

COMMUNE DE MONT-VULLY, SECTEUR SUGIEZ - PENITENCIER DE
BELLECHASSE

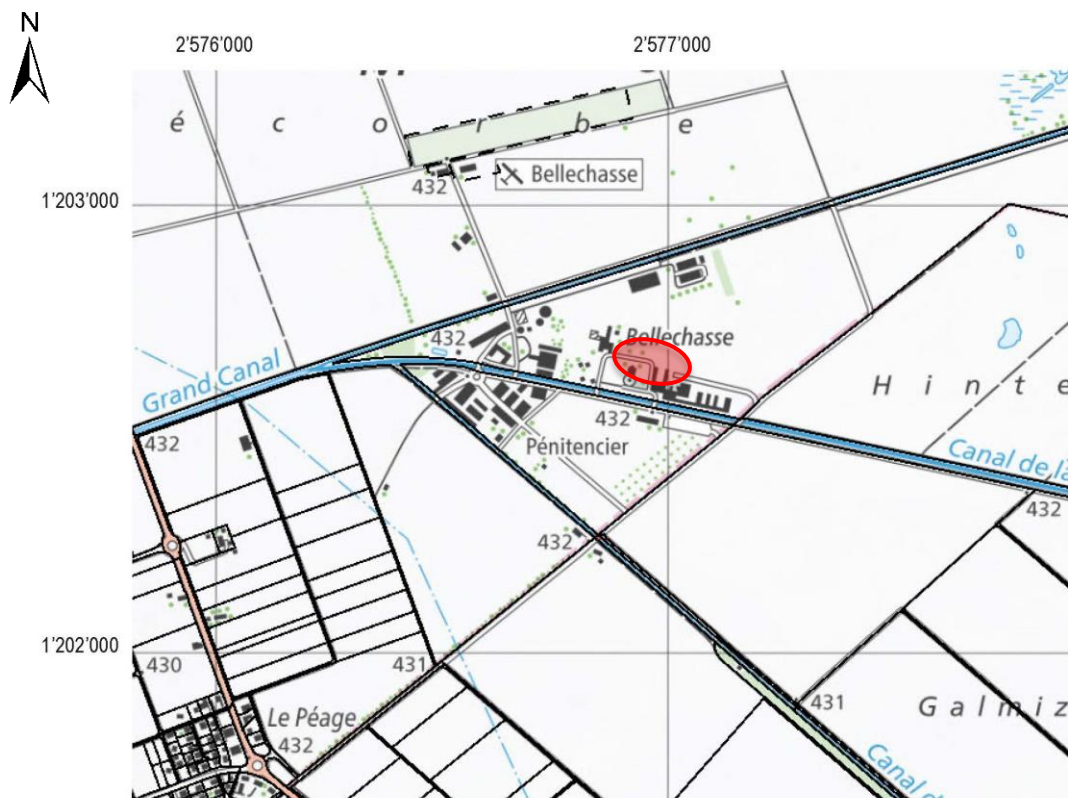
Etude géotechnique préliminaire

Parcelle 1425, Coord. moy. : 2'577'032/1'202'694

FR06572

OCTOBRE 2020

SITUATION GENERALE :



Source: Office fédéral de la topographie swisstopo

Version	1
Document	RA1_FR06572
Date	22.10.2020
Succursale	Payerne
Rédacteur	Mme M. Yersin, Ingénieure géotechnicienne
Vérification interne	M. L. Bazile, Ingénieur géotechnicien
Distribution	M. Bertholet de l'entreprise Steiner AG

TABLE DES MATIERES

1	INTRODUCTION	4
2	TRAVAUX EXECUTES	5
3	SONDAGES ET ESSAIS	5
3.1	Sondages à la tarière	5
3.2	Essais au pénétromètre	6
4	SYNTHESE	7
4.1	Caractéristiques géotechniques	7
4.2	Hydrogéologie	8
4.3	Classe de sol de fondation	10
5	RECOMMANDATIONS CONSTRUCTIVES	10
5.1	Terrassement	10
5.2	Réutilisation des matériaux de terrassement	11
5.3	Fondations des futurs ouvrages	12
5.3.1	Capacités portantes	12
5.3.2	Système de fondation	12
5.4	Gestion des eaux souterraines	14
5.5	Gestion des eaux pluviales	15
5.6	Gestion des eaux en phase de chantier	15
5.7	Synthèse des problématiques	16
5.8	Risque radon	16
6	CONCLUSION	17

LISTE DES ANNEXES

- Annexes 1.1 et 1.2 : Situations des sondages.
- Annexes 2.1 à 2.6 : Relevés des sondages et essais au pénétromètre lourd.
- Annexe 3 : Extraits des cartes géologiques et de dangers.
- Annexes 4.1 à 4.3 : Profils géotechniques synthétiques.

1 INTRODUCTION

Mandant : Suite à notre offre du 11.09.2020, ABA-GEOL SA a été mandatée par M. Bertholet de l'entreprise Steiner AG par courrier du 24.09.2020.

Mandat : Réalisation d'une étude géotechnique préliminaire ayant pour objet de préciser la géologie, la géotechnique, ainsi que l'hydrogéologie locale.

Objet : Projets de construction non connus, situés sur 3 emplacements distincts.

Situation : Commune de Mont-Vully, secteur Sugiez, Pénitencier de Bellechasse, parcelle 1425; coordonnées moyennes 2'577'032 / 1'202'694.

Bases de l'étude : Relevés de 6 sondages à la tarière mécanique et 6 essais au pénétromètre dynamique lourd réalisés par nos soins, ainsi que sur nos connaissances à ce jour de la région.

Les projets ne nous ayant pas été communiqués, aucun plan n'a été mis à notre disposition dans le cadre de cette étude.

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 et moyen de crues (v. annexe 3);
- est situé en zone Z1b 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 SGV (sondes géothermiques verticales) avec demande préalable obligatoire au SEn;
- 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 4 % avec un indice de confiance moyen;
- est répertorié en sol de fondation de type F1 (structures sensibles et dépôts organiques (p.ex. : tourbes, craie lacustre) d'une épaisseur supérieure à 10 m) (v. annexe 3).

