



RAPPORT DE STAGE

Découverte du métier d'ingénieur en
géotechnique chez Fondasol

Cécilia DUONG

L3 SVT Science de la Terre et de l'eau

Enseignant référent : **Adriano MAYER**

Maître de stage : **Eric GAUTHIER**

Entreprise d'accueil : **Groupe fondasol**

290 rue des galoubets, 84140 AVIGNON

Etablissement : **Avignon université**

UFR-ip Sciences, Technologies, Santé

301 rue Baruch de Spinozas, BP 21239

84916 AVIGNON

Période : 29 Avril 2024 – 30 Juin 2024

Sommaire

Sommaire	2
I. Introduction	3
II. Présentation du stage	3
II.1 Contexte.....	3
II.2 Présentation de l'organisme	4
II.3 Présentation du travail effectué	7
II.4 Méthodologie	7
III. Analyse critique.....	9
III.1 Discussion sur les résultats des missions et activités	9
III.2 Les compétences acquises.....	9
III.3 Projets pour la suite du stage	11
IV. Conclusion.....	11
V. Annexes.....	12
VI. Bibliographie	19

I. Introduction

Dans le cadre de ma formation à l'université d'Avignon j'effectue un stage d'initiation au métier d'ingénieur en géotechnique au sein de l'entreprise FONDASOL dans l'ingénierie géotechnique. Ce stage se déroulant du 29 Avril au 30 Juin 2024 avait pour objectif de me familiariser avec les pratiques et les méthodes utilisées dans ce domaine.

L'ingénierie géotechnique joue un rôle crucial dans la conception et la réalisation des infrastructures, en garantissant la stabilité et la sécurité des ouvrages. Elle englobe l'étude des propriétés mécaniques et hydrauliques des sols, ainsi que l'évaluation des risques naturels pouvant impacter les projets de construction. Mon stage m'a permis de découvrir cet univers complexe et technique, et de comprendre les différentes étapes nécessaires à la réalisation des études géotechniques.

Durant cette période, j'ai été intégré à une équipe d'ingénieurs, avec lesquels j'ai collaboré sur divers projets. J'ai eu l'occasion de participer à des investigations sur le terrain, d'analyser des données géotechniques, de rédiger des rapports techniques, et d'observer les différentes phases de réalisation des ouvrages géotechniques.

Ce rapport de stage présente une synthèse de mon expérience, en mettant en avant les compétences acquises, les défis rencontrés, et les enseignements tirés de cette immersion dans le monde de l'ingénierie géotechnique. Il est structuré de manière à présenter l'entreprise et mon environnement de travail dans un premier temps. Puis à retracer les principales missions qui m'ont été confiées, les méthodes et outils utilisés, ainsi que les résultats obtenus et les réflexions personnelles sur cette expérience professionnelle.

II. Présentation du stage

II.1 Contexte

Ce stage était pour moi une opportunité de répondre aux nombreuses questions et incertitudes que j'avais concernant mon projet professionnel. Passionnée par les sciences de la terre, et plus particulièrement par la géologie, j'ai souvent constaté que les masters offraient une spécialisation en géotechnique. Il était donc naturel que je choisisse cette entreprise pour effectuer mon stage. Ayant des doutes quant à la poursuite de mes études, car j'aime être sur le terrain, cette expérience m'a permis de découvrir le quotidien d'un ingénieur et d'en apprécier les aspects positifs. De plus, l'organisme m'intéressait pour la pluridisciplinarité de sa structure et pour son implantation internationale.

II.2 Présentation de l'organisme

Avec l'accord de l'entreprise, et pour vous offrir une présentation plus agréable de l'organisme, j'illustrerai cette partie avec des figures provenant de leur intranet.

- Description globale de l'entreprise

FONDASOL est un bureau d'études pluridisciplinaires spécialisé en ingénierie géotechnique, expert dans les études de sols, structures et infrastructures. Fondée en 1958 en Avignon, l'entreprise a progressivement étendu ses activités à travers le territoire métropolitain, jusqu'à intervenir désormais à l'international. Leur principal objectif est de fournir des solutions techniques pour des projets de construction et d'aménagement du territoire, en tenant compte des contraintes liées au contexte lithologique et hydrogéologique du site, mais aussi des contraintes financières, calendaires et des enjeux réglementaires. Ils interviennent dans de nombreux domaines, présentés dans la figure page suivante :

