

**PARTOUT EN FRANCE****DAUPHINÉ SAVOIE**

38610 GIÈRES

egsol-grenoble@egsol.fr

**SAVOIES**

74600 ANNECY SEYNOD

egsol-savoies@egsol.fr

**LYON**

69800 ST PRIEST

egsol-lyon@egsol.fr

**EST**

01250 HAUTECOURT-

ROMANECHÉ

egsol-est@egsol.fr

**CENTRE**

42330 ST GALMIER

egsol-centre@egsol.fr

**AUVERGNE**

63000 CLERMONT-FD

egsol-auvergne@egsol.fr

**SUD**

13420 GEMENOS

egsol-sud@wanadoo.fr

**BEZIERS**

34500 BÉZIERS

egsol-sud.beziers@orange.fr

**OUEST**

86550 MIGNALOUX-

BEAUVOIR

egsol-ouest@egsol.fr

**ILE DE FRANCE**

78370 PLAISIR

egsol-paris@egsol.fr

# RAPPORT D'ÉTUDE

## MISSION GÉOTECHNIQUE G2 AVP Phase Avant-Projet

### Réhabilitation bâtiment Stendhal

### GIÈRES (38 - Isère)

### Université Grenoble Alpes

*Fait à Gières- Le 15/12/2022**Réf : R38/22/26863 G*

Indice	Rédigé par	Vérifié par	Mission	Modifications
0	CA	STD	G2 AVP	-

Ingénieur responsable	Contact téléphonique	Courriel
Clément ARRAGAIN	06 32 70 22 81	clement.arragain@egsol.fr

## SOMMAIRE

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>3</b>
<b>2. RENSEIGNEMENTS GENERAUX.....</b>	<b>4</b>
2.1. Le site.....	4
2.2. Contexte géologique .....	6
2.3. Contexte hydrogéologique .....	6
2.4. Risques naturels .....	7
2.5. Documents en notre possession .....	7
2.6. Le projet.....	7
<b>3. CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE DES SOLS ET RESULTATS .....</b>	<b>10</b>
3.1. Campagne de reconnaissances .....	10
3.2. Remarques préalables .....	10
3.3. Modèle géologique et géotechnique – première approche .....	11
3.4. Données hydrogéologiques .....	12
3.5. Reconnaissance de fondations existantes (zone escalier) .....	12
<b>4. SYNTHÈSE ET PRÉCONISATIONS.....</b>	<b>14</b>
4.1. Identification et impact potentiel des risques géotechniques .....	14
4.2. Aléa sismique et susceptibilité à la liquéfaction .....	15
4.3. Fondations.....	15
4.4. Traitement des niveaux bas.....	17
4.5. Risques de déformation des terrains.....	17
4.6. Protection vis-à-vis de l'eau .....	17
4.7. Terrassement.....	18
<b>5. REMARQUES ET SUGGESTIONS PARTICULIERES – ALEAS ET INCERTITUDES .....</b>	<b>19</b>

### ANNEXES

T.N : Terrain naturel

T.A : Terrain actuel

N.G.F : Nivellement général de la France

# 1. INTRODUCTION

Principales données de la mission :

<i>Maître d'ouvrage</i>	Université Grenoble Alpes
<i>Commune / Département du site</i>	GIERES (38 - Isère)
<i>Projet</i>	Réhabilitation bâtiment Stendhal
<i>Mission géotechnique *</i>	Phase Avant-Projet G2 AVP
<i>Date de la commande</i>	22/09/2022

\* Selon la « Classification des Missions Géotechniques Types » définie dans la norme NF P 94-500 de Novembre 2013 dont est joint un extrait en annexe.

Cette étude a pour objectifs :

- De préciser les contextes géologique, hydrogéologique et géotechnique du site ;
- De procéder à une identification des risques géotechniques du site ;
- De préconiser les fondations les mieux adaptées aux contextes et aux structures ;
- De donner des recommandations pour la réalisation des fondations, des niveaux bas, des terrassements (mitoyens) et pour la protection vis-à-vis de l'eau.

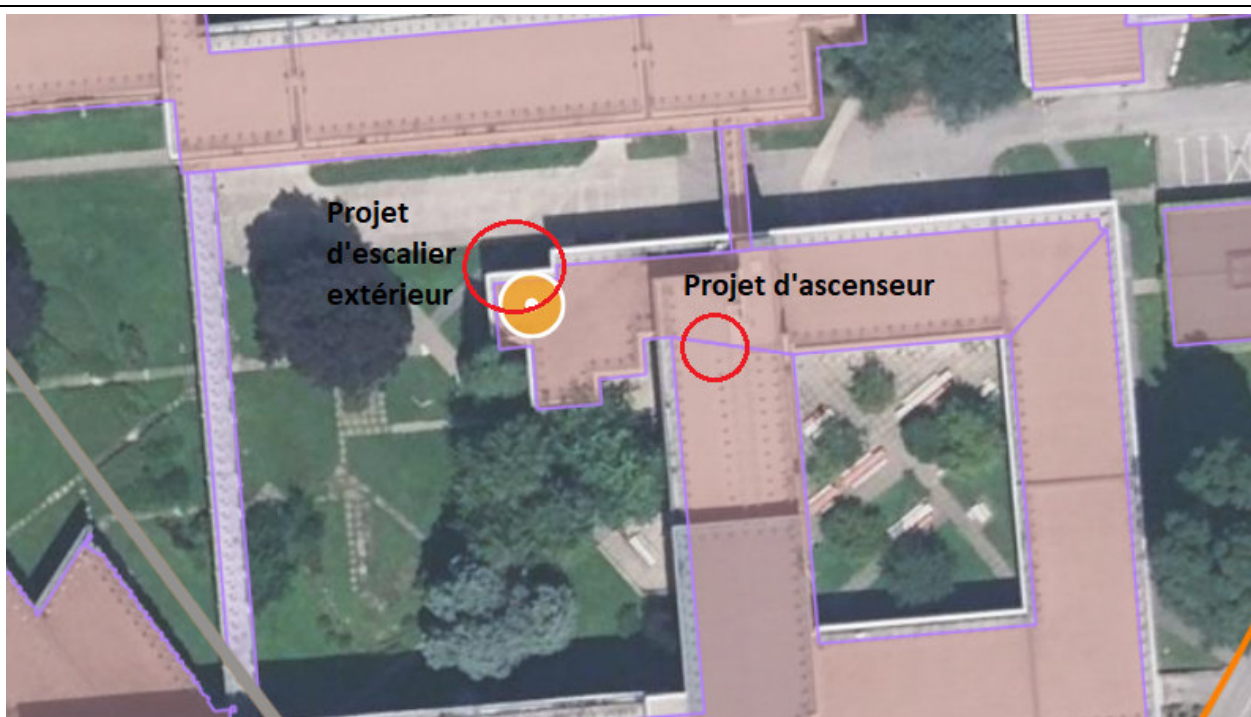
En revanche, les aspects suivants ne font pas partie de notre mission :

- Étudier l'impact sur les réseaux éventuels présents sur le site ;
- Réaliser le diagnostic structure de l'existant ;
- Réaliser une ébauche dimensionnelle des fondations ;
- Effectuer la reconnaissance des anomalies géotechniques situées en dehors de nos sondages et notamment en profondeur.

## 2. RENSEIGNEMENTS GENERAUX

### 2.1. LE SITE

<i>Localisation du site</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adresse : Rue des résidences - GIERES (38 - Isère)</li> <li>• Parcelle cadastrale n°36, section AD</li> </ul>
<i>Paysage / altitude</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altitude environ 214 m NGF</li> <li>• Paysage : plaine alluviale</li> <li>• Contexte : campus résidentiel</li> </ul>
<i>Etat des lieux / morphologie / pente</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La zone étudiée a une superficie de 1000 m<sup>2</sup> environ, la morphologie est globalement plane.</li> </ul>
<i>Réseaux</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Présence de réseaux</li> </ul>
<i>Zone d'Influence géotechnique (Z.I.G) 1ère approche</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le bâtiment existant</li> </ul>



*Photo aérienne du site (source Géoportail)*



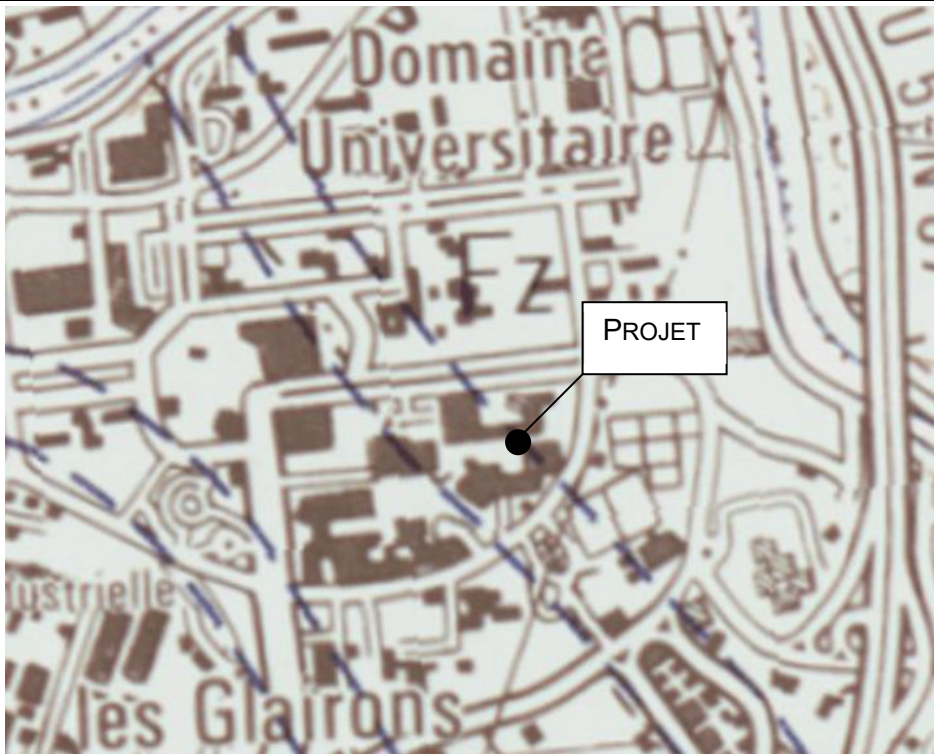


Photo de la zone ascenseur



Photo de la zone escalier

## 2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE

<p>Carte géologique</p>	 <p><i>Extrait de la carte géologique n°773 de DOMENE au 1/50000<sup>ème</sup>, source BRGM</i></p>
<p>Contexte géologique du site</p>	<p>Alluvions fluviales (Fz)</p>

