatoire d'un sondage à l'autre.
- **Formation 3 : Substratum d'amphibolite (gneiss) plus ou moins altéré à compact** : localement altéré (PRI-2008), il est compact au droit des autres sondages l'ayant atteint.

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

		PRI-2008	PR2-2008	SP3	SP4
N°	Nature de la formation	Prof (cote)	Prof (cote)	Prof (cote)	Prof (cote)
0	Couverture	0.0 (27.7)	0.0 (27.6)	0.0 (27.8)	0.0 (28.2)
1	Remblais	0.05 (27.7)	0.2 (27.4)	-	0.2 (28.0)
2	Sols limoneux, argileux ou sableux superficiels	0.9 (26.8)	0.6 (27.0)	0.45 (27.3)	0.4 (27.8)
3	Amphibolite altérée à compacte	2.8 (24.9)	2.3 (25.3)	3.2 (24.6)	4.7 (23.5)

		SD1	SD2	SD3	SC I	SC2
N°	Nature de la formation	Prof (cote)	Prof (cote)	Prof (cote)	Prof (cote)	Prof (cote)
0	Couverture	0.0 (27.8)	0.0 (28.0)	0.0 (27.8)	0.0 (28.2)	0.0 (27.9)
1	Remblais	0.1 (27.7)	0.1 (27.9)	0.2 (27.6)	0.1 (28.1)	0.1 (27.8)
2	Sols limoneux, argileux ou sableux superficiels	0.4 (27.4)	0.6 (27.4)	0.8 (27.0)	0.7 (27.5)	0.5 (27.4)
3	Amphibolite altérée à compacte	>4.5 (<23.5)	>5.0 (<23.0)	>2.0 (<25.8)	>2.0 (<26.2)	>2.0 (<26.2)

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

C.2. Données géomécaniques

Les caractéristiques mécaniques des sols ont été mesurées in situ à partir des essais pressiométriques suivant la NF EN ISO 22476-4 et pénétrométriques. Elles sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

p_l^* : pression limite nette
 E_M : module de déformation pressiométrique
 q_d : Résistance de pointe

N°	Formation	Profondeur de la base (m/TN actuel)	Classe de sol selon EC7	E_M (MPa)		p_l^* (MPa)		q_d (MPa)	
				Min	Max	Min	Max	Min	Max
1	Remblais	0,4 à 0,9		-	-	-	-	10	55
2	Sols limoneux, argileux ou sableux superficiels	2,3 à > 5,0	Limon mou à ferme Sable lâche à très dense	4.7	36.6	0.56	3.88	2	Refus
3	Amphibolite altérée à compacte	Au-delà	Rocher altéré à fragmenté	28.1	316.4	3.07	> 4.85	-	

C.3. Données hydrogéologiques

C.3.1. Niveaux d'eau

Lors de nos interventions, en octobre 2008 et en février 2025, des niveaux d'eau non stabilisés ont été rencontrés dans les sondages aux profondeurs et cotes données dans les tableaux ci-dessous.

Sondage	PR1-2008	PR2-2008	SP3	SP4
Altitude (m NGF)	27.7	27.6	27.8	28.2
Niveaux d'eau en cours de forage (m)	-	-	1.7	1.7
Niveaux d'eau en fin de chantier (m)	3.0	1.0	-	-
Altitude de l'eau (m NGF)	24.7	26.6	26.1	26.5

Sondage	SD1	SD2	SD3	SC1	SC2
Altitude (m NGF)	27.8	28.0	27.8	28.2	27.9
Niveaux d'eau en cours de forage (m)	2.0	3.3	-	-	-
Niveaux d'eau en fin de chantier (m)			>2.0	>2.0	>2.0
Altitude de l'eau (m NGF)	25.8	25.7	<25.8	<26.2	<25.9

Le terrain est le siège de circulations d'eau provenant d'une nappe ou d'infiltrations, dans les sols limoneux à sableux superficiels.

Des circulations et stagnations d'eau dans les remblais de surface restent également possibles en fonction des conditions météorologiques.

Rappelons que les niveaux d'eau mesurés le jour de notre intervention ne sont pas forcément les niveaux les plus défavorables pour le projet : ils sont susceptibles de varier de façon significative en fonction des conditions climatiques et saisonnières.

En effet l'intervention ponctuelle du géotechnicien dans le cadre de la réalisation de l'étude confiée ne permet qu'une *approche* du niveau d'eau à un moment donné, sans possibilité d'apprécier la variation inéluctable des nappes et circulations d'eau qui dépend notamment des conditions météorologiques.

Pour obtenir des indications plus précises au droit des éventuels ouvrages enterrés, il peut nous être confié, dans le cadre d'une mission spécifique complémentaire, la pose de piézomètres, et la réalisation d'un suivi piézométrique, seul ou accompagné d'une étude hydrogéologique.

C.3.2. Données sur la perméabilité des sols

Nous avons effectué trois essais de perméabilité en forage. Ces essais permettent d'évaluer une perméabilité locale du sol.

Sondage	PERM1	PERM2	PERM3
Profondeur de l'essai (m)	1,55 – 2,0 m	1,1 – 2,0 m	1,5 – 2,0 m
Perméabilité k (m/s)	$4,4.10^{-7}$	$< 1.10^{-7}$ (*)	$< 1.10^{-7}$ (*)
Perméabilité k (mm/h)	1,5	< 1	< 1
Nature du sol testé	Argile sableuse	Argile	Argile sableuse

(*) Après injection d'eau pour remplissage de la cavité, aucune variation du niveau d'eau n'a été observée durant 1h.

La perméabilité mesurée est en accord avec la nature des formations observées au droit des essais (argile ± sableuse).

Il conviendra de tenir compte d'un coefficient de sécurité sur les valeurs brutes mesurées, en fonction du type d'ouvrage à réaliser (tranchées drainantes, noues...), compte tenu du colmatage possible et des potentiels défauts d'entretien.

Notons que la valeur limite inférieure généralement admise pour l'infiltration des eaux pluviales est de 7 à 10 mm/h. En deçà, l'infiltration est déconseillée.

Ces mesures de perméabilité réalisées sont des mesures ponctuelles et localisées. Si une infiltration est envisagée des mesures en grand à l'emplacement exact des ouvrages d'infiltration est recommandée

C.4. Résultats des essais de laboratoire

Les analyses de laboratoire suivantes ont été réalisées sur les sols :

- 2 mesures de la teneur en eau,
- 2 mesures de la valeur de bleu du sol (VBS),
- 2 analyses granulométrique par tamisage.

Les PV d'essais et le tableau récapitulatif sont donnés en annexe.

D'après les essais en laboratoire réalisés, les matériaux constituant la couche de forme sont de classe G₊ selon le GTR2023 (C₁B₄ selon le GTR2000), en SC1.

Les sols d'assise sont de classe I₂ selon le GTR2023 (B₆ selon le GTR2000), en SC2.

Les matériaux de classe C sont des sols comportant des fines et des gros éléments. Les sols **C₁B₄** sont des sols sablo-graveleux dont la fraction fine 0/50mm est un sol de la classe B₄. Le comportement de ces sols peut être assez justement apprécié par celui de leur fraction 0/50 mm. Les matériaux B₄ sont des sols sableux et graveleux avec fines. La plasticité de leurs fines rend ces sols sensibles à l'eau. Ils sont en général perméables et réagissent rapidement aux variations de l'environnement hydrique et climatique.

Les matériaux B₆ sont des matériaux sablo-graveleux argileux à très argileux qui en font des sols sensibles à l'eau.

C.5. Analyses d'agressivité de l'environnement sur les bétons

Nous rappelons ci-après les classes d'expositions (chimiques) de la norme référencée NF EN 206-(FD P18 011) :

- XA1 Environnement à faible agressivité chimique,
- XA2 Environnement à agressivité chimique modérée,
- XA3 Environnement à forte agressivité chimique.

Deux échantillons de sol ont été prélevés en forages et confiés pour analyse à INOVALYS.

Les résultats de ces analyses sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Échantillon	Degré d'acidité des sols selon Baumann	Sulfates	Classe retenue
SP3 : 1,0 – 2,0 m (Sable argileux)	7,0 ml/kg	161 mg/kg	<XA1
	<XA1	<XA1	
SP4 : 0,4 – 1,1 m (Argile sableuse)	157,5 ml/kg	614 mg/kg	<XA1
	<XA1	<XA1	

Le tableau des seuils est donné ci-dessous.

Agents agressif	Norme d'essai	Classe d'agressivité selon NF EN 206/CN:2014		
		XA1	XA2	XA3
Agressivité des sols				
SO ₄ ²⁻ (mg/kg de sol séché à 105 °C ± 5 °C) ^{f)}	NF EN 196-2	≥ 2 000 et ≤ 3 000	> 3 000 et ≤ 12 000	> 12 000 et ≤ 24 000 ^{c)}
Degré d'acidité	Voir Annexe A	> 200	g)	g)
Baumann-Gully (ml/kg)				

Il sera retenu une classe d'agressivité <XA1 vis-à-vis de l'agressivité des sols sur le béton (environnement non agressif).

Dans le cadre de notre étude, nous nous limitons à l'évaluation de la classe d'agressivité chimique XA_i. Les autres classes d'exposition (XC_i, XS_i, XD_i, XF_i) seront à évaluer par le maître d'œuvre.

D. PRINCIPES DE CONSTRUCTION ENVISAGEABLES POUR LES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

D.1. Contraintes spécifiques du site / identification des aléas géotechniques

Des contraintes spécifiques liées au projet et au site ont été mises en évidence :

- Présence de remblais sur une faible épaisseur au droit de nos sondages. Ces épaisseurs peuvent varier au droit du site, en particulier au droit du bâtiment actuel, qui sera démoli. Le niveau d'assise des fondations sera à adapter, pour assurer un ancrage dans le terrain naturel en place et non remanié,
- Présence possible du substratum d'amphibolite à faible profondeur, plus ou moins altéré en tête.
- Présence possible d'une nappe ou de circulations d'eau à faible profondeur, au sein des sols limoneux à sableux superficiels et/ou des remblais, fluctuante en fonction des saisons et de la pluviométrie.

D.2. Données liées au risque sismique

Compte-tenu de la catégorie d'importance des ouvrages (III) et de la zone de sismicité (3), l'effet d'un séisme sera à considérer pour le dimensionnement structurel des ouvrages.

D.2.1.1. Classe de sol sismique

La classe de sol a été déterminée à partir des résultats des essais pressiométriques, en utilisant des corrélations entre les vitesses sismiques et les modules pressiométriques.

La classe de sol retenue est la **Classe A**.

D.2.1.2. Paramètres de calcul liés au séisme

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	D'où le paramètre de sol : $S =$	1

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

Remarques importantes : 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.

L'hypothèse de catégorie d'importance, qui influence les paramètres de calculs structurels, doit être confirmée par le Maître d'ouvrage.

D.3. Travaux d'adaptation du site pour accueillir le projet

D.3.1.1. Démolitions

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

- Le décroutage des enrobés bitumineux sous réserve d'un diagnostic préalable pour s'assurer de l'absence de HAP et d'amiante,
- Démolition et purge des fondations, cuves et réseaux enterrés,
- Relevé minutieux, par un géomètre, de la localisation, profondeur et géométrie des structures enterrées,
- Le comblement des purges en utilisant un matériau granulaire insensible à l'eau, mis en œuvre et compacté selon les recommandations du guide GTR.

En fonction des éléments ci-avant, des adaptations des ouvrages géotechniques du projet pourront être nécessaires (purges, substitutions, choix des techniques, implantation des fondations...).

D.3.1.2. Conditions générales de terrassements

La plateforme actuelle est une voirie constituée d'un enrobé bitumineux surmontant des remblais granulaires de couche de forme. Cette plateforme existante permettra la circulation des engins et des véhicules de chantier quelles que soient les conditions météorologiques.

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

Le découpage du revêtement d'enrobé bitumineux nécessitera l'emploi de moyens adaptés (scie à sol, BRH, trancheuse, ...) qui va générer de la poussière.

Les terrassements pourront être réalisés à la pelle mécanique travaillant au godet rétro dans les remblais et dans les sols limoneux, sableux ou argileux superficiels.

Au-delà, dans l'amphibolite altérée à compacte, (rencontrée au-delà de 2,3 m de profondeur au droit de nos sondages) les rendements seront réduits et les terrassements nécessiteront l'emploi de moyens de déroctage (BRH, dent de déroctage, outils désagrégateur, ...).

