

Maître d'ouvrage : UNIVERISITE PARIS 8
Intitulé du projet : RENOVATION DE LA PASSERELLE EXTERIEURE AU SEIN DE L'UNIVERSITE PARIS 8
Adresse du projet : 2 rue de la Liberté, 93200 SAINT-DENIS

Mission géotechnique G2PRO/G5
Référence du dossier AF.2024.11.098 (AF.2023.03.034) – indice C
Date 28/02/2024

Rédacteur	Contrôleur	Nombre de pages
M. OULD AMARA	M. ARIS	21



ISROG : Géotechnique, Environnement et hydrogéologie

Nos bureaux : 9 Avenue du Canada, 91940 Les Ulis.

Tél : 01 69 07 14 13 - **E-mail :** contact@isrog.fr

ISROG SAS au capital de 100.000 euros – RCS EVRY 829 862 135 - SIRET 829 862 135 00037 - APE 7112B

SOMMAIRE

1	GENERALITES	3
2	DOCUMENTS MIS A NOTRE DISPOSITION.....	3
3	CARACTERISTIQUES DU SITE ET DU PROJET	3
4	CONTEXTE GEOLOGIQUE DU SITE	4
5	ENQUETE DOCUMENTAIRE.....	4
6	PROGRAMME DE RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE	6
7	SYNTHESE DES DONNEES GEOTECHNIQUE.....	6
7.1	Résultats des essais pressiométriques	6
7.2	Reconnaissance des fondations existantes	8
	FIGURE 4 : RECONNAISSANCES DES FONDATIONS	9
8	NIVEAUX D'EAU	10
9	APPUIS DE LA PASSERELLE	11
10	FONDATIONS DE L'ASCENSSEUR :	13
10.1	Définitions des fondations.....	13
10.2	Règlements utilisés	13
10.3	Paramètre de dimensionnement	13
10.4	Ebauche dimensionnelle.....	14
10.5	Recommandions d'exécution des fondations profondes	14
10.6	Sujétions de conception et d'exécution des fondations profondes.....	15
11	SUITE A DONNER A CETTE ETUDE	15
	ANNEXES	19
	IMPLANTATION DES SONDAGES	20
	FICHE SYNTHÉTIQUE DU SONDAGE.....	21

1 GENERALITES

Dans le cadre d'un projet de rénovation de la passerelle extérieure et d'installation d'un futur ascenseur au sein de l'université Paris 8, le présent document a été établi à la demande et pour le compte de l'Université PARIS 8. Il s'agit des missions géotechniques de type G2PRO et G5 (mission géotechnique de conception phase projet, et de diagnostic géotechnique), selon la classification normalisée des missions Géotechniques (Norme NF P 94-500 de novembre 2013 Cf. Annexe).

Par ces investigations afférentes et conformément au cahier de charge de KAIRN (missions normalisées G2PRO/G5 suivant NF P 94-500 ; cf. : annexes au rapport), il nous a été demandé de :

- Identifier les risques géologiques à travers une étude documentaire ; Faire une synthèse du modèle géotechnique (formations, caractéristiques géomécaniques);
- Déterminer la nature du sol en place et ses caractéristiques pressiométriques ;
- Un avis sur la capacité portante des sols d'assise dans le cas des fondations neuves et existantes dans le cas de fondations superficielles
- Les paramètres de dimensionnement de reprises en sous-œuvre ou de fondations d'ouvrage neufs.
- Prédimensionnement des fondations de l'ascenseur.

2 DOCUMENTS MIS A NOTRE DISPOSITION

Cahier de charge du KAIRN, Réf. D-15-TS-AC du 13/11/2024.

3 CARACTERISTIQUES DU SITE ET DU PROJET

Le terrain faisant l'objet de notre étude est situé sur la commune SAINT-DENIS (93), au 2 rue de la Liberté. Topographiquement, la parcelle du projet devrait se situer, à une cote altimétrique voisine de $\approx 35/37$ m NGF d'après Géoportail. Le projet prévoit la rénovation de la passerelle extérieure.

