

**Université Grenoble Alpes (UGA)**

\*\*\*\*\*

**VALENCE (26 - DROME)**

\*\*\*\*\*

**Extension du gymnase CSU****Etude géotechnique de conception – Phase Projet****PARTOUT EN FRANCE****DAUPHINÉ SAVOIE**

38610 GIÈRES

egsol-grenoble@egsol.fr

**SAVOIES**

73000 CHAMERY

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

**NORMANDIE**

14370 ARGENCES

egsol.normandie@egsol.fr

<i>Fait à Gières - Le 10/03/2021</i>				<i>Réf : 26/21/21175 BG</i>	
<i>Indice</i>	<i>Rédigé par</i>	<i>Vérifié par</i>	<i>Contrôlé par</i>	<i>Etat</i>	<i>Modifications</i>
<b>0</b>	<b>MM</b>	<b>CB</b>	<b>CB</b>	<b>G2 PRO</b>	<b>-</b>
<i>Ingénieur responsable</i>		<i>Ligne directe</i>		<i>Fax</i>	<i>Courriel</i>
<b>Mélanie MOGICATO</b>		04 76 41 43 15		04 76 42 63 70	melanie.mogicato@egsol.fr

## ***SOMMAIRE***

<b>1- INTRODUCTION .....</b>	<b>3</b>
<b>2- RENSEIGNEMENTS GENERAUX .....</b>	<b>4</b>
2-1- Situation et morphologie.....	4
2-2- Contexte géologique et aléa gonflement.....	4
2-3- Contexte hydrogéologique global .....	4
2-4- Documents en notre possession .....	5
2-5- Description sommaire du projet .....	5
<b>3- CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE DES SOLS ET RESULTATS .....</b>	<b>6</b>
3-1- Campagne de reconnaissances .....	6
3-2- Remarques préalables - nivellement .....	6
3-3- Modèle géologique et géotechnique – première approche .....	7
3-4- Données hydrogéologiques .....	8
3-5- Mises a jour de fondation existantes.....	9
<b>4- APPLICATION AU PROJET.....</b>	<b>11</b>
4-1- Identification et impact potentiel des risques géotechniques .....	11
4-2- Aléa sismique et susceptibilité à la liquéfaction.....	11
4-3- Fondations.....	11
4-4- Traitement des niveaux bas.....	14
4-5- Couche de forme et remblais techniques .....	15
4-6- Risques de déformation des terrains.....	16
4-7- Protection vis-à-vis de l'eau .....	17
4-8- Terrassement - Talutage - Soutènement.....	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 générale de la France

Es : Module de déformation élastique (MPa)

## 1- INTRODUCTION

Principales données de la mission :

<b>Maître d'ouvrage / Client</b>	Université Grenoble Alpes (UGA)
<b>Date de la commande</b>	04/04/2019
<b>Projet</b>	Extension du gymnase CSU
<b>Commune / Département</b>	VALENCE (26 - DROME)
<b>Mission géotechnique *</b>	Etude géotechnique de conception – Phase Projet G2 PRO

*\* Selon la « Classification des Missions Géotechniques Types » définie dans la norme NFP 94.500 de Novembre 2013 dont est joint un extrait en annexe.*

Rappelons que nous avons réalisé en mai 2019, une étude G2 AVP, référencé 26/19/211175 G. Nous réutiliserons les sondages et essais réalisés lors de cette étude.

Cette étude a pour objectifs :

- de préciser les contextes géologique et géotechnique du site,
- de caractériser les conditions hydrogéologiques locales superficielles,
- d'étudier plus précisément les tassements sous le projet dans le cas d'une solution de fondations sur semelles superficielles ;
- de donner des recommandations pour la réalisation des fondations, des niveaux bas et des terrassements.

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

- la gestion des eaux pluviales et usées ;
- le diagnostic géotechnique et structure de l'existant ;
- l'impact sur les réseaux éventuels présents sur le site ;
- la reconnaissance des anomalies géotechniques situées en dehors de nos sondages.

## **2- RENSEIGNEMENTS GENERAUX**

### **2-1- SITUATION ET MORPHOLOGIE**

Localisation (cf. plan d'implantation en annexe) : Le terrain d'étude se situe dans l'enceinte du centre sportif universitaire, localisé route de Malissard, sur les parcelles cadastrées n° 103 et 106, section BO à Valence (26 – Drôme).

Paysage / Altitude : Le site est localisé en contexte péri-urbain dans un terrain relativement plat à une altitude d'environ 148 m NGF.

Superficie / morphologie / végétation : Le terrain d'étude a une superficie d'environ 1500 m². Le jour de notre intervention le terrain était pour partie enherbé et pour partie enrobé avec des constructions existantes (mur cintré, gymnase,...).

Occupation et historique du site / réseaux : Le site est actuellement occupé par deux bâtiments existants (le gymnase et le centre sportif) et un mur cintré. De nombreux réseaux traversent le site.

Zone d'Influence Géotechnique (Z.I.G) : Le projet d'extension s'insère entre le centre sportif universitaire existant et le gymnase Pierre Mendès-France. Il sera mitoyen au mur cintré et au gymnase.



*Vue générale du site le jour de notre intervention en avril 2019*

### **2-2- CONTEXTE GEOLOGIQUE ET ALEA GONFLEMENT**

D'après la carte géologique de **Valence** au 1/50000° (BRGM, site infoterre), le site se trouve au droit de limons superficiels recouvrant les alluvions rissiennes (OE2 / Fx).

Le terrain se trouve en zone d'aléa faible vis-à-vis du phénomène de retrait/gonflement des argiles.

### **2-3- CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE GLOBAL**

D'après le PPRI, le site n'est pas concerné par l'aléa inondation.

## 2-4- DOCUMENTS EN NOTRE POSSESSION

Documents en notre possession au 10/03/2021 :

Nature et Source	Echelle	Référence	Date d'édition	Format
Dossier de plans avant-projet définitif (Atelier d'architecture Abeille Cogné)	diverses	-	29/09/2020	PDF
Plan fondation et élévation (Edifis Structures)	-	-	08/03/2021	PDF

## 2-5- DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET

Nature du projet / surface / mitoyenneté : Le projet prévoit l'extension du complexe sportif universitaire. L'extension sera de type RDC (hauteur acrotère de 10 m environ) sur une emprise au sol de 580 m<sup>2</sup> environ. L'extension sera mitoyenne au mur cintré et au gymnase. La structure est prévue principalement en charpente bois avec une zone en béton.

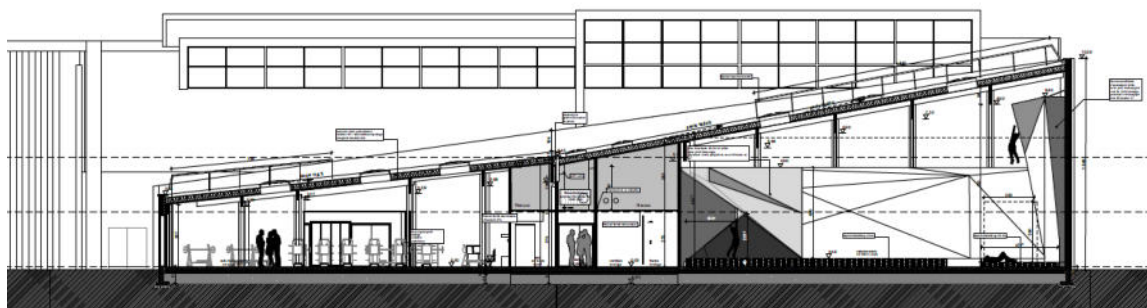
Calage du projet / terrassements prévus : D'après les informations transmises, le niveau 0.00 se situera au même niveau que celui des existants.

