



Agence de Colmar  
42 rue des Papeteries  
68000 COLMAR

Tél : 09.72.65.74.86  
contact68@geotechnique-sas.com

# RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION G2 PHASE AVP

Localisation  
**ORBÉY (68)**

Projet  
**Extension d'un foyer d'accueil pour travailleurs handicapés**

Maître d'ouvrage :  
**ASSOCIATION ATRE DE LA VALLEE**  
306, domaine du Beubois  
68370 ORBEY

## REFERENCE : 2023-02-407/1 G2 AVP

Ind.	Date	Contenu	Rédacteur	Vérificateur	Observations
A	20/07/2023	49 pages + annexes	Gaël WAERNESSYCKLE	Gaël FOUILLAND BERGEAT	-
B	28/03/2024	49 pages + annexes	Carole MARBACH	Manon WICKER	Modif type de fondations

# PLAN DU RAPPORT

<b>1. PRESENTATION</b>	<b>3</b>
1.1. Définition de l'opération	3
1.2. Contrat – Mission géotechnique	3
1.3. Cadre réglementaire	4
1.4. Documents communiqués	4
1.5. Caractéristiques du projet	5
1.6. Caractéristiques générales du site	9
1.6.1. Localisation	9
1.6.2. Caractéristiques de la zone d'étude	10
1.6.3. Contexte historique	12
1.6.4. Contextes géologique & hydrogéologique	16
1.6.5. Risques naturels	18
<b>2. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES</b>	<b>20</b>
2.1. Implantation et nivellement	20
2.2. Investigations réalisées	20
2.2.1. Sondages in-situ	20
2.2.2. Essais en laboratoire	21
<b>3. SYNTHESE GEOTECHNIQUE</b>	<b>22</b>
3.1. Stratigraphie du terrain - caractéristiques mécaniques	22
3.2. Résultats des essais en laboratoire	23
3.3. Sensibilité au retrait-gonflement des sols argileux	23
3.4. Niveaux des eaux souterraines	24
3.5. Conditions sismiques	24
3.5.1. Données réglementaires	24
3.5.2. Influence du sol	25
3.5.3. Catégorie de bâtiment	25
3.5.4. Exigences sur le bâti neuf	26
3.5.5. Risque de liquéfaction des sols	26
3.6. Reconnaissances sur ouvrages existants et avoisinants	26
3.6.1. Reconnaissance du bâtiment existant	27
3.6.2. Reconnaissance du mur de soutènement	28
<b>4. APPLICATIONS GEOTECHNIQUES A L'AVANT-PROJET</b>	<b>33</b>
4.1. Modèle géotechnique retenu	33
4.2. Niveaux caractéristiques des eaux souterraines	33
4.3. La zone d'influence géotechnique (ZIG)	33
4.4. Adaptations du projet aux conditions géotechniques	34
4.5. Adaptations vis-à-vis des avoisinants et mitoyens	34
4.6. Principes généraux de terrassements	35
4.6.1. Travaux préparatoires	35
4.6.2. Aménagement des plateformes	35
4.6.3. Dispositions spécifiques aux remblais de surélévation périphérique	36
4.6.4. Conditions de talutage	37

<b>4.7. Ouvrages de soutènement.....</b>	<b>40</b>
<b>4.8. Conception des niveaux-bas .....</b>	<b>41</b>
<b>4.9. Etude des fondations superficielles (Norme NF P94-261).....</b>	<b>41</b>
4.9.1. Sol d'assise et conditions d'ancrage .....	41
4.9.2. Adaptation vis-à-vis des fondations mitoyennes ou proches.....	42
4.9.3. Contraintes admissibles .....	42
4.9.4. Evaluation préliminaire des tassements .....	42
4.9.5. Conditions et précautions d'exécution des fondations.....	43
<b>4.10. Etude des fondations profondes (norme NF P94-262).....</b>	<b>44</b>
4.10.1. Type de fondation profonde.....	44
4.10.2. Méthode et paramètres de calculs .....	45
4.10.3. Ebauche dimensionnelle .....	45
4.10.4. Conditions et précautions de réalisation des micropieux.....	46
<b>4.11. Protection des ouvrages contre l'eau.....</b>	<b>47</b>
<b>4.12. Protection vis-à-vis du risque sismique.....</b>	<b>47</b>
<b>5. ALEAS RESIDUELS ET RISQUES ASSOCIES .....</b>	<b>48</b>
<b>6. CONDITIONS GENERALES DE VALIDITE DU RAPPORT .....</b>	<b>49</b>

- Annexe 1 : **Extrait de la norme NF P94-500 de novembre 2013**
- Annexe 2 : **Conditions de validité de l'étude**
- Annexe 3 : **Implantation des sondages**
- Annexe 4 : **Coupes des sondages**
- Annexe 5 : **Procès-verbaux des essais en laboratoire**

*Le présent document devient la propriété du client uniquement après paiement intégral de la prestation correspondante.*

## 1. PRESENTATION

### 1.1. Définition de l'opération

L'association ATRE DE LA VALLEE envisage la réalisation de l'extension du foyer d'accueil de travailleurs handicapés sur la commune d'ORBEY (68).

Une étude géotechnique G2 AVP a été réalisée le 20/07/2023 par nos soins, réf. 2023-02-407/1, concluant pour des fondations par micropieux en l'absence de plan topographique du site, le projet étant implanté dans un terrain en forte pente, et un mur de soutènement, prévu d'être arasé uniquement, étant implanté au droit du projet.

Suite à une réunion le 16/01/2024, il nous a été demandé d'étudier la possibilité de faire des fondations superficielles. Une mise à jour de l'étude G2 AVP est donc nécessaire, à l'appui de relevés topographiques.

Les principaux intervenants du projet sont :

- Maître d'ouvrage : ASSOCIATION ATRE DE LA VALLEE
- Maître d'œuvre : ATELIER D-FORM
- BET structure béton : GETTEC

### 1.2. Contrat – Mission géotechnique

À la demande de l'association ATRE DE LA VALLEE, GEOTECHNIQUE SAS a été mandaté afin de réaliser une mission géotechnique.

Conformément à notre offre et selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013, il s'agit d'une mission géotechnique de conception comprenant uniquement la phase Avant-Projet (G2 AVP).

Elle consiste à :

- Réaliser une enquête documentaire sur les sites institutionnels : GEOPORTAIL, INFOTERRE, GEORISQUES, ADES... ;
- Définir la zone d'influence géotechnique (ZIG) du projet ;
- Donner la classification du site vis-à-vis de la réglementation sismique en vigueur et préciser le risque de liquéfaction des sols sous séisme si nécessaire ;
- Réaliser un programme d'investigations géotechniques et en assurer le suivi technique ;
- Établir la synthèse géotechnique à l'issue des investigations et le(s) modèle(s) géotechnique(s) ;
- Préciser les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet et donner les principes de construction envisageables concernant les terrassements, les fondations, le mode d'assise des structures au sol ;
- Fournir une ébauche dimensionnelle des ouvrages géotechniques sur la base des modèles géotechniques retenus ;
- Donner les dispositions générales vis-à-vis des eaux de surface, des eaux souterraines et des avoisinants ;
- Examiner la pertinence d'application de la méthode observationnelle si nécessaire.

Il convient de rappeler que les aspects non exhaustifs suivants ne font pas partie de la mission :

- Les études environnementales éventuelles (diagnostic de pollution, voisinage, etc...) ;
- La reconnaissance des anomalies géotechniques en dehors de l'emprise des investigations ;
- L'estimation des coûts, quantité et délais.

Concernant les eaux souterraines, les informations hydrogéologiques intégrées à la présente mission sont limitées à l'enquête documentaire générale et au report des niveaux d'eaux mesurés en cours d'investigations.

Si ces éléments peuvent être de nature à induire un éventuel impact sur le projet, une étude hydrogéologique spécifique pourra être réalisée dans les phases ultérieures d'études en adéquation avec les objectifs et les enjeux au regard du projet.

### 1.3. Cadre réglementaire

Les textes normatifs et documents de référence appliqués dans le cadre de cette étude sont les suivants :

- Eurocode 7 – Calculs géotechniques.
- Norme NF P94-261 – Calcul Géotechnique – Fondations superficielles (février 2017)
- Norme NF P94-262 – Calcul Géotechnique – Fondations profondes (juillet 2018)
- NF P 11-211 – DTU 13.1 Fondations superficielles
- NF P 11-212 – DTU 13.2 Fondations profondes
- NF P 11-213 – DTU 13.3 partie 3 - Dallages
- Guide Technique SETRA-LCPC « réalisation des remblais et des couches de formes » Fascicules I et II
- Normes AFNOR en vigueur concernant les travaux de sondages et essais in-situ ou de laboratoire

### 1.4. Documents communiqués

Les documents suivants nous ont été communiqués :

<i>Document</i>	<i>Réalisé par</i>	<i>Échelle</i>	<i>Format</i>	<i>Date</i>
Plan masse général du site	ATELIER D-FORM	-	PDF	26/05/2023
Plan masse projet		1/200 <sup>ème</sup>		
Perspective générale		-		
Réseaux parcelle		1/1250 <sup>ème</sup>		
Note architecturale et descriptive		-		
Plans des niveaux projet et existant		1/200 <sup>ème</sup>		
Coupes du projet		1/100 <sup>ème</sup>		
Plans des façades		1/200 <sup>ème</sup>		
Notice structure		-		
Notice fondations – isolation Jackodur		-		
Notice et fiches matériaux divers		Multiples		
Rapport d'étude géotechnique G1+G2AVP (réf.AF.MSM.14.0072 – Pièce n°1 – INDICE A)	FONDASOL	-		02/06/2014
Plan topographique	YANN LE BOULAIRE	-		19/03/2024

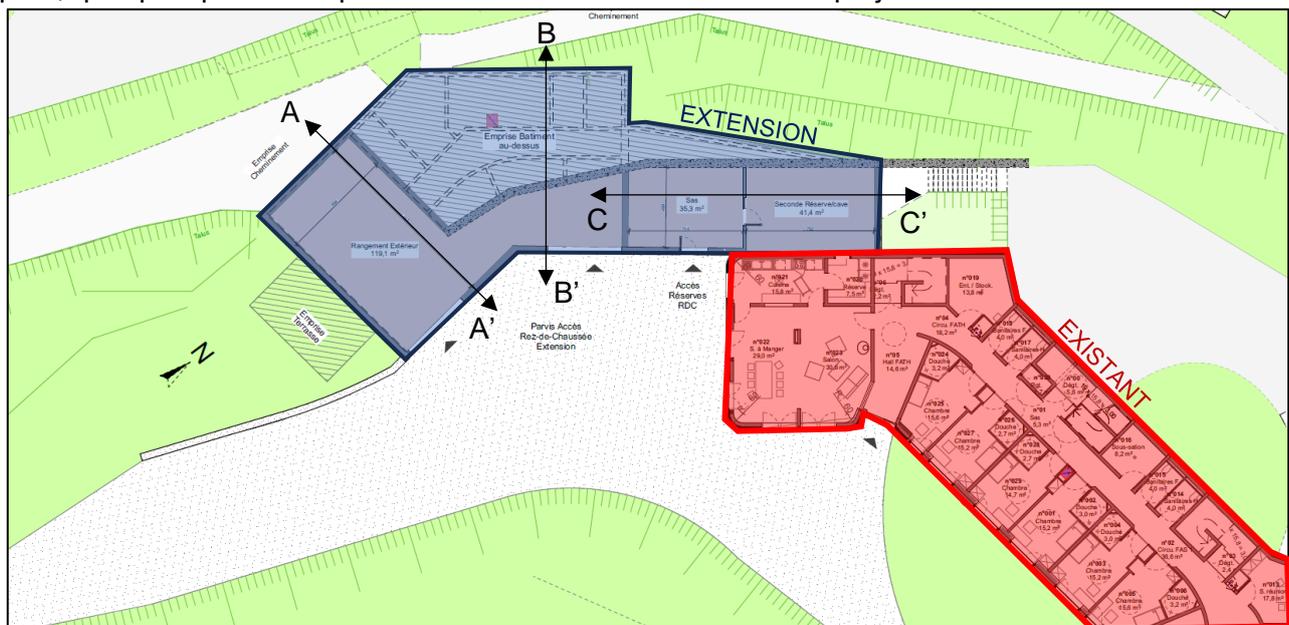
## 1.5. Caractéristiques du projet

Il est prévu l'extension du centre d'accueil des travailleurs handicapés avec la création de pièces de vie, de chambres et de salles techniques.

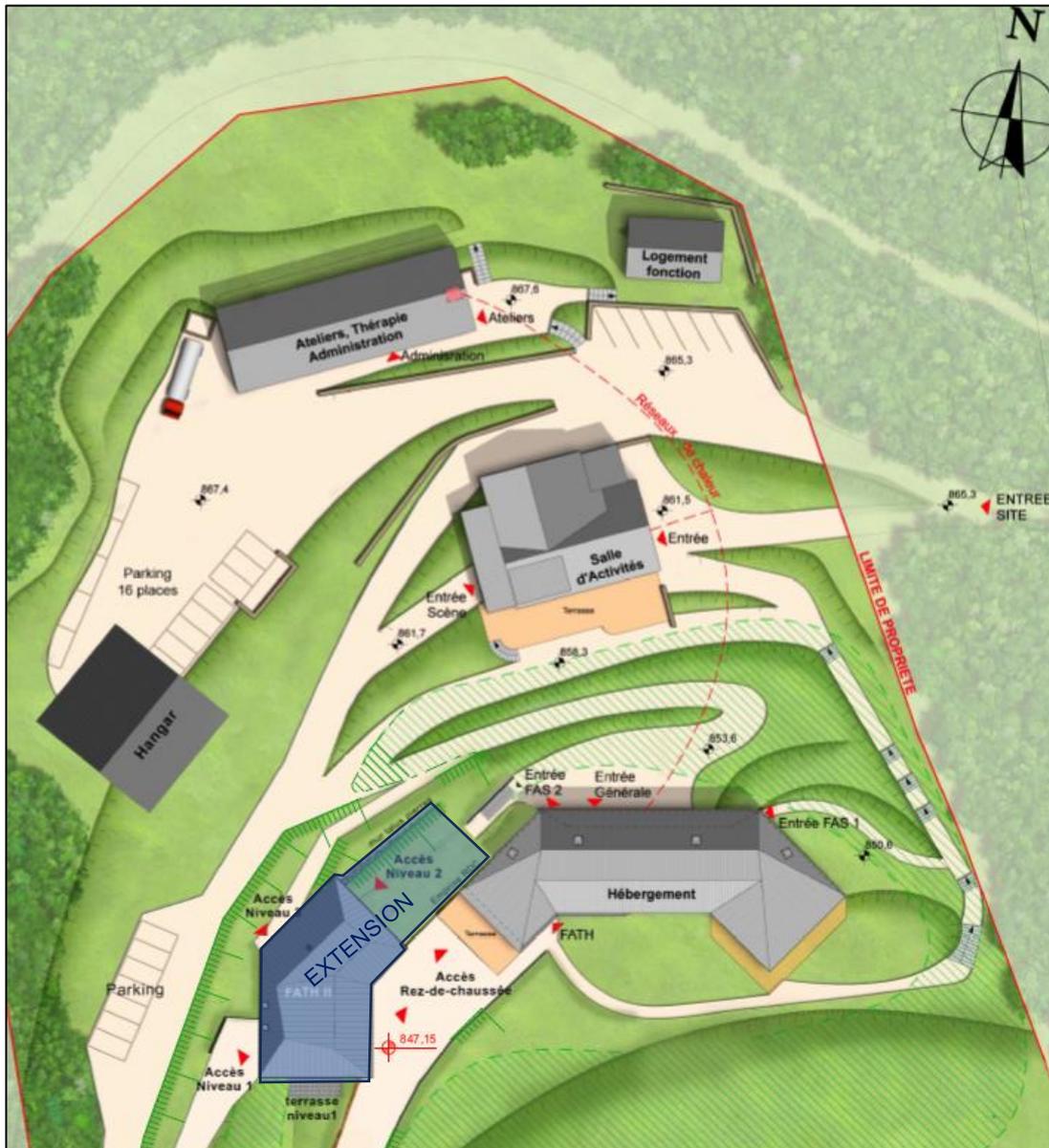
Les caractéristiques principales du projet dont nous disposons sont les suivantes :

- L'existant est de type RdC+3 sans niveau de sous-sol,
- L'extension de type RdC+1 à RdC+3 sans niveau de sous-sol, encastrée dans la pente sur plusieurs niveaux en escaliers,
- L'extension sera accolée en partie à la façade Nord du bâtiment existant,
- Le mur de soutènement existant sera finalement démoli et entièrement purgé, y compris les fondations,
- Les niveaux supérieurs seront accessibles par des aménagements réalisés dans la pente,
- Niveau-bas du RdC calé sur celui de l'existant, soit la cote de 847.15 m NGF d'après les documents fournis. Les autres niveaux de l'extension seront respectivement situés aux cotes NGF suivantes : 850.15 (R+1), 853.15 (R+2) et 856.14 (R+3).