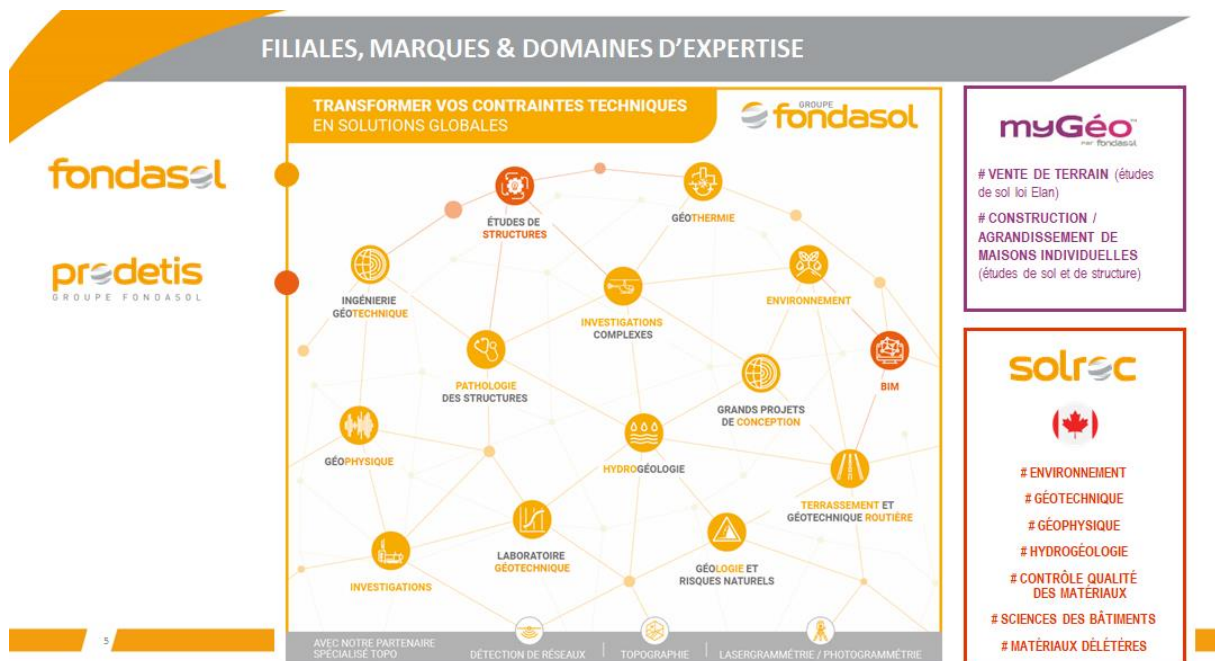
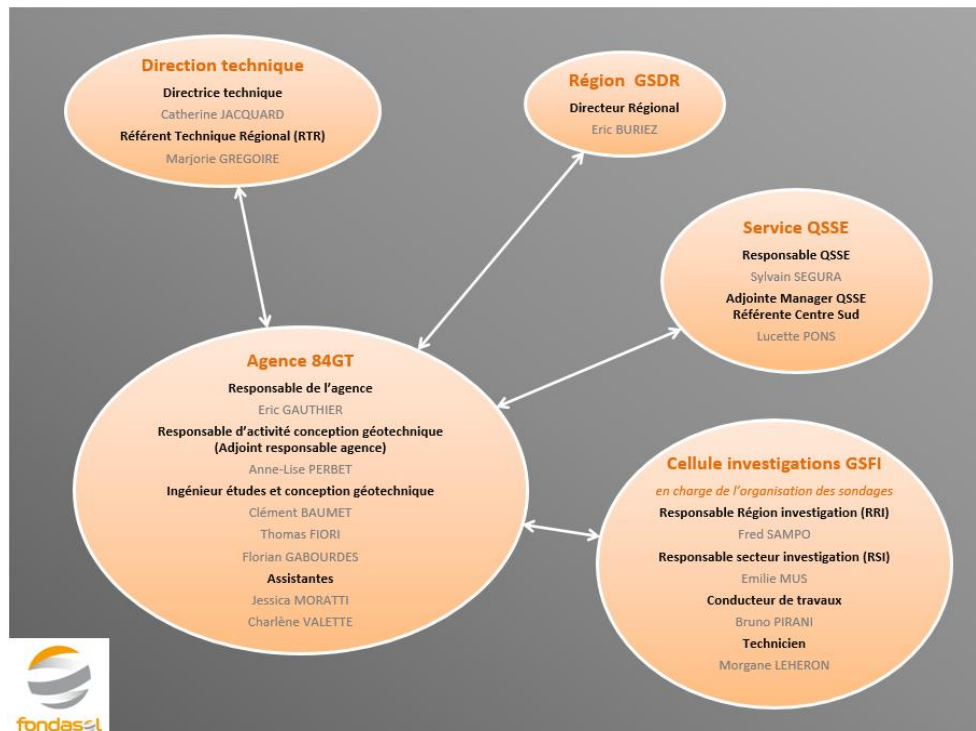


Illustration représentant les filiales, marques et domaines d'expertises de fondasol – extraite d'intranet

- Description de mon environnement de travail à l'agence Fondasol (Vedène)

Cette agence comptabilise plusieurs cellules avec différents domaines d'expertise que vous pouvez retrouver en annexe 1, compte tenu du fait que je réalise mon stage exclusivement au sein du service 84GT (service géotechnique de Vedène), la présentation suivante s'intéresse uniquement à cet environnement. Pour commencer voici leur organigramme :



Organigramme de l'agence FONDASOL service 84GT

Pour vous expliquer leur fonctionnement voici une synthèse du déroulé d'une affaire 84GT :

Réception d'une demande de devis

Tous les collaborateurs :

- Transmettre la demande aux assistantes pour création du « devis en attente » et remplissage du tableau de consultation.