Partie enterrée / niveaux décalés : Le projet ne comporte aucune partie enterrée, même partiellement et aucun niveau décalé.

Descentes de charges :

Semelle	Surcharge ELS (kN/ml et kN)	Longueur (m)	Largeur (m)
SF1	41 kN/ml		0,5
S1a	150 kN	2	0,5
S1b	210 kN	2	0,7
S2	216 kN	1,2	1,2
S3	288 kN	1,6	1,2
S4	150 kN	1	1
Dallage	12 kN/m <sup>2</sup>		

Ouvrages annexes : voirie légère



Coupe du projet

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 29/04/2019, la campagne de reconnaissance des sols suivante :

- 3 reconnaissances de fondations à la pelle mécanique, notées RF1 à RF3 ;
- 2 essais au pénétromètre dynamique de type DPSH-B, notés Pnd101 et Pnd102 ;
- 1 essai au pénétromètre statique/dynamique 10T, noté ST1.

L'implantation des sondages a été réalisée au mieux en fonction des conditions d'accès au terrain, des ouvrages et 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 - NIVELLEMENT**

Les descriptions de faciès que nous donnons sont basées sur la réalisation des sondages à la pelle mécanique (profondeur d'investigation jusqu'à environ 1.0 m/TN actuel).

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.

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

De cette interprétation résulte également le fait que les cotes ou profondeurs indiquées ne sont que des estimations et non des références absolues.

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.

Toutes les cotes précisées dans ce rapport découlent d'un nivellement effectué par nos soins à partir des données topographiques fournies mais ne résultent en aucun cas d'un relevé topographique pouvant être effectué par un géomètre. Le nivellement effectué est un nivellement indépendant, la cote 99.58 correspond au point de référence choisi (plaque à l'Est du terrain, cf. *schéma d'implantation des reconnaissances en annexe*). Il conviendra de rattacher le cas échéant les cotes de nos essais et sondages dans le référentiel du chantier.

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

### **3-3- MODELE GEOLOGIQUE ET GEOTECHNIQUE – PREMIERE APPROCHE**

#### **Formation 1 : Remblais hétérogènes**

Description lithologique : Cette formation a été reconnue visuellement au droit de tous les sondages à la pelle sous 30 à 40 cm de couverture végétale. Elle est constituée par une matrice limoneuse, sableuse à graveleuse comprenant localement des débris (métal,...)

Caractéristiques mécaniques : Les valeurs représentatives de résistances mécaniques mesurées dans cette formation sont résumées ci-dessous :

- *Pénétrömètre dynamique :  $R_{da} \approx 1$  à 6 MPa, valeurs non significatives.*
- *Pénétrömètre statique :  $q_c \approx 1$  et 3 MPa, valeurs non significatives.*

#### **Formation 2 : Limon marron à quelques graves**

Description lithologique : Cette formation a été reconnue visuellement au droit de tous les sondages à la pelle sous les remblais.

Caractéristiques mécaniques : Les valeurs représentatives de résistances mécaniques mesurées dans cette formation sont résumées ci-dessous :

- *Pénétrömètre dynamique :  $R_{da} \approx 2$  à 8 MPa, on retiendra une valeur de 2 MPa moyen.*
- *Pénétrömètre statique :  $q_c \approx 2$  à 8 MPa, on retiendra une valeur de 2 MPa moyen.*

On note la présence de quelques pics ( $q_c$  et  $R_{da} > 10$  MPa) pouvant représenter la présence de blocs ou de passage graveleux.

#### **Formation 3 : Formation compacte, supposée graveleuse**

Description lithologique : Cette formation n'a pas été reconnue visuellement. Compte-tenu de sa compacité et du rapport  $f_s/q_c$ , il s'agit probablement d'une formation sablo-graveleuse.

Caractéristiques mécaniques : Les valeurs représentatives de résistances mécaniques mesurées dans cette formation sont résumées ci-dessous :

- *Pénétrömètre dynamique :  $R_{da} > 20$  MPa, provoquant le refus.*
- *Pénétrömètre statique :  $q_c > 20$  MPa, provoquant le refus.*

**Modèle géotechnique :** Le tableau ci-dessous 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 reconnaissances ultérieures ou en phases chantier selon le contexte géotechnique réellement observé*) :

Sondage	Cote de la tête du sondage en NI	Toit de la formation 2 (Limon)		Toit de la formation 3 (Compacte, graveleuse)	
		Profondeur (m/TN)	Cote en NI	Profondeur (m/TN)	Cote en NI
RF 1	99,8	0,5	99,3	Non reconnue	
RF 2	99,7	Non reconnue			
RF 3	99,7	0,5	99,2		
Pnd 101	99,7	0,5*	99,2	4,0	95,7
Pnd 102	99,7	0,5*	99,2	4,6	95,1
ST 1	99,9	0,5*	99,4	5,2	94,7

\* cote approximative...

### **3-4- DONNEES HYDROGEOLOGIQUES**

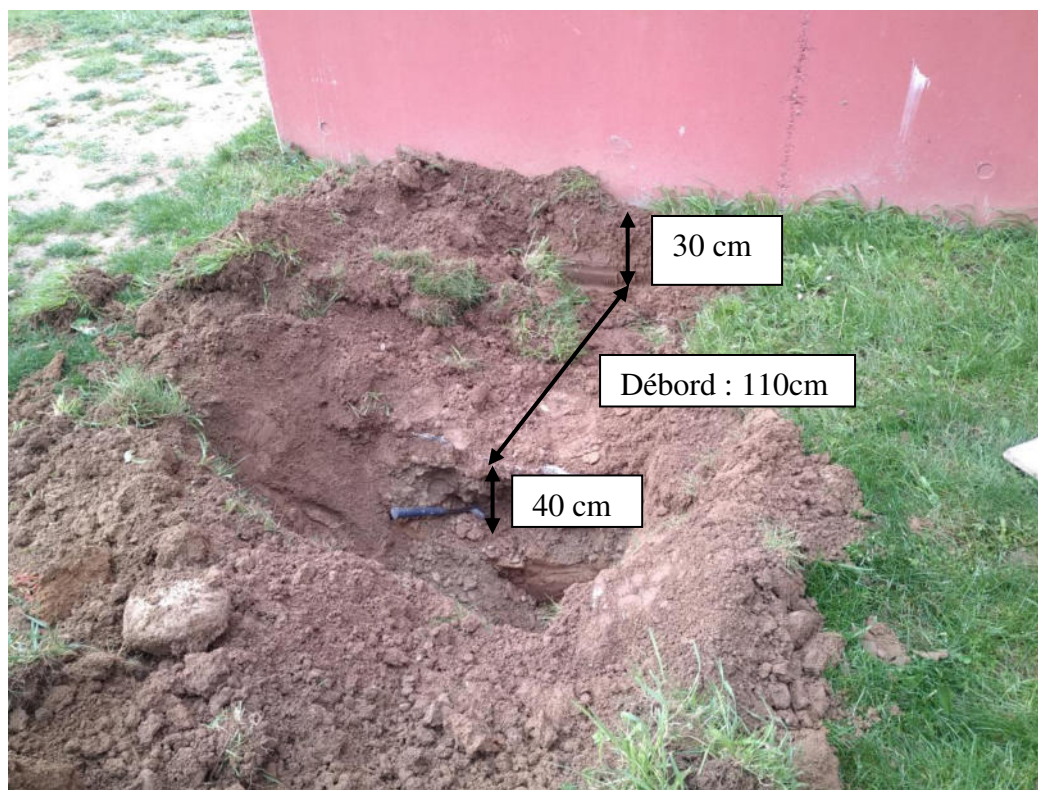
Lors de notre reconnaissance du **29/04/2019**, aucune venue d'eau n'a été observée au droit de nos sondages à la pelle descendus jusqu'à une profondeur maximale de 1.0m.