Nous attirons l'attention sur les basses fréquences de vibrations générées par le BRH, hautement préjudiciables aux constructions situées à proximité. L'entreprise intégrera dans sa méthodologie des dispositions permettant d'éviter de générer des désordres dans les existants.

D.4. Dispositions vis-à-vis des eaux souterraines

Le projet ne prévoit pas de déblai notable ni d'ouvrages enterrés, des dispositions de drainage sont néanmoins à prévoir, pour la gestion des eaux météoriques (matelas granulaire, formes de pentes, fossés, caniveaux, ...) en particulier pour la zone du quai de déchargement.

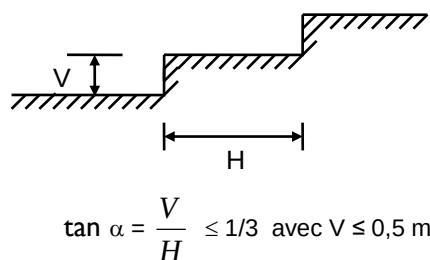
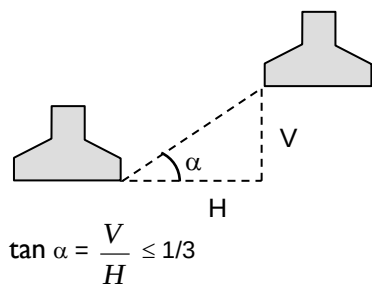
Nota : quelles que soient les dispositions de gestion des eaux mises en œuvre, il conviendra de vérifier que ces dispositions respectent la réglementation en vigueur (exemple : loi sur l'eau).

D.5. Mode de fondations et structure du niveau bas envisageables

D.5.1.1. Fondations des bâtiments

Compte tenu des caractéristiques du site et des éléments portés à notre connaissance concernant le projet, nous conseillons un **système de fondation superficielle**, de type **semelles filantes ou isolées** ancrées dans les sols limoneux, sableux ou argileux superficiels, **respectant à la fois** les critères suivants :

- Un ancrage au minimum à 1,2 m de profondeur par rapport au niveau fini, compte tenu de la sensibilité des sols au phénomène de retrait-gonflement des argiles. La profondeur de mise à l'abri des effets du gel, minimale de 0,5 m par rapport au niveau périphérique fini, sera respectée de facto,
- Un ancrage de 30 cm dans les sols limoneux, sableux ou argileux superficiels, ce qui pourra conduire à des approfondissements locaux en cas de remaniement ou de surépaisseur de remblais, sols limoneux ou sableux peu compacts, ou de sols remaniés. Ces sur-profondeurs pourront être rattrapées par un calage en gros béton,
- La règle des fondations assises à des niveaux différents : par assimilation aux préconisations de la norme EN 1998-5 (Eurocode 8), il faudra respecter une condition de redans de $3H/1V$ entre fondations voisines :



Au droit de nos sondages, ceci correspond à une assise des fondations synthétisée dans le tableau ci-dessous :

Sondages	PRI-2008	PR2-2008	SP3	SP4	SD1 +DPT1	SD2 +DPT2
Niveau Terrain actuel (m NGF)	27,7	27,6	27,8	28,2	27,8	28,0
Profondeur d'assise mini (m / Terrain actuel)	1,2	1,1	1,3	1,7	1,3	1,5
Profondeur / niveau fini (I) (m)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Cote d'assise des fondations (m NGF)	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5

(I) Niveau fini du RDC supposé à 27,7 m NGF.

D.5.1.2. Niveau bas des bâtiments

Les valeurs des surcharges sur le niveau bas et les seuils de déformations admissibles de ce dernier ne nous ont pas été communiquées.

Pour les surcharges surfaciques annoncées inférieures ou égales à 2 t/m^2 (20 kPa), un dallage sur couche de forme sera envisageable, sous réserve de respecter les modalités détaillées au paragraphe F.

Pour des surcharges supérieures et/ou des seuils de déformation stricts, la faisabilité de cette solution sera réévaluée.

Alternativement une solution de plancher porté reposant sur les fondations est également techniquement réalisable. Dans ce cas il n'y a pas de couche de forme à prévoir, mais il faudra veiller à maintenir une portance de plateforme suffisante, à la fois pour permettre aux engins de chantier de travailler dans de bonnes conditions, et également pour préserver la portance des sols constituant l'assise des fondations superficielles.

D.5.1.3. Fondations des ombrières photovoltaïques

Compte-tenu du contexte géotechnique et du projet, il sera possible de s'orienter, pour les ombrières, vers les solutions suivantes :

- **Solution 1** : Fondations superficielles de type semelles isolées, dont l'étude est détaillée au chapitre E,
- **Solution 2** : Fondations profondes de type micropieux dans le cas où :
 - Les charges à reprendre sont trop importantes (notamment les efforts de soulèvement et les moments de renversement dus au vent appliqués sur ce type d'ouvrages),
 - Il est souhaité de réduire les emprises de terrassements dans le parking et l'encombrement des ouvrages enterrés.

D.6. Assises de chaussée

On considère que l'on vise comme objectif, l'obtention d'une plate-forme de classe PF2 ($EV2 \geq 50 \text{ MPa}$).

Après décapage superficiel de l'enrobé bitumineux, des mesures de portance (par essais à la plaque ou à la dynaplaque) seront à réaliser sur le fond de forme, a priori constitué de matériaux granulaires (de type G3 selon le GTR 2023 sous la voirie).

Si les sols en place sont de bonne portance ($EV2 \geq 50 \text{ MPa}$) et insensibles à l'eau, une couche de forme ne sera pas nécessaire et il faudra prévoir une simple couche de réglage.

Si cet objectif n'est pas atteignable sur les sols en place, la réalisation d'une couche de forme sera nécessaire. La couche de forme sera à réaliser avec un matériau non évolutif et insensible à l'eau.

D.7. Première approche de la 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.

Au stade AVP actuel, il s'agit d'une délimitation en première approche, dans le but notamment de définir si des ouvrages existants à proximité du projet peuvent être impactés.

Elle comprend tous les lieux pouvant être impactés par les travaux en termes de mobilisation physique, à savoir :

- La zone du projet définie par ses limites de propriété,
- Les nuisances lors de l'exécution des terrassements en déblais et des ouvrages géotechniques.

La ZIG des travaux, pour l'exécution des ouvrages géotechniques, intéressera donc :

- Les limites de propriété du projet,
- Les réseaux enterrés autour et au droit du projet.

E. ÉTUDE DES FONDATIONS SUPERFICIELLES

E.1. Type et niveaux d'assise des fondations

Compte tenu de la nature du projet et du contexte géotechnique du site, il sera possible de fonder **le nouveau bâtiment et les ombrières** sur des fondations superficielles de type semelles filantes ou isolées en respectant les conditions suivantes :

- Un ancrage minimum de 30 m dans les sols limoneux, sableux ou argileux superficiels,
- Une profondeur d'ancrage minimale par rapport au niveau fini extérieur de 1,2 m est à prendre en compte tenu de la sensibilité des sols au phénomène de retrait-gonflement.

En tenant compte de ces éléments, le niveau d'assise minimal des fondations (ancrage compris) au droit des sondages sera compris entre 0,5 à 1,3 m de profondeur environ.

Le toit du sol d'assise sera sujet à des variations altimétriques, compte tenu de l'épaisseur de remblais qui sera générée par la démolition du magasin actuel 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.

Il faudra retenir un niveau d'assise unique pour les semelles et compenser les surprofondeurs par un gros béton coulé pleine fouille.

E.2. Modèle et hypothèses géotechniques

Le modèle géotechnique et l'ébauche dimensionnelle présentés ci-après sont établis vis-à-vis des sollicitations statiques et sous charges verticales centrées.

E.2.1.1. Modèle géotechnique pour les fondations

Au stade de l'avant-projet, nous avons retenu pour l'ébauche dimensionnelle des fondations, le modèle géotechnique et les valeurs caractéristiques pressiométriques suivantes :

N°	Formation	Prof. approximative de la base (m/TA)	p_{LM}^* (MPa)	E_M (MPa)	α
1	Remblais	0,4 à 0,9	-	-	-
2	Sols limoneux, argileux ou sableux superficiels	2,3 à > 5,0	0,8	8	0,5
3	Amphibolite altérée à compacte	Au-delà	3,0	60	0,5

α : coefficient rhéologique du sol considéré

TA : niveau du terrain actuel

E.2.1.2. Contraintes de calcul pour les fondations

Pour une fondation superficielle telle que définie ci-avant, les contraintes de calcul peuvent être déterminées par la méthode pressiométrique (cf. NF P94-261) à partir de la pression limite nette équivalente p_{le}^* calculée sous la base de la fondation et du facteur de portance k_p .

Au stade de l'ébauche dimensionnelle, il est possible de retenir :

$$p_{le}^* = 0,8 \text{ MPa,}$$

$$k_p = 0,8$$

$$q_0 = \text{négligé}$$

Les contraintes de calcul sont alors de :

$$q'_{ELS} = 0,23 i_\delta i_\beta \text{ (en MPa)}$$

$$q'_{ELU} = 0,38 i_\delta i_\beta \text{ (en MPa)}$$

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

E.3. Prise en compte des efforts horizontaux et de renversement pour les ombrières photovoltaïques

Dans le cas où la résultante des efforts appliqués à la fondation serait inclinée, et pour les semelles excentrées, il faudra considérer la valeur de i_δ qui sera inférieure à 1, ce qui diminuera la capacité portante à l'ELS et à l'ELU dans le cas d'une charge centrée :

$$q'_{ELU} = q_{ELU} \times i_\delta$$

$$q'_{ELS} = q_{ELS} \times i_\delta$$

q_{ELU} et q_{ELS} étant les capacités portantes dans le cas d'une charge centrée.

De plus, la vérification vis-à-vis du glissement devra être effectuée.

Nous précisons que la justification de fondations vis-à-vis des éventuels efforts horizontaux et/ou inclinés devra être effectuée selon les paramètres suivants à l'Etat Limite Ultime conformément à la norme NF P 94-261 (cohésion négligée).

Condition de non glissement des fondations : $H_D < R_{h;d}$, avec :

- H_D : valeur de calcul de la composante horizontale de l'effort transmis à la fondation
- $R_{h;d}$: valeur de calcul de la résistance au glissement de la fondation sur le terrain

À l'ELUf et à l'ELU sismique :

$$R_{h;d} = \frac{V_d \times \tan \delta_{a;k}}{\gamma_{R;h} \times \gamma_{R;d;h}}$$

- V_d est la valeur de calcul de l'effort normal sur le sol comprimé (descente de charges verticale majorée)
- $\delta_{a;k} = \varphi'$ pour des fondations coulées en place
- $\gamma_{R;h} = 1,1$ facteur partiel pour la résistance au glissement de la fondation
- $\gamma_{R;d;h} = 1,1$ coefficient de modèle lié à l'estimation de la résistance ultime au glissement pour l'ELUf et 1,25 pour l'ELUs. (non concerné ici).

Compte-tenu de l'absence d'efforts sismiques, la vérification au glissement sera réalisée uniquement pour le cas de l'ELU fondamental.

Nature du terrain	ϕ (°)
Limon sableux, argile sableuse et sable argileux	25

Excentricité admissible des charges (renversement) avec :

	Semelle filante de largeur B	Semelle circulaire de diamètre B	Semelle rectangulaire de largeur B et de longueur L
ELU durables et transitoires	$1 - \frac{2e}{B} \geq \frac{1}{15}$	$1 - \frac{2e}{B} \geq \frac{3}{40}$	$\left(1 - \frac{2e_B}{B}\right) \cdot \left(1 - \frac{2e_L}{L}\right) \geq \frac{3}{15}$
ELS quasi permanent et fréquent	$1 - \frac{2e}{B} \geq \frac{2}{3}$	$1 - \frac{2e}{B} \geq \frac{3}{4}$	$\left(1 - \frac{2e_B}{B}\right) \cdot \left(1 - \frac{2e_L}{L}\right) \geq \frac{2}{3}$
ELS caractéristique	$1 - \frac{2e}{B} \geq \frac{1}{2}$	$1 - \frac{2e}{B} \geq \frac{9}{16}$	$\left(1 - \frac{2e_B}{B}\right) \cdot \left(1 - \frac{2e_L}{L}\right) \geq \frac{1}{2}$

E.4. Ebauches dimensionnelles - première approche des tassements

Dans le cadre de la phase AVP de la mission G2, nous nous limiterons à la reprise des charges verticales centrées ; la stabilité au glissement et à l'excentrement des charges devra être étudiée en phase PRO.