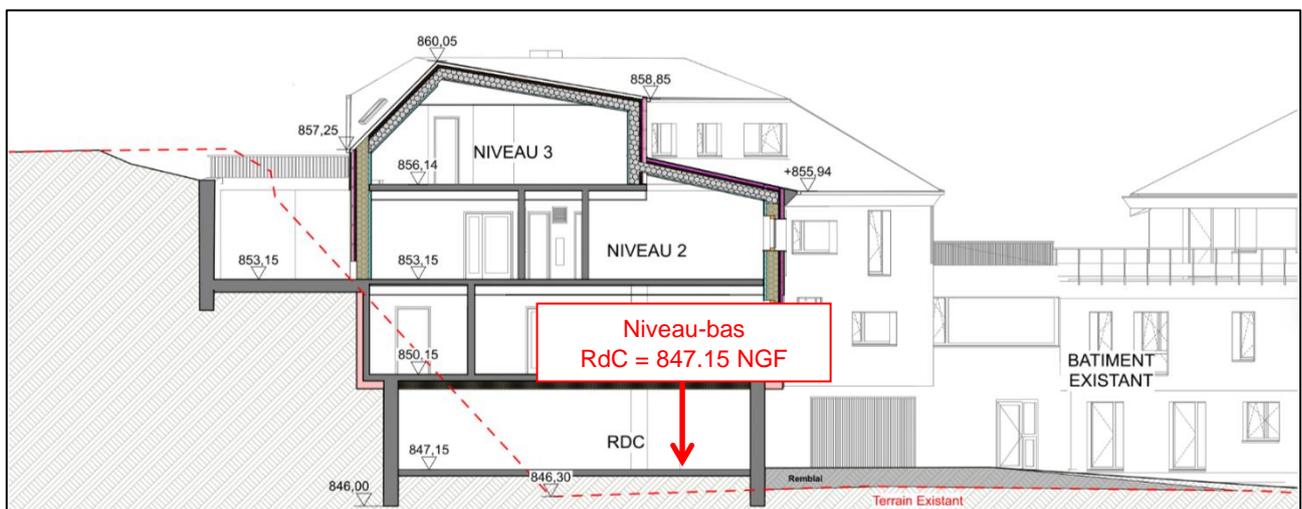
Ci-après, quelques plans et représentations du rez-de-chaussée du projet et de l'existant :



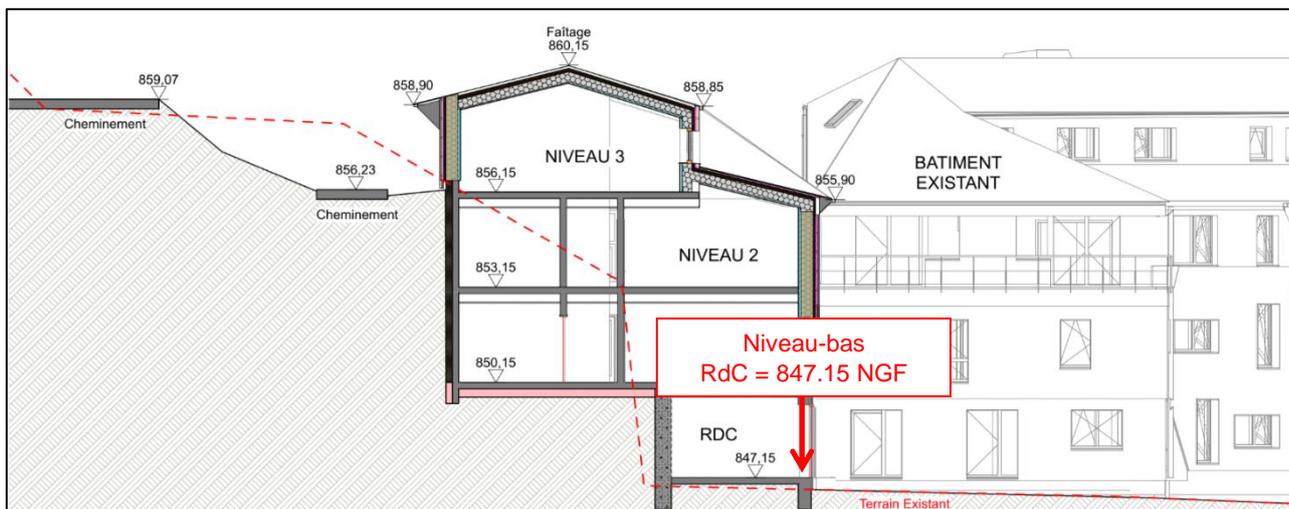
Plan du RdC de l'existant et de l'extension



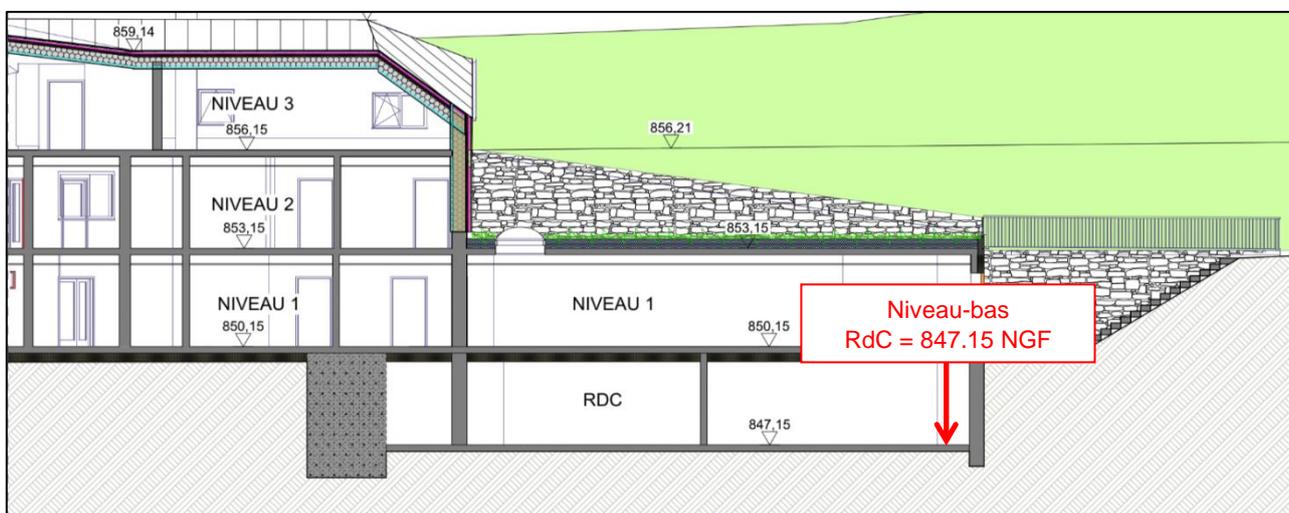
Plan de composition du site avec ouvrages dans la pente



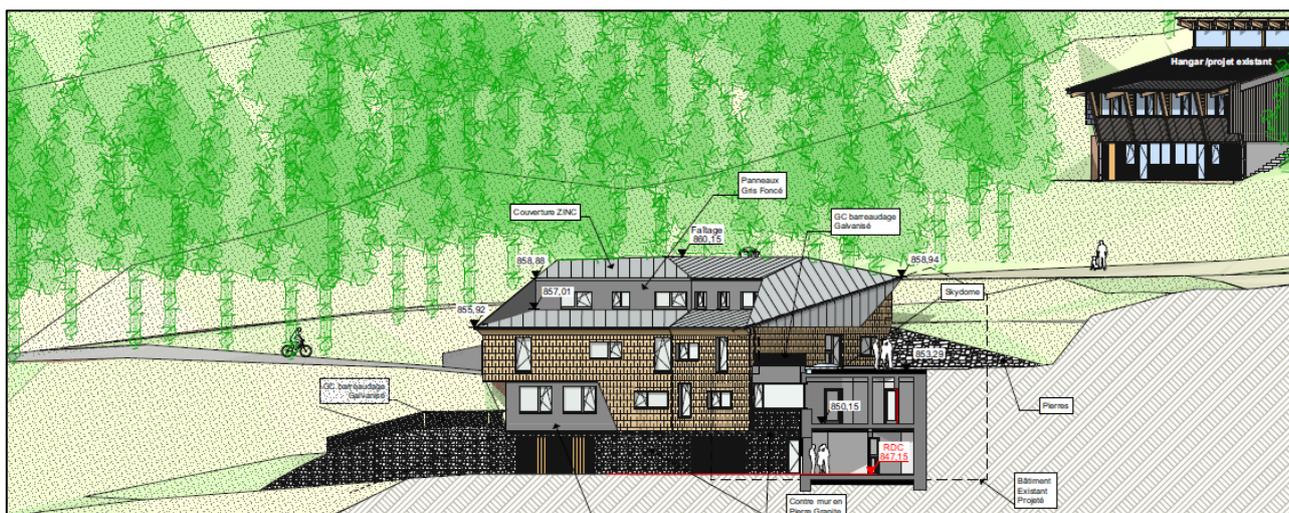
Coupe de principe de l'existant et de l'extension avec projection du terrain – Coupe AA' vue de profil



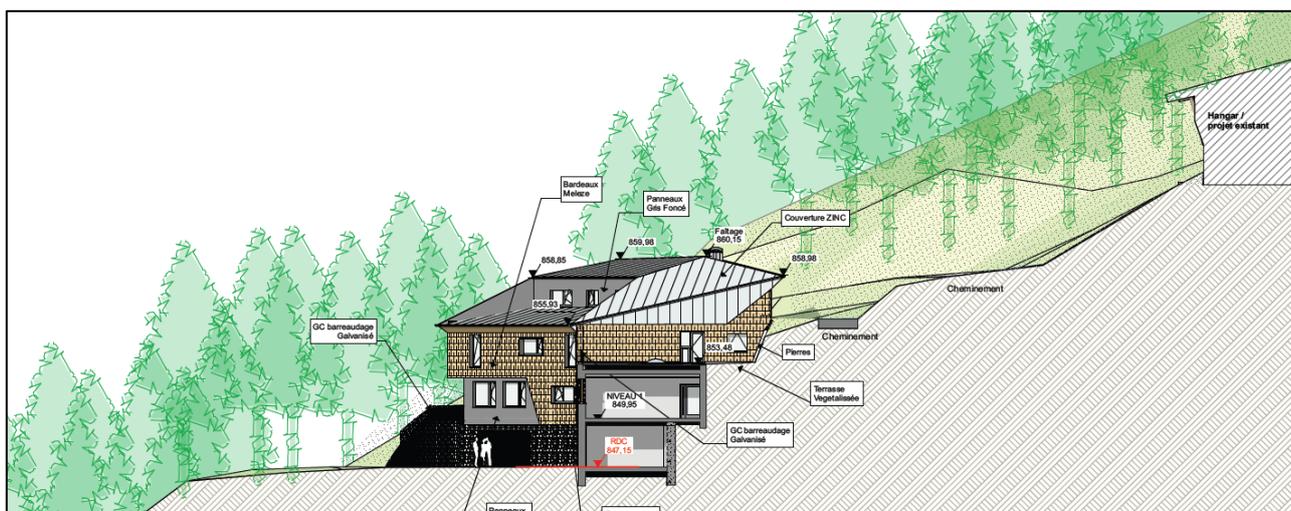
Coupe de principe de l'existant et de l'extension avec projection du terrain – Coupe BB' vue de profil



Coupe de principe de l'existant et de l'extension avec projection du terrain – Coupe CC', vue de face



Plan de la façade Est de l'extension



Plan de la façade Nord de l'extension



Projection 3D du projet

Compte-tenu de la topographie du site et de la configuration du projet, les terrassements induits seront en déblai sur une profondeur de 0.5 à 12.0 m maximum, **pour la purge du mur de soutènement existant.**

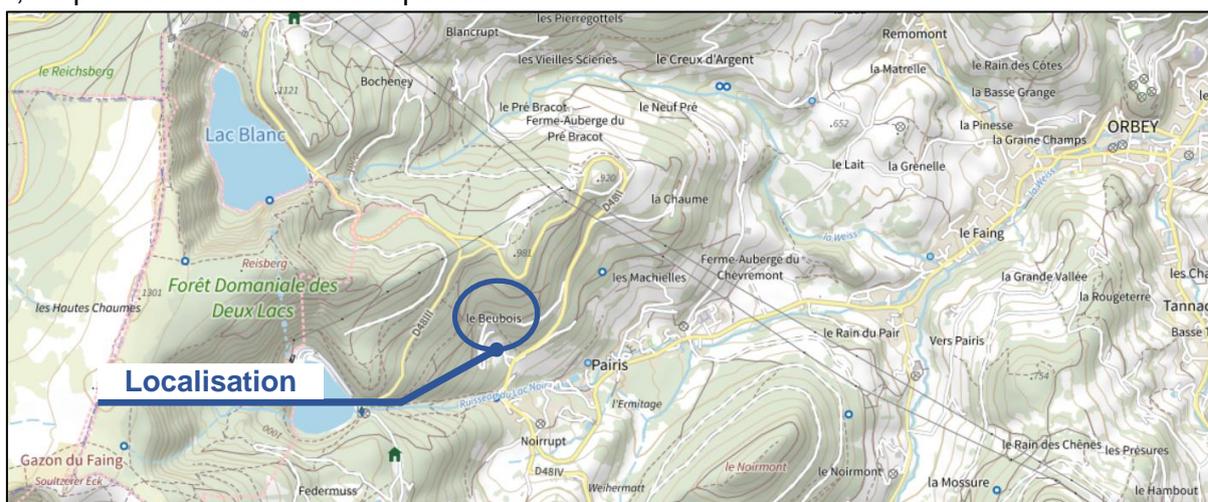
Les caractéristiques structurales du projet ainsi que les descentes de charges ne nous ont pas été communiquées.

## 1.6. Caractéristiques générales du site

### 1.6.1. Localisation

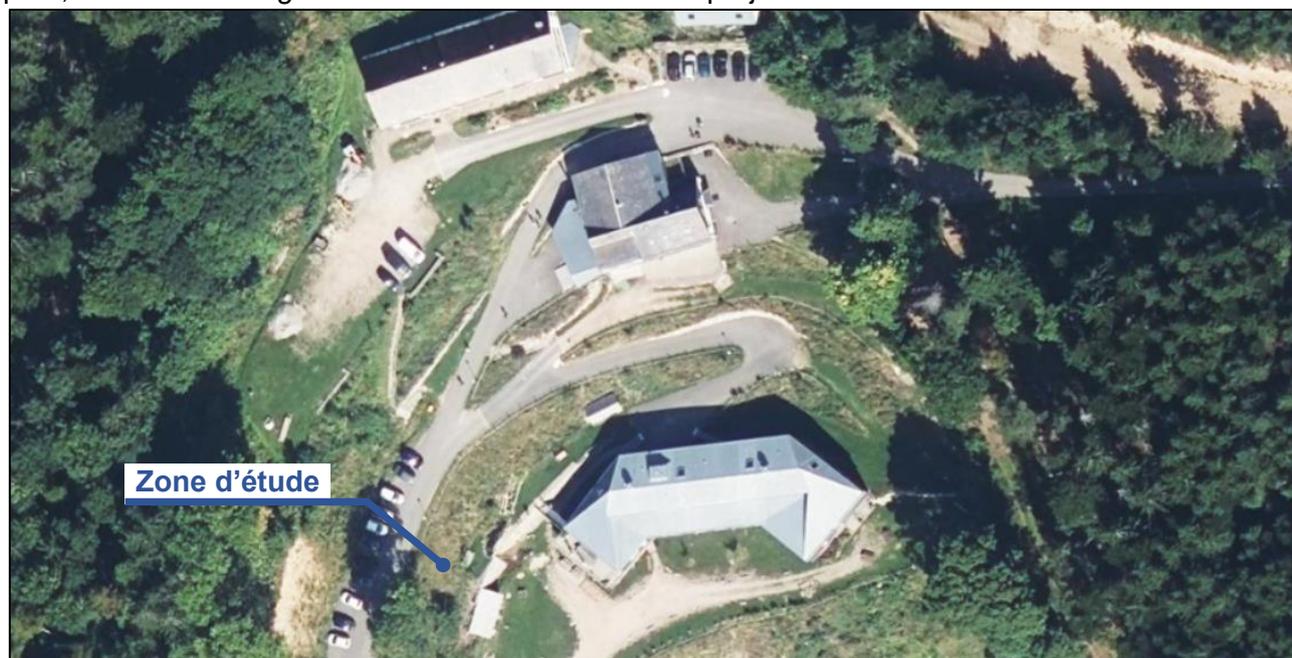
Le terrain concerné par la présente étude se situe sur le site du foyer d'accueil de travailleurs handicapés, localisé au 306 domaine du BEUBOIS sur la commune d'ORBEY (68) Il correspond à la parcelle n°263 – section 35 occupée par plusieurs bâtiments de l'association.

Ci-après, un plan de localisation de l'opération :



Source : [www.géoportail.fr](http://www.géoportail.fr)

Ci-après, un extrait d'image aérienne avec localisation du projet :



Source : [www.géoportail.fr](http://www.géoportail.fr)

## 1.6.2. Caractéristiques de la zone d'étude

Les éléments principaux à retenir concernant la configuration du site sont les suivants :

- Le projet s'implante dans un versant des Vosges, au droit d'une plateforme étroite relativement plane, vers la cote 846.50 m NGF, encastrée entre des talus à l'amont et à l'aval de plusieurs mètres de haut.
- La pente générale du site est forte, entre les cotes 860.00 (tête du talus amont) et 837 m NGF (pied du talus aval).
- Un ouvrage de soutènement d'environ 6 m de hauteur est présent au droit du projet, à l'arrière de l'ouvrage existant.
- On note la présence d'une canalisation des eaux de ruissellement du coteau, arrivant en tête du mur de soutènement et se déversant à son pied créant une « mare » au pied du mur.



