

COMMUNE DE BEX

Etude géotechnique préliminaire

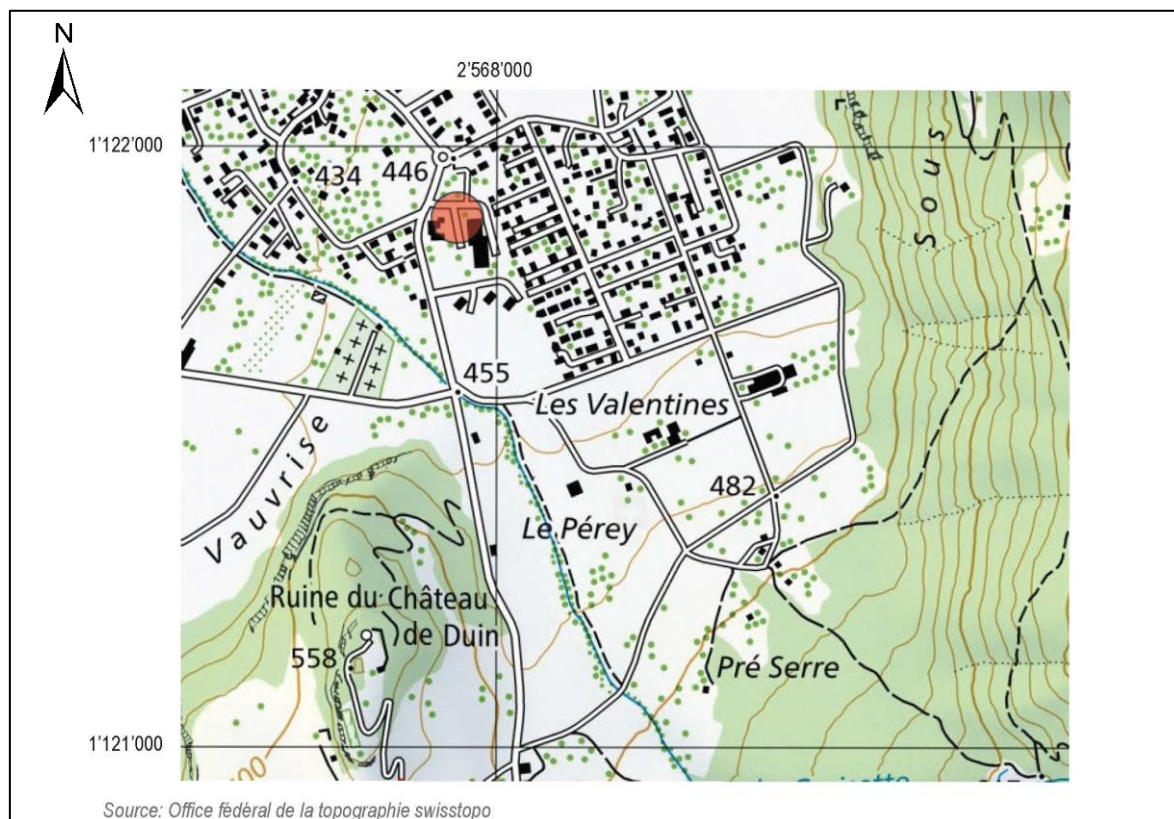
Projet de construction d'un établissement médico-social

Parcelle 988, Coord. moy. : 2'567'930/1'121'840

VD06387

JUIN 2021

SITUATION GENERALE :



Version	1
Document	RA1_VD06387
Date	07.06.2021
Succursale	Payerne
Rédacteur	Mme M. Yersin, Ingénieure géotechnicienne
Vérification interne	M. J.-B. Payeur, Docteur Ingénieur Géotechnicien M. D. Poffet, Hydrogéologue MSc
Distribution	M. Bertrand Counson du bureau Counson architectes

TABLE DES MATIERES

1	INTRODUCTION	5
2	TRAVAUX EXECUTES	6
3	SONDAGES ET ESSAIS	6
	3.1 Forages carottés	6
	3.2 Essais SPT	7
4	SYNTHESE	9
	4.1 Caractéristiques géotechniques	9
	4.2 Hydrogéologie	10
5	DANGERS NATURELS	12
	5.1 Contexte géologique	12
	5.2 Situation de danger à la parcelle	12
	5.3 Vulnérabilité du projet	13
6	RECOMMANDATIONS CONSTRUCTIVES	15
	6.1 Terrassement	15
	6.2 Réutilisation des matériaux de terrassement	16
	6.3 Pédologie	16
	6.4 Fondations des futurs ouvrages	17
	6.4.1 Capacités portantes	17
	6.4.2 Système de fondation	17
	6.5 Gestion des eaux souterraines	18
	6.6 Gestion des eaux pluviales	18
	6.7 Gestion des eaux en phase de chantier	19
	6.8 Dangers naturels	19
	6.9 Risque radon	20
7	CONCLUSION	21

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 : Situation des sondages.
- Annexes 2.1 à 2.5 : Relevés des forages carottés.
- Annexe 3 : Extraits des cartes géologiques et de dangers.
- Annexe 4 : Profil géotechnique synthétique.
- Annexe 5 : Microzonage sismique de la région de la Vallée du Rhône VD.
- Annexe 6 : Fiche de scénario 15-EFF-1007-C

1 INTRODUCTION

- Mandant : Suite à notre offre du 20.01.2021, ABA-GEOL SA a été mandatée par M. Thierry Michel de l'EMS Résidence Grande Fontaine par courriel du 26.01.2021.
- Mandat : Réalisation d'une étude géotechnique préliminaire ayant pour objet de préciser la géologie, la géotechnique, ainsi que l'hydrogéologie locale.
- Objet : Projet de construction d'un établissement médico-social de 4 niveaux dont 1 sous-sol partiel.
- Situation : Commune de Bex, parcelle 988; coordonnées moyennes 2'567'930 / 1'121'840.
- Bases de l'étude : Relevés de 5 forages carottés réalisés par nos soins, ainsi que sur nos connaissances à ce jour de la région.
L'étude a été menée sur la base des plans du concours d'architecture non datés et mis à notre disposition par le bureau Counson architectes soit notamment :
- Plan d'implantation du projet au 1/500^{ème};
 - Coupes types du projet au 1/200^{ème}.
- Remarque : Le présent rapport géotechnique préliminaire résume l'étude accomplie et les mesures proposées. Toutes les recommandations constructives restent à confirmer en regard du projet définitif et lors de l'ouverture effective de la fouille.
- Généralités : Le site étudié :
- figure en danger faible d'effondrement et affaissement et en danger imprévisible d'inondation par les crues (v. annexe 3);
 - est situé en zone 3B de risque sismique;
 - n'est pas répertorié comme site pollué;
 - figure en secteur üB de protection des eaux (v. annexe 3);
 - est répertorié en zone de sondes géothermiques verticales en cours d'élaboration;
 - est situé dans une zone où la probabilité de dépassement de la valeur de référence en radon de 300 Bq/m³ dans les bâtiments est de 6 à 7 % avec un indice de confiance moyen;
 - est répertorié en sol de fondation de type MZS (site ayant fait l'objet d'une étude de microzonage sismique spectral) – spectre spécifique S7 de la région de la Vallée du Rhône VD (voir annexe 5).

2 TRAVAUX EXECUTES

Les travaux réalisés par nos soins pour ce projet et synthétisés dans le présent rapport sont :

- Organisation et suivi de cinq forages carottés avec essais SPT;
- Etude de la géologie et de l'hydrogéologie locale;
- Propositions de solutions pour le terrassement, les fondations et la gestion des eaux souterraines et pluviales.

3 SONDAGES ET ESSAIS

3.1 Forages carottés

Cinq forages carottés (S1 à S5) ont été réalisés par l'entreprise Polyforages SA du 12 au 18 mai au droit du projet jusqu'à arrêt volontaire à 10 et 12 m de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel.

Au droit du site des investigations, et par rapport au niveau du terrain actuel, les sondages ont mis au jour, sous l'horizon de terre végétale, des remblais d'environ 1.5 m d'épaisseur dans les sondages S1 et S2 uniquement, mis en place sur des terrains meubles à dominance graveleuse plus ou moins limono-sableuse.

Les terrains rencontrés peuvent être synthétisés comme suit (les détails des relevés et leur situation sont donnés dans les annexes et un profil géotechnique synthétique dans l'annexe 4).

Profondeur			Epaisseur couche	Description et nature géologique
S1	S2	S3, S4, S5		
Entre 0.0 m et env. 0.3 m			env. 0.3 m	Terre végétale.
Entre 0.3 m et env. 2 m		-	env. 1.5 m	Remblais : sables limoneux ou limons sableux avec briques, bruns à gris.
Entre env. 2 m et au-delà de 12 m		-	> 10 m	Sables fins limoneux ou limon argileux, gris.
		Entre env. 0.3 et 2 m et au-delà de 10 m	> 10 m	Graviers sableux avec limons, gris- brun.

Lors des sondages, les matériaux mis au jour étaient majoritairement secs à peu humides avec des passages saturés entre 4.5 et 5 m et entre 7.5 et 9 m dans les sondages S3 et S4.

Ce même jour, le niveau d'eau par rapport au terrain actuel a été mesuré entre 2.92 et 10.8 m après quelques heures.

3.2 Essais SPT

26 essais de battage ont été exécutés en cours de forage. Cet essai qui consiste à mesurer le nombre de coups nécessaires pour 2 x 15 cm de pénétration, permet de déterminer la compacité ou la consistance des couches traversées.

L'outillage SPT (Standard Penetration Test) utilisé a les caractéristiques suivantes :

- poids du mouton 63 kg
- hauteur de chute 76 cm
- section de la pointe 20.5 cm²

Les résultats de ces essais sont présentés en annexes 2.1 à 2.5 et sont synthétisés dans le tableau ci-dessous. Ils mettent en évidence le comportement géomécanique des différents types de terrains relevés dans le sondage carotté.

Sondage	Profondeur [m]	Horizon	N _{SPT}	Qualité géotechnique
S1	2.0	Sable limoneux	35	Assez compact à compact
	4.0	Sable limoneux	6	Lâche/peu compact
	6.0	Limon argileux	5	Consistance moyenne
	8.0	Limon argileux	6	Consistance moyenne
	10.0	Graviers	59	Très compact
	12.0	Graviers	Refus	Très compact
S2	2.0	Remblais	Refus	Très compact
	4.0	Graviers sableux	24	Assez compact
	6.0	Graviers sableux	14	Moyennement compact
	8.0	Graviers sableux	14	Moyennement compact

	10.0	Graviers sableux	76	Très compact
S3	2.0	Graviers sableux	Refus	Très compact
	4.0	Graviers sableux	33	Assez compact
	6.0	Graviers sableux	29	Assez compact
	8.0	Graviers sableux	24	Assez compact
	10.0	Graviers sableux	Refus	Très compact
S4	2.0	Graviers sableux	28	Assez compact
	4.0	Graviers sableux	18	Moyennement compact
	6.0	Bloc calcaire	Refus	Très compact
	8.0	Graviers sableux	33	Assez compact
	10.0	Graviers sableux	46	Compact
S5	2.0	Graviers sableux	29	Assez compact
	4.0	Graviers sableux	16	Moyennement compact
	6.0	Graviers sableux	39	Compact
	8.0	Graviers sableux	32	Assez compact
	10.0	Graviers sableux	60	Très compact

* N_{SPT} : nombre de coups pour un enfoncement de 30 cm

4 SYNTHÈSE

4.1 Caractéristiques géotechniques

En fonction des résultats de nos investigations, des données en notre possession et de nos connaissances à ce jour, nous proposons un modèle des caractéristiques géotechniques du terrain, comme indiqué ci-après.