2 TRAVAUX EXECUTES

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

- Six sondages à la tarière mécanique;
- Six essais au pénétromètre dynamique lourd;
- 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 Sondages à la tarière

Six sondages à la tarière mécanique (T1 à T6) ont été réalisés le 06.10.2020 jusqu'à arrêt volontaire à 10 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 des terrains relativement homogènes sur les 3 zones étudiées et pouvant être résumés comme suit : de la terre végétale ou des remblais d'environ 0.5 m d'épaisseur mis en place sur des dépôts palustres à dominance sablo-limono-argileuse avec des passées tourbeuses de maximum 1 m d'épaisseur vers 2 m de profondeur.

Lors des sondages, le 06.10.2020, les matériaux mis au jour étaient peu humides à humides jusqu'à environ 3 m de profondeur, puis très humides à saturés au-delà.

Ce même jour, le niveau d'eau par rapport au terrain actuel a été mesuré à entre 1.28 et 2.33 m après quelques heures.

Les terrains rencontrés peuvent être synthétisés comme suit (les détails des relevés et leur situation sont donnés dans les annexes et des profils géotechniques synthétiques dans les annexes 4.1 à 4.3).

Profondeur	Epaisseur couche	Description et nature géologique
Entre 0.0 m et env. 0.5 m	env. 0.5 m	Terre végétale ou remblais : sable très fin avec limon, traces de terre cuite (sondage T4)
Entre 0.5 m et env. 1.5 m	env. 1 m	Dépôts palustres : sable fin limoneux, gris à noir.
Entre env. 1.5 m et env. 2.5 m	env. 1 m	Tourbe noire bien décomposée.
Entre 2.5 m et env. 8 m	env. 5.5 m	Dépôts palustres : argile ou sable fin, plus ou moins limoneux, gris à noir.
Entre env. 8 m et au-delà de 10 m	> 2 m	Dépôts palustres : sable moyen à grossier, gris.

3.2 Essais au pénétromètre

Six essais au pénétromètre dynamique lourd (P1 à P6) ont été exécutés ce même jour, à proximité immédiate des sondages (T1 à T6 respectivement). Cet essai permet de déterminer la compacité ou la consistance des couches traversées.

La machine de type SEDITECH utilisée a les caractéristiques suivantes :

- Poids du mouton : 0.5 kN
- Hauteur de chute du mouton : 0.5 m
- Surface de la pointe : 12.6 cm²

Les résultats de ces essais sont présentés sur les annexes 2.1 à 2.6 et sont synthétisés dans le tableau ci-dessous. Ils mettent en évidence les différents types de terrains relevés dans les sondages à la tarière avec des terrains présentant chacun un comportement géomécanique différent.

Profondeur [m]		Epaisseur	N*	Qualité géotechnique
P1 à P4	P5 & P6			
De 0 à env. 4 m		env. 4 m	1 à 5	Mauvaise (matériaux lâches à peu compacts et/ou de consistance très molle à molle)
D'env. 4 m à env. 7 m	Au-delà d'env. 4 m	env. 3 à > 6 m	10 à 20	Moyenne (matériaux moyennement compacts et/ou de consistance ferme)
Au-delà d'env. 7 m	-	-	> 30	Bonne (matériaux compacts et/ou de consistance très ferme)

N * : nombre de coups pour un enfoncement de 20 cm

4 SYNTHESE

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 les profils géotechniques synthétiques des annexes 4.1 à 4.3.

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

Couche	Prof.		Description et caractéristiques géomécaniques
	Zones 1 & 2	Zone 3	
0	Entre 0 et 0.5 m		Terre végétale ou remblais
1	Entre 0.5 et env. 1.5 m		Sable très fin limoneux, très lâche à peu compact. $1 < N_{SPT} < 5$; $18 < \gamma_k < 19 \text{ kN/m}^3$; $28^\circ < \Phi'_k < 30^\circ$; $0 < c'_k < 3 \text{ kN/m}^2$; $4'000 < E_k < 8'000 \text{ kN/m}^2$.
2	Entre env. 1.5 m et env. 2.5 m		Tourbe noire décomposée, lâche. $1 < N_{SPT} < 5$; $14 < \gamma_k < 18 \text{ kN/m}^3$; $22^\circ < \Phi'_k < 26^\circ$; $0 < c'_k < 2 \text{ kN/m}^2$; $1'000 < E_k < 2'000 \text{ kN/m}^2$.
3	Entre env. 2.5 m et env. 4 m		Argile limoneuse ou sable très fin limoneux, très lâche à peu compact et/ou de consistance très molle à molle. $1 < N_{SPT} < 5$; $18 < \gamma_k < 19 \text{ kN/m}^3$; $26^\circ < \Phi'_k < 28^\circ$; $2 < c'_k < 5 \text{ kN/m}^2$; $4'000 < E_k < 8'000 \text{ kN/m}^2$.
4	Entre env. 4 m et env. 7 m	Entre env. 4 m et env. 10 m	Argile limoneuse ou sable très fin limoneux, de consistance ferme et/ou moyennement compact. $10 < N_{SPT} < 20$; $19 < \gamma_k < 20 \text{ kN/m}^3$; $26^\circ < \Phi'_k < 29^\circ$; $2 < c'_k < 5 \text{ kN/m}^2$; $20'000 < E_k < 30'000 \text{ kN/m}^2$.
5	Au-delà d'env. 7 m	-	Sable moyen à grossier, gris, saturé, compact. $N_{SPT} > 30$; $20 < \gamma_k < 21 \text{ kN/m}^3$; $30^\circ < \Phi'_k < 32^\circ$; $0 < c'_k < 2 \text{ kN/m}^2$; $35'000 < E_k < 45'000 \text{ kN/m}^2$.

4.2 Hydrogéologie

Les zones d'étude se situent 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, le 06.10.2020, les matériaux mis au jour étaient peu humides à humides jusqu'à environ 3 m de profondeur, puis très humides à saturés au-delà.

