

ETUDE DE SOL

MISSION GEOTECHNIQUE G2 AVP

Construction de deux collectifs

15, rue de Lesbin
GESTEL (56)



CLIENT

NOM	SECIB Immobilier
ADRESSE	Immeuble Identity One 9A, rue du Chatillon – CS 14003 35 040 RENNES Cedex
INTERLOCUTEUR	Mme Karine BEUCHERIE – Assistance de programmes

ECR ENVIRONNEMENT

ADRESSE	2 rue André Ampère – 56 260 LARMOR-PLAGE
TELEPHONE / MAIL	02 97 87 42 32 / lorient@ecr-environnement.com
CHARGE D'AFFAIRES	Thierry LE LOHER
CHARGE D'ETUDES	Hugo LEMOINE

DATE	INDICE	OBSERVATION / MODIFICATION	REDACTEUR	VERIFICATEUR
07/2022	01	Mission G2 AVP – En attente des résultats de laboratoire	H. LEMOINE	T. LE LOHER

Rédacteur	Contrôle interne
Hugo LEMOINE Chargé d'études	Thierry LE LOHER Chargé d'affaires

SOMMAIRE

1.	CONTEXTE DE LA RECONNAISSANCE	3
2.	MISSION / PROGRAMME DE RECONNAISSANCE	5
2.1.	MISSION	5
2.2.	PROGRAMME.....	5
3.	RESULTATS DES INVESTIGATIONS	6
3.1.	CONTEXTES HISTORIQUES, GEOLOGIQUES ET GEORISQUES	6
3.1.1.	<i>Données historiques</i>	6
3.1.2.	<i>Contexte géologique</i>	7
3.1.3.	<i>Potentiel radon.....</i>	8
3.1.4.	<i>Risque de retrait gonflement des argiles</i>	8
3.1.5.	<i>Risque de remontées de nappes.....</i>	8
3.1.6.	<i>Dispositions parasismiques</i>	8
3.2.	NIVELLEMENT	8
3.3.	SYNTHESE GEOMECHANIQUE	9
3.4.	HYDROGEOLOGIE	11
3.5.	AGRESSIVITE DES EAUX SUR LE BETON	11
3.6.	AGRESSIVITE DES SOLS SUR LE BETON	12
4.	SYNTHESE	13
4.1.	POSSIBILITES DE FONDATION DE L'OUVRAGE	13
4.1.1.	<i>Principe de fondation et niveaux d'assise</i>	13
4.1.2.	<i>Modèle géotechnique.....</i>	14
4.1.3.	<i>Contrainte de calcul au stade de l'avant-projet</i>	15
4.1.4.	<i>Tassements.....</i>	15
4.2.	NIVEAU BAS.....	16
4.3.	PRECAUTIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D'EXECUTION	17
4.3.1.	<i>Terrassement</i>	17
4.3.2.	<i>Fondations.....</i>	18
4.3.3.	<i>Mitoyenneté.....</i>	19
4.3.4.	<i>Stabilité des terrains en déblais et talutage.....</i>	20
4.3.5.	<i>Drainage.....</i>	21

ANNEXES

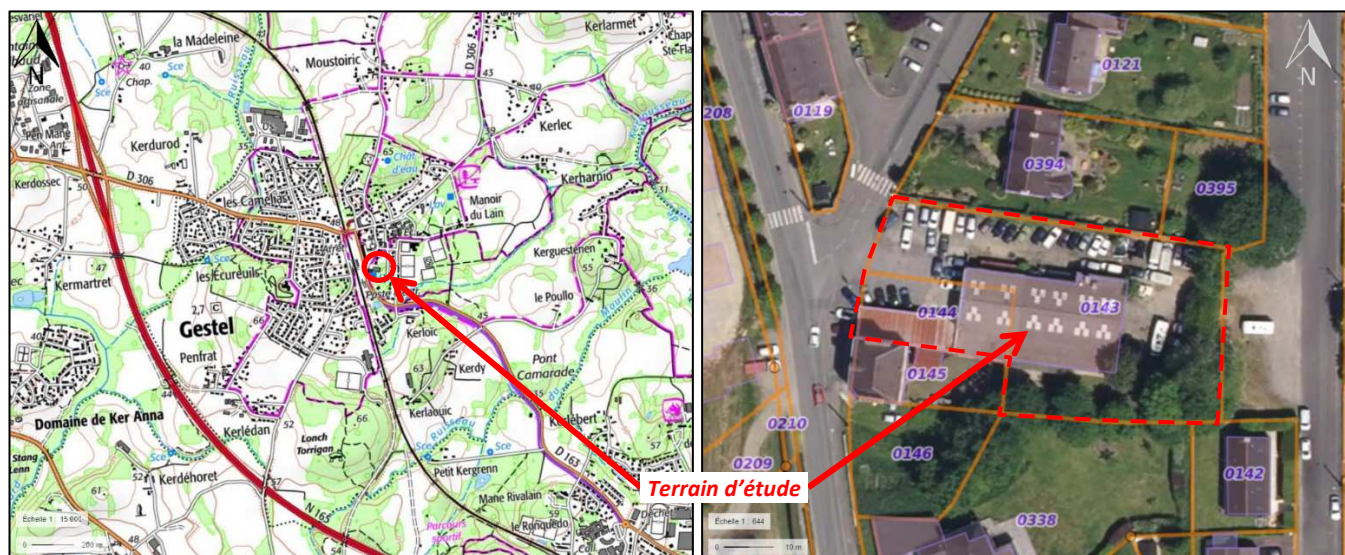
Annexe 1 : Implantation des sondages (1 page)
 Annexe 2 : Résultats des investigations in-situ (4 pages)
 Annexe 3 : Résultats des analyses de laboratoire (en attente)
 Annexe 4 : Classification des missions géotechniques (1 page)

La présente reconnaissance de sol a été effectuée par la société ECR ENVIRONNEMENT –2, rue André Ampère – 56260 LARMOR-PLAGE à la demande et pour le compte de :

SECIB Immobilier
Immeuble Identity One
9A, rue du Chatillon – CS 14003
35 040 RENNES Cedex

1. CONTEXTE DE LA RECONNAISSANCE

Le projet concerne la construction de deux collectifs dont un sur sous-sol sur les parcelles cadastrées dans la section AB n°143 et 144 à GESTEL (56), sise 15, rue de Lesbin.



Situation de la zone d'étude, Géoportail

Lors de notre intervention, le site d'étude est un garage automobile en activité, la parcelle est occupée par de nombreux véhicules et plusieurs bâtiments à démolir de type atelier/hangar. La parcelle d'une superficie de $\pm 2430 \text{ m}^2$ est traversante entre les rues de Lesbin et l'Avenue du Parc. Une bâtisse est présente en mitoyenneté Sud-Ouest. La périphérie Est de la parcelle est arborée.



Photographie de la zone d'étude, juillet 2022

Les caractéristiques principales du projet sont les suivantes :

- Démolition des batis existant de type atelier/hangar et de de l'espace de vente, soit $\pm 750 \text{ m}^2$;
- Construction de deux immeubles en R+2 ;
- Logement en accession sociale coté voie ferrovière et libre coté Parc ;
- Logements de type 2, 3 et 4 ;
- Emprise au sol RDC des batiments : $\pm 315 \text{ m}^2$ et 700 m^2 ;
- Emprise du sous-sol : $\pm 830 \text{ m}^2$;



Vues 3D entrée immeuble accession libre et sociale, Fabien COUDRIET



Façades Sud immeuble accession libre et Ouest social, Fabien COUDRIET

Documents fournis :

Document	Phase	Référence	Emetteur	Date	Echelle
Lettre de consultation	-	-	SECIB	3 mai 2021	-
Présentation du projet	-	21F006 v04	SECIB	26 avril 2022	-
Dossier plan, photographie	ESQ 03		Fabien COUDRIET	21 juin 2022	variée



2. MISSION / PROGRAMME DE RECONNAISSANCE

2.1. Mission

Par référence à la classification des « Missions Géotechniques Normalisées » (Norme NFP 94-500), la présente reconnaissance est de type **G2 AVP** et voit de ce fait l'étendue de sa mission limitée aux prestations correspondantes.

Elle a pour objectif de :

- Préciser le contexte géologique et hydrogéologique du site ;
- Evaluer les caractéristiques mécaniques des sols (résistance, portance, déformabilité des sols...) ;
- Définir le type de fondations envisageables ;
- Présenter un exemple de pré-dimensionnement des fondations envisagées (niveaux d'assise, contraintes de calcul aux ELU et aux ELS, tassements...) ;
- Etudier la faisabilité des dallages et les modalités de mise en œuvre ;
- Déterminer les précautions techniques à prendre en compte lors des travaux (terrassements, avoisinants, terrains compressibles, substitution...) et vis-à-vis de la présence d'eau éventuelle (drainage, pompage...) ;
- Spécifier les prescriptions vis-à-vis de l'aléa sismique (classe de sol, risque de liquéfaction...).

