



VERIFICATION DE LA FAISABILITE D'UNE REPRISE DES FONDATIONS D'UN ESCALIER DU BATIMENT B08

135, avenue de Rangueil
TOULOUSE (31)

INSA | INSTITUT NATIONAL
DES SCIENCES
APPLIQUÉES
TOULOUSE

135, avenue de Rangueil
31077 TOULOUSE
CEDEX 04

Mission G2 PRO

Réf Semofi	Date	Phase	Type	Indice	Pièce
C25-20785	04/04/2025	G2 PRO	RPT	B	01

Ind.	Date	Objet de l'édition/révision	Rédacteur	Superviseur	Approuvé par
B	04/04/2025	Deuxième émission – Mise à jour	M. A. LEVEQUE	M. C. CAPBARAT	M. G. CASADO
A	07/03/2025	Première émission – Après relecture interne	M. A. LEVEQUE	M. F. LABAT	M. G. CASADO

GRILLE DE REVISION

PAGE	REVISION	A	B	C	D	PAGE	REVISION	A	B	C	D
	1	X									
	2	X									
	3	X									
	4	X									
	5	X	X								
	6	X	X								
	7	X	X								
	8	X	X								
	9	X									
	10	X									
	11	X									
	12	X									
	13	X									
	14	X									
	15	X									
	16	X									
	17	X									
	18	X									
	19	X									
	20	X									
	21	X									
	22	X	X								
	23	X	X								
	24	X									
	25	X									
	26	X									
	27	X	X								
	28	X									
	29	X	X								
	30	X	X								
	31	X	X								
	32	X									
	33	X									
	34	X									
	ANNEXE 1	X	X								
	ANNEXE 2	X	X								
	ANNEXE 3	X	X								
	ANNEXE 4	X	X								
	ANNEXE 5	X	X								
	ANNEXE 6	X	X								

RESUME SYNOPTIQUE

Référence Dossier	C25-20785
Référence Devis	P25-40383
Commande	Commande n° CDE-2025-001364 en date du 21/02/2025
Maître d'Ouvrage	INSA Toulouse
Projet	Vérification de la faisabilité d'une reprise des fondations d'un escalier du bâtiment B08
Type de mission	Etude de conception G2 PRO
Autres missions associées	-
Adresse	135 avenue de Ranguel, Toulouse (31)
Contexte particulier	Campus universitaire, niveau d'eau rencontré vers 4 m/TN en juin 2023 (cf. rapport n°2003/03992/TOULS de Géotec), et aucun en février 2023 (cf. rapport n°PR.31GT.23.0024 – 001 de Fondasol), alluvions argileuses reposant sur la molasse, présence de remblais
Conditions et risques géotechniques	
Géologie	<p>Les terrains :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Terre végétale / Remblais - Alluvions des basses terrasses - Molasse stampienne
Aléas géotechniques	<p>Risque d'inondations de caves par remontées de nappes</p>
Principes de construction	
Reprise du projet par les fondations	Fondations existantes de type filantes, sous dalle, ancrées dans les Alluvions (C1) à une profondeur de 0,60 à 0,95m/TA, <u>aptes à reprendre les charges du projet.</u>
Nouvelles fondations	Fondations superficielles de type filantes ou isolées, dans les Alluvions (C1) à une profondeur de 0,80m/Terrain extérieur fini.
Recommandations	<p>Reconnaitances complémentaires des fondations du mitoyen (bâtiment existant)</p> <p>Selon l'enchaînement des missions, les études géotechniques d'exécution doivent être établies dans le cadre d'une mission G3 à la charge de l'entreprise ; parallèlement, le Maître d'Ouvrage devra confier à un géotechnicien une mission G4 de supervision géotechnique d'exécution.</p>
<p>Ce résumé synoptique présente succinctement le contexte géotechnique du projet, les solutions préconisées et les principaux risques associés.</p> <p>Il convient de se référer impérativement au corps du rapport pour la conception du projet, le dimensionnement des ouvrages géotechniques et leur exécution.</p>	

SOMMAIRE

1	GENERALITES	5
1.1	DEFINITION DE L'OPERATION	5
1.2	DOCUMENTS FOURNIS ET UTILISES	5
1.3	DEFINITION DU PROJET	6
1.3.1	<i>Description des ouvrages</i>	<i>6</i>
1.3.2	<i>Catégorie d'ouvrage.....</i>	<i>8</i>
2	ETUDE DE SITE (G1 ES).....	9
2.1	CONTEXTE DE SITE.....	9
2.2	CONTEXTE HISTORIQUE SOMMAIRE	11
2.3	CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE	13
2.4	ALEAS NATURELS POTENTIELS AU DROIT DU SITE.....	14
2.4.1	<i>Risque d'inondation par remontée de nappe.....</i>	<i>15</i>
2.4.2	<i>Risque de retrait-gonflement des argiles</i>	<i>15</i>
3	INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES	16
3.1	PROGRAMME D'INVESTIGATIONS	16
3.1.1	<i>Investigations in-situ</i>	<i>16</i>
3.2	RESULTATS DES INVESTIGATIONS.....	17
3.2.1	<i>Facies et description lithologique.....</i>	<i>17</i>
3.2.2	<i>Paramètres géomécaniques.....</i>	<i>19</i>
3.2.3	<i>Essais en laboratoire</i>	<i>21</i>
3.2.4	<i>Hydrogéologie.....</i>	<i>21</i>
3.2.5	<i>Reconnaissance des fondations</i>	<i>22</i>
4	PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION (G1 PGC)	24
4.1	ANALYSE DES ALEAS GEOTECHNIQUES ET DE LA ZONE D'INFLUENCE GEOTECHNIQUE (ZIG)	24
4.2	REPRISE DU PROJET PAR LES FONDATIONS EXISTANTES.....	25
5	ANALYSE ET RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES (G2 PRO)	26
5.1	PREAMBULE	26
5.2	NORMES ET REGLEMENTS.....	26
5.3	MODELE GEOTECHNIQUE DE CALCUL	26
5.4	ETUDE DE LA REUTILISATION DES FONDATIONS EXISTANTES.....	27
5.4.1	<i>Rappel des descentes de charges.....</i>	<i>27</i>
5.4.2	<i>Rappel des caractéristiques des fondations existantes.....</i>	<i>28</i>
5.4.3	<i>Capacité portante du sol de fondation.....</i>	<i>29</i>
5.4.4	<i>Résistance maximale du terrain sous les fondations reconnues</i>	<i>29</i>
5.4.5	<i>Estimation des tassements</i>	<i>30</i>
5.5	FONDATIONS NOUVELLES	30
5.5.1	<i>Couche d'ancrage des fondations</i>	<i>30</i>
5.5.2	<i>Zone de mitoyenneté</i>	<i>30</i>
5.5.3	<i>Descentes de charges.....</i>	<i>31</i>
5.5.4	<i>Ebauche dimensionnelle des fondations</i>	<i>31</i>
5.5.5	<i>Sujétions d'exécution des fondations superficielles</i>	<i>33</i>
5.6	INCERTITUDES GEOTECHNIQUES RESIDUELLES	34

1 GENERALITES

1.1 Définition de l'opération

Cette mission constitue une étude géotechnique de conception **G2 phase PRO** au sens de la norme NF 94-500 (Missions Géotechniques Type - Révision novembre 2013 présentées en annexes).

Limite de la mission : Cette mission constitue une mission G2 PRO Partielle ; l'approche des coûts et des quantités concernant les travaux de fondation n'est pas abordée dans le cadre de cette étude.

Cette mission G2 PRO s'inscrit dans la continuité :

- des études G2AVP n°PR.31GT.23.0024 – 001 de Fondasol, datée du 21/03/2023 et n°2003/03992/TOULS de Géotec, datée du 13/09/2023 ;
- de l'étude G2PRO n°SG 23-0685 NT 01 A de Sud-Géotechnique, datée du 12/01/2024.

1.2 Documents fournis et utilisés

Dans le cadre de l'étude, les documents suivants ont été fournis :

Suivi	Référence	Auteur	Date	Information
[1]	EDL 01	INGEMA	01/12/2020	Carnet de plans (de masse, de niveaux, coupes de principe) – Etat des lieux
[2]	STR 01			Carnet de plans (de masse, de niveaux, coupes de principe) – Projet
[3]	PR.31GT.23.0024 – 001	Fondasol	21/03/2023	Etude géotechnique G2AVP de Fondasol
[4]	2003/03992/TOULS	Géotec	13/09/2023	Etude géotechnique G2AVP de Géotec
[5]	SG 23-0685 NT 01 A	Sud-Géotechnique	12/01/2024	Etude géotechnique G2PRO de Sud-Géotechnique
[6]	BTO.NaR/JV - 00	TPF Ingénierie	20/02/2025	Descentes de charges sur fondations existantes et projetées
[7]	BTO.NaR/JV - 01		24/02/2025	Document [6] après modifications des charges sur l'appui 6
[8]	DOSSIER PRO DCE		26/03/2025	Plans état des lieux et projet (mis à jour)
[9]	BTO.NaR/JV - 02		02/04/2025	Document [7] après mise à jour définitive

Tableau 1 : Documents fournis dans le cadre de l'étude

En complément, le document suivant a été utilisé pour mener à bien cette étude :

Suivi	Référence	Auteur	Date	Information
[a]	Carte géologique de Toulouse-Est	BRGM	NS	Informations relatives au contexte géologique au 1/50000

Tableau 2 : Document utilisé pour l'étude

1.3 Définition du projet

1.3.1 Description des ouvrages

Le projet consiste à la dépose de deux escaliers et à la prolongation de la passerelle de part et d'autre du bâtiment B08 sur le campus de l'INSA TOULOUSE, afin de réaliser une terrasse.

La présente étude traite de la faisabilité et de la conservation des appuis actuels dans le cadre de la réalisation du projet.

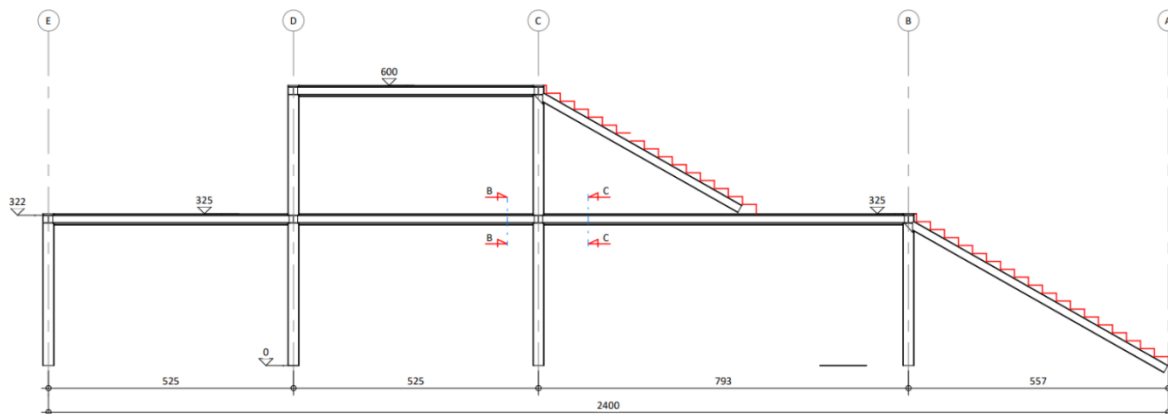


Figure 1 : Coupe des trames et escaliers ajoutés (en rouge) [9]

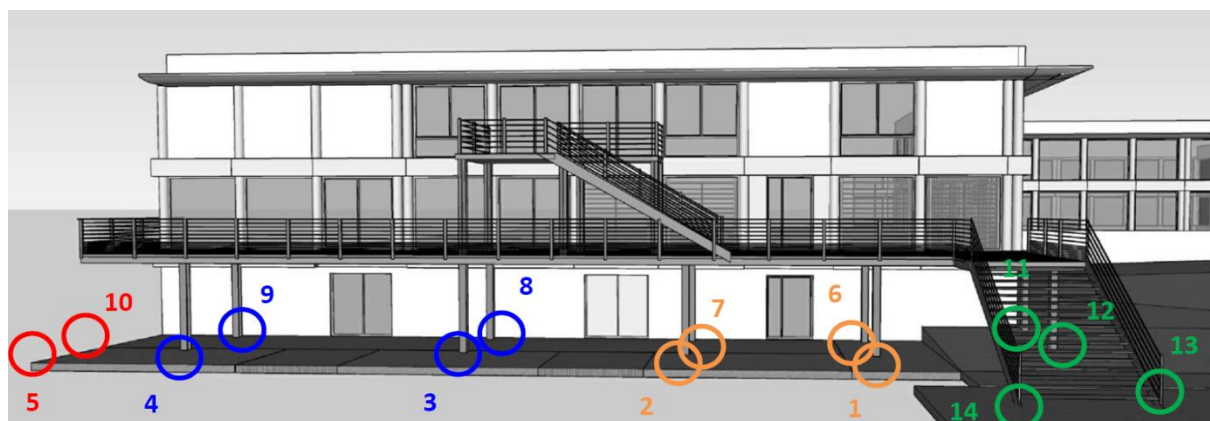


Figure 2 : Schéma 3D du nouveau projet avec numérotation des appuis et mise en évidence des appuis supprimés (en rouge), créés (en vert), décalés (en orange) et à réutiliser (en bleu) [9]

Plus précisément, le projet prévoit de supprimer les appuis conserver 4 appuis (appuis n°3, 4, 8 et 9) et d'en décaler 4 (appuis n°1, 2, 6 et 7) côté sud-ouest. Les descentes de charges au droit de ces appuis seront modifiées par rapport à la situation actuelle.

Le projet prévoit également la création de 4 nouveaux appuis (appuis n°11 à 14) afin de supporter les nouvelles travées.

On constate qu'il y a une augmentation des charges pour les appuis 1, 2, 6 et 7 et une diminution pour les appuis 3, 4, 8 et 9.

Dans le cadre du projet, nous retiendrons de ne réutiliser que les appuis dont la charge a été allégée.

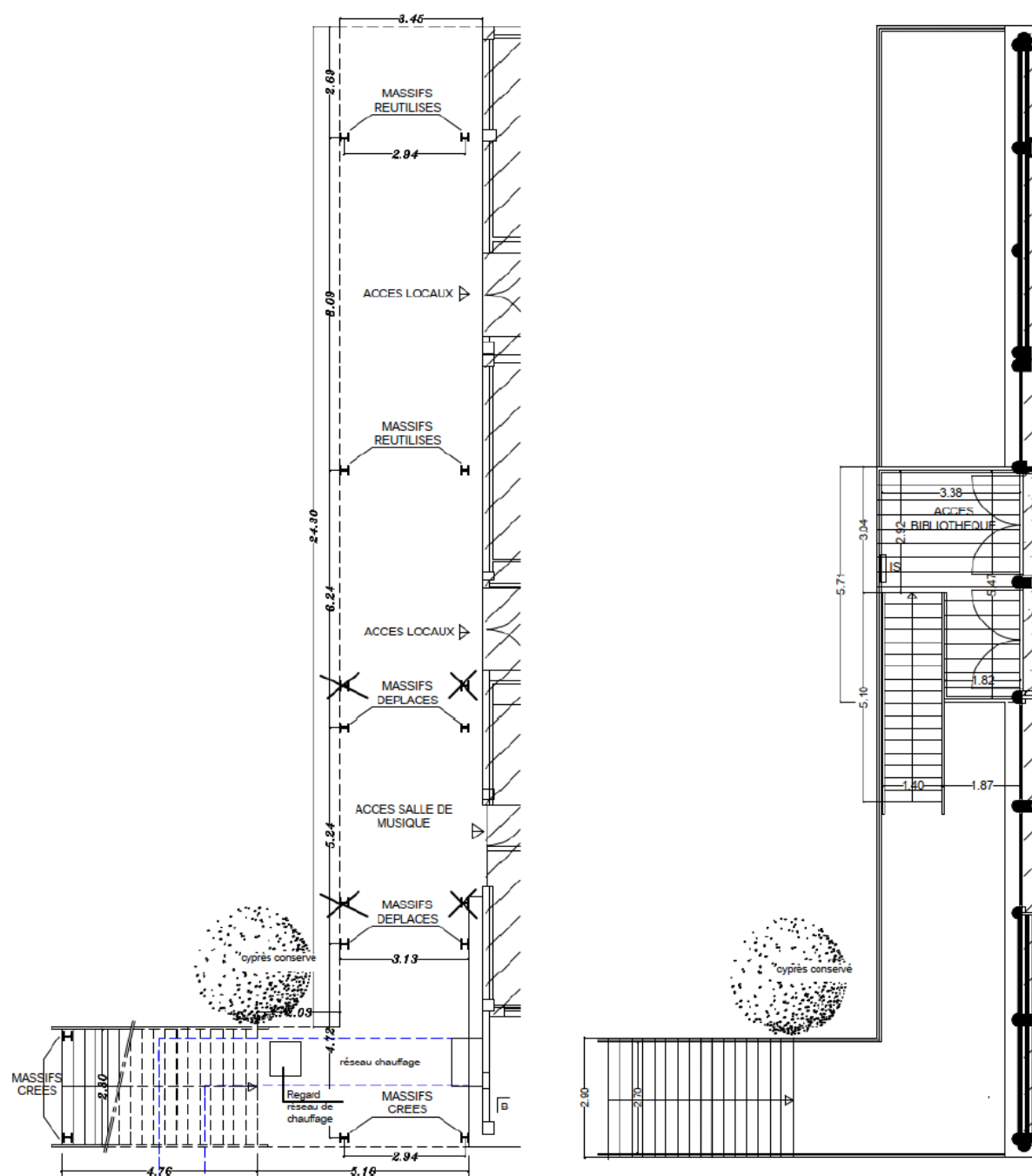


Figure 3 : Plan du projet (vu de dessus) [9]

Les descentes de charges de la structure projetée sont listées dans le tableau ci-dessous [9], on considère ainsi :

Numéro de la fondation	Charge permanente [kN]	Charge d'exploitation [kN]	ELU STR [kN]	ELS CAR [kN]	Impact du projet par rapport à la situation initiale	
					ELU STR [kN]	ELS CAR [kN]
1	10	42	76	52	+50 (+192%)	+34 (+189%)
2	16	61	113	77	+26 (+19%)	+17 (+28%)
3	17	63	117	80	-38 (-25%)	-26 (-25%)
4	11	41	76	52	-34 (-31%)	-23 (-31%)
6	9	35	64	44	+37 (+137%)	+26 (+144%)
7	16	53	102	70	+7 (+10%)	+7 (+11%)
8	17	71	130	88	-5(-4%)	-4 (-4%)
9	11	42	78	53	-8 (-9%)	-6 (-10%)
11	4	12	23	16	/	/
12	11	42	78	53	/	/
13	6	27	49	33	/	/
14	4	22	37	25	/	/

Tableau 3 : Descentes de charges fournies par le BET Structure [9]

1.3.2 Catégorie d'ouvrage

A défaut d'indication du Maître d'Ouvrage, nous proposons de retenir (en référence à la norme NF EN 1997-1 et son annexe nationale) :

- Une classe de conséquences CC2,
- Un ouvrage de catégorie géotechnique 2,
- Un ouvrage de durée d'utilisation de projet 4 (50 ans, structures courantes de génie civil et de bâtiments).