Le tableau ci-dessous résume les niveaux d'eau mesurés le 06.10.2020.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Altitude du Terrain actuel [msm]	432.11 +/- 0.05	432.02 +/- 0.05	432.38 +/- 0.05	432.18 +/- 0.05	432.00 +/- 0.05	432.00 +/- 0.05
Niveau piézométrique [m]	1.28	1.9	1.66	2.33	1.79	2.4
Altitude piézométrique [msm]	431.83 +/- 0.05	430.12 +/- 0.05	430.72 +/- 0.05	429.85 +/- 0.05	430.21 +/- 0.05	429.6 +/- 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 T1, T3 et T5 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.

Les altitudes du toit des nappes souterraines présentes dans la zone d'étude sont indiquées sur la carte reproduite à la page suivante. En l'occurrence le niveau de la nappe indiqué est de 430 [msm] ce qui est cohérent par rapport aux niveaux mesurés.

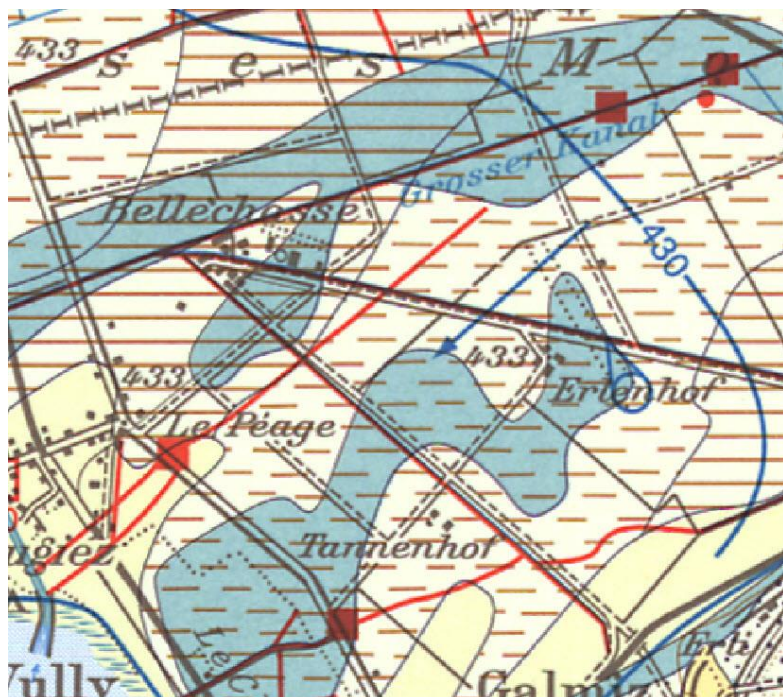


Figure 1: Carte hydrogéologique de la Suisse au 1:100'000

4.3 Classe de sol de fondation

Le sous-sol de la parcelle est composé de dépôts palustres d'une épaisseur supérieure à 10 m. Ainsi, la classe de sols de fondations de type F1 (structures sensibles et dépôts organiques (p.ex. : tourbes, craie lacustre) d'une épaisseur supérieure à 10 m) au sens de la norme SIA 261 – Tableau 24 peut être considérée pour le projet. Elle correspond à celle figurant sur le guichet cartographique cantonal.

5 RECOMMANDATIONS CONSTRUCTIVES

Les projets ne nous ayant pas été communiqués, nous n'avons pas connaissance de leur nature ni de la profondeur exacte des fouilles, du niveau des radiers, et des charges. Toutes les recommandations ci-dessous sont donc données à titre indicatif et seront à préciser pour les projets définitifs.

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...).

5.1 Terrassement

Les projets ne nous ayant pas été communiqués, les profondeurs des terrassements ne sont pas connues.

Tous les terrains rencontrés dans les sondages peuvent être excavés normalement à la pelle mécanique.

La carrossabilité du fond de fouille sera problématique en raison de la présence de tourbe bien décomposée ainsi que dans les matériaux saturés. Des mesures seront donc à prévoir (ex : excavation en reculant, pistes...) dès environ 1.5 m de profondeur.

En raison des faibles caractéristiques géomécaniques des matériaux rencontrés et de la présence d'une nappe à faible profondeur, les talus poseront rapidement des problèmes de stabilités.

La pente des talus d'excavation que nous pouvons préconiser en première approximation, pour une hauteur inférieure à 1.5 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 niveau d'eau a été relevé entre 1.3 et 2.4 m/TN lors des sondages et des matériaux saturés ont été observés dès environ 3 m de profondeur par rapport au terrain naturel. Ainsi, la réalisation d'excavation au-delà de ces profondeurs 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 sera également nécessaire de réaliser un confortement en pied de talus ou de prévoir un blindage de fouille (palplanches).

Ainsi pour des fouilles supérieures à 1.5 m de profondeur, nous recommandons la réalisation d'une analyse plus fine de la stabilité avant le début des terrassements. Elle devra tenir compte du caractère saturé des matériaux et prendre en compte les mesures choisies pour rabattre la nappe et/ou pomper les eaux.

Au préalable, les risques liés au rabattement de la nappe seront évalués et validés. Rappelons à ce titre que **le rabattement de la nappe dans des terrains tourbeux provoque d'importants tassements**, tant en intensité qu'en étendue spatiale (rayon d'action du rabattement important).

Remarque complémentaire :

La zone 2 se situe à proximité immédiate d'un bâtiment existant. En cas de terrassement, compte tenu de la nature des matériaux, il conviendra de ne pas stocker les déblais à proximité du bâtiment en raison de leur influence sur la stabilité des fondations de ce dernier (risque de frottement négatif).

5.2 Réutilisation des matériaux de terrassement

Les sondages T2 et T4 ont mis au jour des matériaux de remblais contenant des débris de briques sur une épaisseur d'environ 0.5 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, 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.

En théorie, 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. En pratique, sous la terre végétale se trouve des matériaux argileux limono-sableux ainsi que des matériaux organiques. Ainsi, la qualité de ces matériaux ne permettra pas leur réutilisation.

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 ».

5.3 Fondations des futurs ouvrages

5.3.1 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.