2.2. Programme

Le programme d'intervention a consisté à réaliser les opérations suivantes :

- ⇒ **4 sondages géologiques (notés SP1, T1, T2 et T3)**, à la tarière mécanique de diamètre 63 mm menés jusqu'à une profondeur de 6.00 et 8.00 m/TN ou au refus, donnant les successions lithologiques et les éventuelles venues d'eau dans les sondages ;
+ 4 essais pressiométriques, repartis dans le sondage SP, permettant de déterminer les caractéristiques mécaniques Em et PI des sols ;
- ⇒ **2 essais pénétrométriques (notés PD1 à PD2)**, respectivement couplés à T1, T2, réalisés au pénétromètre dynamique lourd et menés jusqu'au refus, permettant de déterminer la résistance dynamique de pointe qd des sols traversés.
- ⇒ **1 piézomètre sommaire (PZ1)** posé en lieu et place du sondage SP1 jusque 6.35 /TN et protégé par une tête de protection ;
- ⇒ **1 analyse d'agressivité des eaux sur le béton**, sur un échantillon d'eau prélevé en SP1/PZ1 ;
- ⇒ **1 analyse d'agressivité des sols sur le béton**, sur un échantillon d'arène granitique prélevée dans le sondage géologique SP1, entre 3.00 et 8.00 m/TN.



3. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

Nous avons présenté en annexe les documents suivants :

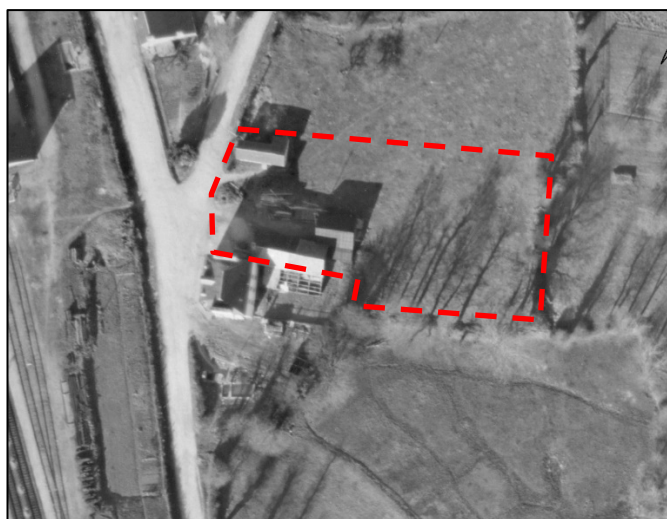
- Le plan d'implantation des investigations ;
- Les coupes des sondages géologiques comprenant les valeurs des essais pressiométriques et les pénétrogrammes.

3.1. Contextes historiques, géologiques et géorisques

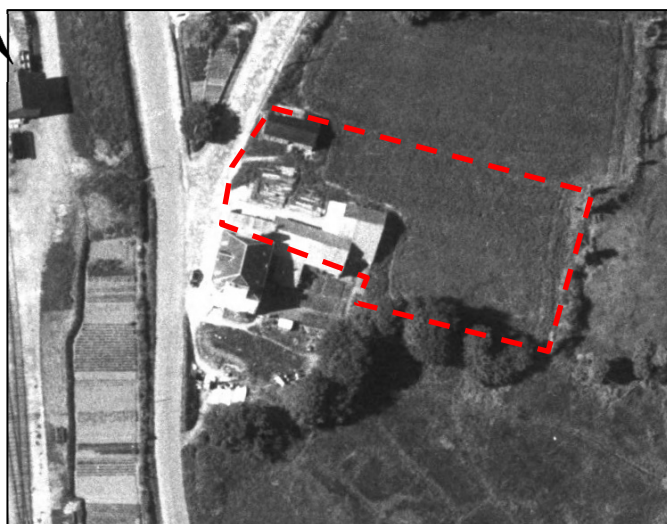
3.1.1. Données historiques

D'après les extraits des anciennes photographies aériennes (remonterletemps.ign.fr), la zone d'étude était :

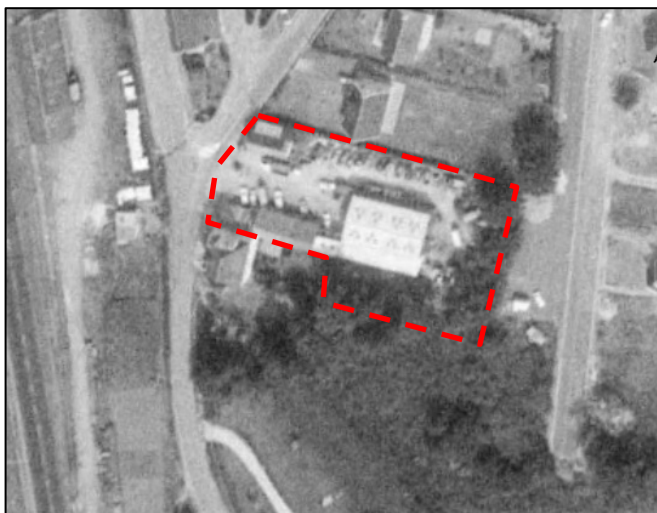
- En 1947, déjà composé de plusieurs bâtiments de type hangar, construit en mitoyenneté avec la bâtisse existante en limite Sud-Ouest. L'extension du hangar principal est en travaux et un petit bâtiment est construit dans le coin Nord-Ouest de la parcelle. Du stockage (bois ?) est présent au Nord de la parcelle. La voie ferroviaire à l'Ouest de la zone d'étude est déjà présente, les actuelles rues de Queven et de Lesbin sont des chemins. L'Est de la zone d'étude est une prairie, bocage, comportant des talus arborés et des fossés drainants ;
- Au milieu des années 70', la configuration du site change. Les hangars sont modifiés pour obtenir la forme actuelle, un hangar central et l'espace de vente en mitoyenneté avec la bâtisse. L'avenue du Parc et des terrains à bâtir sont aménagés à cette période ;



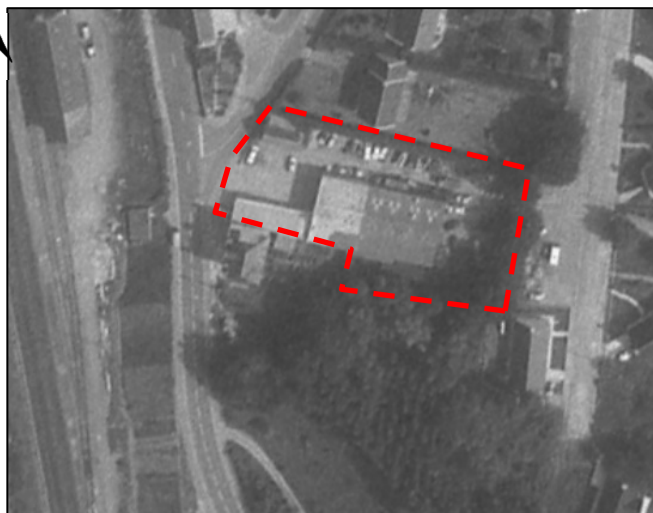
Photographie aérienne de janvier 1947



Photographie aérienne de mai 1959



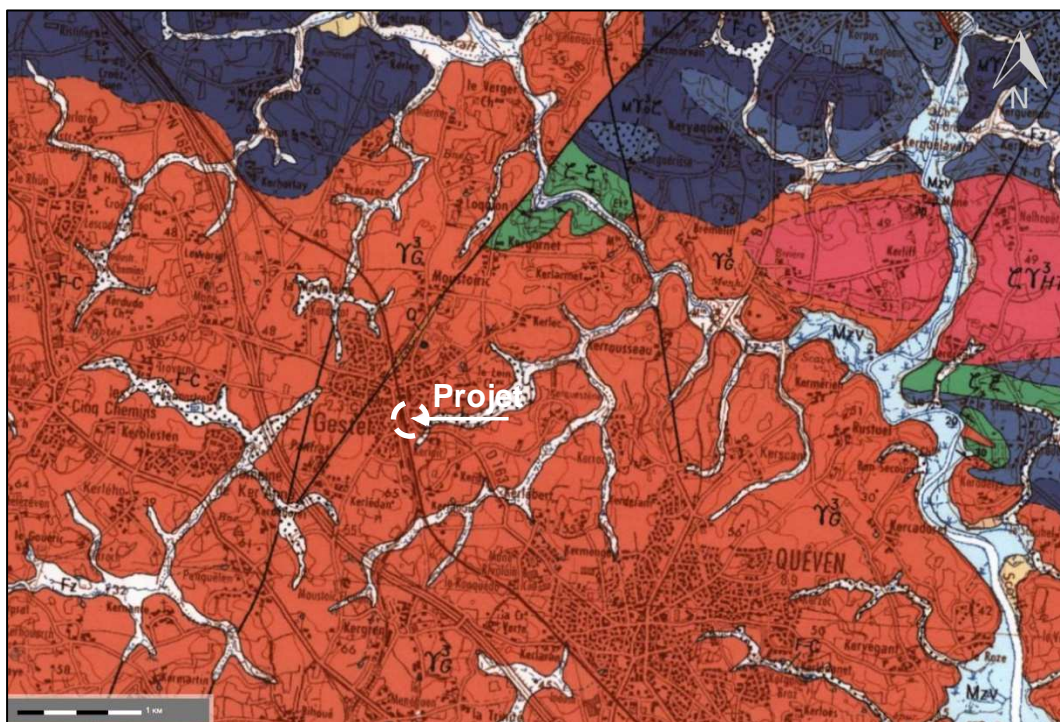
Photographie aérienne d'août 1976



Photographie aérienne de juillet 1982

3.1.2. Contexte géologique

D'après le site InfoTerre du B.R.G.M, la zone d'étude se situe dans une formation granitique (Granite de Guidel).