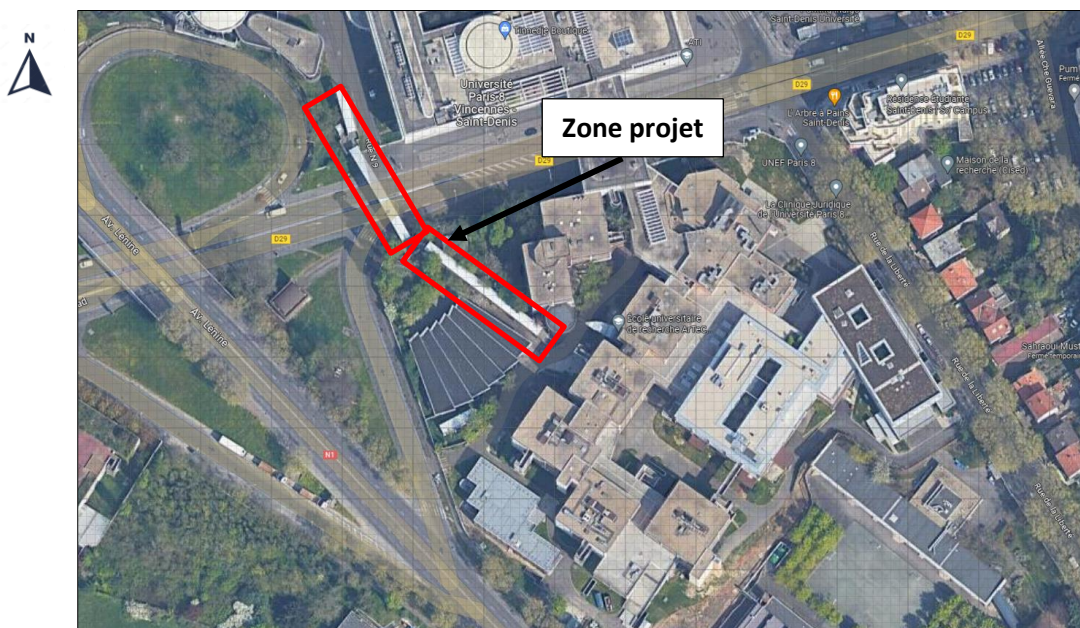


Figure 1: Photographie aérienne de la zone projet-Source Géoportail

4 CONTEXTE GEOLOGIQUE DU SITE

D'après la feuille géologique BRGM au 1/50000 et d'après nos données d'archives, les formations rencontrées sont :

- Remblais et terrains de recouvrement,
- Alluvions Anciennes résiduels,
- Marnes et Sables Infragypseux indifférenciés,
- Marno-calcaire de St-Ouen,
- Sables de Beauchamp.

5 ENQUETE DOCUMENTAIRE

- [Risque sismique](#)

Le terrain se situe en une **zone I de sismicité**. L'aléa sismique associé à cette zone est qualifié de **très faible**.

- [Risque de retrait-gonflements des argileux](#)

Le projet se trouve en zone **d'aléa moyen** vis-à-vis des risques de retrait-gonflements des argiles d'après le BRGM.

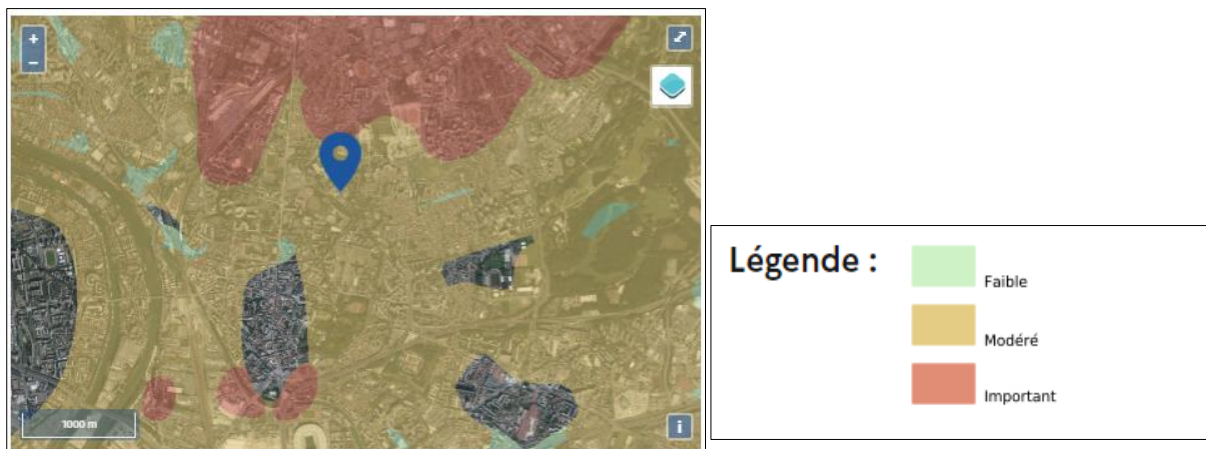


Figure 2 : Extrait de la carte risques de retrait gonflement du secteur -Source infoterre

- Risque d'inondation

En nous référant aux informations fournies par Géorisques, le site se trouve dans une commune soumise à un risque important d'inondation.

Information historique des inondations

Code NOR	Libellé	Début le	Sur le journal officiel du
INTE2204344A	Inondations et/ou Coulées de Boue	13/07/2021	13/02/2022
INTE2204344A	Inondations et/ou Coulées de Boue	04/06/2021	13/02/2022
INTE2016904A	Inondations et/ou Coulées de Boue	09/05/2020	29/07/2020
INTE1835008A	Inondations et/ou Coulées de Boue	27/07/2018	30/01/2019
INTE1820387A	Inondations et/ou Coulées de Boue	24/05/2018	15/08/2018
INTE1615488A	Inondations et/ou Coulées de Boue	28/05/2016	09/06/2016
INTE0300708A	Inondations et/ou Coulées de Boue	02/07/2003	20/12/2003
INTE0100460A	Inondations et/ou Coulées de Boue	07/07/2001	11/08/2001
INTE9900627A	Inondations et/ou Coulées de Boue	25/12/1999	30/12/1999
INTE9900346A	Inondations et/ou Coulées de Boue	30/05/1999	24/08/1999
INTE9600039A	Inondations et/ou Coulées de Boue	23/08/1995	14/02/1996
INTE9400502A	Inondations et/ou Coulées de Boue	19/07/1994	20/11/1994
INTE9200474A	Inondations et/ou Coulées de Boue	31/05/1992	17/10/1992
INTE8700362A	Inondations et/ou Coulées de Boue	24/08/1987	11/11/1987
BUDD8750068A	Inondations et/ou Coulées de Boue	06/07/1987	09/10/1987
NOR19830803	Inondations et/ou Coulées de Boue	24/06/1983	05/08/1983

- Risque de carrière souterraine

D'après la carte de l'IGC, et dissolution de gypse, le projet est en dehors d'une zone soumise.