Les profondeurs sont données à titre indicatif et représentées par le profil géotechnique synthétique de l'annexe 4.

Les valeurs des paramètres géotechniques indiquées dans les tableaux sont des valeurs caractéristiques X_k au sens de la norme SIA 267.

Partie Nord

Couche	Prof.		Description et caractéristiques géomécaniques
	S1	S2	
0	Entre 0 et 0.4 m		Terre végétale.
1	Entre 0.4 et env. 2 m		Remblais : sables limoneux ou limons sableux avec briques hétérogènes.
2	Entre env. 2 et env. 9 m	-	Sables fins limoneux ou limon argileux, peu compact et/ou de consistance moyenne. $4 < N_{SPT} < 8$; $17 < \gamma_k < 18 \text{ kN/m}^3$; $26^\circ < \Phi'_k < 27^\circ$; $0 < c'_k < 5 \text{ kN/m}^2$; $5'000 < E_k < 15'000 \text{ kN/m}^2$.
3	-	Entre env. 2 et env. 9 m	Graviers sableux avec limons, moyennement à assez compacts. $15 < N_{SPT} < 35$; $20 < \gamma_k < 22 \text{ kN/m}^3$; $30^\circ < \Phi'_k < 32^\circ$; $0 < c'_k < 2 \text{ kN/m}^2$; $20'000 < E_k < 40'000 \text{ kN/m}^2$.
4	Au-delà d'env. 9 m		Graviers sableux avec limon, très compacts. $N_{SPT} > 50$; $20 < \gamma_k < 22 \text{ kN/m}^3$; $31^\circ < \Phi'_k < 33^\circ$; $0 < c'_k < 2 \text{ kN/m}^2$; $50'000 < E_k < 70'000 \text{ kN/m}^2$.

Partie Sud

Couche	Prof.	Description et caractéristiques géomécaniques
0	Entre 0 et env. 0.3 m	Terre végétale.
3	Entre env. 0.3 et env. 9 m	Graviers sableux avec limons, moyennement à assez compacts. $15 < N_{SPT} < 35$; $20 < \gamma_k < 22 \text{ kN/m}^3$; $31^\circ < \Phi'_k < 33^\circ$; $0 < c'_k < 2 \text{ kN/m}^2$; $20'000 < E_k < 40'000 \text{ kN/m}^2$.
4	Au-delà d'env. 9 m	Graviers sableux avec limon, très compacts. $N_{SPT} > 50$; $20 < \gamma_k < 22 \text{ kN/m}^3$; $31^\circ < \Phi'_k < 33^\circ$; $0 < c'_k < 2 \text{ kN/m}^2$; $50'000 < E_k < 70'000 \text{ kN/m}^2$.

4.2 Hydrogéologie

La zone du projet se situe en secteur üB de protection des eaux souterraines (annexe 3). Le secteur üB n'est pas restrictif par rapport aux constructions, notamment en termes de profondeur de réalisation. A noter que ces secteurs, gérés par le Canton, peuvent faire l'objet de modifications en tout temps.

Lors des sondages, les matériaux mis au jour étaient majoritairement secs à peu humides avec des passages saturés et des arrivées d'eau souterraine entre 4.5 et 5 m et entre 7.5 et 9 m dans les sondages S2, S3 et S4.

Le tableau ci-dessous résume les niveaux d'eau mesurés.

	S1	S2	S3	S4	S5
Date mesure	13.05.21	25.05.21	17.05.21	25.05.21	18.05.21
Altitude du Terrain Actuel [msm]	446.81 +/- 0.05	449.14 +/- 0.05	447.36 +/- 0.05	447.78 +/- 0.05	447.09 +/- 0.05
Niveau piézométrique [m]	10.8	5.4	3.3	2.92	3.65
Altitude piézométrique [msm]	436.01 +/- 0.05	443.74 +/- 0.05	444.06 +/- 0.05	444.86 +/- 0.05	443.44 +/- 0.05

Ces niveaux d'eau sont susceptibles de remonter en périodes très pluvieuses et/ou peuvent être soumis à des variations saisonnières.

Un piézomètre a été installé dans les sondages S2 et S4 afin de pouvoir, si besoin, réaliser un suivi du niveau d'eau.

Des venues d'eau ponctuelles ne sont néanmoins pas à exclure à toutes profondeurs.

5 DANGERS NATURELS

5.1 Contexte géologique

D'après l'Atlas géologique de la Suisse (voir annexe 3), le sous-sol au droit du projet est composé d'alluvions d'une épaisseur estimée à 130 m sur le Flysch (voir notre lettre LR1_VD06050 du 03.02.20).

Pour rappel, les forages S1 à S5, réalisé en mai 2021 ont mis au jour des alluvions à dominance graveleuse jusqu'à 12 m de profondeur et permettent de confirmer la géologie indiquée sur l'Atlas géologique de la Suisse.

Enfin, selon le portail cartographique vaudois, la partie est de la parcelle se situe en zone de danger faible d'effondrement et en danger imprévisible d'inondation par les crues. Les recommandations du présent chapitre se concentrent uniquement sur le danger d'effondrement. Pour le danger d'inondation, nous vous prions de vous référer à nos lettre-rapports LR1 et LR2 du mandat VD06050 de février et novembre 2020

5.2 Situation de danger à la parcelle

La fiche de scénario 15-EFF-1007-C (voir annexe 6) indique une géologie constituée de gypse sous une couverture d'alluvions et l'existence possible de « dolines non repérées ou comblées ». Notre description géologique détaillée ci-après ne confirme cependant pas la présence de gypse en place au droit du projet. Cette description se base sur l'Atlas géologique de la Suisse au 1 :25'000 (feuilles Monthey, Les Diablerets, Dent de Morcles et St-Maurice), les relevés des forages alentours extraits du cadastre géologique vaudois, les relevés des forages S1 à S5 et notre interprétation. La figure 1 présente une coupe géologique synthétisant l'état de nos connaissances à l'échelle locale que nous résumons ci-après.

Le projet est situé en bordure de la plaine du Rhône en rive droite de ce dernier. A l'échelle kilométrique, le soubassement rocheux dans le secteur est caractérisé par une interface entre le gypse du Trias (et une partie des calcaires du Crétacé et Jurassique) et le flysch plus récent. Cette interface plissée implique que le Trias ainsi que les calcaires se retrouvent imbriqués dans le flysch dans cette région. La relation entre ces trois formations est quelque peu occultée par les phénomènes d'érosion glaciaire, de tassements de versants et de dépôts quaternaires postglaciaires. Les informations géologiques consultées montrent la présence d'un important surcreusement du toit du rocher entre le secteur du Glarey et les collines de Chiètres. Cette vallée glaciaire dont la profondeur atteint, selon les sources, jusqu'à 200 mètres a été comblée par des alluvions sablo-graveleuses lors des derniers millénaires. Ainsi, au droit de la parcelle 988, nous estimons l'épaisseur des alluvions à quelque 130 mètres.

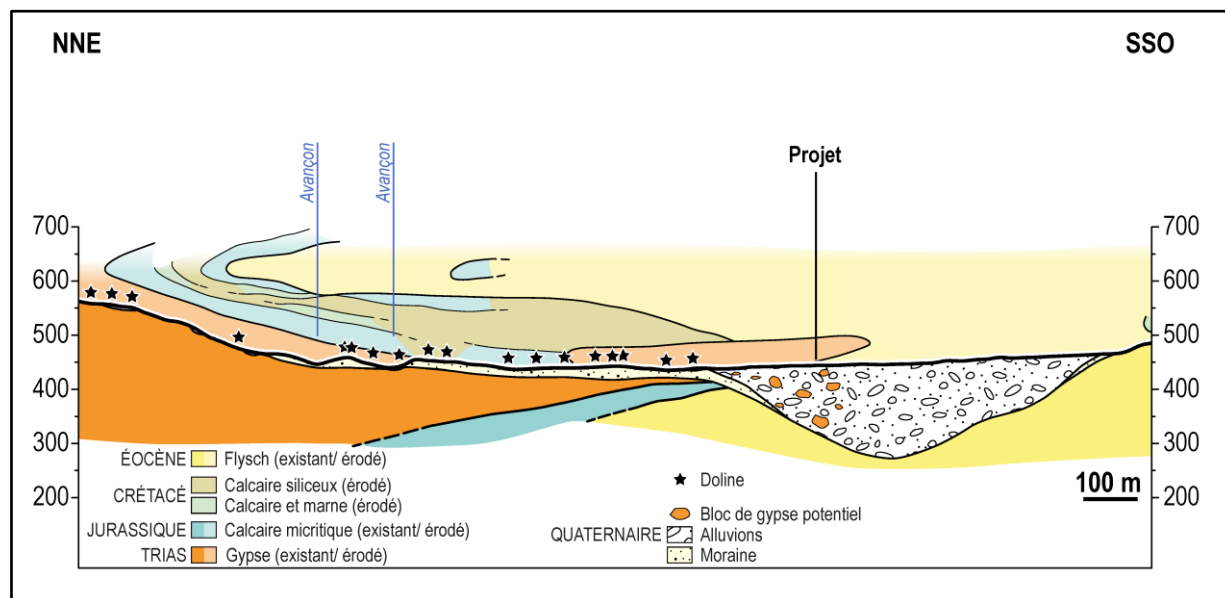


Figure 1 : Coupe géologique interprétative (situation sur l'annexe 2).

La formation rocheuse susceptible de générer des effondrements par dissolution dans ce secteur est le gypse. La coupe géologique illustre la relation entre la présence de gypse en profondeur et la survenance de dolines¹ en surface. On observe, sur la coupe, d'une part que le gypse a été entièrement érodé au niveau du projet et dans ses alentours directs et d'autre part que les alluvions reposent sur du flysch principalement constitué de grès. Cependant la présence éventuelle de blocs de débris gypseux au sein des alluvions ne peut être exclue et explique vraisemblablement la cartographie de ce secteur en zone de danger faible d'effondrement.

A noter que les forages S1 à S5 ont mis au jour des alluvions à dominance graveleuse d'une épaisseur d'au moins 12 m. Les forages S4 et S5 ont également relevé la présence de blocs de calcaire entre 5.5 et 7 m de profondeur.

5.3 Vulnérabilité du projet

Sur la base de nos investigations et des informations sur le projet de construction, la survenue d'un effondrement par dissolution de roches solubles nous apparaît comme faible. En effet, aucune formation rocheuse continue constituée de gypse ne semble se trouver sous les fondations des futures constructions. En revanche, la présence de fragments rocheux issus de formations de gypse ou calcaire alentours susceptibles de générer des tassements ponctuels ne peut être exclue.

¹ Dépression circulaire fermée se formant suite à un processus de dissolution naturel qui induit l'affaissement du terrain superficiel.

A noter que, selon les documents mis à notre disposition, les niveaux d'appui des fondations des futurs bâtiments se situent entre 1 et 3 m de profondeur.

Compte tenu de ces informations et selon le document établi par le Canton de Vaud concernant les effondrements par dissolution (EFF), nous préconisons des mesures préventives détaillées au chapitre 6.9.

6 RECOMMANDATIONS CONSTRUCTIVES

Le projet prévoit la démolition des bâtiments existants et la construction d'un établissement médico-social sur 4 niveaux dont un sous-sol partiel.

Le projet étant encore actuellement à l'étude, la profondeur exacte des fouilles, le niveau des radiers, et les charges ne sont à notre connaissance pas encore déterminés précisément. Toutes les recommandations ci-dessous sont donc données à titre indicatif et seront à préciser pour le projet définitif.

