

COMMUNE DU TOUVET

Restructuration du centre de loisir – Rue du Fourneau

LE TOUVET (38)

Dossier n° 18.8475.C

Rapport d'étude géotechnique - Mission de
conception - Phase Avant-Projet (G2AVP)



COMMUNE DU TOUVET

Restructuration du centre de loisir – Rue du Fourneau

LE TOUVET (38)

Dossier n° 18.8475.C

Date	Version	Ingénieur chargé du dossier	Ingénieur contrôleur externe
11/06/2018	1	F.VERNAY f.vernay@kaena.fr 07 86 28 88 34 	Thibaut GRANDIDIER

Presentation.....	1
1. Intervenants, missions, documents communiqués.....	1
2. Investigations géotechniques.....	1
Description du site et du contexte.....	3
3. État des lieux	3
Synthèse géotechnique	9
4. Les sols.....	9
5. L'eau souterraine	10
6. Caractéristiques géomécaniques.....	10
7. Risques sismiques – Données règlementaires	10
8. Sensibilité du site liée à la structure géotechnique du site.....	11
Description du projet et de son environnement.....	12
9. Caractéristiques du projet.....	12
10. ZIG (Zone d'Influence Géotechnique) du projet.....	12
11. Structures enterrées – Fondation des avoisinants.....	13
12. Sensibilité générale du projet.....	13
Adaptation de l'ouvrage au site.....	14
13. Analyse globale.....	14
14. Préparation du site – Démolition - Terrassements provisoires	15
15. Fondation de la structure et traitement du niveau bas	17
16. Protection des ouvrages vis-à-vis de la présence d'eau.....	20
17. Études et missions complémentaires.....	21
18. Aléas géotechniques.....	21
Annexes.....	22

1. Intervenants, missions, documents communiqués

1.1. Intervenants

Les intervenants dans l'acte de construire sont :

Maître d'Ouvrage	Architecte
COMMUNE DU TOUVET	ARCHITECTURE ENERGIE

1.2. Mission du B.E. de géotechnique Kaëna

Contrat de prestation géotechnique entre Kaëna et Commune du Touvet : contrat référencé n° D.8475 en date du 27/03/2018.

► Étude géotechnique de conception – Phase AVP (G2 AVP) :

- Définir un programme d'investigations géotechniques détaillé, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant 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.

Les limites de cette mission et les enchaînements des missions géotechniques qui sont recommandés par la norme NF P 94-500, sont rappelés dans les extraits joints en annexe.

1.3. Documents communiqués

Les documents communiqués pour la présente étude sont les suivants :

Plans et documents graphiques			
Désignation	Origine	Format	Date
Plan topographique	Sintégra Géomètres-Experts	DWG/PDF	Mars 2018
Plan masse (1 planche pour chaque étage, Diagnostic-esquisse, vue en coupe)	Architecture Energie	PDF	09/03/2018

2. Investigations géotechniques

2.1. Implantation – Nivellement

► Implantation des sondages :

Les sondages ont été implantés à partir des existants dans le voisinage du terrain qui sont représentés sur le fond de plan topographique transmis.

La position de ces sondages est repérée sur le plan joint en annexe.

▶ **Altimétrie de la tête des sondages :**

L'altimétrie des sondages a été extrapolée à partir du fond de plan topographique.

Le système altimétrique de référence est le NGF normal.

2.2. Reconnaissances in-situ

▶ **Sondages de reconnaissance géologique par :**

- 1 puits à la pelle descendu à 3,0 m de profondeur et référencé P1.

▶ **Sondages de reconnaissance des fondations existantes par :**

- 1 puits à la pelle descendu à 1,4 m de profondeur et référencé RF1.

▶ **Sondages et mesures de caractéristiques géomécaniques par :**

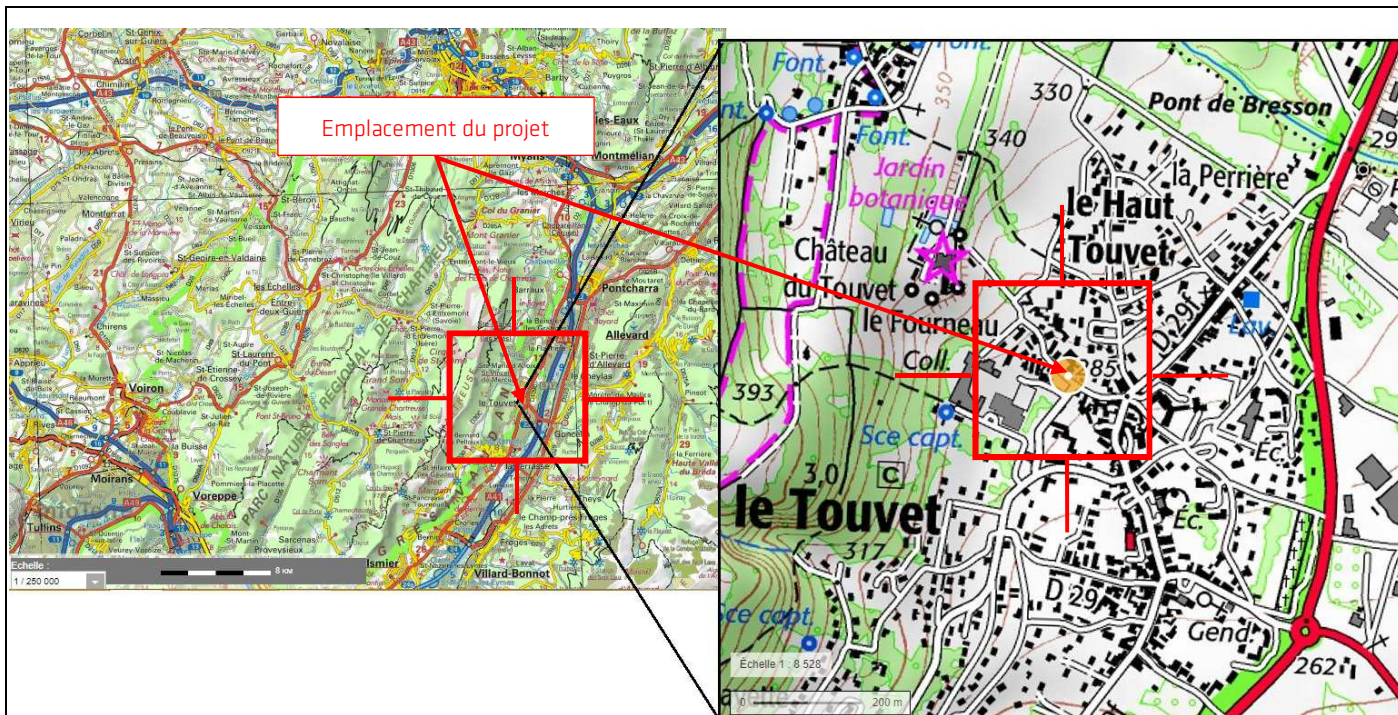
- 3 sondages au pénétromètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2 descendus entre 4.7 m et 6,0 m de profondeur et référencés SD1 à SD3.

Le détail des résultats obtenus est donné dans les annexes correspondantes sous forme de coupes et diagrammes.