Extrait de la carte géologique de Lorient au 1/50 000^e, éditée par le BRGM

Au droit de la zone d'étude, les horizons que l'on doit normalement rencontrer sont :

- Des horizons de recouvrement, des remblais ainsi que des arènes provenant de l'altération de la roche sous-jacente ;
- Le substratum granitique.

3.1.3. Potentiel radon

D'après l'IRSN, le potentiel radon de la commune de GESTEL (56) est classé en catégorie 3. Il est recommandé, sans obligations, de prévoir des systèmes constructifs, de ventilations et de chauffages adaptés (étanchéité sol/bâtiment, vide sanitaire ventilé...).

3.1.4. Risque de retrait gonflement des argiles

D'après la carte de l'aléa retrait-gonflement des argiles (www.georisques.gouv.fr), le projet se situe dans une zone d'aléa nul concernant ce phénomène et situé en limite d'une zone d'aléa faible à l'Est.

3.1.5. Risque de remontées de nappes

D'après la carte de l'aléa de sensibilité vis-à-vis des remontées de nappes (www.georisques.gouv.fr), le projet se situe dans une zone potentiellement sujette aux inondations de caves.

3.1.6. Dispositions parasismiques

➤ *Catégorie de bâtiments*

Les bâtiments à risque normal sont classés en 4 catégories d'importance croissante, de la *catégorie I* à faible enjeu, à la *catégorie IV* qui regroupe les structures stratégiques et indispensables à la gestion de crise.

L'ouvrage concerné par la présente étude est à priori classé dans le groupe II (bâtiment d'habitation collective ht<28 m).

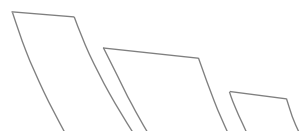
➤ *Exigence sur le bâti neuf*

Les exigences sur le bâti neuf dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment et de la zone de sismicité. Le nouveau zonage sismique de la France (décret d'octobre 2010 entré en vigueur le 1^{er} mai 2011) classe la commune de GESTEL (56) en zone d'aléa sismique 2 (aléa faible).

Concernant la présente étude (bâtiment de catégorie II situé en zone d'aléa sismique 2), l'application des prescriptions parasismiques particulières de l'Eurocode 8 n'est pas obligatoire.

3.2. Nivellement

Les points de sondage ont été nivelés par nos soins en prenant comme références le seuil du bâtiment existant à démolir (R.N.1) et une plaque de chambre télécom située le long de la rue de Lesbin (R.N.2). Aucune de ces références n'étant cotées en NGF, une cote arbitraire locale de 100.00 m Réf. a été attribué à R.N.1.





Référence de nivellement

Les emplacements des points de sondage sont reportés en Annexe sur le Plan d'implantation des investigations.

Les altitudes des points de sondage sont les suivantes :

	Références		Sondages			
Point	R.N.1	R.N.2	SP1	T1/PD1	T2/PD2	T3
Altitude (m Réf.)	100.00	100.57	99.72	100.21	100.24	100.27

3.3. Synthèse géomécanique

Les sondages géologiques ont été réalisés par des sondeuses Ecofore CE 302 GL et SL 160 à la tarière hélicoïdale continue de diamètre 63 mm jusqu'à des profondeurs de 6.00, 8.00 m/TN ou au refus obtenu à 1.70 et 4.00 m/TN, les 4 et 5 juillet 2022.

Les essais pressiométriques ont été réalisés conformément à la norme NF 94-110 avec une sonde de diamètre 60 mm équipée d'une gaine toilée. Ils ont permis de mesurer les caractéristiques suivantes :

- module pressiométrique : E_m (MPa)
- pression limite : P_l (MPa)

Les essais pénétrométriques ont été réalisés le 5 juillet 2022, conformément à la norme NF 94-115 avec un pénétromètre dynamique Ecofore de type B, menés jusqu'au refus obtenu entre 1.80 et 5.00 m/TN. Ils ont permis de mesurer sur le terrain, la résistance dynamique unitaire du sol : q_d (MPa).

Les profondeurs citées dans le présent rapport ont été mesurées par rapport au terrain naturel tel qu'il était le jour de l'intervention. L'ensemble des coupes de sondages est joint en annexe.

Au droit des sondages, la coupe géologique synthétique est la suivante :

○ **Horizons de recouvrement et remblayés** composés de :

- **Terre végétale ± graveleuse**, sur une épaisseur de 0.10 m en tête SP1 et T1/PD1 ;
- **Béton (5cm) + Couche de forme**, observé sur une épaisseur de 0.10 à 0.20 m en tête de T2 et T3 ;
5.0 < qd < 14.96 MPa
- **Remblais sableux, limoneux**, marron – brun à jaune – ocre, relevés jusque 1.00 et 1.50 m/TN en SP1 et T2 ;

$$6.6 < qd < 16.6 \text{ MPa}$$

$$Em \approx 14.5 \text{ MPa}$$

$$Pl \approx 0.92 \text{ MPa}$$

○ **Horizons d'altération hétérogène du substratum granitique** composés de :

- **Arène granitique moyennement compacte, sableuse-argileuse**, marron – beige à jaune, reconnue jusqu'à la base de SP1 à 8.00 m/TN et jusque 1.20 à 4.60 m/TN en T1, T2 :

$$9.3 < qd < 37.5 \text{ MPa}$$

$$11.9 < Em < 18.9 \text{ MPa}$$

$$0.67 < Pl < 1.37 \text{ MPa}$$

- **Arène granitique compacte, sableuse-argileuse**, marron – beige à jaune - gris, reconnue à la base de T2 à 6.00 m/TN et jusqu'à la profondeur du refus en T1 à 4.00 m/TN :

$$30.1 < qd < 76.5 \text{ MPa (refus)}$$

Tableau récapitulatif des successions lithologiques et de leurs épaisseurs :

Sondages	SP1	T1/PD1	T2/PD2	T3
Cote au TN (m Réf.)	99.72	100.21	100.24	100.27
Formation lithologique	Profondeur de la base (m/TN) (Cote locale correspondante)			
Recouvrement	1.50 (98.22)	0.10 (100.11)	1.00 (99.24)	1.70 (98.57)
Arène granitique moyennement compacte	>8.00 (<91.72)	1.20 (99.01)	4.60 (95.64)	–
Arène granitique compacte	–	>4.00 (<96.21)	>6.00 (<94.24)	>1.70 ? (<98.57)
Arrêt Volontaire [V] / Refus [R]	[V]	[R/R]	[V/R]	[R]

En l'absence de valeurs mécaniques couplées au sondage géologique, les indications de compacité renseignées ne sont données qu'à titre indicatif et ne correspondent qu'au ressenti de l'opérateur.



3.4. Hydrogéologie

Lors de nos investigations le 4 et 5 juillet 2022 (période sèche), des niveaux d'eau ont été mesurés dans nos sondages en fin de chantier entre 2.85 et 3.20 m/TN.

Rappelons qu'un piézomètre a été posé en lieu en place du sondage SP1 jusque 6.35 m/TN. Celui-ci permettra le suivi du niveau de la nappe sur une période de 6 mois. Il se compose d'un tube PVC crépiné entre 0.35 et 6.35 m/TN de diamètre 34-40 mm. Un capot de protection a été scellé au sol et permet d'isoler le trou de sondage.

Une zone humide avec un ruisseau, un lavoir existe en limite sud de la parcelle.

Les horizons de recouvrement remaniés et les arènes granitiques sont des aquifères potentiels, susceptibles de se recharger par infiltration pluviale.

D'un point de vue général, il est rappelé que le régime hydrogéologique peut varier en fonction de la saison et de la pluviosité. Des circulations d'eau localisées et anarchiques au sein des terrains de surface, sur le toit rocheux ou éventuellement plus en profondeur dans les passages altérés ou fracturés du substratum granitique restent possibles.