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.

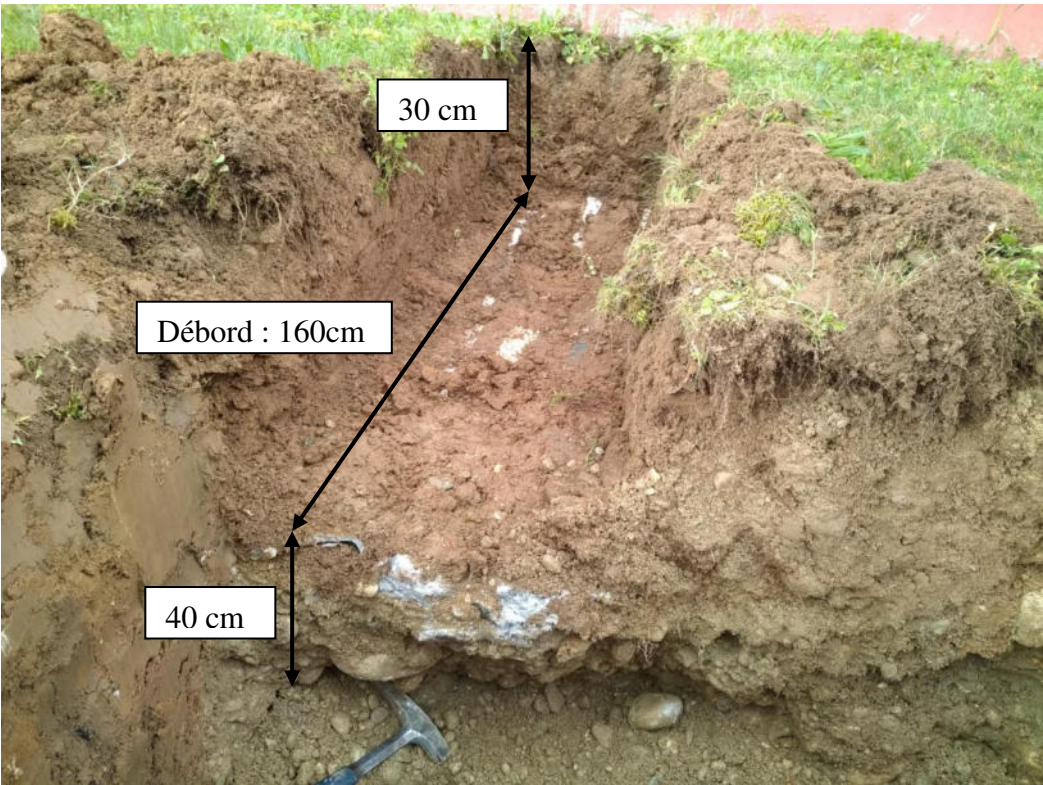


### 3-5- MISES A JOUR DE FONDATION EXISTANTES

Nous avons réalisé 3 reconnaissances de fondations du mur cintré notées RF1, RF2 et RF3. La fouille RF2 a été arrêté prématurément compte-tenu de la présence d'un réseau.







Les caractéristiques géométriques des fondations sont résumées dans le tableau ci-après (cf. schémas et photos des reconnaissances de fondation et implantation en annexe) :

	Débord (en m)	Profondeur du toit de la fondation (m/TN)	Epaisseur de la fondation (m)	Profondeur d'assise de la fondation (m/TN)	Nature du faciès d'assise
<b>RF1</b>	1.10	0.30	0.40	0.70	Limons
<b>RF2</b>	1.10	0.30	Non observée		
<b>RF3</b>	1.60	0.30	0.40	0.70	Limons

Compte tenu des éléments observés, il apparaît que le mur cintré est fondé par semelle filante assise dans les limons à 0.70 m/TN.

On remarquera l'important débord des fondations.

## 4- APPLICATION AU PROJET

### 4-1- IDENTIFICATION ET IMPACT POTENTIEL DES RISQUES GEOTECHNIQUES

#### Contraintes liées aux caractéristiques du site

- Mur cintré mitoyen avec des débords de fondations importants ;
- Limon sensible aux intempéries.

### 4-2- ALEA SISMIQUE ET SUSCEPTIBILITE A LA LIQUEFACTION

D'après l'arrêté du 22/10/2010 relatif au zonage sismique et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal », le secteur étudié est classé en **zone de sismicité modérée (zone 3)**.

Le profil stratigraphique correspond à une classe de sol **C**, d'après la norme NF EN 1998-1 (Eurocode 8 – Septembre 2005).

Les faciès rencontrés ne sont pas liquéfiables au sens de l'Eurocode 8.

### 4-3- FONDATIONS

#### 4-3-1- Justification des fondations superficielles

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 NFP 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.

Pour mémoire, la justification des fondations superficielles vis-à-vis du poinçonnement nécessite de vérifier l'inéquation suivante :

$$\bullet \quad V_d - R_0 \leq R_{v,d}$$

Avec :

$V_d$  : valeur de calcul de la composante verticale de la charge transmise sous la fondation

$R_0$  : poids du volume de sol occupé par la fondation ( $R_0 = 0$  par simplification car la descente de charge n'intègre pas le poids des fondations et du sol au dessus jusqu'au terrain fini)

$R_{v,d}$  : valeur de calcul de la résistance verticale du terrain sous la fondation

$$\bullet \quad R_{v,d} = \frac{A_{\text{fond}}' \cdot (k_p \cdot P_{lk}^* \text{ ou } k_c \cdot q_{ck}) \cdot i \delta \cdot i \beta}{\gamma_{r,v} \cdot \gamma_{rd,v}}$$

Avec :

$A'$  : 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).

$k_p$  ou  $k_c$  : facteur de portance pressiométrique ou pénétrométrique

$\gamma_{r,v}$  : facteur partiel variable selon la combinaison d'action

$\gamma_{r,dv}$  : coefficient de modèle associé à la méthode utilisée (pressiométrique et pénétrométrique = 1,2)

#### 4-3-2- Solution de fondation superficielle sur semelle

Dans la mesure où les conditions et hypothèses citées au § 2-5 sont satisfaites, le projet pourra être fondé sur semelles superficielles filantes et/ou isolées au sein de la formation n°2 des limons marron à quelques graves. L'estimation du toit du faciès d'assise prévisible est donnée au § 3-3.

Les paramètres géotechniques de dimensionnement des fondations superficielles vis-à-vis du poinçonnement pour le faciès d'assise précité sont les suivants :

Combinaison	Rupture	ELUa	ELU	ELS
Facteurs partiels	$\gamma_{r,v} = 1,0$ $\gamma_{rd,v} = 1,0$	$\gamma_{r,v} = 1,2$ $\gamma_{rd,v} = 1,2$	$\gamma_{r,v} = 1,4$ $\gamma_{rd,v} = 1,2$	$\gamma_{r,v} = 2,3$ $\gamma_{rd,v} = 1,2$
$\frac{R_{vd}}{A' \cdot i_\delta \cdot i_\beta} + \frac{R_0}{A'} (MPa)$	0,414	0,288	0,246	<b>0,15</b>

La valeur de calcul de la résistance au glissement  $R_{h,d}$  de la fondation sera calculée avec un angle de frottement d'interface fondation/terrain  $\delta_{a,k}$  (généralement  $= 2/3 \phi'$  pour les fondations préfabriquées lisses et  $\phi'$  pour les fondation coulées pleine fouille, avec  $\phi' = 25^\circ$  pour les limons à quelques graves).

Le niveau d'assise des fondations devra respecter un ancrage minimum de 0,2 m dans le faciès d'assise (**limon à quelques graves**), et une profondeur minimum de 0,6 m / niveau actuel en tout point du projet et à une garde hors gel (0.6 m minimum).