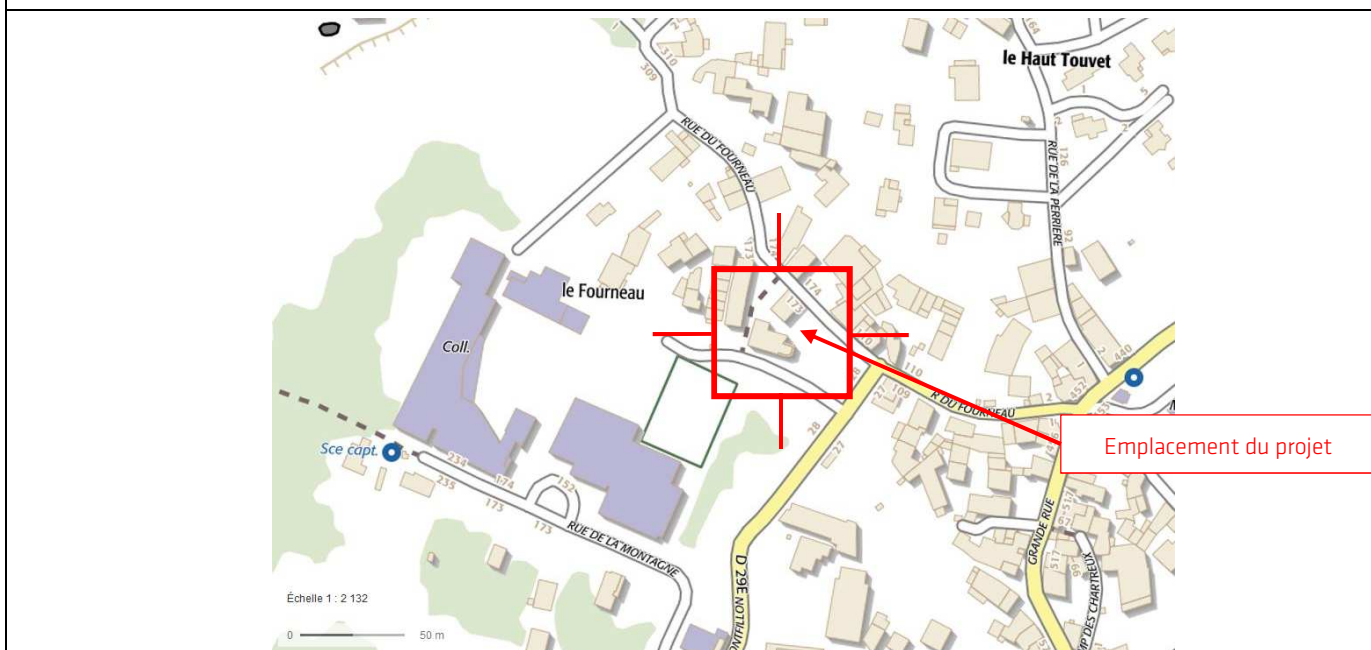
3. État des lieux

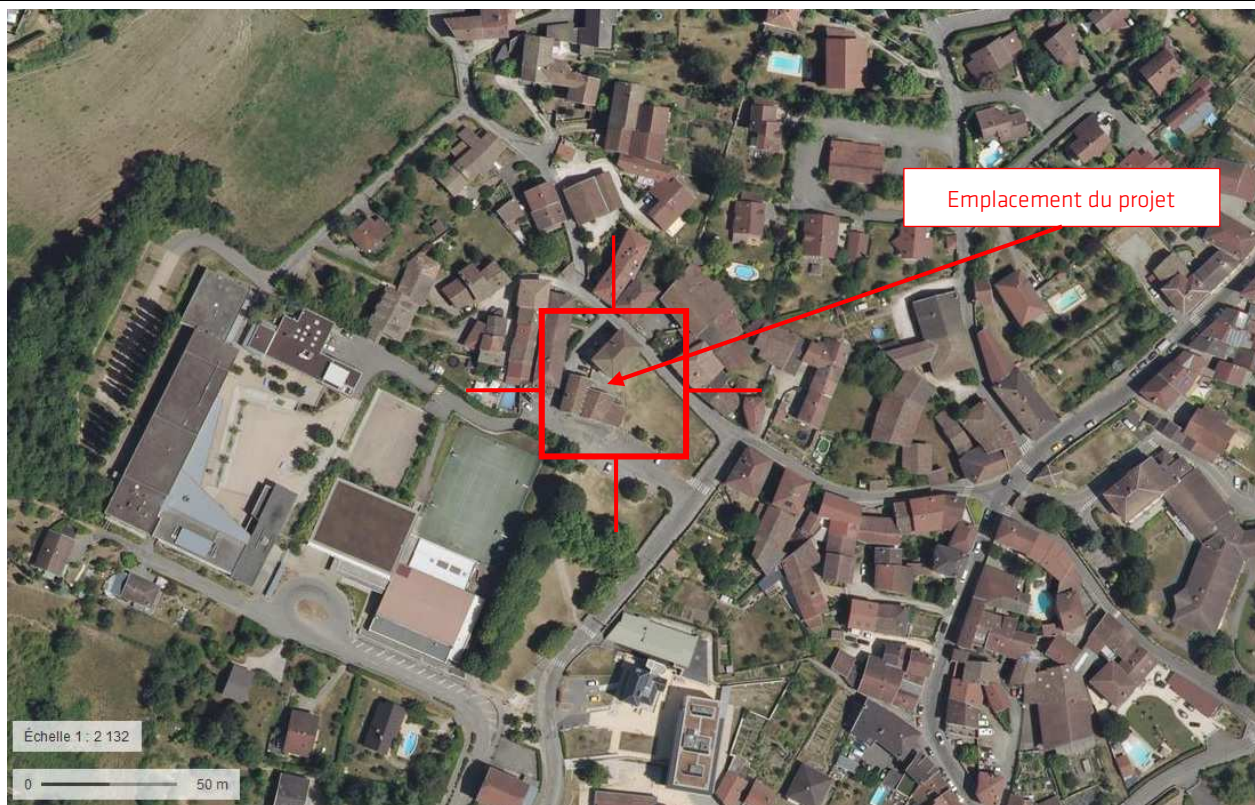
3.1. Localisation

Commune : LE TOUVET (38), Rue du Fourneau



Extraits Carte IGN 1/25000 (zoom ~1/10 000 et 1/2 000) – Source Géoportail





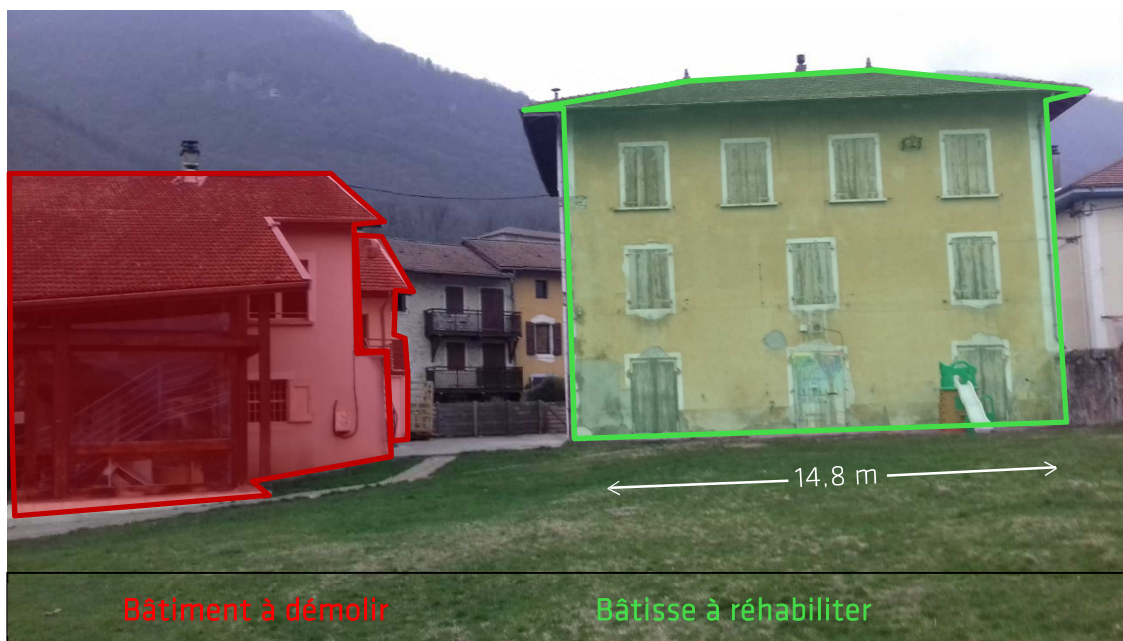
Photographie aérienne – Source Géoportail

3.2. Topographie et géomorphologie – Examen visuel du site

- ▶ **Altitude moyenne** : 288,0 m NGF.
- ▶ **Altimétrie du terrain** : Comprise entre les cotes 286,3 m NGF côté Sud/Est et 289.0 m NGF côté Nord.
- ▶ **Contexte général** : Terrain situé en plaine, en pied du versant de la Chartreuse orienté vers le Sud-Ouest.
- ▶ **Végétation** : Terrain sans végétation particulière, gazon sur l'espace vert.
- ▶ **Géomorphologie** :
 - Terrain remodelé par l'activité dans le centre de la commune (exploitations, constructions...).
 - Terrain relativement plat avec une légère déclivité vers le parking à l'Ouest.
 - Pas d'indice d'instabilité visible.
- ▶ **Eau** :
 - 2 sources captées connues dans le secteur, dont une relativement proche du site, côté Est du collège.
 - Cours d'eau canalisé du Bresson à plus de 500 m au Nord-Est.

► **Occupation du site** : Terrain occupé par

- Le bâtiment existant du centre aéré au Sud-Ouest du site (à démolir).
- Une bâtisse, actuellement non occupée, qui sera réhabilitée dans le cadre du projet.



Photographie du terrain du projet et des bâtiments existants

3.3. Risques Naturels

► **Sources des données sur les risques naturels** :

Les données sur les risques naturels mentionnés ci-après sont obtenues à partir de la consultation de :

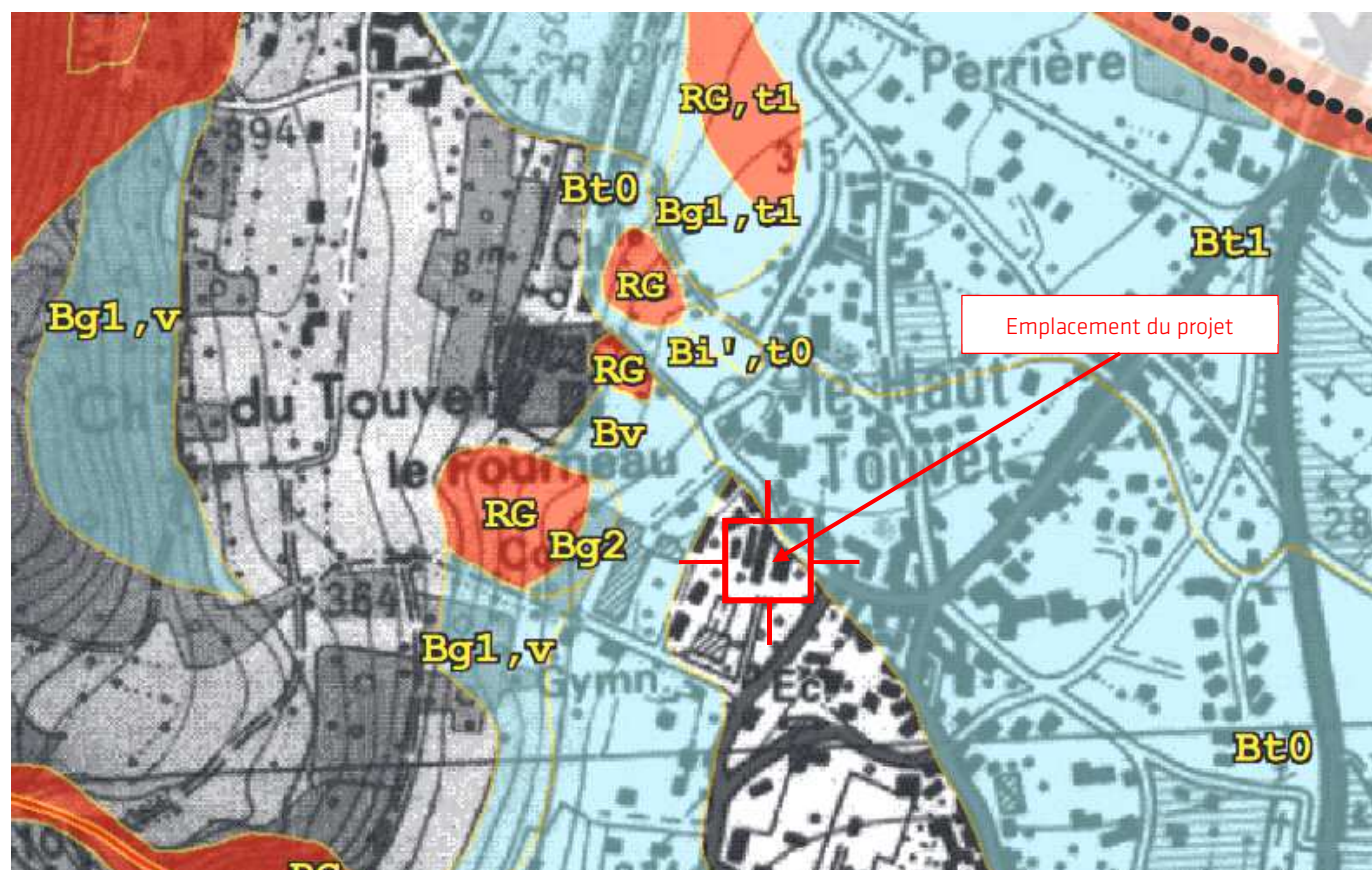
- La carte «information des acquéreurs et des locataires des biens immobiliers sur les risques majeurs » sur le site internet de la préfecture.
- La carte du PPRn sur le site de la commune.
- La carte d'aléas de retrait-gonflement des argiles du site du BRGM <http://www.argiles.fr/donnees.asp>

Il est de la responsabilité des Constructeurs de valider ou de compléter ces informations en interrogeant les services compétents et en consultant les documents originaux sur format papier en mairie ou en préfecture. Il s'agit de s'assurer de la concordance entre les travaux envisagés et l'ensemble des mesures de protection demandées par l'administration.