L'application de la contrainte de calcul aux ELS déterminée ci-avant, conduit pour quelques charges types aux dimensions de fondation et aux tassements associés suivants :

		CAS N°1	CAS N°2	CAS N°3	CAS N°4
		SEMELLES ISOLEES		SEMELLES FILANTES	
CHARGE ELS		230 kN	920 kN	115 kN	184 kN
DIMENSIONS		1 m x 1 m	2 m x 2 m	0,5 m	0,8 m
	Z assise m/TN	TASSEMENT ESTIMÉ (mm)			
Selon PR1-2008	1,2	7	10	8	9
Selon PR2-2008	1,1	1	1	1	2
Selon SP3	1,3	2	3	3	3
Selon SP4	1,7	2	3	3	3

En admettant comme hypothèses des valeurs seuils admissibles de 20 mm pour le tassement total et de 10 mm pour le tassement différentiel, les valeurs de tassements estimées ici sont a priori acceptables, sous réserve de l'appréciation du Bureau d'études structures.

E.5. Première approche des dispositions constructives et des sujétions d'exécution

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

E.5.1.1. Dimensions minimales - Dispositions en cas de niveaux décalés

Les fondations auront une largeur minimale B de 0,50 m pour des semelles filantes et de 0,60 m pour des appuis isolés. La hauteur des semelles ne doit pas être inférieure à 0,2 m.

En cas de niveaux d'assise décalés entre fondations voisines et étant en zone de sismicité 3, il faudra limiter les redans ou le décalage d'assise entre fondations en respectant les schémas du paragraphe D.5.1.

E.5.1.2. Sujétions générales

Les fondations superficielles respecteront les conditions géométriques d'ancrage du § D.5.1 dans des formations de limon sableux, argile sableuse et sable argileux en place et non remaniées. Il sera veillé à ne pas ancrer les fondations dans des terrains remaniés par d'éventuelles opérations antérieures (démolition, purge de réseaux, etc.).

Ce critère d'encastrement nécessitera des approfondissements du niveau d'assise des fondations dans le cas par exemple de mise en évidence de surépaisseurs de remblais ou de sols limoneux ou sableux. Les fonds de fouille seront soigneusement vérifiés afin de déceler et purger toute poche de sols mous pouvant subsister au niveau d'assise retenu pour les fondations.

Les joints de dilatation/fractionnement seront prolongés sur toute la hauteur des fondations (sauf avis contraire de la part du Contrôleur Technique).

E.5.1.3. Conditions de réalisation des fondations

Dans les remblais, les sols fins superficiels et la frange la plus altérée du substratum d'amphibolite, les terrassements pour les fondations devraient pouvoir être réalisés globalement à l'aide d'une pelle mécanique puissante travaillant au godet rétro.

Dans le substratum d'amphibolite peu altéré à compact, l'usage de moyens de déroctage (BRH par exemple) sera nécessaire pour assurer les conditions d'ancrage.

En cas de mauvaise tenue des parois des fouilles et en fonction des conditions météorologiques, il faudra prévoir un blindage des fouilles sur toute la hauteur des instables.

Il faudra prévoir l'utilisation d'une pompe de chantier reliée à un exutoire afin d'évacuer immédiatement les éventuelles arrivées d'eau pouvant se produire en fond de fouille et préalable au bétonnage.

Les fondations seront bétonnées immédiatement après l'ouverture des fouilles ou sinon il sera coulé un béton de propreté à l'avancement.

Lors de la réalisation des fondations arrêtées à des niveaux différents, il conviendra de prendre toutes les précautions pour ne pas endommager les fondations déjà réalisées.

Les fondations seront coulées pleine-fouille.

Du rattrapage en gros béton sera nécessaire pour atteindre l'horizon d'ancrage.

F. ÉTUDE DE L'ASSISE DES DALLAGES

F.1. Données d'entrée

Un dallage sur terre-plein pourra être envisagé pour le nouveau bâtiment, sous réserve de prévoir la purge des sols remaniés par les travaux de démolition, ou d'étudier les possibilités de réutilisation de la couche de forme existante.

Les hypothèses de charges sont prises à partir du cahier des charges LIDL, à savoir 10 kPa et 20 kPa sur une plateforme de type PF2 (EV2 > 50 MPa).

Concernant les tassements absolus et différentiels admissibles sous exploitation, ils ne nous ont pas été communiqués. Par défaut, nous retenons les seuils maximaux du DTU 13.3.

Alternativement, une solution de plancher porté par les fondations est également envisageable.

F.2. Préparation du support – nature et qualité de la couche de forme

Le dallage pourra être réalisé sur terre-plein en prévoyant une couche de forme neuve, sous réserve de :

- La purge de la partie superficielle des remblais (sauf si une étude spécifique permet de valider leur réutilisation),
- La purge complémentaire des sols remaniés par les terrassements, les démolitions ou le dévoiement des réseaux enterrés et des sols altérés par les intempéries ou particulièrement mous,
- La mise en place d'un géotextile à fonction de séparation et renforcement entre le sol en place et la couche de forme,
- La réalisation d'une couche de forme en « bons » matériaux sablo-graveleux, propres, biens gradués et insensibles à l'eau.

Les matériaux retenus devront être conformes à la norme NFPI I-300 et en particulier répondre aux exigences suivantes : VBS < 0,1 et MDE < 45.

Dans le cadre d'une ébauche, pour obtenir une plate-forme d'assise de type PF2 (EV2 ≥ 50 MPa) (Cf. DTU 13.3), on prévoira une couche de forme de **50 cm d'épaisseur minimum** constituée de 20 cm de GNT 0/31,5 mm sur 30 cm de GNT 0/60 mm dans le cas d'une arase constituée de sols limoneux, sableux ou argileux.

L'épaisseur finale de la couche de forme dépendra des épaisseurs de purges réalisées et du niveau zéro à atteindre par le dallage.

Le rattrapage des purges, le cas échéant sera réalisé par des matériaux de type 0/100 mm (granulométrie maximum) soigneusement compactés.

F.3. Objectifs visés

L'objectif de la couche de forme est d'obtenir une portance minimale et pérenne avec, selon le DTU.13.3 :

- Module de second cycle EV2 : $EV2 \geq 50 \text{ MPa}$
- $EV2/EV1 \leq 2.2$

Pour des valeurs de réception de plate-forme plus élevées que ci-dessus, ou bien en cas de pluie lors de la mise en œuvre, il faudra augmenter l'épaisseur de la couche de forme.

La nature du matériau constitutif de la couche de forme devra être conforme à l'annexe A du DTU 13.3 ; conformément à ce document il ne faudra pas utiliser de graves issues de la filière du recyclage.

L'épaisseur de couche de forme sera fonction de la portance du sol support après décapage et purge de la terre végétale et des remblais. Cette portance sera fortement impactée par les conditions météorologiques, la gestion des eaux du chantier et pourra nécessiter des adaptations.

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.

F.4. Modules de déformation des sols

Les modules de déformation du sol E_s à retenir pour le calcul des dallages (selon le DTU.13.3) sont estimés à partir du module pressiométrique E_M et du coefficient rhéologique α .

Le tableau suivant présente le modèle géotechnique pour l'étude et le dimensionnement du dallage (établi à partir du sondage SP5, le plus défavorable), à compter du niveau fini du dallage et une épaisseur de dallage de 0,17 m (à confirmer) :

Type de sol	Profondeur de la base par rapport au niveau fini (m)	E_M (MPa)	α	E_s (MPa)
Couche de forme compactée et contrôlée par essais de plaque	0,5	-	-	0.9 EV2 = 45 MPa
Remblais	0,4 à 0,9	5	0,33	15
Sols limoneux, argileux ou sableux superficiels	2,3 à > 5,0	8	0,5	16
Amphibolite altérée à compacte	Au-delà	60	0,5	120

F.5. Première approche des tassements

Sous une surcharge d'exploitation uniformément répartie de 20 kPa (# 2 t/m²), l'ordre de grandeur du tassement est estimé inférieur à 0,5 cm avec le logiciel FOXTA V4.1.12.

Nota : les calculs ont été menés jusqu'à la profondeur où les déformations sont considérées comme négligeables. Le modèle de calcul a été arrêté à la profondeur où l'incrément de contrainte $\Delta\sigma$ devient inférieur à 1/1000 du module E_s .

F.6. Première approche des dispositions constructives et sujétions d'exécution

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

Il conviendra notamment de tenir compte des points suivants :

- Le dallage devra être désolidarisé des structures verticales adjacentes,
- Les travaux de terrassements ne devront pas induire de mouvement sur les ouvrages avoisinants (bâtiments, dallages) ni de vibrations préjudiciables,
- Les réseaux enterrés devront être remblayés avec soin et un compactage selon les règles en vigueur,
- Pour des bâtiments sur semelles isolées, il faudra assurer la mise hors-gel du dallage en périphérie.

G. ÉTUDE DE L'ASSISE DES CHAUSSEES

G.1. Données d'entrée

Selon les critères de LIDL, l'ensemble des voiries et des parkings seront dimensionnés comme des voiries lourdes et devront respecter les critères suivants :

- Plateforme de voirie lourde (T5),
- Module de déformation sur couche de forme (PF2) : $EV2 \geq 50 \text{ MPa}$.

G.2. Requalification de la voirie existante

G.2.1.1. Qualification de la voirie existante

Aucune mesure de déflexion n'a été réalisée à ce stade.

La couche de forme existante est constituée de matériaux C_1B_4 selon le GTR 2000 (en SC1). Ces matériaux sont compatibles avec une utilisation en couche de forme sous voirie.

Les sols d'assise sont constitués de matériaux B_6 selon le GTR 2000 (en SC2). Ces matériaux ne sont pas compatibles avec une utilisation en couche de forme sous voirie, sauf avec un traitement au liant hydraulique (ce que nous déconseillons dans la mesure où il est envisagé de mettre en place un revêtement en pavés drainants).

G.2.1.2. Solutions de renforcement

Au droit du parking existant, il sera nécessaire :

- De décaper l'enrobé bitumineux existant (vérifier l'absence d'amiante et HAP) et éventuellement de la partie supérieure des remblais pour mise à niveau de la plateforme,
- De s'assurer de l'absence de matériaux évolutifs dans le temps (plastique, ferraille, bois, plâtre...) dans la couche de forme,
- D'évaluer sa compacité par des essais à la plaque avec un objectif de portance de type PF2 :
 - ✓ Module de 2ème cycle $EV2 > 50 \text{ MPa}$;
 - ✓ Indice de compactage : $k = EV2/EV1 \leq 2,0$

Cas n°1 : Dans le cas où la portance est légèrement insuffisante ($30 \text{ MPa} < EV2 < 50 \text{ MPa}$), on prévoira :

- Un recomptage des matériaux de la couche de forme existante,
- La mise en œuvre d'un rechargement en matériaux de type 0/20 mm d'au moins 20 cm d'épaisseur (à adapter en fonction des résultats d'essais de plaque et de la vérification finale au gel de la structure),
- De nouveaux essais de contrôle, de type essais de plaque afin d'atteindre l'objectif de portance de type PF2.

Cas n°2 : Dans le cas où la portance est insuffisante ($EV2 < 30$ MPa), on prévoira la mise en œuvre d'une nouvelle couche de forme. On prévoira alors :

- La purge de la couche de forme existante sur 50 cm d'épaisseur minimum, des sols remaniés par les terrassements et des sols altérés par les intempéries,
- Un géotextile anticontaminant et antipoinçonnant,
- La réalisation d'une couche de forme en matériaux granulaires insensibles à l'eau de classe D3 ou équivalent, selon les préconisations du paragraphe suivant.

G.3. Assise des voiries neuves

G.3.1.1. Travaux préparatoires

La réalisation des travaux nécessitera de décaper la terre végétale ainsi que les sols superficiels médiocres détrempés, sur la totalité de l'emprise des voiries neuves, y compris dans les zones en remblai.

La terre végétale sera mise en dépôt pour réutilisation en tant que telle.

G.3.1.2. Drainage des parcelles

Compte tenu de la présence possible d'eau dans les horizons de surface si les travaux démarrent à l'issue d'une période pluvieuse (ce que nous déconseillons dans la mesure du possible), on prévoira l'aération et le drainage du terrain avec rejet des eaux collectées vers un exutoire suffisant.