#### 4-3-3- Remarques générales et dispositions constructives

Des variations latérales des faciès et des hauteurs plus importantes des remblais de couverture 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 (par exemple : lentille sableuse ou d'argile molle, terrain de couverture, remblais...).

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

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 si nécessaire). Les sur-profondeurs seront rattrapées au gros béton. Il sera également nécessaire d'évacuer toute arrivée d'eau (gravitairement ou par pompage si nécessaire) hors des fouilles et plate-forme de travail.

Par ailleurs, en cas de dénivelé entre fondations, une pente maximale de 2V/3H sera à respecter entre 2 fondations voisines ou 2 redans successifs (conforme NF P 94-261).

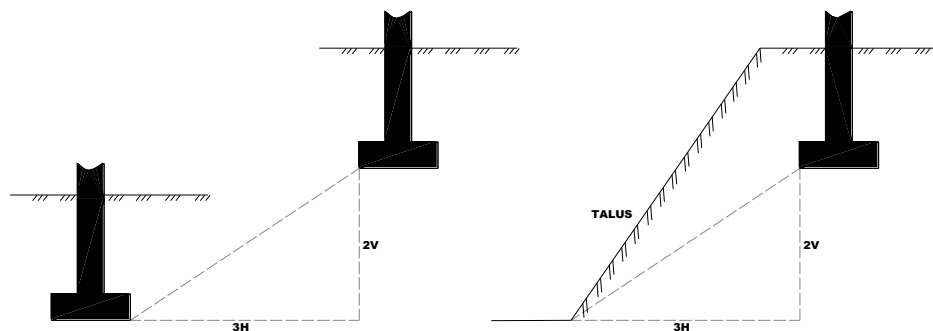
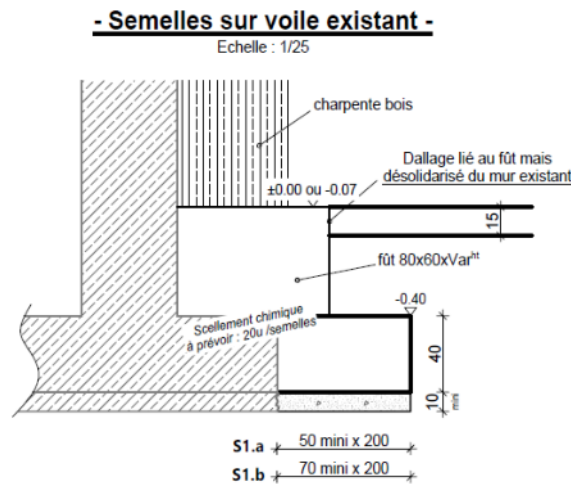


Figure 1 : schéma de principe

La structure devra disposer de chaînages horizontaux et verticaux mis en œuvre dans les règles de l'art.

#### 4-3-4- Mitovenneté

Il est prévu le raccordement sur l'existant suivant :



Les nouvelles fondations seront scellées à celles existantes. Compte tenu des faibles descentes de charges (cf. § 2-5), les tassements seront faibles sur la structure existante (cf. § 4-6). Ainsi des déformations de faible amplitude pourront se produire, et induire quelques déformations sur le voile cintré (microfissuration à reprendre le cas échéant dans le cadre du projet : déformations inhérentes à l'acte de construire).

#### 4-4- TRAITEMENT DES NIVEAUX BAS

L'hypothèse retenue est une charge uniformément répartie de **12 kN/m<sup>2</sup>**, cette hypothèse devra nécessairement être validée par le bureau d'études structures.

Compte tenu de la nature prévisible des terrains d'assise sous dallage et de la surcharge considérée, un dallage sur terre-plein est envisageable, après purge des enrobés, couverture végétale et remblais.

Conformément au DTU 13.3 dallage, les dallages sur terre-plein seront mis en place sur un sol support qui doit satisfaire :

- des critères de portance de l'essai de chargement à la plaque (1 unité/300 m<sup>2</sup> ; minimum 3) : **Kw ≥ 50 MPa/m ; EV2 ≥ 50 MPa ; EV2/EV1 ≤ 2,2 ;**
- des critères de nature et de granulométrie décrits au § A.2.2.1.1 de l'annexe A du DTU 13.3 Dallage.

Les terrains prévisibles sous dallage au regard des reconnaissances réalisées (limon marron) ne répondent pas à ces critères. Il sera donc nécessaire de prévoir la mise en œuvre d'une couche de forme. Les préconisations pour les couches de formes (épaisseurs prévisibles, mise en œuvre) sont présentées au § 4-5.

Les modules de réaction du sol notés Es (modules à long terme) à considérer au sens du DTU 13.3 sont donnés ci-après.

Faciès	Es (MPa)
Premier 0,8 mètre de sol comprenant la plate-forme compactée sous dallage	20
Formation 2 : Limon marron à quelques graves	8
Formation 3 : Formation compacte, supposée graveleuse	40

*\* Les profondeurs des différentes formations sont données au § 3-3*

#### **4-5- COUCHE DE FORME ET REMBLAIS TECHNIQUES**

Compte tenu de la nature des terrains superficiels, des couches de formes seront à prévoir sous les ouvrages nécessitant une certaine portance (dallage, voiries, plate-forme de travail...).

Les complexes de couches de forme proposés ci-dessous ne sont que des estimations basées sur les données en notre possession à ce stade du projet et seront à adapter en phase chantier selon les conditions d'exécution, les matériaux utilisés, et les hétérogénéités du fond de terrassement. Il s'agit là de donner une prévision qui suppose la réalisation des travaux dans les règles de l'art dans des conditions météorologiques favorables (temps non pluvieux). Seuls les critères de portance sont à considérer comme obligation de résultats et il appartient à l'entreprise de mettre en œuvre des matériaux et épaisseurs adaptés afin de les respecter.

Des essais de laboratoire et une planche d'essais de chargement à la plaque pourront être réalisés pour préciser les épaisseurs réellement à mettre en œuvre, avant le démarrage des travaux.

#### **PREVISIONS DES COMPLEXES DE COUCHE DE FORME**

	<b>Dallage à 5 kN/m<sup>2</sup> et voirie PF2</b>
1. Critères à atteindre	Kw > 50 MPa/m Ev2 > 50 MPa Ev2/Ev1 < 2,2
2. Géotextile-géogrille 3. Exemple de matériaux de couche de forme	GTR D31 0/80 mm bien étagé, < 12 % de fines, VBS < 0,1 Naturels et drainants insensibles à l'eau (Ey > 120 MPa) Mise en œuvre sur un géotextile anticontaminant et résistant
4. Hypothèses des caractéristiques du fond de forme	<b>Limon marron à quelques graves</b> EV2 <sub>FF</sub> ≈ 15 MPa (1) par corrélation à partir d'essais in-situ
Complexe de couche de forme estimée pour atteindre les critères de portance	Purge des remblais + géotextile + 50 cm



(1) *Le fond de forme étant sensible à l'eau, sa portance (valeur de  $Ev_{2FF}$ ) peut rapidement chuter si sa teneur en eau augmente (venues d'eau souterraines, zones plus humides, précipitations...) nécessitant la réalisation de purges/substitutions ou d'un cloutage éventuellement associé à un réseau de tranchées drainantes pour assainir le fond de terrassement.*

#### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE / PHASAGE

Les plates-formes devront être réalisées en respectant les recommandations du guide technique SETRA LCPC (1992) et les dispositions constructives et phasage suivants :

- Purge en totalité de la terre végétale, des enrobés, des racines, des souches, des vestiges d'ouvrages, des remblais non nobles et décaissement à l'avancement à la pelle rétro au godet de curage sans dent jusqu'à la cote de fond de terrassement
- terrassement et compactage primaire du sol d'assise sans vibrer en évitant la circulation des engins pour ne pas provoquer de remaniement ;
- purge / substitution ou cloutage des zones peu portantes présentes en fond de terrassement, jusqu'à obtenir une portance  $Ev_{2FF}$  au moins égale aux hypothèses considérées dans le tableau ci-dessus ;
- mise en place d'un géotextile anticontaminant à l'avancement ;
- mise en œuvre de la couche-forme soigneusement compactée à l'avancement selon les règles en vigueur, par couches de 0,30 m au maximum ;
- vérification du compactage ;
- couche réglage.