► **Données obtenues** :

D'après enquête, les éléments suivants ont été recueillis :

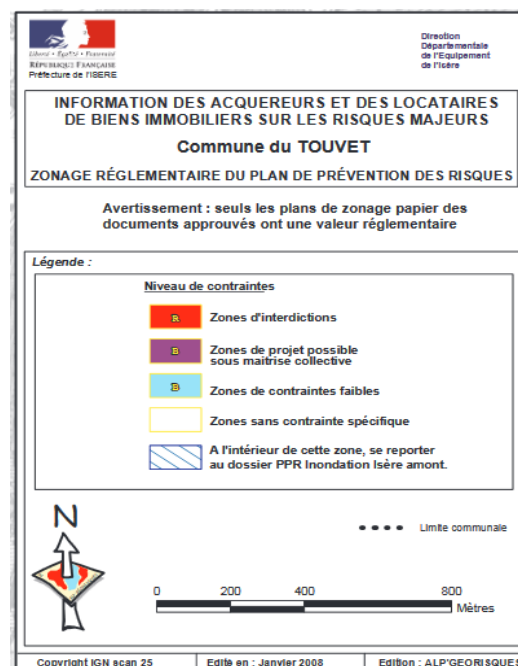
- Commune réglementée par des PPRn inondation et multirisques approuvés respectivement le 30/07/2007 et le 04/08/2007.
- Le terrain se situe en zone d'aléa faible de retrait-gonflement des argiles.



Extrait de la carte « Information des acquéreurs et locataires des biens immobiliers sur les risques majeurs » centrée sur le centre de la commune du Touvet – Source : Département de l'Isère

- Les documents des PPRn, classent a priori le terrain hors zone d'aléa. La rue des Fourneaux est cependant classée en zone de contraintes faibles vis-à-vis du risque d'inondation par crues torrentielles.
- Le site du BRGM classe le terrain en zone d'aléa faible vis-à-vis du retrait-gonflement des sols argileux.

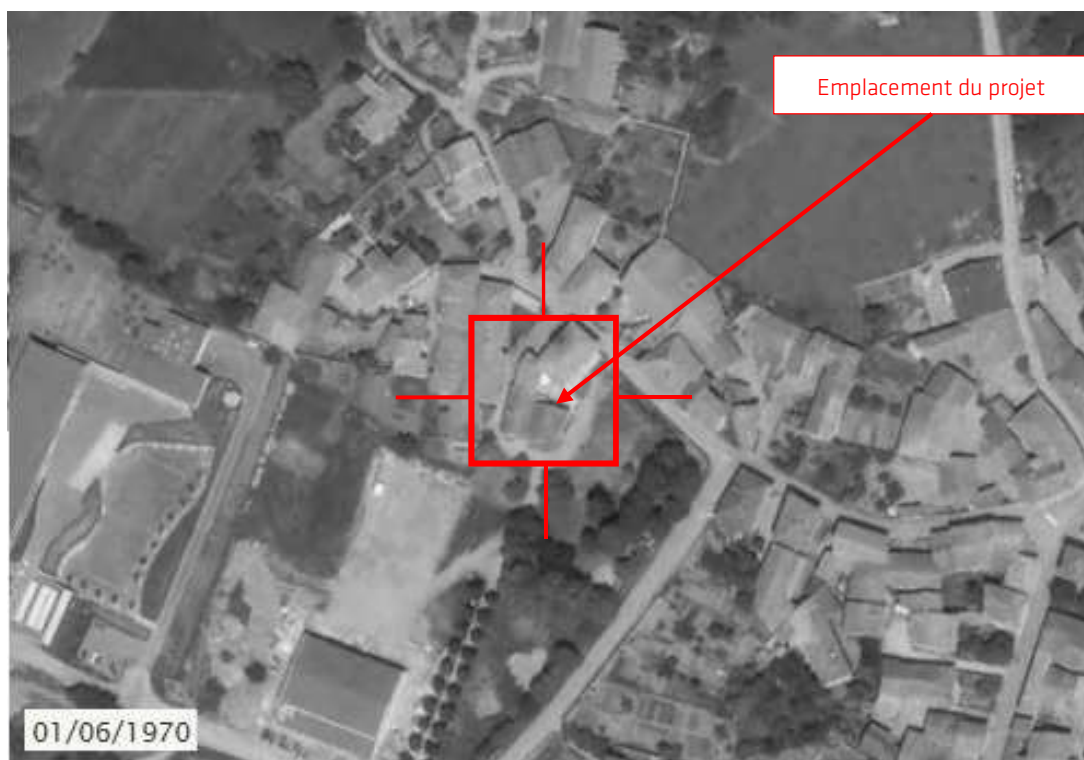
► **Zonage sismique :** Zone 4 (aléa moyen).



3.4. Occupation ancienne du site – Historique connu

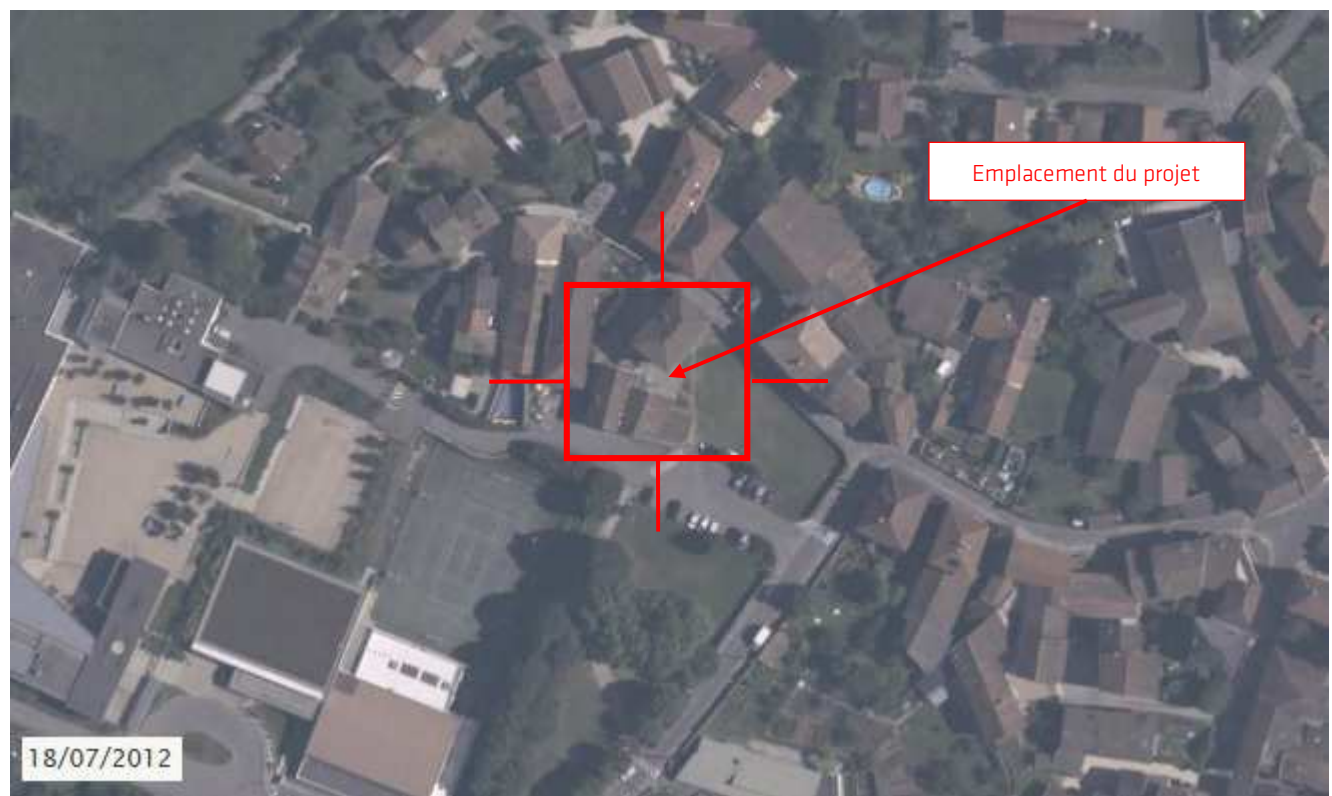
Terrain naturel, exploité anciennement par des activités humaines et/ou agricoles.

D'après l'examen visuel du site des photos aériennes d'archives, il apparaît que le site est en l'état actuel depuis au moins 1970.



Photographies satellites de 1970 et 1993 (Source : « Remonterletemps.ign.fr »)





Photographie satellite 2012 (Source : « Remonterletemps.ign.fr »)

3.5. Sensibilité générale du site vis-à-vis de sa situation et de son histoire

De ces éléments, nous retiendrons les risques et aléas principaux liés à la situation du terrain, dont il faudra tenir compte dans la conception et l'adaptation du projet au site :

- ▶ Risque naturel et aléa faible de retrait-gonflement des sols argileux.
- ▶ Aléas liés à l'histoire du site et à son occupation ancienne : présence des structures/réseaux enterrées, de terrains remaniés et de remblais.

La synthèse des reconnaissances, des résultats d'enquêtes et des observations effectuées sur le site est donnée ci-après. Elle vise à apporter une représentation de la structure géotechnique du site la plus proche de la réalité possible. Cette vision est cependant par définition incomplète car basée en partie sur des sondages ponctuels, ne donnant que certaines informations partielles (par exemple uniquement visuelles, ou d'autres uniquement géomécaniques). Elle peut de ce fait ignorer ou mal évaluer la présence de certaines discontinuités ou hétérogénéités toujours possibles, le milieu naturel ne répondant pas à une logique statistique ou linéaire.

Les aléas liés à ces hétérogénéités ou discontinuités devront être précisés si besoin par des moyens de reconnaissances complémentaires, et par une intervention régulière d'un spécialiste en géotechnique au fur et à mesure de la conception et de l'exécution des ouvrages (cf. enchaînement des missions).

4. Les sols

D'après les cartes géologiques de MONTMELIAN au 1/50 000, le terrain se situe dans un contexte de cône torrentiel interstratifié. D'anciens cônes de déjections torrentiels (Ruisseau du Bresson) sont interstratifiés dans les alluvions récentes de fond de vallée (alluvions de l'Isère, des cours d'eau et ruissellement de versant).

La lithologie des formations en place apparaît relativement homogène en plan & verticalement. Elle peut être décrite comme suit, du haut vers le bas :

- ☞ **Terre végétale limoneuse** brune reconnue sur une épaisseur de 0,2 m/terrain actuel.
- ☞ **Remblais limono-graveleux** à gravelo-limoneux brun-gris, à graviers, cailloux et blocs calcaires anguleux à sub-arrondis, de diamètre maximal \varnothing_{\max} 200 mm, et de rares débris anthropiques de briques jusqu'à 0,6 m, reconnus dans les puits à la pelle jusqu'à 1.0 à 1.1 m de profondeur.
Cette unité correspond au sol de résistance faible à élevée reconnu jusqu'à 1,0 à 1,2 m de profondeur d'après les sondages SD1 à SD3.
- ☞ **Limon argileux à graves** (graviers, cailloux et blocs) brun clair à ocre.
Cette unité correspond au sol de résistance faible à moyenne reconnu visuellement jusqu'à une profondeur de 1,4 m/TN minimum dans le puits RF1 et jusqu'à environ 1.6 à 2.4 m/TA d'après les sondages pénétrométriques.
- ☞ **Grave limono-argileuse** marron-ocre comportant de nombreux cailloux et blocs arrondis de \varnothing_{\max} 400 mm, reconnue jusqu'à plus de 3.0 m de profondeur dans le puits à la pelle P1.
Cette unité correspond au sol de résistance très élevée reconnu jusqu'à 4.7 à 6.0 m/TA d'après les sondages SD1 à SD3.