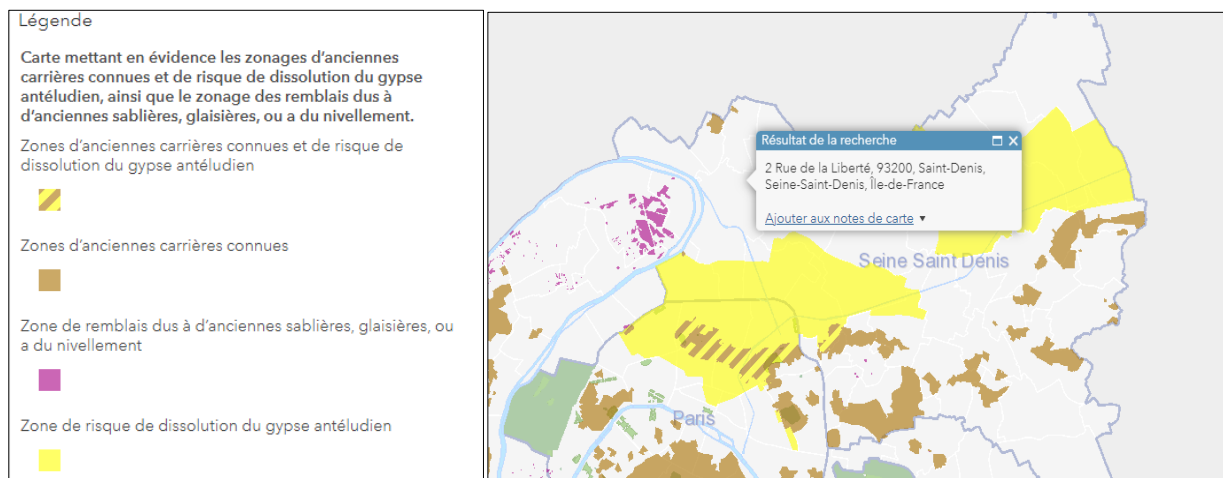


Figure 3 : Zonage carrières et dissolution de gypse- Source IGC de Paris

6 PROGRAMME DE RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE

Afin de répondre aux objectifs cités ci-avant, nous avons réalisé les investigations géotechniques suivantes :

- **1 sondage pressiométrique noté SP2 en 64 mm de diamètre, jusqu'à 20 m de profondeur ;**
- **Réalisation de 12 essais pressiométriques dans le SP2 ;**
- **1 sondage à la tarière noté TA2 descendu de 5,0 m de profondeur.**
- **2 fouilles de reconnaissance de fondation, descendues à 1.25m et 1.4m de profondeur, nommées RF1 et RF2.**

Le programme et l'implantation des reconnaissances ont été établis en fonction des contraintes du site (**présence des réseaux enterrés électrique et des obstacles**).

Les profondeurs sont comptées à partir du niveau du terrain actuel (TA) lors de la reconnaissance.

En l'absence de données topographiques précises, les cotes altimétriques n'ont pas pu être rattachées au système NGF.

Notre intervention s'est déroulée le 30 décembre 2024

NOTA.

Un sondage pressiométrique, désigné SPI, a été réalisé en avril 2023 lors de la phase G2AVP pour le projet de création d'un ascenseur, situé à proximité immédiate de la passerelle du projet. L'emplacement de ce sondage est indiqué dans l'annexe intitulée 'Implantation des sondages

7 SYNTHÈSE DES DONNÉES GEOTECHNIQUE

7.1 Résultats des essais pressiométriques

De l'examen de la coupe des sondages, des résultats des essais pressiométriques ainsi que les remontées de cuttings, la coupe géologique est la suivante :

Depuis le terrain actuel :

Description des faciès	ST1 (2023) Prof/TN (m)	ST2 Prof/TN (m)
<u>Couche 1</u> : Remblais sableux limoneux argileux et graveleux	1.5	0.8
<u>Couche 2</u> : Mélange argilo-limoneux, sablonneux brun humide clair carbonaté.	2.8	2.6
<u>Couche 3</u> : Mélange sable marneux carbonatée	> 3.0	3.5
<u>Couche 4</u> : Mélange Marne argileuse sableuse avec nodules et rognons de calcaire	-	5.0

La détermination précise de la position des différents horizons ne peut se faire qu'à l'aide de sondages carottés. Les indications précédentes ne sont données qu'à titre indicatif et sont déduites de l'interprétation de nos forages destructifs.