Assistants :

- Créer le « devis en attente » et l'enquête documentaire Solscore.
- Remplir le tableau de consultation.
- Prévenir le responsable d'agence si un besoin spécifique est identifié.

Ingénieurs :

- Remplir le tableau de consultation au moment du planning.
- Préparer les devis pour saisie Nav et préciser la géolocalisation.
- Faire valider les devis si nécessaire.
- Finaliser et envoyer le devis au client avec copie aux assistantes.

Assistants :

- Envoyer les devis et renseigner le tableau de consultation.
- Envoyer un mail d'excuse si la demande n'est pas satisfaite.

Réception d'une commande (Cas d'une commande avec sondages)

Assistants :

- Transmettre la commande à l'ingénieur concerné.
- Vérifier les données et la conformité de la commande dans Navision.
- Passer l'affaire en commande, créer le répertoire, et préparer la facture d'acompte.
- Lancer les DICT et créer la pochette affaire.
- Prévenir le Responsable activité pour intégration au planning ingénierie.

Ingénieurs / Responsables :

- Vérifier la conformité de la commande et l'acompte.
- Confirmer la réception de la commande au client et donner des instructions pour l'intervention.
- Assurer la bonne prise en charge du dossier et renseigner le tableau de suivi si nécessaire.
- Préparer le chantier et suivre son bon déroulement.

Assistante (DICT) :

- Lancer et enregistrer les réponses des DICT.

Suivi du chantier

Ingénieurs / Responsables :

- Préparer le chantier et vérifier l'organisation avec les techniciens.
- Suivre les chantiers pour adapter le programme en fonction des résultats.
- S'assurer de la complétion du dossier à la fin du chantier.

Ingénieurs :

- Vérifier les essais et les coupes, insérer les sondages définitifs et rédiger les rapports.
- Envoyer le rapport au client et vérifier les paiements.
- Coordonner avec les autres métiers ou ingénieurs conception.

Assistants :

- Envoyer le rapport au client, facturer, et compléter le tableau de bord.
- Archiver les documents dans la GED.

Techniciens et GSFI :

- Organiser les chantiers, gérer les locations, et informer les clients.

- Documenter les implantations et préparer les programmes de laboratoire.
- Fournir tous les éléments nécessaires aux sondeurs.

Ce processus assure une gestion rigoureuse et coordonnée des affaires 84GT, depuis la réception de la demande de devis jusqu'à la finalisation et l'archivage du projet.

II.3 Présentation du travail effectué

Durant cette première partie de stage j'ai pu découvrir le métier d'ingénieur en géotechnique, son quotidien, ainsi que le fonctionnement et l'organisation de l'agence. J'ai aussi eu l'opportunité d'effectuer certaines tâches pour différentes affaires, voici un résumé du travail effectué :

Numéro	Type de mission	Objet de la demande
1	Relevé piézo	Suivi de nappe avant travaux pour piscine semi-enterrée
2	Relevé piézo + prélèvement d'eau	Test en laboratoire des analyses d'agressivité de l'eau vis-à-vis du béton
3	Sondage destructif à la pelle mécanique + nivellement	Reconnaissance lithologique pour le projet de construction d'un collectif
4	Plusieurs visites sur chantier	Dans le cadre de missions G4 (suivi de chantier)
5	Essais Nasberg + compte rendu d'investigations	Test de perméabilité dans le cadre d'un projet de réalisation de voiries
6	Rédaction d'un rapport de mission G1+G2AVP	Construction d'un nouveau silo

II.4 Méthodologie

Afin de m'intégrer et de participer activement à la vie de l'entreprise, l'agence m'a donné accès à son centre de données notamment son intranet. J'ai débuté par une documentation intense pendant 2 jours via leur plateforme de travail, dans le but de commencer à me familiariser avec le domaine de la géotechnique et leur méthode de travail. Par la suite j'ai commencé à être formé aux outils numériques qu'ils emploient pour réaliser diverses missions. Les logiciels à dispositions permettent de structurer les données Voici une synthèse des outils que j'ai utilisé pour mener à bien certaines tâches qui m'ont été attribués :

- Logiciel 1 : (Soilcloud) dépouillement des sondages

- Logiciel 2 : (Pyxis) calcul et dépouillement de certains essais (perméabilité notamment) et modélisation pour le dimensionnement des fondations
- Logiciel 3 : (SMI) préparation des chantiers
- Logiciel 4 : (Insertion fuseau) création de maquette

Ensuite j'ai pu découvrir et prendre part au mode de fonctionnement de l'agence en participant aux réunions hebdomadaires se tenant 2 fois par semaines. L'une étant dédiée au planning des ingénieurs, avec un suivi des affaires et un point sur l'organisation et les problèmes rencontrés, l'autre permet de planifier les chantiers.

Mission n°1

J'ai réalisé ce relevé à l'aide d'une sonde, comme nous le faisons à l'université, en partant de la tête du tubage. J'ai ensuite soustrait la hauteur hors sol que j'ai également mesurée avec la sonde piézo. Cette tâche faisait partie d'une option de prestation demandée par notre client pour le suivi des variations de la nappe sur une longue période. D'autres relevés avaient déjà été effectués. Ce suivi permet de vérifier que la future piscine semi-enterrée se situe toujours au-dessus du niveau de la nappe.