*Photographie du site le 20/04/203 – vue depuis le bas du mur*

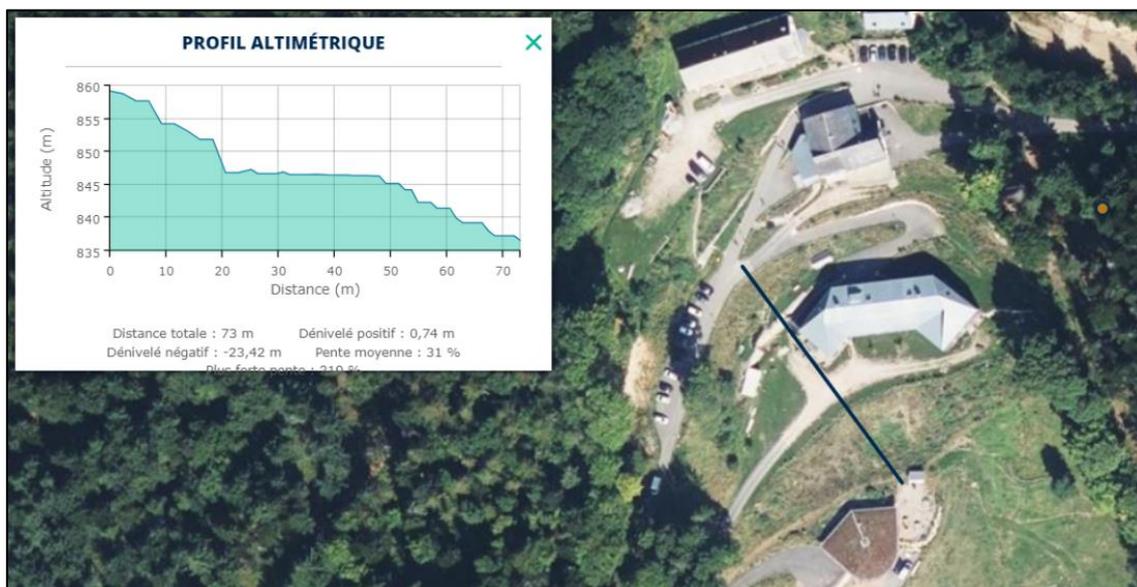


*Photographie du site le 20/04/203 – vue depuis le haut du mur*



Photographie du site le 20/04/203 – vue depuis le haut du mur – déversement des eaux de coteaux le long du mur

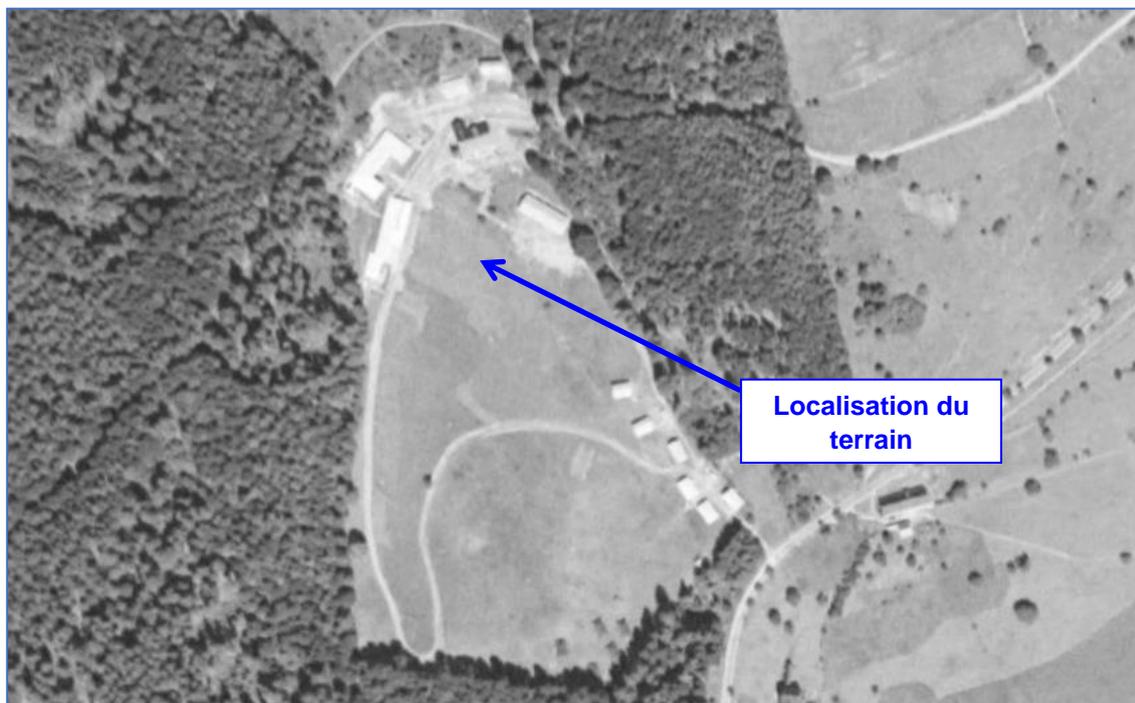
Le profil altimétrique suivant, issu du site GEOPORTAL, montre la pente du site, entre 837 et 860 m NGF si on considère uniquement les talus amont et aval au projet.



Source : [www.géoportail.gouv.fr](http://www.géoportail.gouv.fr)

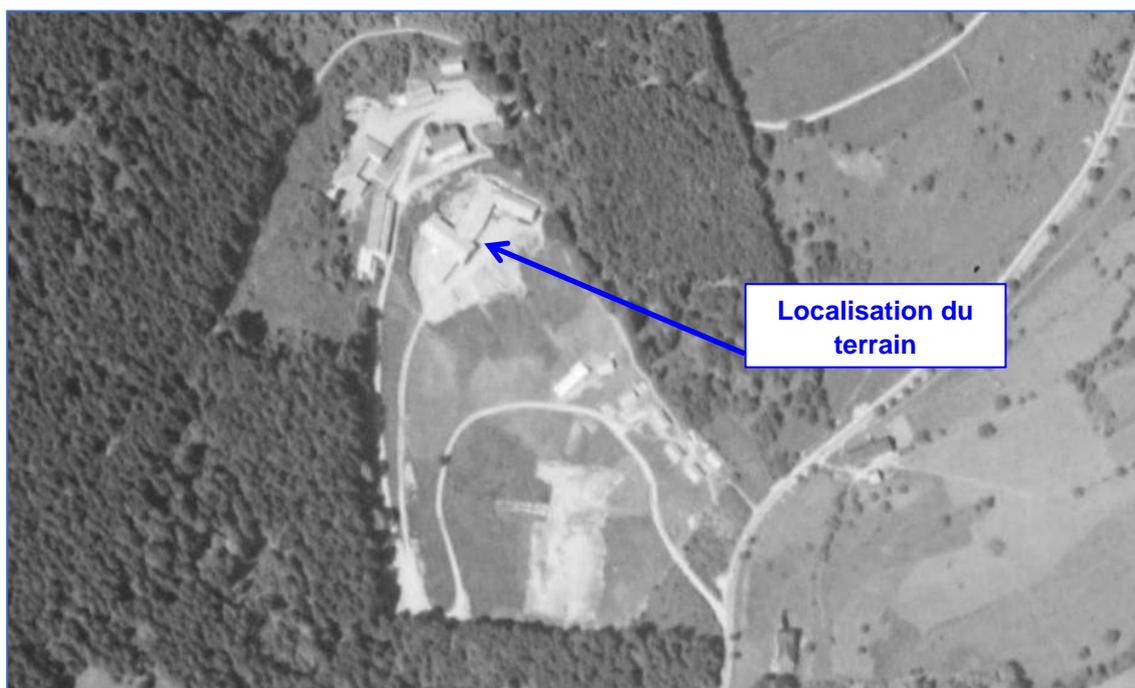
### 1.6.3. Contexte historique

L'ensemble du terrain est à flanc de montagne et est construit au moins depuis les années 1950, d'après les premières vues aériennes disponibles du secteur sur le site de l'IGN [remonterletemps.gouv.fr](http://remonterletemps.gouv.fr).



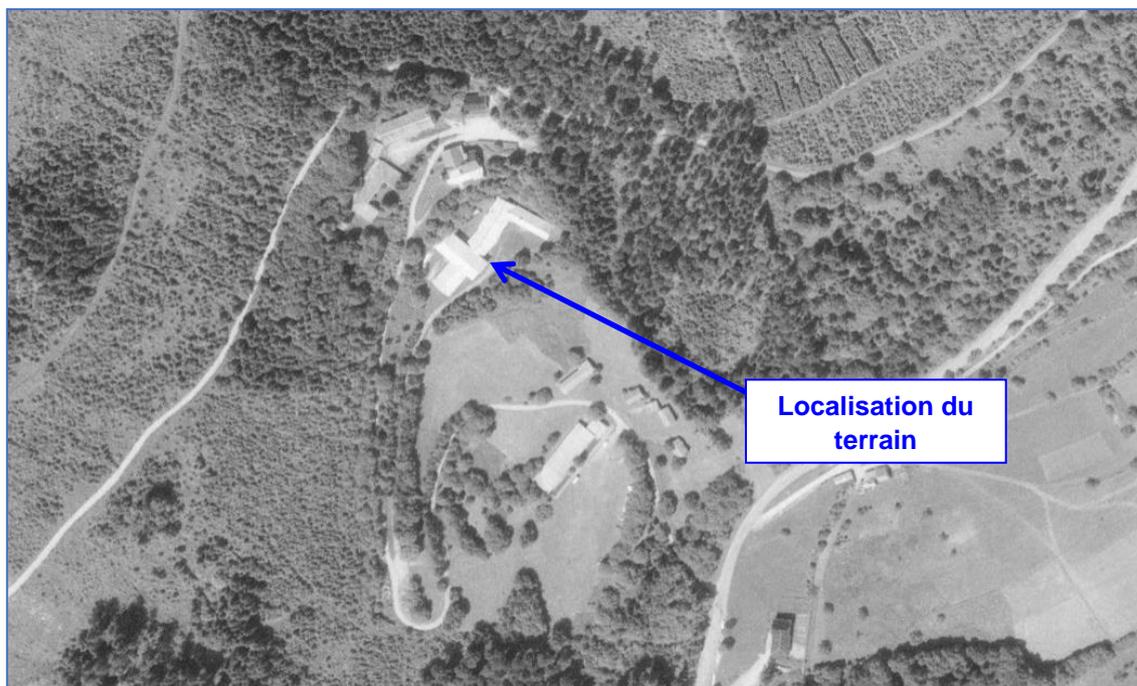
Photographie – vue aérienne de 1950 - [www.remonterletemps.ign.fr](http://www.remonterletemps.ign.fr)

Un bâtiment de grande taille a été construit dans l'emprise du projet entre les années 1950 et 1955 (pas de prises de vues entre ces années). Cet ouvrage semble correspondre à un bâtiment industriel.



Photographie – vue aérienne de 1955 - [www.remonterletemps.ign.fr](http://www.remonterletemps.ign.fr)

Ce bâtiment a été en fonction jusqu'en 1984 où il apparaît sur les vues aériennes entre 1955 et 1984.



Photographie – vue aérienne de 1984 - [www.remonterletemps.ign.fr](http://www.remonterletemps.ign.fr)

A partir de l'année 1987, le bâtiment n'apparaît plus sur les vues aériennes (pas de prises entre ces années) et laisse place à une plateforme entourée de terrains boisés.



Photographie – vue aérienne de 1987 - [www.remonterletemps.ign.fr](http://www.remonterletemps.ign.fr)

Le site est resté inchangé de 1987 à 2015, date de construction du bâtiment actuel.



Photographie – vue aérienne de 2021 - [www.remonterletemps.ign.fr](http://www.remonterletemps.ign.fr)





*Photographies du site lors de la construction du bâtiment actuel datant de 2015*

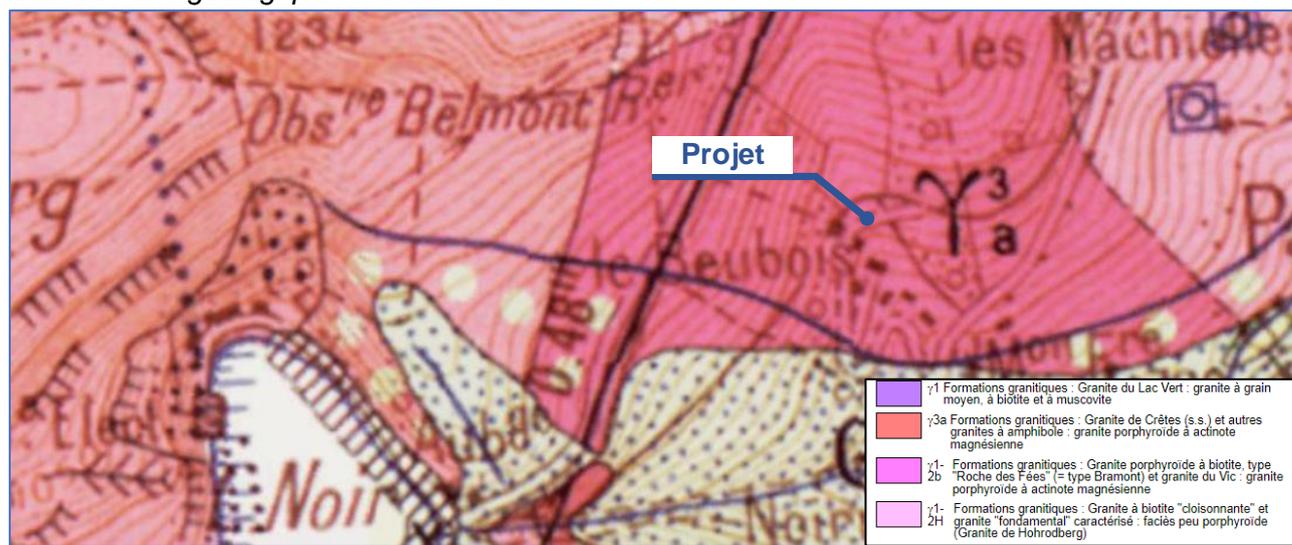
Des remblais et terrains remaniés sont attendus au droit du site.

### 1.6.4. Contextes géologique & hydrogéologique

D'après les données de la carte géologique au 1/50000 du secteur (cf. extrait inséré ci-après), la succession lithologique attendue est la suivante :

- D'éventuels remblais ou terrains remaniés liés à l'aménagement du site,
- Des terrains superficiels provenant de l'altération du substratum sous-jacent,
- Le substratum granitique.

Extrait de la carte géologique au 1/50000 :



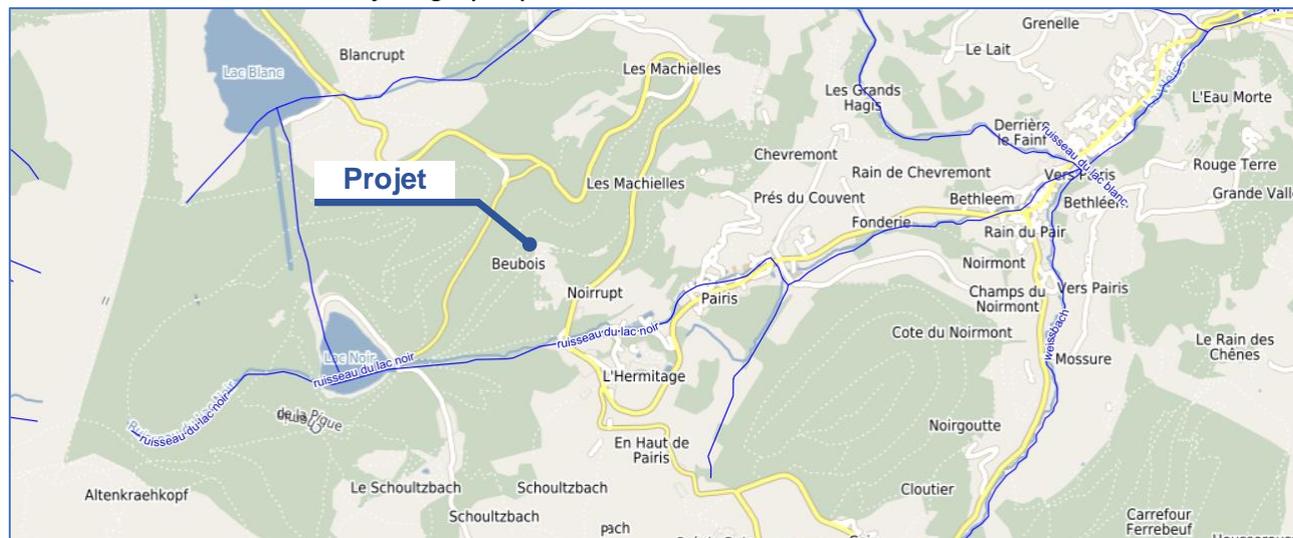
Source : [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr)

Le terrain se situe à flanc du massif Vosgien, présentant un faciès granitique dans la zone d'étude pouvant être fortement fracturé ou faillé en raison du contexte géologique local.

D'un point de vue hydrogéologique, le site est localisé en aval des lacs d'altitudes : *Lac Noir* et *Lac Blanc*, d'où d'importants réseaux hydrographiques prennent leur origine et forment des ruisseaux voire des cours d'eau jusqu'en pied de massif et viennent alimenter le cours d'eau de la Weiss.

A noter que le site se trouve dans un talweg topographique qui est vraisemblablement le siège de circulations d'eaux, de ru d'orage et/ou de sources.

Extrait de la carte des réseaux hydrographiques selon l'APRONA :



Source : [www.carto.aprona.net](http://www.carto.aprona.net)

Le site est traversé par un réseau artificiel existant permettant le drainage de ces eaux de ruissellement de pente jusqu'en bas du domaine BEUBOIS. Ce système comporte des mares, pontons, réseaux enterrés ou cascade au niveau du mur de soutènement.



Gestion des eaux en amont du talus



Gestion des eaux en tête du mur



*Gestion des eaux -mur de soutènement*



*Gestion des eaux en aval du talus*

## 1.6.5. Risques naturels

### 1.6.5.1. *Risque d'inondation*

La commune d'ORBEY est comprise dans l'Atlas des Zones Inondables AZI de la WEISS – Planche n°1, arrêté préfectoral d'octobre 2006. Selon cette carte, le site se trouve hors de toute zone à risque d'inondation ou de rupture de digue.