De ce fait nous recommandons :

- De donner une pente latérale à la plateforme de 2% minimum, afin d'évacuer les arrivées d'eau d'origine météorique, vers le drainage latéral,
- De prévoir un drainage latéral de la plateforme, afin d'assurer la pérennité de la plateforme en phase travaux et en phase définitive. La tranchée drainante ou le fossé permettra ainsi d'intercepter toutes les circulations d'eau de pente provenant de l'amont et permettre de drainer le site. Ce drainage dirigera les eaux collectées vers les points bas en direction d'un exutoire existant ou à créer,
- De prévoir une émulsion bitumineuse pour protéger la plateforme supérieure des terrassements, si la couche de forme n'est pas réalisée immédiatement après les travaux de terrassement, dans la partie en déblai du site, compte tenu de la forte sensibilité à l'eau des sols supports.

G.4. Classe d'arase

Le projet prévoit la création de voiries neuves en partie nord du site, au droit de la zone enherbée, ou en reprise du parking existant. L'aménagement de cette voirie se fera a priori en profil rasant par rapport au niveau du terrain existant.

Les matériaux constituant la Partie Supérieure des Terrassements sont des sols déformables à très déformables, et sensibles à l'eau dans le cas des sols limoneux plus ou moins sableux ou argileux (de classe A1 ou B5 selon le GTR2000 – appréciation visuelle).

Nous sommes ici a priori dans le cas d'une PST1/ARI si les matériaux sont à l'état hydrique h, PST2/ARI s'ils sont à l'état hydrique m.

Il faudra contrôler la portance par des essais en phase chantier.

Une mesure de portance par essais de poinçonnement (IPI) ou par essais à la plaque (EV2) en début de travaux permettra de s'assurer des conditions de traficabilité de chantier et d'adapter si nécessaire la méthode et l'épaisseur des couches.

Nous retiendrons les ébauches dimensionnelles associées aux cas suivants présentés ci-après.

G.5. Couche de forme des voiries

Le dimensionnement des chaussées est effectué conformément au Guide pour la construction des chaussées à faible trafic du CETE OUEST de 2002, en adoptant une plate-forme support de chaussée de portance PF2 ($EV2 \geq 50$ MPa).

Les matériaux constituant la Partie Supérieure des Terrassements sont des sols déformables à très déformables, sensibles à l'eau (sols limoneux).

Après décapage des sols superficiels (terre végétale, remblais, voirie existante avec structure insuffisante), on mettra en œuvre une couche de forme. Celle-ci sera réalisée en matériau d'apport en graves concassées issues de roche massive type R2I, R4I ou R6I, propre, exempt d'argile ($VBS \leq 0,1$), dur (LA ou $MDE < 45$), bien gradué et non gélif.

Les épaisseurs de couche de forme à mettre en œuvre pour obtenir plateforme PF2 (avec une portance minimum de 50 MPa) sont détaillées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 8 - Epaisseurs des couches de forme en matériaux granulaires			
Qualification de la Portance de la P.S.T.	Contexte de réalisation (*)	Epaisseur de C. de F. pour une classe de plate-forme PF2-	Epaisseur de C. de F. pour une classe de plate-forme PF2+
Sols déformables à très déformables	Déblai sans drainage	0,75 m (0,20 m de 0/63 + 0,55 m de 0/150) ou 0,60 m (0,20 m de 0/63 + 0,40 m de 0/150) sur géotextile.	1,00 m (0,20 m de 0/63 + 0,80 m de 0/150) ou 0,85 m (0,20 m de 0/63 + 0,65 m de 0/150) sur géotextile.
	Déblai avec drainage profond	0,60 m (0,20 m de 0/63 + 0,40 m de 0/150) ou 0,50 m de 0/63 sur géotextile.	0,80 m (0,20 m de 0/63 + 0,60 m de 0/150)
Sols peu déformables mais sensibles à l'eau	Déblai sans drainage	0,45 m de 0/63	0,60 m (0,20 m de 0/63 + 0,40 m de 0/150)
	Remblai ou déblai avec drainage	0,30 m de 0/63	0,45 m de 0/63
Sols très peu déformables insensibles à l'eau	Remblai ou déblai.	Couche de réglage de 10 cm d'épaisseur de 0/31,5 ou 0/20.	Couche de réglage de 20 cm d'épaisseur de 0/31,5 ou 0/20. Si $EV2 > 120$ MPa obtention de PF3

On notera que la couche de forme pourra être réduite de 10 cm en cas de drainage latéral profond, autrement dit 50 cm sur géotextile.

La réalisation de planches d'essais validées par des essais à la plaque permettra d'optimiser l'épaisseur de cette couche de forme à mettre en œuvre au moment des travaux.

La rencontre en phase chantier au niveau de l'arase terrassement d'éléments fortement inhomogènes (zone de moindre compacité par exemple) nécessiterait la purge de ceux-ci afin d'éviter les phénomènes de point dur ou de zone faibles.

Remarque : Pour les zones de stationnement VL en pavés drainants, la couche de forme devra être réalisée en matériaux granulaires ayant une perméabilité suffisante pour permettre l'infiltration des eaux pluviales ($> 10^{-5}$ m/s).

Les zones pavées étant également très sensibles aux efforts de cisaillement, les zones de stationnement VL devront être interdites aux manœuvres et aux circulations de PL par la mise en place d'ouvrages de protection (chasse-roues, plots, etc.).

G.6. Contrôle de la couche de forme mise en œuvre

La plate-forme d'assise des voiries sera contrôlée par des essais à la plaque. L'entreprise devra prévoir, dans le cadre de la mission d'exécution G3, les contrôles de matériaux et de portance de la plate-forme d'assise des voiries.

La fréquence et le nombre d'essais seront définis en mission G2 Projet. A titre d'exemple, les critères habituels de réception pour ce type de voiries sont les suivants :

- Module de 2ème cycle : $EV2 \geq 50$ MPa
- Indice de compactage : $k = EV2/EV1 \leq 2,0$ (à confirmer suivant le type de matériaux mis effectivement en œuvre).

G.7. Constitutions des chaussées et zones de parking

La structure de chaussée sera à adapter à la circulation prévisible via une étude spécifique par un bureau d'études VRD et devra permettre d'atteindre les objectifs de vérification au gel-dégel, et les objectifs de portance ($EV2 > 50$ MPa au niveau de la couche de forme).

À titre indicatif, la résistance au gel-dégel à atteindre pour un hiver rigoureux non exceptionnel est de l'ordre de $75^{\circ}\text{C} \times \text{jours}$ à CLISSON.

Nous rappelons que la structure de voirie LIDL est la suivante :

- 5 cm de béton bitumineux (revêtement, couche de roulement) BBSG 0/10 classe 3 ;
- 6 cm de couche de base en grave bitume ;
- 16 cm de couche de fondation en GNT A ou B avec objectif de compactage q2 ;
- Couche de forme non gélive, objectif de portance PF2 ($EV2 \geq 50$ MPa).

La vérification vis-à-vis du gel-dégel montre que celle-ci restera hors-gel, pour un hiver rigoureux non exceptionnel.

G.8. Sujétion de conception et d'exécution

La mise en œuvre et les contrôles de la structure de voirie devront être conformes aux normes en vigueur.

Il conviendra de vérifier si la structure est adaptée pour l'ensemble des phases du projet. En particulier, les phases de chantier peuvent être très préjudiciables.

Les tranchées des réseaux enterrés devront être remblayées avec soin ; avec un compactage dont l'objectif de densification est q3.

Remarque : il est à noter que des arbres seront plantés dans le cadre du projet (d'après le plan de masse transmis). Le développement de leur réseau racinaire pourrait entraîner une déformation progressive de la chaussée. Une reprise de la voirie sera donc à prévoir à moyen ou long terme.

H. SUITES A DONNER

H.1. Projet des ouvrages géotechniques phase AVP et aléas identifiés

Le site se caractérise par la présence d'une surface commerciale existante dont il est prévu la démolition puis la reconstruction.

Pour permettre la réalisation du projet, il est proposé de fonder et le nouveau bâtiment sur fondations superficielle (filante ou isolée).

Concernant le niveau bas, il pourra être envisagé la réalisation d'un dallage sur terre-plein.

Les ombrières pourront être fondées sur fondations superficielles type massif isolé ou sur fondations profondes type micropieux, le choix dépendant des emprises de terrassement admissibles.

La conception des ouvrages géotechniques nécessitera de tenir compte des aléas géotechniques suivants :

- Présence possible d'eau à faible profondeur correspondant à des circulations d'eau météoriques ou une nappe dans les sols de surface, ce qui nécessitera au minimum une pompe de chantier en phase travaux (pour les fondations),
- Bâtiment à créer au droit d'un bâtiment existant à démolir. Les sols seront remaniés sur une épaisseur inconnue à ce stade. Des adaptations du niveau d'assise des fondations et des épaisseurs de couche de forme sont à prévoir.
- Présence de réseaux enterrés à dévier dans l'emprise du projet, ce qui va occasionner un remaniement des sols de surface et des adaptations du niveau d'assise des fondations et des épaisseurs de couche de forme.

L'étude détaillée des principes d'exécution relève de la phase PRO de l'étude géotechnique de conception G2.

H.2. Données d'entrée nécessaires pour la mission G2 PRO

Devrons-nous être transmis avec l'ordre de service de démarrage de la mission G2 PRO :

- Mise à jour des plans du projet,
- Confirmation des catégories géotechniques suivant l'Eurocode 7 et des catégories d'importance vis-à-vis du risque sismique,
- Combinaisons suivant les Eurocodes des descentes de charges aux états limites,
- Hypothèses structurelles spécifiques nécessaires aux justifications des ouvrages géotechniques sous séisme,
- Diagnostic structurel des ouvrages situés dans la ZIG,
- Seuils de déformations admissibles,
- Hypothèses de dimensionnement des chaussées.

H.3. Enchaînement des missions normalisées

Le présent rapport conclut la phase AVP de la mission d'étude géotechnique de conception G2 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 DCE/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 phases PRO et DCE/ACT et la mission G4.

A la date de rédaction du présent rapport la phase PRO de la mission G2 a été confiée à FONDASOL.



ANNEXES

I. ENCHAINEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P94-500) – I PAGE

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 (choix constructifs)
	PRO	Études géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Classification des missions d'ingénierie géotechnique en page suivante

Février 2014

2. MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NORME NF P94-500) – I PAGE

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'avoisinants avec visite du site et des alentours.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

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

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

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

ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

A TOUTES ETAPES : DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

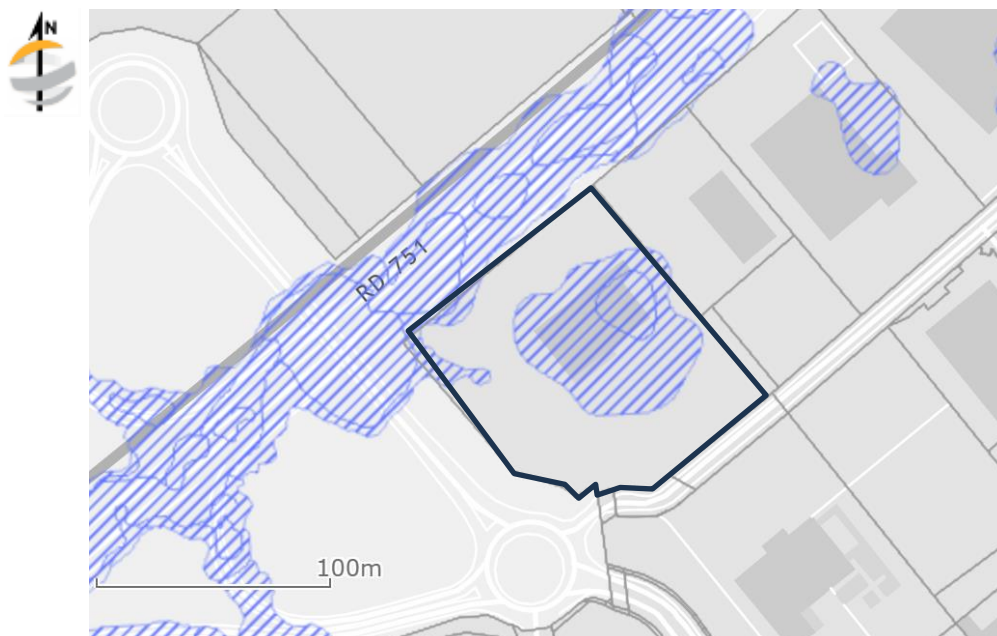
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.

Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

Février 2014

3. RISQUES NATURELS

RISQUE INONDATION / RUISSELLEMENT



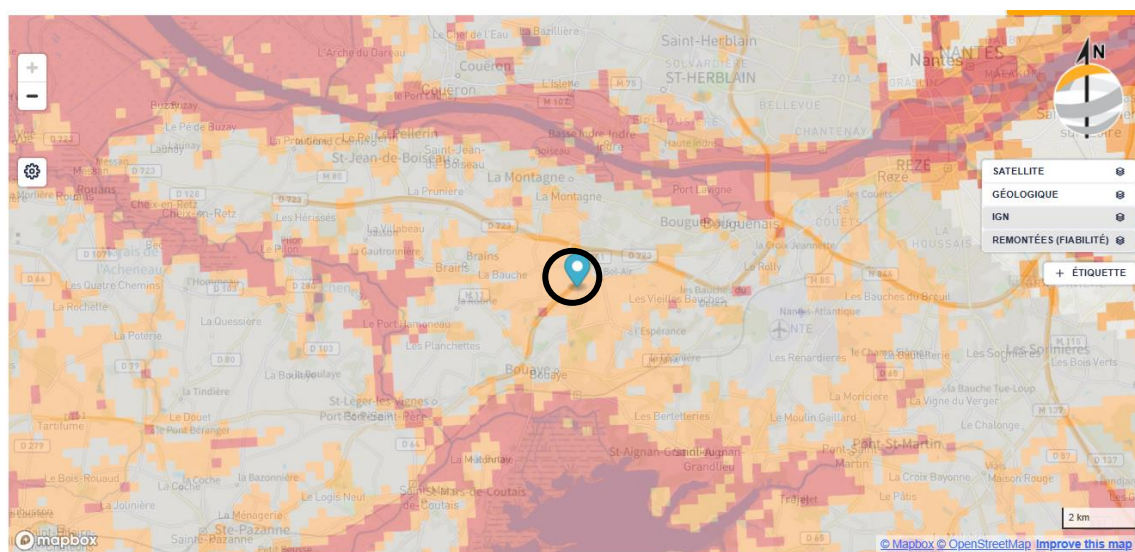
4-2-6 Cycle de l'eau

	Zone de prévention	Zone de précaution
	Prescription	Recommandation *
Risque d'inondation par ruissellement (Zone d'accumulation par pluie exceptionnelle)	Aléa moyen Aléa fort Aléa très fort (cf 5.1.1 du règlement écrit)	Aléa faible (cf l'Orientation d'Aménagement et de Programmation TVBp)
Risque d'inondation par débordement de cours d'eau	PPRI Loire Amont, Loire Aval et Sèvre (renvoi aux annexes du Plum règlements PPRI)	AZI Erdre, Estuaire et Grand-Lieu (cf 5.1.2. du règlement écrit)

* Sauf dispositions contraires du règlement

Extrait de la carte de du PLUm (source : <https://nantesmetropole.maps.arcgis.com/>)

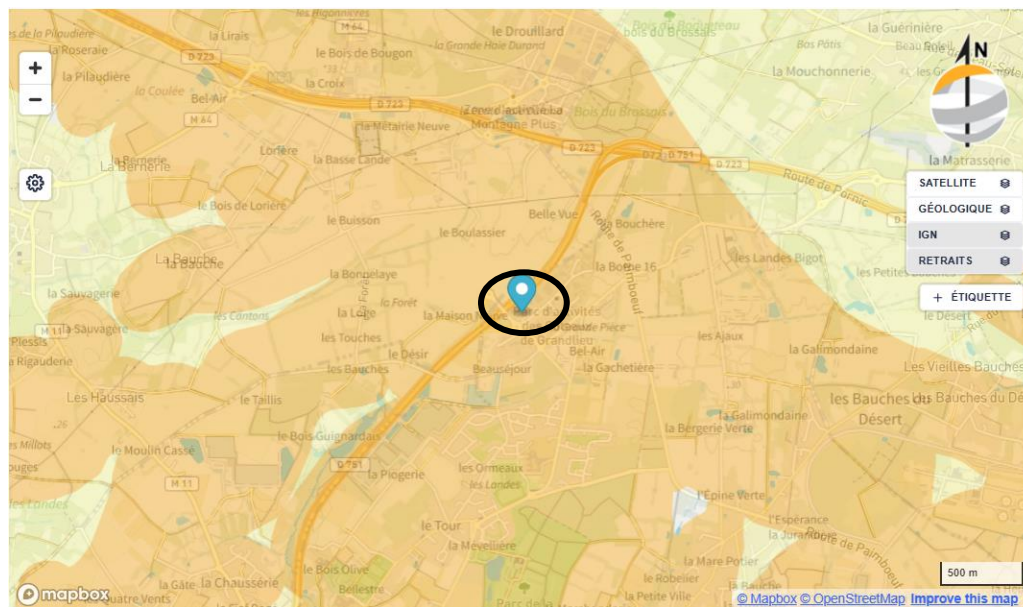
RISQUE INONDATION / REMONTEE DE NAPPE



- | | |
|---|---|
| ■ 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 |
| ■ 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 |
| ■ 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 des remontées de nappe (source : www.georisques.gouv.fr)

RISQUE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES

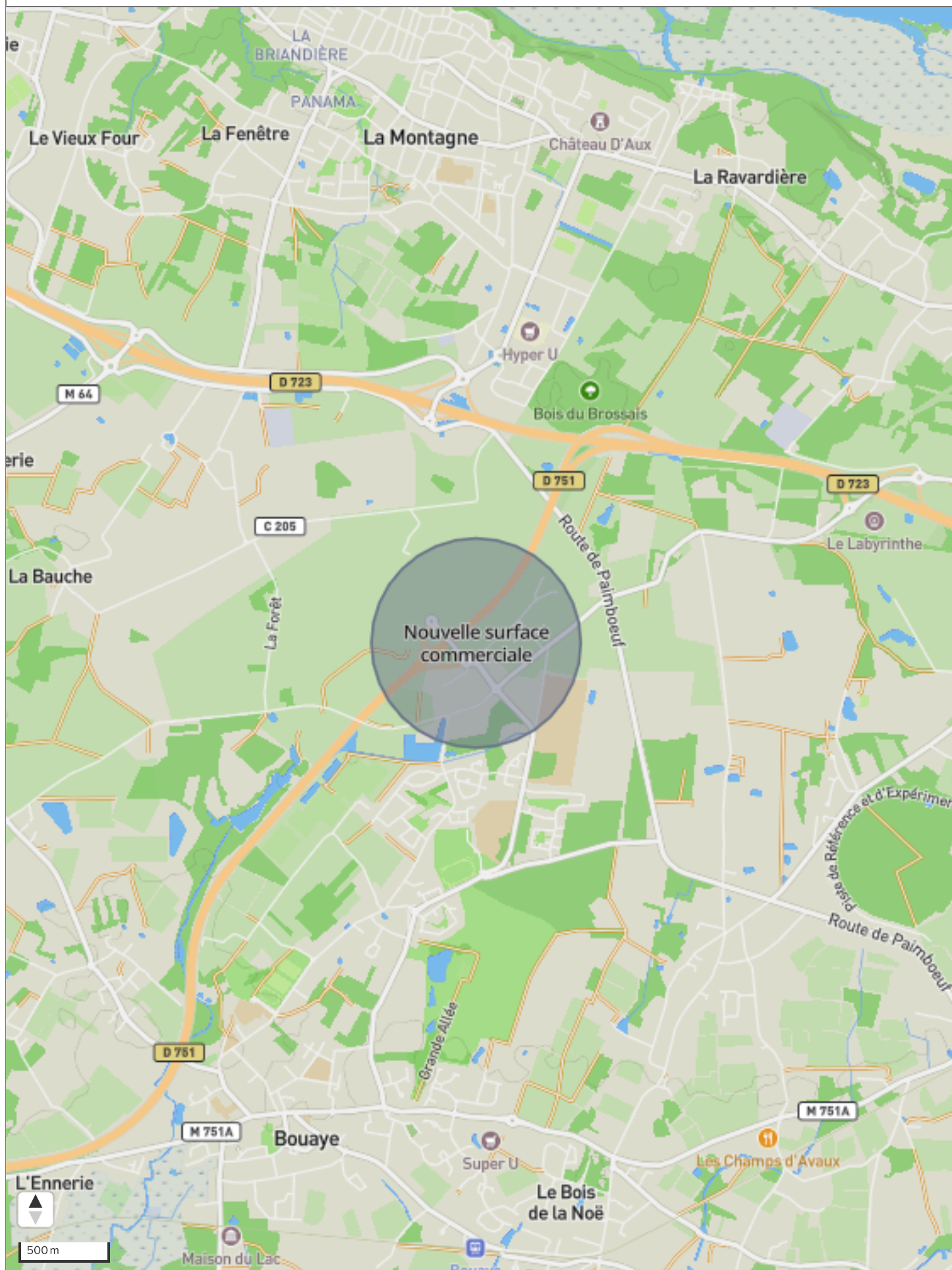


- | | | |
|---------------------|----------------------|--------------------|
| ■ Exposition faible | ■ Exposition moyenne | ■ Exposition forte |
|---------------------|----------------------|--------------------|

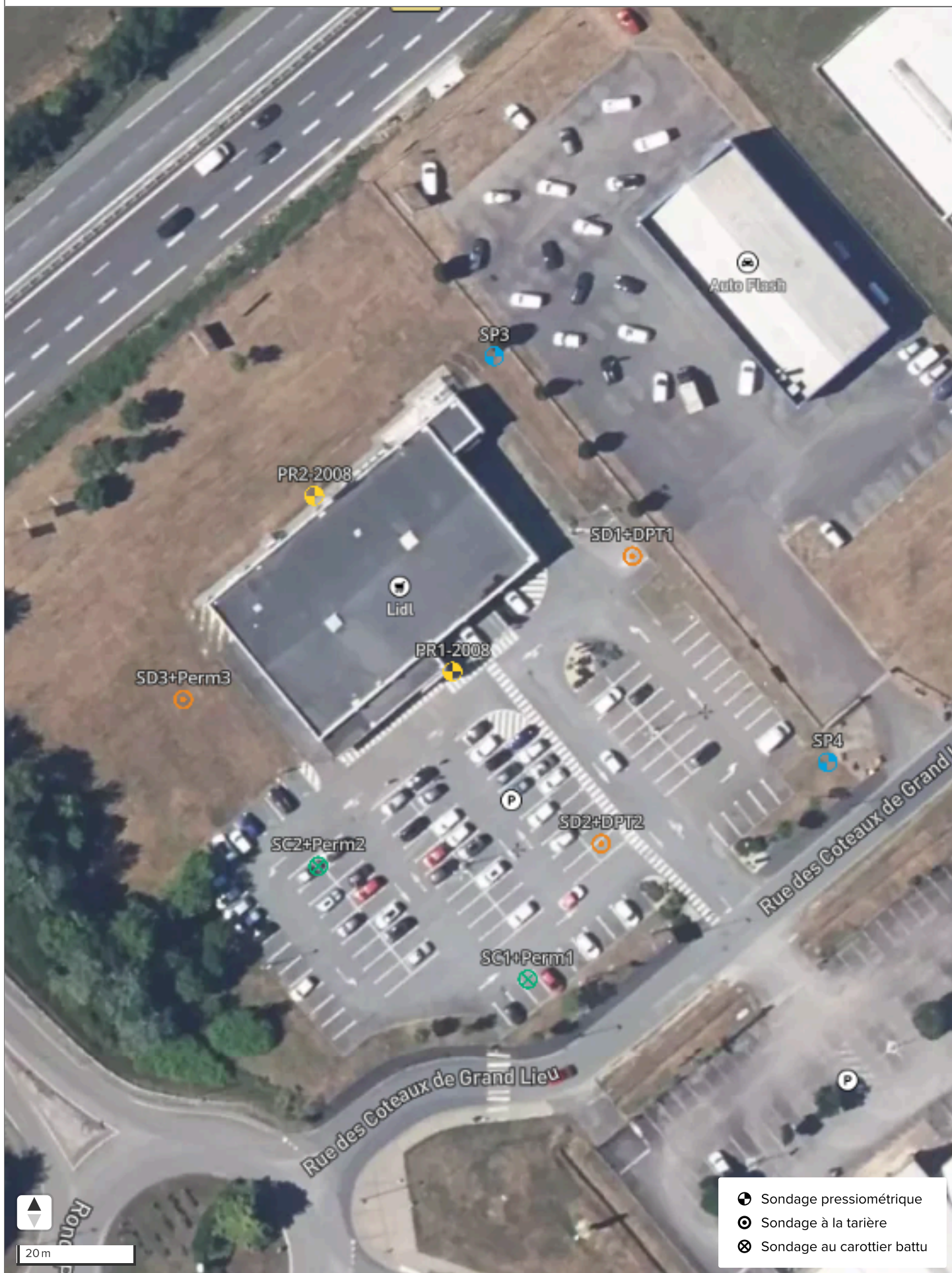
Extrait de la carte de sensibilité au retrait-gonflement des argiles (source : www.georisques.gouv.fr)

4. RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN SITU

PLAN DE LOCALISATION

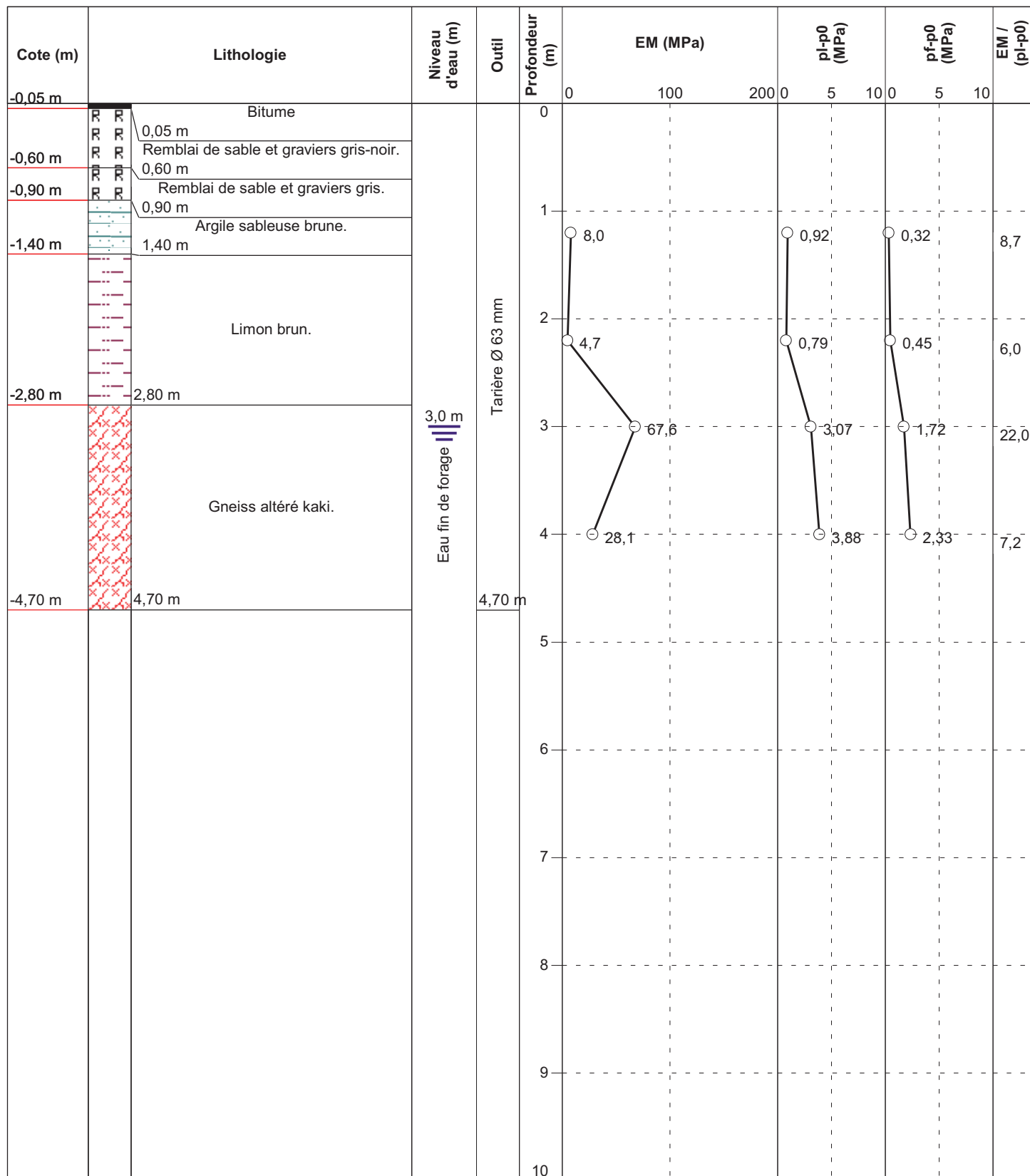


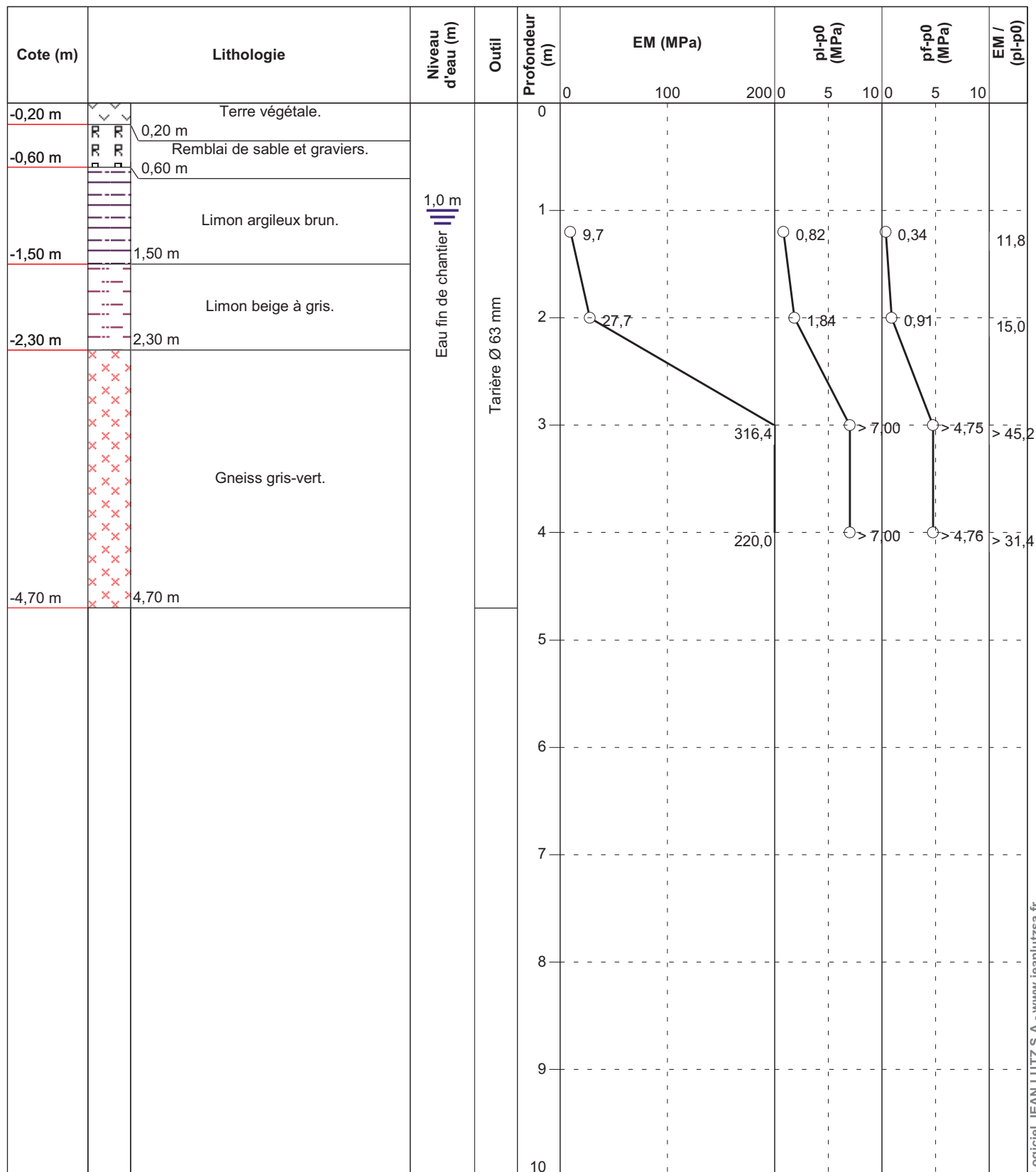
PLAN D'IMPLANTATION



- Sondage pressiométrique
- ⊙ Sondage à la tarière
- ⊗ Sondage au carottier battu

		Nouvelle surface commerciale		(N° Projet: PR.44GT.25.0007) 6 rue des Coteaux de Grandlieu - Bouaye (44)	
PLAN D'IMPLANTATION					
Précision des relevés (X / Y)			Relevé par géomètre		
Non renseigné			Non		
Système de coordonnées du projet			Nivellement		
WGS 84			NGF - Nivellement Général de la France		
	WGS 84				
Nom	Longitude	Latitude	Élévation [m]		
SC1+Perm1	-1,681007636	47,163677411	28,18		
PR1-2008	-1,68115416	47,164084238	27,7		
SC2+Perm2	-1,6814155	47,1638272	27,85		
SD3+Perm3	-1,681678353	47,164047517	27,76		
PR2-2008	-1,681423394	47,164316948	27,6		
SP3	-1,6810729	47,1645016	27,75		
SP4	-1,6804238	47,1639644	28,21		
SD1+DPT1	-1,680803738	47,164237126	27,82		
SD2+DPT2	-1,6808648	47,163857	27,95		
soilcloud.tech					





21,55

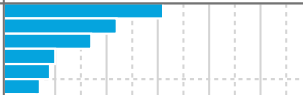
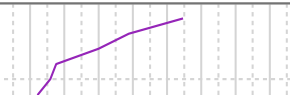
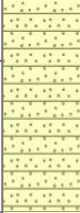
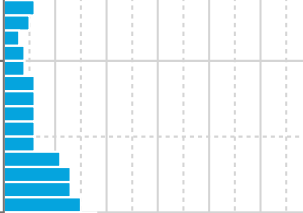
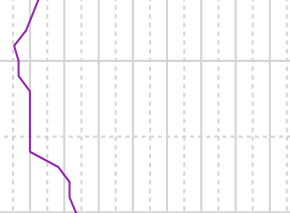
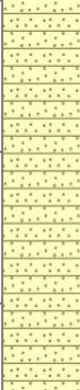
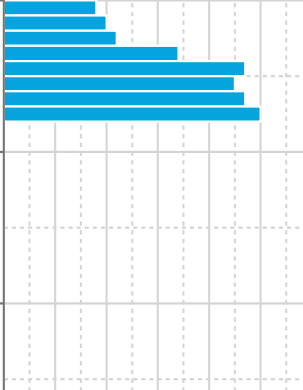
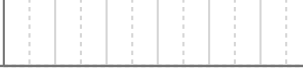
1 Niveau d'eau en cours 1,7m

soilcloud.tech

21,81

1 Niveau d'eau en cours 1,7m

soilcloud.tech

SD2+DPT2		Longitude		Latitude		Système de coordonnées						
		-1,680864800		47,163857000		WGS 84						
		Élévation		Nivellement		Angle		Azimut		Prof. atteinte		
		+27,95 m		NGF - Nivellement Général de la France		-		-		5,0 m		
Données			Type		Début		Fin		Machine		Opérateur	
SD2+DPT2_DPT_DYNAMIQUE			Pénétromètre dynamique		10/02/2025 14:21:00		10/02/2025 16:00:00		FL40.13		COQUARD Ronan	
Type de pénétromètre									Facteur de correction			
DPSH-B									1,0			
Hauteur de chute			Surface de pointe		Masse frappante		Masse accessoire		Masse de la tige			
75,0 cm			20,0 cm ²		63,5 kg		15,0 kg		5,6 kg/m			
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Fluides	Echantillons	Niveau d'eau	Prof.	Nombre de coups		q _d [MPa]	
27,85	0		Enrobé noir 0,1 m Sable graveleux dense gris (Remblais) 0,6 m	Tarière continue - en rotation - diam 63 mm	A sec	SD2+DPT2(0.00-5.00)		0				
27,35	1		Sable argileux ferme marron orangé 2 m					1				
25,95	2		Sable peu argileux dense marron orangé 4,7 m					2				
23,25	3		Argile peu sableuse caillouteuse ferme marron orangé 5 m					3				
22,95	5							5 m	5 m	5 m		5