	(1) Sable limoneux <i>Peu compact</i>	(2) Tourbe <i>Lâche</i>	(3) Sable ou argile limoneux <i>Peu compact de consistance molle</i>	(4) Sable ou argile limoneux <i>Moy. compact de consistance ferme</i>	(5) Sable moyen <i>Compact</i>
q_d^* [kN/m ²]	140 - 160	80 - 100	100 - 120	180 - 200	250 - 280
q_{adm}^{**} [kN/m ²]	100 - 120	40 - 60	70 - 90	150 - 170	200 - 220
Tassement estimé*** [mm]	15 - 25	> 30	15 - 20	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.

5.3.2 Système de fondation

La présence de matériaux de portance faible jusqu'à 4 m de profondeur rend problématique l'adoption d'un système de fondation superficielle appuyé directement sur le terrain existant. En effet, des tassements globaux et différentiels risqueraient de se développer sous les fondations et de générer des désordres dans la structure des ouvrages.

Ainsi le recours à des fondations profondes de type pieux sera nécessaire. Ils devront être fichés dans les terrains de meilleure portance (au-delà de 8 m de profondeur) afin de limiter au maximum les tassements.

Le pré-dimensionnement de ces pieux et leur disposition devra faire l'objet d'une étude spécifique, qui se basera sur les charges réelles des futurs bâtiments.

Le tableau ci-dessous résume les paramètres proposés pour le prédimensionnement de pieux forés-tubés et à refoulement. Ces valeurs restent à confirmer par l'exécution de pieu(x) d'essai(s).

Les valeurs proposées correspondent aux valeurs caractéristiques (x_k) au sens des normes SIA (260 et suivantes), s'appliquant aux vérifications de la sécurité structurale avec la prise en compte des facteurs partiels η_a et $\gamma_{M,a}$ (selon la SIA 267, chiffre 9.5.2.2).

Profondeur [m]	Foré-tubé		Refoulement	
	Frottement latéral $q_{s,k}$ [kN/m ²]	Résistance en pointe $q_{p,k}$ [kN/m ²]	Frottement latéral $q_{s,k}$ [kN/m ²]	Résistance en pointe $q_{p,k}$ [kN/m ²]
0 à 4 m	0 - 10	Négligeable	0 - 10	Négligeable
4 à 8 m	20 à 40	400 - 800	30 à 50	1'000 à 1'500
A partir de 8 m	60 à 80	1'500 à 2'000	100 à 120 ⁽²⁾	2'500 à 3'500 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Valeur basse pour les pieux à refoulement partiel. Valeur haute pour les pieux à refoulement total

Pour limiter les effets de groupe la distance minimale d'entraxe des pieux sera limitée, en première approximation, à 3 diamètres.

On relève que les bâtiments récents du site sont fondés sur pieux. Ces travaux n'ont pas été suivis par notre bureau et nous ne possédons pas les rapports des essais réalisés en cours de chantier sur les pieux. S'ils ont été conservés, ils pourraient constituer une excellente base pour le dimensionnement des pieux du projet.

Comme alternative pour préciser le prédimensionnement des pieux, on peut opter pour l'exécution d'essais au pénétromètre statique CPTU. Cette technique permet de descendre jusqu'à environ 45 m de profondeur. L'expérience montre que ce type d'essai permet de prédimensionner les pieux avec une grande fiabilité.

Bâtiment avec sous-sol

Dans le contexte géologique mis en évidence et pour des charges peu élevées, des fondations superficielles sous la forme de radier général, semelles isolées et/ou filantes pourraient être envisagées.

Afin de limiter les effets d'éventuels tassements différentiels, 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.

Autrement, pour des charges importantes ou pour limiter les tassements, le recours à des fondations profondes est également possibles.

Dans le cas d'un bâtiment avec sous-sol fondé sur des fondations superficielles, il conviendra de tenir compte de son impact sur l'ouvrage voisin et notamment sur les fondations existantes (risques de tassement, de frottement négatif, etc) (zone 2).

De plus, le sous-sol sera situé sous le niveau de la nappe et devra être construit de manière étanche. En conséquent, on veillera à prendre en compte la poussée d'Archimède dans le dimensionnement de la structure.

5.4 Gestion des eaux souterraines

Les projets ne nous ayant pas été communiqué, nous détaillons ci-après deux cas possibles.

Bâtiment sans sous-sol

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.

Bâtiment avec sous-sol

Le sous-sol du futur bâtiment serait situé en partie sous le niveau d'eau mesuré, les radiers et/ou dalles inférieures du futur ouvrage seront en contact permanent avec l'eau souterraine. Afin de dissiper et/ou répartir les pressions d'eau, 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 et contre les murs extérieurs, de matériaux très perméables (par exemple des boulets de diamètre 16-32 mm) sur une épaisseur d'une

quinzaine à une vingtaine de centimètres. Le raccordement de ces matériaux à un exutoire permettant le contrôle de la nappe en cours de construction est recommandé.

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.

5.5 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.

Les sondages ont révélé la présence d'une nappe d'eau souterraine ou d'un aquitard à faible profondeur (< 2 m) au droit des sondages ainsi que des terrains limoneux à très faible perméabilité en surface. La perméabilité estimée sur la base de la nature des terrains rencontrés et selon notre expérience se situe en dessous $1 \cdot 10^{-6}$ m/s. Cette perméabilité est inférieure à celle de la terre végétale au travers de laquelle devraient transiter les eaux d'infiltration. Pour ces deux raisons, l'infiltration des eaux pluviales ne pourra se faire in situ. Selon les exigences communales formulées en termes de rétention, un concept de gestion des eaux pluviales comprenant le calcul du volume de rétention nécessaire pourra être réalisé à votre demande, une fois le projet définitif connu.

5.6 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.

5.7 Synthèse des problématiques

Les projets ne nous ayant pas été communiqués, nous résumons dans le tableau ci-après, les différentes problématiques rencontrées selon le type de bâtiment envisagé.