Il est de la responsabilité du Maître d'Ouvrage de se renseigner sur le risque réel d'inondation auprès des services d'urbanisme (P.L.U. notamment). Des dispositions de protection des ouvrages peuvent être prescrites et devront être dimensionnées par un bureau d'étude hydraulique.

### 1.6.5.2. *Risque de remontée de nappe*

D'après les données issues du BRGM, le site est hors de toute zone inondable par remontée de nappe.

### 1.6.5.3. *Sensibilité au retrait-gonflement des argiles*

D'après les indications du BRGM, le projet se trouve dans une zone d'exposition nulle, vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles.

### 1.6.5.4. *Présence de cavités*

Aucune présence de cavités n'est répertoriée dans la zone du projet.

### 1.6.5.5. *Mouvements de terrain*

Aucun mouvement de terrain n'est signalé sur le site INFOTERRE dans un rayon de 500 m autour du site. Toutefois, des éboulements à flancs de montagne sont présents dans le secteur.

### 1.6.5.6. *Risque sismique*

Selon la nouvelle réglementation parasismique applicable depuis le 1<sup>er</sup> mai 2011, le projet se trouve sur une commune classée en zone de sismicité 3.

Selon la catégorie des bâtiments pour cette zone d'aléa le décret n°2010-1255 peut imposer des exigences parasismiques.

### 1.6.5.7. *Arrêtés de catastrophes naturelles*

A titre informatif, ci-dessous, la liste des arrêtés de catastrophes naturelles survenues sur la commune :

Historique des catastrophes naturelles dans ma commune : 9

Code NOR	Libellé	Début le	Sur le journal officiel du
IOCE0771383A	Inondations et/ou Coulées de Boue	20/06/2007	25/11/2007
INTE0700065A	Inondations et/ou Coulées de Boue	22/07/2006	10/03/2007
INTE0300360A	Secousse Sismique	22/02/2003	27/06/2003
INTE9900627A	Inondations et/ou Coulées de Boue	25/12/1999	30/12/1999
INTE9400502A	Inondations et/ou Coulées de Boue	28/07/1994	20/11/1994
INTE9000113A	Inondations et/ou Coulées de Boue	14/02/1990	23/03/1990
BUDD8750068A	Inondations et/ou Coulées de Boue	01/07/1987	09/10/1987
NOR19830720	Glissement de Terrain	25/05/1983	26/07/1983
NOR19830516	Inondations et/ou Coulées de Boue	01/04/1983	18/05/1983

## 2. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

### 2.1. Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 3. Elle a été définie en fonction de la configuration du projet, des emprises disponibles sur le site et de la localisation des réseaux enterrés.

Les têtes de sondages ont été nivelées en prenant comme référence le seuil du RdC du bâtiment existant, placé à la cote 847.10 m NGF. Son emplacement est indiqué sur le plan d'implantation des sondages.

#### REMARQUES :

- *L'implantation des sondages a été faite le plus possible dans l'emprise du projet (marquée par des piquets par le client) en fonction du mur de soutènement, du cabanon existant et de l'accessibilité à la machine de forage, compte tenu des fortes pentes.*
- *L'implantation des sondages a été réalisée et validée par M. BIRCKEL, représentant de l'Âtre de la Vallée.*
- *La référence utilisée pour établir les cotes des niveaux bas n'est pas connue de GEOTECHNIQUE SAS.*

### 2.2. Investigations réalisées

#### 2.2.1. Sondages in-situ

Les investigations suivantes ont été réalisées dans le cadre de la présente mission G2 AVP :

Type de sondage	Référence	Nombre	Prof. / TN	Cote NGF
<b>Sondage pressiométrique</b> Norme NF P 94-110 Méthode de forage : tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm – machine EMCI 4.50	SP1 SP2	2	10.0 m 10.0 m	846.95 853.54
<b>Sondages géologiques à la pelle mécanique</b>	RP1 RP2	2	3.0 m 2.0 m	847.05 846.85
<b>Fouille de reconnaissance de fondations</b>	RF1 RF2 RF3	3	1.1 m 0.2 m 0.6 m	847.05 847.20 847.25

## 2.2.2. Essais en laboratoire

Les essais en laboratoire décrits dans le tableau ci-dessous ont été effectués :

<i>Type d'essai</i>	<i>Quantité</i>
Teneur en eau naturelle - NF P94-050	1
Analyse granulométrique par tamisage - NF P94-056	1
Valeur au bleu du sol (VBS) - NF P94-068	1
Classification des sols (GTR) - NF P11-300	1

Les résultats détaillés des sondages et essais sont insérés en annexes 4 et 5.

### 3. SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE

La description lithologique des terrains a été établie à partir des résultats des investigations effectuées et par corrélation entre les éléments suivants :

- Les échantillons remaniés prélevés à la tarière hélicoïdale ;
- La visualisation des sols dans les sondages à la pelle (généralement limitée à 3.0 m de profondeur maximum ou au refus pour des raisons de capacité d'outils et de sécurité) ;
- Les valeurs pressiométriques qui permettent de définir la compacité des sols ;
- Les essais en laboratoire, notamment la valeur au bleu qui permet d'appréhender le degré d'argilosité des sols ;
- Les analyses granulométriques des sols.

REMARQUE : La profondeur des formations est donnée par rapport au terrain tel qu'il était au moment des investigations.

#### 3.1. Stratigraphie du terrain - caractéristiques mécaniques

##### ➤ **TV : de la terre végétale**

*Cette formation correspond au recouvrement superficiel du terrain. Elle est impropre à toute construction.*

- Aspect visuel : terre végétale limoneuse brune.
- Épaisseur : 0.1 m environ.

Des variations d'épaisseur, parfois importantes, de la couche de **terre végétale** (TV) sont à attendre dans l'emprise du projet.

##### ➤ **R : des remblais**

*Cette formation correspond aux remblais d'aménagement du site ou liés à la construction des ouvrages voisins.*

- Aspect visuel : sables limoneux de même nature possiblement que les arènes granitiques sous-jacentes, présentant des débris de briques. Au droit du sondage SP2, situé en tête du mur sur une zone aménagée, des remblais probables (peu voire pas de remontées) ont été rencontrés sur une forte épaisseur. Ceux-ci peuvent provenir de l'aménagement à l'arrière du mur de soutènement.
- Niveau de la base : de 843.45 à 850.45 NGF,
- Épaisseur : de 0.4 à 3.0 m,
- Caractéristiques mécaniques :
  - Pression limite :  $0.2 \leq p_i^* \leq 0.3$  MPa,
  - Module pressiométrique ( $E_M$ ) :  $2 \leq E_M \leq 5$  MPa.

Des variations de nature et d'épaisseur des **remblais** (R) sont à attendre dans l'emprise du projet. Le site n'étant pas complètement vierge (présence de réseaux enterrés, démolitions,...), nous attirons l'attention des différents intervenants sur les points suivants :

- Un potentiel remaniement partiel ou général du terrain en surface lors des différents aménagements successifs,
- La mise en œuvre antérieure de remblais autochtones et/ou d'apports sur des épaisseurs différentes,
- La nécessité de comparer le plan topographique originel du site à l'actuel afin d'apprécier les épaisseurs de terrain remanié.

➤ **S1 : des arènes granitiques limono-sableuses**

Il peut s'agir de la phase d'altération du substratum granitique attendu au droit du site.

- Aspect visuel : sables et graviers pouvant être ± limoneux, de couleur brune et pouvant comporter en proportions variables des blocs rocheux pouvant dépasser les 0.5 m de diamètre.
- Profondeur : jusqu'à la base de nos sondages descendus à 10.0 m de profondeur.
- Epaisseur : > 7.0 m.
- Cote de la base : < 836.95 m NGF,
- Caractéristiques mécaniques : moyennes à bonnes
  - Pression limite :  $0.7 \leq p_i^* \leq 3.9$  MPa,
  - Module pressiométrique :  $12 \leq E_M \leq 58$  MPa.

REMARQUES :

- Le substratum rocheux ne semble pas avoir été atteint au droit de nos sondages jusqu'à 10.0 m de profondeur.
- La distinction entre les remblais et les arènes granitiques peut être difficile visuellement en l'absence d'indices tels que des débris anthropiques. Les terrains remaniés « propres » utilisés lors des aménagements du site peuvent avoir servis pour le remblaiement à l'arrière du mur de soutènement ainsi qu'à égaliser le niveau du terrain en pied de mur.

## 3.2. Résultats des essais en laboratoire

Le tableau suivant présente les résultats des essais en laboratoire :

<b>Sondage</b>	<b>RP1</b>
Id. formation	S1
Nature de sol	Sables à blocs rocheux
<b>Classe GTR</b>	<b>B5</b>
Profondeur (m)	0.4 – 1.3 m
Teneur en eau naturelle $W_{nat}$ (%)	12.7
Valeur au bleu du sol VBS	0.3
Passant à 80 $\mu$ m (%)	24.3

## 3.3. Sensibilité au retrait-gonflement des sols argileux

Les résultats des essais en laboratoire détaillés précédemment permettent d'évaluer le risque de retrait-gonflement des argiles en période sèche en se basant sur le référentiel établi par le LCPC en 2000 dans son bulletin de liaison 229 (bl229) et sur notre retour d'expérience alliant la nouvelle cartographie du BRGM d'août 2019 et les diagnostics géotechniques effectués ces dernières années.

<b>Passant à 80 <math>\mu\text{m}</math> (%)</b>	<b>Valeur au bleu VBS</b>	<b>Activité des argiles <math>A_{CB}</math></b>	<b>Sensibilité du sol à la variation de volume</b>
> 80	> 4	> 10	Forte
> 40	1.5 à 4	4 à 10	Moyenne
< 40	< 1.5	< 4	Faible

L'Activité des argiles selon LAUTRIN correspond à la VBS divisée par le passant à 2  $\mu\text{m}$  (établi par sédimentométrie : 100 VBS / % $_{2\mu\text{m}}$ )

Le tableau ci-dessous rappelle les caractéristiques obtenues :

<b>Sol</b>	<b>Passant à 80 <math>\mu\text{m}</math> (%)</b>		<b>Valeur au bleu VBS</b>		<b>Sensibilité du sol à la variation de volume</b>
	<i>Mesures</i>	<i>Valeurs seuils</i>	<i>Mesures</i>	<i>Valeurs seuils</i>	
S1 – RP1 0.4 à 1.3 m	24.3	< 40	0.3	< 1.5	FAIBLE

Il résulte que les sols en place sont faiblement sensibles au phénomène du retrait-gonflement.

### 3.4. Niveaux des eaux souterraines

Aucune arrivée d'eau n'a été observée dans nos sondages jusqu'à 8.0 m de profondeur lors de nos interventions sur site en mai 2023. Toutefois, au droit de la fouille de reconnaissance de fondation RF2 située à proximité directe de la « cascade » provenant du haut du mur de soutènement, nous avons constaté la présence d'eau, provenant de cette chute importante et liée au drainage des eaux traversant le site.

Par ailleurs, le système de drainage des eaux superficielles présent dans l'emprise du projet témoignait d'importants écoulements. Il est donc probable que des écoulements de versant soient présents de manière temporaire voire permanente.

Nous rappelons que le régime hydrogéologique est variable dans le temps, en fonction notamment des caractéristiques des formations géologiques en place et de la pluviométrie régionale. Nous n'excluons pas la présence d'une nappe drainée en profondeur ni de circulations erratiques au sein des formations superficielles, non détectées dans nos sondages.

### 3.5. Conditions sismiques

#### 3.5.1. Données réglementaires

Selon le décret n°2010-1255 et la norme NF EN 1998 (EUROCODE 8), le niveau d'aléa ainsi que l'accélération du sol « au rocher » de référence sont indiqués dans le tableau ci-après pour le site objet de la présente étude.

<b>Zone de sismicité</b>	<b>Niveau d'aléa</b>	<b><math>a_{gr}</math> (m/s<sup>2</sup>)</b>
Zone 3	Modéré	1.1

### 3.5.2. Influence du sol

L'Eurocode 8 distingue 5 classes de sols pour lesquelles sont définis des coefficients de sol S permettant de traduire l'amplification de la sollicitation sismique exercée par le sol. La classe de sol ainsi que le coefficient S associé correspondant au contexte géologique mis en évidence au droit du projet sont précisés dans le tableau ci-après.

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Coef. de sol S	
		Zone 1 à 4	Zone 5
A ou E	Profil de sol comprenant une couche superficielle* d'une épaisseur comprise entre 5 et 20 m reposant sur un matériau plus raide	1.0 (sols A) 1.8 (sols E)	1.0 (sols A) 1.4 (sols E)

\* couche superficielle de classe B, C ou D

**La distinction de la classe de sol (A ou E) nécessite la réalisation de sondages complémentaires profonds et réalisés au carottier afin de déterminer la nature des sols sans altération de ceux-ci. A défaut, la classe E devra être retenue.**

À noter qu'en l'absence d'investigations spécifiques (essais Cross-Hole, essais en laboratoire, essais CPTu, essais SPT...) la classe de sol donnée est estimative.

### 3.5.3. Catégorie de bâtiment

Les bâtiments à risque normal sont classés en 4 catégories d'importance en fonction de l'activité hébergée ou du nombre de personnes pouvant être accueilli dans les locaux.

A chaque catégorie d'importance est associé un coefficient d'importance  $Y_1$  qui vient moduler l'action sismique de référence conformément à l'Eurocode 8. Le tableau suivant précise le cas dans lequel le projet se trouverait d'après les informations qui nous ont été transmises. Ce point devra être confirmé ou modifié par le Maître d'ouvrage.

Catégorie d'importance	Description	Coef. $Y_1$
II 	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Habitations individuelles.</li> <li>■ Établissements recevant du public (ERP) de catégorie 4 et 5.</li> <li>■ Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m.</li> <li>■ Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, <math>h \leq 28</math> m, max. 300 personnes.</li> <li>■ Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes.</li> <li>■ Parcs de stationnement ouverts au public.</li> </ul>	1.0

### 3.5.4. Exigences sur le bâti neuf

Les exigences sur le bâti neuf dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment et de la zone de sismicité.

	I	II	III	IV
				
Zone 1	aucune exigence			
Zone 2				
Zone 3	PS-MI <sup>1</sup>	<b>Eurocode 8<sup>3</sup> <math>a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2</math></b>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$
Zone 4	PS-MI <sup>1</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
Zone 5	CP-MI <sup>2</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$

<sup>1</sup> Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI  
<sup>2</sup> Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide  
<sup>3</sup> Application obligatoire des règles Eurocode 8

Le site se trouve en zone sismique 3 (aléa modéré), à cet effet, il correspond à un niveau d'accélération du sol au rocher  $a_{gr} = 1.1 \text{ m/s}^2$ . Les exigences sur le bâtiment neuf dépendent de la catégorie d'importance du bâtiment (catégorie II, à vérifier par la maîtrise d'œuvre) et de la zone de sismicité. Dans le cas présent, il sera nécessaire de se référer aux exigences de l'Eurocode 8.

### 3.5.5. Risque de liquéfaction des sols

La liquéfaction des sols sous séisme est un mécanisme de rupture brutal qui advient dans les sols peu consistants saturés, durant des mouvements oscillatoires sismiques forts et qui se traduit par une forte réduction de la contrainte verticale effective qui règne dans le sol et par conséquent par une perte de la capacité portante du sol.

Le site étant classé en zone sismique supérieure à 2, le risque de liquéfaction des sols sous séisme doit être vérifié d'après l'arrêté n°2010-1255 du 22/10/2010.

Le contexte géomorphologique permet d'écarter ce risque.

## 3.6. Reconnaissances sur ouvrages existants et avoisinants

Étant donné la présence d'ouvrages mitoyens ou avoisinants au projet, trois fouilles de reconnaissance des fondations ont été réalisées.

*REMARQUE : En raison des emprises restreintes disponibles ces reconnaissances sont limitées. Les relevés effectués sont ponctuels et ne représentent pas la totalité des fondations existantes. Des variations de géométrie et de profondeur sont donc possibles. Des reconnaissances complémentaires seront probablement nécessaires en phase PRO et EXE.*

### 3.6.1. Reconnaissance du bâtiment existant

La coupe de la fouille de reconnaissance des fondations est présentée en annexe. Le tableau inséré ci-après présente les principaux résultats :

<i>Excavation</i>	<i>RF1</i>
<b>Ouvrage concerné</b>	<b>Coin mur Sud</b>
Dimensions de l'élément porté (mur, poteau, voile, etc...)	Épaisseur : 0.5 m
Type de fondation	A priori filante
Cote du terrain actuel (m N.I.)	847.05 NGF
Débord extérieur (m)	0.08 m
Épaisseur de semelle (m)	0.3 m
Hauteur du soubassement (m)	0.9 m
Largeur de la semelle B (m)	-
Longueur de la semelle L (m)	-
Profondeur d'assise (m)	0.95 m
Cote d'assise (m N.I.)	846.10 NGF
Sol d'assise correspondant	<b>Arènes granitiques (S1)</b>





Photographie de la fouille des fondations du bâtiment existant

### 3.6.2. Reconnaissance du mur de soutènement

Les coupes des fouilles de reconnaissance des fondations sont présentées en annexe. Le tableau inséré ci-après présente les principaux résultats :

<i>Excavation</i>	<i>RF2</i>	<i>RF3</i>
<b><i>Ouvrage concerné</i></b>	<b><i>Mur soutènement</i></b>	<b><i>Mur soutènement</i></b>
Dimensions de l'élément porté (mur, poteau, voile, etc...)	A priori filante	A priori filante
Type de fondation	Filantes ?	Filante ?
Cote du terrain actuel (m N.I.)	847.20 NGF	846.25 NGF
Débord extérieur (m)	0.2 m	0.35 m
Épaisseur de semelle (m)	0.15 m	0.3 m
Hauteur du soubassement (m)	0.15 m	0.52 m
Profondeur d'assise (m)	0.15 m	0.52
Cote d'assise (m N.I.)	847.05 NGF	845.73 NGF.
Sol d'assise correspondant	<b>Arènes granitiques (S1)</b>	<b>Arènes granitiques (S1)</b>



*Photographies de la fouille RF2 le long du mur de soutènement*



*Photographies de la fouille RF3 au coin du mur de soutènement*

Le mur de soutènement comprend trois parties distinctes constituées par différents matériaux : béton coulé en place ou en blocs (partie gauche), pierres sèches avec liant (partie centrale) et blocs rocheux (partie droite).