3.5. Agressivité des eaux sur le béton

Sur un échantillon d'eau prélevé le 5 juillet 2022 dans le piézomètre PZ1, une analyse de l'agressivité des eaux sur le béton a été réalisée. Ces résultats sont les suivants :

Analyses Physico-chimiques	Autres analyses
En attente	En attente
Métaux	



3.6. Agressivité des sols sur le béton

Une analyse d'agressivité des sols sur le béton a été réalisée sur un échantillon de sol prélevé le 5 juillet 2022 dans le sondage à la tarière SP1 entre 3.00 et 8.00 m/TN. Les résultats sont les suivants :

	SP1 3.00-8.00 m/TN
En attente	

4. SYNTHÈSE

De ce qui précède, on retiendra les éléments suivants :

- Les sondages mettent en évidence la présence de terre végétale et de remblais graveleux sur une épaisseur de 10 à 20 cm, recouvrant des remblais ± sableux ou l'altération différentielle du substratum granitique en arènes de moyenne à bonne portance jusqu'à la base des sondages ;
- Les caractéristiques mécaniques des remblais sableux ± limoneux sont moyennes, celles des arènes granitiques moyennement compactes sont satisfaisantes et deviennent bonnes pour les arènes compactes ;
- Lors de nos investigations de juillet 2022 (période sèche), des niveaux d'eau ont été mesurés en fin de chantier entre 2.85 et 3.20 m/TN. Un piézomètre a été posé en lieu et place du sondage SP1.

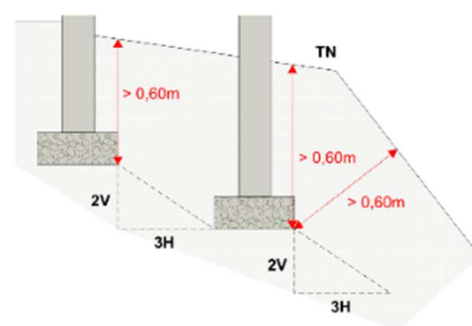
4.1. Possibilités de fondation de l'ouvrage

4.1.1. Principe de fondation et niveaux d'assise

Le mode de fondations de l'ouvrage devra tenir compte de l'importance et de la géométrie des charges apportées et de la nécessité de mobiliser un horizon portant, homogène et de compacité correcte.

Les fondations respecteront le critère le plus restrictif suivant :

- Un ancrage **minimum de 0,30 m** dans la couche d'assise suffisamment portante et homogène, dans des sols non décomprimés, non imbibés et non remaniés ;
- Les terrains de faible portance, remaniés et remblayés seront traversés en intégralité ;
- Un encastrement respectant en tout point la garde au gel, soit au minimum de **0,60 m** par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries ;
- Le respect d'une pente maximum de **3H/2V** (3 Horizontal pour 2 Vertical) entre les arêtes inférieures des fondations voisines (existantes et futures).



Au vu des résultats, et en considérant des cotes de niveau fini RDC vers ± 100 m Réf. et sous-sol à 96.80 m Réf., nous préconisons de reporter les charges de l'ouvrage au moyen de **fondations superficielles par semelles isolées et/ou filantes**, ancrées de 30 cm minimum dans les arènes granitiques moyennement compactes voire compactes, soit un encastrement minimum par rapport au T.N. le jour de notre intervention de :

N° sondage	SP1	T1/PD1	T2/PD2	T3
Cote altimétrique du sondage (m NGF)	99.72	100.21	100.24	100.27
Profondeur d'encastrement min. (m/TN)	> 3.42	> 3.91	> 1.30	> 2.00
Cote altimétrique min. de niveau d'assise des fondations (m NGF)	< 96.30	< 96.30	< 98.94	< 98.27
Cotes hypothétiques de niveau fini sous-sol et RDC (m Réf.)	± 96.80		± 100.00	
Hauteur de fondation (m/NF)	> 0.50	> 0.50	> 1.06	> 1.73

Contre le bâtiment conservé qui serait sur cave, les nouvelles fondations devront descendre au minimum au même niveau d'assise que la maison.

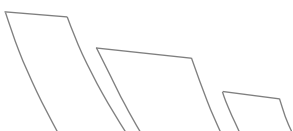
Ces profondeurs sont données au droit des sondages réalisés. Des surprofondeurs de l'horizon d'ancrage ne sont pas à exclure (présence de poches moins résistantes, variation du toit de la couche d'assise, terrains remaniés, présence de matière organique...), ce qui nécessitera des approfondissements locaux de l'assise des fondations, avec un rattrapage par du gros béton. De plus, toutes lentilles de terrains résistants, susceptibles de former des points durs locaux seront à dérocter si ces points durs se situent sous les fondations.

Il est essentiel de veiller à ne pas remanier l'horizon portant de bonne qualité et un contrôle strict de la qualité des fonds de fouille devra être prévu. Le béton sera coulé à pleine fouille et ce immédiatement après leur creusement.

4.1.2. Modèle géotechnique

La coupe géotechnique défavorable retenue pour les calculs au stade de l'avant-projet, sur la base des investigations réalisées est la suivante :

Formation	Profondeur de la base (m/TN)	PI* (MPa)	Em (MPa)	α	γ (kN/m ³)
Recouvrement/Remblais	1.50	-	-	1/2	18
Arène granitique moyennement compacte	8.00	1.3	14	1/2	18
Arène granitique compacte	Au-delà	2.0	25	1/2	19



4.1.3. Contrainte de calcul au stade de l'avant-projet

Les contraintes de calcul à prendre en compte au stade de l'avant-projet pour les justifications vis-à-vis des Etats Limites de Service et Ultimes sont estimées selon la norme NF P 94-261 de juin 2013 (norme d'application nationale de l'Eurocode 7 sur les fondations superficielles).

De manière sécuritaire, pour pallier l'hétérogénéité de portance entre les arènes, pour des charges verticales centrées, les contraintes limites de calculs maximales à prendre en compte au stade de l'avant-projet seront limitées à :

$$\begin{aligned} q_{ELS \text{ QP et C}} &\leq 0,30 \text{ MPa} \\ q_{ELU \text{ F et S}} &\leq 0,49 \text{ MPa} \\ q_{ELU \text{ A}} &\leq 0,57 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Il conviendra de s'assurer que la surface au sol des fondations superficielles permette de vérifier la contrainte de sol précédente, en considérant la descente de charge réelle en tête de fondation et le poids propre de la fondation (semelle + gros béton éventuel).

Par ailleurs, il est essentiel de veiller à ne pas remanier l'horizon portant de bonne qualité et un contrôle strict de la qualité des fonds de fouille devra être prévu. Le béton sera coulé pleine fouille à l'avancement pour protéger le sol d'assise des intempéries.

4.1.4. Tassements

Les descentes de charges du projet ne nous ont pas été communiquées. A ce stade de l'étude, nous considérerons des descentes de charges (ELS) maximales hypothétiques de **90 T/appui isolé et 25 T/ml**. Il conviendra de s'assurer que les fondations préconisées et les dispositions retenues soient en accord avec les charges réelles de l'ouvrage.

Conformément à la norme NF P 94-261, dans le cas du respect des préconisations décrites ci-avant et d'une mise en œuvre selon les règles de l'art, les tassements absolus seront **proches de 0.5 à 1.0 cm** avec des tassements différentiels pouvant approcher de 1.0 cm (localement tassement quasi-nul sur roche), sous une **semelle isolée carrée de 1.75 m de côté et une semelle filante de 0.90 m de largeur** transmettant au sol une contrainte q_{ELS} de 0.30 MPa.

La structure des bâtiments devra être prévue de manière à pouvoir reprendre les efforts dus aux comportements hétérogènes des sols d'assise.

Les tassements pourront être recalculés au stade du projet lorsque les dimensions des fondations et les contraintes réellement appliquées au sol aux ELS seront connues (lors de la mission d'étude géotechnique de conception phase projet – G2-PRO).

NOTA : l'attention est attirée sur le fait que ces calculs n'ont de validité qu'au droit des sondages réalisés. Ailleurs des hétérogénéités naturelles de stratigraphie et de caractéristiques mécaniques des sols peuvent induire des tassements absolus et différentiels supérieurs ou inférieurs à ceux ici estimés.



4.2. Niveau bas

Nous ne connaissons pas les cotes de niveau fini des ouvrages, au vu des résultats et du contexte de démolition/construction, nous préconisons la réalisation d'un plancher porté par les fondations pour l'immeuble en accession sociale, sans sous-sol.

Pour l'immeuble en accession libre, en considérant une cote de niveau fini sous-sol vers 96.80 m Réf., les caractéristiques mécaniques des arènes granitiques permettent la réalisation d'un dallage sur terre-plein, moyennant des précautions à prendre pour la réalisation de la couche de forme :

- décapage des horizons de recouvrement (terre végétale, limon, remblais...), et de la frange supérieure des arènes,
- déroctage des éventuelles têtes rocheuses,
- purges ponctuelles des matériaux de mauvaise qualité (argiles, limons, terrains évolutifs et remblais), avec remplacement par des matériaux de granulométrie continue 0/100 ou 0/200,
- compactage du fond de forme à 95 % de l'Optimum Proctor Normal,
- mise en place d'un géotextile anticontaminant et antipoinçonnement,
- mise en œuvre de la couche de forme en matériaux insensibles à l'eau et à granulométrie continue type GNT 0/60 ou 0/80 (ou en matériaux traités) de manière à s'assurer d'une bonne fermeture après compactage à 95 % de l'Optimum Proctor Modifié,
- compactage de la couche de forme à 95 % de l'Optimum Proctor Modifié,
- mise en œuvre éventuelle d'une interface entre la couche de forme et le dallage (couche de réglage/fermeture en matériaux fins, couche de glissement en sable d'environ 20 mm d'épaisseur, film ou isolant thermique),
- réalisation du dallage en béton.