L'épaisseur des différents horizons peut varier notablement entre les sondages. Dans le cas des terrains superficiels, les variations d'épaisseur et hétérogénéités sont très fréquentes.

Les terrains superficiels sont de nature à subir des variations de consistance avec les conditions météorologiques.

L'objet de l'étude géotechnique n'est pas de détecter une éventuelle contamination des sols par des matières polluantes, sur la base de notre campagne nous pouvons établir le modèle géotechnique suivant :

Depuis le terrain actuel :

Horizon	Base de l'horizon	Pression Limite nette			Module Pressiométrique		
	(m/TN actuel)	pl* (MPa)			E _M (MPa)		
		Min	Max	Moy _{ar}	Min	Max	Moy _{ha}
<u>Couche 1</u> : Remblais sableux limoneux argileux et graveleux.	2,6	0,2	0,9	0,6	3,1	7,9	5,2
<u>Couche 2</u> : mélange argilo-limoneux, sablonneux brun humide clair carbonaté.	3,5	2,2	2,2	2,2	48,0	48,0	48,0
<u>Couche 3</u> : Mélange sablo-marneux carbonaté.	9,5	1,1	2,3	1,7	13,6	52,0	20,5
<u>Couche 4</u> : Mélange de marne argileuse et sableuse avec nodules et rognons de calcaire.	17,0	1,2	1,5	1,3	10,1	17,0	12,1
<u>Couche 5</u> : Marne Calcaire.	>20,0	2,3	2,3	2,3	36,4	56,1	44,2

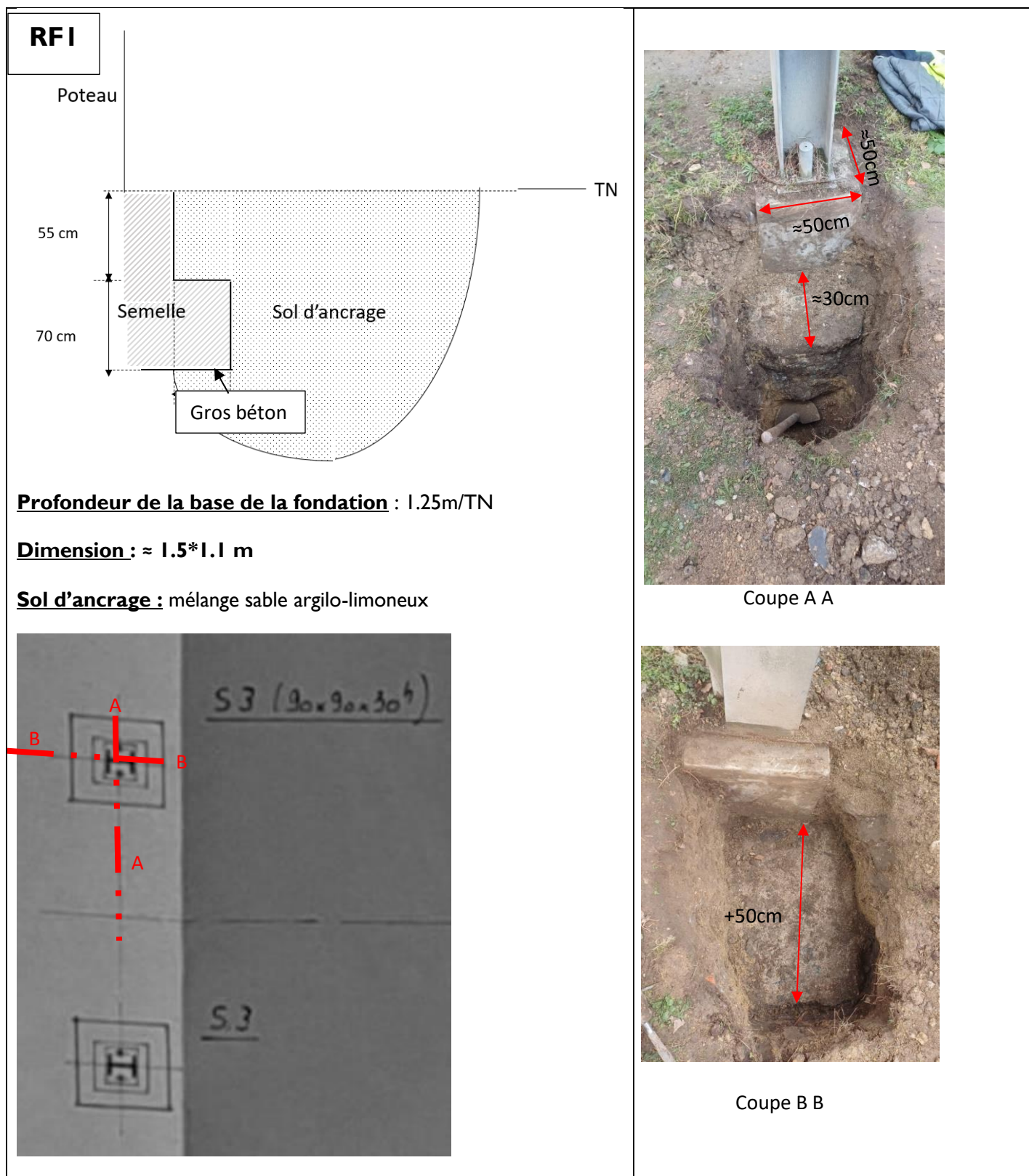
* Les sols marneux peuvent contenir des passées gypseuses.