¹ Niveau d'eau en cours 3.3m

SC1+PERM1	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	Niveau d'eau
	-1.681007636	47,163677411	WGS 84		Non renseigné	☐ Néant ☐ Non mesuré
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	☐ En cours de forage
	+28,18 m	2,0 m	-	-	NGF - Nivellement Général de la France	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec
					Non renseigné	

Début	Fin	Machine	Opérateur
13/02/2025 08:55	13/02/2025 11:00	FL4013	COQUARD Ronan

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Fluides	Echantillons	Niveau d'eau
27,98	0		Enrobé noir 0,1 m	transmission - trousse renforcée - diam 90 mm	A sec	SC+Perm1(0.00-2.00)	
			Sable caillouteux lâche gris-beige - Dmax = 2cm (Remblais - couche de forme) 0,2 m				
			Sable caillouteux lâche gris-beige - Dmax = 5cm (Remblais) 0,65 m				
27,38	1		Sable grossier argileux lâche marron orangé 0,8 m				
			Argile sableuse molle marron orangé 1,5 m				
26,68			Argile sableuse ferme marron grisâtre 2 m		2 m	2 m	

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Fluides	Echantillons	Niveau d'eau
	0		Enrobé noir	troussion - trousse renforcée - diam 90 mm	A sec	SC2+Perm2(0.00-1.70)	
27,65			0,1 m Sable caillouteux gris - Dmax = 2cm (Remblais - couche de forme)				
27,35			0,2 m Grave sableuse grise - Dmax = 5cm (Remblais)				
27,05			0,5 m Argile sableuse ferme - bariolé marron orangé gris				
26,85	1		0,8 m Sable très argileux lâche marron orangé				
26,55			1 m Argile graveleuse molle marron - grisâtre				
			1,3 m Argile molle - bariolée grisâtre verdâtre et marron orangé				
26,15			1,7 m				
					1,7 m	1,7 m	

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Fluides	Echantillons	Niveau d'eau
27,76	0		Limon sableux mou marron (Terre végétale)	trousse renforcée - diam 90 mm	A sec	SD3+Perm3(0.00-2.00)	
27,6			0,16 m Limon argileux sableux mou brun - Présence de racines vers 0,4 m de profondeur. Remblai possible				
26,96			0,8 m Argile sableuse ferme marron grisâtre				
26,66	1		1,1 m Sable graveleux dense marron orangé à cailloux de quartz				
25,96			1,8 m Argile sableuse molle marron orangé				
25,76			2 m				

Tarière continue en
0,8 m

Trousses continues - trousse renforcée - diam 90 mm Outils

5. ESSAIS DE LABORATOIRE GEOTECHNIQUE

fondasol

LABORATOIRE GÉOTECHNIQUE

RÉCAPITULATIF D'ESSAIS DE LABORATOIRE

Projet N° : 44GT.25.0007		Nom du projet : BOUAYE - Nouvelle surface comerciale Lidl													Demandeur : M.POIROT								Responsable laboratoire : BOUTON Florian						Date : 14/03/2025			
Sondage	Prof. moyenne (m)	Nature	w	ρ	ρ _d	ρ _s	w _L	w _p	I _p	I _C	V _{BS}	C _{MOC}	Ca CO ₃	D _{max}	C _U	Passant à						Passant à		Proctor		IPI	L _A	M _{DE}	FR	DG	Classification GTR 2000	Classification GTR 2023
			%	Mg/m³	Mg/m³	Mg/m³	%	%	-	-	-	%	%	mm	-	63 mm 0 / D	50 mm 0 / D	2 mm 0 / D	80 μm 0 / D	63 μm 0 / D	2 μm 0 / D	2 mm 0 / 63	63 μm 0 / 63	w _{opt}	ρ _{dopt}							
Remarques :																																
Nombre d'essais			2								2			2	1	2	2	2	2	2		2	2									
SC1	0.43	Grave sablo argileuse marron	6.1								0.25			52	63.1	100.0	95.5	20.2	6.4	6.1		20.2	6.1							C1B4	G3---	
SC2	0.65	Sable argilo graveleux marron orangé	15.5								3.01			26		100.0	100.0	73.3	30.5	29.8		73.3	29.8							B6	I2	

Informations générales

Projet : BOUAYE - Nouvelle surface commerciale Lidl
Référence : 44GT.25.0007
Laboratoire : TOULOUSE

Date : 05/03/2025
Opérateur : MOHAMMADI Rashid
Approbateur : BOUTON Florian

Informations sur l'échantillon

Sondage : SC1
Profondeur : 0.20 à 0.65 m
Profondeur moyenne : 0.43 m

Date de prélèvement : 13/02/2025
Date de réception : 04/03/2025
Mode de prélèvement : SC
Mode de conservation : Sac

Résultats d'essai : teneur en eau

Description : Grave sablo argileuse marron

$D_{\max}$: 52 mm
Coupure : 20 mm

Température de la salle d'essai : 20 °C
Mode de séchage des matériaux : 105 °C

Teneur en eau :

w =	6.1	%
-----	-----	---

Observations

Informations générales

Projet : BOUAYE - Nouvelle surface commerciale Lidl
Référence : 44GT.25.0007
Laboratoire : TOULOUSE

Date : 05/03/2025
Opérateur : MOHAMMADI Rashid
Approbateur : BOUTON Florian

Informations sur l'échantillon

Sondage : SC2
Profondeur : 0.50 à 0.80 m
Profondeur moyenne : 0.65 m

Date de prélèvement : 13/02/2025
Date de réception : 04/03/2025
Mode de prélèvement : SC
Mode de conservation : Sac

Résultats d'essai : teneur en eau

Description : Sable argilo graveleux marron orangé

$D_{\max}$: 26 mm
Coupure : 20 mm

Température de la salle d'essai : 20 °C
Mode de séchage des matériaux : 105 °C

Teneur en eau :

w =	15.5	%
-----	------	---

Observations

Informations générales

Projet : BOUAYE - Nouvelle surface commerciale Lidl
Référence : 44GT.25.0007
Laboratoire : TOULOUSE

Date : 05/03/2025
Opérateur : MOHAMMADI Rashid
Approbateur : BOUTON Florian

Informations sur l'échantillon

Sondage : SC1
Profondeur : 0.20 à 0.65 m
Profondeur moyenne : 0.43 m

Date de prélèvement : 13/02/2025
Date de réception : 04/03/2025
Mode de prélèvement : SC
Mode de conservation : Sac

Résultats d'essai : teneur en eau fraction 0/5 mm

Description : Grave sablo argileuse marron

$D_{\max}$: 52 mm
Coupure : 20 mm

Température de la salle d'essai : 20 °C
Mode de séchage des matériaux : 105 °C

Teneur en eau de la fraction 0/5 mm:

w =	9.2	%
-----	-----	---

Résultats d'essai : valeur de bleu

Masse humide soumise à l'essai : m_{h2} = 52.9 g
Masse sèche soumise à l'essai : M_1 = 48.5 g
Volume de solution de bleu injecté : V = 40.0 cm³
Masse de bleu injectée : B = 0.4 g
Proportion de la fraction 0/5mm dans la fraction 0/50mm du sol sec : C = 30.1 %

V_{BS} =	0.25	g de bleu pour 100 g de sol sec
------------	------	---------------------------------

Observations

Informations générales

Projet : BOUAYE - Nouvelle surface commerciale Lidl
Référence : 44GT.25.0007
Laboratoire : TOULOUSE

Date : 05/03/2025
Opérateur : MOHAMMADI Rashid
Approbateur : BOUTON Florian

Informations sur l'échantillon

Sondage :	SC2	Date de prélèvement :	13/02/2025
Profondeur :	0.50 à 0.80 m	Date de réception :	04/03/2025
Profondeur moyenne :	0.65 m	Mode de prélèvement :	SC
		Mode de conservation :	Sac

Résultats d'essai : teneur en eau fraction 0/5 mm

Description : Sable argilo graveleux marron orangé

$D_{\max}$: 26 mm
Coupure : 20 mm

Température de la salle d'essai : 20 °C
Mode de séchage des matériaux : 105 °C

Teneur en eau de la fraction 0/5 mm:

w = 16.3 %

Résultats d'essai : valeur de bleu

Masse humide soumise à l'essai :	$m_{h2} =$	30.3	g
Masse sèche soumise à l'essai :	$M_1 =$	26.1	g
Volume de solution de bleu injecté :	$V =$	90.0	cm ³
Masse de bleu injectée :	$B =$	0.9	g
Proportion de la fraction 0/5mm dans la fraction 0/50mm du sol sec :	$C =$	87.1	%

$V_{BS} =$	3.01	g de bleu pour 100 g de sol sec
------------	------	---------------------------------

Observations

Informations générales

Projet : BOUAYE - Nouvelle surface commerciale Lidl
Référence : 44GT.25.0007
Laboratoire : TOULOUSE

Date : 05/03/2025
Opérateur : MOHAMMADI Rashid
Approbateur : BOUTON Florian

Informations sur l'échantillon

Sondage : SC1
Profondeur : 0.20 à 0.65 m
Profondeur moyenne : 0.43 m

Date de prélèvement : 13/02/2025
Date de réception : 04/03/2025
Mode de prélèvement : SC
Mode de conservation : Sac

Résultats d'essai : données générales

Description : Grave sablo argileuse marron
 D_{max} : 52 mm
Coupure du matériau : 20 mm
Type de matériau : Roulés

Température de la salle d'essai : 20 °C
Mode de séchage des matériaux : 105 °C
Densité des grains, ρ_s : 2.70 Mg/m³ estimée

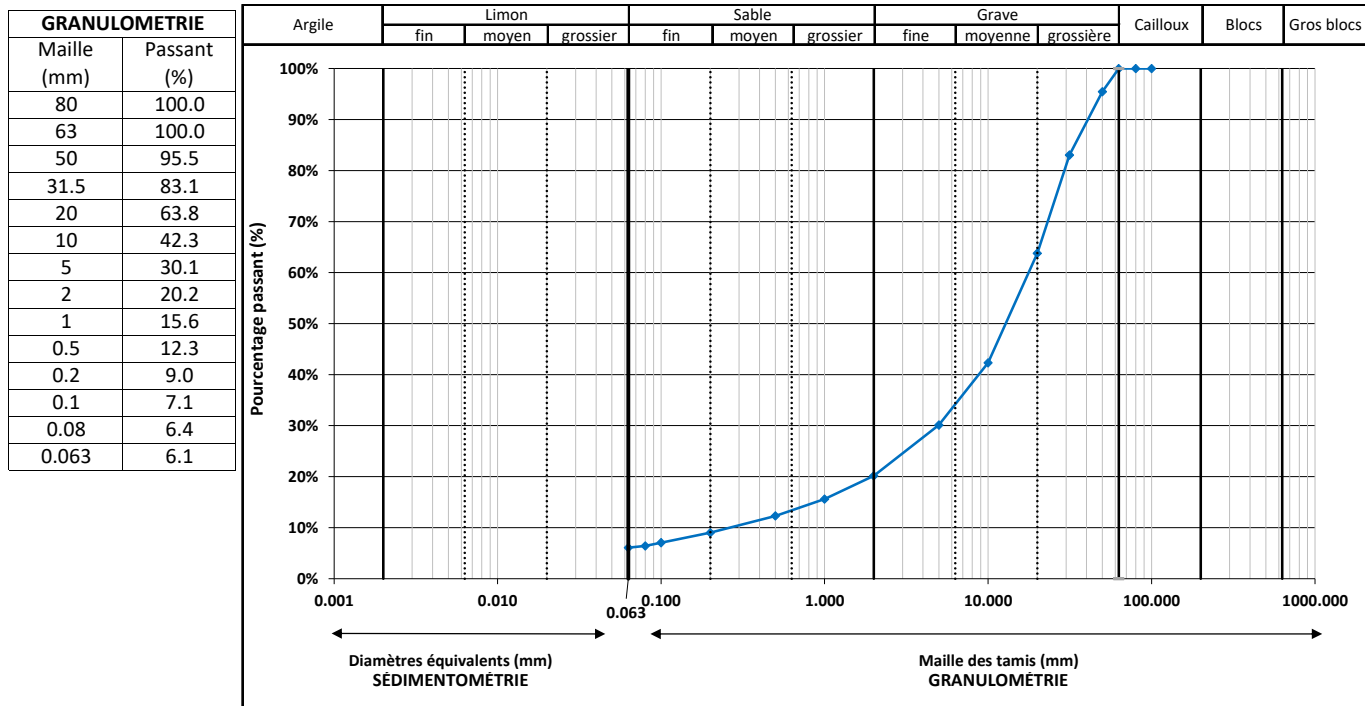
Résultats d'essai : granulométrie

Maille maximum utilisée d_m : 80 mm
Classification selon la granularité : Grave sablo argileuse marron