Avant coulage des dallages, il sera nécessaire d'effectuer un contrôle final de la qualité géotechnique de la plateforme par une série d'essais à la plaque. A titre indicatif, les valeurs à obtenir devront être les suivantes :

- Module de Westergaard $K_w > 50 \text{ MPa/m}$
- Module d'élasticité $EV_2 > 50 \text{ MPa}$
- Rapport de compactage $EV_2/EV_1 < 2,2$

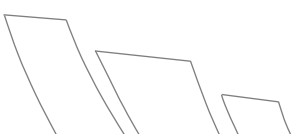
L'épaisseur minimale de la couche de forme à mettre en œuvre sous dallage sera définie en fonction :

- du module de Westergaard K_w visé, défini par le BET Structures selon les tolérances de déformation du dallage envisagé,
- de la qualité du matériau de constitution de la couche de forme,
- **de la portance du fond de forme au moment des terrassements.**

Dans tous les cas et selon norme NF P 11-213 (DTU 13.3), l'épaisseur de cette couche de forme ne doit pas être inférieure à 0,20 m.

Les dallages seront conçus et réalisés conformément aux règles professionnelles pour les travaux de dallage (DTU 13.3 de décembre 2021).

NOTA : On rappelle que les valeurs EV_1 et EV_2 sont obtenues par des essais à la plaque réalisés selon le mode LCPC.



Les modules de déformations $E_s = E_m/\alpha$ avec E_m module pressiométrique et α coefficient rhéologique du sol (fonction de la nature et de la consolidation des sols), à prendre en compte pour chaque couche, sont répertoriés dans le tableau suivant :

Nature du sol	Module E_m (MPa)	α	Module élastique E_s (MPa)
Recouvrement/Remblais	A purger		
Arène granitique moy. compacte	14	1/2	28
Arène granitique compacte	25	1/2	50

Pour des surcharges d'exploitation de l'ordre de 250 kg/m² et pour un niveau fini proche des cotes indiquées sur le plan masse, les tassements prévisibles au droit du dallage seront inférieurs au demi-centimètre.

Si de l'eau venait à stagner sur le fond de forme, ces valeurs ne pourraient plus être valables.

Les plates-formes finies seront réceptionnées par une série d'essais à la plaque (mode opératoire LCPC) afin de vérifier l'obtention des modules retenus.

Sinon, si l'on désire s'affranchir des sujétions de terrassements, nous préconisons la réalisation d'un plancher porté par les fondations.

4.3. Précautions particulières de conception et d'exécution

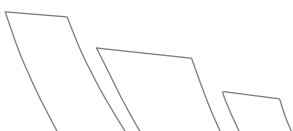
4.3.1. Terrassement

Les terrassements pourront être réalisés sans difficultés particulières au moyen d'engins mécaniques courants dans les horizons de recouvrement et les arènes moyennement compactes. **Dans l'arène compacte à blocs, le granite ± altéré et pour les éventuelles opérations de démolition/purge des ouvrages existants, ils nécessiteront l'emploi d'engins de forte puissance équipés d'outils adaptés. Quoi qu'il en soit, les moyens employés devront être adaptés aux terrains rencontrés.**

Compte tenu du contexte, nous attirons l'attention des différentes entreprises (fondations, terrassement...) sur le fait que le terrain sera remanié et que des vestiges de fondations, de dalles et de blocs béton seront susceptibles d'être présents dans le sol sur l'ensemble du projet. Les restes des fondations du bâtiment devront être curés soigneusement.

Toute poche décomprimée, de matériau évolutif ou de moindre consistance et/ou tous points durs rencontrés en fond de forme sera purgée. Pour le rattrapage des éventuels hors profils après purge, on prévoira la réalisation d'une couche de forme en classe D2 selon le GTR, comportant moins de 5 % de fines.

La méthodologie de mise en œuvre des fondations devra préserver la stabilité des ouvrages mitoyens (attention aux affouillements, déchaussements de fondations, vibrations, tassements en cas de fondations à des niveaux différents).



Les terrassements devront être réalisés en assurant la stabilité des ouvrages mitoyens (soutènements provisoires, talutage, terrassements par passes, éventuellement reprise en sous-œuvre/blocage des fondations mitoyennes par banquettes béton, déport des nouvelles fondations, limitation des vibrations lors des terrassements...). On veillera à adopter la puissance des engins utilisés, à la présence des différents bâtiments existants.

On veillera à garantir l'intégrité des constructions avoisinantes durant tout le chantier et en phase définitive. **Dans tous les cas, la méthodologie mise en œuvre devra tenir compte des avoisinants** (attention aux vibrations, ne pas créer d'affouillement ou de tassement par affluence sous fondations des ouvrages et mitoyens, ...).

Lors des travaux, nous attirons l'attention sur la nécessité de préserver au mieux la qualité du sol d'assise du bâtiment projeté.

On proscrit, autant que faire se peut, de faire manœuvrer des engins sur la plate-forme décapée et l'on privilégiera un remblaiement instantané de la première couche à l'avancement.

Après mise à niveau du fond de forme, ce dernier sera compacté. Son compactage sera adapté aux conditions climatiques au moment des travaux.

Une réalisation de la plate-forme en période favorable non pluvieuse est recommandée.

NOTA : Si les travaux ont lieu en période défavorable ou si le fond de forme présentait une teneur en eau trop importante, le cloutage du fond de forme et la pose d'un géotextile pourront s'avérer nécessaires.

En fonction de l'état hydrique des sols et des niveaux d'eau au moment des travaux, les terrassements dans des matériaux saturés peuvent entraîner des éboulements. Il conviendra alors de prendre les dispositions nécessaires afin d'éviter de tels désordres (busage ou blindage continu par exemple) ainsi que l'utilisation d'un dispositif de pompage ou de rabattement de nappe.

Il conviendra de protéger le fond de fouille en cas d'intempéries et les surfaces devront être réglées et fermées avant l'arrivée des intempéries. En cas de venue d'eau, aucune stagnation ne sera tolérée et la mise en place d'un dispositif de drainage et évacuation gravitaire ou d'un système de pompage si nécessaire sera à prévoir.

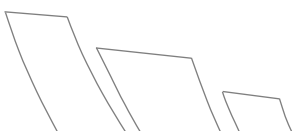
4.3.2. Fondations

Lors de la mise en œuvre du fond de fouille, toutes poches ou lentilles plus compressibles que le terrain environnant, ainsi que tous points durs pouvant provoquer des désordres sur les fondations devront être purgés afin d'obtenir un sol d'assise d'homogénéité satisfaisante. La substitution sera constituée d'une grave non traitée soigneusement compactée ou d'un gros béton.

En cas d'intempéries ou de venues d'eau, une évacuation de ces eaux devra se faire aussitôt par pompage.

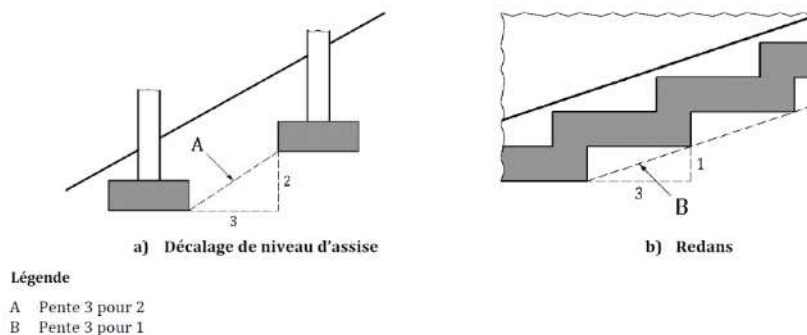
Le bétonnage devra se faire aussitôt après les terrassements afin d'éviter toute altération et décomposition du sol d'assise. Dans le cas contraire, on coulera un béton de propreté à l'avancement des terrassements.

Les profondeurs hors-gel devront être respectées.



Des joints de construction devront être mis en place entre les éléments de la construction accolés et fondés à des profondeurs et/ou des modes différents et entre deux parties du projet différemment chargées.

On veillera à respecter une pente maximale de 3H/2V entre les arêtes inférieures des fondations voisines et avoisinants (réseaux, talus...). D'autre part, les semelles filantes établies sur un terrain en pente devront respecter des redans à pente maximale de 3H/1V.



Extrait du DTU 13.1

Il faudra s'assurer de l'absence de remblais ou de sol décomprimé au niveau des fondations. Il sera impératif de descendre les fondations dans l'altération granitique non remaniée et de bonne portance.