De manière générale, il conviendra de s'assurer avant le début des travaux, que les modifications et/ou nouvelles constructions ne déstabilisent pas l'existant. Cas échéant les mesures appropriées devront être adoptées (reprise en sous-œuvre, renforcement...).

6.1 Terrassement

La profondeur du terrassement devrait atteindre environ 3 m au maximum.

Tous les terrains rencontrés jusqu'aux profondeurs concernées par le projet (annexe 4) peuvent être excavés normalement à la pelle mécanique. La présence de blocs de diamètres pluricentimétriques n'est pas à exclure.

La pente des talus d'excavation que nous pouvons préconiser en première approximation, pour une hauteur inférieure à 3 m, sera de 2V:3H. Cette inclinaison n'est valable que pour autant que les talus ne soient pas le siège de grandes venues d'eau ou de pressions interstitielles, et que la géométrie, la proximité de constructions et les conditions rencontrées lors de l'ouverture des fouilles le permettent, et en l'absence de surcharge au sommet du talus. A noter qu'en cas de terrassement dans une pente, le terrain à l'amont de celle-ci sera considéré comme une surcharge.

Le toit de la nappe d'eau souterraine varie fortement sur l'emprise de la parcelle. Les niveaux d'eaux sont situés relativement en profondeur sur la partie Nord du projet (mesuré à 10.8 m/TN et 5.4 m/TN sur S1 et S2). En revanche, l'eau souterraine est située à plus faible profondeur sur la partie Sud (mesurée entre 2.92 et 3.65 m/TN sur S3 à S4), approximativement au même niveau que le futur fond de fouille. Ainsi, la réalisation d'excavation au Sud de la parcelle 988 nécessitera vraisemblablement au minimum un système d'épuisement des eaux à l'intérieur des fouilles (par exemples à l'aide de tranchées drainantes ou de puisards). Suivant l'ampleur de ces venues d'eau et la profondeur des excavations prévues, il pourrait également s'avérer nécessaire de prévoir un blindage de fouille (palplanches).

Pour les talus dont les préconisations ci-dessus ne sont pas réalisables ou pour des fouilles supérieures à 3 m de profondeur ou à proximité d'ouvrages existants par exemple (en particulier à proximité du bâtiment adjacent), une analyse plus fine de la stabilité doit être réalisée avant le début des terrassements. Cas

échéant, des moyens de confortements (confortement de pied de talus, blindage de fouille...) devront être envisagés et mis en œuvre ponctuellement.

Le cas échéant et selon le système d'épuisement des eaux retenu, les risques liés au rabattement de la nappe, en particulier vis-à-vis des tassements sur les chaussées et sur le bâtiment avoisinant devront également être évalués et validés.

6.2 Réutilisation des matériaux de terrassement

Les sondages S1 et S2 ont mis au jour des matériaux de remblais contenant des débris de briques sur une épaisseur d'environ 2 m.

Selon l'OLED (Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets), si les matériaux excavés sont composés d'au moins 99% en poids de roches meubles ou concassées et d'1% de déchets de chantier minéraux (briques, béton, etc..), ils sont considérés comme matériaux d'excavation non pollués (selon l'annexe 3, ch.1) et peuvent être soit réutilisés sur place pour le comblement ou pour des modifications de terrain autorisées, soit évacués en décharge de type A. Si la proportion de déchets de chantier minéraux dépasse 1% du poids dans la masse excavée, - **ce qui semble être le cas sur le sondage S2** - un tri doit être envisagé de telle manière à limiter l'évacuation en décharge de type B ou pour réduire leur teneur à un taux inférieur à 1%. Le mélange de matériaux destiné à diminuer par dilution la proportion de déchets de chantier minéraux est interdit.

La revalorisation des matériaux meubles d'excavation non pollués sur le site, pour le remblayage notamment, est possible pour autant qu'ils aient été bien stockés, qu'ils ne contiennent pas de matière organique et que leur teneur en eau et leur fraction limoneuse le permettent.

De plus, les réglementations Fédérale et Cantonale imposent de prendre des mesures afin de protéger les sols. Ces mesures sont décrites dans le guide fédéral « Construire en préservant les sols ».

6.3 Pédologie

Les bases d'un concept de protection des sols sont décrites ci-dessous mais ne correspondent pas à un concept détaillé de protection des sols, tel que demandé par la directive cantonale relative aux études pédologiques (DMP 864).

La surface totale de la parcelle 998 est d'environ 22'000 m². L'emprise du projet comprenant les aménagements extérieurs est estimée à environ >5'000 m². Etant donné ces éléments, à moins d'une indication contraire de la part du service cantonal de protection des sols, le suivi du chantier par un spécialiste de la protection des sols sur les chantiers (SPSC) est requis par l'autorité.

Selon les exigences formulées en termes de protection des sols, un suivi pédologique pourra être réalisé à votre demande, une fois le projet définitif connu.

6.4 Fondations des futurs ouvrages

6.4.1 Capacités portantes

Pour des fondations superficielles, **les ordres de grandeur** de la capacité portante que nous pouvons préconiser, selon nos relevés, nos connaissances et expériences à ce jour, pour **une fondation carrée de 1 mètre de côté encastrée d'au moins 80 cm dans la couche concernée** figurent dans le tableau ci-après.

Pour la vérification formelle des fondations selon les principes des normes SIA 260 à 267 et l'évaluation des tassements, on se référera aux paramètres figurant dans le tableau du chapitre 4.1.

	<i>(1) Remblais Hétérogènes</i>	<i>(2) Sable / Limon Peu compact / consistance moyenne</i>	<i>(3) Gravier s sableux Moy. à assez compacts</i>	<i>(4) Gravier s sableux Très compacts</i>
q_d^* [kN/m ²]	Nous déconseillons de fonder sur cet horizon	140 - 160	180 - 240	280 - 350
q_{adm}^{**} [kN/m ²]		100 - 120	150 - 200	260 - 300
Tassement estimé*** [mm]		10 - 15	5 - 10	5 - 10

* contrainte de dimensionnement calculée selon SIA 260 à 267.

** contrainte admissible calculée selon les anciennes procédures des facteurs de sécurité globaux.

*** tassement estimé pour q_{adm} .

Ces valeurs sont valables pour un fond de fouille sain traité dans les règles de l'Art. En particulier, les mesures adéquates doivent être mises en œuvre pour éviter toute stagnation d'eau sur le fond de fouille.

Même avec le respect de ces contraintes, une attention particulière doit être portée au niveau de la structure de l'ouvrage vis-à-vis des tassements et surtout des tassements différentiels. Au vu de la nature des terrains, l'essentiel de ces tassements (indiqués dans le tableau ci-dessus) devrait se produire durant la phase de construction.

6.4.2 Système de fondation

Dans le contexte géologique mis en évidence et des charges normales pour de tels ouvrages, des fondations superficielles sous la forme de radier général peuvent être envisagées.

Afin de limiter les effets d'éventuels tassements différentiels, il conviendra de fonder la totalité d'un ouvrage sur le même horizon et on contrôlera lors de l'exécution que les sols d'appui sont de consistance homogène. Cas échéant, si des terrains compressibles étaient rencontrés, un remplacement de ces couches devra être opéré.

Il conviendra de prendre en compte la décharge des terrains induite par la construction des parties enterrées pour le calcul des tassements.

6.5 Gestion des eaux souterraines

Les fondations du futur bâtiment risquent d'être en contact avec de l'eau (capillarité ou eau libre). Il y aura lieu de mettre en place, pour la future construction, un masque drainant. Ce dernier pourra être résolu par la mise en place, en fond de fouille, de matériaux très perméables (par exemple des boulets de diamètre 16-32 mm) sur une épaisseur d'une quinzaine à une vingtaine de centimètres.

Les venues d'eau seront captées et amenées dans le système drainant de façon systématique.

On prêter une attention particulière à la confection de ce système afin, notamment, d'éviter tout risque de colmatage dû aux particules. Il sera réalisé selon les normes en vigueur.

6.6 Gestion des eaux pluviales

La Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux Art. 7 al. 2) indique que « les eaux non polluées doivent être évacuées par infiltration conformément aux règlements cantonaux. Si les conditions locales ne permettent pas l'infiltration, ces eaux peuvent être déversées dans les eaux superficielles ; dans la mesure du possible, des mesures de rétention seront prises afin de régulariser les écoulements en cas de fort débit. ».

Les lignes directrices générales du concept d'évacuation des eaux sur le territoire de la commune sont en principe fixées dans le plan général d'évacuation des eaux communal (PGEE) qui définit, en fonction des conditions locales, les secteurs où l'infiltration n'est pas possible ou pas admise. Aussi, nous invitons le Maître d'ouvrage ou son représentant à consulter les directives communales en vigueur en matière d'évacuation des eaux pluviales.

La parcelle du projet étant répertoriée en zone de danger faible d'effondrement, la gestion des eaux pluviales ne peut pas se faire par infiltration (voir paragraphe §6.8). Selon les exigences formulées en termes de rétention, un concept de gestion des eaux pluviales comprenant un calcul du volume de rétention nécessaire pourra être réalisé à votre demande, une fois le projet définitif connu.

6.7 Gestion des eaux en phase de chantier

On veillera à traiter les eaux de chantier, météoriques et de ruissellement conformément aux bases légales LPE, LEaux, OEaux, OMoD, recommandations SIA/VSA 431 (évacuation et traitement des eaux de chantier) VSS 509 431 en vigueur.

6.8 Dangers naturels

Les mesures constructives préconisées dans le cadre des dangers naturels devront être précisées à l'étape du projet d'exécution, validées lors de leur exécution et consignées à la fin des travaux dans un document de synthèse requis pour l'obtention du permis d'habiter.

Le tableau ci-après résume les mesures recommandées et servira de base pour le contrôle en fin de chantier. Les mesures sont issues du document établi par le Canton de Vaud concernant les risques d'effondrement et affaissement (EFF).

Mesures	Quand	Nécessaire	Mesures recommandées
Lors des terrassements	Durant le chantier	Oui	Suivi attentif des fouilles et des terrassements, documentation des observations, si nécessaire, actualisation de la situation de danger.
Pour limiter les effets d'éventuels tassements différentiels sur la construction	Pour la durée de vie du bâtiment	Oui	Fondations sur radier général
Pour limiter le risque d'EFF		Oui	Eviter les infiltrations des eaux. Récolte et évacuation au réseau des eaux météoriques et de ruissellement.
Introduction des conduites		Oui	Les drainages et les conduites d'eau enterrés doivent être conçus de manière à résister aux mouvements et aux mouvements différentiels du terrain.

6.9 Risque radon

Les niveaux de référence du radon mentionnés à l'Art. 155 et 156 de l'ORap (Ordonnance sur la radioprotection) doivent être respectés. En cas de dépassement de ces niveaux, des mesures de protection doivent être entreprises selon art. 166. Afin d'éviter un assainissement ultérieur coûteux, il est préférable de mettre en place des mesures simples pour prévenir le risque radon lors de la conception du bâtiment.

Selon les recommandations de l'OFSP, des mesures de protection contre le risque radon doivent être appliquées pour chaque nouveau bâtiment indépendamment du risque radon dans la Commune (Cf. brochure : « Recommandations pour les bâtiments neufs », OFSP, 2019).

Des détails techniques sont présentés dans la brochure « Méthodes de prévention dans les nouvelles constructions », OFSP, 2019.

7 CONCLUSION

Dans le cadre du projet de construction d'un établissement médico-social sur la parcelle 988 à Bex, la présente étude géotechnique préliminaire, basée sur 5 forages carottés et 26 essais SPT, ainsi que sur nos connaissances à ce jour de la région a permis d'identifier et donner des caractéristiques des terrains de fondation (§4.1).