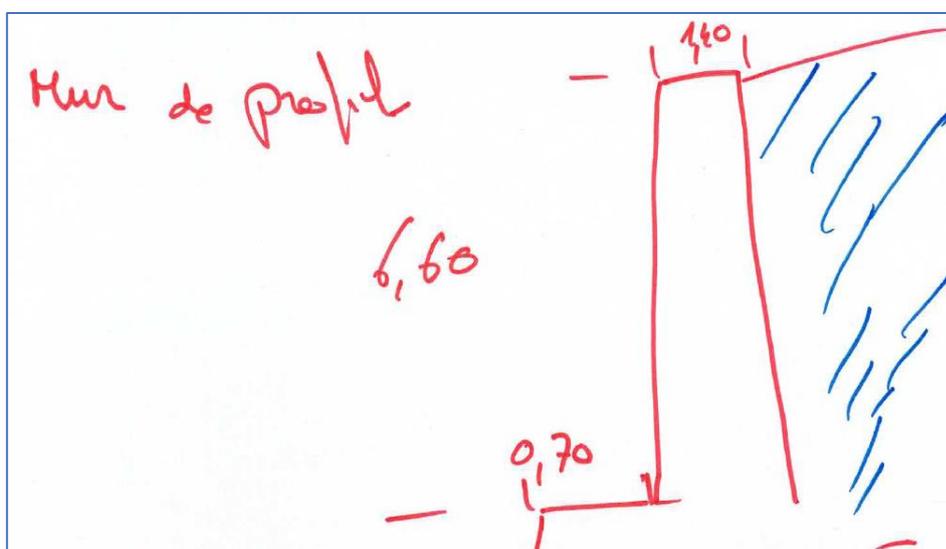
Selon les photos de 2015 fournies par le client, la partie gauche en blocs béton était déjà présente et le reste du mur a été construit à la fin de ces travaux pour aménager le haut du mur en aire de repos. **Les caractéristiques structurales de ce mur ne sont pas connues, il conviendra qu'aucune fonction mécanique ne soit appliquée à cet ouvrage sans un diagnostic structural et géotechnique préalable.**

Il semble s'agir d'un mur poids, pour lequel l'épaisseur de la base est plus importante qu'en tête mais cela n'est pas garanti sur la totalité du linéaire et ses conditions de stabilité ne sont pas connues.

*Ci-après, quelques photographies sur mur bâti en trois parties :*



Ci-après, quelques schémas et mesures du mur communiqués par M. BIRCKEL :



## 4. APPLICATIONS GEOTECHNIQUES A L'AVANT-PROJET

### 4.1. Modèle géotechnique retenu

Le modèle géotechnique a pour but de fixer la coupe de sols et les propriétés mécaniques caractéristiques que nous avons retenues pour chaque faciès, en vue de réaliser les calculs de prédimensionnement des ouvrages géotechniques.

Les paramètres indiqués dans le modèle sont les plus représentatifs au regard des résultats des essais, des hétérogénéités observées dans chaque sol et du nombre d'essais.

Les caractéristiques retenues sont données dans le tableau ci-après :

Id.	Description	Prof. de base / TN	Cote de la base NGF	Valeurs pressiométriques		$\alpha$
				$P_i^*$ (MPa)	$E_M$ (MPa)	
TV	Terre végétale	0.1 m	-	-	-	-
R	Remblais	0.4 à 3.0 m	846.35 à 850.45	0.2	2	-
S1	Arènes sableuses	> 10.0 m	< 836.95	0.8	10	0.33

*$P_i^*$  : pression limite nette /  $E_M$  : Module pressiométrique /  $\alpha$  : Coefficient rhéologique du sol*

### 4.2. Niveaux caractéristiques des eaux souterraines

Des venues plus ou moins importantes sont attendues au droit du projet, issues du drainage superficiel des circulations du versant.

Les niveaux piézométriques caractéristiques, notamment le niveau des eaux exceptionnelles - EE, le niveau des eaux hautes – EH, le niveau des eaux fréquents - EF, ne sont pas connus. Si besoin, la détermination de ces niveaux peut être effectuée dans le cadre d'une étude hydrogéologique spécifique indépendante des études géotechniques.

### 4.3. La zone d'influence géotechnique (ZIG)

La Zone d'Influence Géotechnique (ZIG) est le volume de terrain au sein duquel il y a interaction entre l'ouvrage projeté et l'environnement.

La réalisation d'une fouille avec un talus allant jusqu'à 12.0 m de hauteur maximum notamment en limite Nord-Ouest du projet, pourra avoir un impact sur la stabilité des terrains vis-à-vis du glissement. En première approche, les distances d'influence sont de l'ordre de 3 fois la hauteur des talus, soit environ 36.0 m au maximum à compter des pieds de talus.

Les conditions d'aménagement des talus sont à définir par une étude de stabilité spécifique en vue de déterminer les coefficients de sécurité au glissement et les dispositions constructives d'accompagnement (renforcements, drainage, végétalisation, entretien...) en phase de réalisation et en service.

## 4.4. Adaptations du projet aux conditions géotechniques

Ci-après, nous récapitulons les principales contraintes du projet au regard des conditions géotechniques du terrain et du contexte local :

- **La présence de circulations d'eau superficielles plus ou moins importantes au droit du projet.**
- La présence, en amont et en aval du projet, d'un talus et d'un soutènement dont les conditions de stabilité sont à vérifier.
- Une déclivité prononcée du site avec des mouvements de déblai / remblai importants induisant les vérifications suivantes :
  - La stabilité des talus provisoires et/ou définitifs en déblai.
  - La stabilité des talus provisoires et/ou définitifs en remblai.
  - La stabilité générale des terrains au grand glissement.
- La présence de remblais hétérogènes sur de fortes épaisseurs à l'arrière du mur de soutènement.
- La construction en limite de bâtiments dont les fondations sont débordantes.
- La difficulté d'accès au site pour la réalisation des travaux.
- La possible présence de vestiges de fondations et/ou d'ouvrages enterrés dans l'emprise de l'ouvrage.

Les orientations techniques qu'il convient de retenir sont les suivantes :

- La mise en œuvre d'un drainage des sols pour assainissement de la plateforme de travail.
- La réalisation d'un mode de fondations superficielles pour l'ensemble des niveaux, ou par fondations profondes.
- La réalisation de niveaux-bas de type planchers-portés sur vides sanitaires pour l'ensemble des niveaux.
- La réalisation d'un mode de soutènement des terres pour la façade encastree dans la pente,

*Nous précisons que toute modification du projet, ou du terrain, ultérieure à la présente étude, est de nature à entraîner une nouvelle étude partielle ou complète, qui prendra en compte les modifications apportées et la validité des adaptations constructives préconisées dans le présent rapport.*

## 4.5. Adaptations vis-à-vis des avoisinants et mitoyens

Le projet sera mitoyen à la façade Nord-Ouest du bâtiment existant qui est une construction de type RdC+3 sans niveau de sous-sol un niveau du RdC situé à la cote 847.15 m NGF selon les informations fournies.

La fouille de reconnaissance RF1 effectuée au droit de la façade Sud a permis de mettre en évidence une structure en béton assise à 0.9 m de profondeur, soit à la 846.10 m NGF. Un débord de 0.08 m par rapport au nu du mur extérieur a été mesuré au droit de la fouille.

On notera que ces fondations ne respectent pas la profondeur de garde au gel de la région, qui est de **1.10 m** à cette altitude.

Il conviendrait que soit recherché dans les archives, le dossier de recollement des fondations du bâtiment actuel ainsi que des informations sur le mur de soutènement.

Par ailleurs, l'entreprise est invitée à procéder à des investigations complémentaires, au démarrage des travaux, qui permettront de confirmer et d'affiner les systèmes de fondation existants pour adapter ses techniques de travaux.

Les points suivants devront être respectés :

- Dans le cas où les fondations du projet sont mitoyennes aux fondations existantes, les nouvelles fondations seront suffisamment en retrait pour ne pas être perturbées par le débord de l'existant (plancher en console en éloignant l'axe des nouvelles fondations de l'ouvrage mitoyen par exemple).

Toutes les précautions devront être prises par l'entreprise pour éviter tout dommage aux existants tant en phase travaux que définitive.

Dans tous les cas, une vérification de la bonne exécution est nécessaire. La mission G2 PRO indiquera si la méthode observationnelle est pertinente (cf. EUROCODE 7 – norme NF EN 1997-1).

## 4.6. Principes généraux de terrassements

### 4.6.1. Travaux préparatoires

#### 4.6.1.1. *Décapage de surface*

Avant tous travaux de terrassement en déblai, il conviendra de recenser la position de l'ensemble des réseaux enterrés et de veiller à leur neutralisation, à leur pontage ou à leur dévoiement.

Ensuite, il s'agira de procéder au décapage intégral de la végétation y compris l'abattage des arbres et l'arrachage complet des souches puis de la terre végétale en veillant à ne pas déstabiliser le mur de soutènement.

#### 4.6.1.2. *Travaux de démolitions*

Les démolitions prévues devront comprendre l'extraction complète des soubassements et ouvrages enterrés avec comblement des cavités induites à l'aide de matériaux d'apport correctement compactés.

Des précautions devront être prises afin de ne pas engendrer de mouvements de terrain ni de dommages envers les ouvrages existants à conserver ni envers les avoisinants.

*Note importante : l'étude des conditions de stabilité des travaux de démolition ne fait pas partie de notre mission. Elle peut faire l'objet d'une étude spécifique (mission de type G5).*

### 4.6.2. Aménagement des plateformes

Nous rappelons que la mise à niveau des plateformes de chantier nécessitera des mouvements de terres en déblais d'une hauteur de 12.0 m au maximum avec un décrochement adapté à la pente du site.

Compte tenu de la topographie du site, le niveau de plateforme de chantier le plus bas devrait se situer vers la cote 846.35 m NGF.

#### 4.6.2.1. *Drainage du terrain*

Les sols sablo-limoneux impactés par les terrassements peuvent être sensibles à l'eau et leur portance peut se dégrader rapidement en fonction de la proportion en fines.

Par ailleurs, nous rappelons que des venues d'eau importantes sont attendues au droit du projet. **Ainsi, un drainage du terrain par un dispositif de collecte et d'évacuation des eaux au moyen de tranchées, fossés, rigoles, drains et pompage devra impérativement être prévu.**

L'importance du dispositif, en termes de densité et de profondeur des ouvrages ainsi que de capacité de pompage, devra être adaptée à l'importance des arrivées d'eau et aux sources de réalimentation. Les eaux captées devront être évacuées vers un exutoire stable et pérenne, par gravité ou par un système de pompage sur puisards.

Pour éviter toute stagnation d'eau et faciliter l'écoulement des eaux vers les drains, les plateformes devront être réglées en conservant des pentes latérales suffisantes ( $\geq 1.5\%$ ).

#### 4.6.2.2. *Réalisation des déblais*

Les terrassements en déblai pourront être réalisés à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance. Pour éviter d'altérer les sols en place, il sera préférable d'avancer le déblaiement « en rétro ».

Toutefois, il n'est pas exclu de rencontrer des blocs, des pointements rocheux ou des passages compacts, pouvant nécessiter l'utilisation d'engins ou de procédés adaptés (pelle puissante, brise-roche hydraulique, ...). **L'incidence des vibrations induites par ces procédés devra être prise en compte vis-à-vis des avoisinants.** Le cas échéant, des mesures de protection devront être mises en œuvre.

#### 4.6.2.3. *Plateforme de chantier*

En fonction du calage altimétrique définitif du projet et en tenant compte des terrassements nécessaires, il apparaît que le niveau de plateforme devrait se situer au plus bas vers la cote 846.35 m NGF.

A ce niveau altimétrique, on devrait rencontrer des arènes granitiques sableuses (S1) de moyenne compacité.

En cas de portance insuffisante du fond de forme après décapage et drainage du terrain (en cas de conditions météorologiques défavorables par exemple), il faudra envisager son renforcement par une des techniques suivantes :

- Un cloutage à l'aide de matériaux d'apport grossiers, type 50/150 à 100/300, à mettre en place par compactage intense et par roulement des engins de chantier.

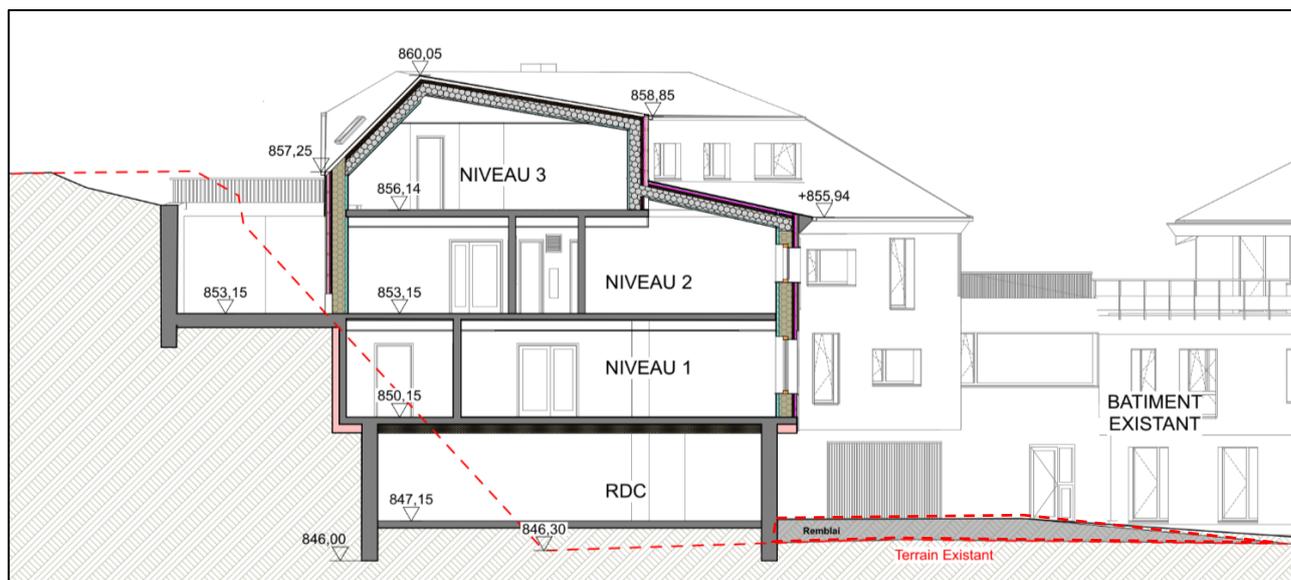
Ces aménagements devront conduire à l'obtention d'une portance minimale EV2 de 20 à 30 MPa.

D'une manière générale, en vue de préserver la qualité des plateformes, il sera nécessaire de réaliser les travaux par temps sec. Lors des intempéries des arrêts de chantier sont à respecter.

La surveillance de l'évolution des conditions météorologiques incombe au terrassier, qui devra programmer à l'avance les mesures et dispositions conservatoires visant à protéger la qualité et la compacité de la plateforme en prévision d'évènements pluvieux (arrêt anticipé du chantier, protection et fermeture du fond de fouille, conservation d'une garde protectrice de terrassement, etc...).

### 4.6.3. **Dispositions spécifiques aux remblais de surélévation périphérique**

Le projet prévoit 0.3 m de réhausse maximum sur le terrain actuel, autour du futur bâtiment. Aucune disposition particulière n'est préconisée pour cette hauteur limitée.



Extrait du plan de coupe de principe avec indications des remblais de réhausse

Tout remblaiement ultérieur est de nature à générer des tassements différentiels supplémentaires du sol, susceptibles d'affecter la construction.

Enfin, il faudra éviter les dépôts de terres non contrôlés ou de matériaux lourds sur l'emprise de la construction avant sa réalisation pour éviter l'apparition de tassements localisés susceptibles d'induire à terme des tassements différentiels néfastes à la construction.

#### 4.6.4. Conditions de talutage

L'aménagement des plateformes nécessite la réalisation de talus provisoires allant de 0.5 à 12.0 m de hauteur au maximum pour le creusement du projet dans la pente.

En première approche, moyennant des dispositions destinées à préserver la stabilité, portant notamment sur la protection des surfaces, sur l'absence de chargements provisoires et définitifs et sur le drainage des eaux susceptibles d'atteindre les talus, ceux-ci peuvent être dressés avec des pentes suivantes :

Pour des talus provisoires :

- Dans les remblais : 1H / 1V à 3H / 2V,
- Dans les arènes : 1H / 1V à 3H / 2V,
- Dans le substratum rocheux (si rencontré localement) : subvertical possible.

Pour des talus définitifs :

- Dans les remblais : 3H / 2V,
- Dans les arènes : 3H / 2V,
- Dans le substratum rocheux (si rencontré localement) : subvertical possible.

L'étude de stabilité préalable de la pente et des talus liés aux terrassements de masse sera à réaliser en phase G2PRO à l'appui d'essais en laboratoire dans les arènes granitiques. Ces essais nécessiteront la réalisation de sondages complémentaires de type carottage au démarrage de la mission G2PRO.