2 ETUDE DE SITE (G1 ES)

2.1 Contexte de site

Le site se trouve à proximité du périphérique Sud-Est de Toulouse, dans le département de la Haute-Garonne (31).

Le site se localise à 4,3 km au sud-est du centre-ville, au droit du réfectoire de campus de l'INSA.

Le site se place en contexte de terrasse alluviale, à respectivement 2,2 et 2,4 km à l'Ouest de la Garonne en zone nord et sud. Le site, à proximité immédiate du Canal du Midi, le surplombe d'1m environ.

Actuellement, l'altimétrie du terrain naturel est plane à peu pentue et comprise entre 147 et 148 mNGF.

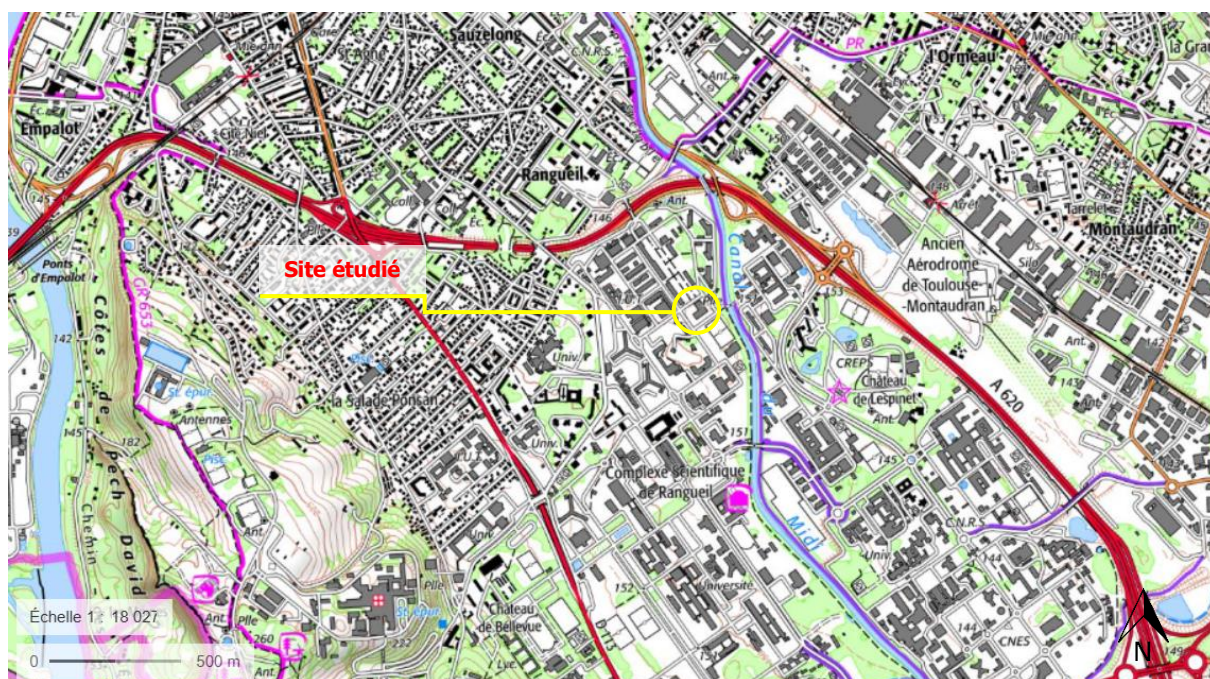


Figure 4 : Localisation du site [geoportail.gouv.fr]

D'après le plan de réseau fourni, des réseaux d'eau enterrés (notamment AEP) sont présents à proximité immédiate du projet.

Il n'est toutefois pas exclu que des ouvrages enterrés n'aient pas été recensés, notamment compte-tenu du caractère privatif de la zone d'étude. Au vu du caractère privatif de la zone d'étude, des concessionnaires actuels et aujourd'hui en service parcourent très certainement la zone d'étude mais ne sont pas répertoriés. Ces réseaux devront faire l'objet d'un repérage spécifique au cas par cas.

Il conviendra de prendre en compte l'existence de plusieurs réseaux au droit du futur projet. L'Entreprise devra prendre toutes les précautions nécessaires pour ne pas les dégrader lors de l'exécution des fondations projetées.

Par ailleurs, le projet sera mitoyen du bâtiment existant.

Mitoyen	Localisation	Type de fondation	Sous-sol
M1	Bâtiment existant	Micropieux	Sans sous-sol

Tableau 4 : Description du mitoyen

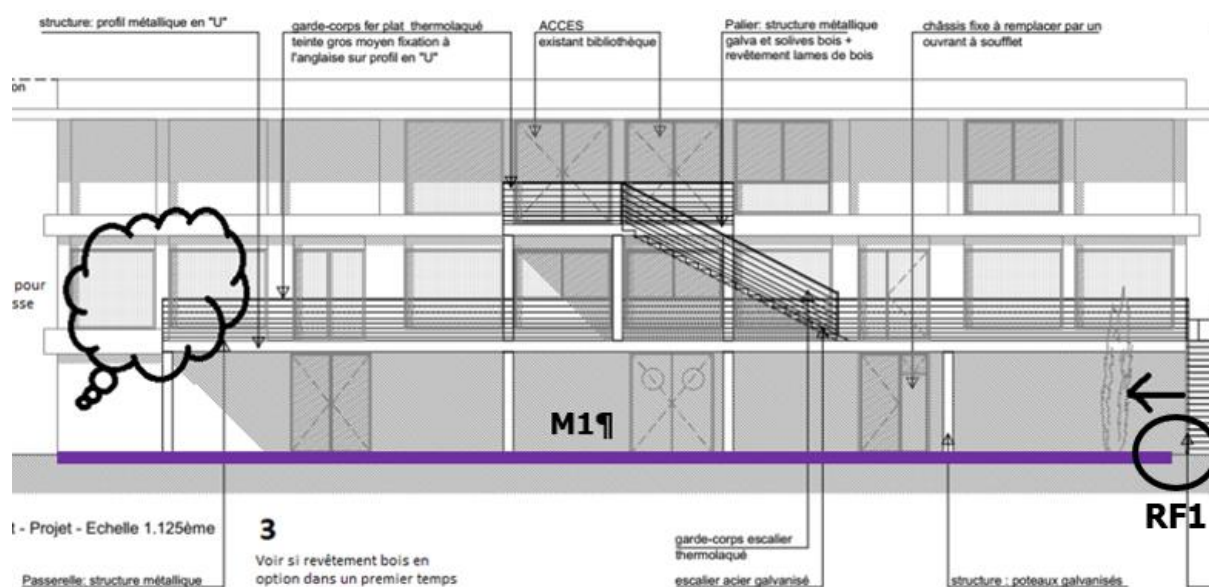


Figure 5 : Localisation du mitoyen

Le fouille RF1 menée par Fondasol dans le cadre de leur campagne montre un mode de fondation par micropieux dont la tête se situe à 0,49m/TA avec un débord de 10cm par rapport à la verticale du mur.

2.2 Contexte historique sommaire

Le site était occupé par des terrains agricoles jusqu'au début des années 1960.

Durant la seconde moitié des années 1960, la partie sud-est du bâtiment ainsi que d'autres infrastructures ont été construites.

En 1970, une extension nord a été construite au droit du bâtiment.

Dans les années 1990, l'extension nord du bâtiment a été modifiée pour prendre sa forme actuelle.

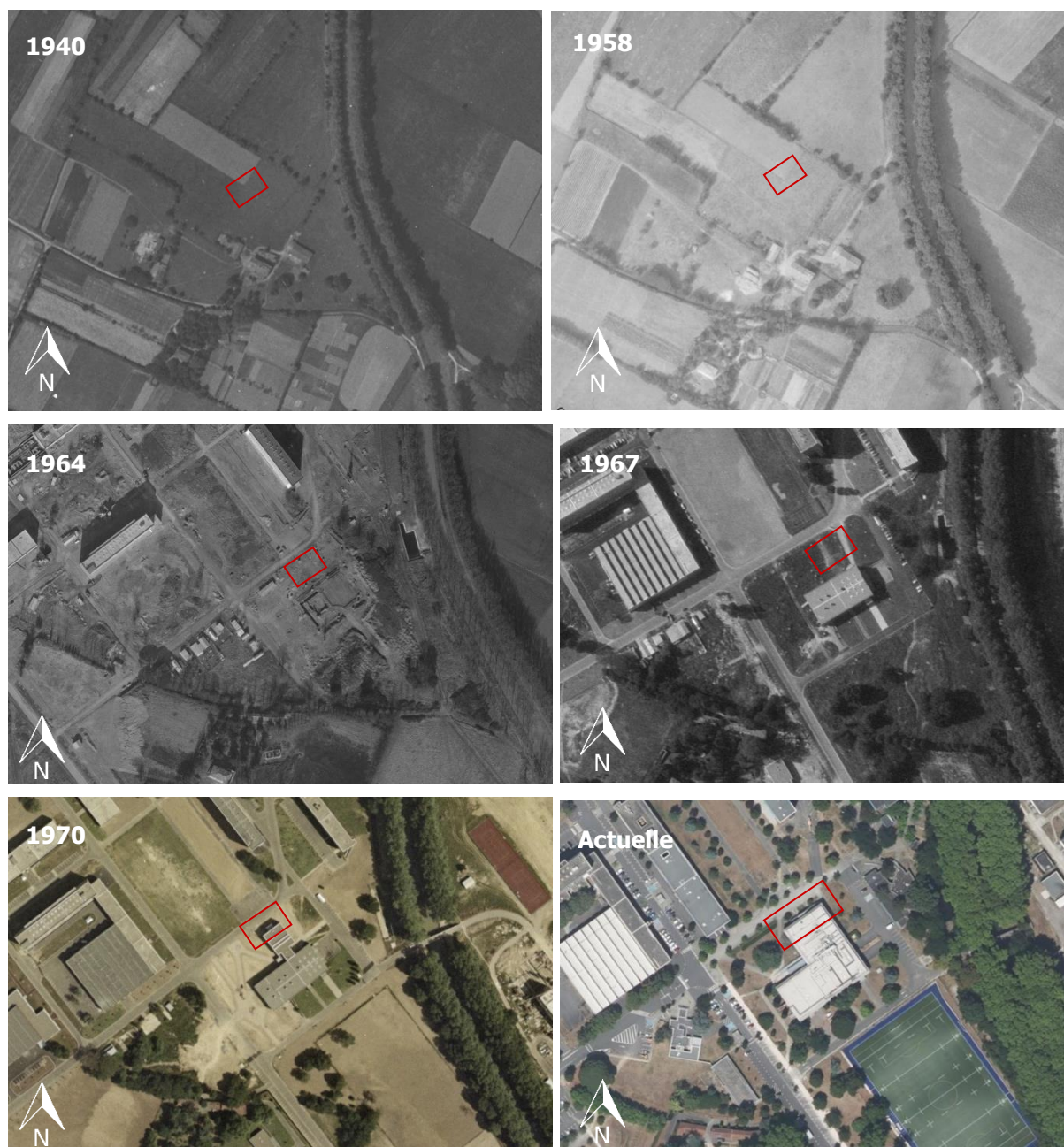


Figure 6 : Evolution de l'occupation du site depuis 1940

Les cartes de l'état-major (1820-1866) et de Cassini (XVIIIème siècle) montrent que la zone se situe aux abords d'aménagements, dont le canal du Midi, présents depuis plusieurs siècles. Des épaisseurs de remblais sont ainsi attendues au droit de la zone d'étude.

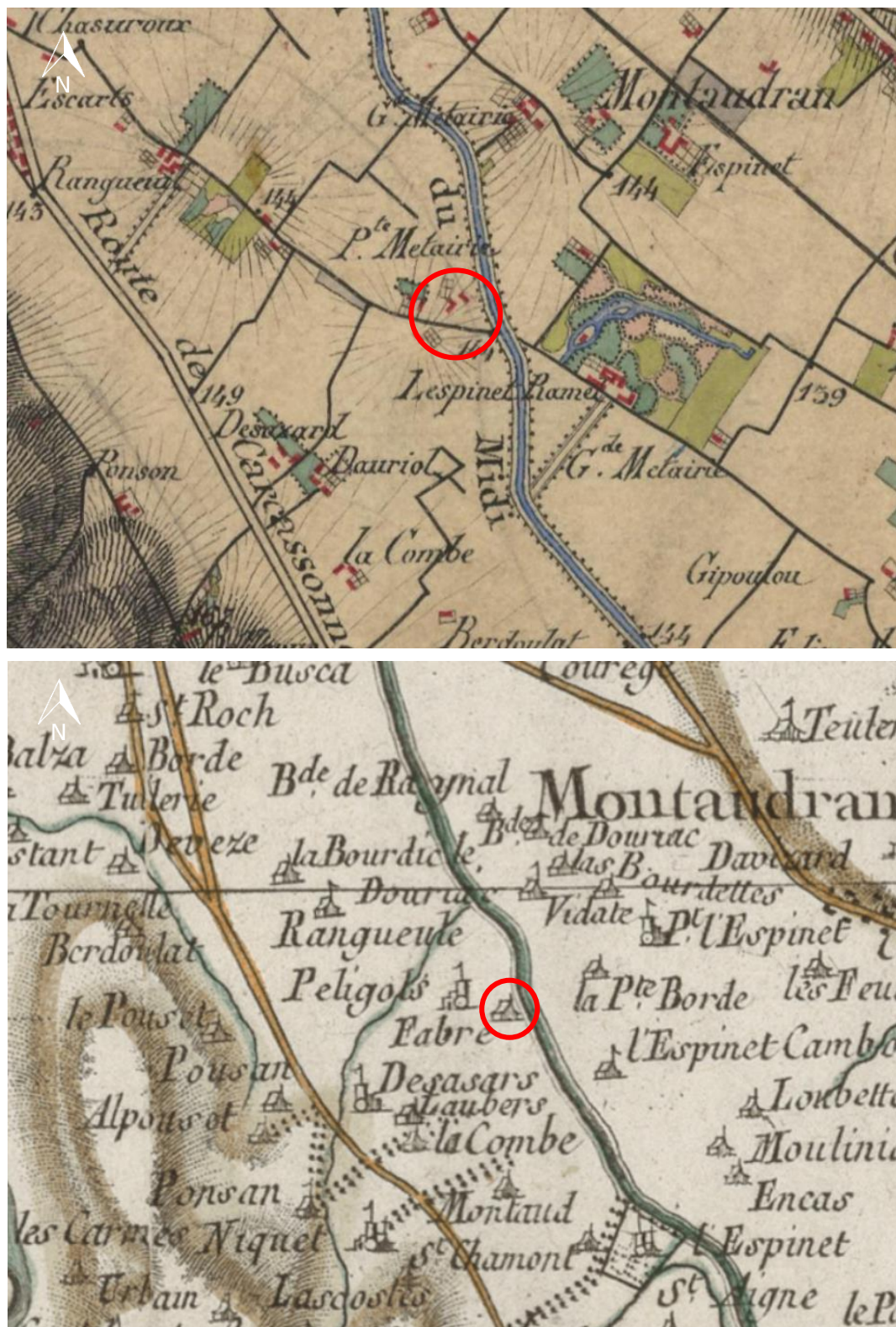


Figure 7 : Comparaison des cartes de l'état-major (1820-1866) et de Cassini (XVIIIème siècle) [remonterletemps.ign.fr]

2.3 Contexte géologique et hydrogéologique

Le site d'étude se trouve en contexte de terrasse alluviale. D'après la carte géologique de Toulouse-Est [a] éditée par le BRGM, le contexte géologique est caractérisé par les formations suivantes :

- Des remblais, attendus sur des épaisseurs plus ou moins importantes et variables au droit de la zone, compte tenu des anciens aménagements de celle-ci ;
- Alluvions du seuil de Toulouse (Fy2), composées d'une dépression recouverte de 2 à 3m d'alluvions fines à graviers, galets, limons et sables ;
- Des formations de pente, éboulis et solifluxions issues de la molasse (FS), constituées de marnes graveleuses ;
- Un substratum molassique, composé de marnes et de sables du Stampien (g2c).