Les dispositions constructives suivantes devront être respectées :

- largeur minimale des fondations de 40 cm pour les semelles filantes et de 70 à 80 cm pour les semelles isolées et puits, en dehors de toute considération de descente de charge afin d'assurer un bon contact entre le sol et la fondation ;
- assise des fondations horizontale ;
- mise en place d'un béton de propreté immédiatement après l'ouverture des fouilles de fondations sur une épaisseur minimum de 5 cm ;
- sol d'assise homogène sous un même bâtiment ;
- prévoir des joints de constructions entre les parties d'un même bâtiment présentant un mode de fondation différent ou des descentes de charges hétérogènes ;
- en cas de surprofondeur, un rattrapage par un gros béton devra être réalisé ;
- blindage des fouilles au-delà de 1,30 m de profondeur.

4.3.3. Mitoyenneté

Le projet s'implante en mitoyenneté avec la bâtisse existante présente au Sud-Ouest et construite sur cave.

La méthodologie de réalisation des terrassements et de mise en œuvre des fondations devra préserver la stabilité des ouvrages mitoyens (attention aux affouillements, déchaussements de fondations, vibrations, tassements en cas de fondations à des niveaux différents).

Si les différences d'ancrages le nécessitent, il pourra être prévu :

- l'installation d'un blocage béton jusqu'au même sol de fondation ;
- la réalisation d'une reprise en sous œuvre jusqu'au même sol d'assise ;
- le déport des fondations du projet pour respecter les éventuels débords et règle des 3H/2V.



Le projet ne devra pas venir surcharger les ouvrages mitoyens et avoisinants et leurs fondations, et il sera nécessaire de prévoir un joint de dilatation au niveau des mitoyennetés.

Dans tous les cas, les dispositions ci-dessous seront à respecter :

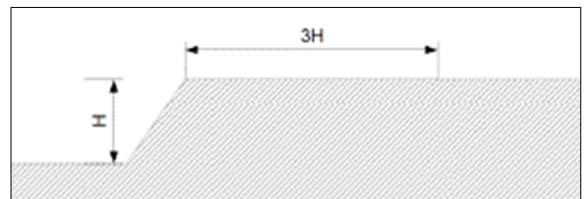
- Un diagnostic structure des mitoyens devra être réalisé pour adapter la construction des nouvelles fondations à celles existantes et devra définir les seuils de déformation acceptables par les structures existantes et leur adéquation avec les déformations inhérentes à l'acte de construire ;
- Il ne faudra en aucun cas venir démolir les fondations existantes et/ou les surcharger sans un diagnostic géotechnique associé au diagnostic structure ;
- Il sera nécessaire de prévoir un joint de rupture au niveau des mitoyennetés ;
- Les fondations nouvelles devront tenir compte du débord, de la géométrie et de la nature des semelles existantes ;
- Les terrassements pour les fondations en mitoyenneté devront être effectués par plots alternés afin d'éviter tout risque de déstabilisation de l'ouvrage existant avec coulage du béton le jour de l'ouverture. L'intégrité des avoisinants devra être conservée en phase provisoire comme en phase définitive.

4.3.4. Stabilité des terrains en déblais et talutage

A toutes fins utiles, on rappellera la règle couramment admise des « 3H », pour laquelle dans le cas d'un déblai de hauteur H , la zone d'influence a pour longueur $3H$ horizontalement en amont de la crête du talus en déblai :

Pour une vérification de la stabilité au glissement, le coefficient de sécurité devra atteindre une valeur minimale de :

- $F_s = 1.5$ pour un talus définitif ;
- $F_s = 1.3$ pour un talus provisoire.



La réalisation des terrassements devra permettre d'assurer la stabilité des talus et des voiries :

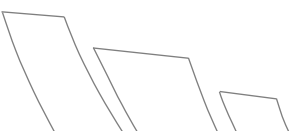
- Les sollicitations extérieures défavorables seront limitées (surcharges en tête, vibrations...) ;
- Les talus seront soigneusement protégés des eaux de ruissellement, infiltration....

Leur stabilité dépendra aussi de la résistance au cisaillement des sols, la boulance des terrains et de la pression de l'eau interstitielle.

Il est prévu la réalisation d'un niveau de sous-sol, en considérant une cote de niveau bas vers 96.80 m Réf. (-3.20 m), soit environ un fond de fouille à 96.50 m Réf., la réalisation de la plateforme entrainera une fosse atteignant une hauteur d'environ 3.00 à 4.00 m par rapport au TN actuel.

D'une manière générale, il conviendra d'assurer la stabilité des talus en phase travaux et en phase définitive, par l'intermédiaire d'ouvrages de soutènement ou de talutage si les contraintes d'emprise le permettent.

Si tel est le cas, les talus en phase provisoire et en phase définitive pourront être réglés à $3/2$ (H/V) au sein des terrains de recouvrement, remblais et des arènes moyennement compactes, sous réserve d'une protection contre l'érosion par ruissellement.



Sinon les accotements et les mitoyens, les travaux seront conduits à l'abri de soutènements provisoires ou définitifs (paroi berlinoise, pieux sécants...) permettant :

- la tenue des parois de la fouille,
- de limiter les venues d'eau,
- de limiter les déplacements, notamment en tête, afin d'assurer la stabilité des mitoyens et avoisinants.

Pour les calculs des poussées/butées, en l'absence d'analyses en laboratoire, les valeurs suivantes peuvent être prises en compte en première approche :

- | | |
|------------------------------|--|
| - Recouvrement, | $C' = 0 \text{ kPa}$, $\phi' = 25^\circ$, $\gamma_h = 1,8 \text{ t/m}^3$ |
| - Arène moyennement compacte | $C' = 4 \text{ kPa}$, $\phi' = 28^\circ$, $\gamma_h = 1,8 \text{ t/m}^3$ |
| - Arène compacte | $C' = 6 \text{ kPa}$, $\phi' = 30^\circ$, $\gamma_h = 1,9 \text{ t/m}^3$ |

On s'assurera que la stabilité des ouvrages et des sols avoisinants le projet est assurée pendant et après la réalisation de ce dernier, et que toutes les précautions (limiter les vibrations, travaux par passe, soutènement) seront prises pour éviter tout dommage tant en phase provisoire que définitive.

Les murs enterrés seront dimensionnés pour reprendre la poussée des terres et les pressions interstitielles, ils seront soigneusement imperméabilisés.

4.3.5. Drainage

Lors de nos investigations le 4 et 5 juillet 2022 (période sèche), des niveaux d'eau ont été mesurés dans nos sondages en fin de chantier entre 2.85 et 3.20 m/TN. Une zone humide existe en limite Sud du projet.

- *Phase travaux :*

En fonction de la date de réalisation des terrassements, des arrivées d'eau superficielles sont tout de même possibles (ruissellements, remontées). En cas de venue d'eau, aucune stagnation ne sera tolérée et la mise en place d'un dispositif de drainage et évacuation gravitaire (ou d'un système de pompage si nécessaire) sera à prévoir afin d'épuiser les venues d'eau et d'assécher les fouilles

Un drainage de la plateforme et un pompage des eaux seront nécessaires en cours de terrassement afin d'évacuer les eaux souterraines, de ruissellement et d'accumulation dans les remblais.

Les eaux de ruissellement seront récoltées en tête et en pied de talus. Un pompage adapté à la nature des sols pourra être nécessaire afin d'épuiser les venues d'eau et **d'assécher la fouille de terrassement généraux.**

Dans tous les cas, la définition du dispositif à adopter et son dimensionnement devra faire l'objet d'une étude spécifique par un BET spécialisé.

Quoi qu'il en soit, des précautions d'usage seront à respecter pour conserver le fond de terrassement de nature ±sableuse, sensible à l'eau :

- Réaliser les travaux en période sèche, non pluvieuse, et à l'avancement ;
- Régler le fond de terrassement de manière à permettre une évacuation gravitaire des eaux ;
- Protection du fond de fouille en cas d'intempéries, les surfaces devront être réglées et fermées avant l'arrivée des intempéries ;



- Protection des talus provisoire par un polyane. Une cunette de réception des eaux de ruissellement devra être réalisée en pied de talus et reliée à un exutoire (évacuations des eaux en dehors de l'emprise du chantier) afin de sauvegarder les caractéristiques de la plateforme de travail.

- *Phase définitive :*

Etant donné la présence de circulations d'eaux souterraines dans les sols (circulations superficielles et sur le toit rocheux, zones de fracturation), un dispositif de protection du sous-sol devra être prévu en fonction du degré de protection souhaité par le Maître d'Ouvrage : système de drainage suffisamment dimensionné comprenant un drainage périphérique/tapis drainant, l'imperméabilisation des voiles béton, la mise en place de pompes d'évacuation... Ce système de drainage n'excluant pas le risque de suintement d'eau sur les voiles béton.

Dans le cas où les suintements ne sont pas acceptables, un revêtement d'étanchéité sera appliqué et la structure sera calculée en fissuration préjudiciable.