## 2.3. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

<p>Contexte hydrogéologique du site</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le site, du fait de sa localisation dans une plaine alluviale/à proximité d'un cours d'eau/zone humide, est susceptible d'abriter une nappe à faible profondeur.</li> </ul>
---	--

## 2.4. RISQUES NATURELS

<p><i>Exposition à l'aléa retrait/gonflement des argiles</i></p>	 <p><b>Aléa faible</b></p>
<p><i>Sismicité selon l'arrêté du 22/10/2010</i></p>	<p><b>Zone 4 (Moyenne)</b></p>

Liste non exhaustive sur la base des données bibliographiques disponibles (site internet InfoTerre, Géorisques...)

## 2.5. DOCUMENTS EN NOTRE POSSESSION

Documents en notre possession au 15/12/2022 :

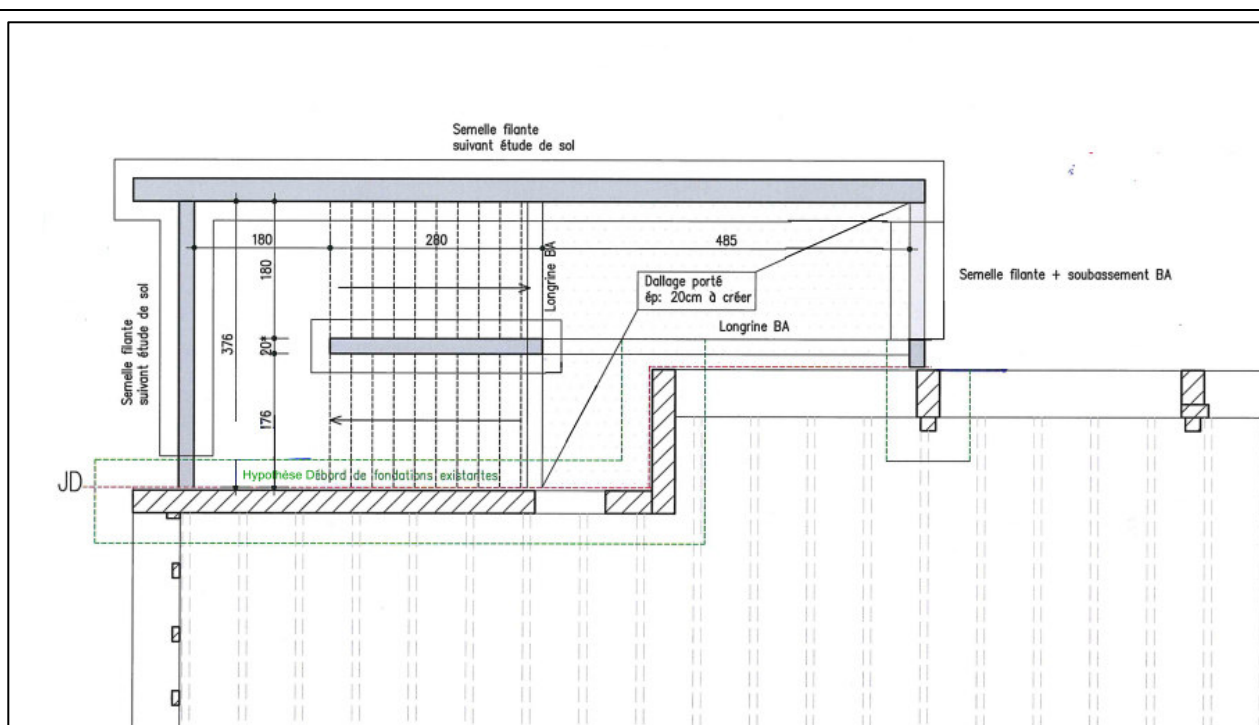
Nature et Source	Échelle	Référence	Date d'édition	Format
Plan masse des projets	1/50	-	-	pdf

## 2.6. LE PROJET

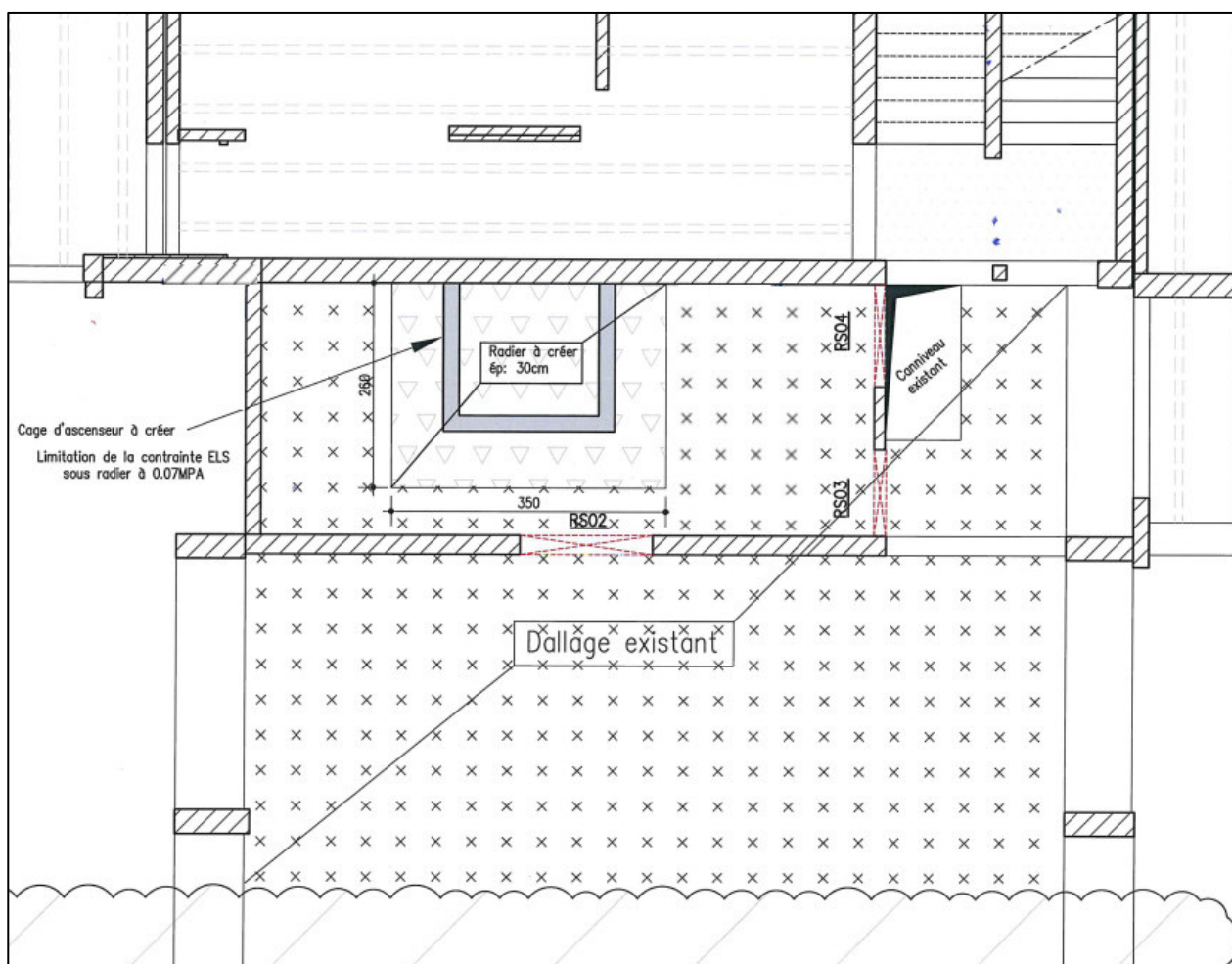
<p><i>Nature du projet / surface / mitoyenneté</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construction d'un escalier en béton le long du bâtiment K et d'un ascenseur dans le bâtiment G.</li> </ul>
<p><i>Calage du projet</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calage du niveau <math>\pm 0,00</math> de chaque projet au niveau du terrain actuel.</li> </ul>

<i>Terrassements</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauteur des terrassements en déblai : (Faible &lt; 1,0 m/TA)</li> <li>• Hauteur des terrassements en remblai (surélévation) : (Faible &lt; 0,2 m/TA)</li> </ul>
<i>Descentes de charges ELS (hypothèses)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour l'escalier : 100 kN/ml en filant ;</li> <li>• Charges surfaciques sous radier (ascenseur) : 60 kN/m<sup>2</sup> ;</li> </ul>





*Plan de masse du projet escalier*



*Plan de masse du projet ascenseur*

Si le projet venait à être modifié par rapport à ces données, nos conclusions deviendraient caduques.