Le projet tel que prévu nous semble compatible avec le site dans le contexte mis au jour, aussi bien du point de vue géologique qu'hydrogéologique. Ceci sans conditions particulières hormis le respect de nos recommandations concernant le terrassement et la stabilité des fouilles (§6.1), l'évacuation et la réutilisation des matériaux d'excavation (§6.2), la pédologie (§6.3), les fondations (§6.4), ainsi que la gestion des eaux souterraines (§6.5), de surface (§6.6) et de chantier (§6.7), les dangers naturels (§6.8) et le risque radon (§6.9).


Remarque: Il est rappelé que les indications et conclusions fournies dans le présent rapport sont basées sur notre expérience et nos connaissances à ce jour de la région, ainsi que sur l'interprétation que nous sommes à même de faire de nos sondages et de nos essais au carottier SPT. Il s'agit de renseignements, conclusions et recommandations applicables à l'emplacement des sondages ; les conditions locales en-dehors de leur périmètre, ou en-dessous de la profondeur atteinte, restent à contrôler ultérieurement si nécessaire.

ABA-GEOL SA

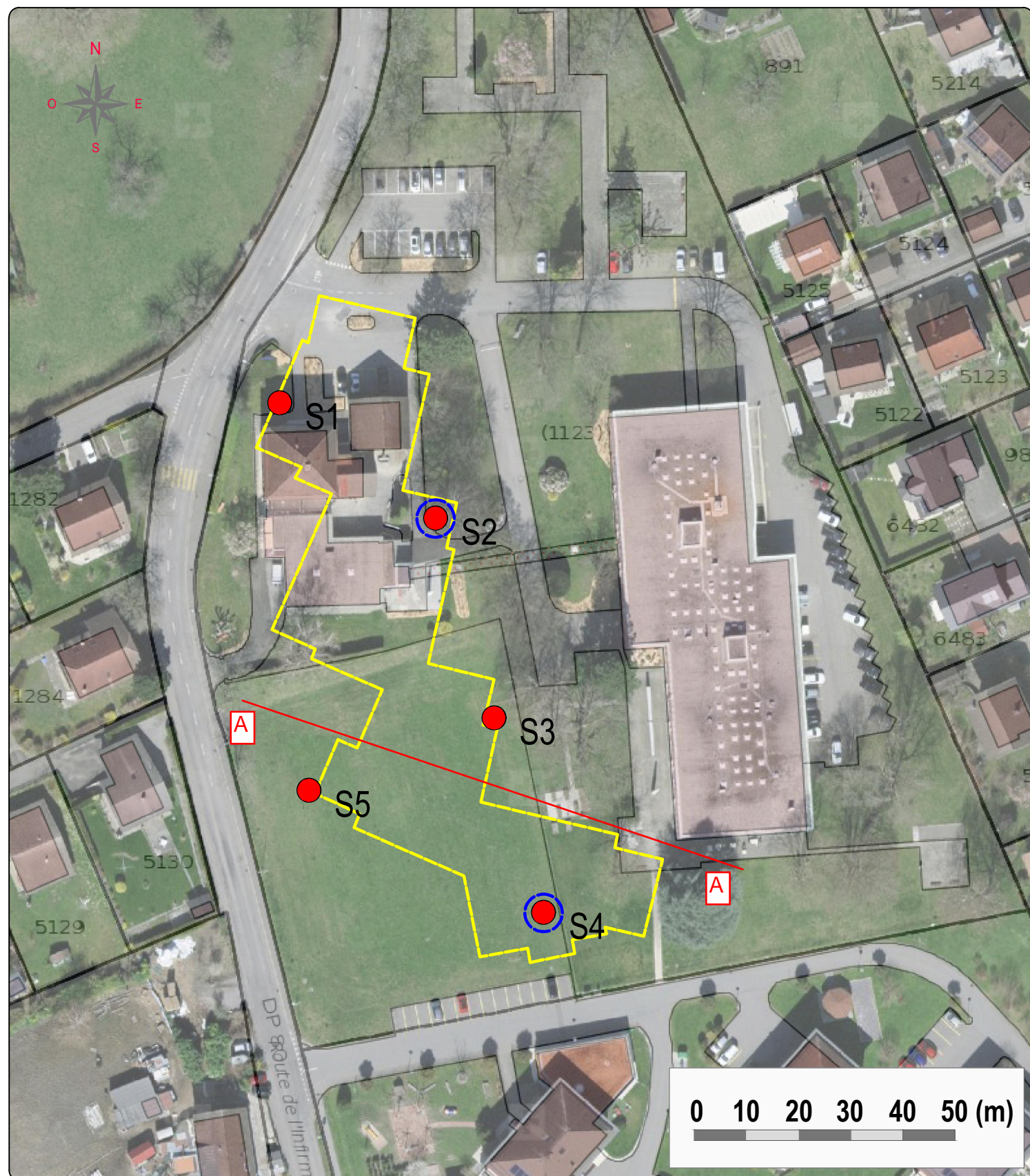
V. Schouwey



ANNEXES

Plan de situation	Mandat : VD06387	
	Echelle : 1:1000	
	Format : A4	
Lieu : Bex	Dessin	Date
Coord. : 2'567'930 / 1'121'840	MY	03.02.2021
 ABA-GEOL SA PAYERNE FRIBOURG SPIEZ		
	Fichier: VD06387_cadastre_situation.dwg	

- Projet
● Forages carottés
○ Piézomètre





VD06387

FORAGE GEOTECHNIQUE

METH. DE FORAGE : Forage carotté

CLIENT : EMS Résidence Grande Fontaine Bex

SONDAGE : S1

COMMUNE : Bex

COORDONNEES : 2567888.59 / 1121882.19 / 446.81 [m.s.m]

Altitude GPS (préc. ±5 cm)

GEOLOGIE
HYDROGEOLOGIE
GEOTECHNIQUE
ENVIRONNEMENT
INFO@ABAGEOL.CH
WWW.ABAGEOL.CH

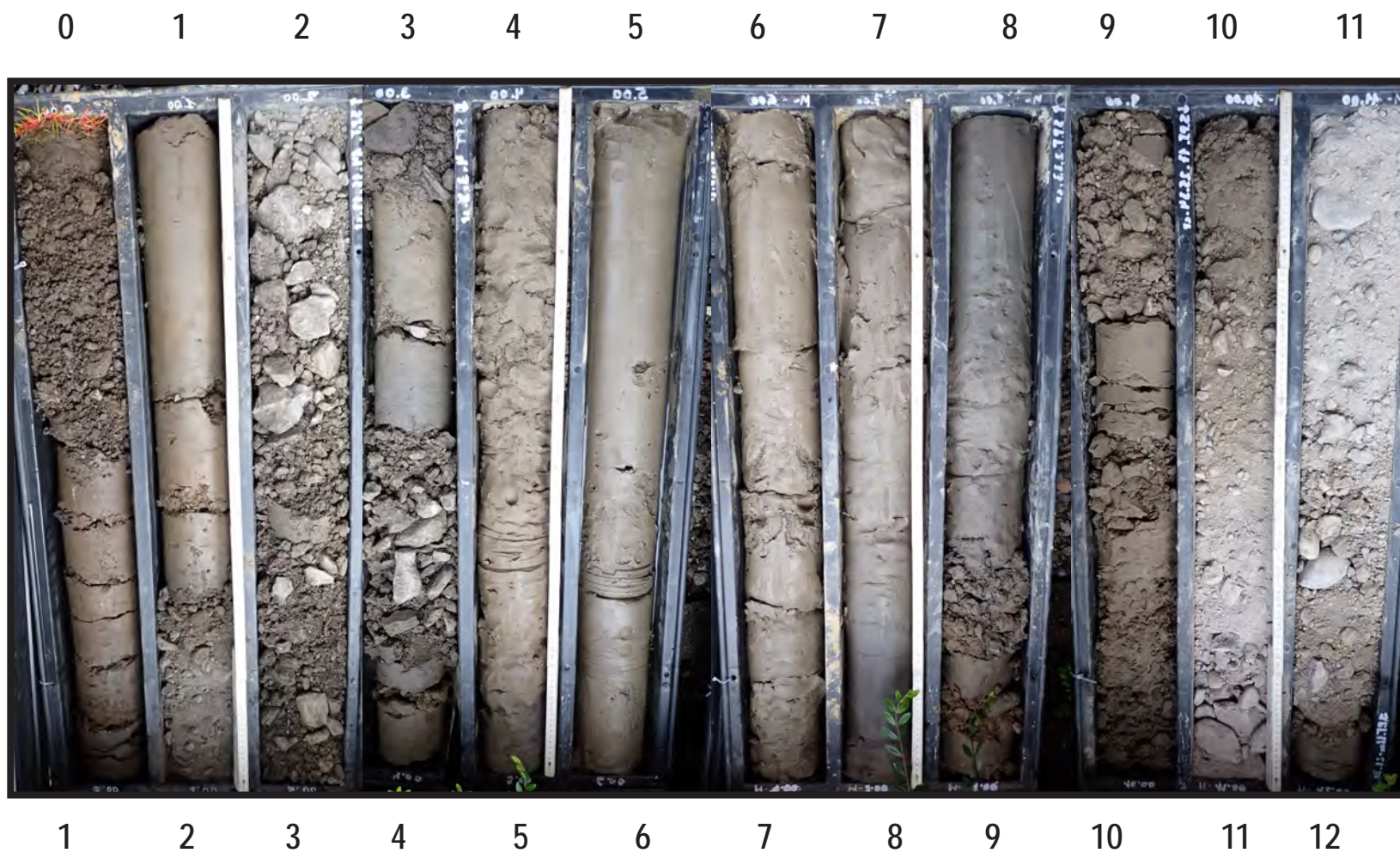
PROFONDEUR [m]	ALTITUDE [m.s.m]	PROFIL GEOLOGIQUE	ECHANTILLON N°	Géologue : Alexandre Vallotton Dessiné par : PF Contrôlé par : AV Date : 12 - 13 mai 2021 Entr. forage : Polyforages SA Diam. init. forage : 0.14 m	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	STRATIGRAPHIE	GEOTYPE	Venues d'eau/zones saturées	Date mesure niveau eau: 13.05.2021	0.3 Scissom. de poche [kg/cm2] 0.7	1.5 Pénétromètre poche [kg/cm2] 4.5	20 SPT 40	25 ROD [%] 75	TUBAGES	EQUIPEMENT FORAGE HORS-SOL [m]: FERMETURE:
0					0.0 - 0.2 m Terre végétale, sablo-limoneuse, brune										
1	446				0.2 - 0.4 m Gravier, sableux avec peu de limons, bruns, quasi lâches, humides	Remblais TV	R								
2					0.4 - 1.0 m Sables fins limoneux avec peu de graviers et des éléments de briques (>10%), bruns, moyennement cohésifs, humides										
3	444				1.0 - 1.7 m Sables fins limoneux avec peu de graviers et des éléments de briques (>10%), bruns, moyens cohésifs, humides										
4					1.7 - 3.1 m Gravier et pierres (anguleux) avec peu de sables et de limons, grès, peu cohésifs, peu humides										
5	442				3.1 - 4.3 m Sables fins limoneux avec beaucoup de graviers et des pierres, gris moyennement cohésifs, humides										
6					4.3 - 7.1 m Limons argileux avec rares graviers, grès beiges cohésifs, peu humides										
7	440														
8					7.1 - 8.6 m Limons argileux avec des graviers et peu de pierres et peu de matières organiques, gris à gris foncés, cohésifs, peu humides	Alluvions en cônes	AC								
9	438				8.6 - 9.3 m Sables fins avec des graviers et peu de limons, gris-bruns, peu à moyennement cohésifs										
10					9.3 - 10.0 m Sables fins peu limoneux, gris-bruns, moyennement cohésifs, humides										
11	436				10.0 - 12.0 m Gravier arrondis avec des pierres et du sable fins à moyens et très peu de limons, gris-clair quasi lâches, secs.										
12															
13	434														