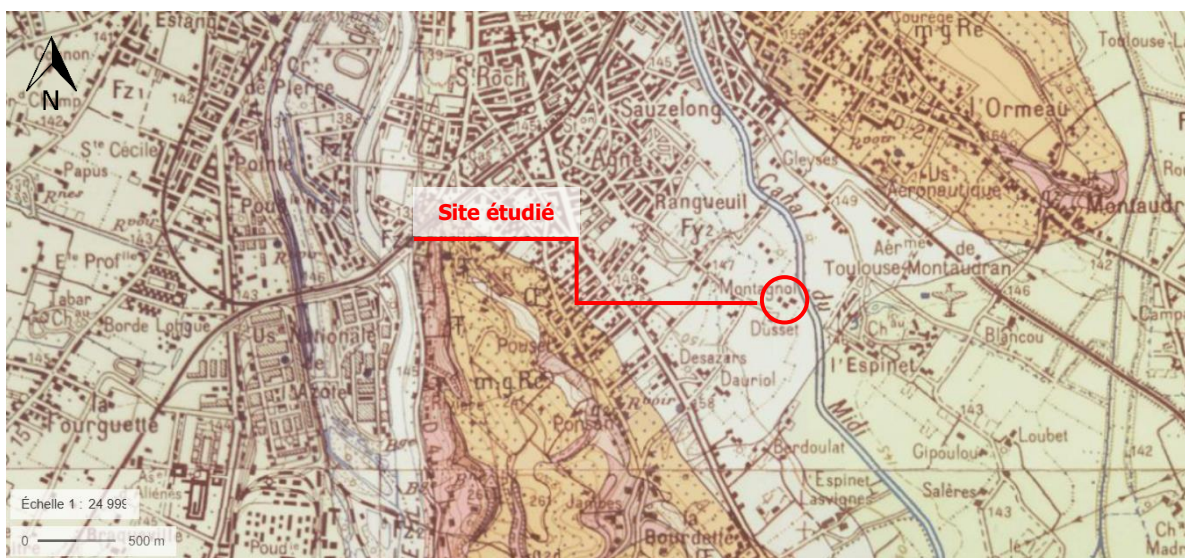


Figure 8 : Extrait de la carte géologique au 1/50 000 de Toulouse-Est [a]

Légende	
	Fy2 : Alluvions du seuil de Toulouse
	m-gRc : Eboulis et solifluxions de la molasse
	g2c : Molasse marno-sableuse du Stampien

Le contexte hydrogéologique est caractérisé par les niveaux aquifères suivants :

- Circulations superficielles contenues au sein des remblais et des terrains de couverture Quaternaire ;
- Nappe alluviale, elle se développe au sein des alluvions et son niveau est en lien étroit avec le toit de la molasse. Notons également que les nappes d'accompagnement des anciens cours d'eau, aujourd'hui canalisés, sont susceptibles d'être rencontrées.

2.4 Aléas naturels potentiels au droit du site

L'ensemble des aléas géotechniques potentiellement présents sur site est présenté dans le tableau ci-dessous :

Risque	Type d'aléas	Etat	Commentaires	Source
Cavités	Carrières souterraines	Non concerné	Hors zone de carrière	Inventaire des cavités souterraines abandonnées « hors mines » établie par le BRGM
	Carrières à ciel ouvert			
	Cavité naturelle	Non concerné	Hors zone de cavité	
Mouvement de terrain	Glissement, chute, éboulement, effondrement, coulée, érosion	Non concerné	Risque existant à l'échelle de la commune	Portail de la prévention des risques majeurs (www.georisque.gouv.fr)
	Retrait-gonflement des argiles	Aléa moyen	Le site se trouve au niveau d'une zone d'exposition moyenne	Cartographie de l'aléa retrait-gonflement des sols argileux établie par le BRGM (www.georisque.gouv.fr)
Aléa sismique	Séisme	Très faible	Zone de sismicité 1 ($A_{gr} = 0,4 \text{ m/s}^2$)	Nouveau zonage sismique français (décret N°2010-1254 du 22 octobre 2010) (www.georisque.gouv.fr)
Inondations	Inondations par remontée de nappe	Concerné	Nappe attendue à semi-profondeur	Cartographie des remontées de nappe établie par le BRGM
	Inondations par crue	Non concerné	Le site se trouve en dehors du PPRI	Cartographie du PPRI

Tableau 5 : Synthèse des aléas géotechniques

2.4.1 Risque d'inondation par remontée de nappe

Le site d'étude se place au droit d'une zone a priori concernée par le risque de remontée du niveau de la nappe.

Notons par ailleurs la présence du canal du Midi, à proximité immédiate de la zone d'étude.

La nappe est toutefois attendue à semi-profondeur et ne devrait pas impacter le projet en période favorable.

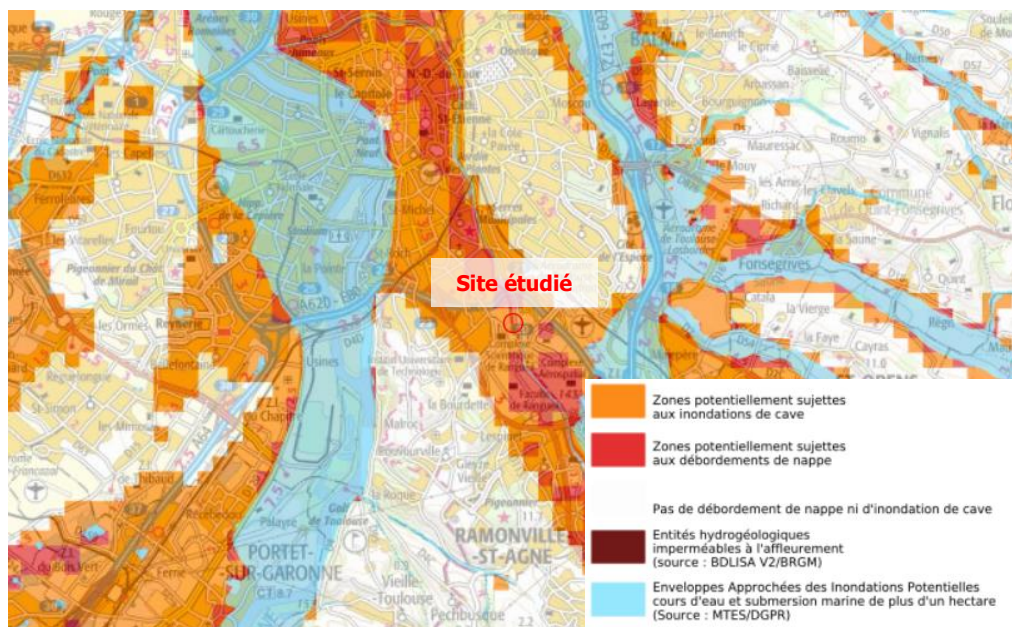


Figure 9 : Carte des zones sensibles au remontées de nappes [infoterre.brgm.fr]

2.4.2 Risque de retrait-gonflement des argiles

Le site se positionne au droit d'une zone **d'aléa moyen** vis-à-vis du phénomène de retrait gonflement d'après la cartographie établie par les services du BRGM.

Notons également que la ville de Toulouse est concernée par un plan de prévention vis-à-vis de ces phénomènes, approuvé le 30/08/2005.

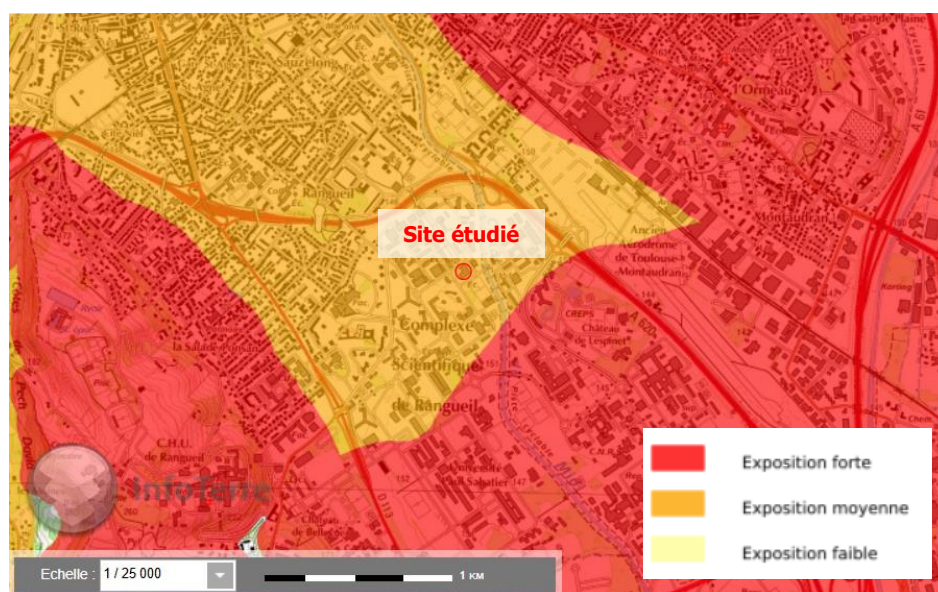


Figure 10 : Carte du risque retrait-gonflement des argiles [infoterre.brgm.fr]

3 INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

3.1 Programme d'investigations

3.1.1 Investigations in-situ

Les investigations géotechniques se sont déroulées le 21 février 2025 (venant s'ajouter à celles réalisées par Fondasol et Sud-Géotechnique les 14 février et 7 décembre 2023). Ces investigations, ainsi que les essais en laboratoire. Elles ont consisté en la réalisation de :

Campagne	Sondage	Type	Prof. (m/TN)	Remarque
2025 (SEMOFI)	F1	Fouille de reconnaissance de fondation	0,70	Poteau n°2 ancré à 0,60m/TN

Tableau 6 : Programme d'investigations géotechniques (SEMOFI)

Les sondages ont été réalisés depuis le niveau du terrain naturel au moment de nos investigations, les profondeurs sont données par rapport à ce référentiel (en m/TN). Un schéma d'implantation des sondages est fourni en annexe.

A noter : seules les données des sondages et essais de la campagne de 2023 réalisés au droit du projet actuel seront retenues pour les calculs (l'étude de Géotec [4] n'est pas concernée).

Campagne	Sondage	Type	Prof. (m/TN)	Nb. Essais	Remarque
2023 (Fondasol)	SP1-F	Sondage pressiométrique	8,00	6 essais	-
	PD1	Essai pénétrométrique	5,40	-	Non pris en compte dans l'étude
	PD2		6,50	-	
	PD3		6,80	-	
	RF1	Fouille de reconnaissance de fondation	>1,00	-	
	RF2		1,20	-	Poteau n°6 ancré à 0,95m/TN
	RF3		0,95	-	

Tableau 7 : Programme d'investigations géotechniques (Fondasol) [3]

Campagne	Sondage	Type	Prof. (m/TN)	Nb. Essais	Remarque
Sud-Géotechnique (2023)	SP1-SG	Sondage pressiométrique	15,00	8 essais	-
	REC1	Fouille de reconnaissance de fondation	0,70	-	Poteau n°6 ancré à 0,70m/TN
	REC2		0,73	-	Poteau n°1 ancré à 0,73m/TN

Tableau 8 : Programme d'investigations géotechniques (Sud-Géotechnique) [5]

A noter : seules les données des sondages et essais des campagnes de 2023 réalisés au droit du projet actuel seront retenues pour les calculs.

3.2 Résultats des investigations

Préambule : Les paragraphes ci-dessous ont pour but d'établir une synthèse de l'ensemble des résultats des investigations. Les valeurs géomécaniques déduites ne constituent pas nécessairement les valeurs caractéristiques à retenir dans le cadre de l'ébauche dimensionnelle des ouvrages géotechniques.

3.2.1 Facies et description lithologique

L'ensemble des investigations géotechniques réalisées dans le cadre du projet, a permis de caractériser les formations géologiques, dont la succession lithologique, de haut en bas, est la suivante :

- **Remblais (0)** : D'après les fouilles de reconnaissance des remblais ont été observés jusque vers 0,5 à 0,7m/TN.

D'un point de vue général, les remblais, d'origine anthropique, sont susceptibles d'être extrêmement hétérogènes, tant dans leur nature qu'en terme d'épaisseur, pouvant varier très brutalement d'un point à l'autre du site.

En particulier, des blocs indurés de toutes dimensions peuvent y être rencontrés, ainsi que tout type de matériaux.

Par ailleurs, toute hétérogénéité favoriserait l'apparition d'écoulements d'eau, lesquels peuvent provoquer leur remaniement (apparition de terrasses, entraînement de fines...).

- **Alluvions du seuil de Toulouse (1)** : cette formation est constituée par un ensemble d'argiles limoneuses à limons argileux [5], marron à grisâtre, légèrement graveleuse [3].

Cette formation a été rencontrée à partir de 0,5 à 0,7 m/TN jusqu'à 3,5 m/TN au droit des deux sondages pressiométriques SP1-F et SP1-SG.

Un horizon argileux beige a été observé au droit de SP1-F entre 2,5 et 3,5m/TN (1b).

Compte tenu du mode de dépôt de ce type de formation, des variations d'épaisseurs sont possibles d'un point à un autre du site.

- **Molasse (2)** : Le substratum du secteur étudié est représenté par une formation molassique. Cette formation se présente sous la forme de marnes et d'argiles, beige. Cette formation peut présenter des lentilles sableuses d'épaisseur aléatoire. La présence de bancs indurés +/- calcaires n'est pas à exclure au sein de cette formation.

Elle se compose :

- D'une frange altérée (2a), constituée d'argiles sableuses à marneuses, rencontrée à partir de 3,5m/TN et jusqu'entre 5,0 5,5m/TN ;
- D'une frange saine (2b et 2c), constituée d'argiles marneuses en tête (2b) et de marnes argileuses en profondeur (2c), rencontrée à partir de 5,5m/TN et jusqu'au fond du sondage le plus profond à 15,0m/TN.

La base de cette formation n'a pas été reconnue au droit des sondages.

Les tableaux ci-dessous récapitulent les profondeurs, en m/TN, de la base des formations rencontrées au droit des sondages réalisés dans le cadre de cette campagne.

Couche	SP1-F
	m/TN
TN	0,0
1a	2,5
1b	3,5
2a	5,5
2b	8,0*
*Fond du sondage	

Tableau 9 : Profondeurs de la base des formations rencontrées (SP1-F) [3]

Couche	SP1-SG
	m/TN
TN	0,0
1	3,5
2a	5,0
2b	7,0
2c	15,0*
*Fond du sondage	

Tableau 10 : Profondeurs de la base des formations rencontrées (SP1-SG) [5]

Remarque : Nous soulignons que les interfaces des formations comportent des incertitudes du fait que ces extrapolations se basent sur des sondages ponctuels.

3.2.2 Paramètres géomécaniques

Les sondages pressiométriques réalisés permettent de caractériser mécaniquement les formations identifiées précédemment.

Formation		Nb d'essais	Pression Limite PI* [MPa]			Pression fluage Pf*[MPa]			Module pressiométrique E _M [MPa]		
			Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy
Alluvions (1)	Argiles limoneuses [marron] légèrement graveleuses (1a)	2	0,48	0,52	0,49	0,32	0,33	0,32	5,60	5,70	5,64
	Argiles [beige] (1b)	1	1,64			0,97			21,10		
Molasse (2)	Marne argileuse [beige] altérée (2a)	1	4,26			2,81			75,1		
	Marne argileuse [beige] (2b)	2	4,90	4,91	4,90	4,90	4,91	4,90	170,7	192,2	180,8

Tableau 11 : Résultats du sondage pressiométrique SP1-F [3]

Formation		Nb d'essais	Pression Limite PI* [MPa]			Pression fluage Pf*[MPa]			Module pressiométrique E _M [MPa]		
			Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy
Alluvions (1)	Limon argilo-sableux [grisâtre]	2	0,6	1,9	1,0	0,4	1,3	0,7	27	52	35
Molasse (2)	Argile sableuse [grisâtre] (2a)	1	2,0			1,2			36		
	Argile marneuse [beige] (2b)	1	4,8			3,3			65		
	Marne argileuse [beige] (2c)	4	4,80	4,80	4,80	3,40	3,40	3,40	192	250	223

Tableau 12 : Résultats du sondage pressiométrique SP1-SG [5]

Nota : les valeurs moyennes des Pf* et PI* correspondent à des moyennes géométriques et celles des E_M à des moyennes harmoniques.

Ces valeurs caractérisent des terrains :

- Consistants à raides pour les Alluvions (1) ;
- Raides pour la Molasse (2).

3.2.3 Essais en laboratoire

3.2.3.1 Identification des sols en laboratoire

Les essais d'identification des sols en laboratoire ont été effectués au sein d'échantillons prélevés au droit de RF2 le 14/02/2023 dans le cadre de la campagne menée par Fondasol [3] ; les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Sondage	Prof. (m/TN)	Formation	Teneur en eau W_N (%)	Granulométrie					VBS	Classe GTR 2000	Classe GTR 2023
				$D_{MAX} :$ 30 mm	5 mm	2 mm	80 μm	63 μm			
RF2	0,0 - 1,0	Alluvions	15,1	100	88	84	49	47	2,56	A2	F2

Tableau 13 : Classification GTR des Sols

3.2.4 Hydrogéologie

3.2.4.1 Niveau d'eau

Préambule : Cette étude ne constitue pas une étude hydrogéologique approfondie. Nous nous limiterons aux données de base concernant la mesure ponctuelle du niveau d'eau dans le sol.

Un niveau d'eau a été mesuré au droit du sondage SP1 réalisé par Sud-Géotechnique le 07/12/2023 et est présenté dans le tableau suivant :

Sondage	Date de mesure	Fond du sondage	Niveau d'eau	Nappe
		(m/TN)	(m/TN)	
SP1-SG	07/12/2023	15,0	6,00	Alluviale

Tableau 14 : Niveau d'eau

Ce niveau d'eau correspond à la nappe contenue dans les Alluvions (1) et dont le substratum est constitué par la Molasse (2). Cette nappe est conditionnée par la pluviométrie et son niveau est en principe très sensible aux conditions météorologiques.

Les remblais et les terrains superficiels peuvent également être le siège de circulations d'eau superficielles, notamment en période pluvieuse prolongée.

Remarque : ces niveaux de nappes se basent uniquement sur une intervention ponctuelle et ne permettent qu'une approche du niveau d'eau à un moment donné.

3.2.5 Reconnaissance des fondations

3.2.5.1 Mitoyens

Une fouille de reconnaissance des mitoyens, a été effectuée par Fondasol afin de caractériser l'assise et les potentiels débords des fondations au sein de la zone d'étude.

Les principales caractéristiques de la fondation sont détaillées dans le tableau ci-dessous :

Fouille	Type de fondation	Prof. d'ancrage (m)	Débord / nu du mur (m)	Nature terrain d'assise
RF1	Pieux / Micropieux	>0,99 m	0,10 m	Argile sablo-graveleuse (Alluvions)

Tableau 15 : Reconnaissances des fondations des mitoyens

La fouille de reconnaissance réalisée par Fondasol, a permis de mettre en évidence que le bâtiment mitoyen serait fondé sur pieu, sans pour autant avoir permis d'identifier la longueur de ces derniers.

En raison de la présence de semelles filantes à proximité immédiate de ce mitoyen, ainsi que des faibles charges de l'ouvrage projeté, nous considérons que les fondations de ce bâtiment mitoyen ne devraient pas interagir avec le projet.