% de passant à	63 mm	50 mm	20 mm	5 mm	2 mm	80 μ m	63 μ m
	100.0	95.5	63.8	30.1	20.2	6.4	6.1

Facteur d'uniformité Cu : 63.1 *

Facteur de courbure Cc : 4.7 *



Observations

Informations générales

Projet : BOUAYE - Nouvelle surface commerciale Lidl
Référence : 44GT.25.0007
Laboratoire : TOULOUSE

Date : 05/03/2025
Opérateur : MOHAMMADI Rashid
Approbateur : BOUTON Florian

Informations sur l'échantillon

Sondage : SC2
Profondeur : 0.50 à 0.80 m
Profondeur moyenne : 0.65 m

Date de prélèvement : 13/02/2025
Date de réception : 04/03/2025
Mode de prélèvement : SC
Mode de conservation : Sac

Résultats d'essai : données générales

Description : Sable argilo graveleux marron orangé
 D_{max} : 26 mm
Coupure du matériau : 20 mm
Type de matériau : Roulés

Température de la salle d'essai : 20 °C
Mode de séchage des matériaux : 105 °C
Densité des grains, ρ_s : 2.70 Mg/m³ estimée

Résultats d'essai : granulométrie

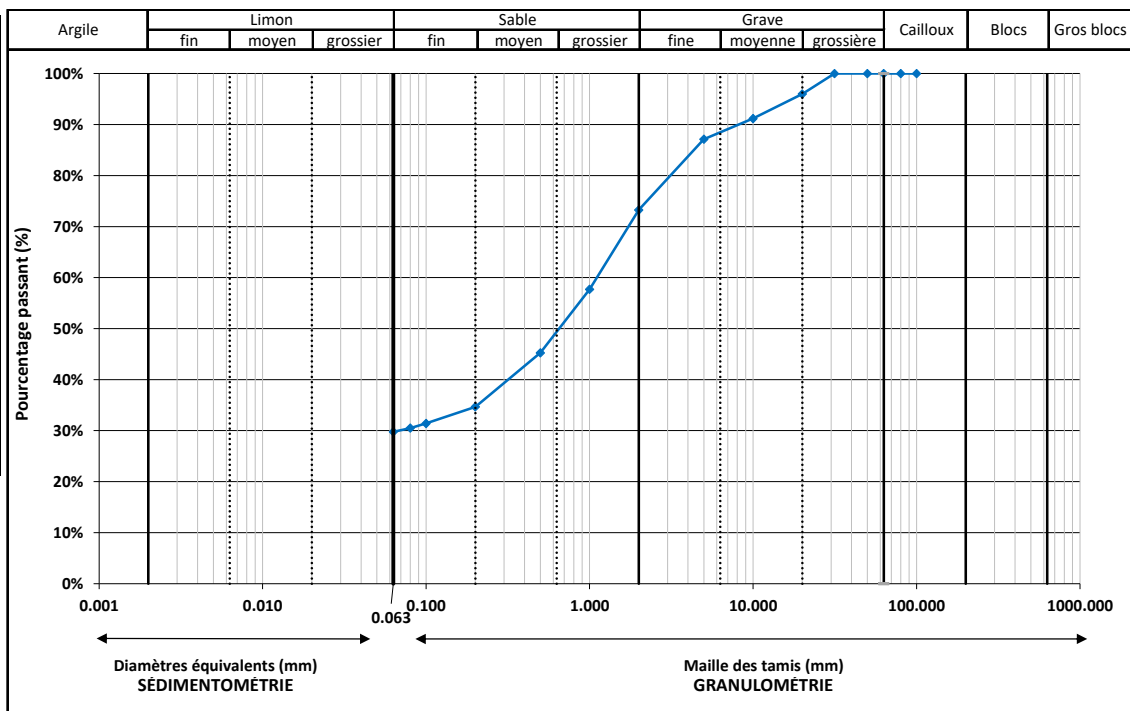
Maille maximum utilisée d_m : 31.5 mm
Classification selon la granularité : Sable argilo graveleux

% de passant à	63 mm	50 mm	20 mm	5 mm	2 mm	80 μ m	63 μ m
	100.0	100.0	96.0	87.1	73.3	30.5	29.8

Facteur d'uniformité Cu : Impossible à déterminer

Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

GRANULOMETRIE	
Maille (mm)	Passant (%)
80	100.0
63	100.0
50	100.0
31.5	100.0
20	96.0
10	91.2
5	87.1
2	73.3
1	57.7
0.5	45.2
0.2	34.7
0.1	31.4
0.08	30.5
0.063	29.8



Observations



6. RESULTATS D'ANALYSES D'AGRESSIVITE SUR LE BETON

Inovalys site de Nantes

La Chantrerie, Rte de Gachet - BP 52703 / 44327 NANTES CEDEX 3

Tel : 02.51.85.44.64 / contact@inovalys.fr / www.inovalys.fr

Réf. Dossier :

PR.44GT.25.0007 Bouyae
PO.44GT.25.0063

Enregistré le :

07/03/2025

Edité le :

01/04/2025
09:38

FONDASOL ATLANTIQUE NANTES

A l'attention de Mylène POIROT

ZAC DE LA PENTECOTE

12 RUE LEON GAUMONT

44700 ORVAULT

Tél. 02 51 77 86 50

Objet : Agressivité des sols sur les bétons

RÉCAPITULATIF

Échantillons analysés :

Références Inovalys des échantillons	Références client des échantillons
E2503018042	SP3 1.0-2.0 m PR.44GT.25.0007 Bouyae
E2503018047	SP4 0.4-1.1m PR.44GT.25.0007 Bouyae

Réf Client : SP3 1.0-2.0 m

(Sols divers (hors Sites et Sols Pollués - SSP))

Descriptif client : PR.44GT.25.0007 Bouyae

Prélevé le : 11/02/2025

Par : CLIENT

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E2503018042

Date de réception : 07/03/2025 16:10

Paramètres	Résultats	Unité	LQ	Spécifications	Méthode	Date analyse
Température à l'arrivée au laboratoire (°C) : <i>n° Sandre : 8727</i>	8,0	°C				
Agressivité des sols sur les bétons (FD P18-011)						
^N Sulfates extractibles par HCl	161	mg(SO4)/kg	60		FD P18-011 Extraction à l'acide chlorhydrique	27/03/25
^N Degré d'acidité des sols selon BAUMANN-GULLY	7,0	mL/kg	1,0		FD P18-011 Titrimétrie	27/03/25

Approuvé le 31/03/2025 par Carole GARNIER ,
Responsable laboratoire Chimie Environnement



Réf Client : SP4 0.4-1.1m

(Sols divers (hors Sites et Sols Pollués - SSP))

Descriptif client : PR.44GT.25.0007 Bouyae

Prélevé le : 11/02/2025

Par : CLIENT

Le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les caractéristiques associées à l'échantillon ne sont pas de sa responsabilité. Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

N° échantillon Inovalys : E2503018047

Date de réception : 07/03/2025 16:10

Paramètres	Résultats	Unité	LQ	Spécifications	Méthode	Date analyse
Température à l'arrivée au laboratoire (°C) : <i>n° Sandre : 8727</i>	8,0	°C				
Agressivité des sols sur les bétons (FD P18-011)						
^N Sulfates extractibles par HCl	614	mg(SO4)/kg	60		FD P18-011 Extraction à l'acide chlorhydrique	27/03/25
^N Degré d'acidité des sols selon BAUMANN-GULLY	157,5	mL/kg	1,0		FD P18-011 Titrimétrie	27/03/25

Approuvé le 31/03/2025 par Carole GARNIER ,
Responsable laboratoire Chimie Environnement



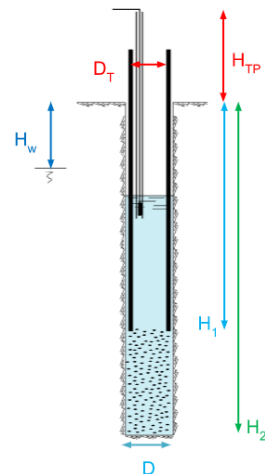
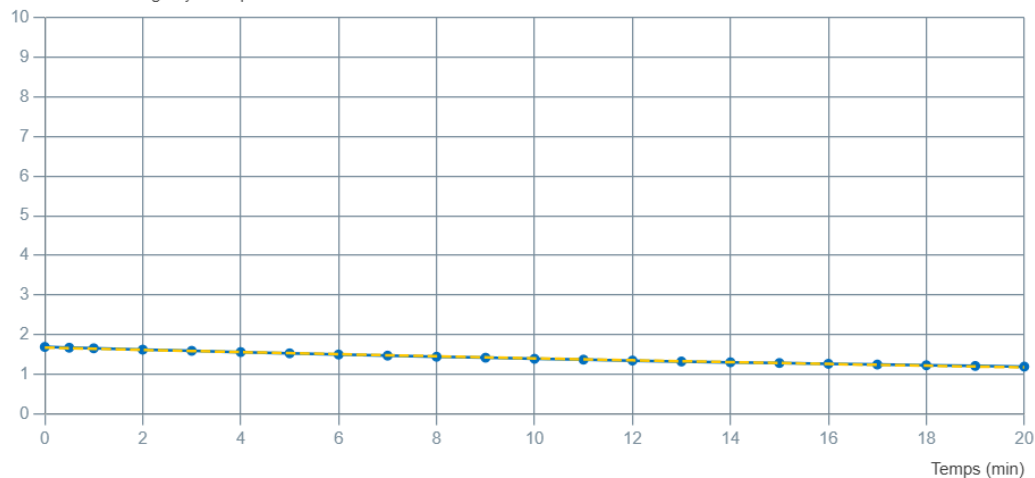
7. ESSAIS DE PERMEABILITE

RÉFÉRENCE : PR.44GT.25.0007
NOM DU CALCUL : Perméabilité
PROJET : BOUAYE Nouvelle surface commerciale Lidl
OUTIL : Lefranc / Nasberg v1.2
SONDAGE N° : SC1+Perm1
DATE : 13/02/2025, 10h44

TYPE DE L'ESSAI : Essai sous nappe
MODE OPÉRATEUR : Injection
DIAMÈTRE INTÉRIEUR DU TUBE : 45 mm
PROFONDEUR ESSAI : de 1,55 à 2,00 m

LONGUEUR DE LA CAVITÉ D'ESSAI : L = 0,45 m
DIAMÈTRE DE LA CAVITÉ D'ESSAI : D = 0,063 m
HAUTEUR ORIGINE MESURES / SOL : H_{TP} = 1,69 m
ÉLANCEMENT DE LA CAVITÉ : L/D = 7,1
FACTEUR DE FORME : f = F/D = 16,9
PROFONDEUR DE LA NAPPE : H_w = 0,00 m

Variation de la charge hydraulique h durant l'essai



Phase 2 : retour à l'équilibre

COEFFICIENT DE PERMÉABILITÉ : $K_L = 4,4E-7$ m/s

DURÉE CORRIGÉE min	CHARGE HYDRAULIQUE h m
0,0	1,69
0,5	1,67
1,0	1,66
2,0	1,62
3,0	1,59
4,0	1,56
5,0	1,53
6,0	1,50
7,0	1,47
8,0	1,44
9,0	1,42
10,0	1,39
11,0	1,37
12,0	1,35
13,0	1,32
14,0	1,30
15,0	1,28
16,0	1,26

DURÉE CORRIGÉE min	CHARGE HYDRAULIQUE h m
17,0	1,25
18,0	1,23
19,0	1,21
20,0	1,19

The logo graphic consists of a stylized, circular emblem. The top half is a solid orange arc. The bottom half is a grey arc. The central area is a white, horizontal, arrow-like shape pointing to the right. Inside this white shape, the word "fondasol" is written in orange lowercase letters. The background of the emblem is a collage of images: a modern glass skyscraper, a lush green building with trees, and an aerial view of a city at night with glowing lights.

fondasol

www.groupefondasol.com