### 3. CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE DES SOLS ET RESULTATS

#### 3.1. CAMPAGNE DE RECONNAISSANCES

Nous avons réalisé, le 24/10/2022, la campagne de reconnaissance des sols suivante :

	Nombre	Nature	Notation
<b>Sondages à la pelle</b>	1	Reconnaissance géologique	PM
	2	Reconnaissance de fondations	RF
<b>Essais au pénétromètre</b>	2	Dynamique DPSH-B	Pnd
	2	Statique 10 t ou 20 t	ST

L'implantation des sondages a été réalisée au mieux en fonction des conditions d'accès au terrain, des réseaux existants et de la précision des plans fournis pour notre intervention.

L'implantation des sondages, le principe ainsi que les résultats sont présentés en annexe.

#### 3.2. REMARQUES PREALABLES

Les descriptions de faciès que nous donnons (lithologie, humidité) sont basées sur la réalisation des sondages à la pelle mécanique (profondeur d'investigation jusqu'à environ 3,1 m/TA) sur la base d'une reconnaissance visuelle ne se substituant en aucun cas à des essais en laboratoire.

Au droit des essais pénétrométriques, les faciès ne sont donc qu'une interprétation basée sur les résultats de ces essais qui sont des essais « en aveugle » ne permettant pas de connaître précisément la nature géologique des terrains traversés, ou ceux ayant provoqués le refus. De cette interprétation résulte également le fait que les cotes ou profondeurs indiquées ne sont que des estimations et non des références absolues.

Ces descriptions ne résultent donc pas d'une description visuelle du matériau in-situ telle que celles pouvant être effectuées au droit de puits à la pelle mécanique ou à l'aide de sondages carottés (échantillons intacts), seules investigations pouvant caractériser avec précision la nature géologique des sols rencontrés en profondeur.

La tenue des parois indiquée dans les sondages à la pelle n'est valable que pour la réalisation d'un puits ponctuel de très courte durée.

Notons que les reconnaissances effectuées sont ponctuelles et que des variations latérales de faciès sont toujours possibles.

Toutes les cotes altimétriques précisées dans ce rapport découlent d'un nivellement effectué par nos soins mais ne résultent en aucun cas d'un relevé topographique pouvant être effectué par un géomètre. Le point de référence choisi pour le nivellement de nos sondages est indiqué sur le plan d'implantation des sondages en annexe (nivellement NGF IGN 69).

### 3.3. MODELE GEOLOGIQUE ET GEOTECHNIQUE – PREMIERE APPROCHE

Description	Tenue des parois	Résistances mécaniques	Compacité
<b>Formation 1 :</b> Remblais de limon sableux (dans le secteur du projet escalier) Couche de forme sous dallage (dans le secteur de l'ascenseur)	Mauvaise	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>q_c \approx 1,5 \text{ à } 2,5 \text{ MPa}</math> {2,0 MPa} (zone escalier)</li> <li><math>R_{da} \approx 3,0 \text{ à } 10,0 \text{ MPa}</math> (zone ascenseur)</li> </ul>	Faible (escalier)  Moyenne (ascenseur)
<b>Formation 2 :</b> Limon sableux puis sable limoneux	Mauvaise	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>q_c \approx 1,5 \text{ à } 2,0 \text{ MPa}</math> {1,5 MPa}</li> <li><math>R_{da} \approx 2,0 \text{ à } 5,0 \text{ MPa}</math> {3,0 MPa}</li> </ul>	Moyenne
<b>Formation 3 :</b> Formation profonde compacte, probablement sablo-graveleuse	-	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>R_{da} &gt; 5 \text{ MPa}</math></li> <li><math>q_c &gt; 6 \text{ MPa}</math></li> </ul>	Élevée

{Valeur caractéristique}

Remarques : Au droit des essais Pnd 1 et Pnd 2 réalisés à l'intérieur du bâtiment, des terrains de compacité moyennes ont été rencontrés jusque vers 2,0 m de profondeur avant de rencontrer une couche très compacte de 2,0 à 3,0 m provoquant même le refus au droit du sondage Pnd 1. Ces couches ne sont pas présentes côté escalier au droit de ST1 et ST2. Ces essais étant réalisés à l'aveugle, il n'est pas possible de connaître la nature de ces terrains (remblais, vestiges, bancs graveleux ?).

**Modèle géotechnique** : Le tableau ci-après récapitule au droit de nos sondages les profondeurs et cotes estimées/interprétées des différentes formations géotechniques mises en évidence. Notons que les reconnaissances effectuées sont ponctuelles et que des variations latérales de faciès sont toujours possibles. Les profondeurs des faciès données ci-dessous ne sont que des estimations issues d'interprétation servant de prévision mais qui pourront nécessiter des recalages lors de

reconnaitances ultérieures ou en phases chantier selon le contexte géotechnique réellement observé.

Sondage	Cote de la tête du sondage en NGF	Toit de la formation 2		Toit de la formation 3	
		Profondeur (m/TA)	Cote en NGF	Profondeur (m/TA)	Cote en NGF
PM 1	213,9	0,7	213,2	-	-
RF1	213,8	> 2,4	< 211,4	-	-
RF2	213,8	2,1	211,7	-	-
Pnd 1	214,5	terrains hétérogènes sur les 3 premiers mètres		-	-
Pnd 2	214,5			6,8	207,7
ST 1	213,9	0,6	213,3	6,0	207,9
ST 2	213,9	0,2	213,7	6,0	207,9

### 3.4. DONNEES HYDROGEOLOGIQUES

Lors de notre reconnaissance du 24/10/2022, aucune venue d'eau n'a été observée au droit de nos sondages à la pelle descendus jusqu'à une profondeur maximale de 3,1 m et à la cote minimale de 210,7 m NGF.

Toutefois, notre intervention ponctuelle dans le cadre de la réalisation de l'étude confiée ne nous permet pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes, dans la mesure où les informations mentionnées ci-dessus correspondent nécessairement à un moment donné, sans possibilité d'apprécier les variations inéluctables des nappes et circulations d'eau qui dépendent notamment des conditions météorologiques.

### 3.5. RECONNAISSANCE DE FONDATIONS EXISTANTES (ZONE ESCALIER)

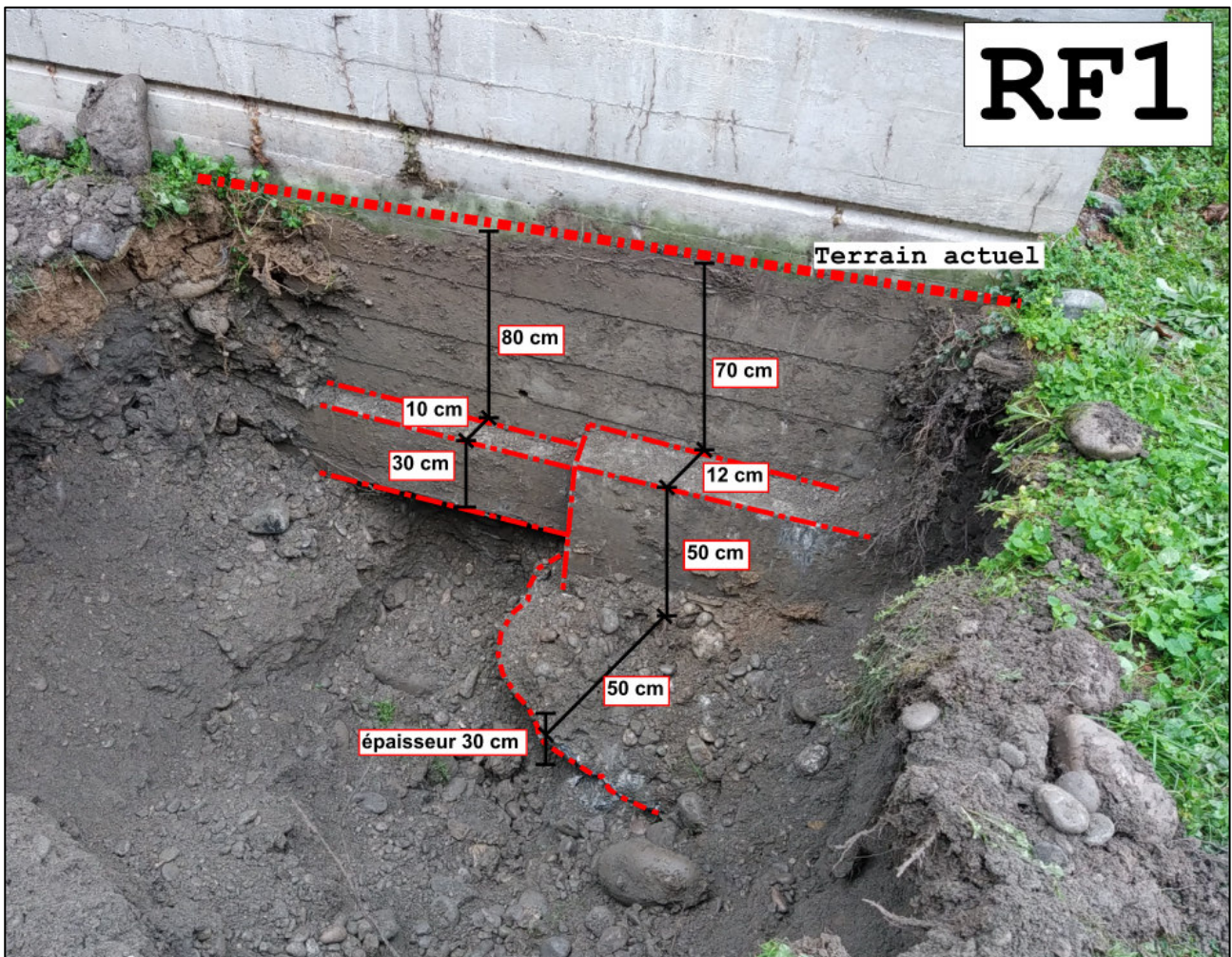
Nous avons réalisé 2 reconnaissances de fondations du bâtiment existant, notées RF1 et RF2 (voir plan d'implantation en PJ).