Remarque : La fouille RF2 réalisée par Fondasol n'a pas été prise en compte dans notre analyse du fait de sa distance vis-à-vis de la zone d'emprise du projet.

3.2.5.2 Fondations de la passerelle existante

Les reconnaissances des fondations de la passerelle existante permettent de caractériser l'assise et la géométrie des fondations susceptibles d'être rechargées dans le cadre des travaux de réhabilitation. La fouille F1 a été réalisée par nos soins, venant compléter celles réalisées dans le cadre des campagnes Fondasol et Sud-Géotechnique.

Les principales caractéristiques des fondations existantes reconnues sont détaillées dans tableau ci-dessous :

Fouille	Numéro d'appui	Type de fondation	Prof. d'ancrage (m/TN)	Débord (m)	Largeur de la fondations estimée (m)	Nature terrain d'assise
F1⁽¹⁾	2	Semelle filante sous dalle, composée d'une longrine et d'un débord	0,60	0,15	~1,00	Alluvions
REC1⁽²⁾	6	Semelle filante sous dalle composée d'une longrine et d'un débord latéralement élargi	~0,70	0,30	~0,84	Alluvions
REC2⁽²⁾	1		~0,73	0,14	~0,52	Alluvions

(1) Campagne SEMOFI 2025
(2) Campagne SUD-GEOTECHNIQUE 2023

Tableau 16 : Résultats des reconnaissances de fondation

Remarque : dans la suite de notre analyse, nous retenons la plus faible largeur de fondation observée afin de conserver une approche sécuritaire.

Remarque 2 : Notons que la fouille RF3 réalisée par Fondasol et la fouille REC1 réalisée par Sud-Géotechnique ont été réalisées au droit du même appuis (n°6).

4 PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION (G1 PGC)

4.1 Analyse des aléas géotechniques et de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)

L'étude de site ainsi que les investigations géotechniques ont permis d'identifier un certain nombre de contraintes déterminantes dans le choix des méthodes d'exécution :

- Le site se positionne en zone d'aléa moyen vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles, les résultats des essais de laboratoire permettent de confirmer cet aléa ;
- La présence éventuelle de remblais ou de points durs (vestiges d'infrastructure, blocs divers, etc.). Des risques de hors profils peuvent donc être attendus au moment des travaux de terrassements. Par ailleurs, les cadences de terrassements devront être adaptées à la présence éventuelle de blocs indurés répartis de manière aléatoire ;
- La présence de limons sensibles aux variations hydriques (chute de portance et de consistance en cas d'humidification) au sein des Alluvions (1). A l'inverse, des caractéristiques mécaniques plus élevées peuvent être mesurées en période sèche (« reconsolidation » des limons) ;
- La présence d'une variation latérale de la profondeur du toit de la couche molassique (2) ;
- La présence de circulations de pentes et d'accumulations d'eau conditionnées par la pluviométrie. Elles sont susceptibles de se développer au sein des terrains de couverture, à la faveur des passages les plus perméables et au niveau des interfaces et de lentilles sableuses au sein des couches alluviales (1) et molassiques (2). Des niveaux d'eau peuvent donc être rencontrés à toute profondeur ;
- Les fondations de la passerelle existante ont été reconnues superficielles, ancrées à des profondeurs comprises entre 0,60 et 0,73m/TN, pour une largeur comprise entre 0,52 et 1,00m ;
- La présence de réseaux au droit de la zone d'étude.

En fonction des différents éléments énoncés ci-dessus, des adaptations des ouvrages géotechniques sont prises en compte dans la conception du projet, à ce stade de l'étude et en fonction des informations en notre possession à ce jour.

Toutes modifications du projet et renseignements sur les incertitudes restantes aura un impact sur nos conclusions géotechniques

4.2 Reprise du projet par les fondations existantes

Pour donner suite à la réalisation des fouilles de reconnaissance de fondations, il a été identifié que les fondations semblent ancrées au sein des Alluvions (1), reconnues à partir de 0,60 et 0,73m/TN d'après les sondages.

Il convient de vérifier que les descentes de charges existantes et projetées [9] soient bien reprises par les fondations en place.

Dans le cas contraire, il devra être réalisé une reprise en sous-œuvre des fondations de la passerelle par l'élargissement des semelles par exemple. Une solution est également de réaliser des appuis indépendants pour les charges supplémentaires qui serait apporté par la réhabilitation.

5 ANALYSE ET RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES (G2 PRO)

5.1 Préambule

A ce stade du projet, ce rapport présente la faisabilité de la reprise de l'escalier projeté par les fondations existantes sur la base :

- Des vues en plan et élévations du dossier de permis de construire,
- Des descentes de charges transmises par le BET structure,
- D'hypothèses sur les dimensions des fondations existantes,
- De tolérances usuelles de déformation.

La justification des ouvrages géotechniques devra être confirmée à l'occasion d'une mission G3 à la charge des entreprises de travaux.

5.2 Normes et règlements

Pour la réalisation de cette étude, les règlements et normes suivants ont été utilisés :

- NF EN 1997-1, Eurocode 7 - Calcul géotechnique – Partie 1 : Règles générales ;
- NF EN 1997-1/NA, Eurocode 7 - Calcul géotechnique – Partie 1 : Règles générales – Annexe Nationale ;
- NF P 94-261 : Justifications des ouvrages géotechniques – fondations superficielles.

5.3 Modèle géotechnique de calcul

A ce stade de l'étude, le modèle géotechnique que nous proposons de retenir est le suivant, basé sur les données de l'étude de Fondasol jugées plus sécuritaires :

Formation		Classe de Sol	Base [m/TN]	Toit [m/TN]	PI* [MPa]	Em [MPa]	α
Alluvions (1)	Argiles limoneuses [marron] légèrement graveleuses (1a)	Argiles et limons	0,0	2,5	0,48 ⁽¹⁾	5,6 ^(1N)	2/3
	Argiles [beige] (1b)		2,5	3,5	0,60 ⁽¹⁾	21,0 ⁽¹⁾	2/3
Molasse (2)	Marne argileuse [beige] altérée (2a)	Marne et calcaire marneux	3,5	5,5	2,00	70,0	1/3
	Marne argileuse [beige] (2b)		5,5	15,0	4,90	170,0	1/2

(1) Valeurs retenues volontairement faible

Tableau 17 : Modèle géotechnique de calcul

Nota : Ces paramètres pourront éventuellement faire l'objet d'adaptations dans le cas d'investigations complémentaires qui pourraient survenir aux différentes phases des études géotechniques.

5.4 Etude de la réutilisation des fondations existantes

5.4.1 Rappel des descentes de charges

On rappelle les descentes de charges transmises par le BET structure [9] :

Numéro de la fondation	Charge permanente [kN]	Charge d'exploitation [kN]	ELU STR [kN]	ELS CAR [kN]	Impact du projet par rapport à la situation initiale	
					ELU STR [kN]	ELS CAR [kN]
1	10	42	76	52	+50 (+192%)	+34 (+189%)
2	16	61	113	77	+26 (+19%)	+17 (+28%)
3	17	63	117	80	-38 (-25%)	-26 (-25%)
4	11	41	76	52	-34 (-31%)	-23 (-31%)
6	9	35	64	44	+37 (+137%)	+26 (+144%)
7	16	53	102	70	+7 (+10%)	+7 (+11%)
8	17	71	130	88	-5 (-4%)	-4 (-4%)
9	11	42	78	53	-8 (-9%)	-6 (-10%)
11	4	12	23	16	/	/
12	11	42	78	53	/	/
13	6	27	49	33	/	/
14	4	22	37	25	/	/

Tableau 3 : Descentes de charges fournies par le BET Structure [9]

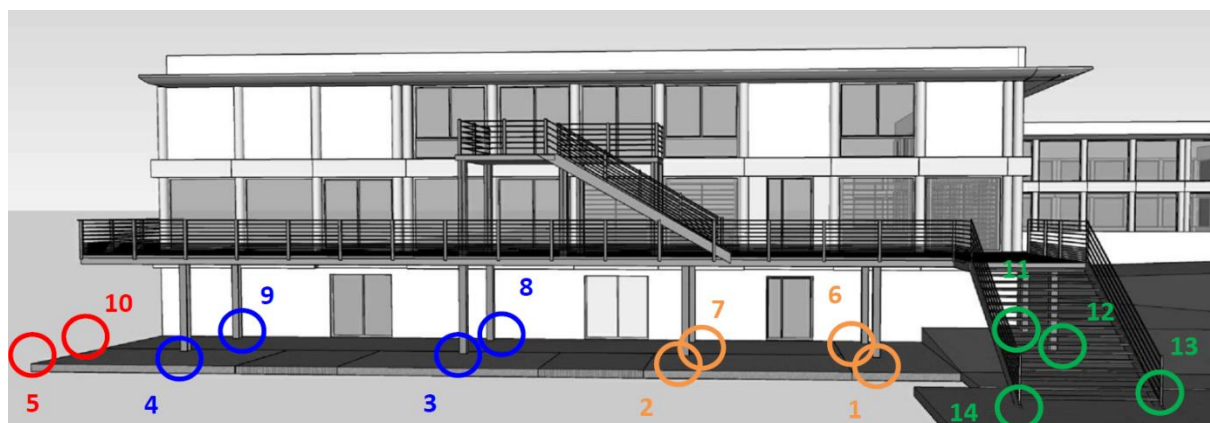


Figure 2 : Schéma 3D du nouveau projet avec numérotation des appuis et mise en évidence des appuis supprimés (en rouge), créés (en vert), décalés (en orange) et à réutiliser (en bleu) [9]

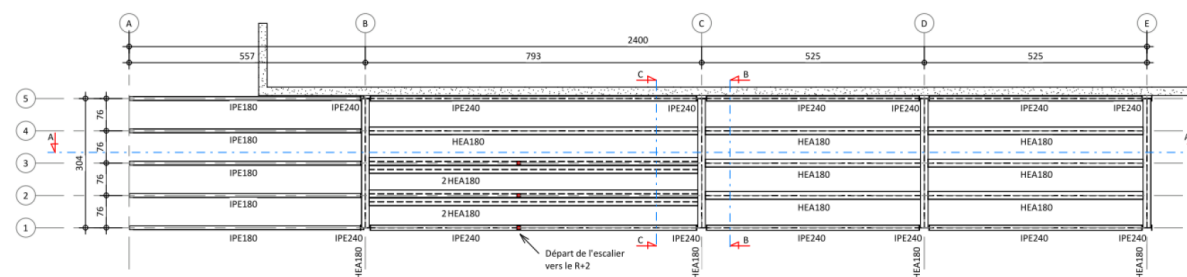


Figure 11 : Plan de l'existant (vu de dessus) [7]

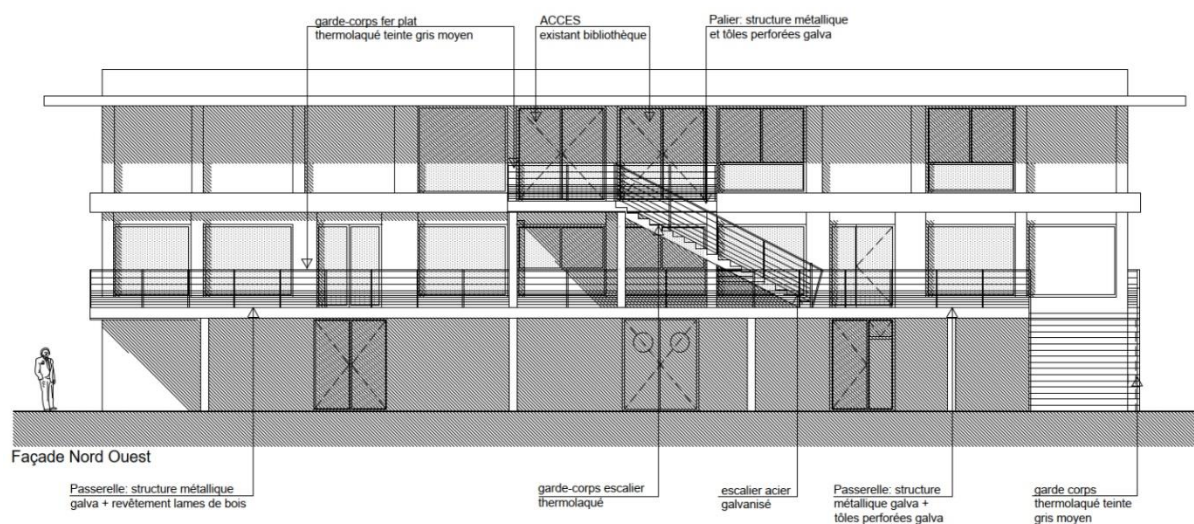


Figure 12 : Plan en coupe du nouveau projet [7]

5.4.2 Rappel des caractéristiques des fondations existantes

Les fondations superficielles reconnues dans le cadre des reconnaissances sont de types semelles filantes.

Les points particuliers suivant ont été identifiés :

- La fouille de reconnaissance REC1 au droit de l'appui 6 a mis en évidence une profondeur d'encastrement de 0,70m et un débord de 0,30 m, pour une largeur de fondation voisine de 0,82 m ;
- Les fouilles de reconnaissance REC2 et F1 des appuis 1 et 2 ont mis en évidence une profondeur d'encastrement de 0,60m, un débord de 0,14m et une largeur de fondation voisine de 0,52m.

Remarque : notre analyse reste purement géotechnique. Nous recommandons au concepteur du projet de se rapprocher d'un BET structure spécialisé afin de déterminer si les géométries de fondation observées sont adaptées aux descentes de charges de l'ouvrage et au ferrailage théoriquement attendu dans ces structures.

Note importante : Notre analyse s'est basée sur la plus petite largeur de fondation reconnue dans le cadre de notre intervention et de celles de Fondasol [3] et Sud-géotechnique [5]. Des largeurs différentes pourront être rencontrées et avoir, le cas échéant, une incidence sur nos conclusions.

5.4.3 Capacité portante du sol de fondation

La capacité portante du sol sous les fondations superficielles est déterminée sur la base des valeurs caractéristiques, définies suivant la méthode pressiométrique de la norme NF P 94-261.

Sol d'ancrage	Classe de sol	k_p	P_{le}^* [MPa]	i_δ	i_β	q_{net} [MPa]
Alluvions (1)	Argile et limon	0,8	0,48	1,0	1,0	0,38

Tableau 18 : Capacité portante des fondations

La capacité portante des Alluvions (1), sous charge verticale centrée, est de $Q_{ELS} = 139 \text{ kPa}$ (13,9 t/m²) et de $Q_{ELU} = 229 \text{ kPa}$ (22,9 t/m²).

5.4.4 Résistance maximale du terrain sous les fondations reconnues

La résistance maximale du terrain sous les fondations est déterminée à partir de la capacité portante du sol de fondation et des dimensions des fondations reconnues et/ou estimées sur la base de nos observations.

Fouille	Numéro d'appui	Type de fondation	Formation d'ancrage	Largeur (m)	$R_{v,d} \text{ ELS}$ [kN/ml]	$R_{v,d} \text{ ELU}$ [kN/ml]
F1 ⁽¹⁾	2	Filante	Alluvions (1)	~1,00	139	229
REC1 ⁽²⁾	6		Alluvions (1)	~0,84	117	192
REC2 ⁽²⁾	1		Alluvions (1)	~0,52	72	119

(1) Campagne SEMOFI 2025 / (2) -> Campagne SUD-GEOTECHNIQUE 2023

Tableau 19 : Résistance maximale du terrain sous les fondations reconnues

Les largeurs de fondations ont été estimées en considérant un appui centré et symétrique, ainsi que des poteaux en profilés de 24cm épaisseur.

En prenant le cas le plus défavorable d'une largeur de fondation égale à 0,52 m, on obtient des résistances de : $R_{v,d} \text{ ELS} = 73 \text{ kN/ml}$ (7,4 t/ml) et de $R_{v,d} \text{ ELU} = 119 \text{ kN/ml}$ (12,1 t/ml).

Ainsi, la longueur nécessaire de fondation pour reprendre l'appui le plus chargé (n°8) est de 1,21 m, or les deux poteaux les plus proches (n°13 et n°14) étant distants de 2,94 m (cf. Figure 3), le critère de portance est donc bien vérifié sur l'ensemble du projet.

Numéro de la fondation	Charge permanente [kN]	Charge d'exploitation [kN]	ELU STR [kN]	ELS CAR [kN]	Impact du projet	
					ELU STR [kN]	ELS CAR [kN]
3	17	63	117	80	-38 (-25%)	-26 (-25%)
4	11	41	76	52	-34 (-31%)	-23 (-31%)
8	17	71	130	88	-5(-4%)	-4 (-4%)
9	11	42	78	53	-8 (-9%)	-6 (-10%)

Tableau 3 : Descentes de charges fournies par le BET Structure [9]

5.4.5 Estimation des tassements

Les tassements ne peuvent être engendrés que par une charge supplémentaire, or, dans le cadre du projet, il a été retenu de ne réutiliser que les appuis dont la charge a été allégée.

Par conséquent, aucun tassement n'est attendu au droit des poteaux à réutiliser (N°3, N°4, N°8 et N°9).

5.5 Fondations nouvelles

5.5.1 Couche d'ancrage des fondations

Etant donné les valeurs de portance des terrains superficiels observées au droit du site et des descentes de charges attendues au droit des nouveaux appuis, les fondations pourront être superficielles et constituées de **semelles isolées / filantes**.

Ces fondations seront ancrées de 0,5 m au sein des Alluvions (C1) reconnues à partir de 0,5 à 0,7 m/TN et devra respecter un encastrement minimum de 0,8 m/Terrain extérieur fini compte tenu de la sensibilité moyenne du site vis-à-vis du phénomène de retrait gonflement des argiles.

Il conviendra d'apporter une attention particulière à la nature des matériaux présents en fond de fouille. Nous recommandons de prévoir la purge systématique des éventuels horizons remblayés, décomprimés et/ou remaniés par les engins de chantier.

5.5.2 Zone de mitoyenneté

Dans le cas de mitoyens au projet *et/ou* et de niveaux bas projetés à des cotes différentes, la réalisation des fondations superficielles devra respecter les règles de mitoyennetés en rigueur (NFP 94-261) :

- Respect d'une pente maximale de 3 Horizontal / 2 Vertical entre les arrêtes inférieures des fondations voisines, afin d'éviter toute transmission d'efforts parasites ;
- Descendre les fondations voisines à la même cote.