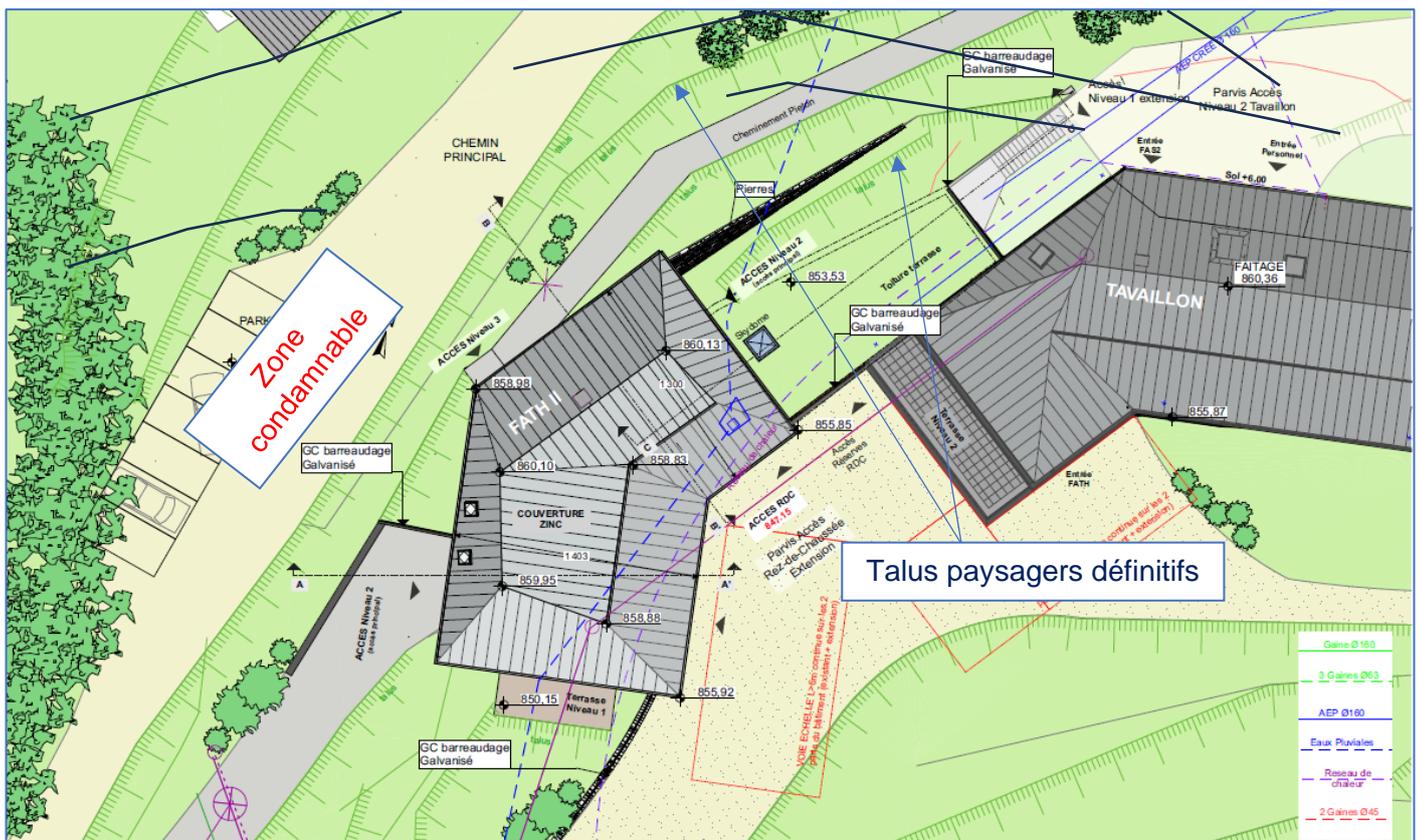
Il conviendra de vérifier en phase chantier la stabilité réelle des terrains en place.

Les dispositions générales à prendre en compte sont les suivantes :

- Proscrire les chargements même provisoires à proximité des crêtes des talus sauf si elle est prise en compte dans le dimensionnement en phase PRO,
- Protéger les surfaces en pente, au moyen de nappes de polyane, ou, selon les conditions hydriques, avec des géotextiles drainants, solidement fixés au sol,
- Aménager des fosses étanches de captage des eaux de ruissellement en crête et en pied de talus,
- Mettre en place un réseau de drainage relié à un exutoire stable (sans possibilité de refoulement) en cas de venues d'eau en fond de fouille.

Lors du profilage des talus, des éboulements ou des affouillements peuvent se produire notamment à la faveur de variations latérales de faciès, d'anomalies ponctuelles ou de venues d'eau localisées. Dans ce cas, il faudra suspendre les travaux et mettre en place, si nécessaire, un système de confortement provisoire (remblais d'épaulement, étaies, etc...) et prévenir le géotechnicien chargé du suivi géotechnique d'exécution en vue de proposer des mesures de confortement adaptées.

Les talus paysagers définitifs devront quant à eux respecter une pente de 3 H / 2 V afin d'assurer une stabilité à long terme. Ils seront également protégés des intempéries et contre le ruissellement par la mise en œuvre de bâches et d'une végétalisation à prise rapide par exemple.



Extrait du plan de masse avec indication des talus paysagers définitifs

Il nous a été indiqué lors de la réunion du 16/01/2024 qu'il sera possible de condamner la voirie d'accès et le parking situés en amont du projet, formant une plateforme +/- plane, afin de pouvoir réaliser les terrassements en déblais à l'arrière du mur de soutènement en empiétant sur cette zone.

En considérant une hauteur de terrassement d'environ 10 m et une pente à respecter de 3H / 2V, il faudrait une distance horizontale d'environ 15 m, ce qui paraît insuffisant par endroit, les talus provisoires ne devant pas atteindre le talus amont afin de ne pas le déstabiliser.

Ces emprises pourraient être suffisantes pour des talutages avec une pente de 1H / 1V, mais cette pente devra être validée à l'appui d'essais en laboratoire dans les arènes granitiques et d'investigations complémentaires, comme indiqué précédemment.



*Construction d'un nouvel ouvrage et voirie existante en amont du projet*



*Vue depuis la voirie en amont du mur*



*Implantation du projet dans contexte global – sans l'échelle*

## 4.7. Ouvrages de soutènement

Compte-tenu de la hauteur des déblais qui pourra atteindre 12.0 m et du fait que les terrassements impacteront le talus existant en limite Nord-Ouest, la construction d'ouvrages de soutènement des terres est nécessaire en l'absence d'investigations complémentaires en G2 PRO pour redressement des pentes de talus.

Ces soutènements seront définitifs en fonction des orientations structurelles ensuite retenues. En fonction des emprises disponibles, une solution mixte (talutages et parois de soutènement) pourra également être adoptée et étudiée en phase PRO.

Les solutions envisageables à ce stade des études sont les suivantes :

- Parois clouées – solution à privilégier au regard du contexte,
- Mur en enrochement ou mur poids, selon les caractéristiques intrinsèques qui sont à mesurer en laboratoire en phase GPRO le cas échéant pour les arènes.

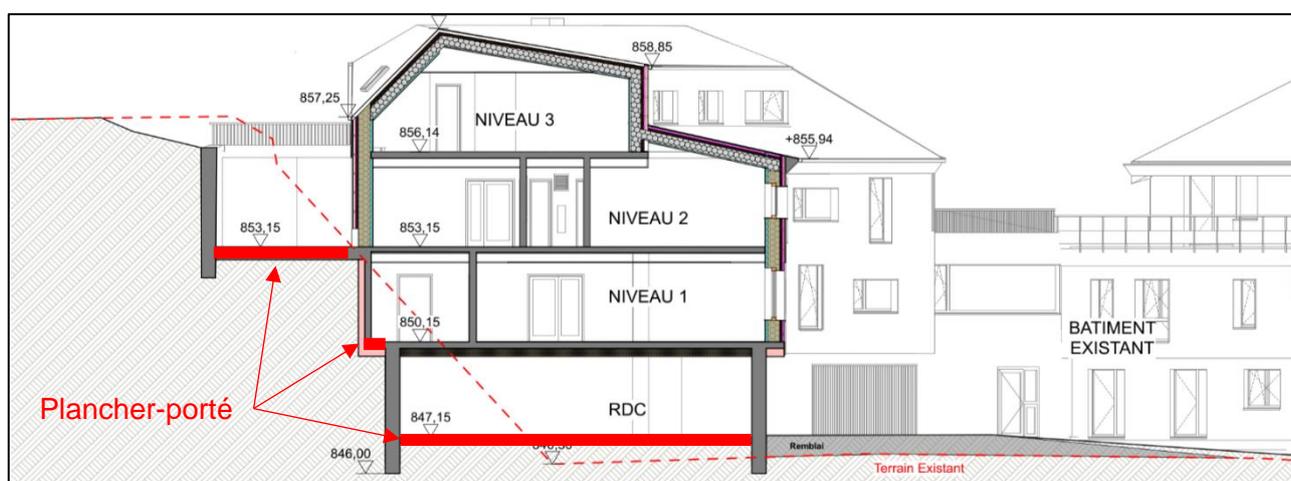
Le choix définitif du type d'ouvrages de soutènement devra être impérativement précédé d'une concertation technique entre les différents intervenants (géotechnicien, BET Structure, Maitrise d'œuvre) afin de retenir la méthode constructive la mieux adaptée au contexte technique et économique.

**REMARQUE IMPORTANTE :** La réalisation de parois clouées ou tirantées implique que le projet dispose des autorisations de tréfonds. Les autorisations ou non de tréfonds devront être communiquées au géotechnicien avant exécution de sa mission G2 PRO.

Les ouvrages de soutènement devront être dimensionnés et justifiés dans le cadre d'une étude en phase projet (G2 PRO) en adoptant des hypothèses géotechniques issues des essais in-situ et en laboratoire. De même, les niveaux d'eaux souterraines à prendre en compte.

## 4.8. Conception des niveaux-bas

Nous rappelons que, compte tenu des conditions géotechniques rencontrées et des caractéristiques du projet concernant les niveaux bas, la réalisation d'une structure au sol de type plancher porté par les fondations est nécessaire (sur vide sanitaire ou non). En effet, l'implantation du projet en pied de talus avec d'éventuelles arrivées d'eau importantes et la présence de remblais sur des arènes dont le substratum n'a pas été reconnu à faible profondeur ne permet pas de retenir une solution de dallage sur terre-plein.



## 4.9. Etude des fondations superficielles (Norme NF P94-261)

Nous rappelons que les caractéristiques géotechniques du terrain permettent d'envisager un mode de fondations superficielles au moyen de semelles isolées, pour cette implantation du projet vis-à-vis du talus aval.

Également, nous rappelons que des venues d'eau plus ou moins importantes pourront être recoupées lors du terrassement des fondations. Ainsi, des solutions de blindage des fouilles devront être prévues.

### 4.9.1. Sol d'assise et conditions d'ancrage

Les fondations seront ancrées dans la couche d'**arènes granitiques sableuses S1**.

La profondeur d'assise des fondations devra respecter simultanément toutes les conditions suivantes :

- Assurer un encastrement des fondations d'**au minimum 1.50 m** de profondeur à partir des surfaces finies du projet,
- Assurer un ancrage d'au moins 0.3 m dans la couche d'assise désignée ci-dessus et au-delà de tout remblai éventuel et/ou terrains remaniés par les travaux ou les intempéries.

La profondeur d'assise des fondations sera calculée à l'aide des coupes de sondages et sera fonction du calage altimétrique du projet et notamment du niveau inférieur et du niveau du terrain fini extérieur.

L'aménagement des plateformes compactées devra permettre d'ajuster les profondeurs d'assise des fondations en fonction des épaisseurs de déblais et de remblais.

Lors de la réalisation des fondations, il faudra vérifier la conformité du sol au niveau de chaque fond de fouille ainsi que l'ancrage dans la couche d'assise.

#### **4.9.2. Adaptation vis-à-vis des fondations mitoyennes ou proches**

Nous rappelons que la construction existante côté Est du projet sera mitoyenne au projet. Elle repose sur des semelles filantes descendues à 0.95 m de profondeur d'après les résultats des investigations menées (donnée ponctuelle).

Les nouveaux appuis seront donc ancrés plus profondément pour respecter les préconisations d'ancrage indiquées précédemment.

Pour des appuis isolés contre des semelles filantes existantes ou perpendiculaires à ces dernières, cette surprofondeur est tolérée à condition, le cas échéant, de prévoir les blindages adéquats pour garantir la tenue du sol d'assise des semelles filantes contre lesquelles le projet s'implante.

Dans le cas où l'existant est fondé sur des appuis isolés, il conviendra de décaler les nouveaux appuis. Dans l'impossibilité d'adaptation, une reprise en sous œuvre de l'existant doit être envisagée et devra être étudiée dans le cadre de la mission G2 PRO.

En cas de débordement des fondations de l'existant, le plan de fondation du projet devra privilégier un système permettant de prévoir un plancher en console en éloignant l'axe des nouvelles fondations de l'ouvrage mitoyen.

#### **4.9.3. Contraintes admissibles**

Les contraintes admissibles ont été évaluées par la méthode pressiométrique.

Compte tenu de la nature des sols d'assise des fondations et des résultats des essais effectués, les contraintes à retenir au stade de l'avant-projet, sont de **250 kPa** pour les justifications aux ELS et de 410 kPa pour les justifications aux ELU.

Remarque : ces valeurs sont valables dans le cas de charges verticales. Dans le cas où les charges seraient inclinées, il conviendrait d'appliquer un coefficient minorateur  $i\delta$  qui tient compte de l'inclinaison de la charge, de la nature du sol et de l'encastrement requis (cf. les recommandations de la norme NF P94-261). De même, un coefficient minorateur  $i\beta$  doit être appliqué à proximité d'un talus en aval de la fondation.

#### **4.9.4. Evaluation préliminaire des tassements**

En retenant une contrainte admissible aux ELS de 250 kPa, les tassements resteront infracentimétriques pour des semelles isolées de 1.0 m de largeur maximum (charge admissible de 250 kN).

#### 4.9.5. Conditions et précautions d'exécution des fondations

L'interprétation géologique présentée dans ce rapport à partir des résultats des sondages ponctuels, correspond à la structure lithologique la plus probable du sous-sol, étant entendu que variations d'altitude ainsi que latéralement peuvent exister et découvertes au moment des travaux.

Dans la mesure du possible, nous proposons de commencer les travaux de fondation par les semelles situées à proximité de nos sondages pour permettre un étalonnage visuel du faciès du sol support.

**En cas de venues d'eau ou de nappe, la réalisation des fouilles nécessitera un blindage des parois voire un dispositif de pompage pour évacuer les eaux du fond de fouille.**

Dans le cas où les débits d'exhaure s'avéreraient conséquents, un rabattement de nappe pourra être nécessaire avant la réalisation des fouilles de fondations.

Dans tous les cas, les eaux de pompage seront évacuées vers un exutoire adapté.

Le dimensionnement des fondations est du ressort du BET structure. Cependant, les points suivants sont à signaler pour les semelles :

- Pour des raisons de bonne exécution, la largeur des fondations doit être supérieure à 0.45 m pour des semelles filantes et à 0.7 m pour des semelles isolées (cela permet d'assurer un enrobage correct des armatures standards).
- En cas d'attente forcée entre la fin de l'excavation et le bétonnage, un béton de propreté sera immédiatement coulé après terrassement afin d'éviter l'altération du sol de fondation.
- En cas d'un substratum rocheux présent partiellement sur le terrain, les semelles concernées, seront coulées sur un lit de sable disposé en fond de fouille sur 0.4 m d'épaisseur minimum pour limiter l'effet de point dur ;
- En cas de présence d'eau, cela pourra entraîner des sujétions de blindage des parois et de pompage pour épuisement des fouilles et/ou rabattement de la nappe lors des travaux de fondation.

Par ailleurs, les adaptations structurelles suivantes doivent être prises en compte :

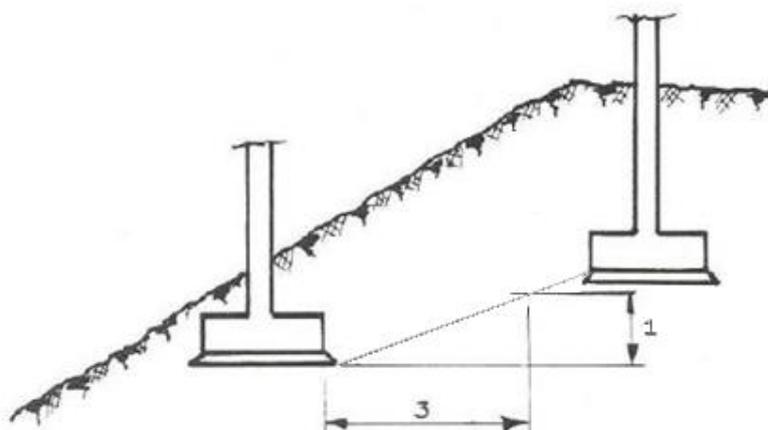
- En cas de sols compressibles présents sur une partie du terrain, des joints toute hauteur et rapprochés peuvent être envisagés en vue de réduire l'effet des tassements différentiels.
- En vue de limiter l'effet des tassements différentiels prévisibles, le soubassement de la construction devra être rigidifié.
- En cas de deux bâtiments ou de deux parties d'un même bâtiment, fondés de façon différente ou présentant un nombre différent de niveaux, il conviendra de s'assurer que la structure peut s'adapter aux tassements différentiels. Le recours à des joints de construction est à envisager.
- Au niveau des raccordements avec l'existant, un joint de rupture est à réaliser et doit intégrer les fondations.

En cas de sur-profondeurs du toit de la couche d'ancrage il faudra approfondir la fouille autant que nécessaire pour assurer l'ancrage dans la couche désignée comme assise des fondations. Le rattrapage pourra être réalisé avec un béton grossier.