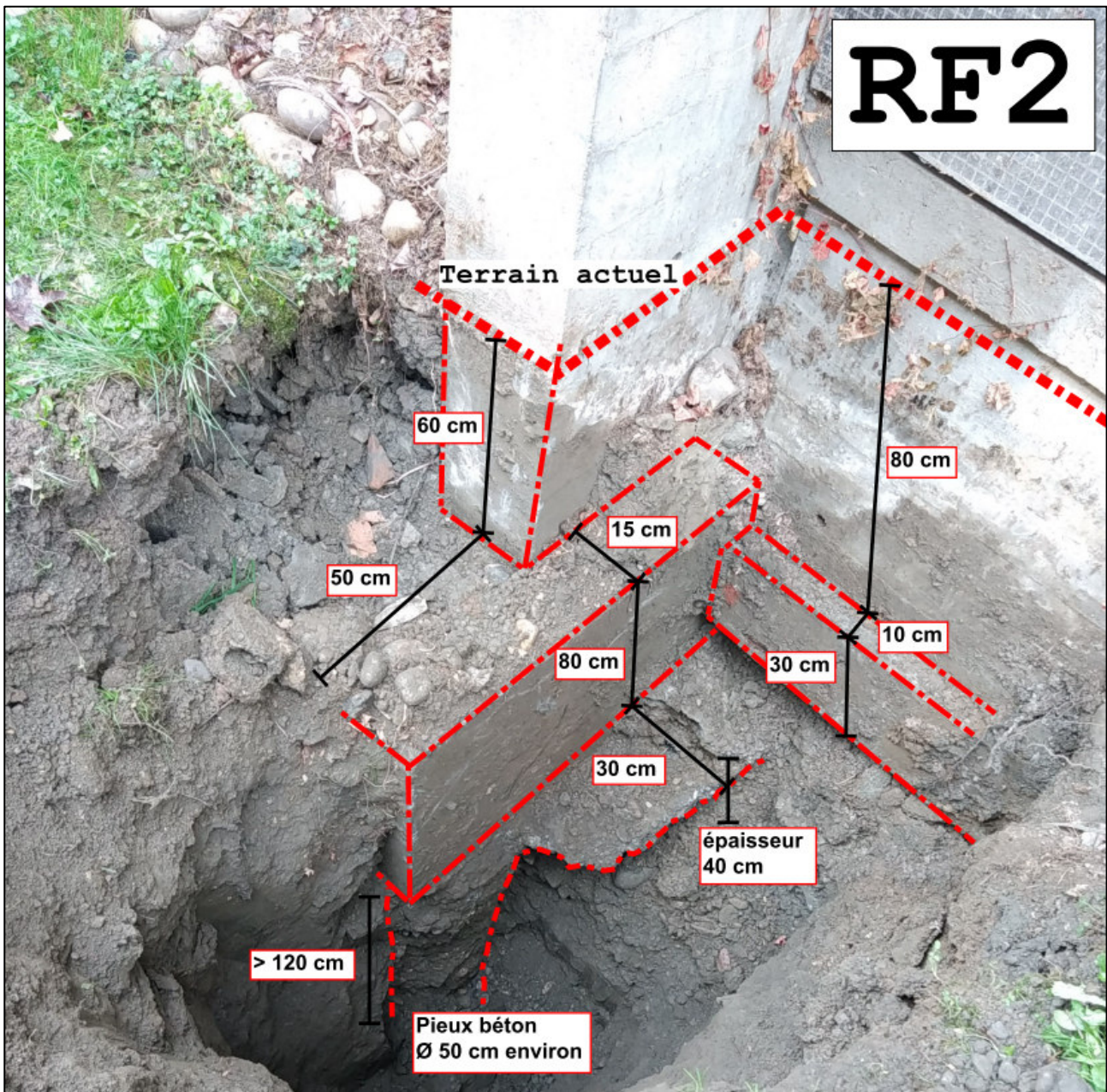
Compte tenu des éléments observés, il apparaît que :

- La partie « Est » du bâtiment est fondé sur des pieux béton (massif à double pieux, diamètre pieu 50 cm au droit de RF2) ;
- Au droit de RF1, le pieu n'a pas été observé mais s'il s'agit d'un massif d'un seul pieu, ce dernier pourrait se trouver sous l'angle de la façade difficilement accessible du fait de la présence d'un gros béton de 30 cm de hauteur et 50 cm de largeur.

Les caractéristiques géométriques des fondations sont schématisées ci-après :







## 4. SYNTHÈSE ET PRÉCONISATIONS

### 4.1. IDENTIFICATION ET IMPACT POTENTIEL DES RISQUES GEOTECHNIQUES

#### RISQUES GEOTECHNIQUES LIES AU SITE

- Remblais présents sur une épaisseur pouvant être importante à proximité de l'existant → risque de tassement absolu et différentiel.
- Anomalie de compacité au droit des essais Pnd 1 et Pnd 2 réalisés à l'intérieur (passage très compact entre 2 et 3 m de profondeur).
- Terrains sensibles à l'eau → risque de matelassage, de perte de portance.
- Faible compacité des terrains jusque vers 5-6 m de profondeur.

## 4.2. ALEA SISMIQUE ET SUSCEPTIBILITE A LA LIQUEFACTION

Le profil stratigraphique et la classe de sol associée définis selon la norme NF EN 1998-1 (Eurocode 8 – Septembre 2005) ainsi que le risque de liquéfaction sont donnés ci-dessous :

Classe de sol	Profil stratigraphique	Liquéfaction
C	Dépôts (sables, graviers, limons, argiles) de densité moyenne, moyennement raides, profonds (plusieurs dizaines à plusieurs centaines de mètres)	Non liquéfiable

## 4.3. FONDATIONS

### 4.3.1. Solution de fondation

Type de fondation envisageable	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escalier : Fondations superficielles de type semelles filantes et/ou isolées en béton armé ou micropieux</li> <li>Ascenseur : Micropieux</li> </ul>		
Profondeur minimale	<ul style="list-style-type: none"> <li>0,8 m minimum par rapport au terrain fini pour la garde hors-gel</li> <li>Approfondissement en gros béton au-delà de tous remblais de la formation 1</li> </ul>		
Faciès d'assise	Escalier : Formation 2 (ou formation 3 si micropieux) (Estimation du toit du faciès <u>hors ancrage</u> des fondations au § 3-3) Ascenseur : Micropieux		
Ancrage minimal des fondations	0,2 m dans le faciès d'assise		
États Limites	Rupture	ELU	ELS
Facteurs partiels	$\gamma_{r,v} = 1,0$ $\gamma_{rd,v} = 1,0$	$\gamma_{r,v} = 1,4$ $\gamma_{rd,v} = 1,2$	$\gamma_{r,v} = 2,3$ $\gamma_{rd,v} = 1,2$
Contrainte de calcul : $\frac{R_{vd}}{A' \cdot i \cdot \delta \cdot i \beta}$ (MPa)	0,276	0,164	0,1
Angle de frottement d'interface fondation/terrain $\delta_{a,k}$	$\delta_{a,k} = \phi'$ si coulé pleine fouille $\delta_{a,k} = 2/3 \phi'$ si fondation préfabriquée $\phi' = 28^\circ$		

<b>Frottement latéral pour micropieu type III ou IGU</b>	F2 limon : $q_s = 50 \text{ kPa}$ F3 sables et graves : $q_s = 170$
--	--

$R_{vd}$  : valeur de calcul de la résistance verticale du terrain sous la fondation

$A'$  : surface de sol comprimée sous la fondation

$i_\delta$  : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement (1,0 si charge verticale)

$i_\beta$  : coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus (1,0 si la fondation est suffisamment éloignée d'un talus  $> 8 B$ ,  $B$  : largeur de la fondation).

$R_0$  : poids du volume de sol occupé par la fondation ( $R_0 = 0$  par simplification et sécurité)

Le dimensionnement des fondations sera à réaliser conformément aux Eurocodes (Eurocode 7 « Géotechnique » et Eurocode 8 « Sismique ») et à la norme d'application nationale de justification des fondations superficielles NF P 94-261. Les fondations seront à justifier vis-à-vis du poinçonnement, du glissement et de l'excentrement sous les différentes combinaisons de charges ELS et ELU.

Des variations latérales des faciès et des profondeurs variables du faciès d'assise sous les terrains de couverture (terre végétale, remblais, racines, souches, blocs  $> 500 \text{ mm}$ , vestiges enterrés...) sont possibles par rapport aux prévisions des sondages. Dans tous les cas, ces matériaux devront être purgés et le rattrapage de niveau sera réalisé à l'aide de gros béton coulé pleine fouille. Un traitement analogue sera de rigueur en cas de rencontre en fond de fouille de tous faciès différents du faciès d'assise décrit ci-dessus.

Les fondations devront être coulées immédiatement après ouverture en pleine fouille sur un sol sain, non remanié, damé, non gelé et hors d'eau (avec mise en place d'un béton de propreté ou gros béton). Les sur-profondeurs seront rattrapées au gros béton.

*Dans cette optique, pour visualiser les fonds de fouilles de fondations, nous conseillons au Maître d'Ouvrage de faire réaliser un complément de mission de visite des fonds de fouilles (mission G4 ou G5) afin de s'assurer que les fondations intéressent bien les faciès préconisés.*

#### **4.3.2. Mitoyenneté**

Pour les fondations prévues en mitoyenneté de l'ouvrage existant, il devra s'agir d'appuis ponctuels ou de semelles filantes perpendiculaires par rapport aux semelles existantes. Ces nouvelles fondations devront être espacées d'au moins 3 m entre elles.

Les micropieux ne pourront pas être réalisés à moins de 50 cm du nu du mur, un porte à faux sera à gérer.