#### 4-6- RISQUES DE DEFORMATION DES TERRAINS

##### SOUS FONDATION

Semelle	Surcharge ELS (kN/ml et kN)	Longueur (m)	Largeur (m)	Tassement (cm)
SF1	41 kN/ml		0,5	0,5
S1a	150 kN	2	0,5	0,8
S1b	210 kN	2	0,7	0,9
S2	216 kN	1,2	1,2	0,9
S3	288 kN	1,6	1,2	1,0
S4	150 kN	1	1	0,8

Dans ces conditions, les tassements absolus prévisibles sous fondations seront inférieurs au centimètre pour une exécution soignée. Le tassement différentiel sera inférieur au 1/2 centimètre.

##### SOUS DALLAGE

Sous réserve d'une bonne exécution de la plate-forme sous dallage, les tassements absolus prévisibles sous dallage seront inférieurs au centimètre.



#### **4-7- PROTECTION VIS-A-VIS DE L'EAU**

Aucune venue d'eau n'a été observée dans nos sondages le jour de notre intervention.

##### **GESTION DES EAUX EN PHASE DEFINITIVE - DRAINAGE**

Compte tenu de l'absence d'eau dans les sondages, un système de drainage périphérique au niveau des fondations n'est pas indispensable.

On recherchera à aménager les abords immédiats des ouvrages pour diriger les eaux vers l'extérieur en dehors de l'emprise des ouvrages.

L'arase étanche devra être gérée conformément au DTU 20.1.

##### **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 ;
- Protection du fond de fouille en cas d'intempéries, les surfaces devront être réglées et fermées avant l'arrivée des intempéries ;
- Protection des talus avec des bâches imperméables résistantes correctement fixées et éperons drainants en cas de venues d'eau ;
- Réaliser des cunettes de collectes ou des tranchées drainantes en pied de talus pour évacuer les eaux en dehors de l'emprise du projet ;
- En cas de venue d'eau, aucune stagnation ne sera tolérée et la mise en place d'un dispositif de drainage (tranchées drainantes descendus 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 épaisseurs de plate-forme et contraintes de calculs données dans ce rapport pourront ne plus être valables.

#### **4-8- TERRASSEMENT - TALUTAGE - SOUTÈNEMENT**

##### **TERRASSEMENT – DEMOLITION – DEVOIEMENT RESEAUX**

Des ouvrages existants présents sur le site seront démolis pour les besoins du projet.

Tous les vestiges d'ouvrages existants ou gros blocs présents sur le site devront être purgés. Le remblaiement de ces purges devra être réalisé avec des matériaux drainants et naturels insensibles à l'eau de type GTR D31 soigneusement compactés à 98,5 % de l'OPN (qualité q3). Des essais pénétrométriques et des essais de chargement à la plaque seront à prévoir pour vérifier la bonne compacité de ces remblaiements.

Lors de la démolition des ouvrages existants présents sous le projet, un plan de récolement des purges réalisées et des ouvrages laissés dans le terrain le cas échéant (vestiges de fondations, dalle...) devra être réalisé. Il conviendra de vérifier par la suite l'interaction de ces travaux avec le projet.

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. Quoi qu'il en soit, les moyens devront être adaptés à la géologie constatée.

##### **REMBLAIEMENT**

Les différents remblaiements devront être mis en œuvre en respectant les recommandations du guide technique SETRA LCPC (GTR 1992) avec un compactage à 95 % de l'OPN pour une qualité remblai (q4) et 98,5 % de l'OPN pour une qualité couche de forme (q3).

## **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 PRO » 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 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 :

- La réalisation des essais de perméabilité et la gestion des eaux pluviales ;
- La gestion et le contrôle de la couche de forme sous dallage ;
- Le contrôle et la validation des fonds de fouilles en phase EXE (G4).

**L'Ingénieur d'affaires,  
Mélanie MOGICATO**



**Contrôle Interne,  
Christophe BLANC**



## ***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**

<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><b>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</b></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><b><u>Phase Étude de Site (ES)</u></b></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"> <li>— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.</li> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.</li> </ul> <p><b><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></b></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"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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).</li> </ul>
<p><b>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</b></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><b><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></b></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"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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.</li> </ul> <p><b><u>Phase Projet (PRO)</u></b></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"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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.</li> </ul> <p><b><u>Phase DCE / ACT</u></b></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"> <li>— 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).</li> <li>— 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.</li> </ul>