Nota : Des niveaux lenticulaires de résistance moindre ont été détectés dans les sondages suivants :

- En SD1 entre 3,0 et 3,6 m de profondeur,
- En SD2.2 entre 2,8 et 4,2 m et entre 4,8 et 5,6 m de profondeur.

Le toit de cette formation a été reconnu aux profondeurs et cotes suivantes :

Toit d'apparition de la formation de Grave limono-argileuse				
Sondage : Référence et cote NGF normale	STD1* (288,2)	STD2* (288,3)	STD3* (288,0)	P1 (287,6)
Profondeur d'apparition du toit de la formation (m/TA)	1,6	1,8	2,4	3,0
Cote correspondante (m NGF)	286,6	286,5	285,6	284,6

** : ces profondeurs sont basées sur des variations de résistance au pénétromètre et devront être validées visuellement lors de la réalisation des fouilles ou par quelques puits à la pelle au démarrage du chantier.*

5. L'eau souterraine

5.1. Résultat des mesures et des enquêtes

Absence d'eau dans les sondages lors de l'intervention.

Existence d'ouvrages de pompes et de captages dans l'environnement du projet.

5.2. Analyse des mesures - Synthèse hydrogéologique

Le contexte hydrogéologique du site est marqué par :

- Des circulations d'eau probables provenant du versant. Ces circulations sont susceptibles d'apparaître selon des cheminements préférentiels (par exemple au sein de chenaux plus graveleux), et de façon intermittente dans le temps (par exemple en période pluvieuse continue ou à la fonte des neiges). Le débit et le niveau d'apparition peuvent varier fortement en fonction des conditions météorologiques.
- La nappe alluviale puissante de l'Isère se rencontre a priori très profondément au niveau du Touvet (nappe à la cote 235 m d'après la synthèse hydrogéologique du département, soit à environ 50 m de profondeur).

6. Caractéristiques géomécaniques

Les caractéristiques géomécaniques mesurées et correspondant à l'organisation géologique décrite précédemment, sont données dans le tableau récapitulatif ci-après. Les données qui suivent ont pour objet de préciser les hypothèses de calcul pour la justification des ouvrages. En phase projet (mission G2 PRO), et en fonction des ouvrages à dimensionner, les caractéristiques à retenir pourront être sensiblement revues.

Faciès	Pénétrömètre dynamique
	Résistance de pointe q_d (MPa)
Remblai graveleux à matrice limono-sableuse	[0,5 - 1,5] 1
Limons argilo-graveleux	[0,8 - 5] 2
Grave limono-argileuse	[3 - 50] > 10 Niveaux lenticulaires : 4,0

- [] : Fourchette de valeurs mesurées
- **xx** : Valeur représentative proposée en phase avant-projet (à préciser en phase projet)

7. Risques sismiques – Données réglementaires

Les normes et documents réglementaires utilisables sont les suivants :

- ▶ NF EN 1998-1, 1998-5 : Règles de l'Eurocode 8 - « Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 5 : Fondations, soutènements et aspects géotechnique ».
- ▶ La zone de sismicité (selon décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010).

Les principales données parasismiques déduites des éléments précédents, permettent de retenir :

► **Zone de sismicité** : Zone 4 (aléa moyen).

► **Application des règles de l'Eurocode 8**

Classe de sols :

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Coefficient d'amplification S
B	Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur-consolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur	1,35

- Accélération nominale : a_g (m/s^2)

a_g est définie par la relation : $a_g = \gamma_i \cdot S_T \cdot a_{gr}$

Zone sismique	Pic d'accélération de référence a_{gr} (m/s^2) pour un sol de classe A	Coefficient d'importance de l'ouvrage γ_i			
		Catégorie d'importance de l'ouvrage			
		I	II	III	IV
Zone 4	1,6	0,8	1,0	1,2	1,4
S_T : coefficient topographique		1,0 (terrain plat)			

► **Risque de liquéfaction** : Sols non suspects de liquéfaction, pour les raisons suivantes :

- Absence de nappe phréatique jusqu'à plus de 6,0 m,
- Sols résistants et hétérométriques jusqu'à plus de 6,0 m.

8. Sensibilité du site liée à la structure géotechnique du site

Les principaux **aléas** liés à la structure géotechnique du site apparaissent être les suivants :

- Des remblais sont présents sur le site. Cette formation présente un risque de déformation dans le temps (même sans surcharge apportée), compte tenu de son épaisseur, et de l'absence de compactage probable lors de sa mise en œuvre.
- Les formations en place sont constituées en partie de matériaux apportés gravitairement tels que des éboulis et chenaux torrentiels. La présence de blocs de grande taille est possible, même si les sondages n'ont détecté que des blocs de taille modérée.
- Structure géotechnique apparaissant relativement homogène. Remblais de 1,0 à 1,2 m d'épaisseur et de résistance faible reposant sur des formations torrentielles limono-graveleuses de résistance faible à moyenne jusqu'à 1,6 à 2,4 m de profondeur, puis devenant gravo-limoneuse et de résistance élevée au-delà.

DESCRIPTION DU PROJET ET DE SON ENVIRONNEMENT

9. Caractéristiques du projet

9.1. Description des ouvrages - Principes constructifs envisagés

Projet prévoyant la construction d'une extension d'une bâtisse existante dont les principales caractéristiques sont :

Désignation	Réhabilitation centre loisir
Dimensions approximatives	10 m x 7 m environ
Type d'ouvrage	Centre de loisir
Nombre de niveaux	R+2
Cote du niveau le plus bas	Non communiquées – Calées au niveau RDC du bâtiment existant, soit au plus proche du terrain actuel
Nature du niveau bas	dallage sur terre-plein ou plancher porté
Structure	Maçonnerie traditionnelle
Descentes de charges sur la structure	Non communiquées (Estimées à 5 à 15 t/ml)
Sollicitations appliquées aux dallages	Non communiquées (Estimées à 250 kg/m ²)

Nota : Seule l'extension de la bâtisse existante est étudiée ici. La réhabilitation de la dite bâtisse ne fait pas partie de notre étude.

9.2. Terrassements prévus

Le projet nécessite des travaux de terrassement provisoires en déblais de l'ordre de 0,6 m de hauteur.

10. ZIG (Zone d'Influence Géotechnique) du projet

Définition de la ZIG : Volume du terrain au sein duquel il y a interaction entre :

- ☞ l'ouvrage (ou les travaux nécessaires à sa réalisation),
- ☞ et son environnement (sols et ouvrages environnants).

Dans le cas présent, la ZIG est constituée par :

- ▶ la parcelle où est placé le futur projet.
- ▶ bâtisse existante ancienne et mitoyenne du projet.
- ▶ existant (centre aéré) à démolir, en partie dans l'emprise du projet.
- ▶ la rue des Fourneaux, le parking du centre et leurs réseaux associés situés entre 5 et 10 m de distance du projet.

11. Structures enterrées – Fondation des avoisinants

La fouille de reconnaissance réalisée contre la bâtisse existante a permis d'apporter les compléments d'information suivants :

- ▶ Absence de semelle de fondations (pas de débord observé)
- ▶ Les murs de la bâtisse, en pierres maçonnés, font directement office de fondations. Ils sont ancrés à 1,0 m/TA, et repose sur la formations des limons argileux.

Les détails et les coupes des reconnaissances effectuées sont jointes en annexe.

12. Sensibilité générale du projet

La sensibilité générale du projet vis-à-vis de sa destination et de la ZIG va être fortement conditionnée par les aspects suivants :

- ▶ Ouvrage sensible aux tassements différentiels.
- ▶ Ouvrage aux descentes de charges moyennes.
- ▶ Ouvrage mitoyen d'un bâtiment ancien à réhabiliter,

13. Analyse globale

De l'analyse de l'ensemble des paramètres décrits précédemment, la conception de l'ouvrage doit prendre en compte à ce stade d'avant-projet, les points fondamentaux suivants :

Contexte général du site

- Aléa faible de retrait-gonflement des sols argileux.
- Terrain plat

Structure géotechnique du site

- Structure géotechnique apparaissant relativement homogène.
- Remblais de 1,0 à 1,2 m d'épaisseur et de résistance faible reposant sur des formations torrentielles limono-graveleuses de résistance faible à moyenne jusqu'à 1,6 à 2,4 m de profondeur devenant gravelo-limoneuse et de résistance élevée au-delà.
- Circulations d'eau probables à toutes profondeurs (venants du versant).

Le projet et sa ZIG

- Projet d'extension d'une bâtisse existante ancienne, nécessitant la démolition du centre aéré existant en partie dans l'emprise du projet.
- Environnement du projet relativement peu sensible.

Principales applications pratiques pour l'adaptation du projet au site

- ▶ **Préparation du site** : Démolition, et purge des structures enterrées.
- ▶ **Terrassements provisoires** : terrassements en déblais de faible ampleur et sans difficulté particulière.
- ▶ **Talus et soutènements provisoires** : talus provisoire dressés avec une pente de 1H/1V.
- ▶ **Solutions de fondations des ouvrages** : fondations superficielles de type semelles filantes.
- ▶ **Traitement du niveau bas** : plancher porté ou dallage sur terre-plein envisageables.
- ▶ **Protection de l'ouvrage vis-à-vis de l'eau dans le sol** : drainage périphérique.

14. Préparation du site – Démolition - Terrassements provisoires

Préambule : les indications des chapitres suivants, fournies en estimant des conditions normales d'exécution pendant les travaux, seront forcément adaptées aux conditions réelles rencontrées : intempéries et niveau de nappe, matériels utilisés, provenance et qualité des matériaux, phasages, plannings et précautions particulières. Nous rappelons que les conditions d'exécution sont absolument prépondérantes pour obtenir le résultat attendu, qu'elles ne peuvent être définies précisément actuellement, et que seules des orientations peuvent être retenues à ce stade de l'étude.

14.1. Démolition

Le projet prévoit la démolition du bâtiment du centre aéré existant. Des structures enterrées (fondations, fosses, cuves) seront probablement découvertes.

Ces structures enterrées seront soit :

- ▶ complètement purgées en veillant à repérer l'emplacement des excavations et leur géométrie en profondeur et extension (repérage par géomètre).
- ▶ laissées apparentes afin de permettre une adaptation éventuelle des travaux ou la décision de les purger ultérieurement.
- ▶ remblayées soigneusement par un matériau graveleux de type D3 mis en place et compacté par couches d'épaisseur 0,3 m minimum.

14.2. Décapage – Préparation du sol

Il est impératif de prévoir au démarrage du chantier :

- ▶ Décapage de la végétation et de la terre végétale.
- ▶ Purge et dévoiement de l'ensemble des réseaux existants sur l'emprise du projet.