	Terrassement	Fondation	Eau
Bâtiment sans sous-sol	<ul style="list-style-type: none"> Carrossabilité du fond de fouille 	<ul style="list-style-type: none"> Pieux 	<ul style="list-style-type: none"> Zone inondable Bâtiment hors eau
Bâtiment avec 1 sous-sol	<ul style="list-style-type: none"> Problème d'eau à gérer (pompage et/ou blindage) Carrossabilité du fond de fouille 	<ul style="list-style-type: none"> Fondations superficielles ou selon les charges, pieux Si fondation superficielle, attention à l'influence sur bâtiment voisin 	<ul style="list-style-type: none"> Zone inondable Bâtiment sous le niveau d'eau Archimède
Blindage avec ≥ 2 sous-sols	<ul style="list-style-type: none"> Blindage Carrossabilité du fond de fouille Problème d'eau à gérer 	<ul style="list-style-type: none"> Fondations superficielles ou selon les charges, pieux Si fondation superficielle, attention à l'influence sur bâtiment voisin 	<ul style="list-style-type: none"> Zone inondable Bâtiment sous le niveau d'eau Archimède

5.8 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, 2017).

Des détails techniques sont présentés dans la brochure « Méthodes de prévention dans les nouvelles constructions », OFSP, 2016.

6 CONCLUSION

Dans le cadre des projets sur la parcelle 1425 au Mont-Vully, secteur Sugiez, la présente étude géotechnique préliminaire, basée sur 6 sondages à la tarière et 6 essais au pénétromètre lourd, 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 (§5.1), l'évacuation et la réutilisation des matériaux d'excavation (§5.2), la pédologie (§5.3), les fondations (§5.4), ainsi que la gestion des eaux souterraines (§5.5), de surface (§5.6) et de chantier (§5.7), et le risque radon (§5.9).

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 pénétromètre dynamique lourd. 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 : FR06572

Echelle : 1:100

Format : A4

Lieu : Mont-Vully secteur Bellechasse

Dessin

Date

Coord. : 2'577'032/1'202'694

MY

14.10.2020



ABA-GEOL SA
PAYERNE
FRIBOURG
SPIEZ

Fichier: FR06572_cadastre_situation.dwg

- Projet
- Sondages à la tarière mécanique
- Essais au pénétromètre dynamique lourd
- Essai d'infiltration
- Piézomètre



Plan de situation

Mandat : FR06572

Echelle : 1:50

Format : A4

Lieu : Mont-Vully secteur Bellechasse

Dessin

Date

Coord. : 2'577'032/1'202'694

MY

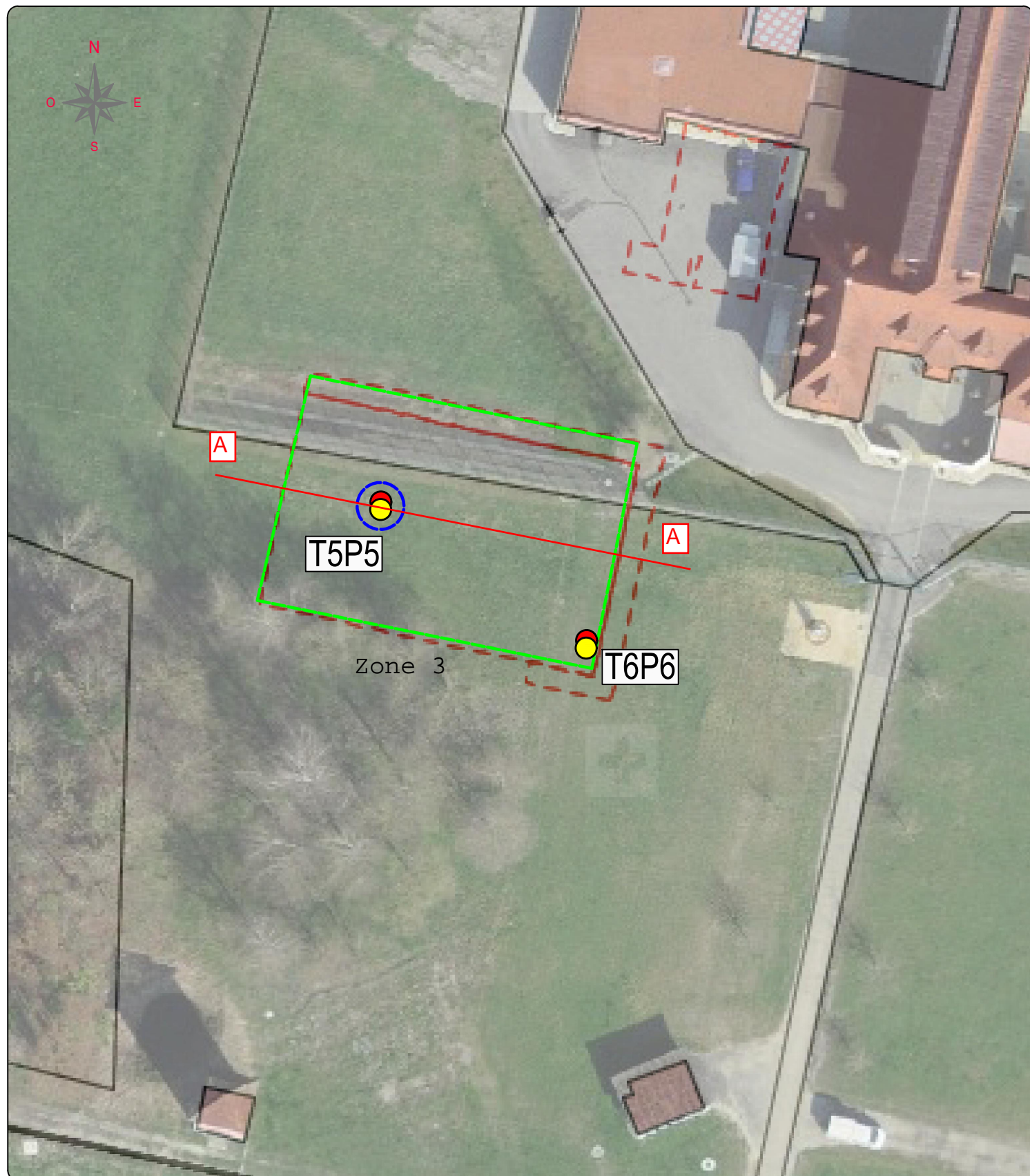
14.10.2020



ABA-GEOL SA
PAYERNE
FRIBOURG
SPIEZ

Fichier: FR06572_cadastre_situation.dwg

- Projet
- Sondages à la tarière mécanique
- Essais au pénétromètre dynamique lourd
- Essai d'infiltration
- Piézomètre