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

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

La réalisation de fondations en mitoyenneté peut engendrer une légère augmentation de contrainte et donc un léger tassement inhérent à l'acte de construire (inférieur à 5 mm). Il conviendra de provisionner les éventuels travaux de reprise des embellissements sur l'existant dans le cadre du projet.

#### **4.4. TRAITEMENT DES NIVEAUX BAS**

Les niveaux bas seront traités en dalle portée dans le secteur de l'escalier.

#### **4.5. RISQUES DE DEFORMATION DES TERRAINS**

D'après les hypothèses évoquées plus haut, dans ces conditions, les tassements absolus prévisibles seront inférieurs au centimètre pour une exécution soignée.

#### **4.6. PROTECTION VIS-A-VIS DE L'EAU**

Même si aucune venue d'eau n'a été observée, le site est prédisposé à être occupé par une nappe à  $\pm$  faible profondeur.

Pour la fosse de l'ascenseur, il conviendra de réaliser un cuvelage étanche associé au radier. Cela permettra de s'affranchir de tout problème de suintements et venues d'eau dans les parties enterrées.

#### **GESTION DES EAUX EN PHASE PROVISoire - POMPAGE**

Des précautions d'usage seront à respecter pour conserver le fond de terrassement de nature limoneuse, sensible à l'eau :

- Réaliser les travaux en période sèche, non pluvieuse, et à l'avancement ;



- Régler le fond de terrassement de manière à permettre une évacuation gravitaire des eaux ;
- Protéger le fond de fouille en cas d'intempéries : les surfaces devront être réglées et fermées avant l'arrivée des intempéries ;
- En cas de venue d'eau, aucune stagnation ne sera tolérée et la mise en place d'un dispositif de drainage (tranchées drainantes descendues au moins 0,5 m sous le fond de terrassement et puisards) et évacuation gravitaire ou d'un système de pompage si nécessaire sera à prévoir. Si de l'eau a stagné sur le fond de terrassement, les contraintes de calculs données dans ce rapport pourront ne plus être valables.

#### 4.7. TERRASSEMENT

Les réseaux recoupant l'emprise des terrassements du projet ou se situant à proximité immédiate devront être préalablement purgés ou dévoyés.

Les travaux de terrassement seront réalisés en période sèche, non pluvieuse et devraient pouvoir s'effectuer en totalité à l'aide d'une pelle mécanique puissante. Quoi qu'il en soit, les moyens devront être adaptés à la géologie constatée.



## 5. REMARQUES ET SUGGESTIONS PARTICULIERES – ALEAS ET INCERTITUDES

Tout changement, concernant le plan de masse et/ou les caractéristiques du projet, devra nous être signalé. En effet toutes modifications pourraient influencer les solutions retenues et il pourrait alors être nécessaire de revoir tout ou partie de nos conclusions. Cette réflexion est notamment valable au cas où les descentes de charges du projet seraient supérieures à nos hypothèses. Les résultats sont valables uniquement au droit de nos sondages, en effet, des variations latérales sont toujours possibles.

Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle sans l'accord écrit de la société EG SOL *Dauphiné Savoie*, ne saurait engager sa responsabilité.

Le présent rapport de type « G2 AVP » rentre dans le cadre de l'enchaînement des missions géotechniques types décrit dans la norme NFP 94-500. Nous restons à la disposition du Maître d'ouvrage pour assurer des missions de type G2 PRO et DCE/ACT, G4 et G5 en concordance avec la norme NFP 94-500 jointe en annexe applicable depuis novembre 2013.

En particulier, au stade actuel de l'information sur l'ingénierie géotechnique du chantier, il reste des points à préciser et ce dans le cadre de l'enchaînement des missions géotechniques (missions G2 PRO, G3 à la charge de l'Entreprise et G4) :

- La vérification des tassements et contraintes de calculs en fonction des descentes de charges réelles (mission G2 PRO) ;
- Le contrôle et la validation des fonds de fouille de fondations ;
- Le dimensionnement des micropieux pour l'ascenseur.

*Le Chargé d'affaire ,*  
**Clément ARRAGAIN**



*Contrôle Interne,*  
**Steven DURAND**

  
SE

## **ANNEXES**

**EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500 REVISEE EN 2013**

**PLAN DE SITUATION**

**PLAN D'IMPLANTATION DES RECONNAISSANCES**

**COUPES DES PUIITS A LA PELLE**

**DIAGRAMMES DES ESSAIS PENETROMETRIQUES**

# EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500 REVISEE EN 2013

**Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique**

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)
	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)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	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

**Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique**

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

**ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)**

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

**Phase Étude de Site (ES)**

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

**Phase Principes Généraux de Construction (PGC)**

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

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

**ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)**

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

**Phase Avant-projet (AVP)**

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

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

**Phase Projet (PRO)**

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

**Phase DCE / ACT**

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

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

**Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)****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.

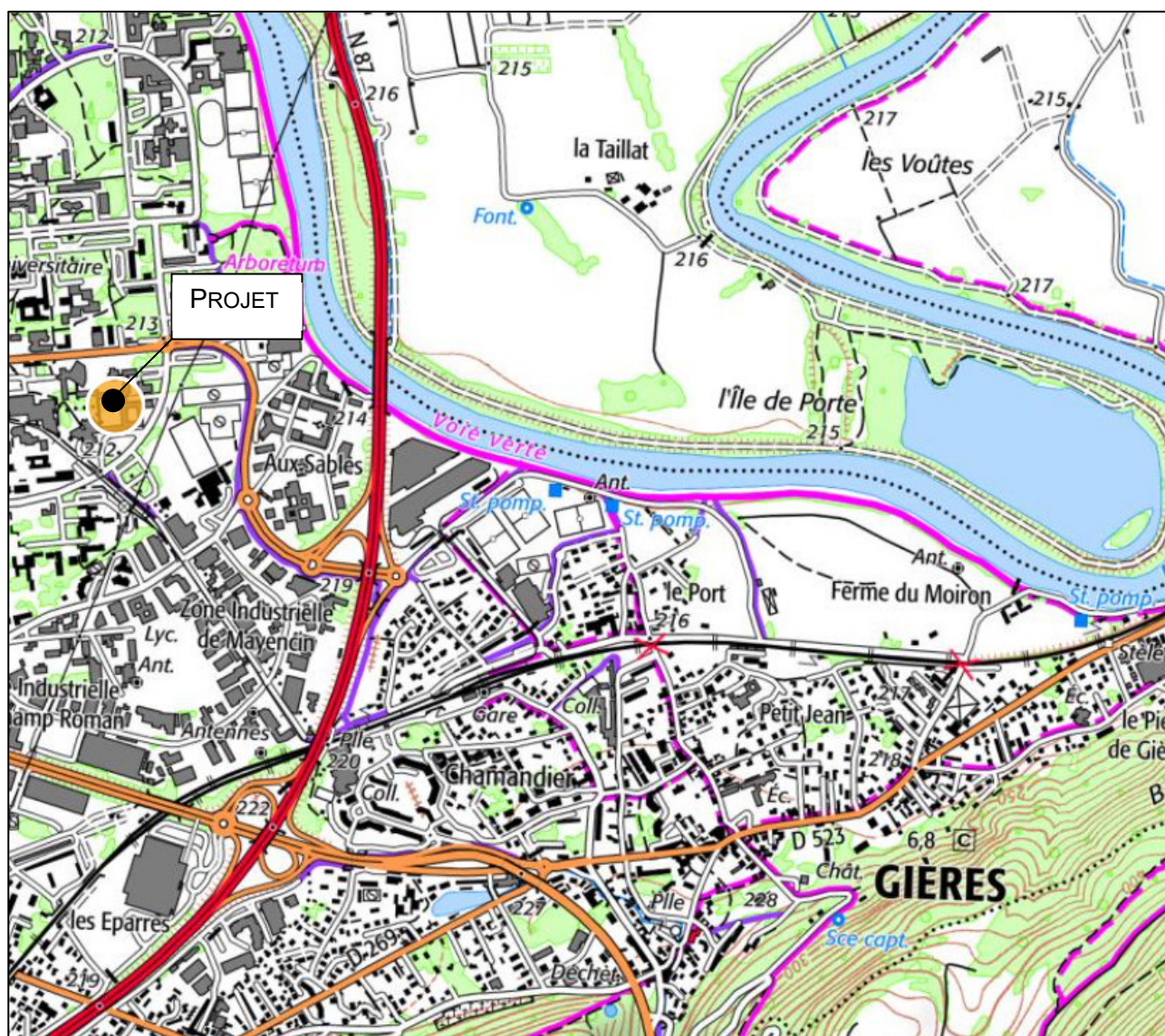
— Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.

— 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).