5.5.3 Descentes de charges

On rappelle les descentes de charges correspondant aux nouveaux appuis : 16 à 77 kN (1,6 à 7,8 t) par appui ponctuel aux ELS et 23 à 113 kN (2,3 à 11,5 t) par appui ponctuel aux ELU.

Numéro de la fondation	Charge permanente [kN]	Charge d'exploitation [kN]	ELS CAR [kN]	ELU STR [kN]
1	10	42	52	76
2	16	61	77	113
6	9	35	44	64
7	16	53	70	102
11	4	12	16	23
12	11	42	53	78
13	6	27	33	49
14	4	22	25	37

Tableau 3 : Descentes de charges fournies par le BET Structure [9]

5.5.4 Ebauche dimensionnelle des fondations

5.5.4.1 Rappel de la capacité portante du sol de fondation

Sol d'ancrage	Classe de sol	k_p	P_{le}^* [MPa]	i_δ	i_β	q_{net} [MPa]
Alluvions (1)	Argile et limon	0,8	0,48	1,0	1,0	0,38

Tableau 18 : Capacité portante des fondations

On rappelle la capacité portante des Alluvions (1), sous charge verticale centrée, qui est de $Q_{ELS} = 139 \text{ kPa}$ (13,9 t/m²) et de $Q_{ELU} = 229 \text{ kPa}$ (22,9 t/m²).

5.5.4.2 Géométrie de semelle, vérification au poinçonnement et tassements

Nous proposons dans les tableaux suivants un exemple géométrie de semelle optimisé pour reprendre les descentes de charges de chaque appui :

Numéro de la fondation	Descentes de Charges		Dimensions semelles		Capacité portante semelle		Tassements [mm]
	ELS CAR [kN]	ELU STR [kN]	Largeur [m]	Longueur [m]	ELS	ELU	
1	52	76	1,0	1,0	139	229	< 5
2	77	113	1,0	1,0	139	229	< 5
6	44	64	0,6	0,6	50	82	< 5
7	70	102	1,0	1,0	139	229	< 5
11	16	23	0,6	0,6	50	82	< 5
12	53	78	1,0	1,0	139	229	< 5
13	33	49	0,6	0,6	50	82	< 5
14	25	37	0,6	0,6	50	82	< 5

Tableau 20 : Dimensionnement des fondations isolées, vérification et calcul des tassements

Pour les dimensions de fondations considérées, les tassements absolus seront inférieurs à 5 mm. La compatibilité des tassements avec les tolérances de déformations de la structure sera confirmée par la Maitrise d'Ouvrage.

Nota : ces estimations de tassements ne sont valables que pour des fondations coulées pleine fouille, avec une assise homogène et propre. Dans le cas contraire, des tassements supplémentaires pourraient s'opérer.

5.5.4.3 Distorsion

Une rotation relative maximale de 1/500 (2,0 mm/m) est en général acceptable pour la majorité des structures.

En première approche, en considérant un maillage des fondations compris entre 5,0 m et 7,5 m, le tassement différentiel à ne pas dépasser entre deux appuis sera de 1,0 cm pour des appuis espacés tous les 5,0 m et 1,5 cm pour des appuis espacés tous les 7,5 m.

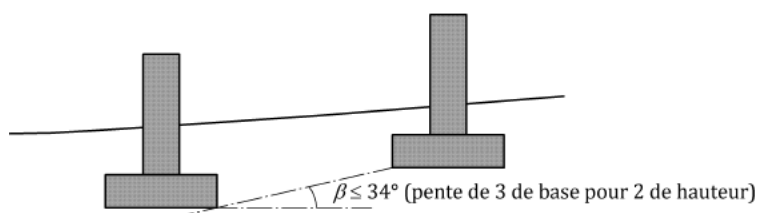
En l'absence de plan de coffrage à l'échelle, il est impossible de vérifier la distorsion. Il conviendra de s'assurer que la distorsion est respectée en phase EXE.

Le BET Structure du projet devra se prononcer sur l'admissibilité des tassements.

5.5.5 Sujétions d'exécution des fondations superficielles

L'exécution des fondations superficielles sera conforme à la norme NF P 94-261 et tiendra compte notamment des sujétions suivantes :

- L'homogénéité des fonds de fouille sera soigneusement contrôlée, les terrains remaniés par des engins de chantier seront purgés et remplacés par du gros béton ;
- En cas de surépaisseur de remblais (C0), ces terrains seront purgés et substitués par un gros béton ;
- Des éléments indurés (vestiges anthropiques, blocs, etc.) sont susceptibles d'être rencontrés lors des terrassements. Ces éléments pourront nécessiter l'emploi d'outil adapté (BRH) et seront évacués puis comblés par un gros béton ;
- Les fondations seront coulées sur un fond de fouille sec et homogène. En cas d'interception de la nappe ou de circulations superficielles, ces eaux seront évacuées au moyen d'un système d'épuisement adapté ;
- Le coulage du béton sera réalisé immédiatement après l'ouverture des fouilles afin d'éviter toute altération des parois et de l'assise ;
- La classe d'agressivité des bétons constitutifs des fondations sera définie au moyen d'essais de laboratoire ;
- Les fondations voisines devront respecter une pente maximale de 3 Horizontal / 2 Vertical, afin d'éviter toute transmission d'efforts parasites. Dans le cas où l'environnement ne permet pas le respect de cette règle, les fondations seront descendues à la même altimétrie.



5.6 Incertitudes géotechniques résiduelles

A ce stade de l'étude, il existe encore des incertitudes géotechniques :

- La présence de surépaisseurs de remblais au droit de la zone d'étude est toujours possible. Des investigations complémentaires pourront être réalisées afin de circonscrire l'épaisseur de ces remblais ;
- Dans le cadre d'une approche sécuritaire, notre analyse est basée sur la plus petite largeur de fondation reconnue. Des largeurs différentes pourront être rencontrées et pourraient avoir une incidence sur nos conclusions.

Ces incertitudes peuvent avoir une incidence importante sur le coût final des ouvrages géotechniques. Il conviendra d'en tenir compte lors de la mise au point du projet et la rédaction du DCE.

L'Entreprise prévoira, au titre de sa mission G3, toutes les investigations qu'elle estime nécessaire pour la bonne exécution de ses travaux.

La description des missions d'ingénierie géotechnique selon la norme NF P94-500 ainsi que leur enchainement sont présentés en annexes de ce rapport. SEMOFI se tient à la disposition de tous les intervenants pour réaliser toutes ou parties de ces missions.

L'Ingénieur chargé de l'étude

Alexandre LEVEQUE

ANNEXES

ANNEXE 1 PLAN DE LOCALISATION

ANNEXE 2 PLANS D'IMPLANTATIONS DES INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES DES CAMPAGNES SEMOFI, FONDASOL ET SUD-GEOTECHNIQUE

ANNEXE 3 COUPES ET ENREGISTREMENTS DES SONDAGES ET ESSAIS REALISES PAR FONDASOL ET SUD-GEOTECHNIQUE

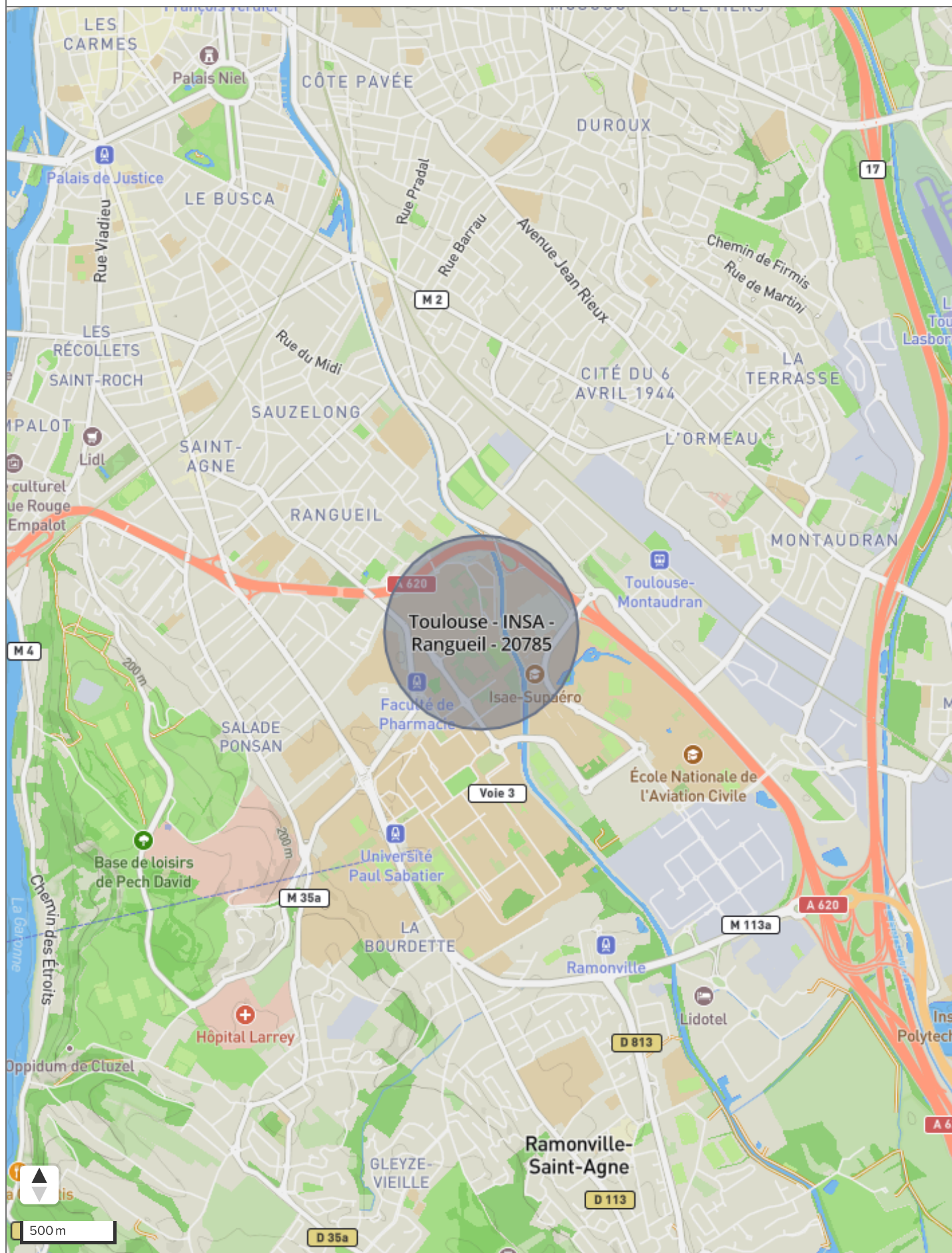
ANNEXE 4 COUPES DES RECONNAISSANCES DE FONDATIONS DES CAMPAGNES SEMOFI, FONDASOL ET SUD-GEOTECHNIQUE

ANNEXE 5 RESULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE DE LA CAMPAGNE DE FONDASOL