Mission n°2

J'ai réalisé un deuxième relevé en utilisant la même méthode que pour la mission n°1. À l'aide d'un tube préleveur fabriqué par un technicien, que vous pouvez voir en annexe 2, je devais prélever de l'eau pour la mettre dans des bocaux et l'apporter au laboratoire. Ce prélèvement permet de tester l'agressivité de l'eau vis-à-vis du béton, ce qui aide à déterminer le dosage et le type de ciment appropriés lorsque les ouvrages sont en contact avec la nappe.

Mission n° 3

J'ai été accompagnée d'un ingénieur et du conducteur de la pelle mécanique pour réaliser la reconnaissance lithologique du terrain et le nivellement des sondages. Le but était de compléter la connaissance lithologique de la zone d'étude. Nous avons à notre disposition les éléments suivants :

- une pelle mécanique pour effectuer les sondages (voir annexe 3)
- le plan d'implantation des sondages qui avaient déjà été réalisés
- carnet et feuille pour prendre des notes
- téléphones pour prendre des photos
- un niveau de chantier avec laser (voir annexe 4)

Nous avons dans un premier temps repérer les endroits où nous voulions effectuer nos sondage grâce au plan d'implantation et en fonction de l'accessibilité de la zone. Nous avons décrit la lithologie du sol pendant le sondage en schématisant un log litho sur nos carnets puis nous avons niveler chaque point en prenant comme référence un ancien sondage à proximité.

Mission n°4

J'ai eu l'occasion de participer à plusieurs visites sur chantier en phase travaux (réalisation des fondations) accompagné d'un ingénieur. Le déroulement des visites est le suivant : Entretien avec le chef de chantier avec plan de travaux ; observation et vérification du déroulement des activités et du matériel utilisé ; prise de note + photo ; rédaction d'un compte rendu de la visite à l'agence pour le client.

Mission n°5

J'ai passé une journée avec une équipe de sondeurs pour réaliser trois sondages destructifs afin de tester la perméabilité du sol. Nous disposions d'une foreuse de carottage, de sacs dédiés aux échantillons de sol, ainsi que du matériel nécessaire pour créer la cavité (tubages et gravette calibrée) et effectuer les essais (gamelle Lefranc et bouchons, voir en annexe 5). J'ai pris de nombreuses notes et photos qui m'ont été utiles pour rédiger le compte rendu des investigations.

Mission n°6

Pour rédiger ce rapport de mission G2AVP, j'ai utilisé une trame standard ainsi que les fichiers « entrants » de l'affaire en question (devis, commande, plan de masse, photos, etc.). J'ai également recherché des informations sur des sites comme Géoportail, Infoterre et Géorisque pour obtenir des extraits de cartes IGN et des données sur les risques naturels concernant la zone d'étude. Ensuite, j'ai utilisé les outils numériques de l'intranet, qui nécessitaient des données spécifiques, pour analyser le sondage pressiométrique réalisé (voir en annexe 6) et effectuer les calculs nécessaires. Les ingénieurs ont effectué plusieurs relectures et m'ont aidé et accompagné tout au long de la rédaction. Vous pouvez retrouver en annexes des extraits de ce rapport en annexes 11

III. Analyse critique

III.1 Discussion sur les résultats des missions et activités

J'ai commencé ce stage avec quelques notions en sciences du sol et en géologie, mais sans connaissances spécifiques en géotechnique. Les deux premières semaines ont été un peu difficiles sur le plan personnel, car j'avais des doutes quant à la valeur que je pouvais apporter à l'entreprise. Mon équipe m'a rassuré en me rappelant que j'étais stagiaire et non salarié, et qu'ils n'avaient pas d'exigences à mon égard si ce n'était de découvrir leur quotidien et de m'initier à la géotechnique.

Très vite, j'ai participé aux activités de l'agence. J'ai pu réaliser des tâches en autonomie, comme les relevés piézométriques avec une sonde et la mesure de la hauteur hors sol, grâce à l'enseignement reçu à l'université. J'ai également effectué seule le nivellement des sondages, une compétence acquise lors des tp d'hydrogéologie, bien que nous n'ayons pas réussi à obtenir des résultats à l'époque faute de compréhension de la méthodologie. Grâce à une réexplication par l'ingénieur qui m'accompagnait, j'ai pu maîtriser cette méthode.

Lors des visites de chantier, j'ai vu la réalisation de deux types de fondations : des inclusions rigides, utilisées pour renforcer le sol et augmenter sa capacité portante (voir en annexe 7 et 8), et une paroi en pieux sécants, employée pour le soutènement d'excavations profondes et l'étanchéité des ouvrages en contact avec la nappe.