## PLAN DE SITUATION

GIERES (38 - ISERE)



## PLAN D'IMPLANTATION DES RECONNAISSANCES







DOSSIER 38/22/26863 G

GIERES - 38

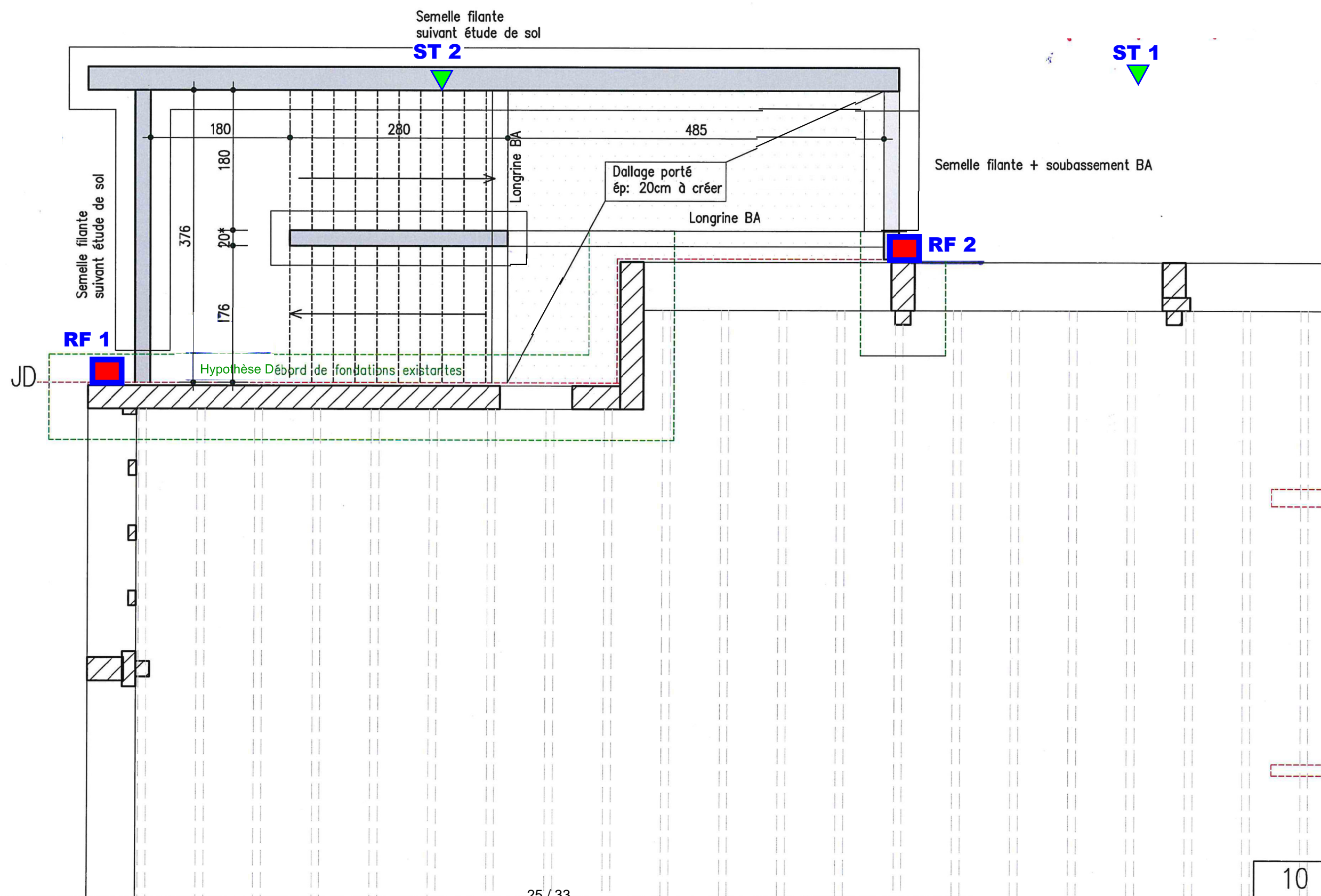
Réhabilitation bâtiments Stendhal

Fondations – Bâtiment K  
Création d'un escalier de secours

Echelle 1/50

-  **PM : puits à la pelle**  
 **RF : reconnaissance de fondation**  
 **PND : essais au pénétromètre dynamique**  
 **ST : essais au pénétromètre statique**

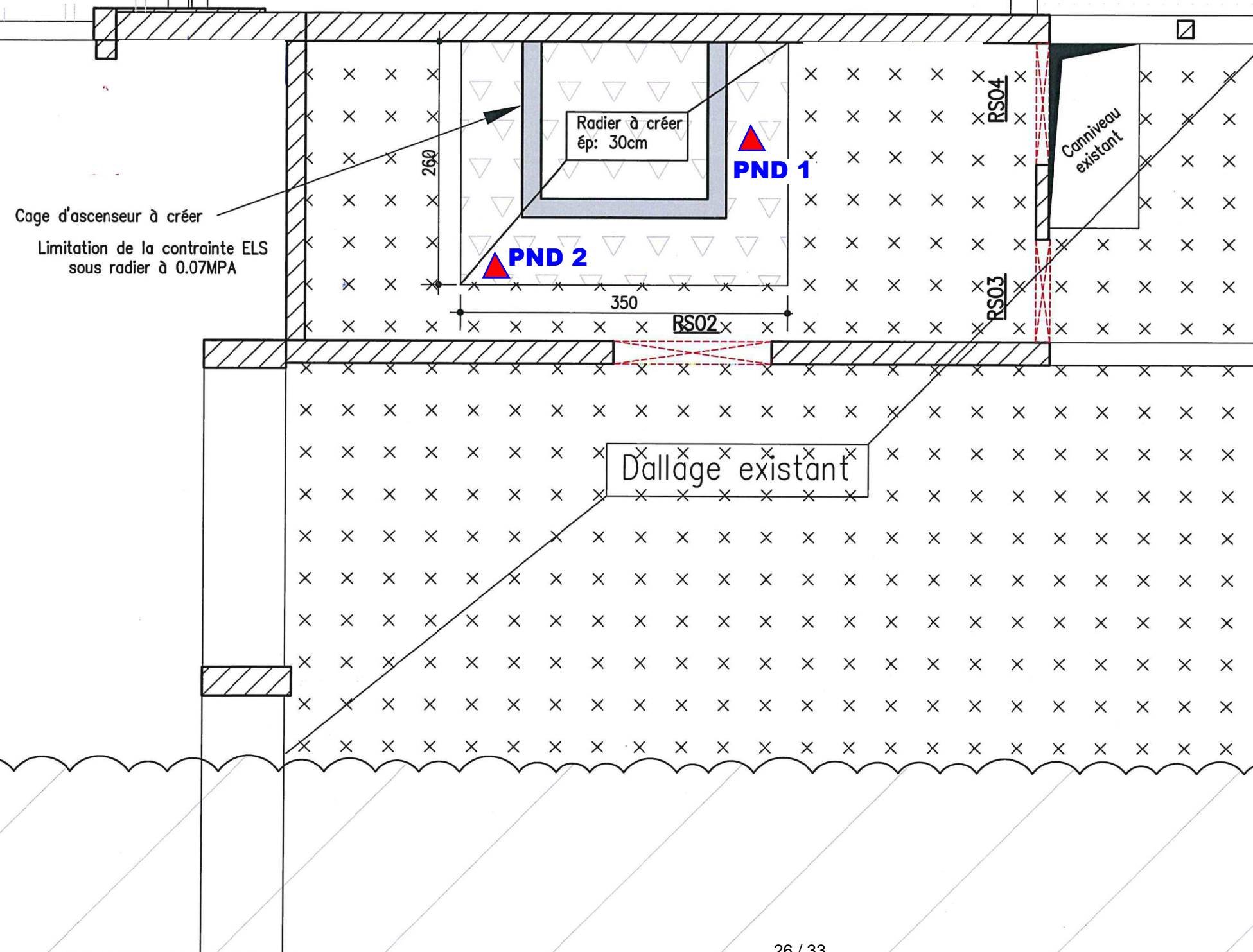
 **PM 1**





Fondations – Bâtiment G  
Création d'un Ascenseur

Echelle 1/50



## COUPES DES Puits A LA PELLE

### PM 1

Date : 24/10/2022

Epaisseurs (m)	Cote du toit de couche*	Profondeurs (m)	Description lithologique
0,1	213,9	0,0 m à 0,1 m	Couverture végétale
0,6	213,8	0,1 m à 0,7 m	Remblais de limon sableux et graveleux à quelques racines et traces de plastique
2,4	213,2	0,7 m à 3,1 m	Limon sableux puis sable fin limoneux.

Fin du sondage 210,8

\* NGF

**Remarques :** Aucune venue d'eau observée.*Mauvaise tenue des parois*

### RF1

Date : 24/10/2022

Epaisseurs (m)	Cote du toit de couche*	Profondeurs (m)	Description lithologique
2,4	213,8	0,0 m à 2,4 m	Remblais de graves sableuses grises, et traces de briques, tuiles, béton, fer.

Fin du sondage 211,4

\* NGF

**Remarques :** Aucune venue d'eau observée.*Mauvaise tenue des parois*



## RF2

Date : 24/10/2022

Epaisseurs (m)	Cote du toit de couche*	Profondeurs (m)	Description lithologique
2,1	213,8	0,0 m à 2,1 m	Remblais de graves sableuses
1,0	211,7	2,1 m à 3,1 m	Limon sableux puis sable fin limoneux

Fin du sondage 210,7

\* NGF

**Remarques :** Aucune venue d'eau observée.*Mauvaise tenue des parois*

## DIAGRAMMES DES ESSAIS PENETROMETRIQUES

### Principe du pénétromètre dynamique - NF EN 22476-2

L'essai pénétrométrique consiste à battre, à l'aide d'un mouton de masse 63,50 kg un train de tiges équipé d'un cône de pénétration de surface connue (20 cm<sup>2</sup>). La hauteur de chute du mouton est de 75 cm. Le principe de l'essai consiste à noter le nombre de coups nécessaire à un enfoncement unitaire de 20 cm.

Les essais de pénétration permettent de déterminer la *résistance dynamique apparente*  $R_{da}$  des terrains traversés, calculée à partir de la formule présentée ci-dessous :

$$R_{da} = \frac{Mgh}{Ae} + \frac{M}{M + M'}$$

avec :  $M$       *masse du mouton,*  
 $g$       *accélération de la pesanteur (9,8 ms<sup>-2</sup>),*  
 $h$       *hauteur de chute libre (75 cm),*  
 $A$       *section droite de la pointe (20 cm<sup>2</sup>),*  
 $e$       *l'enfoncement par coup,*  
 $M'$       *masse cumulée restante.*

### Principe du pénétromètre statique - NF EN 22476-12

L'essai consiste à enfoncer, à vitesse lente et constante (0,5 à 2 cm par seconde) des tiges munies d'une pointe à leur extrémité. Il est conçu pour mesurer le frottement latéral sur les tubes extérieurs qui entourent la tige centrale et les efforts sous la pointe.