VD06387

Bex- EMS Résidence Grande Fontaine

Photo du log de forage

S1 (0 - 12 m)





VD06387

FORAGE GEOTECHNIQUE

METH. DE FORAGE : Forage carotté

CLIENT : EMS Résidence Grande Fontaine Bex

SONDAGE : S2

COMMUNE : Bex

COORDONNEES : 2567918.43 / 1121860.15 / 449.14 [m.s.m]

Altitude GPS (préc. ±5 cm)

GEOLOGIE
HYDROGEOLOGIE
GEOTECHNIQUE
ENVIRONNEMENT
INFO@ABAGEOL.CH
WWW.ABAGEOL.CH

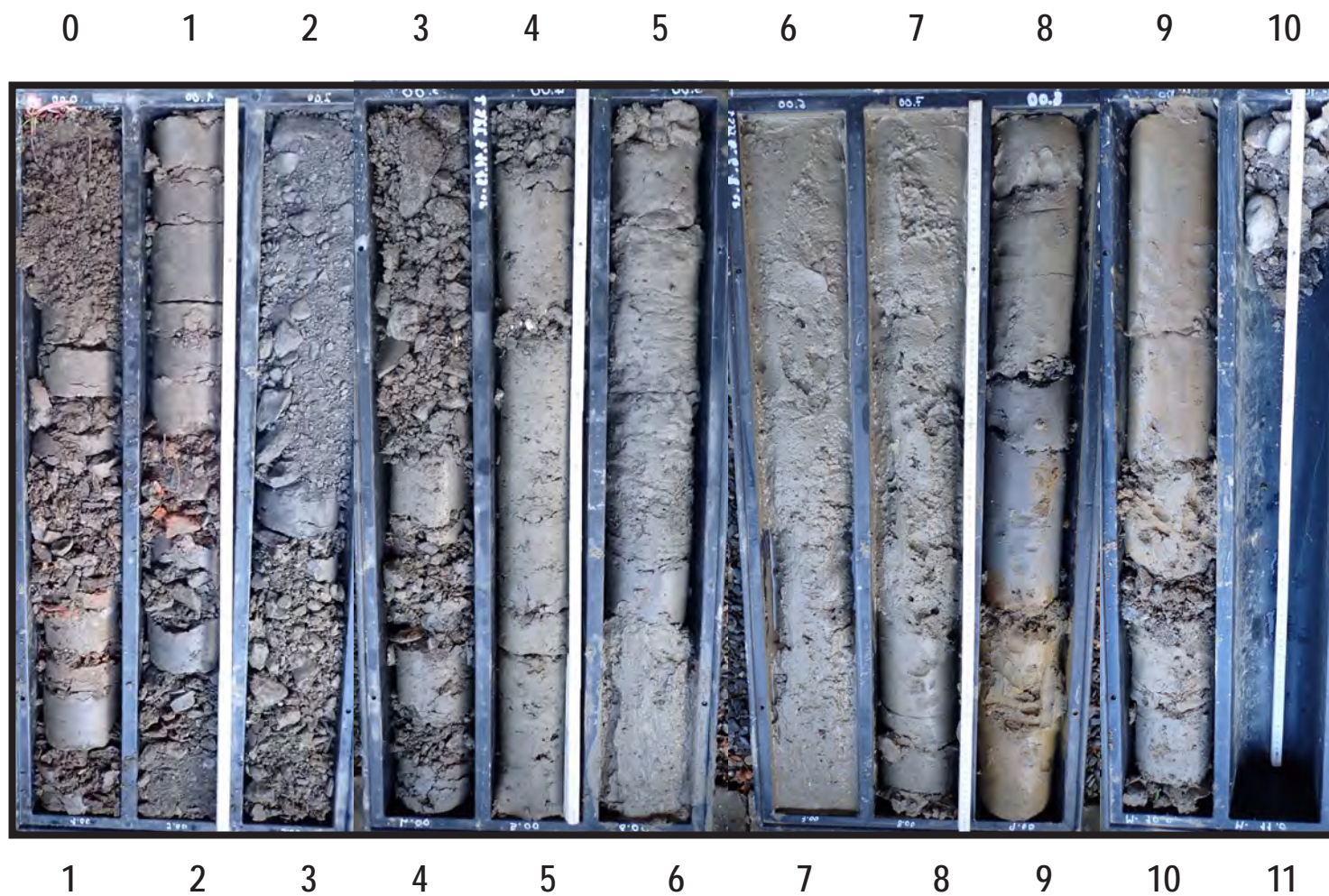
PROFONDEUR [m]	ALTITUDE [m.s.m]	PROFIL GEOLOGIQUE	ECHANTILLON N°	Géologue : Alexandre Vallotton Dessiné par : PF Contrôlé par : AV Date : 12 - 17 Mai 2021 Entr. forage : Polyforages SA Diam. init. forage : 0.14 m	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	STRATIGRAPHIE	GEOTYPE	Venues d'eau/zones saturées	Date mesure niveau eau: 25.05.2021	0.3 Scissom. de poche [kg/cm2] 0.7	1.5 Pénétromètre poche [kg/cm2] 4.5	20 SPT 40	25 ROD [%] 75	TUBAGES	EQUIPEMENT FORAGE HORS-SOL [m]: 0 FERMETURE:
0					0.0 - 0.3 m Table végétale, sablo limoneuse, brune-foncée	TV	TV								
1	448				0.3 - 1.9 m Limons sableux, sables fins avec peu de graviers et de pierres et des éléments de briques (>5%), gris-foncé, moyennement cohésifs, humides	Remblais	R								PVC 2"
2					1.9 - 3.2 m Gravier sableux (moyens) avec peu de limons et de pierres, gris, peu cohésifs, humides							100			
3	446				3.2 - 4.7 m Gravier sableux (moyens à fins), limoneux avec des pierres, gris-beige, moyennement cohésifs, humides à très humides							7 11 13			
4					4.7 - 7.8 m Sables fins à très fins, limoneux avec beaucoup de graviers, gris-clair, cohésifs, très humides	Alluvions en cône	AC					6 6 8			Tubage 140 mm PVC 2"
5	444														
6															
7	442														
8					7.8 - 8.6 m Limons argileux avec de rares graviers et de l'argile et un peu de matières organiques, grès beige-bruns, cohésifs, humides							4 5 9			
9	440				8.6 - 9.6 m Sables vraiment très fins et limons argileux, gris-beige, peu humides										
10					9.6 - 10.2 m Gravier sableux, (fins à très fins), avec peu de limons et des pierres gris, peu cohésifs, peu humides							23 32 44			
11															

VD06387

Bex- EMS Résidence Grande Fontaine

Photo du log de forage

S2 (0 - 11 m)





VD06387

FORAGE GEOTECHNIQUE

METH. DE FORAGE : Forage carotté

CLIENT : EMS Résidence Grande Fontaine Bex

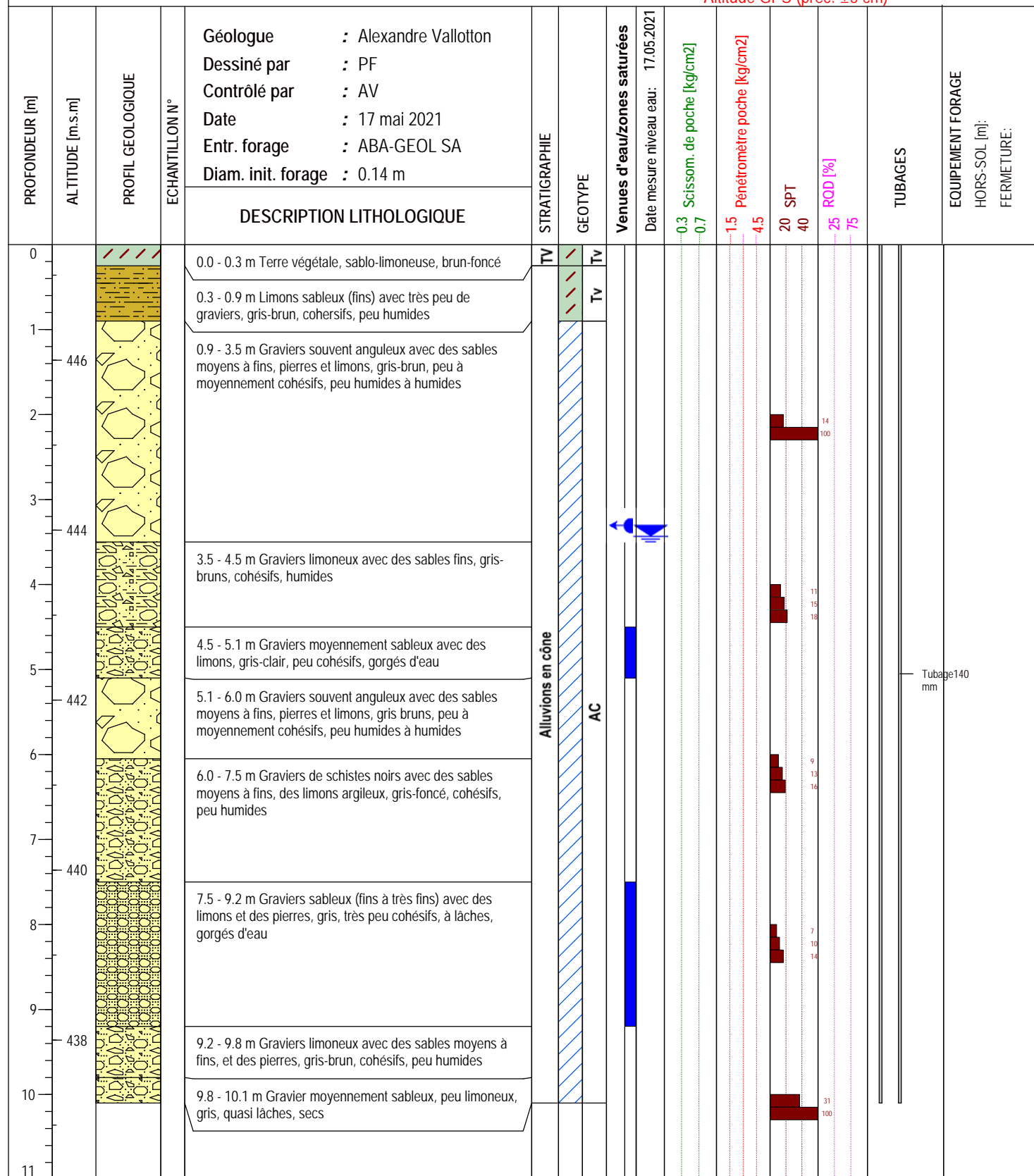
SONDAGE : S3

COMMUNE : Bex

COORDONNEES : 2567929.66 / 1121821.84 / 447.36 [m.s.m]

Altitude GPS (préc. ±5 cm)