De même, les poches molles ou remaniées qui subsisteraient en fond de fouille seront purgées et comblées par un béton grossier.

Les fouilles exécutées au voisinage d'ouvrages existants ne doivent pas compromettre la stabilité de ces ouvrages, tant en phase provisoire qu'en phase définitive.

Dans les zones soumises à la réglementation sismique (Eurocode 8), des fondations établies à des niveaux différents et à proximité de talus doivent respecter une règle des 3 de base pour 1 de hauteur entre arêtes de fondations et/ou pied de talus.



A noter que l'exécution des fondations doit également respecter les prescriptions du DTU 13-11 en date de septembre 2019.

## 4.10. Etude des fondations profondes (norme NF P94-262)

En raison des conditions géotechniques rencontrées et des caractéristiques du projet, une solution de fondations profondes par micropieux est également envisageable.

Nous rappelons aussi que les sols concernés par les fondations comportent des niveaux difficiles à traverser et/ou très indurés et que, pour assurer les ancrages nécessaires, les entreprises de pieux devront disposer des moyens puissants et aptes à forer dans ce type de terrains.

Nous rappelons que les charges du projet ne sont pas encore établies.

### 4.10.1. Type de fondation profonde

Le choix définitif du type de pieux devra être guidé par :

- Les valeurs de descente de charges du projet,
- La nature, la résistance et la tenue des sols en place devant être traversés par les pieux,
- La mauvaise tenue des sols S1 de nature sableuse rencontrés sur des épaisseurs comprises entre 1.0 et 10.0 m de profondeur,
- La présence d'eaux superficielles sur la hauteur prévisible des pieux,
- La présence de sols de couverture d'épaisseur variable, constitués en partie de matériaux remaniés ou rapportés, au sein desquels on ne peut exclure la présence de blocs pouvant constituer des obstacles aux forage des pieux,
- La nécessité d'assurer, dans le cas de pieux en béton, la qualité et la continuité du bétonnage.

Les pieux battus, préfabriqués ou vibro-foncés sont à exclure à proximité de bâtiments avoisinants en raison des vibrations provoquées.

Étant donné la nature du projet, nous proposons de réaliser des pieux forés de classe 1 ou des micropieux de type III, de classe n°8 et de catégorie n°19 selon la classification de la norme. Dans ce dernier cas, le forage est équipé d'armatures et d'un système d'injection qui est un tube à manchette mis en place dans un coulis de gaine. Si l'armature est un tube métallique, ce tube peut être équipé de manchette et tenir lieu de système d'injection. L'injection est faite en tête à une pression supérieure ou égale à 1 MPa. Elle est globale et unitaire (I.G.U).

Les pieux ou micropieux devront être ancrés suffisamment dans la couche S1 ou dans le substratum granitique (profondeur du toit non atteinte à ce stade des études).

#### 4.10.2. Méthode et paramètres de calculs

Les calculs de capacité portante sont effectués par la méthode pressiométrique contenue dans la norme NF P 94-262.

Les calculs sont conduits selon la procédure du « modèle de terrain ».

##### 4.10.2.1. Terme de pointe

Nous rappelons que la résistance de pointe  $R_b$  n'est pas prise en compte dans le cas de micropieux.

##### 4.10.2.2. Terme dû au frottement latéral

Le frottement latéral unitaire  $q_s$  à considérer dans les calculs est donné dans le tableau ci-dessous pour des micropieux de type III :

<b>Formation</b>	<b>Désignation</b>	<b>Courbe retenue</b>	<b><math>f_{sol}</math></b>	<b><math>\alpha_{pieu-sol}</math></b>	<b><math>q_s</math> calculé (kPa)</b>	<b><math>q_s</math> retenu (kPa)</b>
R	Remblais	-	-	-	-	-
S1	Arènes sableuses	Q2	40	2.9	115	115

Compte tenu de la présence de sols de couverture très compressibles et dont la lithologie pourra fortement varier tant en plan qu'en profondeur, on négligera la valeur du frottement latéral sur 3.0 m de profondeur.

#### 4.10.3. Ebauche dimensionnelle

Sur la base des caractéristiques géotechniques et des paramètres de calcul retenus, nous avons évalué la portance de micropieux isolés de type III à l'aide du logiciel GEOFOND, pour plusieurs longueurs.

Le prédimensionnement a été effectué en prenant uniquement les charges verticales. Nous considérons comme référence les niveaux des plateformes entre les cotes 847.15 (RdC) et 853.65 (R+3) m NGF avec la tête des micropieux entre les cotes 847.15 (RdC) et 853.65 (R+3) m NGF.

Ci-après, quelques dimensions des micropieux et leur capacité portante aux ELS :

Diamètre (m)	Longueur L (m)	Charge reprise (MN)
0.1	5	0.03
	10	0.10
	15	0.18
0.2	5	0.59
	10	0.20
	15	0.35
0.3	5	0.08
	10	0.31
	15	0.53

Remarques :

- Le dimensionnement des micropieux est à revoir en phase d'étude G2 PRO en prenant en compte les descentes des charges y compris les efforts horizontaux et moments en tête éventuels, **ainsi qu'en fonction des conditions de stabilité globale du site.**
- En raison des sols compressibles identifiés entre 0.4 et 3.0 m de profondeur, la stabilité au flambement des micropieux devra être vérifiée en phase PRO.
- Des prélèvements d'échantillons d'eau et de sol devront être réalisés afin de vérifier le degré d'agressivité de ces éléments sur les bétons de fondation.
- Un essai de chargement préalable est à réaliser en vue de valider/déterminer les paramètres de dimensionnement définitifs dans les projets de classe de conséquence 2 avec une catégorie géotechnique 3 ou de classe de conséquence 3.

#### 4.10.4. Conditions et précautions de réalisation des micropieux

L'entreprise de fondations spéciales prendra toutes les mesures nécessaires pour ne pas déstabiliser les avoisinants.

Lors de la réalisation des micropieux, il conviendra :

- De vérifier précisément la nature des matériaux extraits ainsi que les paramètres d'enregistrement pour s'assurer du bon ancrage dans les arènes sableuses S1,
- De mesurer précisément les volumes de coulis de ciment injectés dans chaque micropieu. Nous attirons l'attention sur les risques de surconsommation notamment pour des micropieux de type III ou IV.

Enfin, les conditions d'exécution des pieux devront respecter les dispositions données dans le DTU 13.2 de mai 2020.

## 4.11. Protection des ouvrages contre l'eau

À long terme, des dispositions techniques seront à prévoir vis à vis des venues d'eau. Elles sont évoquées ci-après.

Aucune arrivée d'eau n'a été mise en évidence au moment des sondages jusqu'à 8.0 m de profondeur. Cependant, on ne peut exclure des circulations d'eau dans le sol qui peuvent être aggravées par l'infiltration des eaux de ruissellement. Dans ces conditions, il est conseillé de mettre en œuvre une protection des murs enterrés contre l'humidité selon les règles de l'art (cf. DTU 20.1) avec système drainant périphérique.

L'évacuation des eaux récupérées se fera soit gravitairement si les pentes et les exutoires le permettent, soit à l'aide de fosses de récupération associées à des pompes de relevage. Les eaux de ruissellement des plateformes au pourtour du bâtiment ne devront préférentiellement pas être dirigées vers le bâtiment.

Il est par ailleurs vivement recommandé de prévoir un tapis drainant sous dallage afin de protéger ce dernier des éventuelles remontées d'eau en période pluvieuse.

Le rejet des eaux de drainage dans les réseaux sera soumis à l'autorisation des services compétents concernés.

Un entretien régulier des ouvrages de drainage devra être assuré par le maître d'ouvrage afin de garantir la pérennité de son fonctionnement.

## 4.12. Protection vis-à-vis du risque sismique

Afin de se conformer aux prescriptions de l'Eurocode 8, les dispositions générales à respecter en zone sismique supérieure à 1 sont les suivantes :

- Système de fondation homogène sous un même corps de bâtiment, à moins de délimiter des blocs par joints parasismiques.
- Ne pas fonder un même ouvrage sur des discontinuités géologiques naturelles : fractures, failles, etc...
- Encastrement fort des fondations dans les sols meubles et veiller à ce que l'assise des fondations soit horizontale.
- Préférer la présence de niveaux enterrés homogènes sur l'emprise de la construction ou, à défaut, sur un bloc indépendant dissocié par un joint parasismique.
- Encastrement toutes les fondations dans une même couche géologique en cas de stratification.
- Ne pas fonder les ouvrages sur des sols liquéfiables.
- Rigidifier la structure d'assise des ouvrages (à définir par le BET Structure).

## 5. ALEAS RESIDUELS ET RISQUES ASSOCIES

A l'issue de la présente étude, les aléas et incertitudes géologiques subsistants concernent principalement :

- Les variations d'épaisseur des couches identifiées. Au stade de l'exécution, la supervision géotechnique doit intervenir pour vérifier la présence des sols conformes aux résultats des études, ou, à défaut, pour définir en coordination avec la Maîtrise d'œuvre, les adaptations à envisager.
- Le niveau d'assise des fondations mitoyennes au projet. Avant le début des travaux, ces niveaux d'assise devront être relevés par des reconnaissances complémentaires.
- Les éventuels remaniements du terrain ultérieurs à notre intervention.
- La présence de vestiges enterrés non identifiés. En cas de rencontre il faudra évaluer l'importance des vestiges en vue de déterminer les mesures à prendre.
- La profondeur du toit du substratum.
- Les conditions de stabilité globale du site.

Ces aléas et incertitudes résiduels peuvent présenter des risques pour le projet aussi bien en termes de coût que de délais. Ils peuvent être réduits par des investigations et prestations complémentaires tels que :

- Relevés topographiques.
- Recherches historiques.
- Sondages complémentaires approfondis au carottier en tête en en pied du mur, permettant le prélèvement d'échantillons non déstructurés et la réalisation d'essais supplémentaires en laboratoire.
- Sondages pressiométriques profonds pour le dimensionnement de fondations profondes.
- La réalisation d'investigations géophysiques pour caractériser le contexte géologique global au droit du projet (profondeur du toit rocheux, anomalies de surface, etc..)

## 6. CONDITIONS GENERALES DE VALIDITE DU RAPPORT

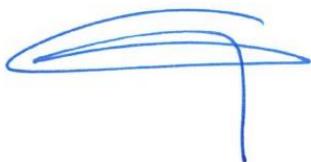
Le présent rapport a été établi en fonction des données transmises. Il conclut la mission G2 phase AVP qui nous a été confiée par l'association ATRE DE LA VALLEE.

Nous rappelons que, conformément à notre offre, notre prestation est encadrée par la norme NF P94-500 de novembre 2013 dont un extrait est donné en annexe 1 et par les conditions de validité de l'étude propres à GEOTECHNIQUE SAS, fournies en annexe 2.

Selon l'enchaînement des missions géotechniques préconisés par la norme NF P94-500, une étude géotechnique de conception phase projet (G2 PRO) peut être envisagée en collaboration avec les différents intervenants du projet afin de réduire les aléas géotechniques.

GEOTECHNIQUE SAS reste donc à la disposition de la Maitrise d'Ouvrage pour tout renseignement complémentaire et pour la réalisation des missions ultérieures (études G2 PRO et G4 notamment).

Rédacteur  
**Carole MARBACH**  
Responsable d'Agence



Vérificateur  
**Manon WICKER**  
Ingénieur Chargée d'Affaires

## Annexe 1 : Extrait de la norme NF P94-500 de novembre 2013

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'avoisnants 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 avoisnants), 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 avoisnants), 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 œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

##### Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

##### Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

#### SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

##### Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

##### Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

#### DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

## Annexe 2 : Conditions de validité de l'étude

1 - Le présent rapport et ses annexes sont indissociables. Il est basé sur un nombre limité de sondages et de mesures et sur les renseignements concernant le projet remis à GEOTECHNIQUE SAS au moment de la reconnaissance géotechnique. L'analyse et les recommandations soumises dans ce rapport sont basées sur les résultats obtenus à partir des sondages dont l'emplacement est indiqué sur le plan d'implantation joint en annexe, et sur toutes les informations données dans ce rapport.

2 - Ce rapport ne peut pas prendre en compte les variations éventuelles entre sondages. L'étude de sol étant basée sur un nombre limité de sondages, la continuité des couches de sols entre sondages ne peut être garantie et une adaptation du projet de fondation en fonction de l'hétérogénéité des sols est normale et ne peut être reprochée à GEOTECHNIQUE SAS.

3 - Toute étude réalisée à partir d'une esquisse ou d'un plan de principe nécessitera une seconde étude spécifique adaptée au projet retenu. Le but de ce rapport est limité au projet et à la localisation décrite ci-avant.

4 - Tout changement d'implantation ou de structure des constructions par rapport aux hypothèses de départ sera communiqué à GEOTECHNIQUE SAS qui donnera ou non son accord, selon que ces changements modifient les conclusions de l'étude.

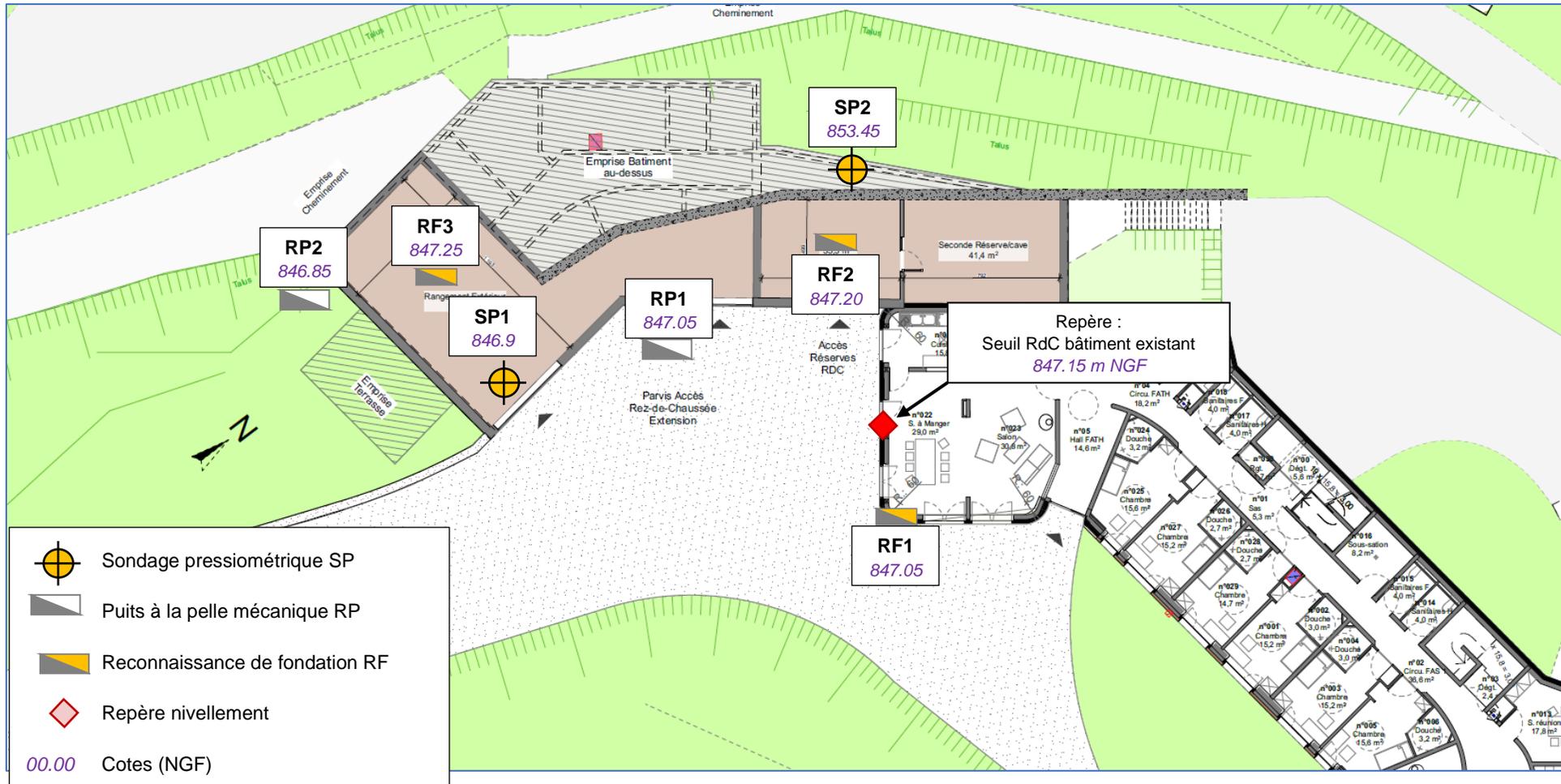
5 - Les éléments nouveaux mis à jour en cours des travaux de fondations et non détectés lors de la reconnaissance devront être signalés à GEOTECHNIQUE SAS afin d'étudier les adaptations nécessaires.

6 - Nous recommandons que toutes les opérations de construction en relation avec les terrassements et les fondations soient inspectées par un ingénieur géotechnicien afin d'assurer que les dispositions constructives soient totalement accomplies pendant les travaux.