Les avantages de la pénétration statique et dynamique ont été réunis en un seul appareil (pénétromètre statique-dynamique). Tant que les couches traversées n'offrent pas une forte résistance importante, l'essai est réalisé en statique. Cependant, dès que l'appareil est bloqué, on poursuit l'essai en dynamique. Et si la résistance décroît ultérieurement, il est possible de reprendre en statique.

On trace alors les diagrammes suivants :

$q_c$       *Résistance de pointe (MPa)*  
 $F_s$  (kPa)      *le frottement latéral*  
 $F_s/Q_c$  (%)      *le rapport de la résistance de pointe sur le frottement latéral*

# ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

## ESSAI Pnd 1



Projet : Réhabilitation bâtiments Stendhal / G2 AVP

Numéro du dossier : 38/22/26863 G

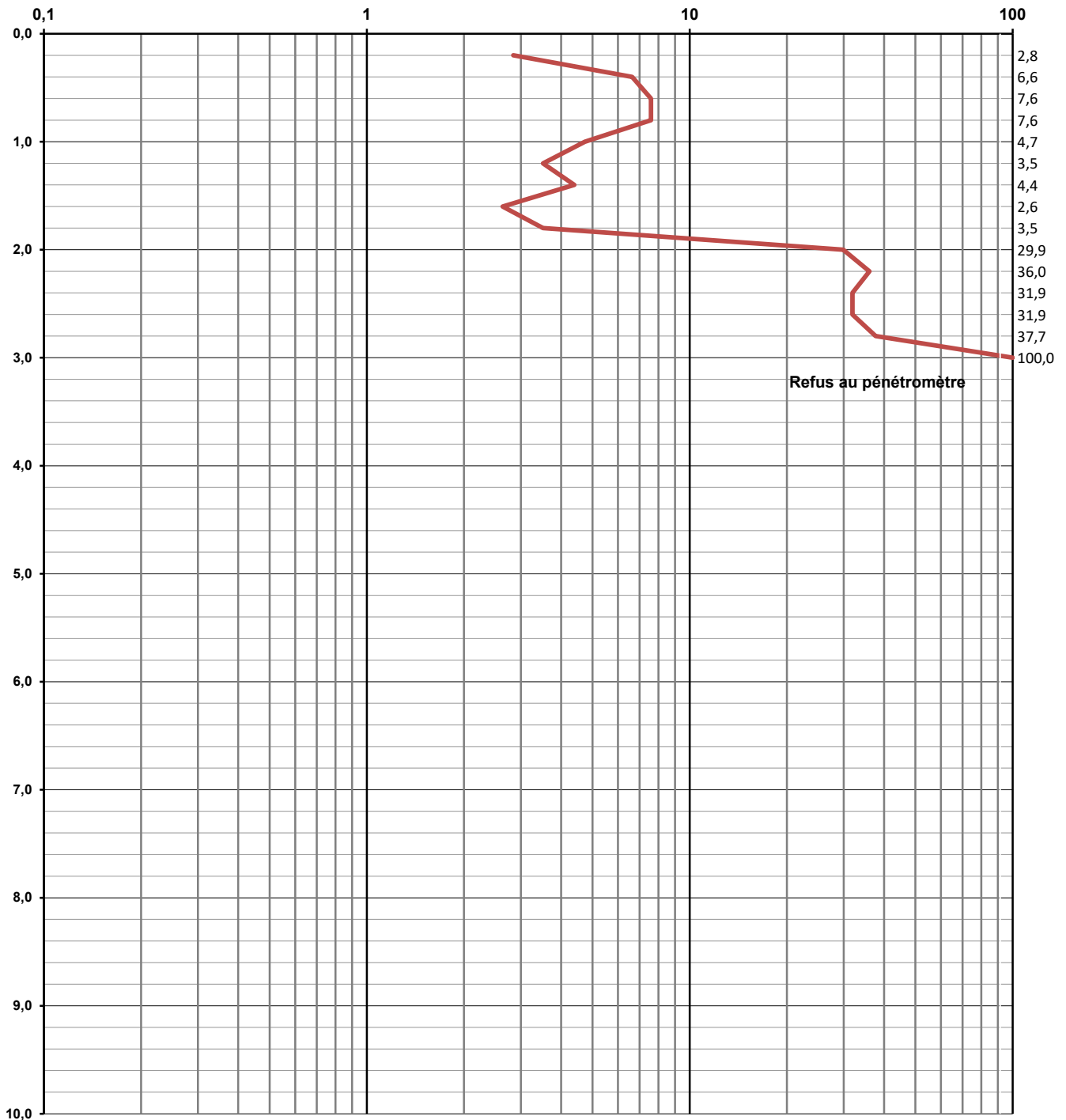
Client : UGA (UNIVERSITE GRENOBLE ALPES)

Date de réalisation : 24/10/2022

Commune : GIERES

Cote du sondage : 214,5 m NGF

### RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE Rda (MPa)



### CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

Surface de la pointe = 20 cm<sup>2</sup>

Enfoncement = 0,2 m

Hauteur de chute = 0,75 m

Masse = 63,5 kg

Masse additionnelle = 8,584 kg

# ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

## ESSAI Pnd 2



Projet : Réhabilitation bâtiments Stendhal / G2 AVP

Numéro du dossier : 38/22/26863 G

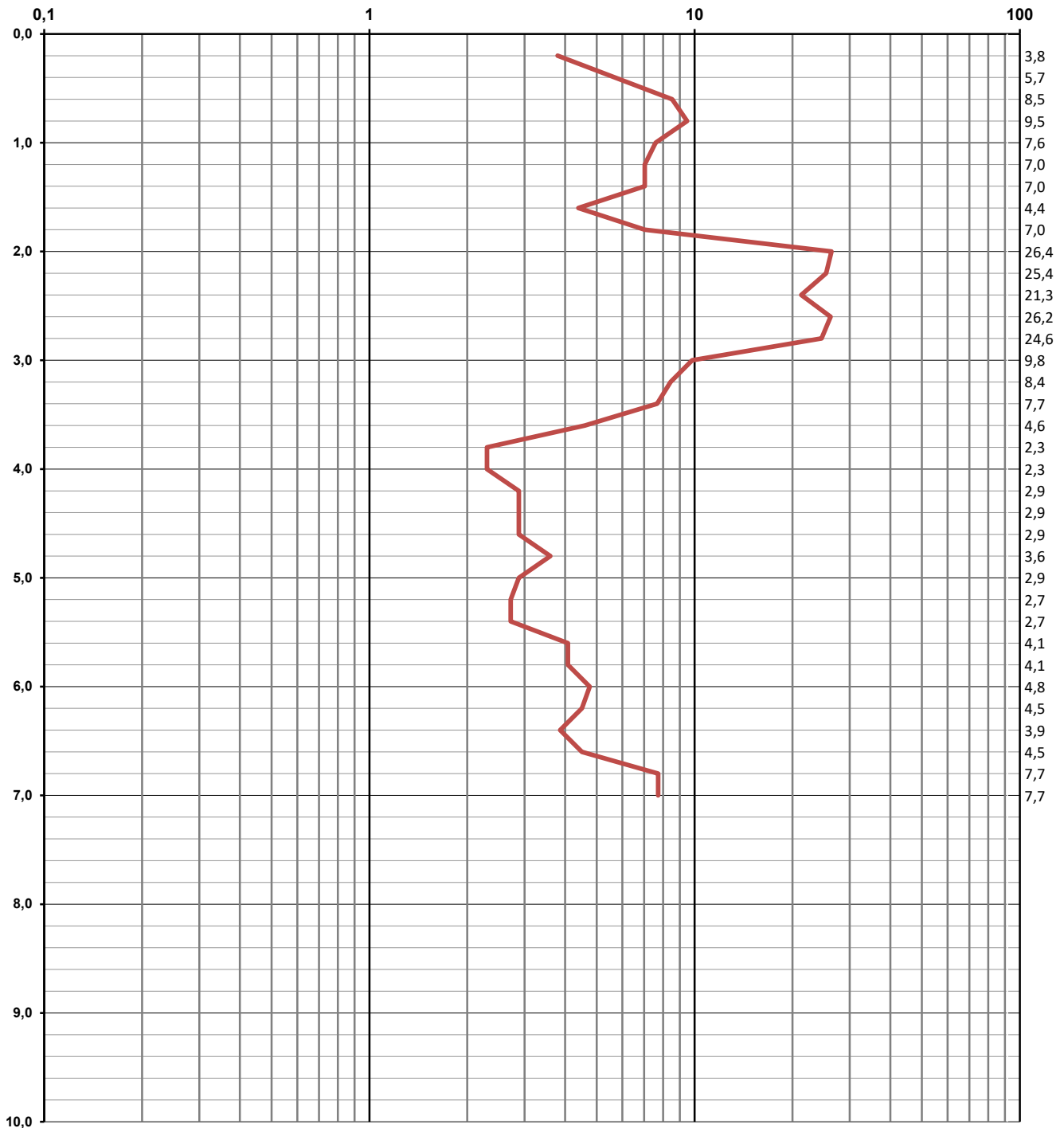
Client : UGA (UNIVERSITE GRENOBLE ALPES)