GEOLOGIE
HYDROGEOLOGIE
GEOTECHNIQUE
ENVIRONNEMENT
INFO@ABAGEOL.CH
WWW.ABAGEOL.CH

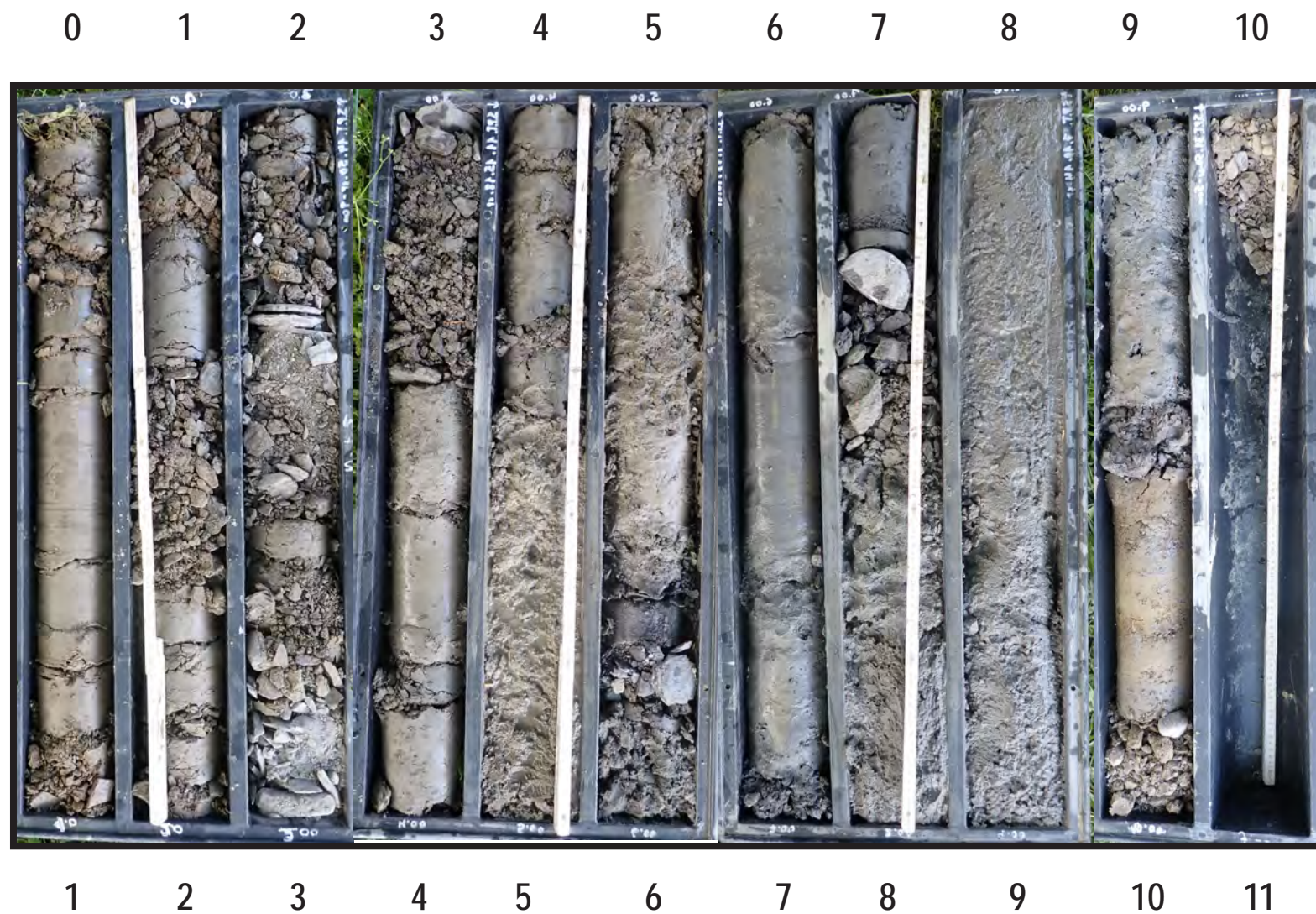


VD06387

Bex- EMS Résidence Grande Fontaine

Photo du log de forage

S3 (0 - 10.10 m)





VD06387

FORAGE GEOTECHNIQUE

METH. DE FORAGE : Forage carotté

CLIENT : EMS Résidence Grande Fontaine Bex

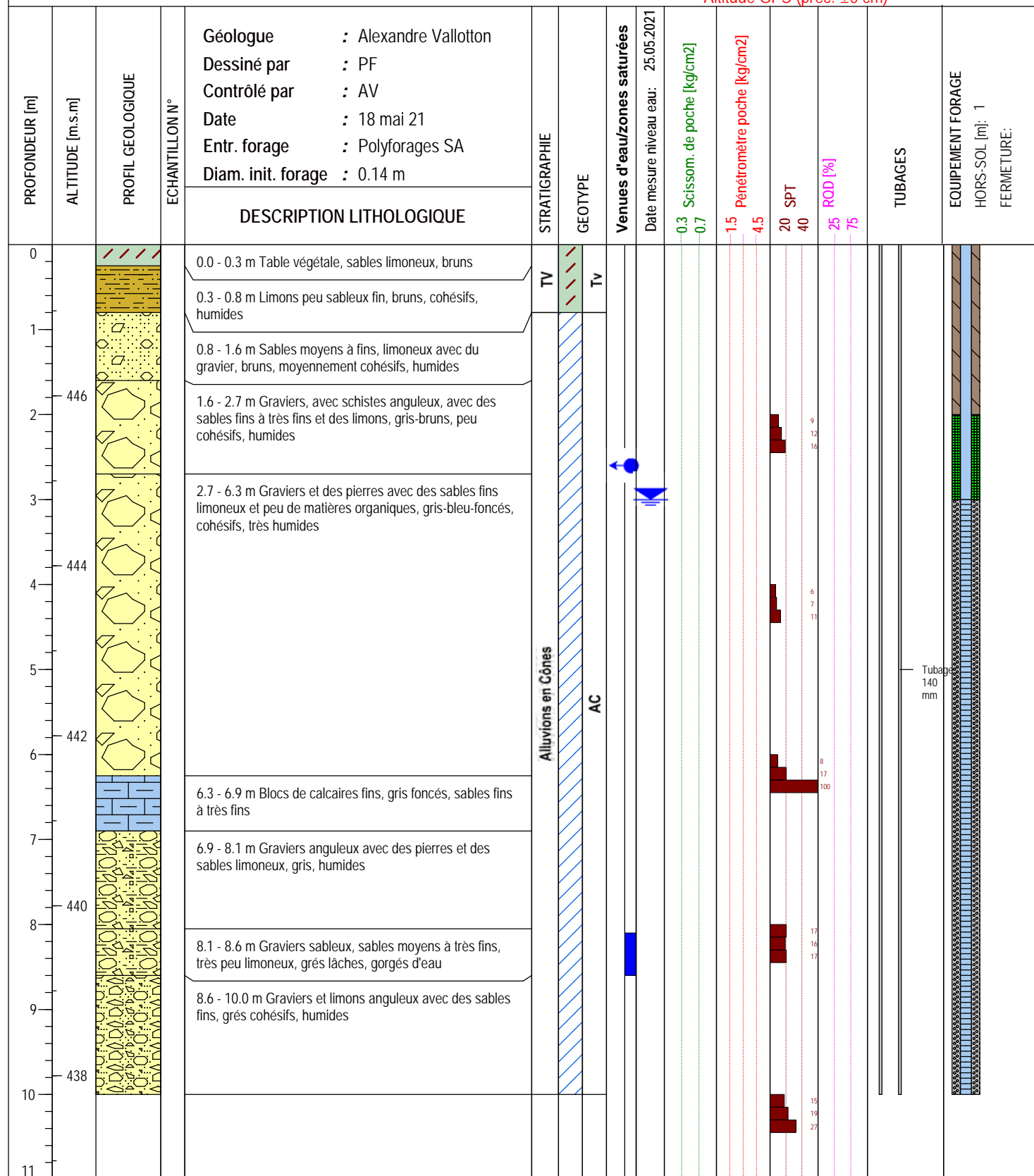
SONDAGE : S4

COMMUNE : Bex

COORDONNEES : 2567939.14 / 1121784.53 / 447.78 [m.s.m]

Altitude GPS (préc. ±5 cm)

GEOLOGIE
HYDROGEOLOGIE
GEOTECHNIQUE
ENVIRONNEMENT
INFO@ABAGEOL.CH
WWW.ABAGEOL.CH

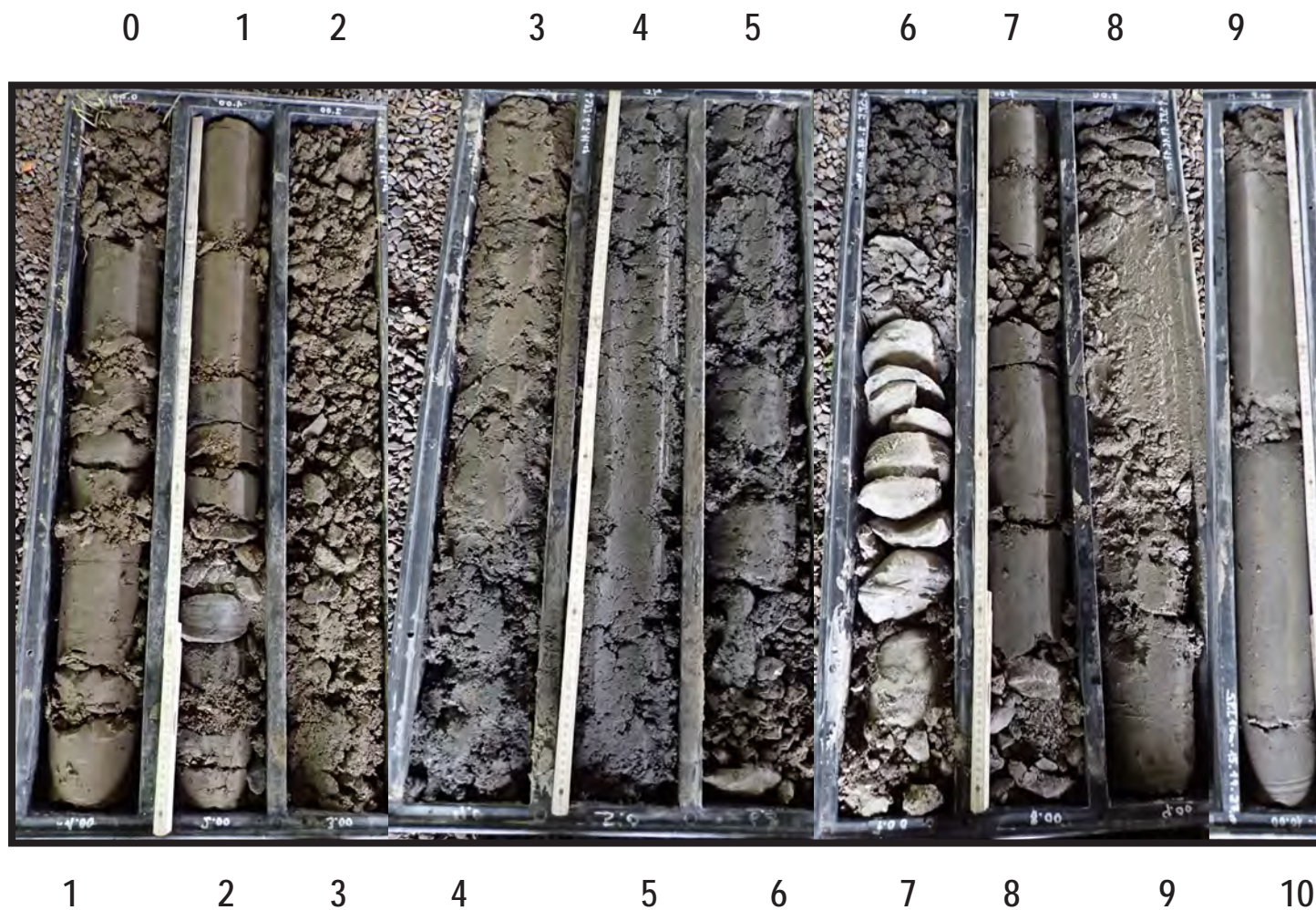


VD06387

Bex- EMS Résidence Grande Fontaine

Photo du log de forage

S4 (0 - 10 m)