Toute infiltration d'eau au niveau des fondations sera proscrite. Il sera nécessaire de protéger les ouvrages contre les infiltrations d'eau au moyen d'un dispositif drainant. Un drainage périphérique pourra être mis en place en respectant le DTU 20.1. Les eaux de ruissellement et de toiture seront soigneusement collectées (drainage amont, gouttières, contre-pente...) et évacuées vers un exutoire dimensionné de manière non dangereuse pour le projet et les avoisinants.

On veillera également à prendre en compte les précautions suivantes :

- Les abords immédiats des ouvrages devront être aménagés pour diriger les eaux vers l'extérieur en dehors de l'emprise des ouvrages : forme de pente au niveau de l'aménagement du projet, voire mise en place d'une margelle en béton imperméable, permettant de ne pas amener de l'eau à proximité des futures fondations ;
- Pas de rejet des eaux pluviales à proximité des fondations ;
- Les eaux collectées devront être évacuées en dehors de l'emprise des ouvrages vers un réseau existant ou un exutoire prévu à cet effet ;
- Soigner la gestion de l'étanchéité de la structure à la jonction avec le dallage et la structure, pour éviter les remontées capillaires.

*
* *

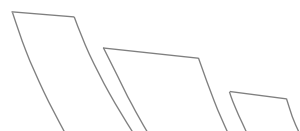
Nous rappelons que cette étude a été menée dans le cadre d'une étude de conception de niveau avant-projet (G2 AVP) et que, conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, une étude de conception de niveau projet (G2 PRO) doit être envisagée.

ECR environnement peut prendre en charge la maîtrise d'œuvre dans le domaine de la géotechnique, au stade du projet.

Les conclusions du présent rapport sont données sous réserve des conditions particulières jointes en annexe.

Rédacteur : LEMOINE Hugo
Chargé d'études

Contrôle qualité : LE LOHER Thierry
Chargé d'affaires



CONDITIONS PARTICULIERES

.....

Le présent rapport ou Procès-verbal ainsi que toutes annexes, constituent un ensemble indissociable.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT serait dégagée de toute responsabilité dans le cas d'une mauvaise utilisation de toute communication ou reproduction partielle de ce document, sans accord écrit préalable. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.

Si en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, nous avons été amenés dans le présent rapport à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient à notre client ou à son maître d'œuvre de communiquer par écrit à la société ECR ENVIRONNEMENT ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison nous être reproché d'avoir établi notre étude pour le projet que nous avons décrit.

Cette étude est basée sur des reconnaissances dont le caractère ponctuel ne permet pas de s'affranchir des aléas des milieux naturels, et ne peut prétendre traduire le comportement du sol dans son intégralité.

Ainsi, tout élément nouveau mis en évidence lors de l'exécution des fondations ou de leurs travaux préparatoires et n'ayant pu être détecté lors de la reconnaissance des sols (ex. : remblais anciens ou nouveaux, cavités, hétérogénéités localisées, venue d'eau, etc.) doit être signalé à E.C.R. ENVIRONNEMENT qui pourra reconsidérer tout ou une partie du Rapport. Pour ces raisons, et sauf stipulation contraire explicite de notre part, l'utilisation de nos résultats pour chiffrer à forfait le coût de tout ou une partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager notre responsabilité.

De même, des changements concernant l'implantation, la conception ou l'importance des ouvrages par rapport aux hypothèses de base de cette étude, peuvent conduire à modifier les conclusions et prescriptions du Rapport et doivent être portés à la connaissance d'E.C.R. ENVIRONNEMENT.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à son étude que dans le cas où elle aurait donné son accord écrit sur les-dites modifications.

Les altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cote de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre-Expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

.....