En ce qui concerne les essais d'eau, je n'ai pas participé directement sur le site, mais j'ai posé de nombreuses questions et pris beaucoup de notes. J'ai également relevé quelques erreurs lors de la réalisation de ces essais, ce qui nous a été utile par la suite. En effet, n'ayant pas réussi à finaliser la rédaction du compte rendu, je me suis retrouvé bloqué sur l'interprétation des résultats, avec seulement un essai exploitable sur les trois, comme vous pouvez le voir en annexe 9. Grâce à mes notes sur le déroulement des manipulations, nous avons pu identifier plusieurs erreurs. Nous avons donc décidé d'informer le client et les sondeurs, et d'envisager de nouveaux essais.

J'ai consacré une grande partie de mon temps à la rédaction du rapport G2APV qui m'avait été confié. J'ai rencontré de nombreuses difficultés, notamment pour respecter une trame type, car j'avais l'habitude d'avoir plus de liberté pour les comptes rendus universitaires. J'ai également eu des problèmes avec la recherche documentaire : savoir où chercher les informations, comment lire un devis, et comment inclure uniquement l'essentiel. Grâce aux corrections et à la formation de mes collègues, j'ai compris que, dans le cadre d'une entreprise, de nombreux éléments ne figurent pas dans le rapport, notamment les démarches et la réflexion derrière les études de sol ou autres. J'ai appris qu'il est important d'utiliser des mots simples et de choisir des plans de situation adaptés, en les expliquant avec des flèches et des annotations pour une meilleure compréhension par les clients. Les logiciels mis à ma disposition m'ont aidé à réaliser plus facilement le contexte général du site (géologique, risques naturels, et réglementation en vigueur) ainsi que les résultats des investigations in situ. Enfin, avec l'aide d'un ingénieur, j'ai appris à interpréter les données géomécaniques afin de créer une maquette du sous-sol, visible en annexe 10. Ensuite, j'ai pu observer une modélisation de prédimensionnement des fondations profondes, dans notre cas des micropieux. Cette modélisation prenait en compte les caractéristiques lithologiques et mécaniques du sol, les risques naturels de la zone, ainsi que les charges de l'ouvrage. Cela m'a permis de finaliser le rapport.

III.2 Les compétences acquises

Lors de ce premier mois de stage j'ai pu commencer à acquérir de nombreuses compétences, telles que :

- L'utilisation de divers outils numériques
- Mener une veille documentaire
- Notions en géotechnique
- Maîtrise du nivellement

- Esprit d'équipe
- Amélioration des compétences rédactionnelles
- Organisation
- Analyse et interprétation
- Adaptation

III.3 Projets pour la suite du stage

Pour la suite de mon stage, j'ai plusieurs projets à venir. Actuellement, je travaille sur la mise à jour d'un nouveau rapport G2AVP, pour lequel je me suis déplacé afin de rechercher un piézomètre, que je n'ai pas trouvé, et pour prendre des photos du site. Ensuite, je dois mettre à jour deux autres rapports. Je vais également effectuer ma troisième visite de chantier pour une mission G4 (phase de terrassement), où j'avais assisté à la réalisation d'une paroi en pieux sécants lors de ma deuxième visite. De plus, j'ai prévu de réaliser un questionnaire d'enquête pour l'agence et de m'entretenir avec les autres services.

IV. Conclusion

Mon stage dédié à la découverte du métier d'ingénieur en géotechnique a été une expérience extrêmement enrichissante et formatrice. En intégrant l'équipe, j'ai rapidement réalisé l'importance de la rigueur, de la méthodologie, et de la collaboration dans ce domaine complexe et technique.

Tout au long de ce stage, j'ai acquis des compétences pratiques et théoriques essentielles. J'ai réalisé des relevés piézométriques, effectué des nivellements de sondages, et appris à interpréter des données géomécaniques. Ces activités m'ont permis de comprendre les processus et les outils utilisés pour analyser et améliorer les propriétés du sol, ce qui est crucial pour la stabilité et la sécurité des ouvrages de génie civil.

J'ai également participé à la rédaction de rapports d'études géotechniques, où j'ai appris l'importance de la clarté, de la concision, et de la précision dans la communication des résultats et des recommandations. Grâce à l'accompagnement et aux corrections de mes collègues, j'ai pu surmonter mes difficultés et m'adapter aux exigences professionnelles.

Les visites de chantier ont été particulièrement instructives, me permettant de voir concrètement la mise en œuvre de solutions géotechniques comme les inclusions rigides et les parois en pieux sécants. Ces expériences ont complété ma formation théorique en me donnant une perspective pratique.

En conclusion, ce stage m'a permis de découvrir les multiples facettes de l'ingénierie géotechnique et de me familiariser avec ses méthodes et ses outils. Je remercie mon équipe

pour leur soutien et leurs conseils, qui ont m'ont beaucoup aidé dans ma progression et ma compréhension des enjeux de la géotechnique. Ce stage a été une étape cruciale dans mon parcours, me donnant l'envie de poursuivre mes études et m'ouvrant de nouvelles perspectives professionnelles.