**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.

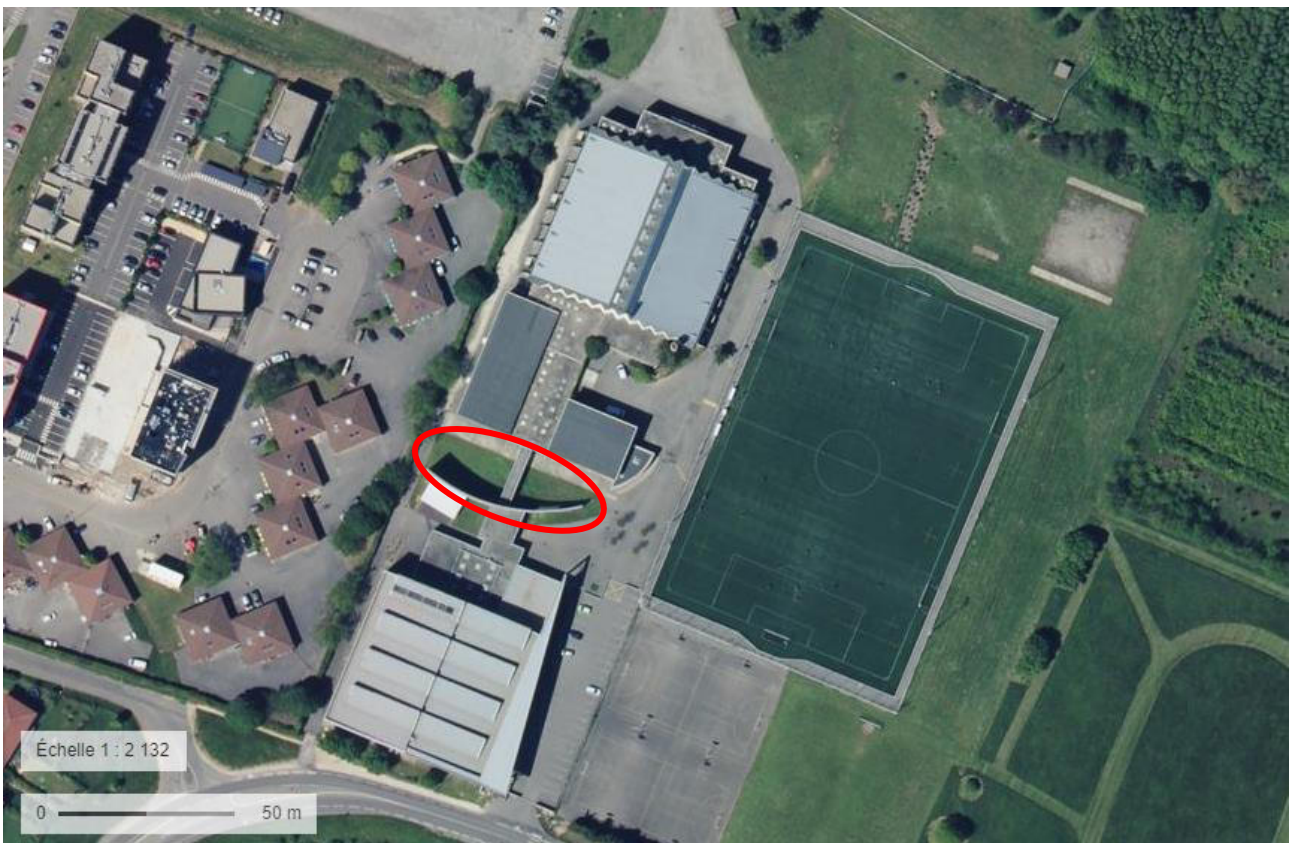
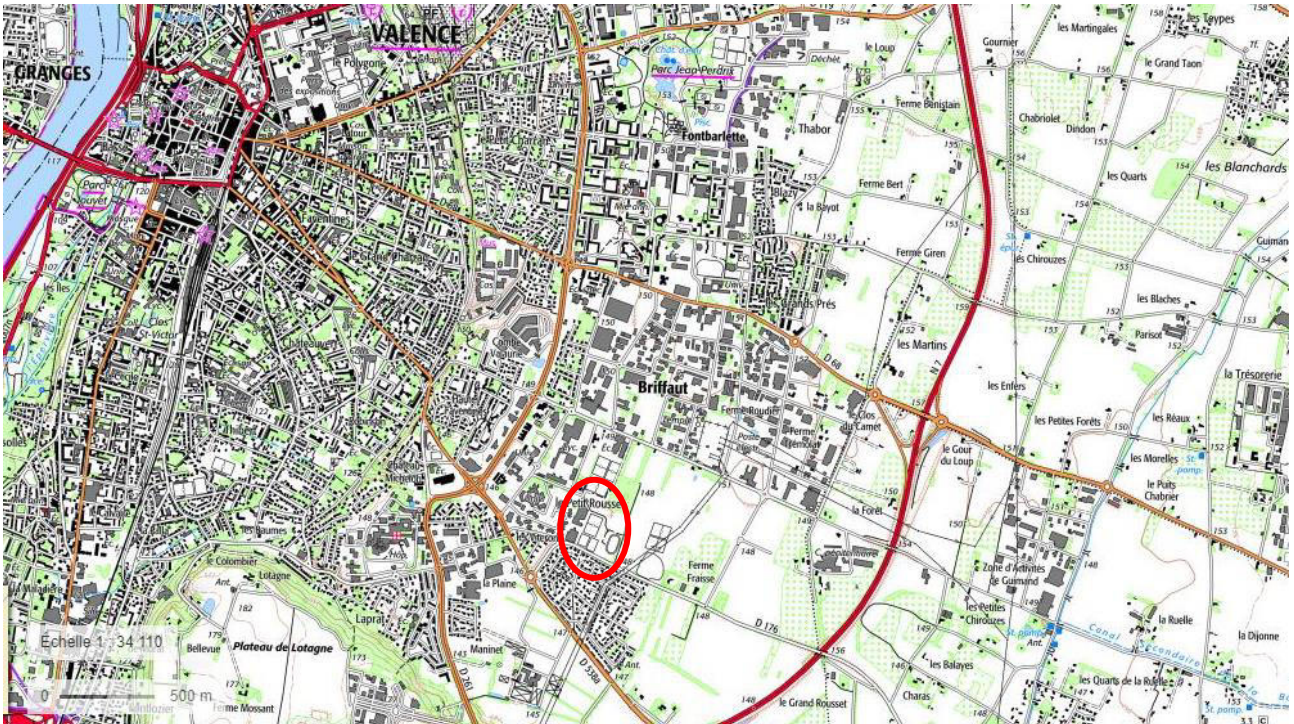
— Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'état général de l'ouvrage existant.

— 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).



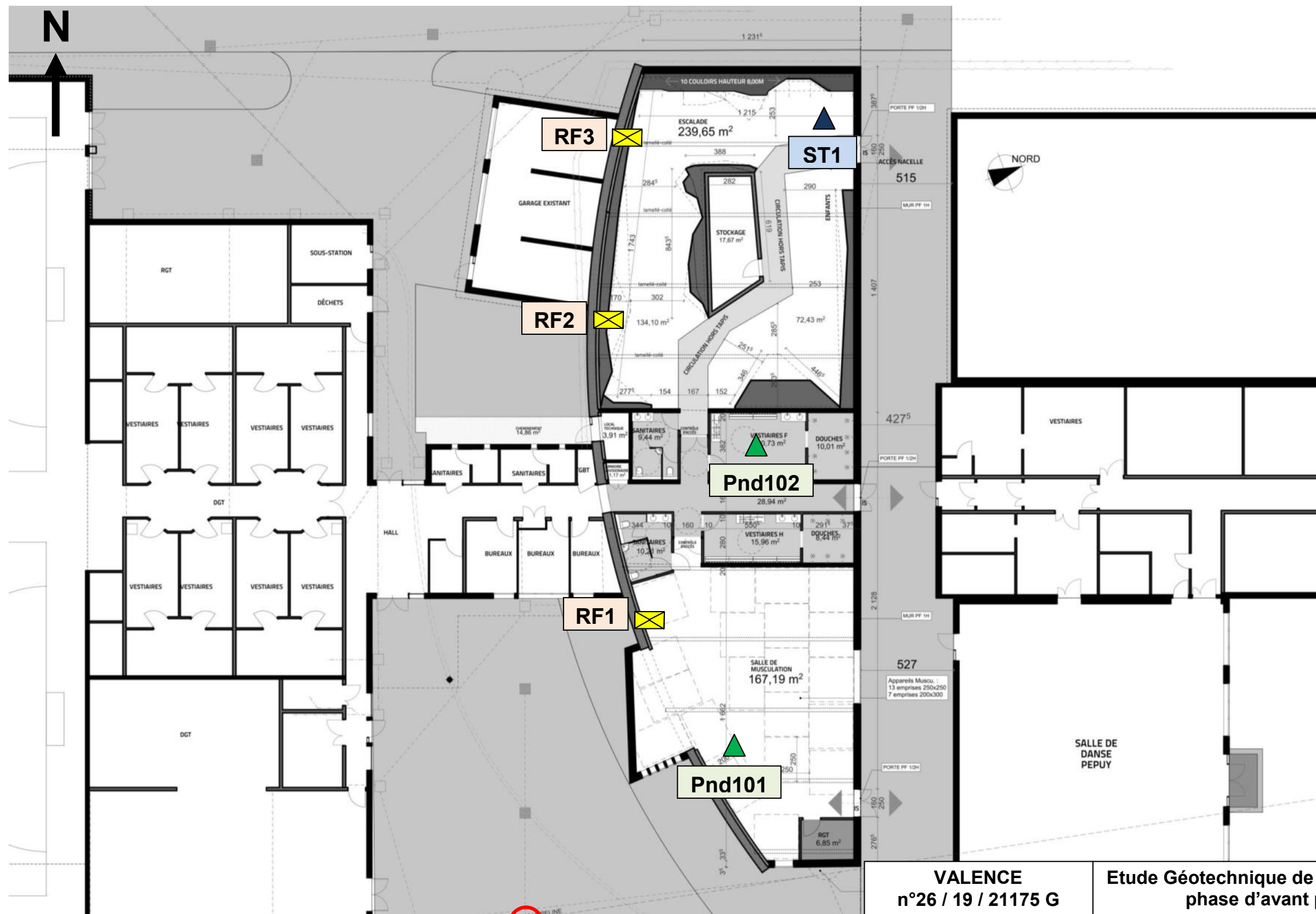
## PLAN DE SITUATION


### VALENCE (26 - DROME)





***PLAN D'IMPLANTATION DES RECONNAISSANCES***






  
**Référence de nivellement :**  
 Plaque cote 99.58 NI

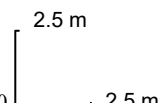
**VALENCE**  
 n°26 / 19 / 21175 G

**Etude Géotechnique de conception en**  
**phase d'avant projet**  
**Extension du gymnase**



**PLAN DE LOCALISATION DES SONDAGES**

-  RF – Reconnaissance de fondations
-  Pnd – Essai au pénétromètre dynamique
-  ST – Essai au pénétromètre statique