FR06572

SONDAGE (tarière mécanique et pénétromètre dynamique)

CLIENT : Steiner AG

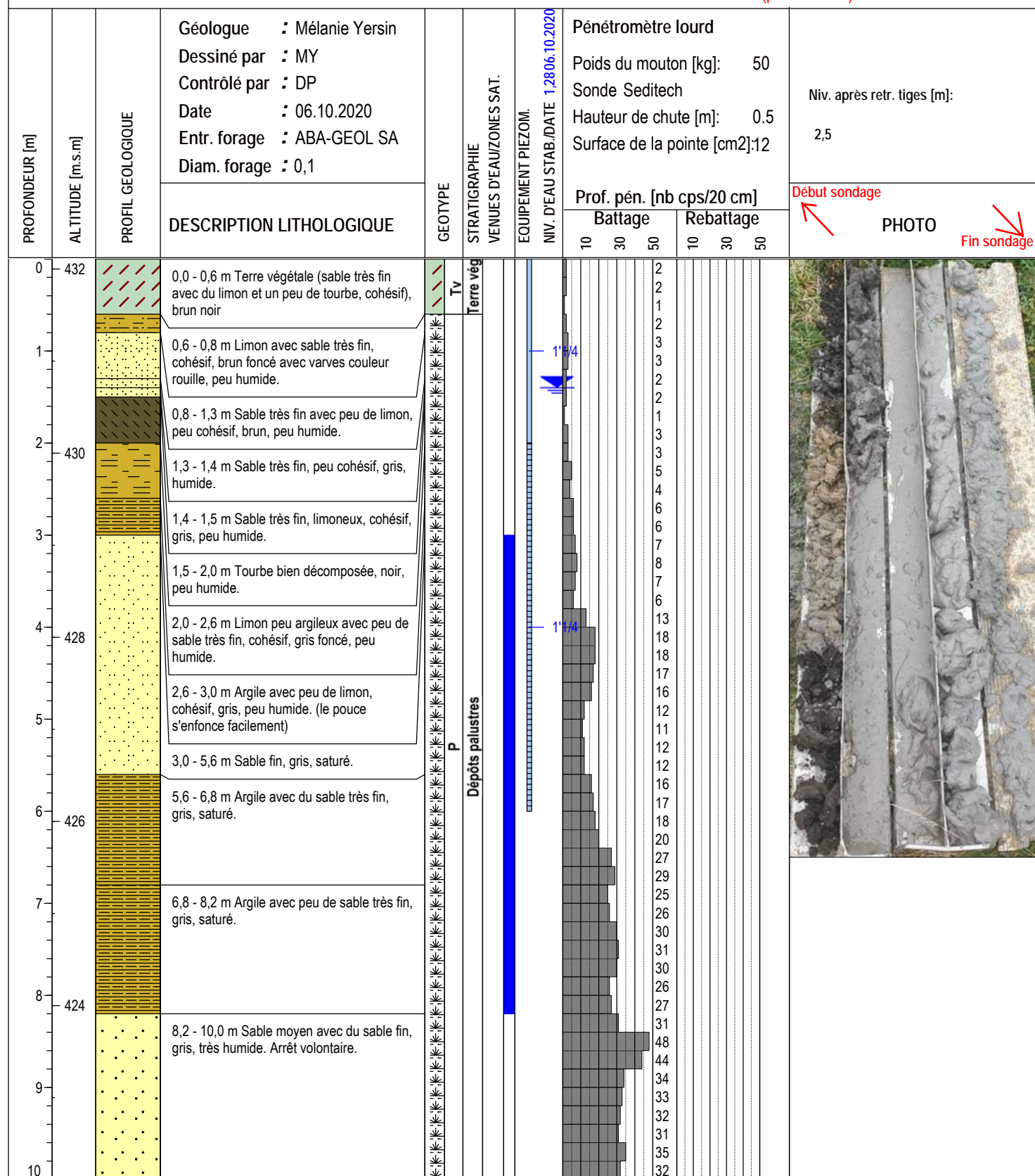
SONDAGE : T1P1

COMMUNE : Mont-Vully, secteur Bellechasse

COORDONNEES : 577100,7 / 202653,3 / 432,11 [m.s.m]

Altitude relevée au GPS (préc. ±5 cm)

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





FR06572

SONDAGE (tarière mécanique et pénétromètre dynamique)