V. ANNEXES

ANNEXE 1



Organigramme de tous les services de l'agence FONDASOL

ANNEXES 2 et 3



Photo du tube préleveur

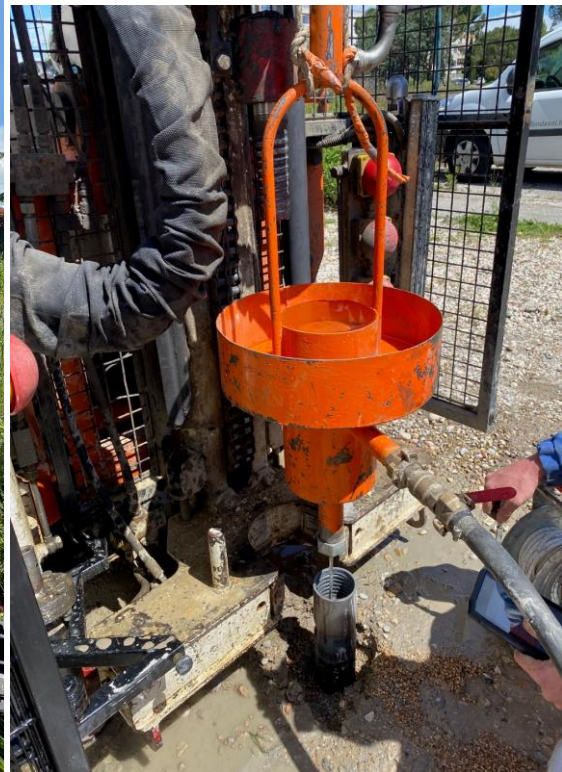


Reconnaissance lithologique à la pelle mécanique

ANNEXES 4 et 5

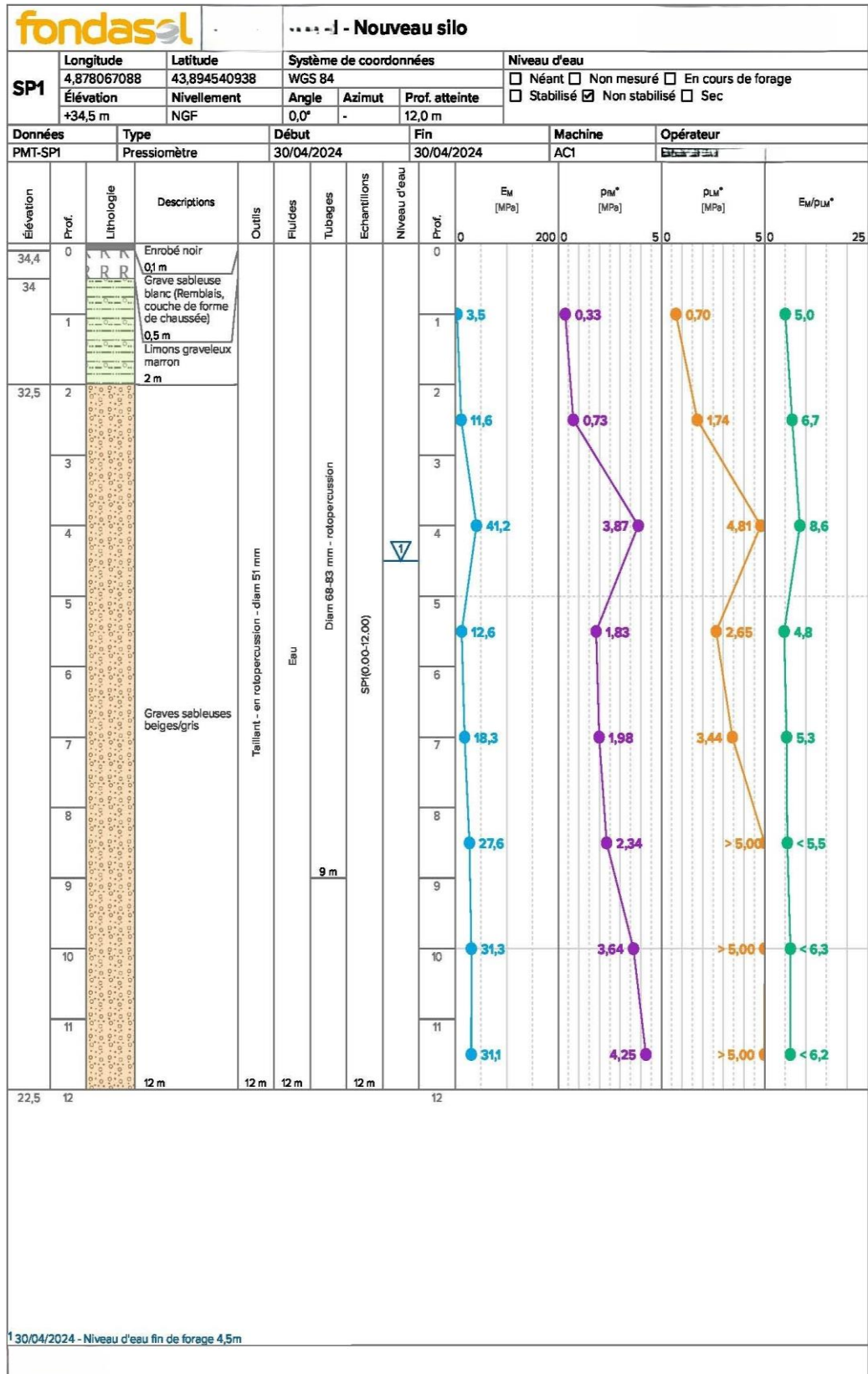


Niveau de chantier avec laser



Dispositif de l'essai avec gamelle Lefranc

ANNEXE 6



Dépouillement du sondage pressiométrique

ANNEXES 7 et 8



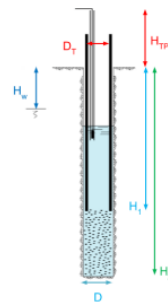
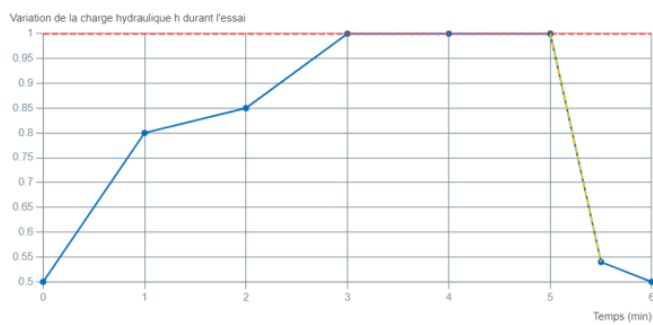
Réalisation des inclusions



Réalisation d'un pieux

ANNEXE 9

		Test de perméabilité en forage ouvert réalisé conformément à la norme NF EN ISO 22282-2	
RÉFÉRENCE : NOM DU CALCUL : LF1 PROJET : Essais LF Cladis OUTIL : Lefranc / Nasberg v1.1 SONDAGE N° : LF1 DATE : 03/05/2024, 14h41	TYPE DE L'ESSAI : Essai hors nappe DÉBIT DE L'ESSAI : 23 l/min DIAMÈTRE INTÉRIEUR DU TUBE : 67 mm PROFONDEUR ESSAI : de 0,50 à 1,50 m	LONGUEUR DE LA CAVITÉ D'ESSAI : L = 1,00 m DIAMÈTRE DE LA CAVITÉ D'ESSAI : D = 0,090 m ÉLANCEMENT DE LA CAVITÉ : L/D = 11,1 DIAMÈTRE DE LA SPHÈRE ÉQUIVALENTE : m = F/D = 0,3 PROFONDEUR DE LA NAPPE : H ₀ = 100,00 m	