NOTA.

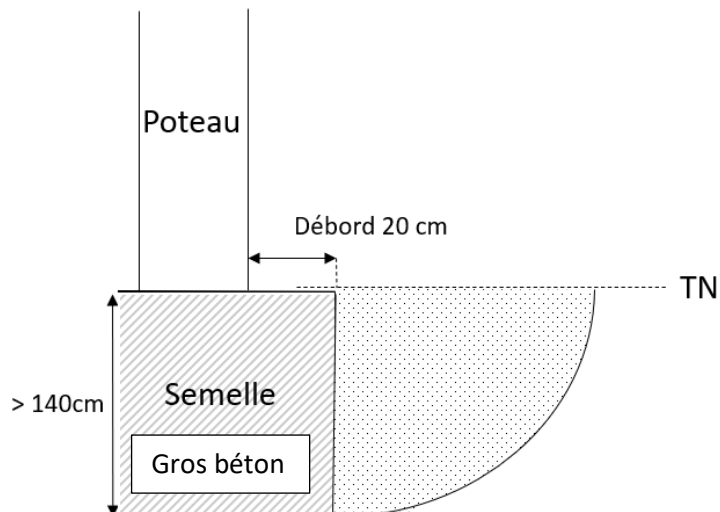
Le modèle ci-dessus a été élaboré en se basant sur les deux campagnes (G2AVP-2023 et la campagne actuelle de reconnaissance).

7.2 Reconnaissance des fondations existantes

Nous avons réalisé deux (2) reconnaissances de fondation sur la passerelle existante. Les observations réalisées sont présentées ci-dessous :



RF2



Profondeur de la base de la fondation : plus 1,4 m/TN

Dimension : $\approx 0.9 \times 1.8$ m

Sol d'ancrage : mélange argilo-sablo-limoneux



Figure 4 : Reconnaissances des fondations

8 NIVEAUX D'EAU

A la fin de notre intervention, aucune remontée d'eau n'a été relevée dans les sondages, toutefois, **l'échantillon prélevé dans le sondage ST2 était humide.**

La nappe phréatique est normalement recelée dans la formation du Marno-calcaire de St-Ouen, mais en période climatique humide, des accumulations et circulations d'eau sont susceptibles de se produire au sein des terrains de couverture.

Toutefois, en phase chantier la présence d'eau superficielle en fond de fouille n'est pas à exclure (infiltrations d'eaux pluviales, écoulements ou rétentions superficielles).

Notre intervention ne permet qu'une approche du niveau d'eau à un moment donné, sans possibilité d'apprécier la variation inéluctable des nappes et circulations qui dépendent notamment des conditions météorologiques (étude hydrogéologique).

9 APPUIS DE LA PASSERELLE

Rappelons que le projet la rénovation de la passerelle existante (faible charge). Nous retenons que les massifs existants de la passerelle sont de type **semelles isolés sous les poteaux**. **L'ancrage des fondations reconnues au-delà de 1,25 m/TA**, nous supposons que tous les massifs sont ancrées dans le mélange sable argilo-limoneux.

Le tableau ci-dessous présente les dimensions des fondations reconnues au droit de chaque poteau, en supposant des poteaux centrés :

Reconnaissance	Type de fondation	Dimensions (cm)
RF1	Semelle isolée	≈150*110
RF2	Semelle isolée	≈180 * 90

Nous avons considéré que le poteau mesure 50 cm et que la semelle est symétrique. Cette hypothèse devra être vérifiée par un ingénieur structure.

Capacité portante

Conformément à la norme NFP 94.261 : Fondations superficielles (norme d'application nationale de l'Eurocode 7 avec la méthode pressiométrique). La contrainte nette sous les fondations isolées est calculée :

$$q_{v;d} = \frac{q_{net}}{\gamma_{R;d;v} \times \gamma_{R;v}} + q_0 \quad \text{et} \quad q_{net} = k_p \times ple^* \times i_\delta \times i_\beta$$

Les différents paramètres utilisés sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Param.	Signification	Valeur retenue
i_δ	Coefficient minorateur tenant compte de l'inclinaison de la résultante du chargement	=1 pour une charge verticale
i_β	Coefficient minorateur tenant compte de la présence d'un talus à proximité de la fondation	=1 pour un site plan
ple^*	Pression limite nette équivalente	= 1,5 MPa
k_p	Facteur de portance pressiométrique	=1,0 dans les sables et graves en négligeant l'encastrement =0,8 dans les autres cas en négligeant l'encastrement
$\gamma_{R;d;v}$	Coefficient de modèle	=1,2 pour un calcul en méthode pressiométrique
$\gamma_{R;v}$	Coefficient partiel	=2,3 à l'ELS quasi-permanent et caractéristique =1,4 à l'ELU durable et transitoire
q_0	Contrainte géostatique au-dessus de la fondation après travaux	=0 en négligeant l'encastrement