ANNEXE 6 CLASSIFICATION DES MISSIONS GEOTECHNIQUES TYPES

ANNEXE 1 Plan de localisation

PLAN DE LOCALISATION

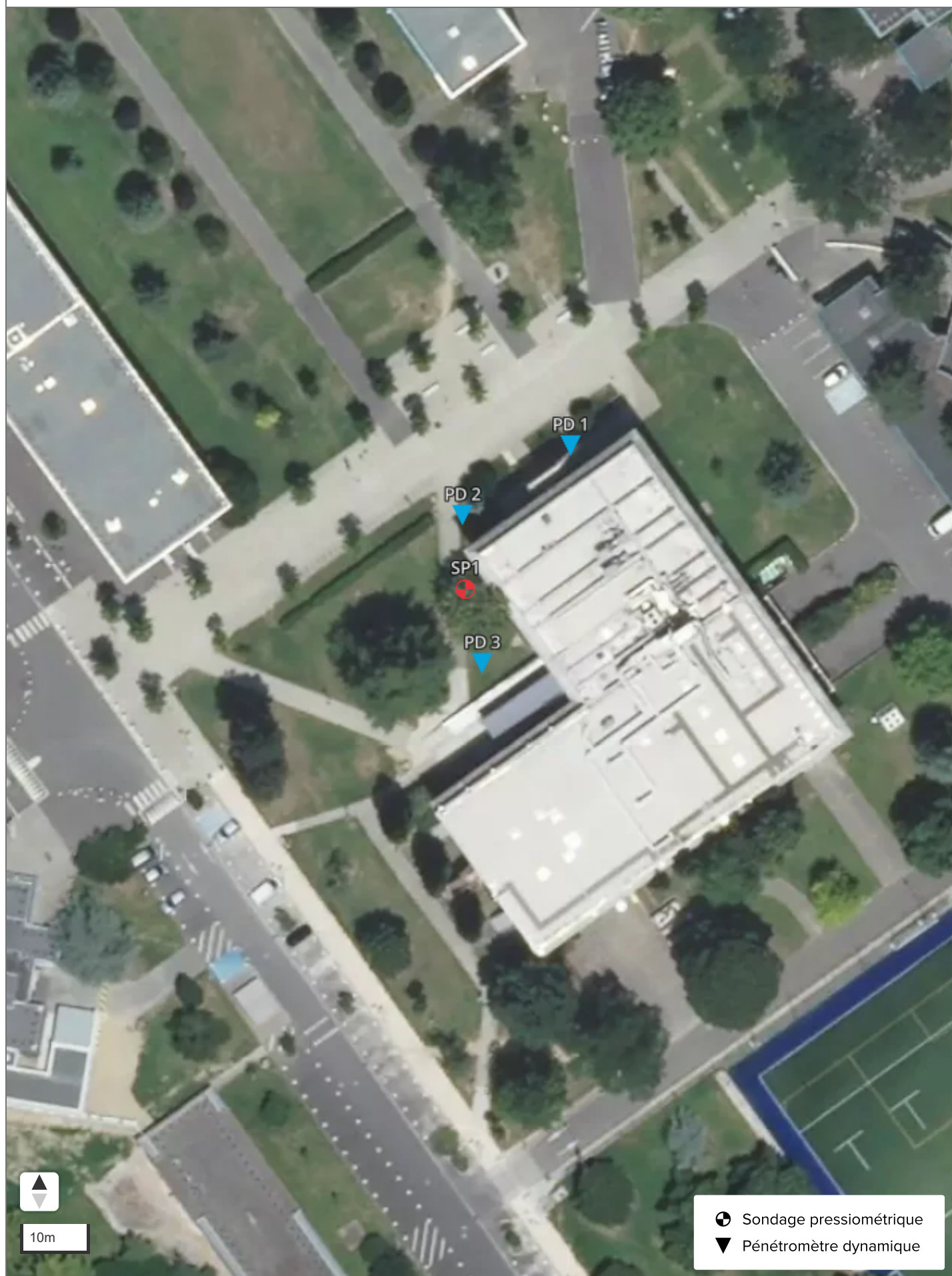


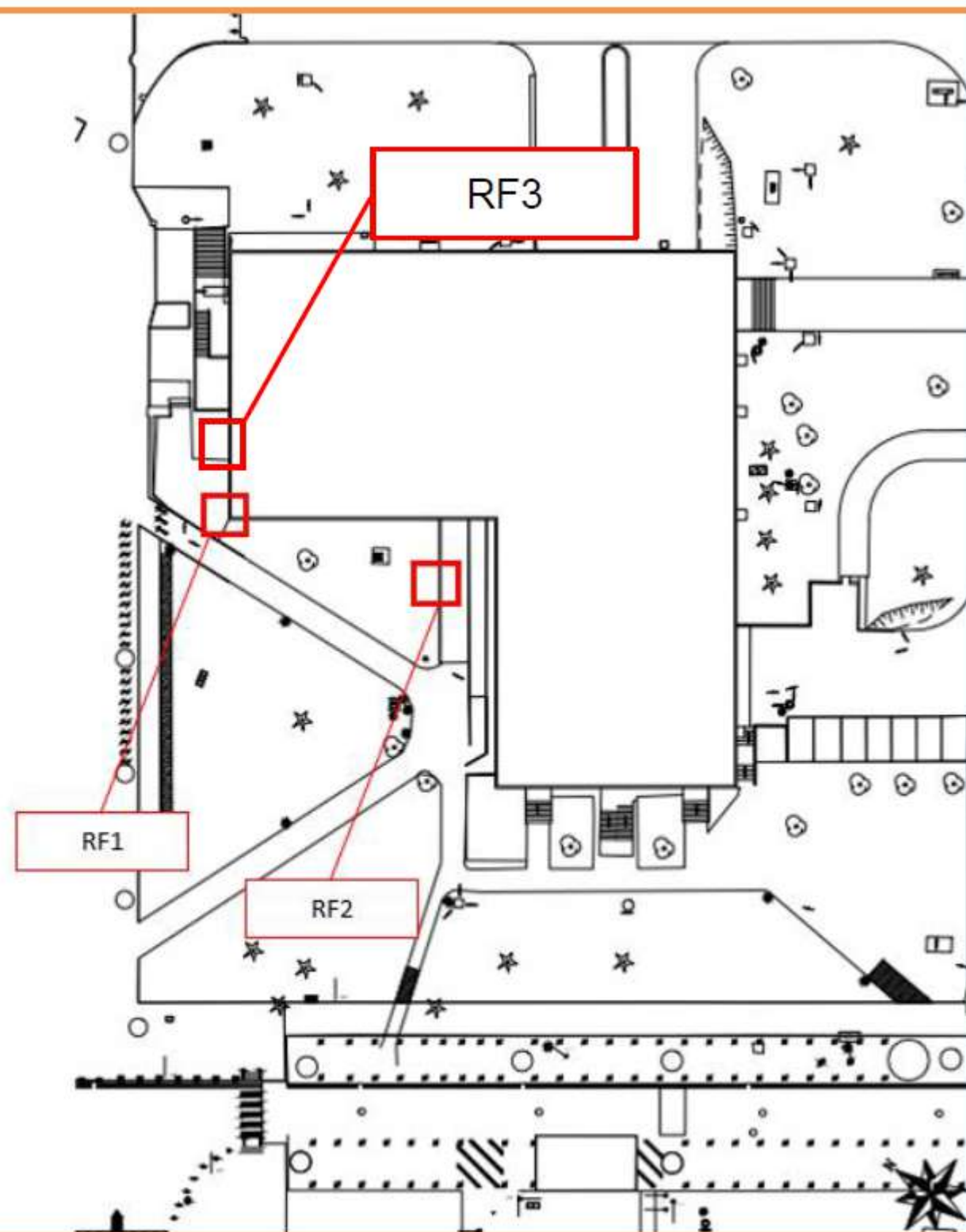
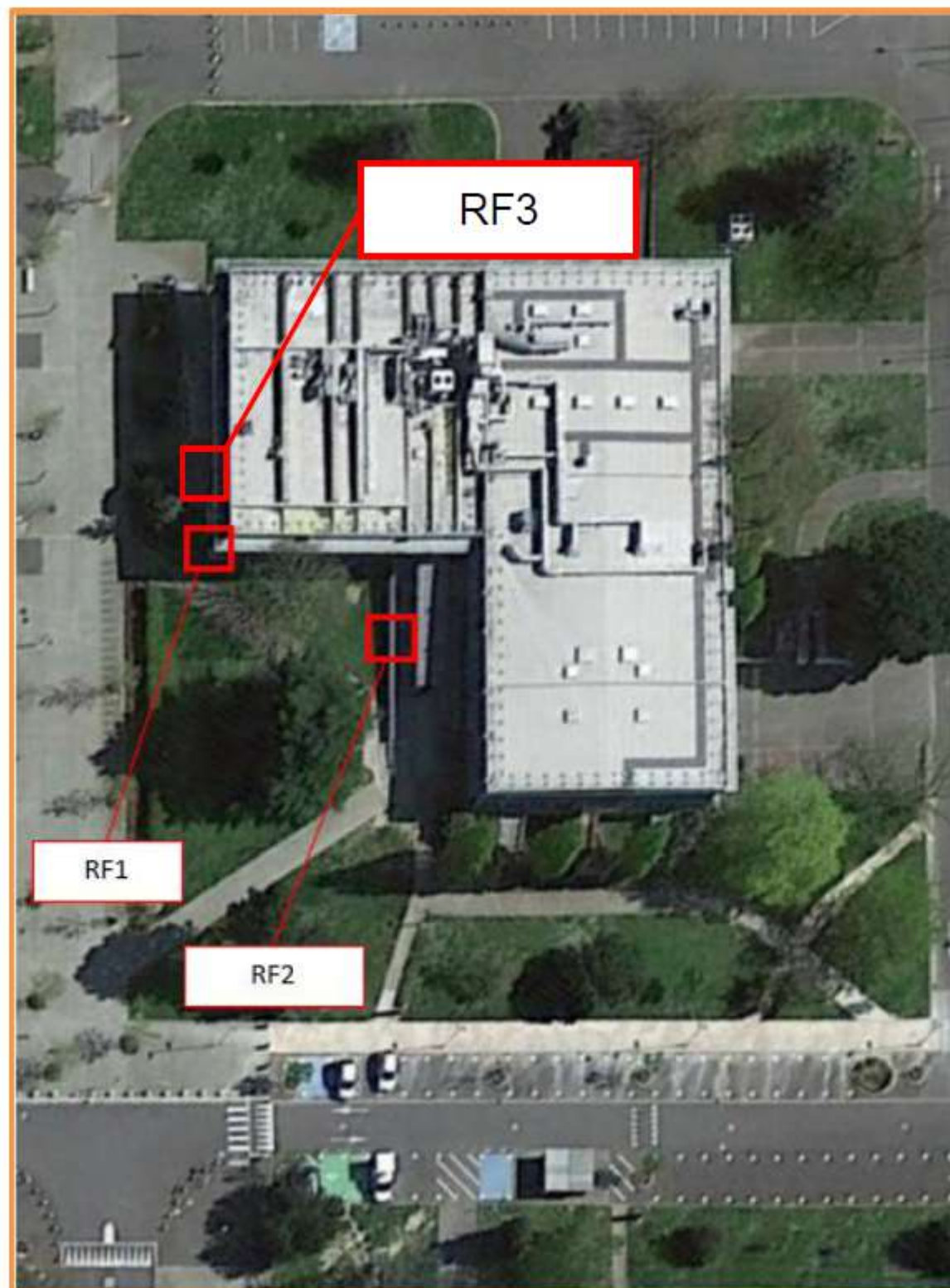
ANNEXE 2 Plans d'implantations des investigations géotechniques des campagnes SEMOFI, Fondasol et Sud-Géotechnique

PLAN D'IMPLANTATION



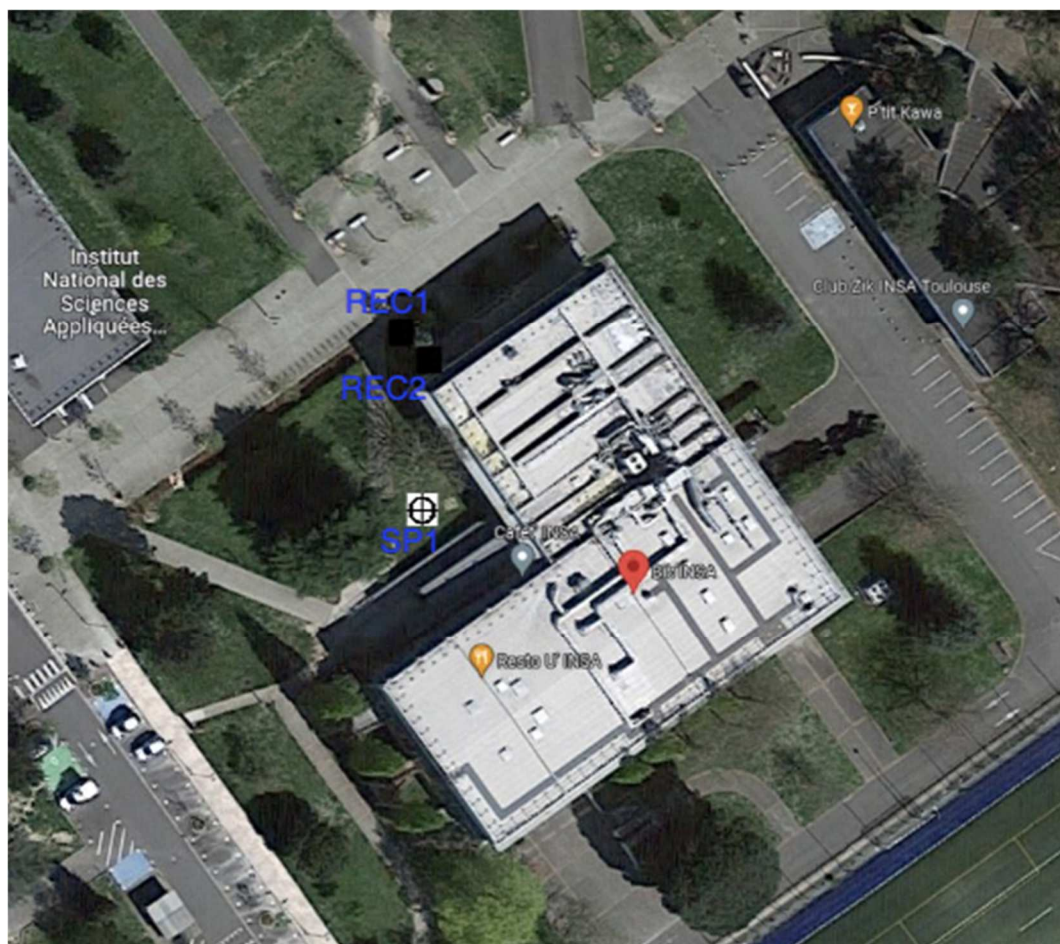
PLAN D'IMPLANTATION





Implantation des reconnaissances de fondations

ANNEXE 2 - IMPLANTATION DES SONDAGES

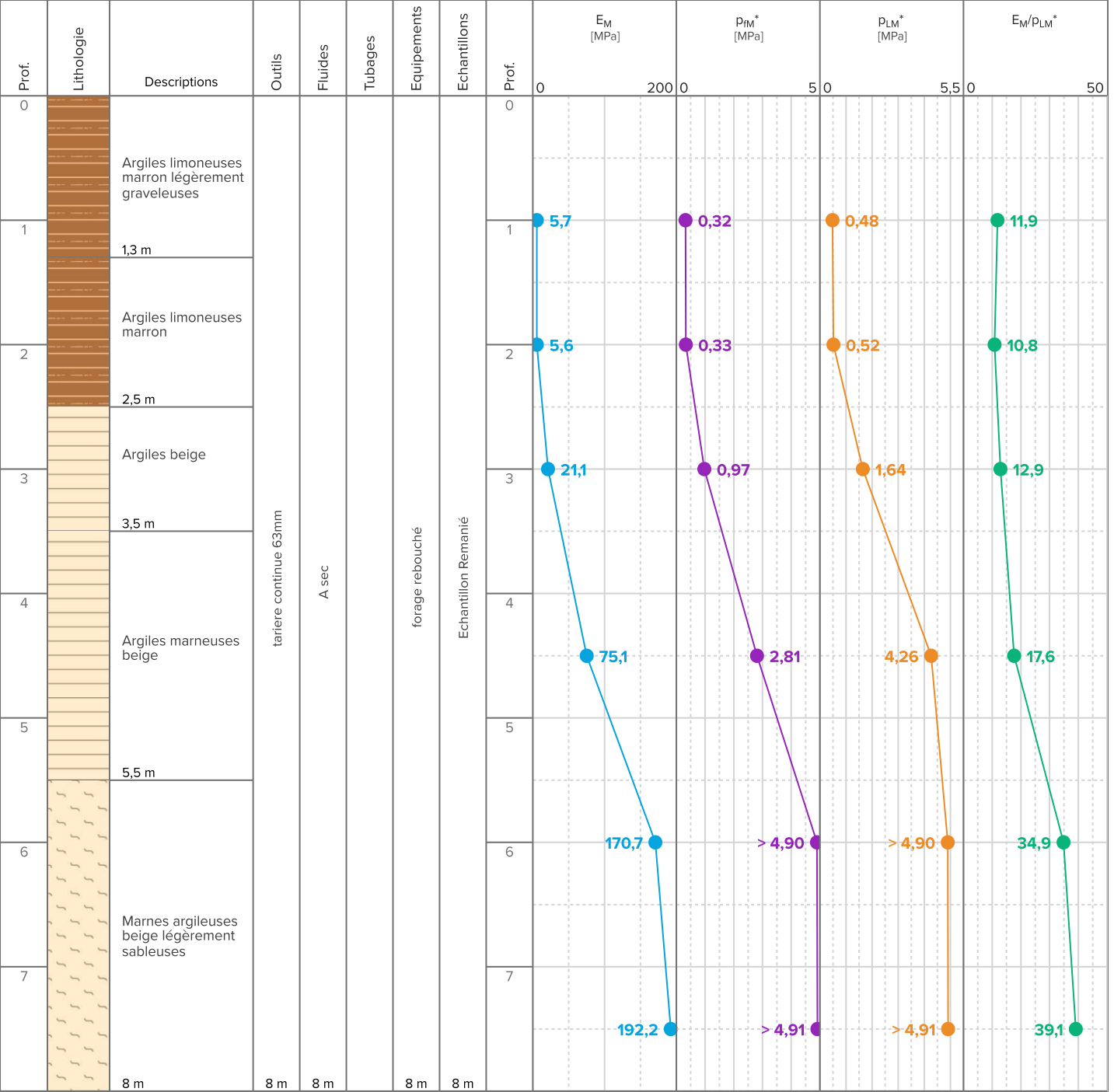


- Légende :
- ▲ Sondage pénétrométrique (PD)
 - ▣ Fouille à la pelle (PM)
 - ⊕ Essai de perméabilité (EP)
 - Reconnaissance de fondation (REC)
 - Sondage tarière (ST)
 - ⊗ Sondage pressiométrique (SP)
 - ⊙ Sondage carotté (SC)

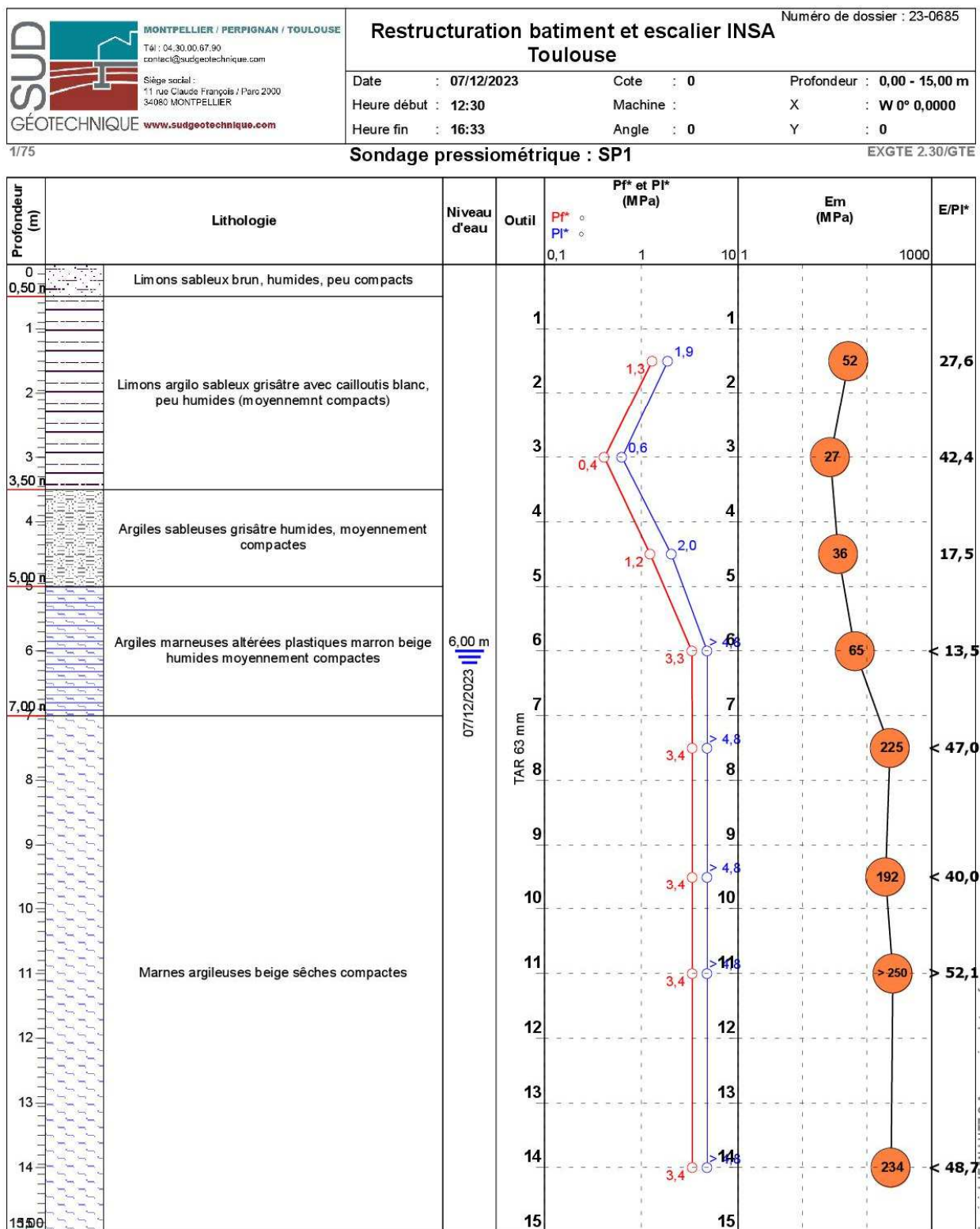
ANNEXE 3 Coupes et enregistrements des sondages et essais réalisés par Fondasol et Sud-Géotechnique

SP1	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Niveau d'eau		
	1,468557012	43,570145106	WGS 84		<input checked="" type="checkbox"/> Néant	<input type="checkbox"/> Non mesuré	<input type="checkbox"/> En cours de forage
	Élévation	Nivellement	Angle	Prof. atteinte	<input type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec		
	Non renseigné	Non renseigné	0,0°	8,0 m			

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SP1	Non renseigné	21/02/2023	21/02/2023	FL40.17	AMMAR YASSIN



ANNEXE 4 - RESULTATS DU SONDAGE PRESSIOMETRIQUES



ANNEXE 4 Coupes des reconnaissances de fondations des campagnes SEMOFI, Fondasol et Sud-Géotechnique