14.3. Terrassements provisoires

Le projet nécessite la réalisation de terrassements provisoires en déblais faibles de l'ordre de 0,6 m de hauteur. Ces travaux ne devraient pas poser de difficultés particulières.

14.3.1. Traficabilité - Préparation des plates-formes

► Traficabilité

Les plates-formes au niveau de l'arase de terrassement seront constituées au droit du bâtiment par des matériaux limono-graveleux de bonne portance mais très sensibles au remaniement et à la décompression, et de traficabilité médiocre en présence d'eau.

► Préparation des plates-formes

La méthodologie suivante est à respecter :

- Procéder au terrassement de la dernière couche "en retro" sans faire évoluer les engins sur la pleine masse.
- Mettre en place un géotextile anticontaminant.
- Protéger la plate-forme au fur et à mesure de l'avancement du décapage par la mise en œuvre d'une première couche épaisse de matériaux nobles et insensibles à l'eau (par exemple de classe D₃ selon la norme NF P11-300).
- Interrompre les travaux dans des conditions météorologiques trop défavorables.
- Toute zone remaniée ou décomprimée par la circulation des engins ou par des intempéries, sera purgée et remblayée avec un matériau noble insensible à l'eau.

► Constitution des plates-formes

- **Matériaux constitutifs** : Grave naturelle alluvionnaire de classe D₃ selon la norme NF P11-300, de granulométrie répartie. Des matériaux insensibles à l'eau et de comportement mécanique similaire peuvent également être admis, sous réserve de l'agrément par le Maître d'œuvre.
- **Épaisseurs** :
Dallage : 0.4 à 0.5 m pour un module de Westergaard visé pour le support, Kw = 50 MPa/m (critère minimum demandé par la norme NF P 11-213-1 à 3 - DTU 13.3 Dallages).
Cette épaisseur devra être précisée en concertation avec le BET en fonction des sollicitations du dallage et des critères de portance requis pour le support).

Nota important : Ces épaisseurs sont données à titre indicatif, et tiennent compte d'une exécution des terrassements conformes à nos préconisations, et dans des conditions météorologiques satisfaisantes. Ces épaisseurs pourront être revues sensiblement (augmentées ou réduites), en fonction des conditions réelles du chantier et notamment :

- de la qualité des travaux préparatoire réalisés,
- des conditions météorologiques et hydrogéologiques au moment du chantier,
- de la qualité des matériaux mis en œuvre,
- du matériel de compactage.

14.3.2. Terrassabilité

La réalisation des déblais ne présentera pas de difficultés particulières.

14.3.3. Drainage en phase chantier

En principe, il ne doit pas être intercepté de venues d'eau. Cependant si certaines sont découvertes en cours de terrassement, elles seront collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (cunette périphérique en pied de talus)

14.3.4. Talus provisoires - Ouvrages de soutènement provisoires

Les talus provisoires de la fouille pourront être dressés avec une pente de 1 de base /1 de hauteur.

15. Fondation de la structure et traitement du niveau bas

Les solutions de fondation envisageables sont les suivantes :

- ▶ **Semelles** superficielles préférentielles continues et ancrées de 0,30 m dans la formation limono-graveleuse à gravelo-limoneuse. Les remblais seront systématiquement traversés.
- ▶ **Niveau bas** traité en dallage sur terre-plein ou en plancher porté.

15.1. Fondations superficielles par semelles continues

Il est impératif de traverser les remblais afin de fonder les semelles dans les limons argileux plus ou moins graveleux sous-jacents. Le toit de la formation des limons argilo-graveleux est rencontré entre 1,0 m et 1,2 m par rapport au terrain naturel au droit des sondages réalisés.

L'assise des fondations sera ancrée au minimum de 0,3 m dans cette couche repère et les remblais traversés systématiquement. Des rattrapages en gros béton pourront être effectués afin d'atteindre la profondeur d'assise des fondations si nécessaire.

Dans tous les cas, l'encastrement devra assurer les conditions de mise hors gel des fondations, soit une profondeur minimale de 0,8 m par rapport à la plus proche surface exposée au gel.

15.1.1. Exemples de prédimensionnement

Des exemples de prédimensionnement ont été réalisés pour différentes géométries de fondation selon la norme NF P 94-261 (norme d'application de l'Eurocode 7). Ces exemples sont joints en annexe.

Les principaux résultats obtenus sont donnés dans le tableau ci-après.

▶ Contraintes de pré-dimensionnement

A partir des hypothèses géomécaniques prises en compte, et pour tenir compte des valeurs hétérogènes de résistance, on obtient une valeur représentative et sécuritaire :

$$q_{\text{net}} = 270 \text{ kPa}$$

En première approche, les **contraintes admissibles** calculées selon q_{net} sont les suivantes :

États limites types :	E.L.U. transitoire et durable		E.L.S. caractéristique et quasi-permanent	
	$\gamma_{R,v}$	$\gamma_{R,d,v}$	$\gamma_{R,v}$	$\gamma_{R,d,v}$
Coefficients partiels de résistance $\gamma_{R,v}$ et de méthode $\gamma_{R,d,v}$	1,4	1,2	2,3	1,2
Contrainte admissible $\sigma_{R,d}$ (kPa)	160		100	

▶ Tassements sous fondations

- Données prises en compte :
 - Semelles continues de 0,6 à 1,5 m de largeur.
- Caractéristiques géomécaniques :

Formation	Module pressiométrique E_M (en MPa)	Coefficient rhéologique α
Limons argilo-graveleux	4	0.5
Grave limono-argileuse	8-10	

- Estimation des tassements

Type de fondation	Géométrie de la semelle	Contrainte effective sous E.L.S.	Sollicitations effective sous E.L.S.	Tassements théoriques (ELS quasi-permanent)
Semelles continues	0,6 m	100 kPa	5 t/ml	< 1 cm
	1,2 m		10 t/ml	< 1 cm
	1,5 m		15 t/ml	≈ 1 cm

Les tassements sont estimés pour des charges sans excentrement et sans inclinaison (charges verticales et centrées sur la fondation).

Les tassements théoriques calculés s'entendent pour une mise en œuvre des fondations selon les règles de l'art en accord avec les prescriptions de la norme NF 94-261 et celles du fascicule 68 - « Exécution des travaux de fondations de Génie Civil ».

Des descentes de charges hétérogènes peuvent conduire à des tassements différentiels dont l'amplitude devra être estimée dans le cadre d'une étude complémentaire de type G2 PRO.

15.1.2. *Recommandations sismiques*

Le projet se trouve en zone sismique, et les recommandations suivantes devront être appliquées :

- ▶ La conception des ouvrages doit aboutir à un comportement dissipatif et ductile d'ensemble :
 - fractionner dans la mesure du possible les blocs de tailles et volumes hétérogènes,
 - distribuer les masses et les raideurs de façon équilibrée.
- ▶ Structure à concevoir de manière à assurer le contreventement horizontal et vertical de la structure, à superposer les éléments de contreventement, à créer des diaphragmes rigides à tous les niveaux, à limiter les efforts de torsion.
- ▶ Fondation par semelles filantes à maille fermée régulière (mode le mieux adapté). Les fondations doivent être suffisamment rigides pour transmettre au sol de manière uniforme les actions localisées reçues de la superstructure.
- ▶ Fondations en béton armé, pour la reprise des efforts de cisaillement lors des déplacements du sol.
- ▶ Veiller à ce que l'assise des fondations soit horizontale.
- ▶ Système de fondations homogènes sous un même corps de bâtiment à moins de délimiter des parties par joints parasismiques.

15.1.3. *Dispositions constructives*

- ▶ Pour des raisons de bonne exécution, largeur des fondations conçues supérieure ou égale à 0,5 m pour des semelles continues.
- ▶ Linéariser les appuis, semelles préférentiellement continues avec soubassement rigide afin de s'adapter aux hétérogénéités du sol.
- ▶ Des fondations établies à des niveaux différents et à proximité de talus, doivent respecter la règle des 3 de base pour 2 de hauteur entre arêtes de fondations et/ou pied de talus (norme NF 94-261), à moins de dispositions particulières.
- ▶ Des sur-profondeurs du toit de la couche d'ancrage sont toujours possibles et pourront nécessiter des rattrapages et surconsommation de béton.
- ▶ Les fondations doivent être coulées à l'avancement et à pleine fouille impérativement et non coffrées sur une plate-forme pré-terrassée ou reconstituée. Afin d'éviter une décompression du sol de fondation, ce dernier devra être protégé immédiatement et au minimum par un béton de propreté.

- ▶ Tout sol décomprimé localement sera purgé et remplacé par un béton maigre.

15.2. Traitement du niveau bas

Le niveau bas pourra être traité en dallage sur terre-plein ou en plancher porté.

Pour un **dallage sur terre-plein**, les sujétions suivantes seront respectées :

- ▶ Exécution des terrassements en déblais et en remblais selon les préconisations décrites précédemment et permettant de conserver un sol sain et non remanié par les travaux (risque de remaniement soit par circulation des engins soit par décompression par la présence d'eau dans le cas contraire).
- ▶ L'exécution d'une forme sous dallage afin d'obtenir une portance satisfaisante pour la mise en œuvre du dallage.

Nota : Etant donné l'épaisseur de remblais (entre 1.0 et 1.2 m), en cas de dallage sur terre-plein, une partie de ces remblais sera conservée. Il est conseillé de convenir de la visite d'un géotechnicien lors des terrassements en masse afin de vérifier l'état du fond de fouille et l'absence de matériaux évolutifs.

15.2.1. Caractéristiques de la forme support de dallage

Les caractéristiques de la forme support de dallage qui peuvent être retenues à ce stade de l'étude, sont celles décrites au paragraphe précédent (14.3.1. Traficabilité- Préparation des plates-formes).

15.2.2. Module d'Young E_s

Pour le dimensionnement du dallage selon les préconisations du DTU 13.3, les valeurs de module d'Young à retenir pour chacun des faciès sont les suivantes, du haut vers le bas :

Faciès	Profondeur de la base / TN	Épaisseurs sous dallage	Module œdométrique estimé	Module d'Young E_s ($E_{oed} \times 0,74$)
Limons argilo-graveleux	1,6 à 2,2 m	~ 1 m	8 MPa	6 MPa
Grave limono-argileuse	> 3 m	2 m minimum	16 MPa	12 MPa

15.2.3. Critères de réception de la forme support

Les critères de réception devront être précisés impérativement par les documents de consultation ou par l'étude d'exécution de l'Entreprise.

Au stade actuel de l'étude, les critères suivants sont proposés :

Critères de réception de la forme support du dallage			
Ouvrage	Module de Westergaard K_w	Module de déformation E_{v2} , 2 ^{ème} cycle	Rapport E_{v2} / E_{v1}
Dallage	50 MPa/m minimum	50 MPa minimum	< 2,0

16. Protection des ouvrages vis-à-vis de la présence d'eau

Compte tenu du contexte hydrogéologique d'une part, et de la conception du projet d'autre part, on prévoira un drainage périphérique du bâtiment constitué par :

- imperméabilisation des murs enterrés par enduit bitumineux + protection par Delta MS,
- un complexe drainant mis en place au pied des murs enterrés, sur l'arase supérieure des semelles et raccordé à un exutoire gravitaire pérenne.