Phase 1 : débit

COEFFICIENT DE PERMÉABILITÉ : $K_L = 3,6E-4$ m/s
(avec régime permanent)

DURÉE CORRIGÉE (min)	CHARGE HYDRAULIQUE h (m)
0,0	0,50
1,0	0,80
2,0	0,85
3,0	1,00
4,0	1,00
5,0	1,00

Phase 2 : retour à l'équilibre

COEFFICIENT DE PERMÉABILITÉ : $K_L = 5,3E-5$ m/s

DURÉE CORRIGÉE (min)	CHARGE HYDRAULIQUE h (m)
0,0	1,00
0,5	0,54
1,0	0,50

Résultat de l'essai Nasberg

ANNEXE 10

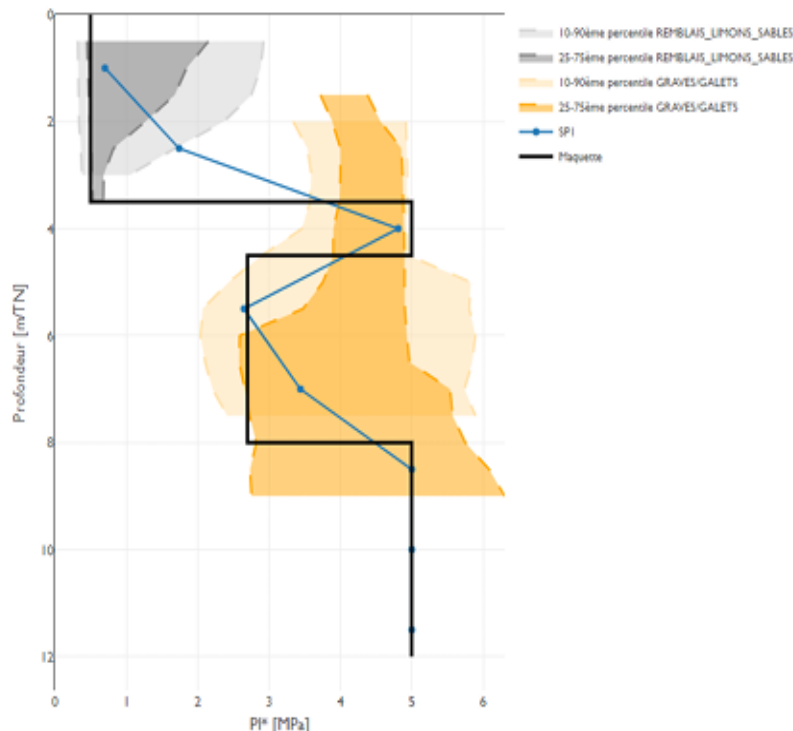
C.3. Données statistiques SOLSCORE

Une consultation de données issues de campagnes de reconnaissances effectuées dans le cadre d'études antérieures réalisées par FONDASOL sur le secteur d'étude et à proximité (à moins de 1000 m dans un contexte géotechnique et topographique identique), en tenant compte de l'altimétrie moyenne du terrain de l'ordre 34.5m, a été réalisée. Cette consultation fait ressortir une base de 22 sondages pressiométriques significatifs et représentatifs de la zone d'étude.