Tableau 1: paramètres de calcul des fondations superficielles

A cet effet, les contraintes de calcul aux ELS et aux ELU sont calculées de manière suivante :

- Aux ELS : $q'_{ELS} - q'_0 = q_{v;d} = \frac{q_{v;k}}{2,3}$
- Aux ELU : $q'_{ELU} - q'_0 = q_{v;d} = \frac{q_{v;k}}{1,4}$

Avec $q_{v;k} = \frac{q_{net}}{1,2}$

Pour des fondations ancrées **dans le mélange sable argilo-limoneux**, nous pouvons retenir :

$$q'_{ELS} \approx 0,15 \text{ MPa} = 1,5 \text{ bars} = 15,0 \text{ t/m}^2$$

$$q'_{ELU} \approx 0,25 \text{ MPa} = 2,5 \text{ bars} = 25 \text{ t/m}^2$$

Au droit de RF2, nous pouvons retenir les valeurs suivantes :

- **2,6 bars à l'ELS et 4 bars à l'ELU**

Ces valeurs sont valables uniquement au droit de RF2, cette approche ne peut pas être généralisée aux autres fondations. Sans sondages complémentaires bien répartis, il sera nécessaire d'adopter une approche sécuritaire, en prenant comme référence une capacité portante de 1,5 bar aux ELS.

Résultats des calculs

Sur la base des descentes de charge et des hypothèses des dimensions des fondations reconnues lors des différentes missions de reconnaissance, nous présentons dans le tableau ci-dessous les capacités au droit de chaque fondation.

N°	Dimensions des fondations		Contrainte admissible du sol à l'ELU	Portance du sol à l'ELU
	B (cm)	L (cm)	MPa	$R_{v;d}$ (kN) actuel
RF1	150	110	0,25	413
RF2	≥180	90	0,4	648

Tableau 2: Résultats de calcul des fondations superficielles

D'après la DDC communiquée :

- un effort de RZ d'environ 225 kN à l'ELU est appliqué au droit de RF1
- un effort de RZ d'environ 625 kN à l'ELU est appliqué au droit de RF2

N°	RZ (kN)	B*L (m²)	Contrainte ELU (Vd) en MPa	Contrainte admissible du sol à ELU « $R_{v;d}$ » en MPa	Vérification	RSO
RF1	225	1,5*1,1	0,14	0,25	Ok	NON
RF2	625	0,9*1,8	0,39	0,4	OK	NON

10 FONDATIONS DE L'ASCENSSEUR :

Rappelons que le projet prévoit l'installation d'un futur ascenseur en extension d'un bâtiment existant. Les résultats des essais in situ ont mis en évidence un terrain de capacité portante et médiocre à très faible jusqu'à 6.5 m de profondeur. Cela est justifié par la nature des sols rencontrés. En effet le sondage à la tarière a mis en évidence un terrain constitué de formation hétérogène de remblais.

Compte tenu des résultats des sondages, **la solution de micropieux est recommandée au projet. Les fondations devront être ancrées 3 m dans la couche 3 soit descendus vers 9 m/TA.**

Dans le cas où le projet prévoirait de mettre sous terre une partie de l'ascenseur, un cuvelage est à prévoir.

10.1 Définitions des fondations

Plusieurs techniques d'exécution des micropieux sont envisageables, et il appartient à l'entreprise, en fonction des moyens dont elle dispose et après visa du maître d'œuvre concepteur du projet de définir la méthode la plus adaptée à la bonne exécution de ces fondations. **Les outils et méthodes de forage devront être adaptés à chaque couche de sol rencontrée et devront permettre de traverser les formations superficielles pouvant renfermer localement des blocs et/ou contenant des éléments de grandes dimensions, de respecter l'ancrage et les profondeurs demandés (machine avec un couple élevé, ...) et de garantir une continuité de bétonnage.** Des avant-trous pourront s'avérer nécessaire. De plus, nous précisons que la plateforme devra être réceptionnée par l'entreprise qui réalisera les pieux avant mise en œuvre de la foreuse.

10.2 Règlements utilisés

La réalisation des micropieux et les essais de contrôle à effectuer après réalisation devront être conformes aux préconisations de la norme d'application NF P 94-262 (Eurocode 7).

10.3 Paramètre de dimensionnement

Pour un micropieu de type II (classe I – catégorie I8) assimilé à un foré tarière creuse, les paramètres de dimensionnement à prendre en compte sont repris dans le tableau suivant :

La capacité portante $R_{c;cr;d}$ d'un micropieu en compression, mis en œuvre sans refoulement du sol, est déterminée selon la norme NF P94-262 à partir des expressions successives suivantes :

$$R_{c;cr;d} = R_{c;cr;k} / \gamma_{cr}$$

$$R_{c;cr;k} = 0.7 \times R_{s;k} \text{ (Charge de fluage)}$$

$$R_{s;k} = \pi \times B \times \sum (q_{s,i} \times h_i) / (\gamma_{R,d1} \times \gamma_{R,d2}) \quad (\text{Frottement latéral ; } q_{s,i} = \alpha_i \times f_{sol,i})$$

Cette capacité portante doit être comparée à la charge sur la fondation profonde F_d telle que :

$$R_{c;cr;d} \geq F_d$$

D'autre part les micropieux seront équipés de préférence d'armatures de type tube.