VD06387

FORAGE GEOTECHNIQUE

METH. DE FORAGE : Forage carotté

CLIENT : EMS Résidence Grande Fontaine Bex

SONDAGE : S5

COMMUNE : Bex

COORDONNEES : 2567894.91 / 1121807.8 / 447.09 [m.s.m]

Altitude GPS (préc. ±5 cm)

GEOLOGIE
HYDROGEOLOGIE
GEOTECHNIQUE
ENVIRONNEMENT
INFO@ABAGEOL.CH
WWW.ABAGEOL.CH

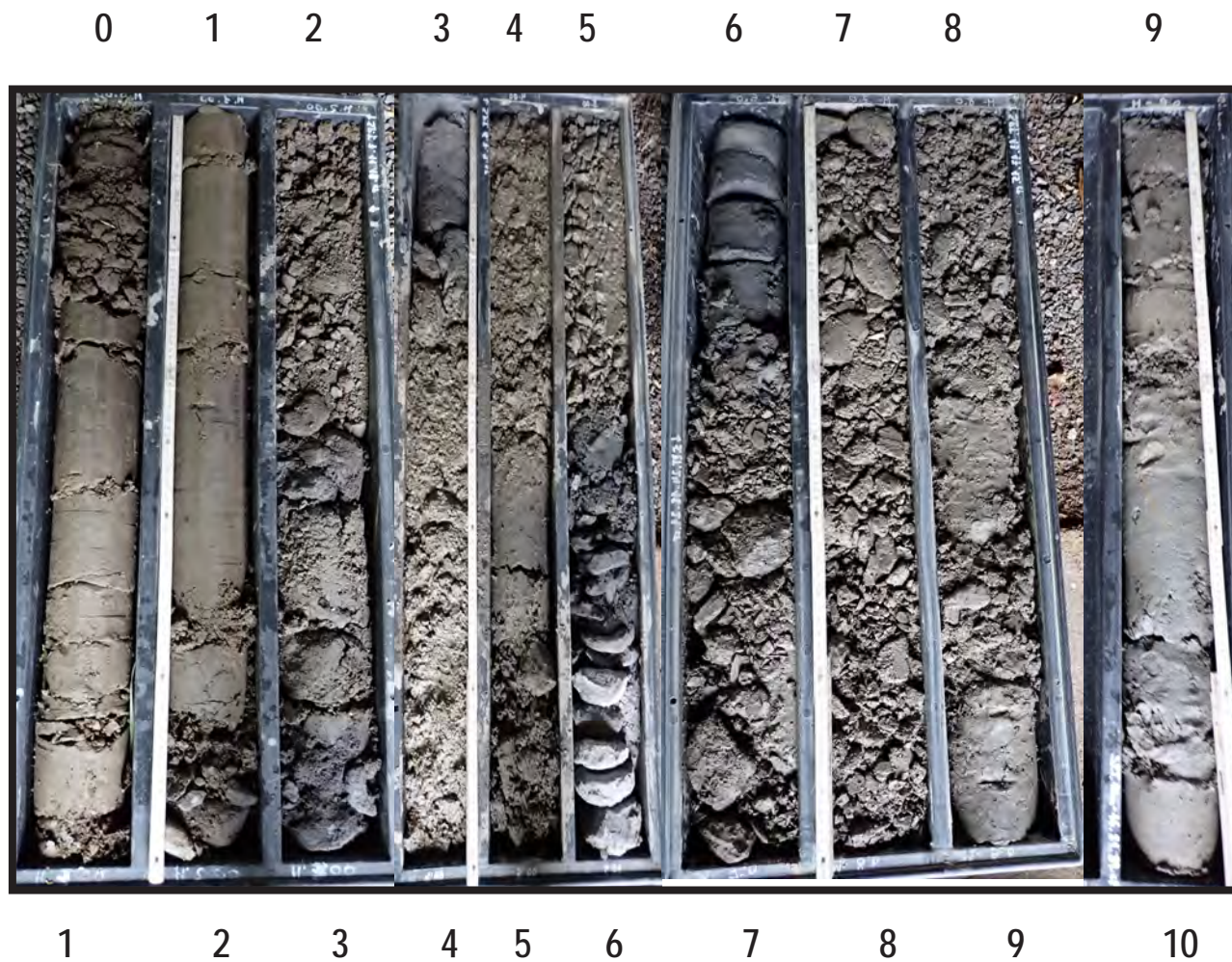
PROFONDEUR [m]	ALTITUDE [m.s.m]	PROFIL GEOLOGIQUE	ECHANTILLON N°	Géologue : Alexandre Vallotton Dessiné par : PF Contrôlé par : AV Date : 18 mai 2021 Entr. forage : Polyforages SA Diam. init. forage : 0.14 m	STRATIGRAPHIE	GEOTYPE	Venues d'eau/zones saturées	Date mesure niveau eau: 18.05.2021	0.3 Scissom. de poche [kg/cm2] 0.7	1.5 Pénétromètre poche [kg/cm2] 4.5	20 SPT 40	25 ROD [%] 75	TUBAGES	EQUIPEMENT FORAGE HORS-SOL [m]: FERMETURE:
DESCRIPTION LITHOLOGIQUE														
0				0.0 - 0.3 m Table végétale, sablo-limoneuse, brune	TV	TV								
1	446			0.3 - 1.3 m Limons peu sableux, sables fins, bruns, cohésifs, humides										
2				1.3 - 1.8 m Sables moyens avec des limons et des graviers, bruns, moyennement cohésifs, humides										
3	444			1.8 - 2.5 m Gravier sableux (fins à très fins) avec des limons, brun-gris, peu cohésifs, peu humides										
4				2.5 - 5.5 m gravier avec des pierres et des blocs avec une matrice sableuse (fine à très fine), limoneuses, grès peu à moyennement cohésifs, humides jusqu'à 3.20 puis saturés										
5	442													
6				5.5 - 6.3 m Blocs de calcaires marneux, gris										
7	440			6.3 - 8.8 m gravier avec des pierres et des blocs avec une matrice sableuse (fine à très fine), limoneuses, grès peu à moyennement cohésifs, humides										
8														
9	438			8.8 - 10.0 m Gravier sableux, sables fins avec des limons et de rares pierres, grès très humides, cohésifs										
10														
11														


VD06387

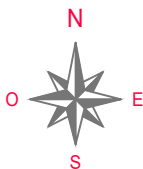
Bex- EMS Résidence Grande Fontaine

Photo du log de forage

S5 (0 - 10 m)



 Situation approx. du projet



Extrait des cartes géologiques et des dangers naturels

Mandat : VD06387

Echelle : variable

Format : A4

Lieu : Bex

Dessin

Date

Coord. : 2'567'930 / 1'121'840

MY

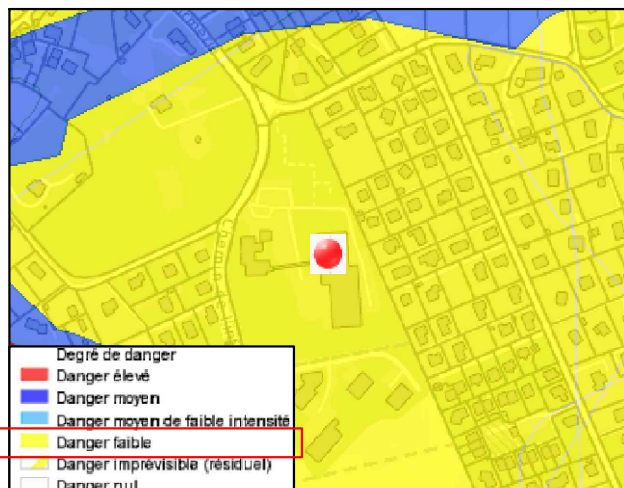
03.06.2021



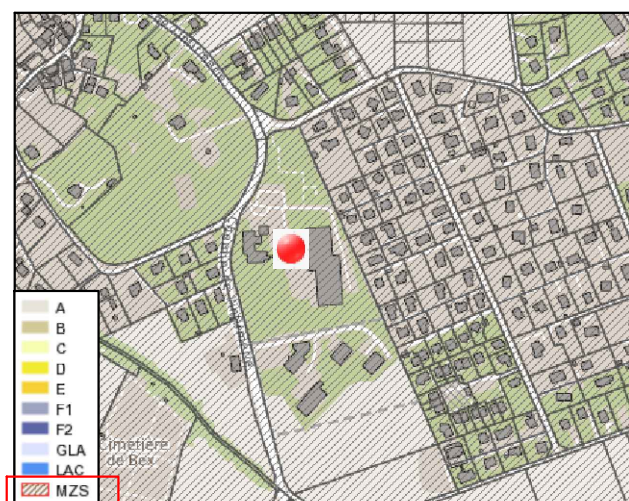
ABA-GEOL SA
PAYERNE
FRIBOURG
SPIEZ

Fichier: VD06387_Annexes3-4_template.dwg

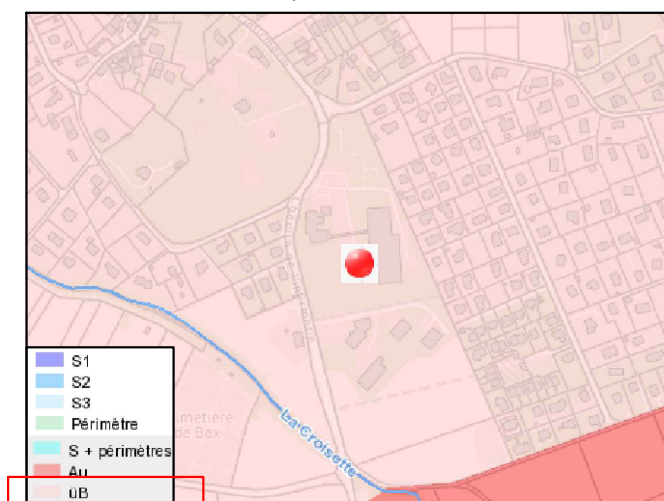
Carte synthétique des dangers naturels



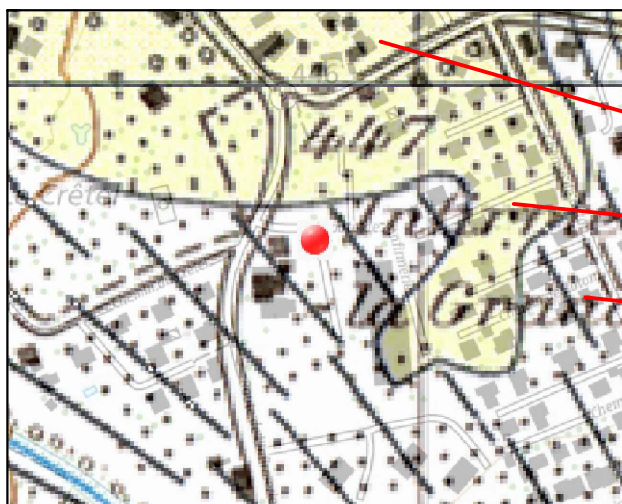
Carte des sols de fondations selon SIA



Carte des secteurs de protection des eaux



Extrait de "l'Atlas géologique au 1:25'000", feuille "Dt de Morcles (CN 1305)"



Légende:

Glaciaire local

Glaciaire rhodanien

Cône de déjection

Légende:

1

Terre végétale

3

Graviers sableux, de moyenne à bonne portance (15 < Nspt < 35)

4

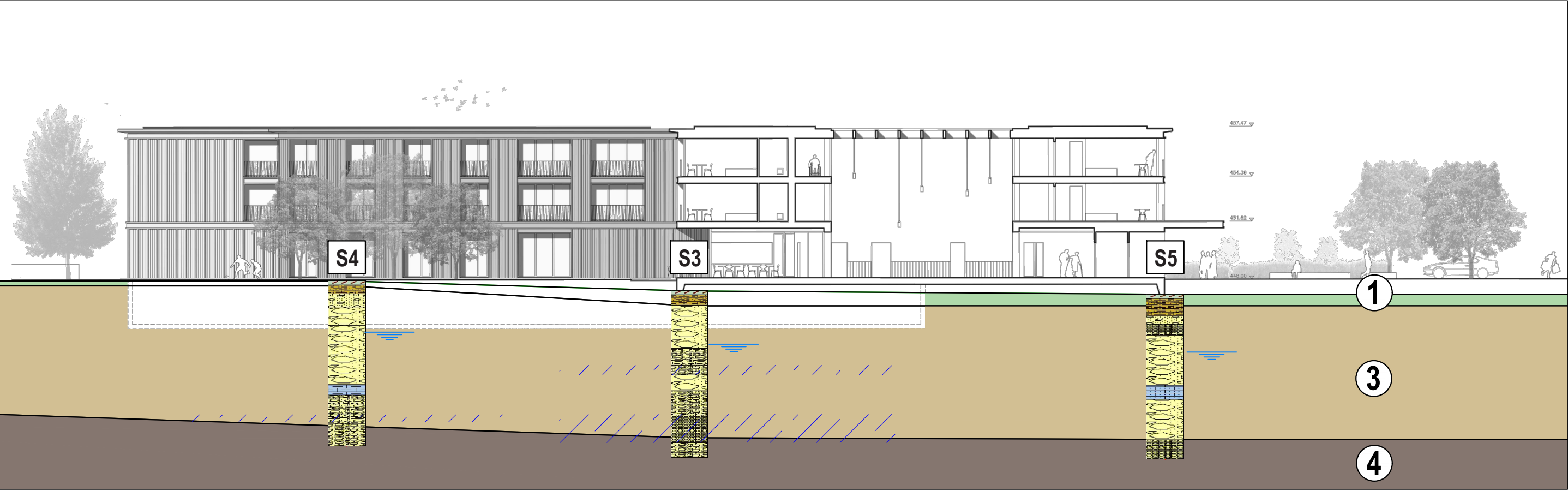
Graviers sableux, de très bonne portance (Nspt > 50)

Zones saturées en eau

Niveau d'eau mesuré le 17 / 18 / 25.05.2021

Profil géotechnique synthétique	Mandat : VD06387	
	Echelle : 1/250	
	Format : A3	
Lieu : Bex	Dessin	Date
Coord. : 2°56'7"930 / 1°12'1"840	MY	03.06.2021
<div><div></div><div>ABA-GEOL SA</div><div>PAYERNE</div><div>FRIBOURG</div><div>SPIEZ</div></div>		
	Fichier: VD06387_Annexes3-4_template.dwg	

Coupe A-A



Annexe 5

Carte de microzonage sismique spectral de la Vallée du Rhône VD

Les expressions analytiques des spectres issus de la présente étude comportent parfois jusqu'à 4 chiffres après la virgule. Ces chiffres après la virgule n'ont aucune signification physique de précision et ne servent qu'à assurer un raccord correct entre les différentes branches des spectres.

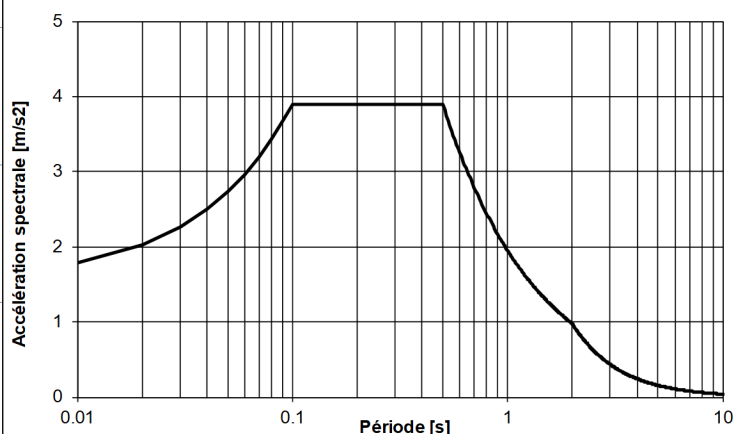
Pour l'ensemble de la zone teintée en orange, ci-contre, il est recommandé d'utiliser ce spectre à la place de ceux de la norme SIA 261, paragraphe 16.2.3.1, pour le contrôle ou le dimensionnement sismique des structures. Le spectre inélastique peut être calculé en analogie avec les formules du paragraphe 16.2.4.1 de la norme SIA 261. En particulier, pour les bâtiments neufs, l'accélération spectrale minimale de dimensionnement, $0.1 \cdot \gamma_r a_{gd}/g$ doit être respectée.

- Zone d'étude
- Spectre spécifique S5
- Spectre spécifique S6
- Spectre spécifique S7
- Spectre spécifique S8

Spectre spécifique S7 :

$0.0 \text{ s} \leq T < 0.1 \text{ s}$	$S_e = 1.56 + 23.4 \cdot T$	[m/s ²]
$0.1 \text{ s} \leq T \leq 0.5 \text{ s}$	$S_e = 3.9$	[m/s ²]
$0.5 \text{ s} < T < 2.0 \text{ s}$	$S_e = 1.95 / T$	[m/s ²]
$T \geq 2.0 \text{ s}$	$S_e = 3.9 / T^2$	[m/s ²]

Vallée du Rhône - Spectre S7



0 1 2 Km
1: 55'000

Carte de microzonage sismique spectral de la Vallée du Rhône VD

Les expressions analytiques des spectres issus de la présente étude comportent parfois jusqu'à 4 chiffres après la virgule. Ces chiffres après la virgule n'ont aucune signification physique de précision et ne servent qu'à assurer un raccord correct entre les différentes branches des spectres.

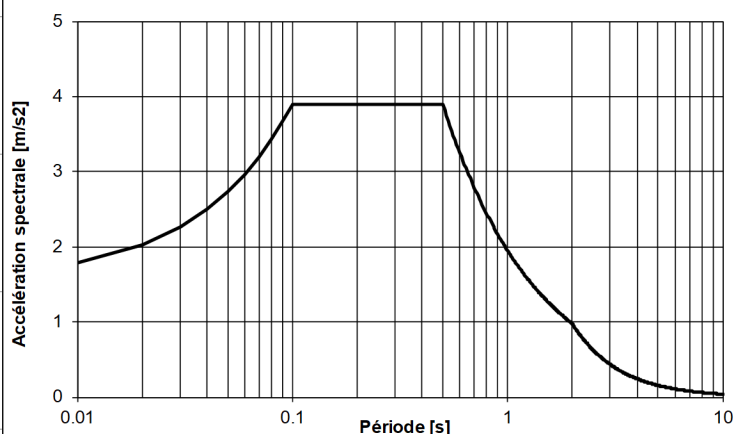
Pour l'ensemble de la zone teintée en orange, ci-contre, il est recommandé d'utiliser ce spectre à la place de ceux de la norme SIA 261, paragraphe 16.2.3.1, pour le contrôle ou le dimensionnement sismique des structures. Le spectre inélastique peut être calculé en analogie avec les formules du paragraphe 16.2.4.1 de la norme SIA 261. En particulier, pour les bâtiments neufs, l'accélération spectrale minimale de dimensionnement, $0.1 \cdot \gamma_I \cdot a_{gd}/g$, doit être respectée.

- Zone d'étude
- Spectre spécifique S5
- Spectre spécifique S6
- Spectre spécifique S7
- Spectre spécifique S8

Spectre spécifique S7 :

$0.0 \leq T < 0.1 \text{ s}$	$S_e = 1.56 + 23.4 \cdot T$	[m/s ²]
$0.1 \leq T \leq 0.5 \text{ s}$	$S_e = 3.9$	[m/s ²]
$0.5 < T < 2.0 \text{ s}$	$S_e = 1.95 / T$	[m/s ²]
$T \geq 2.0 \text{ s}$	$S_e = 3.9 / T^2$	[m/s ²]

Vallée du Rhône - Spectre S7



0 1 2 Km
1: 55'000

EFF - Effondrements et affaissements

Code PSE: 15-EFF-1007

Localisation

Commune(s)	Bex	Périmètre(s)	15089 et 15091-15092
Lieu dit	Bex Sud	Coordonnées X / Y	567939 / 122358
Bien(s) à protéger	Habitations	Évén. recensé(s) (n° CEV)	5402-EFF-00000000-01
Autre(s) aléa(s)	GPP-GSS-INO-CPB		

Données exploitées

- ☐ CID ☒ Atlas géologique ☒ MNT ☐ MNS ☒ Photos aériennes ☒ Cartographie
☒ Etudes existantes ☒ Carte zones dissol. gypse

Description de l'aléa

Type de processus	<input checked="" type="checkbox"/> Effondrement	<input checked="" type="checkbox"/> Subsidence
Source du processus	<input checked="" type="checkbox"/> Naturelle	<input type="checkbox"/> Anthropique
Situation type	<input checked="" type="checkbox"/> Phénomène avéré	<input checked="" type="checkbox"/> Zone potentielle d'affaissement

Géologie roche	Gypse de la Nappe de Bex
Dissolution	Rapide
Géologie couvert.	Alluvions de plaine (Sous les Vignes), terrasses d'alluvions de l'Avançon (Bex Nord)
Description gén.	Le périmètre est à l'extérieur de la zone de dissolution de gypse, dans des secteurs à forte couverture quaternaire. L'événement du terrain de foot avec les 200m3 de remplissage qu'on a versé dans le conduit d'effondrement tout comme la zone de dolines du Glarey (subsidence documentée master EPFL Barras) restent de difficile interprétation

Activité (observations)

- ☐ Niches de traction ☒ Dommage(s) aux ouvrages ☐ Géotropisme végétal ☒ Comblée(s)

Hydrologie

- ☐ Accumulation d'eau en fond de doline ☐ Perte d'eau ☐ Zones drainées

Remarques Probables alimentations de versant vers la nappe du Rhône.

COMPARAISON ATLAS GEOLOGIQUE

- ☐ Constat similaire ☒ Constat différent

Remarques Dolines non repérées ou comblées depuis la réalisation de la carte géologique

Ouvrages de protection

Existant(s) OUI **Type** Comblements

Scénario

CPH - Id	Morphologie	Epaisseur couverture	Angle frottement int. ϕ'	Code scénario
EFF-28, 31	Doline(s) isolée(s)	e > 8 m	35°	15-EFF-1007-A
EFF-3-4	Champ de dolines	e > 8 m	35°	15-EFF-1007-B
EFF-147	Zone potentielle	e > 8 m	35°	15-EFF-1007-C
EFF-148	Doline(s) isolée(s)	e > 8 m		15-EFF-1007-D
EFF-156	Doline(s) isolée(s)	e > 8 m		15-EFF-1007-E

Analyse de détail

Proposition OUI
Type Appréciation du degré de danger selon séance UDN/GEOTEST du 1.5.2013
Remarques -

Références

Bureau d'étude GEOTEST SA **N° réf. Interne** 2209055 Vaud, cartes de dangers - Lot 15
Date 10 janvier 2013