ÉTUDES ET MISSIONS COMPLÉMENTAIRES

Afin d'optimiser les travaux et réduire les aléas, on prévoira :

- ▶ Une intervention du géotechnicien en mission :
 - G2 PRO (étude géotechnique de conception – phase projet),

Compte tenu de l'hétérogénéité de la structure géotechnique du site, et de la difficulté pour l'Entreprise pour reconnaître le sol de fondation à atteindre (les faciès de remblais et sols naturels, sont difficiles à distinguer) il est recommandé de prévoir une visite du Géotechnicien à la fin du terrassement en masse de la fouille et avant creusement des fondations.

Cette intervention pourra être exécutée dans le cadre d'une mission complémentaire de type G5, selon la norme NF P 94-500 (diagnostic géotechnique sur un point précis du projet). Il s'agira de :

- ▶ préciser les sols de fondations atteindre,
- ▶ définir les critères objectifs pour distinguer le sol de fondation, du sol de couverture.

ALEAS GEOTECHNIQUES

- ▶ Les reconnaissances de sol procèdent par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (exemple : hétérogénéité locale) qui peuvent entraîner des adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.
- ▶ Des modifications dans l'implantation, la conception ou l'importance des constructions ainsi que dans les hypothèses prises en compte et en particulier dans les indications de la partie «*Présentation*» du présent rapport peuvent conduire à des remises en cause des prescriptions. Une nouvelle mission devra alors être confiée à Kaëna afin de réadapter ces conclusions ou de valider par écrit le nouveau projet.
- ▶ De même des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des travaux et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances de sol (exemple dissolution, cavité, hétérogénéité localisée, venues d'eau etc.) peuvent rendre caduques certaines des recommandations figurant dans le rapport.

Extrait de la norme AFNOR sur les missions d'ingénierie géotechnique

Documents graphiques et résultats d'investigations

- Tableau récapitulatif des puits de reconnaissance
- Coupe de reconnaissance de fondations
- Diagrammes des sondages au pénétromètre
- Plan d'implantation des sondages

ANNEXE EXTRAIT DE LA NORME FRANCAISE SUR LES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P 94 500 de novembre 2013)

CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE TYPES

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.

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 oeuvre 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'oeuvre 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).

DOCUMENTS GRAPHIQUES ET
RESULTATS DES INVESTIGATIONS

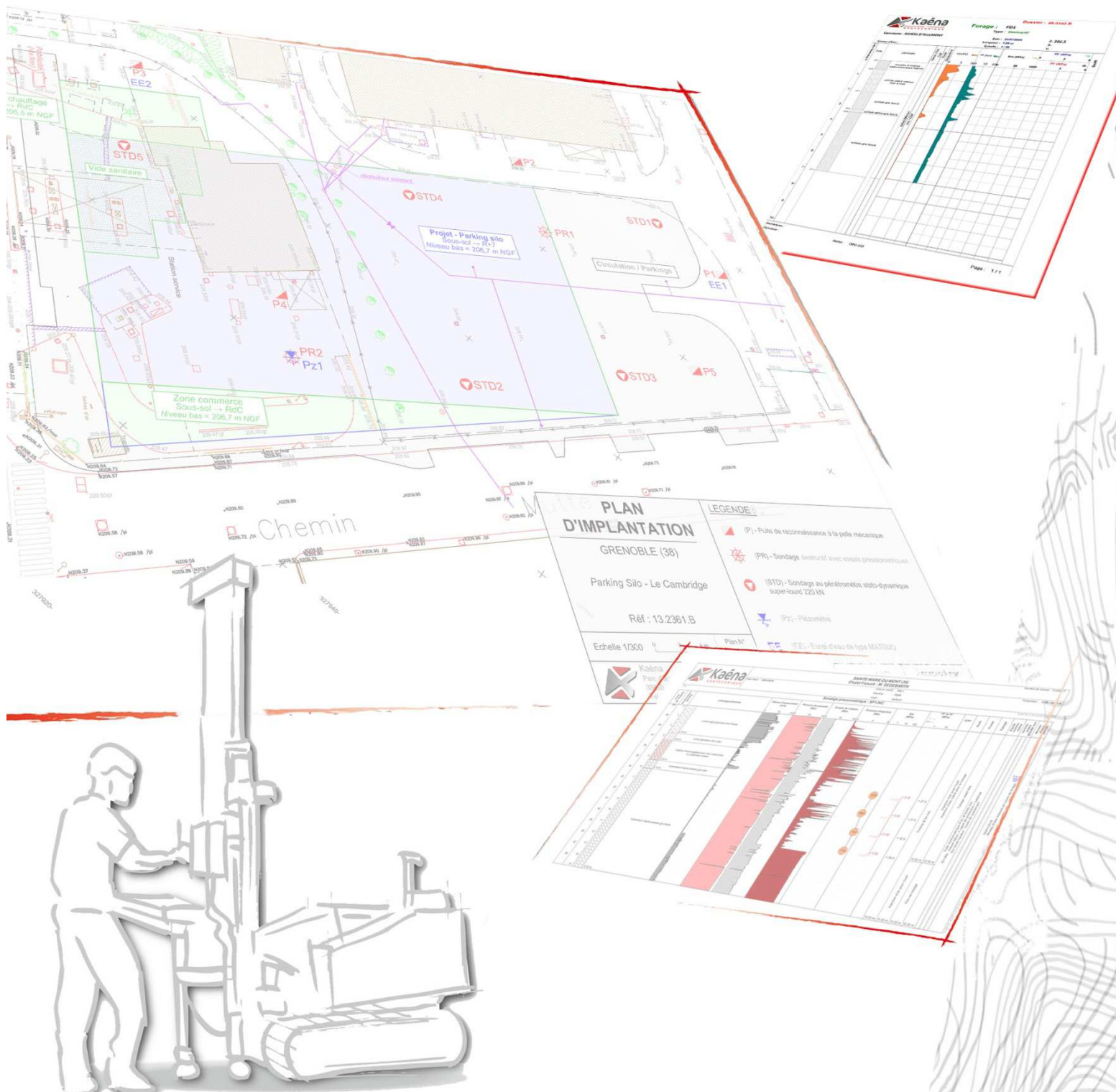
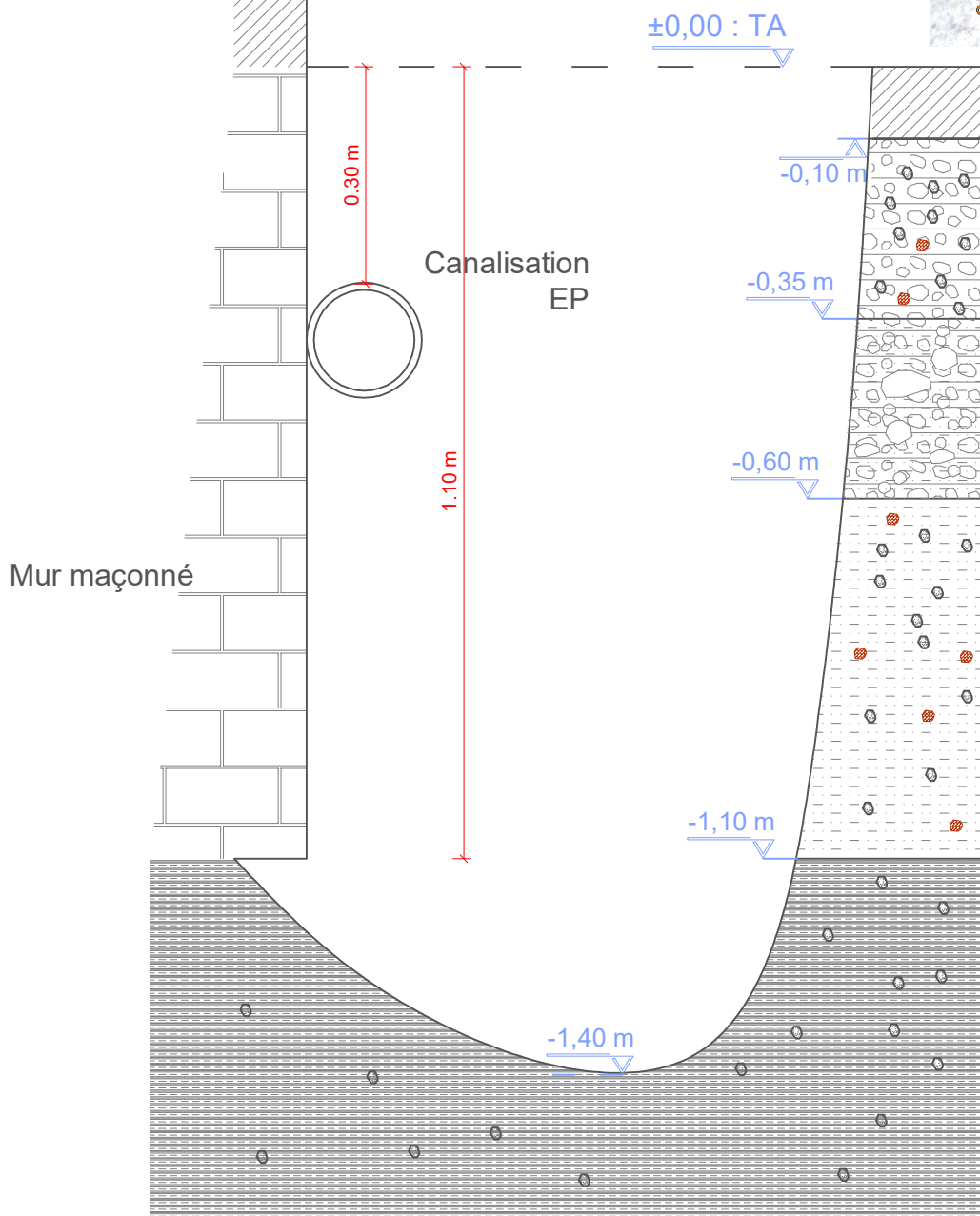


TABLEAU RECAPITULATIF DES Puits DE RECONNAISSANCE

<div> <div>Numéro de Puits et cote approximative</div> <div>Facies géologique</div> </div>	Date d'intervention : 14/05/18
	P 1 (287.6)
	Profondeur en m/TN et cote correspondante (...) de la base de chaque faciès géologique
<i>Terre végétale</i> limoneuse brune	0,2 (287.4)
<i>Remblai limono-graveleux</i> brun-gris clair ⇒ Gravier et cailloux de calcaires, anguleux, Ømax 40 mm + rares débris anthropiques (briques...)	0,6 * (287.0)
<i>Remblai graveleux à matrice limono-sableuse</i> brun-gris foncé ⇒ Gravier, cailloux et blocs calcaires, émoussés à arrondis Ømax 200 mm	1,0 (286.6)
<i>Grave limono-argileuse</i> marron-ocre ⇒ Nombreux cailloux, et blocs arrondis Ømax 400 mm	> 3,0 (284.6)
EAU SOUTERRAINE :	Aucune venue d'eau - Unité 1 & 2 sèches / Unité 3 humide
TENUE DES PAROIS	Eboulements partiels dans les formations graveleuses à partir d'1 m
NOTA :	Canalisation (*) en béton à 0,55 m détecté en P1 (Øint 150 mm)