FOUILLE DE RECONNAISSANCE DE FONDATION

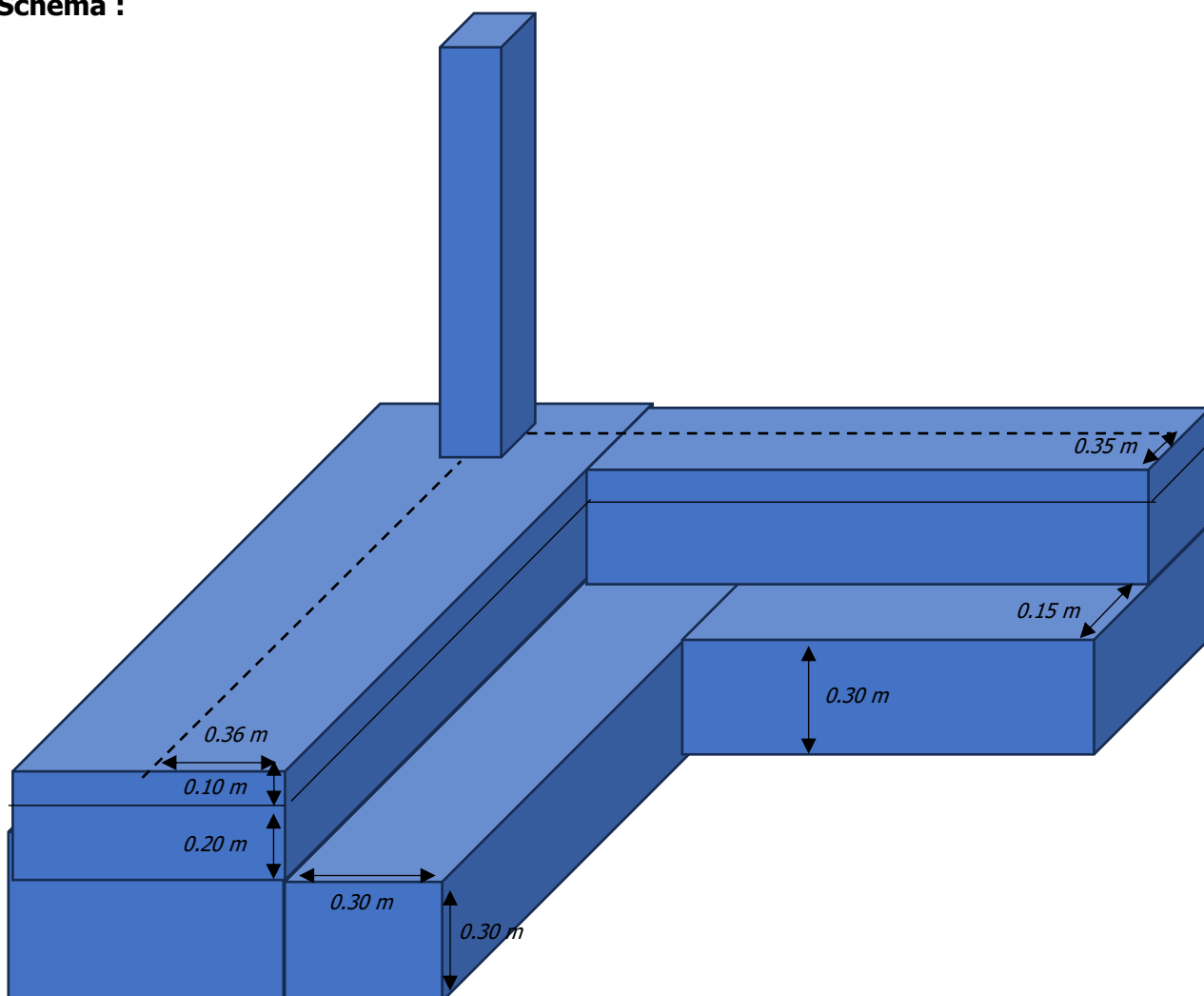
Etude de faisabilité de reprise des fondations d'un escalier

TOULOUSE (31)

Sondage : ☒ manuel ☐ pelle mécanique ☐ autre :

N° : F1

Schéma :



Photos :



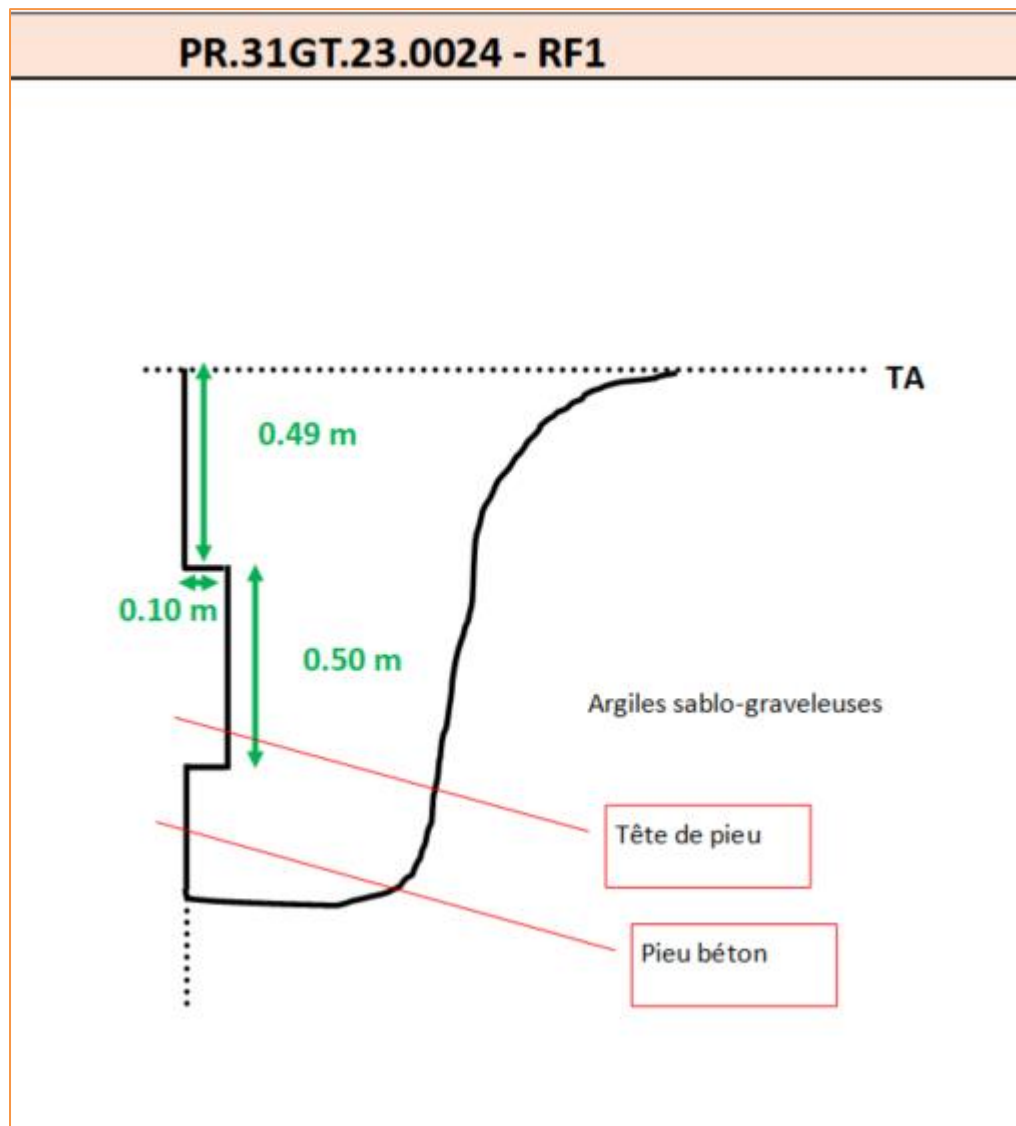
SÉMOFI

565 rue des Vœux Saint Georges
94290 VILLENEUVE-LE-ROI
Tel : 01 49 61 11 88
Fax : 01 49 68 11 99

Dossier	Ind.	Date	Etabli par
C25-20785	A.	21/02/2025	ALV
Client : INSA			

- Présence d'une tête de pieu à 0.49 m de profondeur/TA de dimensions 1m x 0.50 m (Hauteur) avec un débord de 0.10m par rapport à la verticale du mur ;
- Présence d'un pieu béton à partir de 0.99 m de profondeur/TA ;
- Sol d'ancrage de la tête de pieu : Argiles sablo-graveleuses ;
- Aucune arrivée d'eau n'est survenue durant notre intervention ;

Le sondage réalisé n'a pas permis de déterminer la cote de base ainsi que le sol d'ancrage de ce pieu. **Au stade G2 PRO il conviendra de réaliser des reconnaissances complémentaires afin de déterminer la base des pieux existants.**





Photographie de la RFI (14/02/2023)



Photographie de la RFI (14/02/2023)

RF2

La reconnaissance RF2 a été réalisée au droit de la rampe d'accès au bâtiment existant.

Ce sondage de reconnaissance RF2 a permis de mettre en évidence les points suivants :

- Débord : 0.30 m par rapport à la verticale du mur ;
- Ancrage de la fondation béton : environ 1.20m/TA ;
- Sol d'ancrage : Argiles sablo-graveleuses ;

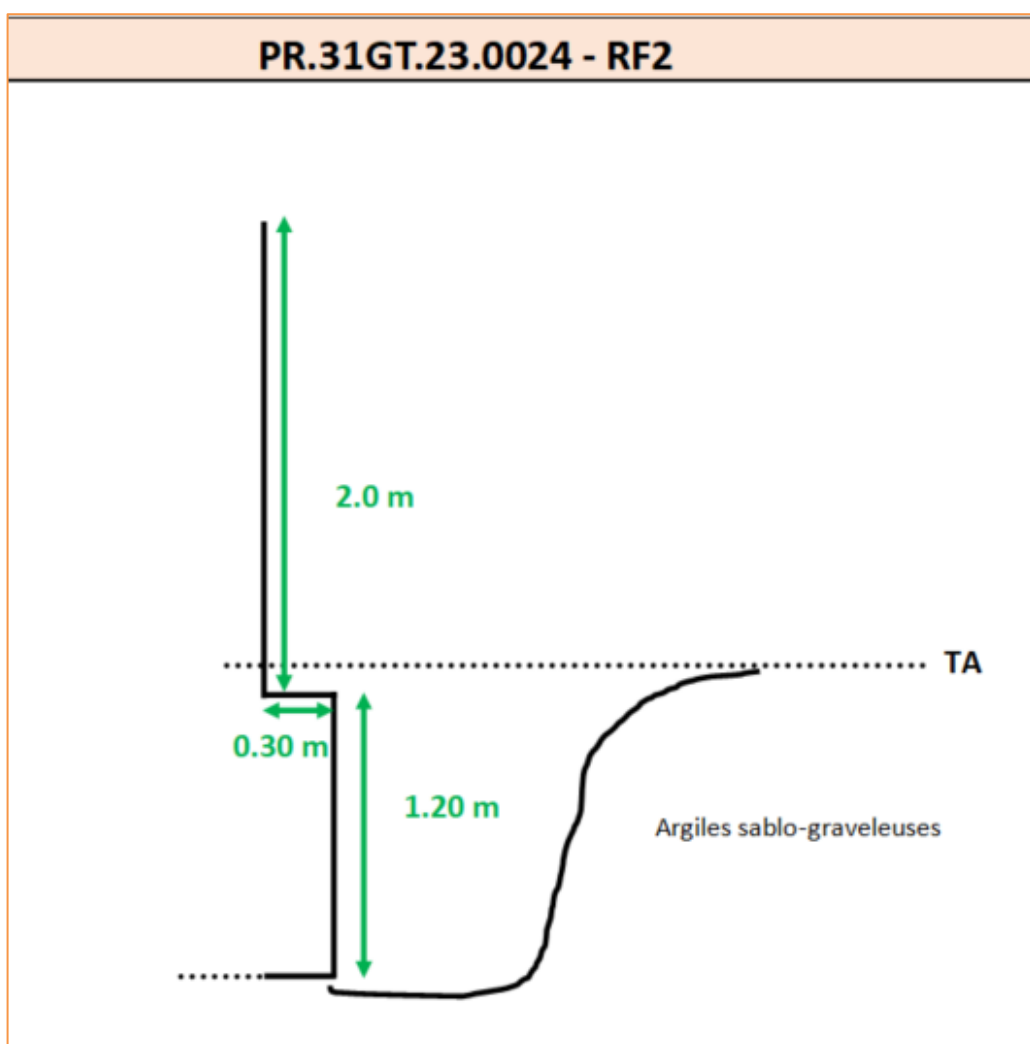


Schéma de la reconnaissance RF2



Photographie de la RF2 (14/02/2023)

RF3

La reconnaissance RF3 a été réalisée au droit d'un poteau localisé au niveau de la façade Nord du bâtiment existant. Ce dernier repose sur une dalle béton.

Ce sondage de reconnaissance RF3 a permis de mettre en évidence les points suivants :

- Débord : 0.85 m par rapport à la dalle béton ;
- Profondeur d'ancrage : 0.95 m /TA ;
- Sol d'ancrage : Argiles sablo-graveleuses ;

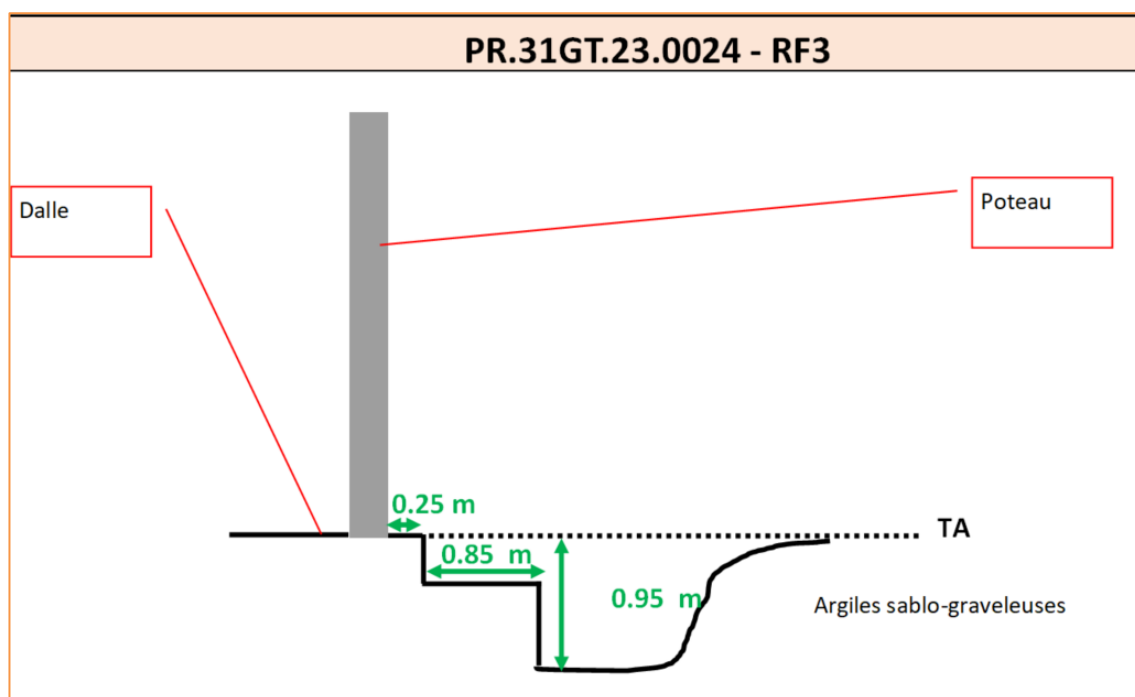


Schéma de la reconnaissance RF3

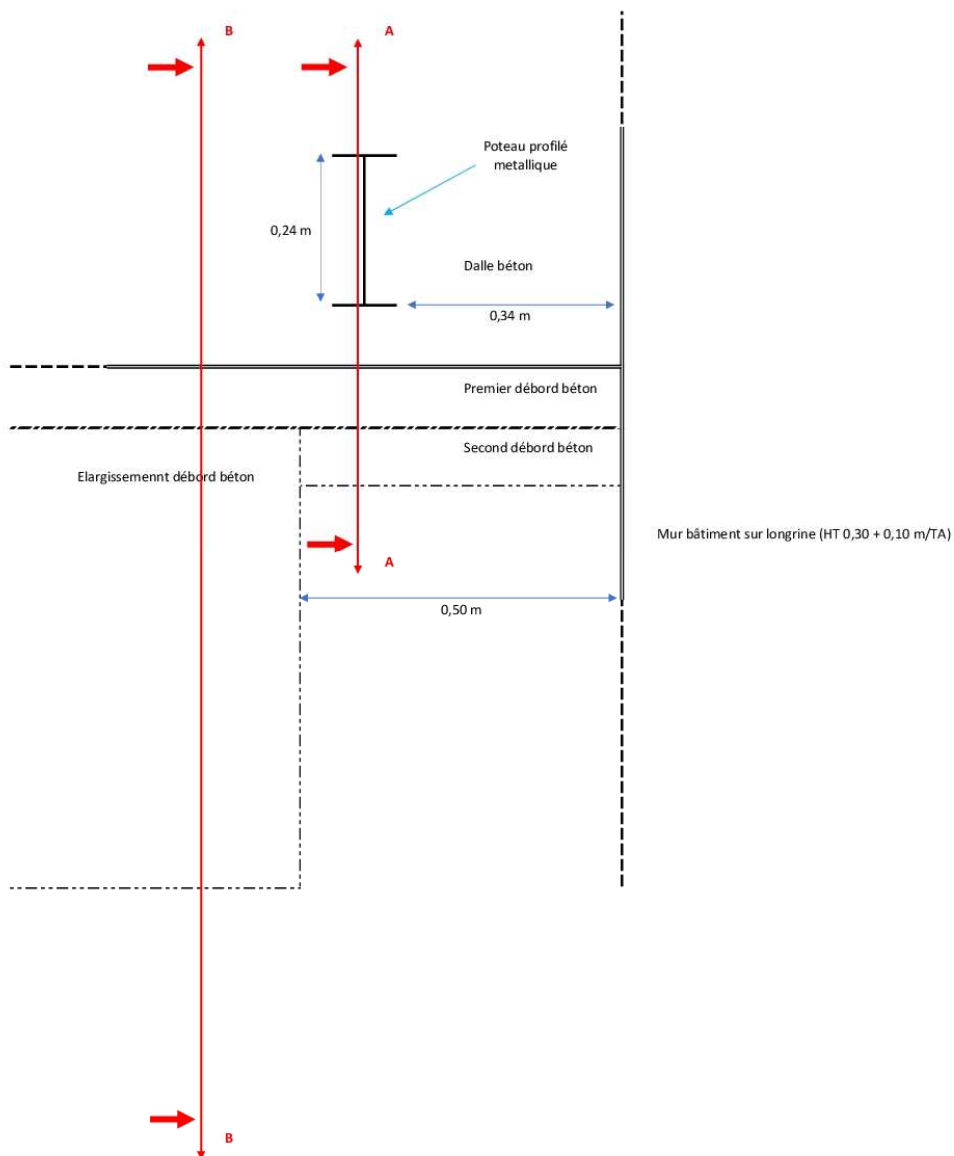


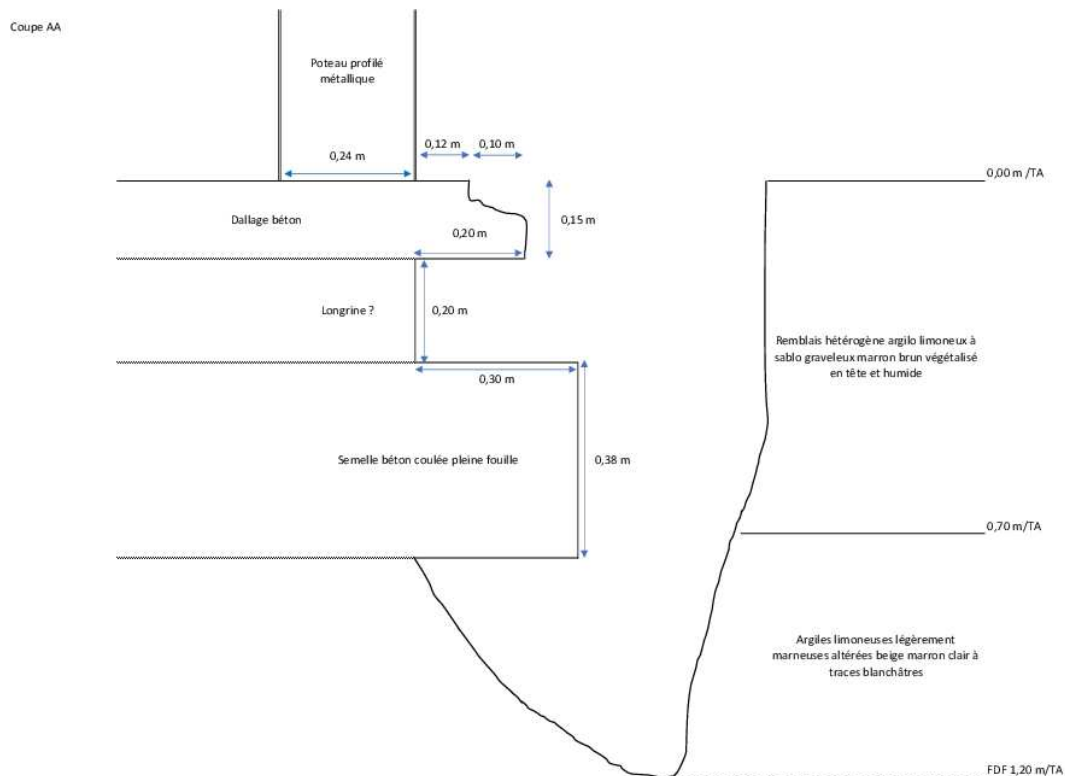
Photographie de la RF3(14/02/2023)