CLIENT : Steiner AG

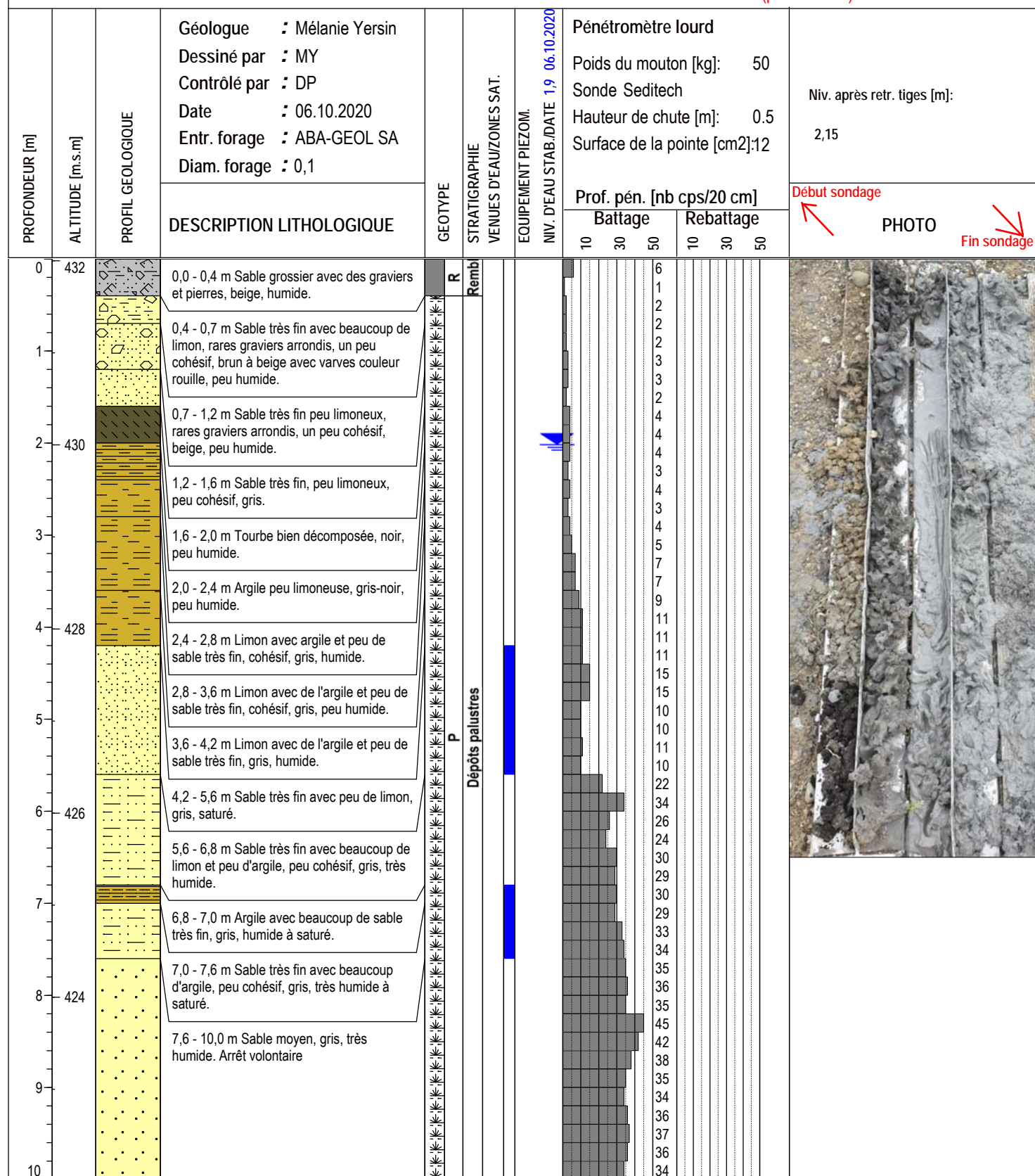
SONDAGE : T2P2

COMMUNE : Mont-Vully, secteur Bellechasse

COORDONNEES : 577061,4 / 202669,1 / 432,02 [m.s.m]

Altitude relevée au GPS (préc. ±5 cm)

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



HORS-SOL [m]:

Compilé le: 14.10.2020



FR06572

SONDAGE (tarière mécanique et pénétromètre dynamique)