RF1

Vue en coupe



Dalle

Remblais gravelo-sableux gris clair (+ quelques briques) à galets

Remblais limono-argileux marron ocre à graviers + fine couche de sable bitumeux Ø2-3 mm

Limon sablo-graveleux gris terne à cailloux Gravier (Ømax = 5 cm) + quelques morceaux de briques

Limon argileux (brun clair à ocre) à graviers et rares blocs

RECONNAISSANCE DE FONDATION

LE TOUVET (38)

Centre de loisir

Réf: 18.8475.C



Echelle 1/10 0 0.1 0.2 m

Plan N° RF1

Date

Dessiné par

Approuvé par

22/05/2018

CPP

TGR

DESIGNATION : Restructuration du centre de loisirs

Date : 14/05/18

COMMUNE : LE TOUVET (38)

Réf. Etude : 18.8475.C

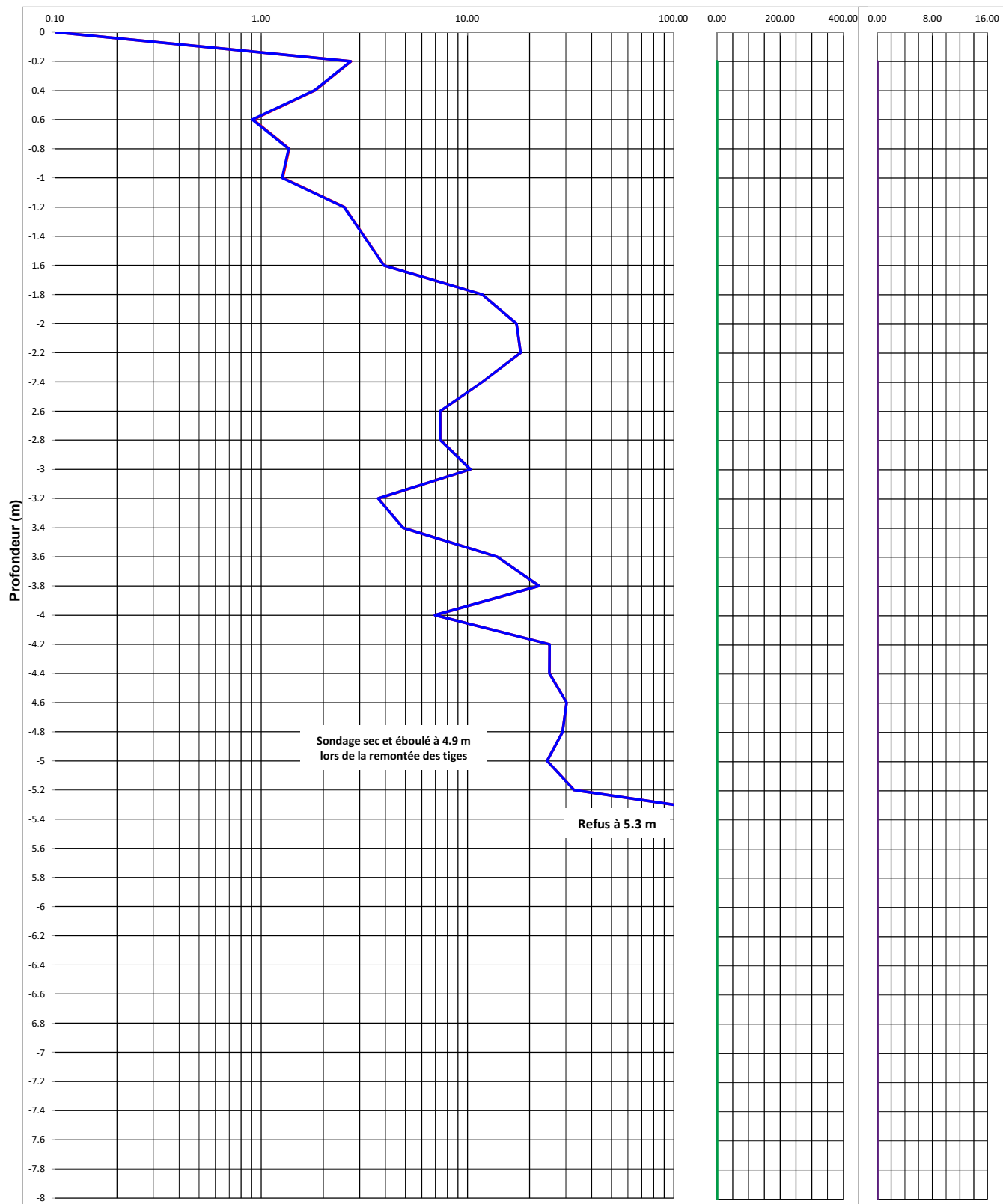
Opérateur : JRI

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	288.2	m NGF
------------------------	----	---	----	---	-----	-------	-------

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



DESIGNATION : Restructuration du centre de loisirs

Date : 14/05/18

COMMUNE : LE TOUVET (38)

Réf. Etude : 18.8475.C

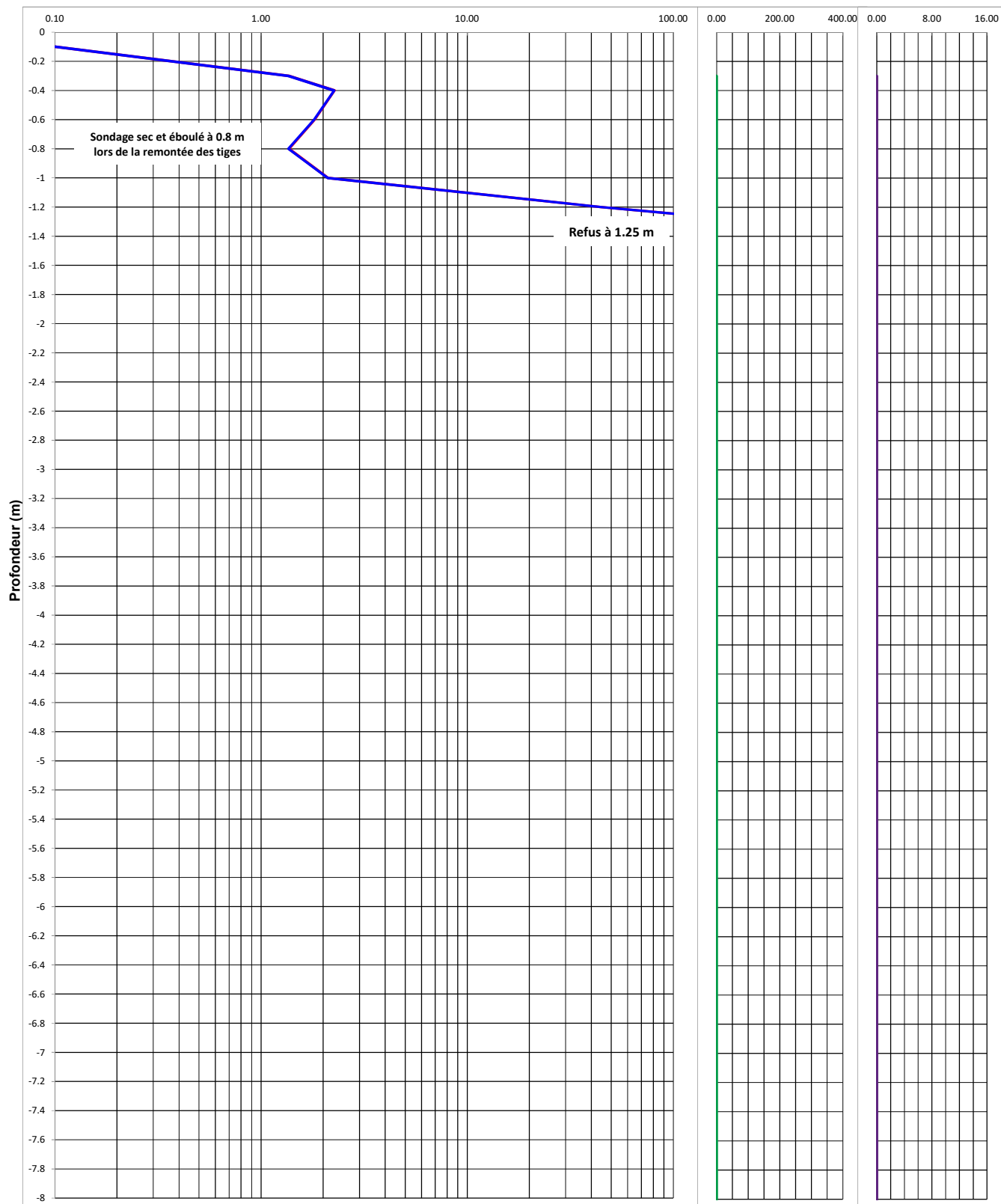
Opérateur : JRI

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	288.3	m NGF
-------------------------------	----	---	----	---	-----	-------	-------

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %


APPAREILLAGE : pénétromètre dynamique très lourd (DPSH-B) norme NF EN 22476-2

DESIGNATION : Restructuration du centre de loisirs

Date : 14/05/18

COMMUNE : LE TOUVET (38)