Echelle 1/250<sup>ème</sup>  


## COUPES DES PUIITS A LA PELLE

### RF 1

Epaisseurs (m)	Cote du toit de couche*	Profondeurs (m)	Description lithologique
0,4	99,8	0,0 m à 0,4 m	Couverture végétale.
0,1	99,4	0,4 m à 0,5 m	Remblais : limon sableux à graves et bouts de métal. Dmax= 20cm.
0,5	99,3	0,5 m à 1,0 m	Limon.

Fin du sondage

98,8

\* Nivellement indépendant

**Remarques :** Aucune venue d'eau observée.

Bonne tenue des parois tout au long de la pelle.





## RF 3

Epaisseurs (m)	Cote du toit de couche*	Profondeurs (m)	Description lithologique
0,3	99,7	0,0 m à 0,3 m	Couverture végétale.
0,2	99,4	0,3 m à 0,5 m	Remblais : galets graviers sablo-limoneux. Dmax= 20cm.
0,3	99,2	0,5 m à 0,8 m	Limon.

Fin du sondage

98,9

\* Nivellement indépendant

**Remarques :** Aucune venue d'eau observée.*Bonne tenue des parois tout au long de la pelle.*

## **DIAGRAMMES DES ESSAIS PENETROMETRIQUES**

### **PRINCIPE DU PENETROMETRE 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<sub>da</sub>** des terrains traversés, calculée à partir de la formule présentée ci-dessous :

$$R_{da} = \frac{M \cdot g \cdot h}{A \cdot e} \cdot \frac{M}{M + M'}$$

avec :

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

### **PRINCIPE DU PENETROMETRE 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<sub>c</sub>** : Résistance de pointe (MPa)
- **F<sub>s</sub> (kPa)** : le frottement latéral
- **F<sub>s</sub>/Q<sub>c</sub> (%)** : le rapport de la résistance de pointe sur le frottement latéral

# ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

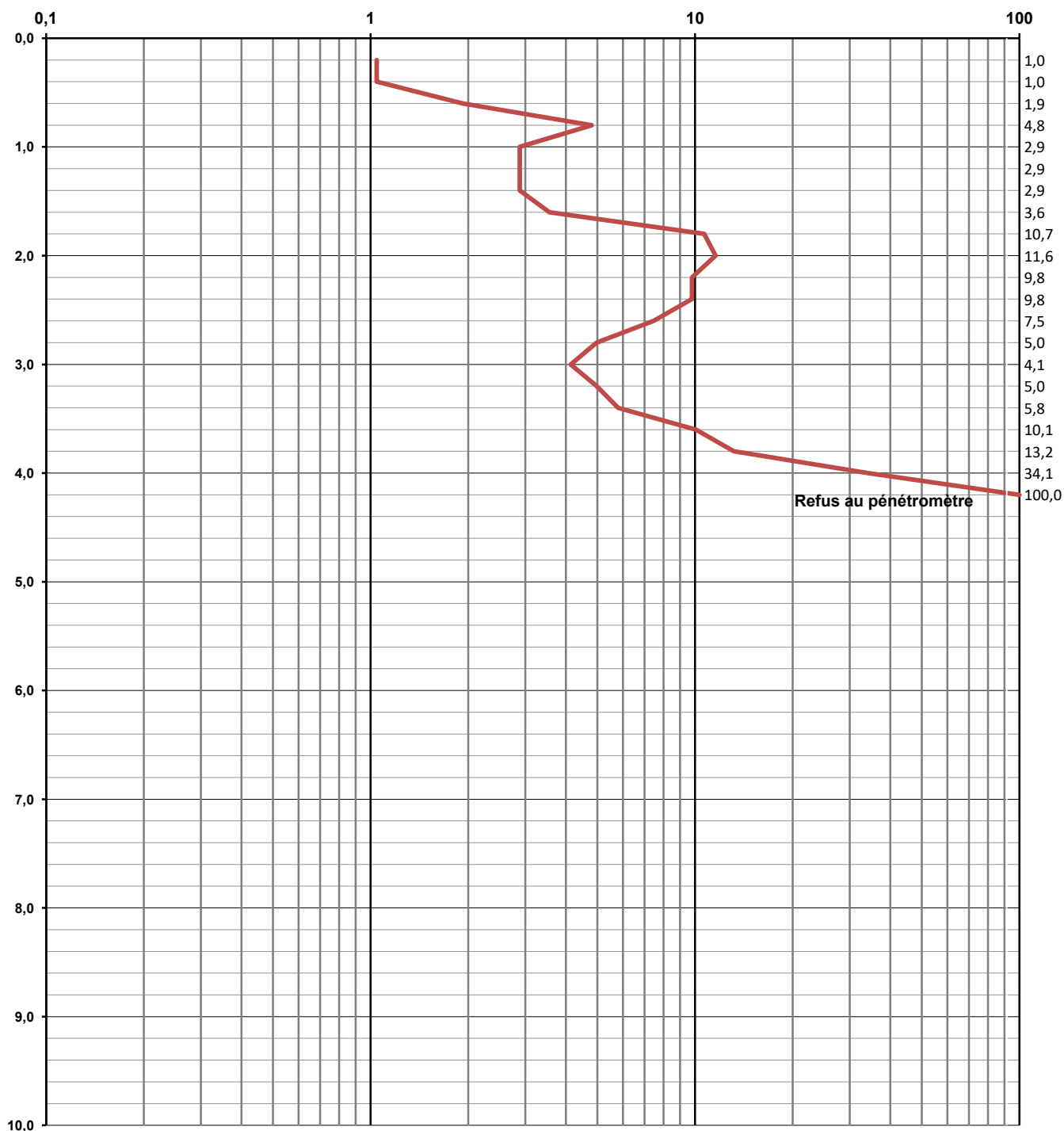
## ESSAI Pnd 101



Projet : extension gymnase CSU  
 Client : UNIVERSITE GRENOBLE ALPES (UGA)  
 Commune : VALENCE

Numéro du dossier : 26/19/21175 G  
 Date de réalisation : 29/04/2019  
 Cote du sondage : 99,7 m NI