L'exploitation statistique de ces données permet d'établir les enveloppes probabilistes correspondant aux pressions limites mesurées lors de ces campagnes antérieures et permet la comparaison avec les données provenant du sondage SPI réalisé au droit du site d'étude.

Il en ressort :

- Une couche de remblais et d'alluvions limono-sableux jusqu'entre 3.0 et 3.5 m de prof. Compacité plutôt hétérogène $PI=0.5$.
- Une couche graveleuse entre 3.5 et 4.5m de prof. plus compacte et homogène $PI=5$
- Une couche décomprimée entre 4.5 et 8m de prof correspondant probablement aux variations de la nappe d'accompagnement.



*22 sondages pressiométriques utilisés dans un rayon 1000 m

**Représentation indicative dont la crédibilité probabiliste dépend fortement de la taille de l'échantillon

Ce modèle mathématique est plutôt cohérent avec le résultat de notre sondage pressiométrique dans le cadre de ce projet.

Plaque du sous-sol

ANNEXE 12

E.3. Ebauche dimensionnelle

E.3.1. Prise en compte d'efforts particuliers

Compte tenu de la zone sismique, de la catégorie d'importance de l'ouvrage et de la classe sismique de sol, le dimensionnement structurel des ouvrages géotechniques devra considérer l'effet des sollicitations inertielles et l'effet des sollicitations cinématiques.

La prise en compte de ces efforts particuliers s'effectuera en phase PRO de la mission G2.

E.3.2. Reprise des efforts axiaux

On utilise la procédure « modèle de terrain » et la méthode pressiométrique.

Dans cette présente étude, nous prendrons l'hypothèse de reprendre 40 tonnes à l'ELS cara et 60 tonnes à l'ELU fond, par un maillage de 4 micropieux soit une reprise de 10 tonnes par micropieux à l'ELS,

On attire l'attention sur le fait que, conformément à l'amendement I (NF P94-262/A1) de la norme NF P94-262, des essais de conformité et/ou de contrôle doivent être réalisés dans le contexte du projet.

Au stade de l'ébauche dimensionnelle, nous présentons ci-après, les valeurs de capacité portante (en compression) pour quelques dimensions de micropieux, à titre d'exemple.

Pour des micropieux de 200 mm de diamètre ancrés de 3.0 à 4.5 dans les graves sableuses, on obtient :

Ancrage du micropieu dans Graves sableuses (m)	h (m)=	3.0	3.5	4.0	4.5
Longueur théorique indicative du micropieu (m) / 34.5 m NGF	L (m)=	5.0	5.5	6.0	6.5

ELS	Caractéristiques	$R_{caract} \text{ (kN)} =$	86	100	114	129
	Quasi-permanents	$R_{quasi} \text{ (kN)} =$	70	82	93	105
ELU	Fondamentaux	$R_{ELU} \text{ (kN)} =$	100	117	134	150
	Sismiques	$R_{ELU} \text{ (kN)} =$	100	117	134	150
	Accidentels	$R_{ELU} \text{ (kN)} =$	110	129	147	165

Si une distance (entraxe) supérieure à trois fois le diamètre de micropieu utilisé n'est pas respectée, un effet de groupe sera à prendre en compte dans le dimensionnement des micropieux.

La justification des armatures sera à établir en G2 PRO en intégrant notamment les vérifications au flambement.

Nota :

L'étude des micropieux vis-à-vis des efforts transversaux (efforts horizontaux et/ou moments) sera réalisée en phase PRO de la mission G2.

Néanmoins, à ce stade, on attire l'attention sur le fait que les micropieux ne pourront pas reprendre d'efforts horizontaux significatifs.

Extrait du rapport G2AVP

VI. Bibliographie

- [Les différents études géotechniques : G1, G2, G3, G4, G5 \(etude-geotechnique.fr\)](http://etude-geotechnique.fr)
- [Justification-de-la-portance-des-pieux-avec-la-norme-Fondations-profondes-NF-P-94-262-et-le-pressiometre.pdf \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net/publication/312222222)
- [L'usage des modules de déformation en géotechnique | Revue Française de Géotechnique \(geotechnique-journal.org\)](http://www.geotechnique-journal.org)
- [geotech1999087p63.pdf \(geotechnique-journal.org\)](http://www.geotechnique-journal.org)
- [Essai Lefranc : tout savoir sur la mesure de la perméabilité in situ \(geo-study.fr\)](http://www.geo-study.fr)