Date de réalisation : 24/10/2022

Commune : GIERES

Cote du sondage : 214,5 m NGF

### RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE Rda (MPa)



### CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE DYNAMIQUE (Norme NF EN ISO 22476-2)

Surface de la pointe = 20 cm<sup>2</sup>

Enfoncement = 0,2 m

Hauteur de chute = 0,75 m

Masse = 63,5 kg

Masse additionnelle = 8,584 kg

# ESSAI AU PENETROMETRE STATIQUE/DYNAMIQUE

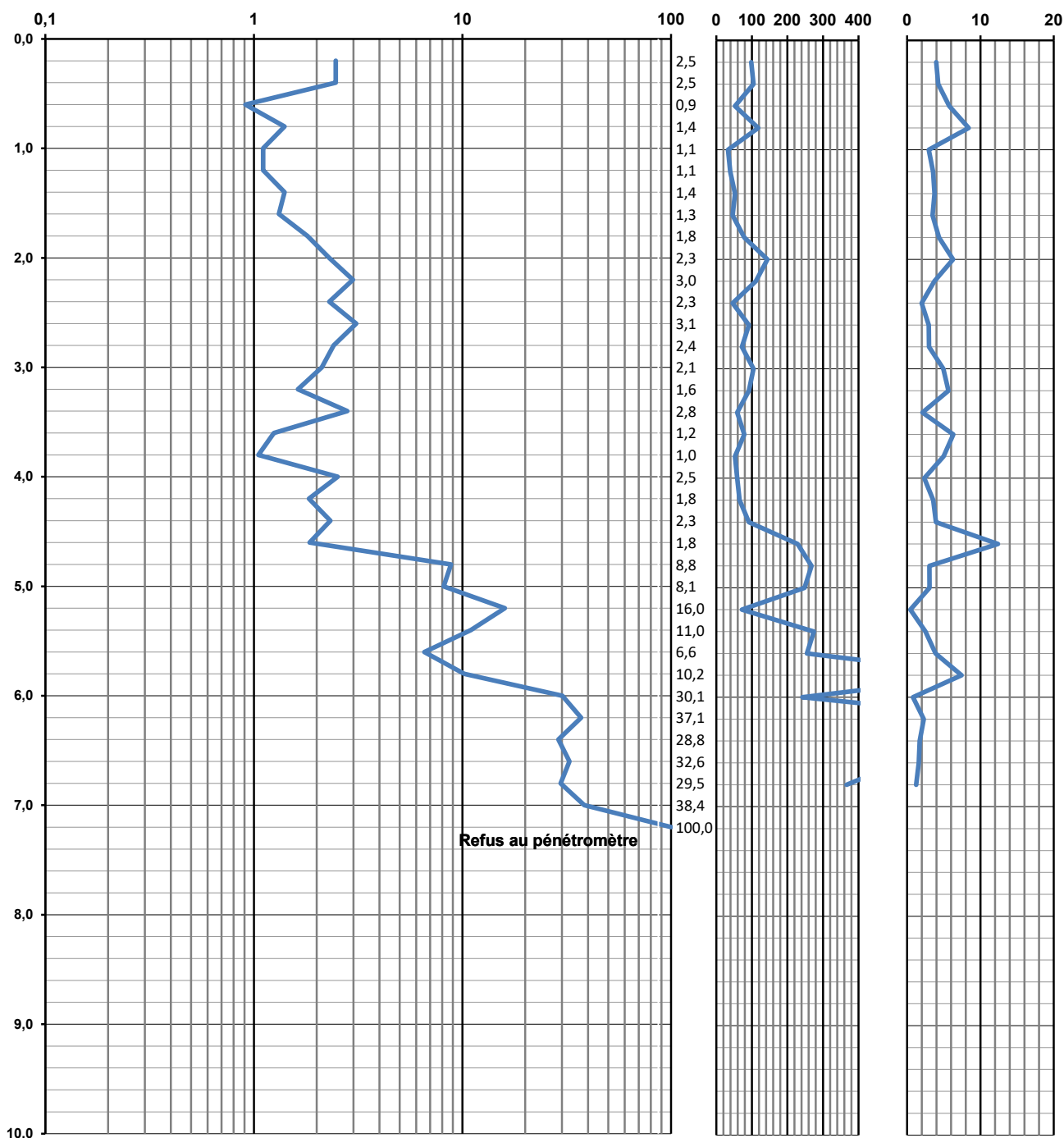
## ESSAI ST 1



Projet : Réhabilitation bâtiments Stendhal / G2 AVP  
 Client : UGA (UNIVERSITE GRENOBLE ALPES)  
 Commune : GIERES

Numéro du dossier : 38/22/26863 G  
 Date de réalisation : 24/10/2022  
 Cote du sondage : 213,9 m NGF

RESISTANCE DE POINTE STATIQUE Qc OU DYNAMIQUE Rda (MPa)	Frottement (kPa)	Fs/Qc (%)
---	------------------	-----------



CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE STATIQUE (Norme NF EN ISO 22476-12)

Surface de la pointe = 10 cm<sup>2</sup>  
 Vitesse d'avancement = 2 cm/s

Angle de la pointe = 60°  
 Diamètre de la pointe = 35,7 mm

— : Pénétration statique  
 —■— : Pénétration dynamique



# ESSAI AU PENETROMETRE STATIQUE/DYNAMIQUE

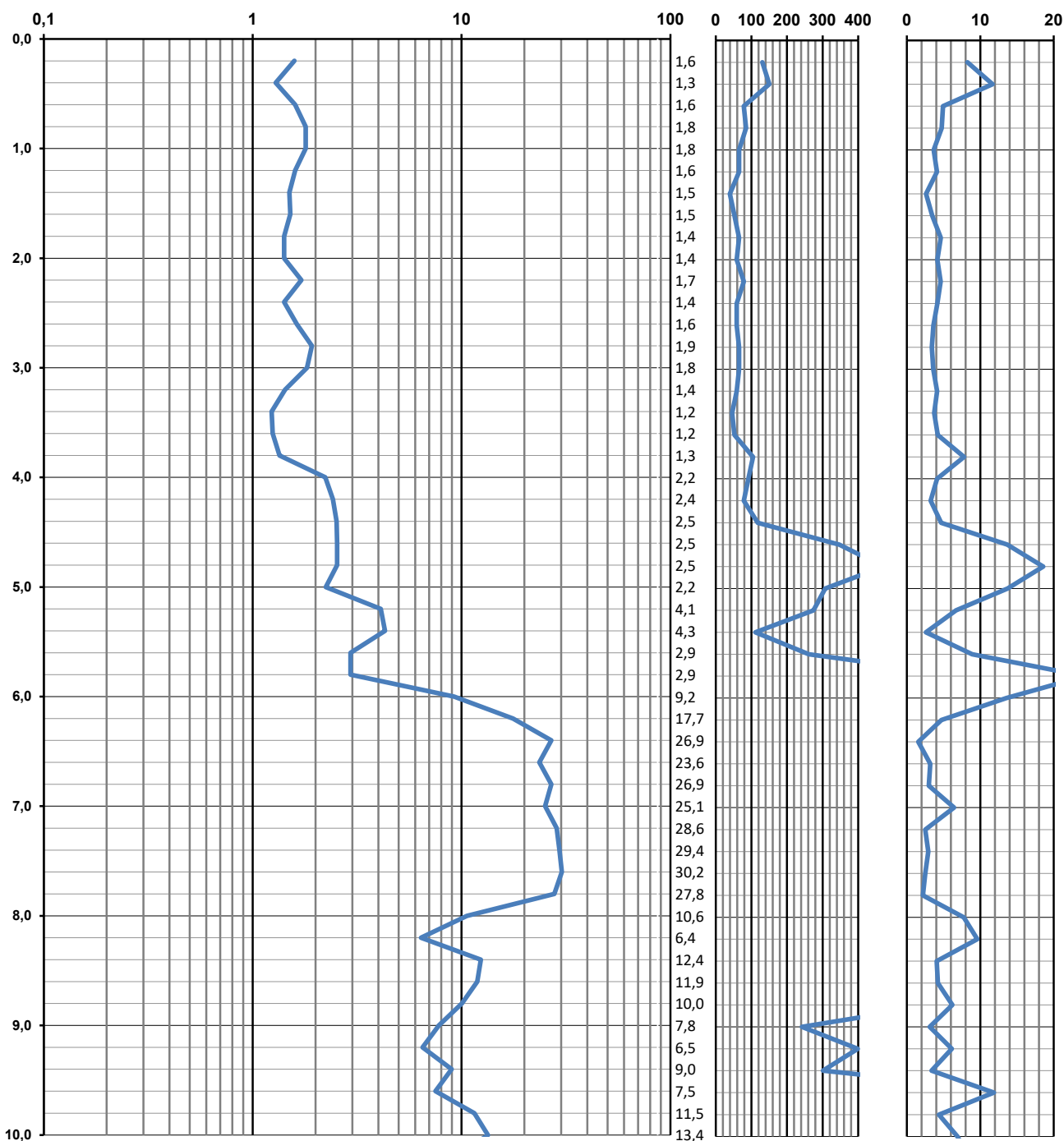
## ESSAI ST 2



Projet : Réhabilitation bâtiments Stendhal / G2 AVP  
 Client : UGA (UNIVERSITE GRENOBLE ALPES)  
 Commune : GIERES

Numéro du dossier : 38/22/26863 G  
 Date de réalisation : 24/10/2022  
 Cote du sondage : 213,9 m NGF

RESISTANCE DE POINTE STATIQUE Qc OU DYNAMIQUE Rda (MPa)	Frottement (kPa)	Fs/Qc (%)
---	------------------	-----------



CARACTERISTIQUES DU PENETROMETRE STATIQUE (Norme NF EN ISO 22476-12)

Surface de la pointe = 10 cm<sup>2</sup>  
 Vitesse d'avancement = 2 cm/s

Angle de la pointe = 60°  
 Diamètre de la pointe = 35,7 mm

— : Pénétration statique  
 —■— : Pénétration dynamique