Les différentes reconnaissances effectuées ont mis en évidence la présence de plusieurs systèmes de fondation au droit du bâtiment existant. **Au stade G2 PRO il conviendra de réaliser des reconnaissances complémentaires afin de préciser l'ensemble des systèmes de fondation existants.**

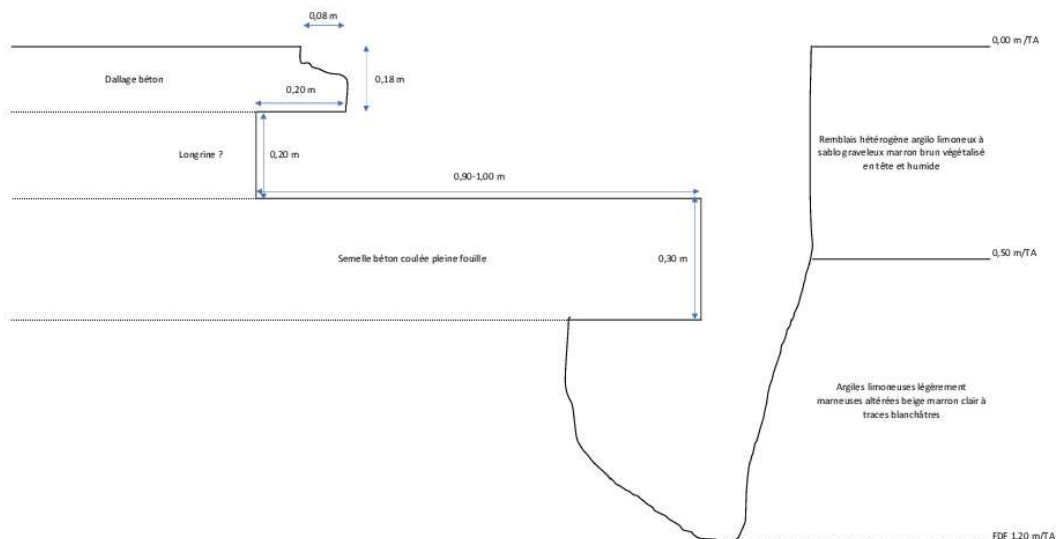
ANNEXE 3 - RESULTATS DES RECONNAISSANCES DE FONDATION

REC1

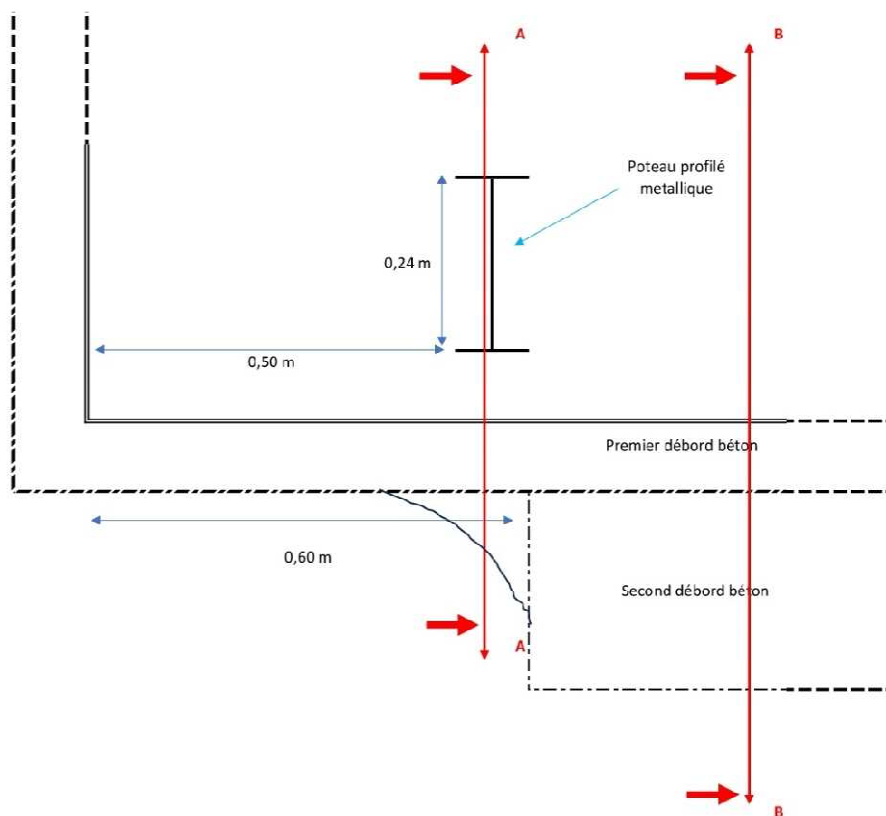




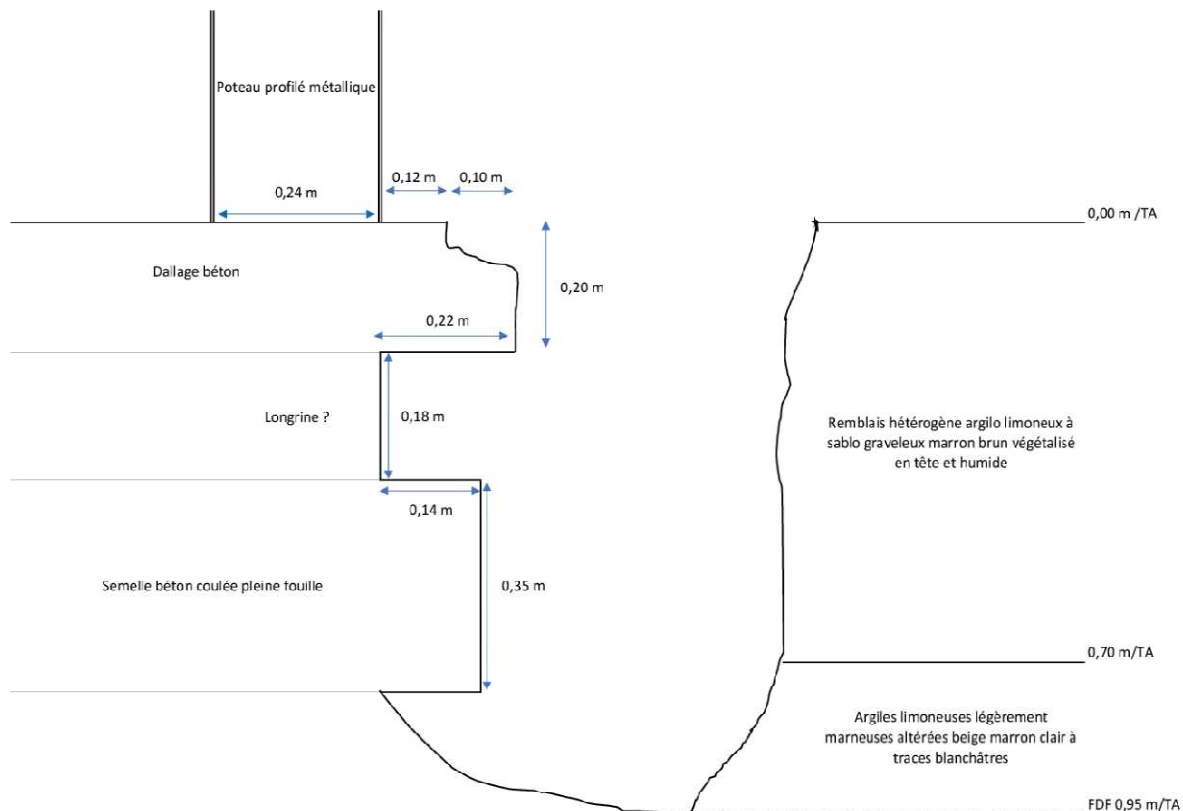
Coupe BB



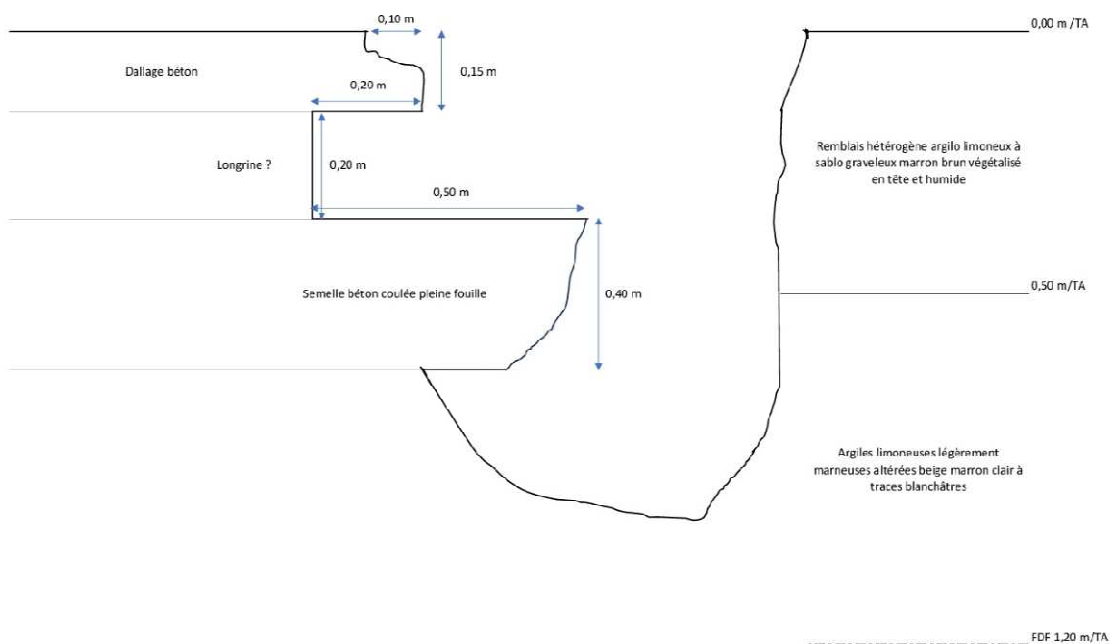
REC2



Coupe AA



Coupe BB



ANNEXE 5 Résultats des essais de laboratoire de la campagne de Fondasol

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire :	Projet de terrasse INSA		
N° d'affaire :	31GT.23.0024	Laboratoire :	TOULOUSE

Quantité de matériau Normalisée: non

Sondage : RF1 **Date de prélèvement :** 14/02/2023

Profondeur (m) : 1.00 à 1.00 **Date de réception :** 16/02/2023

Cote (m) : à **Mode de prélèvement :** Fouille manuelle

Profondeur moyenne : 1.00 m

Nature matériau : Argile graveleuse marron **Étuve (°C)**

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)	
Date de l'essai :	20/02/2023
Observations :	Résultat :
	Teneur en eau :
	w_n = 15.1 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU	
Date de l'essai :	
Conditions :	Résultats :
Conditions de conservations :	ρ = t/m ³
Conditions de préparation :	Autres paramètres :
Température de la salle d'essai :	ρ_d = t/m ³
	γ = kN/m ³
Observations :	γ_d = kN/m ³

LIMITES D'ATTERBERG																
Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)																
Limite de liquidité W_L:	Date de l'essai :															
<table border="1"> <tr><td>Mesure N°</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>Enfoncement (mm)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>w (%) (NF P 94-050)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	4	Enfoncement (mm)					w (%) (NF P 94-050)					
Mesure N°	1	2	3	4												
Enfoncement (mm)																
w (%) (NF P 94-050)																
Limite de plasticité W_p :	Résultats :															
<table border="1"> <tr><td>Mesure N°</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>w (%) (NF P 94-050)</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	Mesure N°	1	2	3	w (%) (NF P 94-050)				W_L = %							
Mesure N°	1	2	3													
w (%) (NF P 94-050)																
	W_p = %															
Observations :	I_p =															

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)	
Date de l'essai :	21/02/2023
	Fraction 0/5mm dans la fraction
	Proportion : C = 88.08
Observations :	Résultat :
	Valeur de bleu du sol :
	VBS = 2.56

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

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

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

Nom de l'affaire :

Projet de terrasse INSA

N° d'affaire :

31GT.23.0024

Laboratoire : TOULOUSE

Quantité de matériau Normalisée:

non

Sondage : RF1

Date d'essai de prélèvement :

14/02/2023

Profondeur (m) 1.00 à 1.00 m

Date de réception :

16/02/2023

Cote (m) : à m

Mode de prélèvement :

Fouille manuelle

Profondeur moyenne : 1 m

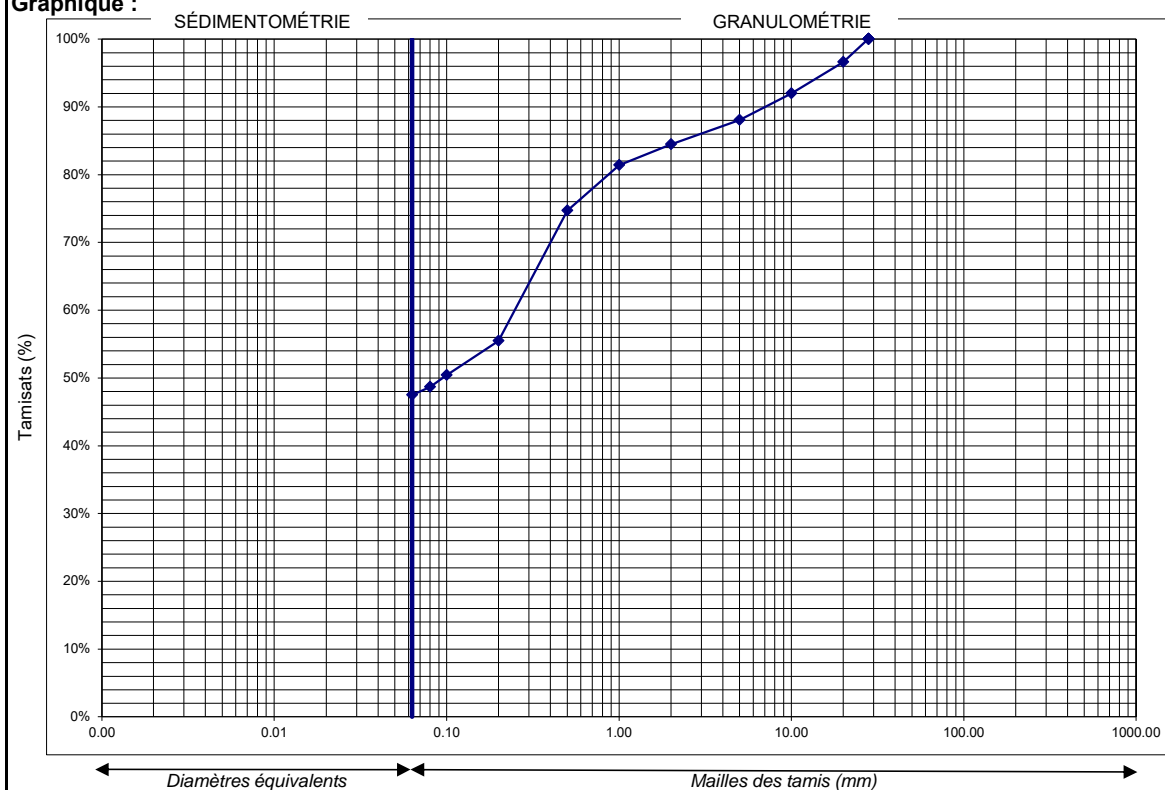
Date d'essai :

28/02/2023

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :

Classification NF P 11-300 :	A2	Nature du sol selon Classification granulométrique	argile sablo graveleuse
Nature du sol :	Argile graveleuse marron	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum :	% estimé d'éléments > d _m
% de passant à :			Température d'étuvage : 105°C
50 mm = 100.00%	2 mm = 84.46%		Plus gros élément
20 mm = 96.61%	80 µm = 48.67%		
5 mm = 88.08%	63 µm = 47.49%	dm = 31.5 mm	Dmax = 28 mm

Graphique :



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

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Résultats :

Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	100.00	100.00	100.00	100.00	96.61	91.99	88.08	84.46	81.39	74.70	55.47	50.44	48.67	47.49
Refus %					3.39	8.01	11.92	15.54	18.61	25.30	44.53	49.56	51.33	52.51

Observations :

ANNEXE 6 Classification des missions géotechniques types

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) 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 préliminaire, esquisse, APS	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 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	Fonction 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	Étude géotechnique 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)	EXE/VISA	À la charge de l'entreprise	À la charge du Maître d'Ouvrage	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
		Étude et 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)			Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (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		
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