Réf. Etude : 18.8475.C

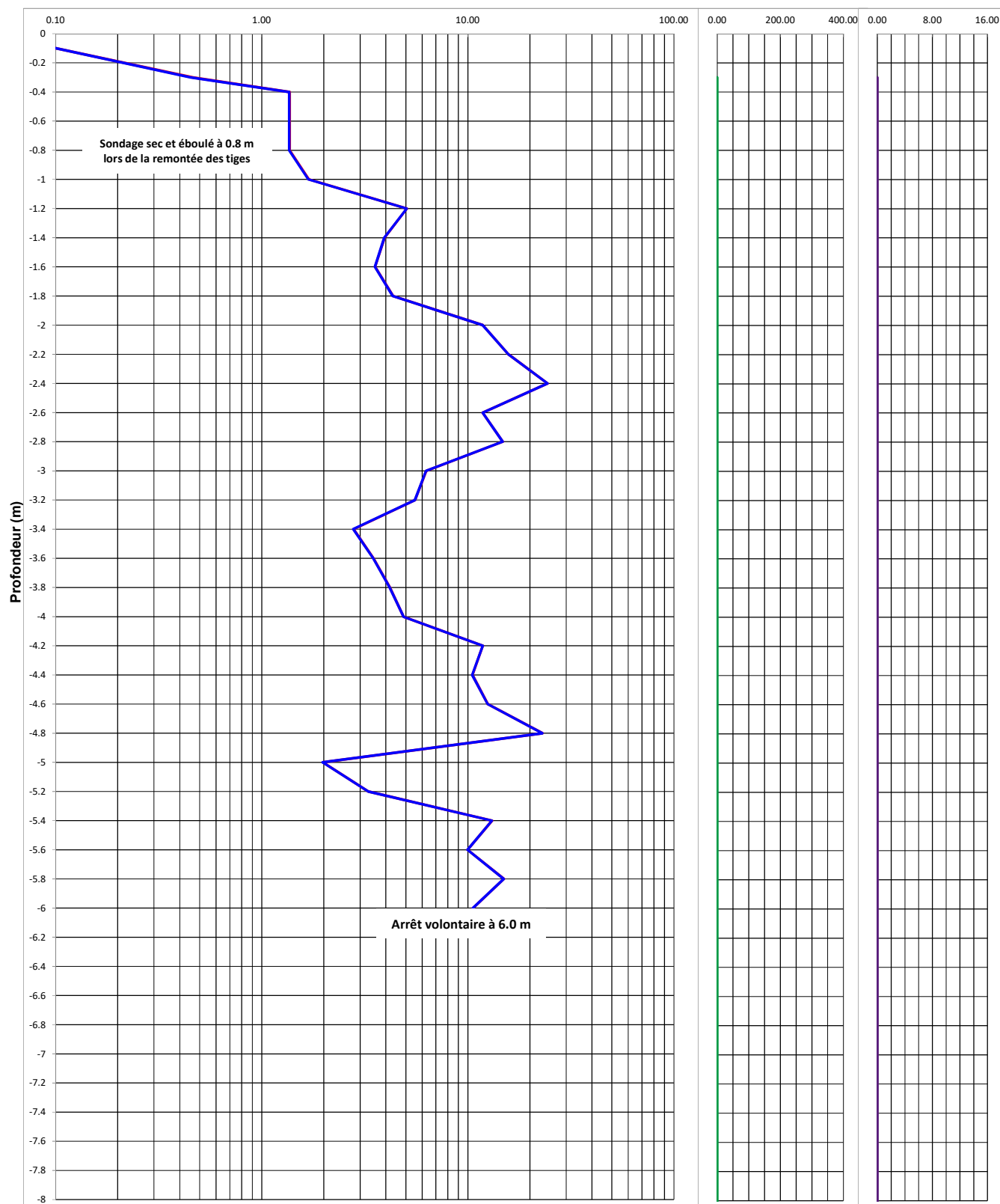
Opérateur : JRI

Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	288.3	m NGF
------------------------	----	---	----	---	-----	-------	-------

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %



DESIGNATION : Restructuration du centre de loisirs

Date : 14/05/18

COMMUNE : LE TOUVET (38)

Réf. Etude : 18.8475.C

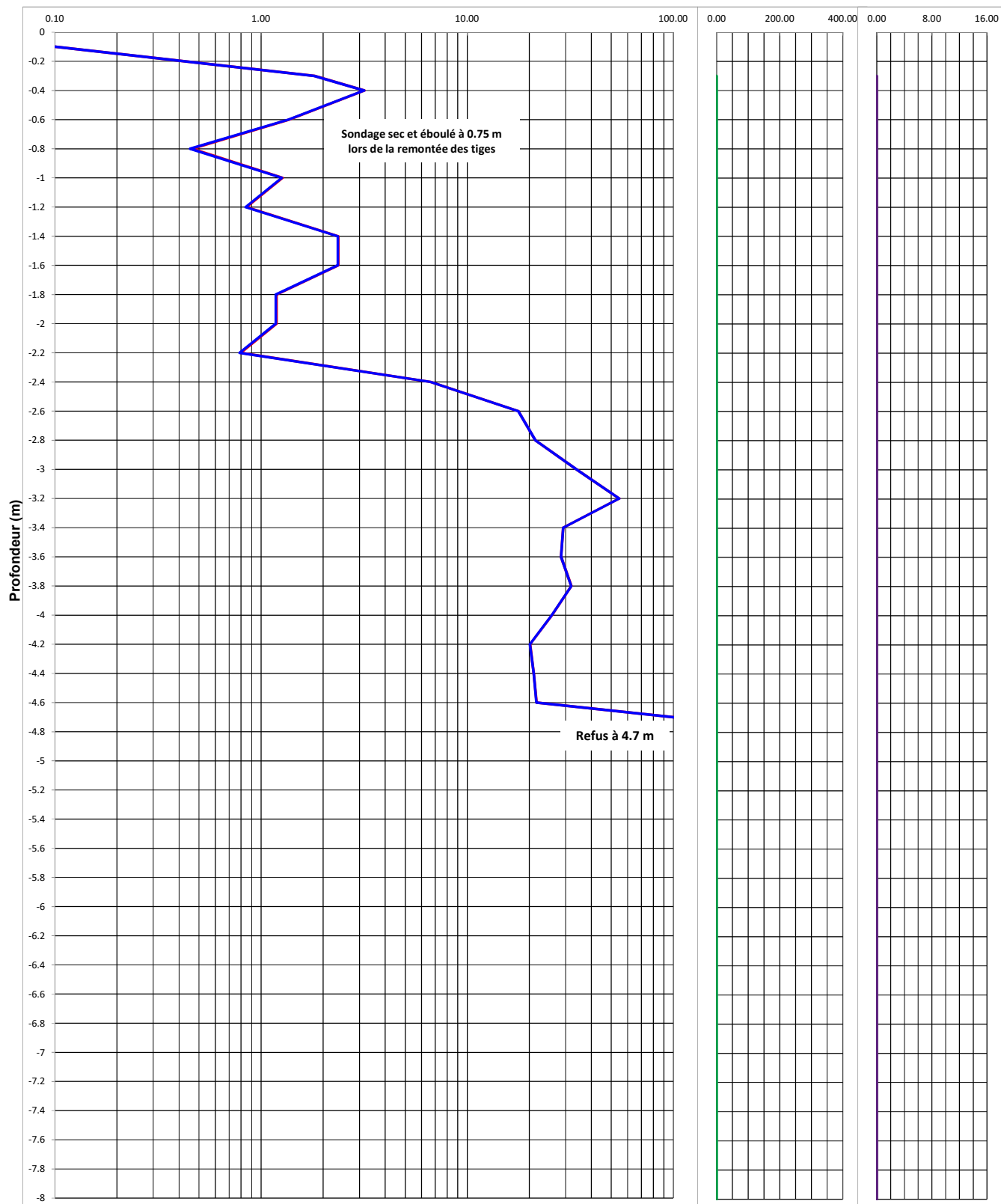
Opérateur : JRI

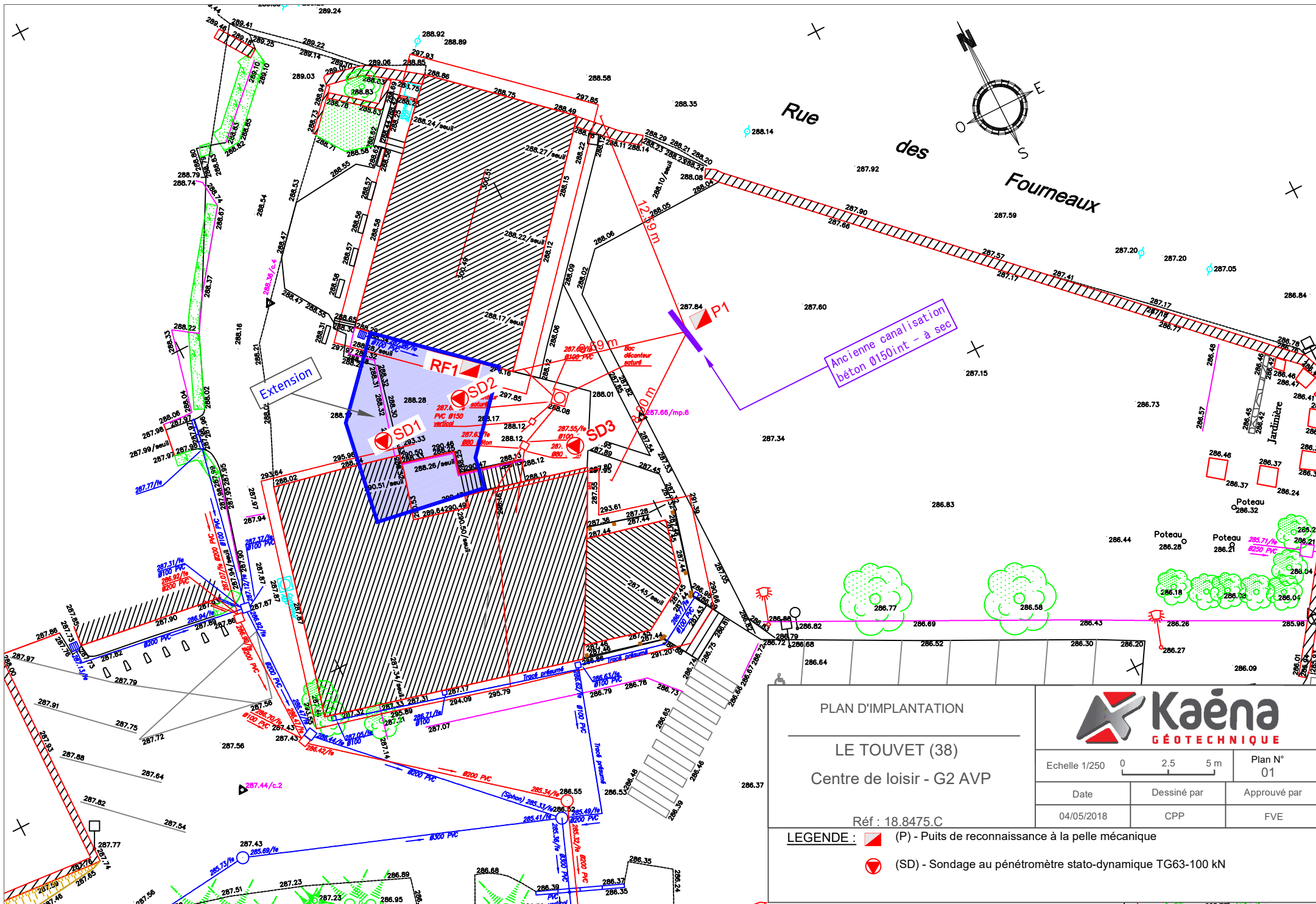
Coordonnées du sondage	X=	m	Y=	m	Z =	288.0	m NGF
-------------------------------	----	---	----	---	-----	-------	-------

Résistance de pointe qc (statique) et qd (dynamique) en MPa

Fs (en kPa)

Rf en %







www.kaena.fr

Kaéna - Siège social - Parc d'Activités Eurékalp
L'Epicentre-38660 Saint Vincent de Mercuze
Tel 04 76 97 94 64 - Fax 04 76 97 94 65
contact@kaena.fr - www.kaena.fr

Kaéna - Pays de Savoie
439 route de l'Aiglière
74370 Argonay - Tel 04 58 10 05 74
paysdesavoie@kaena.fr

SAS au capital de 98 350,00 € - N°SIREN 510 277 478 - Code NAF 7112B RCS Grenoble - TVA FR 77510 277 478