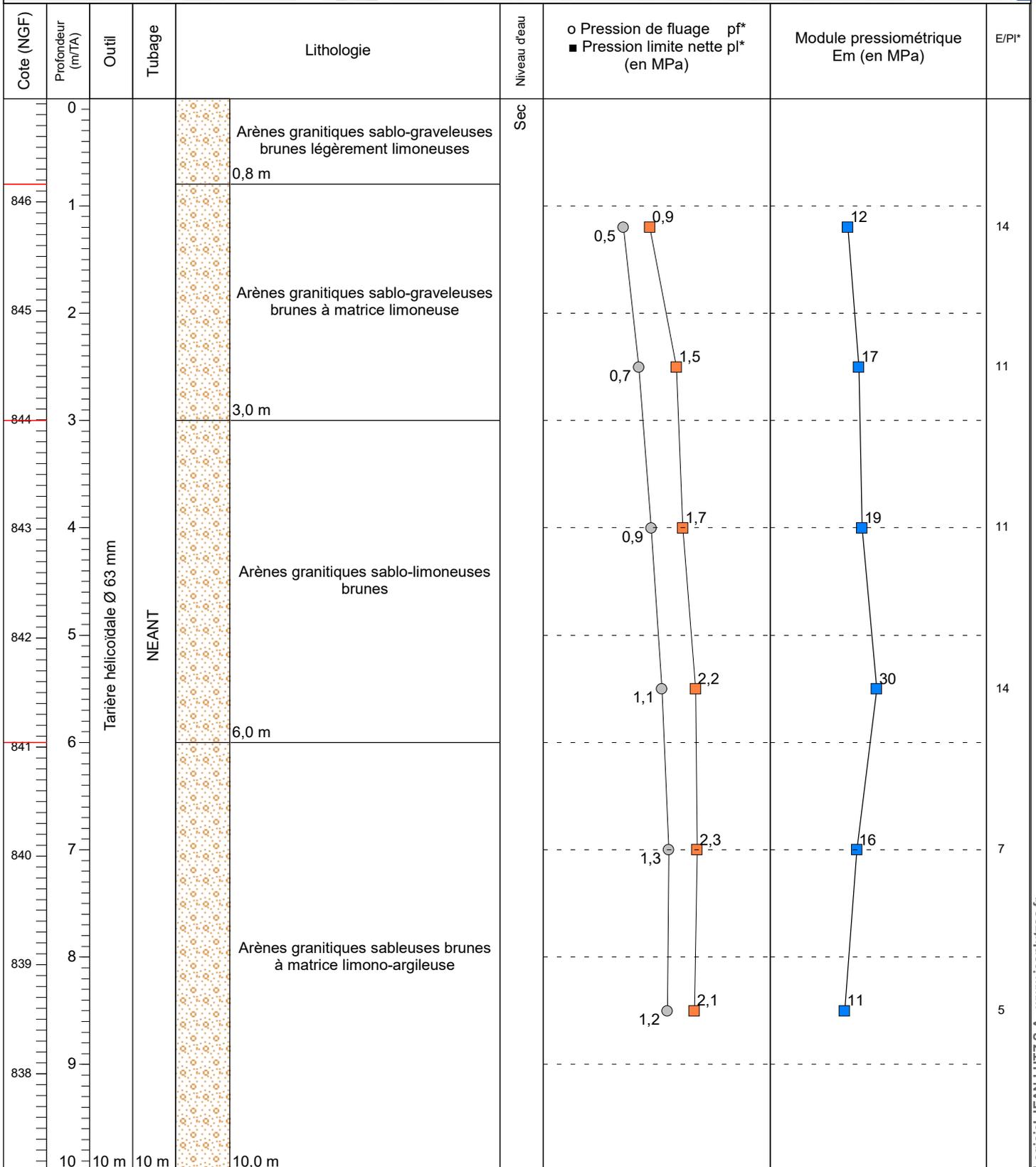
## Annexe 3 : **Implantation des sondages**

# PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

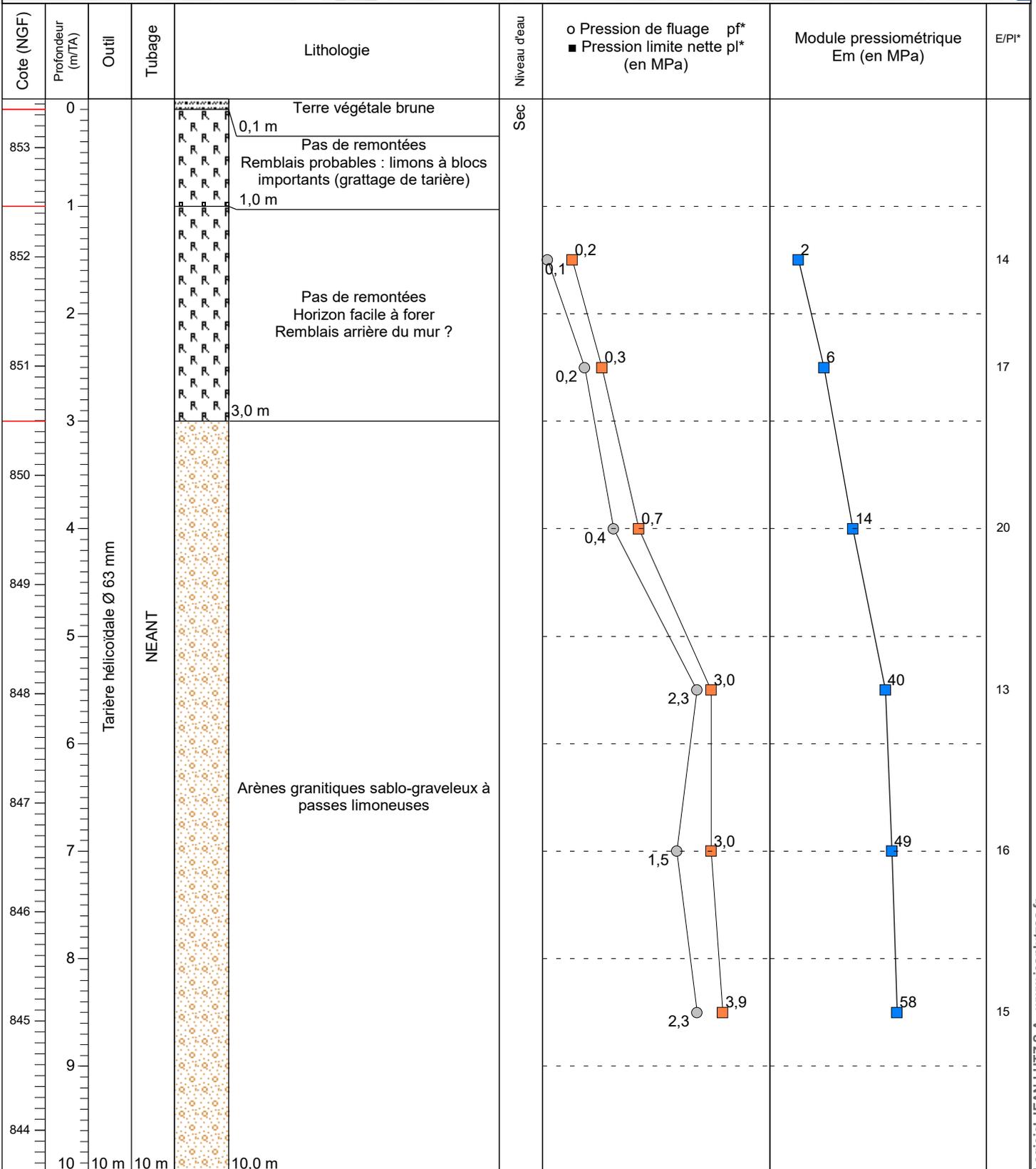
## PLAN D'IMPLANTATION SUR PLAN MASSE



## Annexe 4 : Coupes des sondages



Observation :



Observation :

Client : **ASSOCIATION ATRE DE LA VALLEE**

Dossier : **CMe2023-02-407**

Cote altimétrique : **847.05 NGF**

Coordonnée en X : -

Coordonnée en Y : -

Echelle : **1/25**

Profondeur atteinte : **3.0 m**

Date du sondage : **15/05/2023**

Cote (NGF)	Profondeur (m / TA)	Lithologie	Arrivée d'eau	Photographie fouille
847	0	Terre végétale	Sec	
	0,1 m	Remblais : Sables limoneux bruns à débris de briques		
	0,4 m			
	0,5 m			
846	1	Arènes granitiques sableuses brunes à blocs rocheux et matrice légèrement limoneuse		
	1,3 m			
845	2	Arènes granitiques sableuses brunes à blocs grantiques		
	2,5 m			
844	3	Arrêt de la fouille à 3.0 m		
	3,5 m			
843	4			
	4,5 m			
	5			

Observation :

Client : **ASSOCIATION ATRE DE LA VALLEE**

Dossier : **CMe2023-02-407**

Cote altimétrique : **846,85 NGF**

Coordonnée en X : -

Coordonnée en Y : -

Echelle : **1/25**

Profondeur atteinte : **2 m**

Date du sondage : **15/05/2023**

Cote (N.I.)	Profondeur (m / TA)	Lithologie	Arrivée d'eau	Photographie fouille
	0	Terre végétale	SÈC	
	0,1 m	Remblais : Sables limoneux bruns à quelques débris de briques		
	0,5 m	Présence d'un tuyau PVC		
	1	Arènes granitiques sablo-graveleuses brunes à blocs rocheux		
	2	Arrêt de la fouille à 2.0 m Casse réseau buse béton Ø400		
	2,5			
	3			
	3,5			
	4			
	4,5			
	5			

Observation :

## PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

Vues de la localisation de la fouille de reconnaissance



Vues de la fouille ouverte



Vues de la fouille ouverte et tas des déblais associés





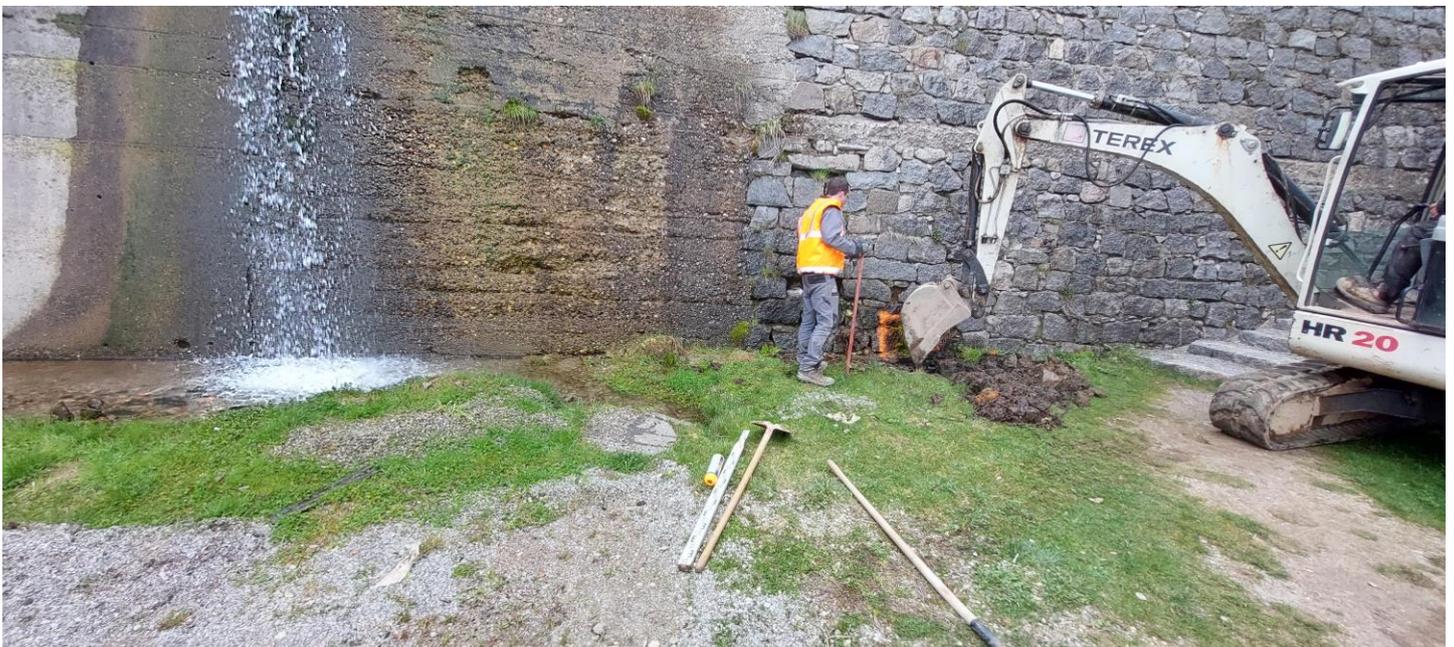
Vue de la fouille rebouchée





## PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

Vues de la localisation de la fouille de reconnaissance





Vue de la fouille ouverte



Vues de la fouille ouverte et tas des déblais associés





Vue de la fouille rebouchée





## PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

Vues de la localisation de la fouille de reconnaissance





Vues de la fouille ouverte



Vues de la fouille ouverte

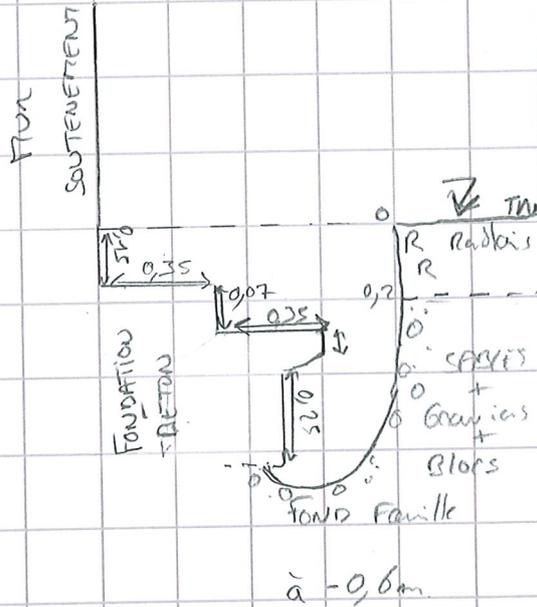




Vue de la fouille rebouchée



VUE PROFIL :



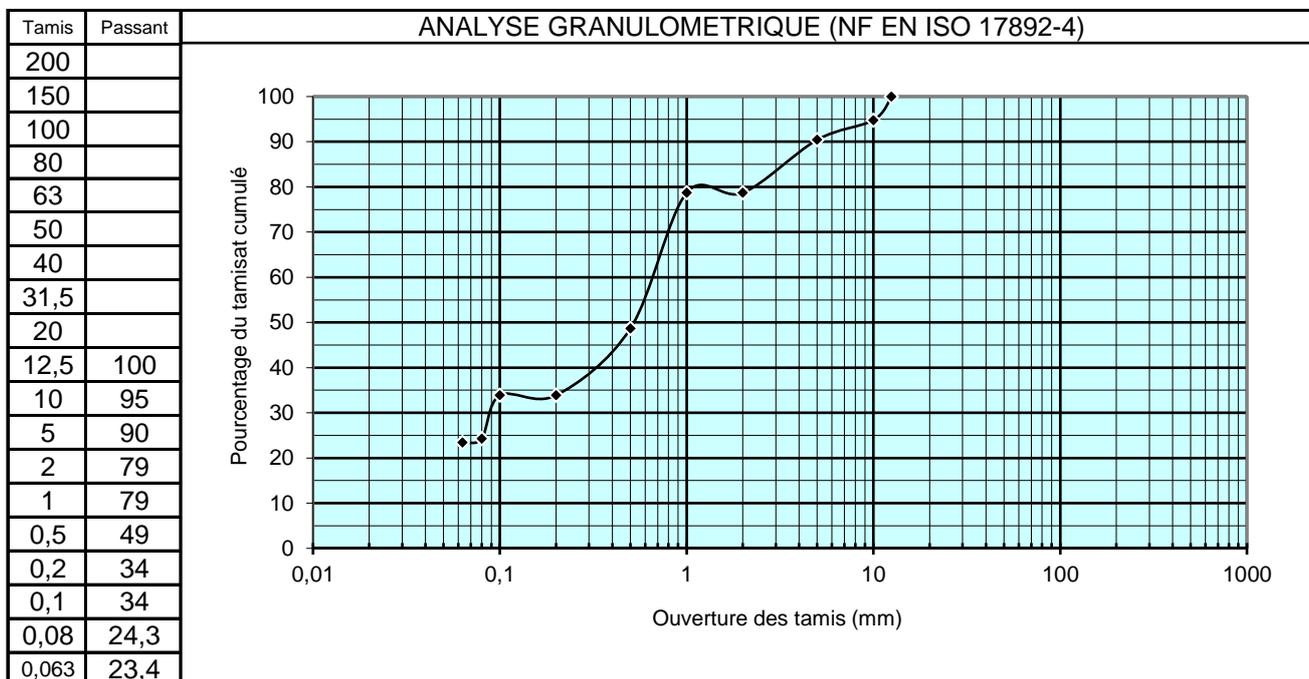
VUE DESSUS :



## Annexe 5 : Procès-verbaux des essais en laboratoire

## ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

Nature des matériaux :	Sables à blocs rocheux	Date du prélèvement : 20/04/2023
Provenance des matériaux :	RP1	Date des essais : 14/06/2023
Profondeurs :	0,4 - 1,3 m	Opérateurs : Ase
Observations :	bruns	



### AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
ISO 17892-4	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	24,3%	
ISO 17892-4	D max =	13 mm	
NF P 94 050	Teneur en eau sur 0/20	12,7 %	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	0,3	
ISO 17892-12	Limites d'Atterberg (méthode casagrande) wL =		
ISO 17892-12	Limites d'Atterberg wP =		
ISO 17892-12	Indice de plasticité Ip =		
ISO 17892-12	Indice de consistance Ic =		
NF EN 933-8	Equivalent de sable ES =		

**CLASSIFICATION GTR :                      B5**

Observations :

## NOTRE SIÈGE SOCIAL

170 rue du Traité de Rome CS 80131  
84918 AVIGNON Cedex 9  
Tél. : 04 90 01 39 02  
[contact@geotechnique-sas.com](mailto:contact@geotechnique-sas.com)

Retrouvez toutes nos agences sur  
[www.geotechnique-sas.com](http://www.geotechnique-sas.com)

0 805 690 989



**GÉO**technique  
sciences de la terre sas