Nous retenons pour le dimensionnement des micropieux le modèle géotechnique suivant :

Nature des terrains	Base de la couche (m/TA)	Pression limite	Courbe	Frottement latéral
		(MPa)	-	(kPa)
Couche 1 : Remblais sableux argileux et graveleux	3.0	Neutralisé		
Couche 2 : Mélange sableux argileux et graveleux	6.5	0.2	Q1	31
Couche 3 : Sable	>10.0	1	Q2	88

10.4 Ebauche dimensionnelle

A titre d'exemple, un micropieu type II assimilé à un forage un foré tarière creuse pourra reprendre les charges suivantes :

Profondeur (m/TA) :		9.0
Diamètre du micropieu (mm) :		250
Etats Limite Ultimes (ELU) (kN)	Combinaisons fondamentales	166
	Combinaisons accidentelles	182
Etats Limite de Service (ELS) (kN)	Combinaisons caractéristiques	142
	Combinaisons quasi-permanentes (Q_{ELS})	116

On rappelle que les valeurs ci-dessus sont indicatives, obtenues sous charges verticales centrées en compression, et qu'il appartient au maître d'œuvre concepteur du projet et/ou à l'entreprise de réaliser une approche quantitative en fonction des reconnaissances effectuées sur ce site et des moyens mis en œuvre ou prévus.

Le diamètre et la longueur réelle des micropieux dépendront de leur profondeur d'ancrage et des charges à reprendre (à définir en mission G2 phase PRO). Nous rappelons qu'un ancrage minimum de 3 m doit être respecté dans la couche N°3.

Les micropieux devront être dimensionnés au flambement lorsque les paramètres structuraux seront fixés (nuance d'acier, type de liaison en tête de micropieu, ...).

10.5 Recommandations d'exécution des fondations profondes

Cette exécution devra tenir compte de :

- Passage dans les remblais sableux argileux et graveleux jusqu'à 3.0m de profondeur ;
- Passage dans du sableux argileux et graveleux jusqu'à 6.5 m de profondeur (la présence de bloc de calcaire n'est pas exclue) ;
- Ancrage à opérer au minimum 3 m dans la couche 3 mis en évidence à partir d'environ 6.5 m/TA au droit des sondages ;
- Possibles vestiges de fondations et réseaux enterrés.

10.6 Sujétions de conception et d'exécution des fondations profondes

Il conviendra, de plus, de respecter les sujétions générales suivantes :

- La stabilité des parois du forage devra être assurée par l'utilisation d'outils adaptés au contexte géotechnique du site (mise en place d'un tube de travail ...) ;
- **Le forage des micropieux ne devra pas générer de désordres sur les avoisinants. Le battage, le vibrofonçage et l'utilisation de trépan devront être prohibés ;**
- Les conditions d'exécution des micropieux seront de la responsabilité de l'entreprise et devront être adaptées en fonction du contexte géotechnique général du site ;
- A noter que dans les formations argileuses, des phénomènes de rétractation des argiles peuvent survenir, ce qui pourrait entraîner une diminution du diamètre du pieu en phase travaux et éventuellement coincer l'outil de foration. Toutes les précautions devront être prises vis-à-vis de ces phénomènes ;
- L'agressivité des sols vis-à-vis du béton sera vérifiée avant l'exécution des micropieux pour permettre le choix approprié de la classe de béton nécessaire pour la pérennisation de l'ouvrage ;
- La distance minimale entre deux pieux devra être au moins égale à 3 fois le diamètre du pieu. Sinon il faudra tenir compte d'un effet de groupe, dont la valeur pourra être déterminée dans le cas d'une étude complémentaire. ;
- La médiocre compacité des couches superficielles (remblais, argile sableuse) pourra éventuellement entraîner des efforts parasites horizontaux qu'il est nécessaire de prendre en compte et que le maître d'œuvre concepteur du projet devra quantifier ;
- Si un remblaiement est prévu, il conviendra de calculer le frottement négatif qui sera induit sur l'épaisseur des horizons les plus compressibles et de le prendre en compte dans le dimensionnement définitif.
- **L'entreprise mettra en œuvre un matériel adapté lui permettant d'atteindre les profondeur et fiches minimales requises.**
- Les micropieux soumis à des efforts horizontaux ou des moments devront être armés en conséquence.

11 SUITE A DONNER A CETTE ETUDE

Ce rapport conclut les missions G2PRO/G5 qui nous ont été confiées pour cette affaire.

Les calculs et valeurs dimensionnelles donnés dans le présent rapport ne sont que des ébauches destinées à donner un premier aperçu des sujétions techniques d'exécution et ne constituent pas un dimensionnement du projet.

Ce rapport et ces annexes constituent un tout indissociable. Une mauvaise utilisation qui pourra être faite suite à une communication ou une reproduction partielle ne saurait engager ISROG.

Des modifications dans l'implantation, la conception ou l'importance des constructions ainsi que dans les hypothèses prises en compte peuvent conduire à des remises en cause des prescriptions, une nouvelle mise à jour du rapport est indispensable.