### RESISTANCE DE POINTE DYNAMIQUE Rda (MPa)



Refus au pénétrmètre

### 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 = 1,284 kg

# ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

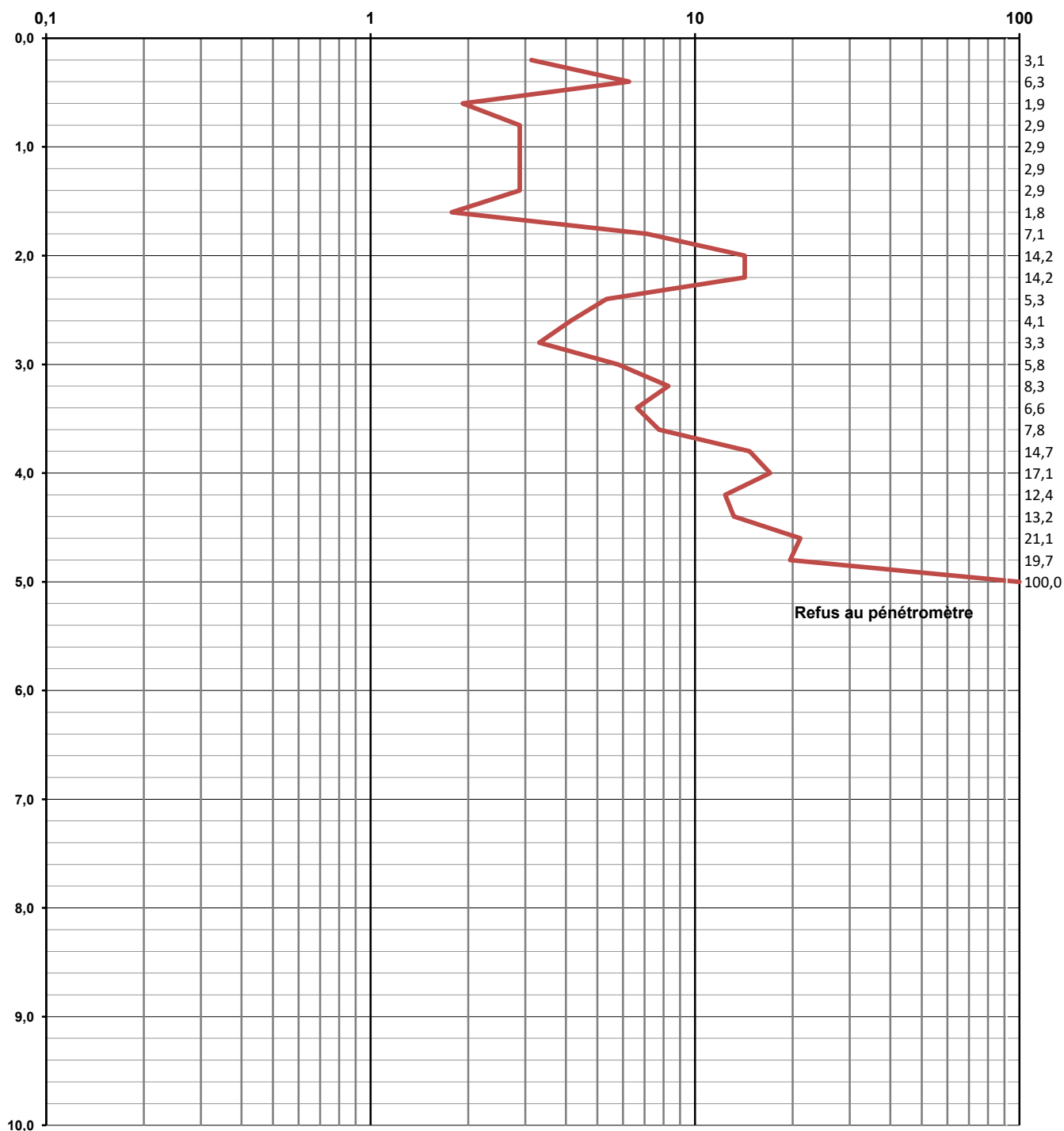
## ESSAI Pnd 102



Projet : extension gymnase CSU  
 Client : UNIVERSITE GRENOBLE ALPES (UGA)  
 Commune : VALENCE

Numéro du dossier : 26/19/21175 G  
 Date de réalisation : 29/04/2019  
 Cote du sondage : 99,7 m NI

### 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 = 1,284 kg

# ESSAI AU PENETROMETRE STATIQUE/DYNAMIQUE

## ESSAI ST 1



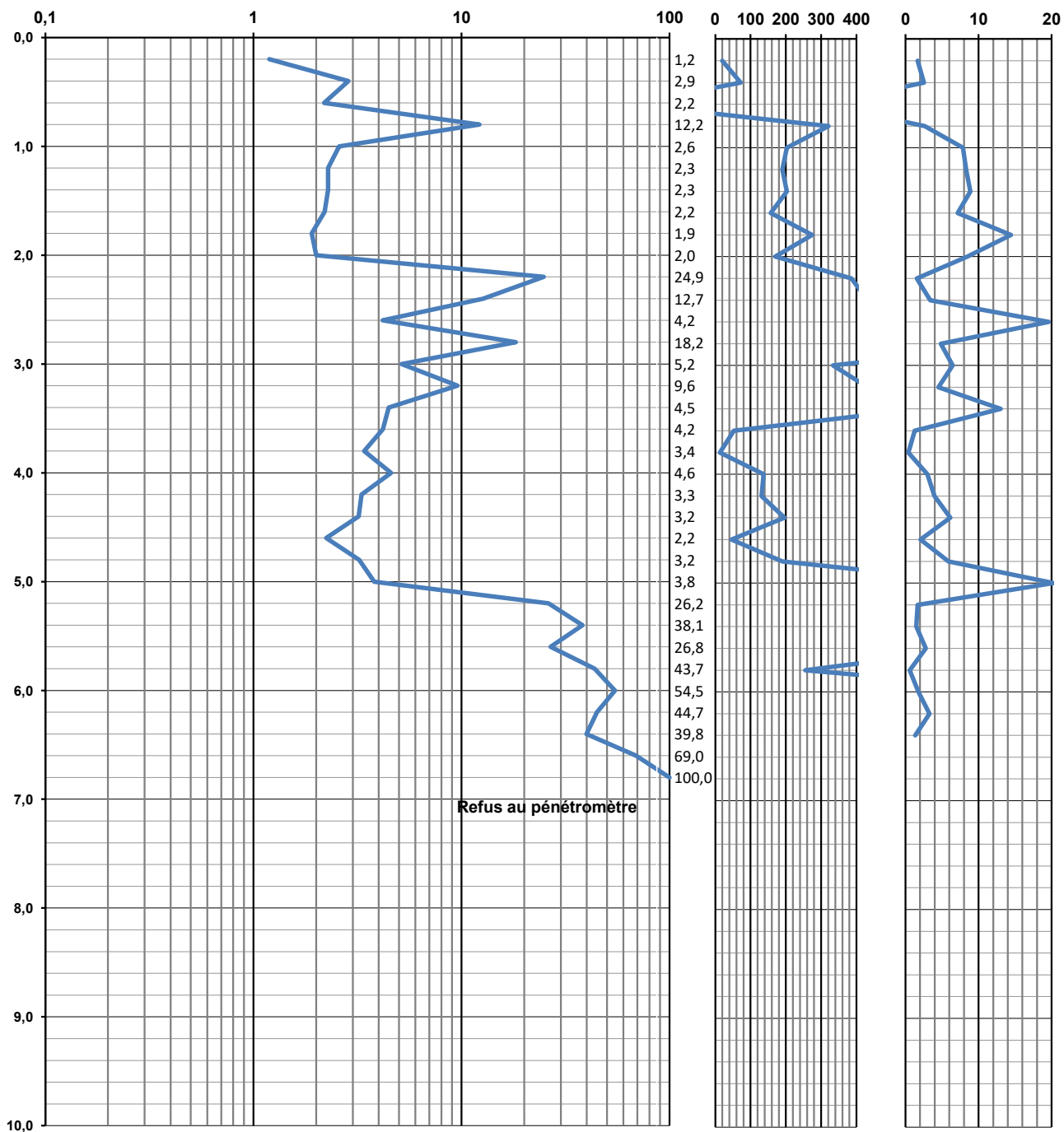
Projet : extension gymnase CSU  
 Client : UNIVERSITE GRENOBLE ALPES (UGA)  
 Commune : VALENCE

Numéro du dossier : 26/19/21175 G  
 Date de réalisation : 29/04/2019  
 Cote du sondage : 99,9 m NI

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