ANNEXES

Annexe 1

Implantation des sondages





Annexe 2

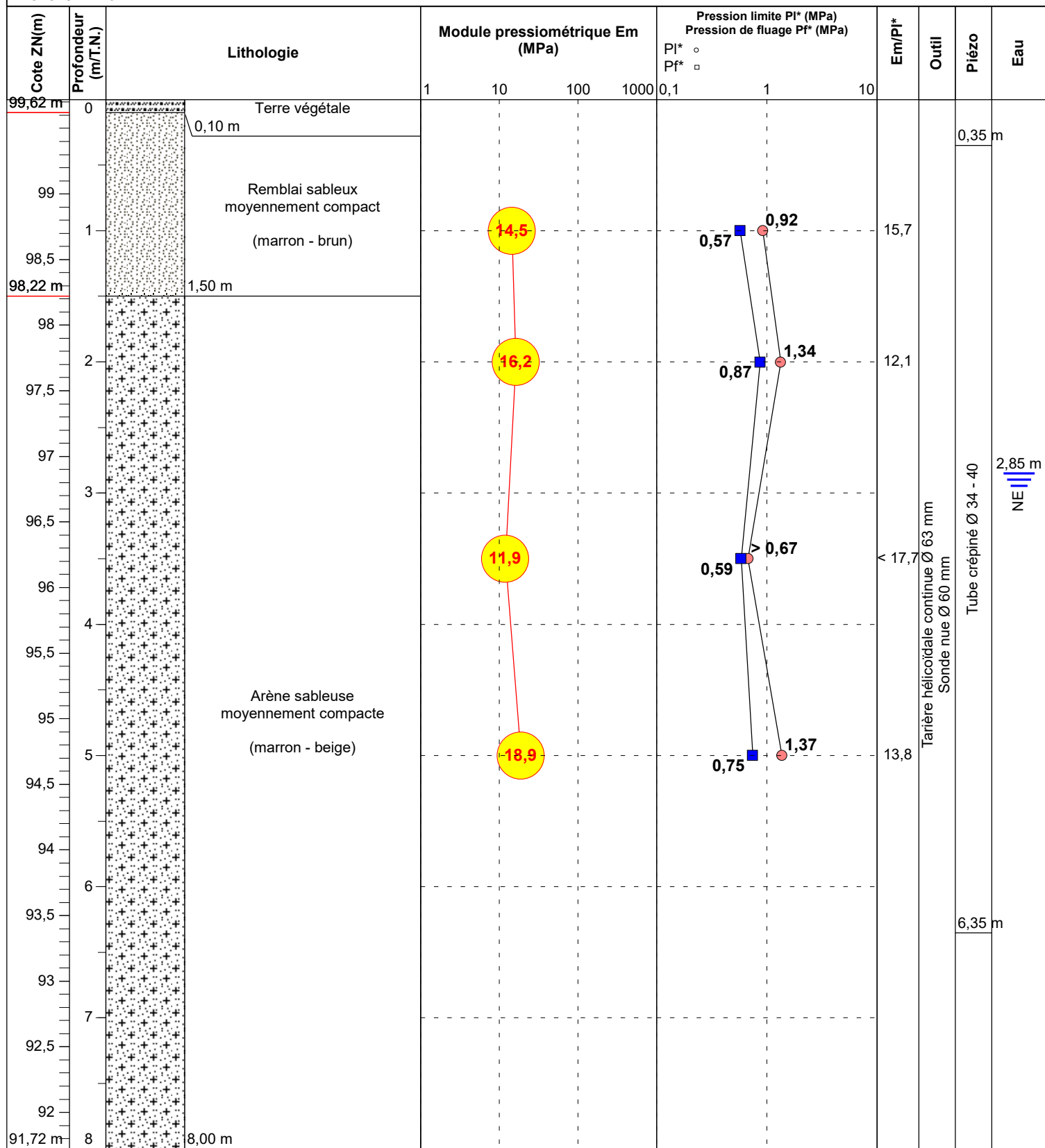
Résultats des investigations in situ



Forage : **SP1/Pz1**

Cote z : 99.72 m Réf.
 Niveau d'eau (m/TN) : 2.85

Echelle : 1/40





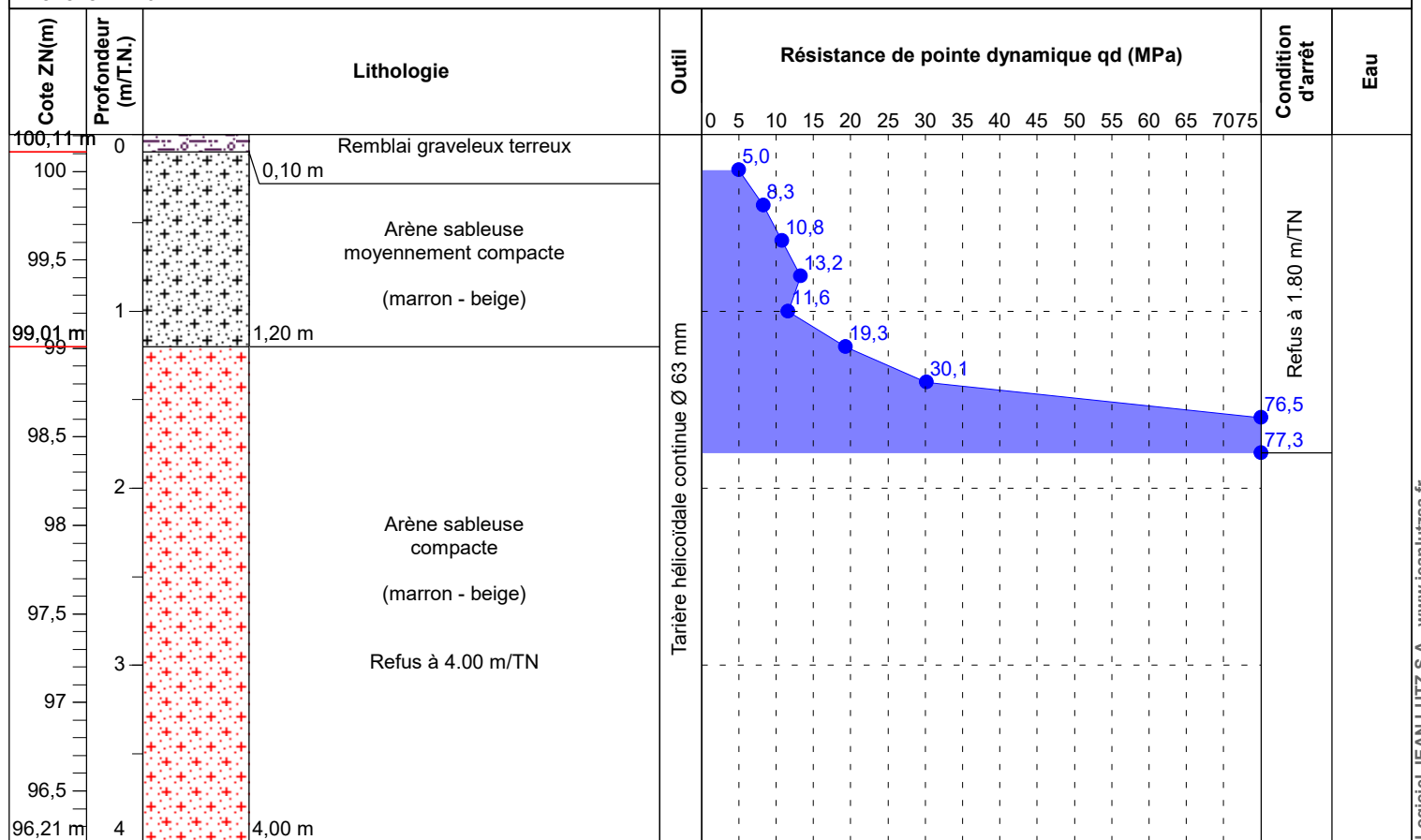
Client : **SECIB**
Etude : **Construction de logements collectifs**
Site : **15, Rue de Lesbin, GESTEL (56)**

Mission : **G2 AVP / G2 PRO**
N° d'affaire : **5611998**
Date : **05/07/2022**

Forage : **T1/PD1**

Cote z : 100.21 m Réf.
Niveau d'eau (m/TN) : néant

Echelle : 1/40



EXGTE 3.20

Caractéristiques du pénétromètre dynamique de type B

Aire de la section droite de la pointe : 0,002 m²

Masse d'une tige : 6 kg

Masse du mouton : 64 kg

AE : Arrivée d'eau en cours de foration

NE : Niveau d'eau en fin de chantier

Machine : Ecofore CE 302 GL & Ecofore SL 160

Commentaires :



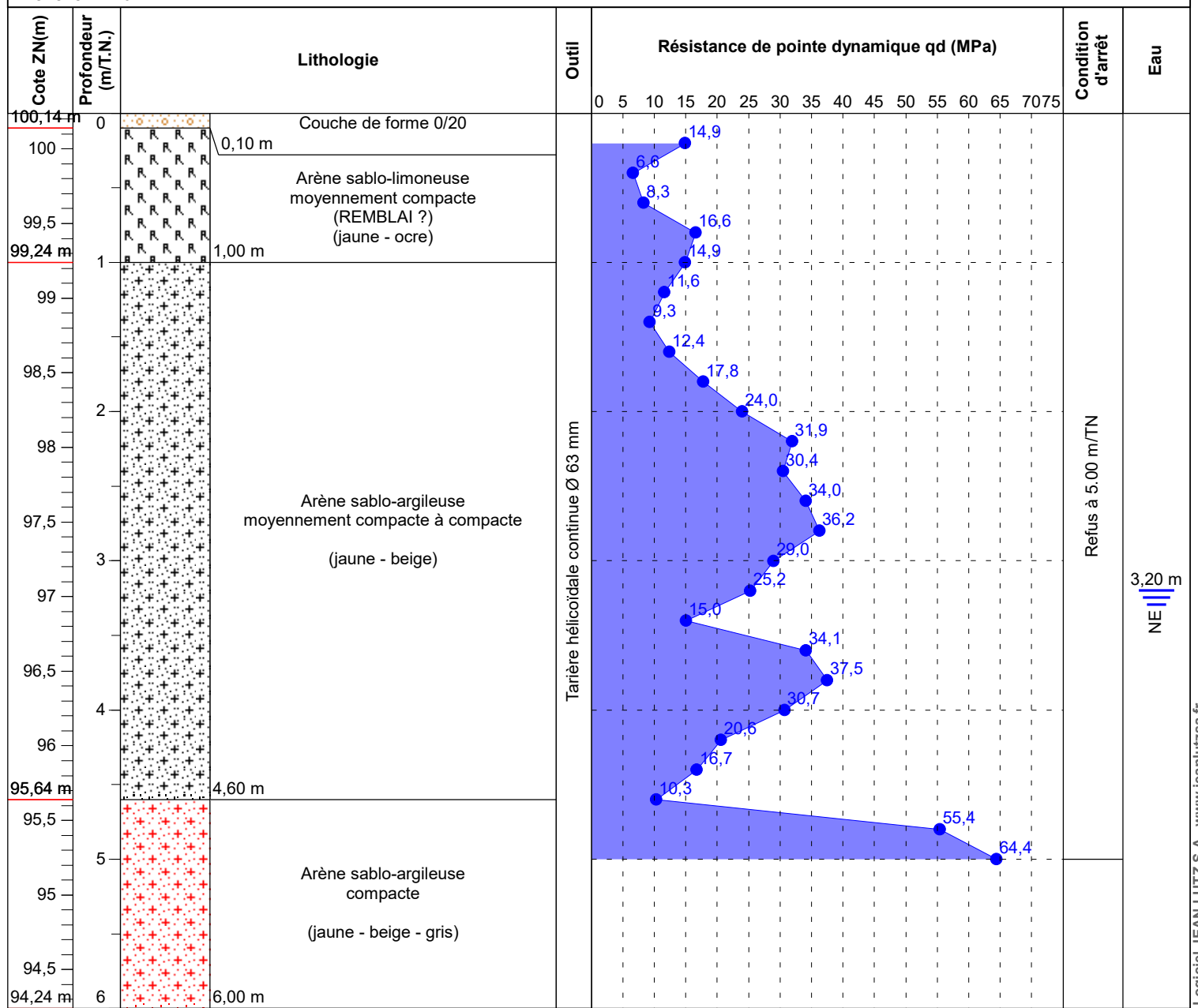
Client : **SECIB**
Etude : **Construction de logements collectifs**
Site : **15, Rue de Lesbin, GESTEL (56)**

Mission : **G2 AVP / G2 PRO**
N° d'affaire : **5611998**
Date : **05/07/2022**

Forage : **T2/PD2**

Cote z : 100.24 m Réf.
Niveau d'eau (m/TN) : 3.20

Echelle : 1/40



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

EXGTE 3.20

Caractéristiques du pénétromètre dynamique de type B

Aire de la section droite de la pointe : 0,002 m²

Masse d'une tige : 6 kg

Masse du mouton : 64 kg

AE : Arrivée d'eau en cours de foration

NE : Niveau d'eau en fin de chantier

Machine : Ecofore SL 160

Commentaires :



Client : **SECIB**
Etude : **Construction de logements collectifs**
Site : **15, Rue de Lesbin, GESTEL (56)**

Mission : **G2 AVP/G2 PRO**
N° d'affaire : **5611998**
Date : **04/07/2022**

Forage : **T3**

Cote z : 100.27 m Réf.
Niveau d'eau (m/TN) : néant

Echelle : 1/40

Cote ZN(m)	Profondeur (m/T.N.)	Lithologie	Outil	Eau
100,07 m	0	Béton (5cm) + Couche de forme sablo-graveleuse	Tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm	
100		0,20 m		
99,77 m		Limon sableux (brun)		
99,57 m		0,50 m		
99,5		Arène granitique tendre (marron)	Tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm	
		0,70 m		
		Blocs de Granite / Granite altéré en blocs ?		
99		Refus à 1.70 m/TN		
98,57 m	1,70 m			

EXGTE 3.20

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

AE : Arrivée d'eau en cours de foration
Commentaires :

NE : Niveau d'eau en fin de chantier

Machine : Ecofore CE 302 GL

Annexe 3

Résultats des analyses de laboratoire



Annexe 4

Classification des missions géotechniques



Extrait de la Norme NF P 94-500 - Novembre 2013

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.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (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).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE 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, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI

GÉOTECHNIQUES 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 GÉOTECHNIQUE 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.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (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).