Selon l'enchaînement des missions au sens de la norme NFP 94-500, Les études géotechniques d'exécution doivent être établies dans le cadre d'une mission G3 et une mission G4 de supervision géotechnique d'exécution des travaux doivent être réalisées.

ISROG est à la disposition de tous les intervenants pour réaliser toutes ou parties de ces missions.

Nous restons à l'entière disposition du Maître d'ouvrage et des entreprises adjudicataires pour toute précision ou tout renseignement complémentaire souhaité.

ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS D'INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE
(Tableau 1 de la norme NF P 94-500 du 30/11/13)

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 géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	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)
	DCEIACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE 1ACT		Consultation sur le projet de base 1 Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXEIVISA	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)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'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		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (Tableau 2 de la norme NF P 94-500 du 30/11/13)

<p>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.</p>
<p>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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).
<p>ÉTAPE 2: ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase DCE 1ACT</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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.

CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (suite) (Tableau 2 de la norme NF P 94-500 du 30/11/13)

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)

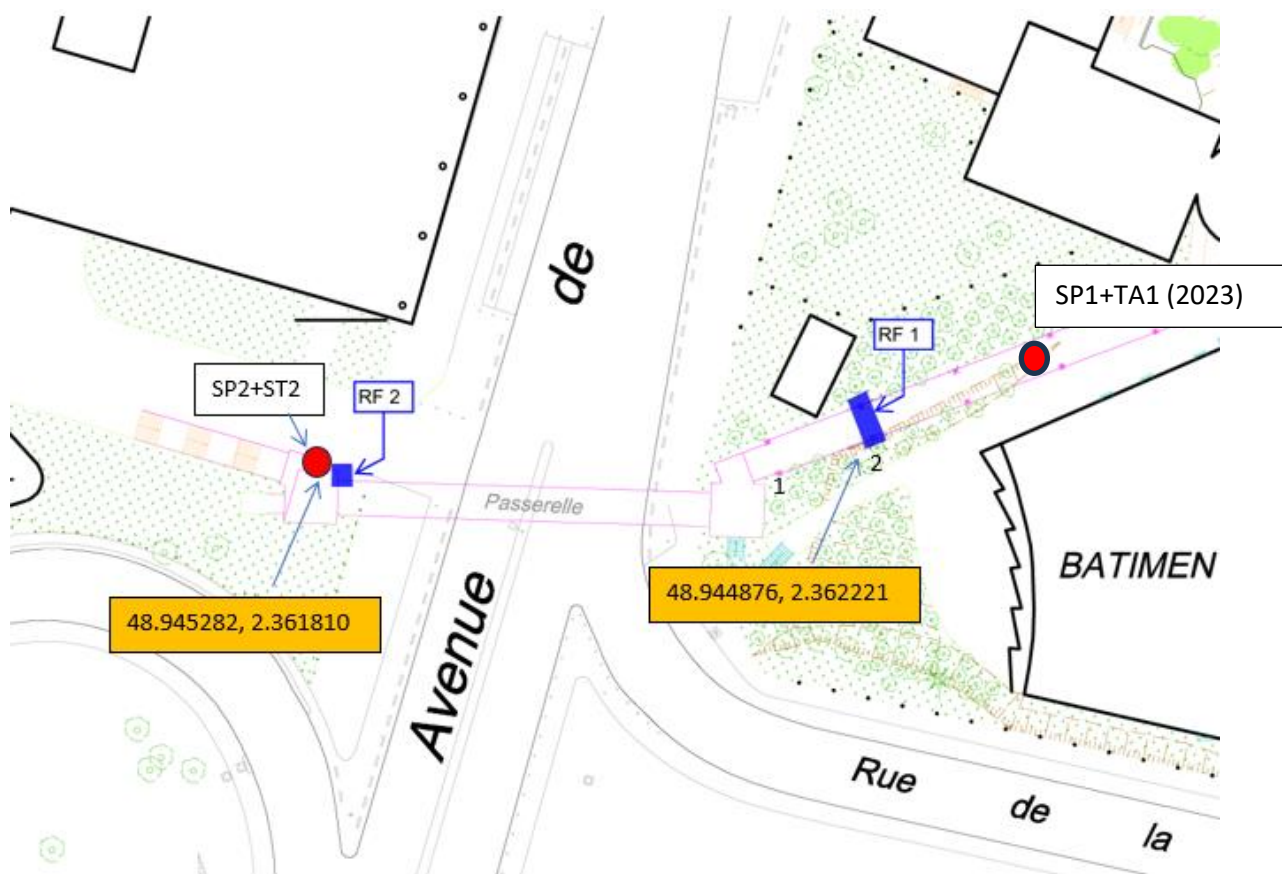
Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou 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).


ANNEXES



IMPLANTATION DES SONDAGES



FICHE SYNTHÉTIQUE DU SONDAGE

 1/100	SAINT DENIS Numéro de dossier : AF.2024.11.098		
	Date fin : 30/12/2024	Machine : EMC1450	Profondeur : 0,00 - 20,30 m

Sondage pressiométrique : SP2

EXGTE 3.23/LB2EPF580FR