CLIENT : Steiner AG

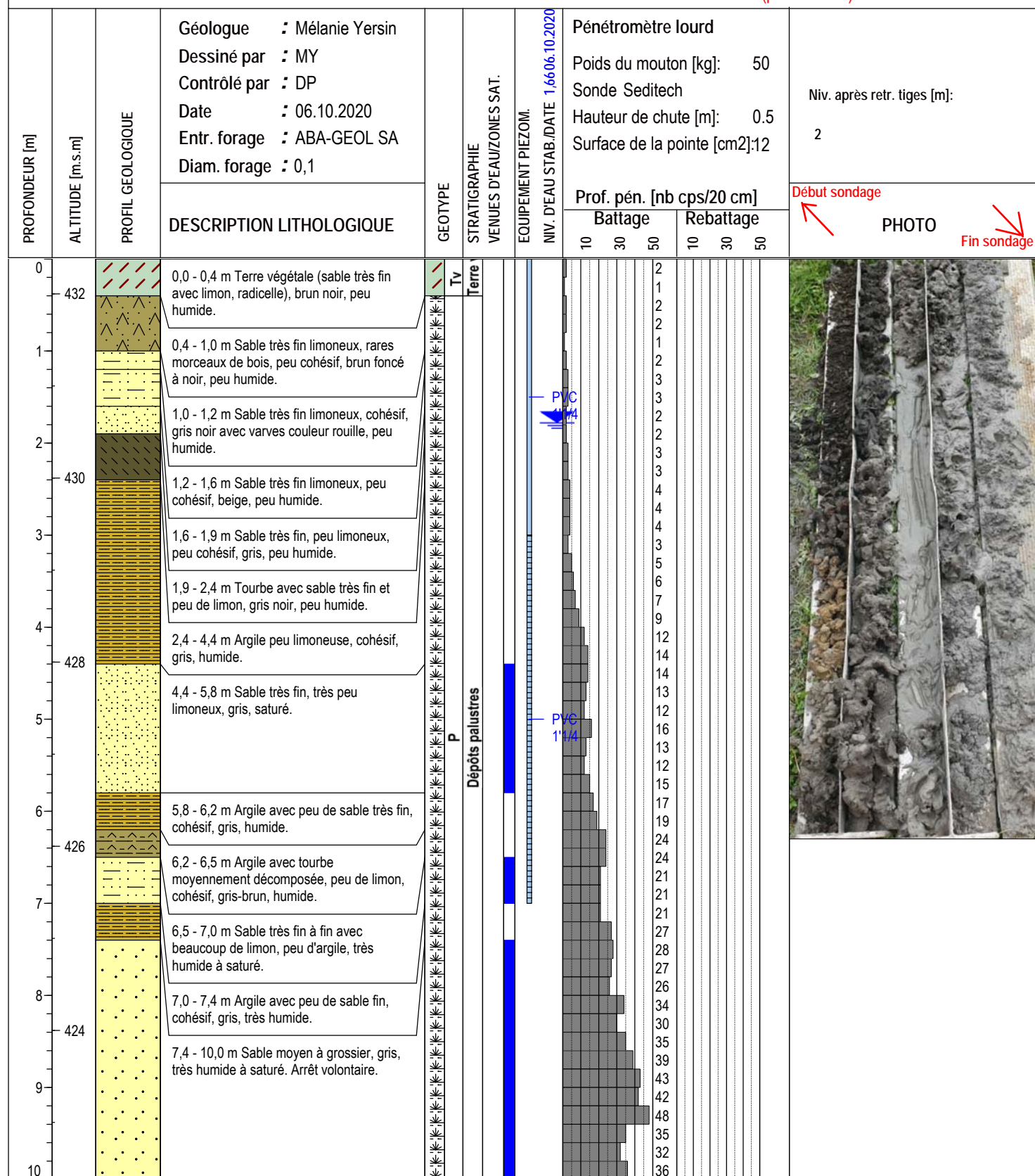
SONDAGE : T3P3

COMMUNE : Mont-Vully, secteur Bellechasse

COORDONNEES : 577141,2 / 202542,1 / 432,38 [m.s.m]

Altitude relevée au GPS (préc. ±5 cm)

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



HORS-SOL [m]: 1

Compilé le: 14.10.2020



FR06572

SONDAGE (tarière mécanique et pénétromètre dynamique)

CLIENT : Steiner AG

SONDAGE : T4P4

COMMUNE : Mont-Vully, secteur Bellechasse

COORDONNEES : 577157,4 / 202558,9 / 432,18 [m.s.m]

Altitude relevée au GPS (préc. ±5 cm)

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

PROFONDEUR [m]	ALTITUDE [m.s.m]	PROFIL GEOLOGIQUE	Géologue : Mélanie Yersin Dessiné par : MY Contrôlé par : DP Date : 06.10.2020 Entr. forage : ABA-GEOL SA Diam. forage : 0,1	GEOTYPE	STRATIGRAPHIE VENUES D'EAU/ZONES SAT.	EQUIPEMENT PIEZOM. NIV. D'EAU STAB./DATE 2.33.06.10.2020	Pénétrmètre lourd						Niv. après retr. tiges [m]: 2,5	Début sondage PHOTO Fin sondage
			Prof. pén. [nb cps/20 cm]											
			DESCRIPTION LITHOLOGIQUE				Battage			Rebattage				
							10	30	50	10	30	50		
0	432		0,0 - 0,8 m Sable très fin avec limon, traces de terre cuite, brun noir, peu humide.	R	Remblais									
1			0,8 - 1,4 m Sable très fin avec beaucoup de limon, cohésif, beige à gris, peu humide.											
2			1,4 - 2,2 m Tourbe avec du sable très fin et du limon, cohésif, noir à gris, peu humide.											
3	430		2,2 - 3,4 m Argile limoneuse avec peu de sable très fin, cohésif, gris, peu humide.											
4			3,4 - 6,0 m Sable très fin avec peu de limon, gris, saturé.											
5	428													
6														
7	426		6,0 - 6,5 m Sable très fin avec de l'argile et peu de limon, peu cohésif, saturé, gris.											
8			6,5 - 6,8 m Argile avec tourbe peu décomposée (restes de matières organiques), cohésif, gris-brun, humide.											
9			6,8 - 7,0 m Argile peu limoneuse, cohésif, gris, humide.											
10	424		7,0 - 7,4 m Sable très fin avec beaucoup d'argile et du limon, gris, saturé.											
11			7,4 - 7,7 m Argile peu limoneuse, cohésif, gris, humide.											
12			7,7 - 10,0 m Sable moyen à grossier, gris, saturé. Arrêt volontaire.											

HORS-SOL [m]:

Compilé le: 14.10.2020



FR06572

SONDAGE (tarière mécanique et pénétromètre dynamique)

CLIENT : Steiner AG

SONDAGE : T5P5

COMMUNE : Mont-Vully, secteur Bellechasse

COORDONNEES : 576808,5 / 202664,9 / 432 [m.s.m]

Altitude relevée au GPS (préc. ±5 cm)

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

PROFONDEUR [m]	ALTITUDE [m.s.m]	PROFIL GEOLOGIQUE	Géologue : Mélanie Yersin Dessiné par : MY Contrôlé par : DP Date : 06.10.2020 Entr. forage : ABA-GEOL SA Diam. forage : 0,1	GEOTYPE	STRATIGRAPHIE VENUES D'EAUX ZONES SAT.	EQUIPEMENT PIEZOM. NIV. D'EAU STAB./DATE 1.7906.10.2020	Pénétromètre lourd Poids du mouton [kg]: 50 Sonde Seditech Hauteur de chute [m]: 0.5 Surface de la pointe [cm²]: 12 Prof. pén. [nb cps/20 cm] Battage Rebattage 10 30 50 10 30 50	Niv. après retr. tiges [m]: 2,2
			DESCRIPTION LITHOLOGIQUE					Début sondage PHOTO Fin sondage
0	432		0,0 - 0,8 m Terre végétale (sable très fin limoneux) noir-brun.		TV			
1			0,8 - 1,4 m Sable très fin avec beaucoup de limon, cohésif, beige à gris, peu humide.					
			1,4 - 1,6 m Tourbe noire, peu humide.					
2	430		1,6 - 2,4 m Argile avec peu de limon, très cohésif, gris, peu humide.					
			2,4 - 2,9 m Limon argileux avec peu de sable très fin, cohésif, gris, peu humide.					
3			2,9 - 4,1 m Sable fin à moyen, peu limoneux, gris, très humide.					
4	428		4,1 - 5,6 m Sable fin à moyen, gris, saturé.					
5								
6	426		5,6 - 6,0 m Sable fin à moyen avec du limon, gris, très humide à saturé.					
			6,0 - 7,0 m Sable très fin à fin avec du limon, gris, très humide à saturé.					
7			7,0 - 7,8 m Sable très fin avec beaucoup de limon, gris, saturé.					
8	424		7,8 - 10,0 m Sable moyen avec peu de sable grossier, gris, saturé. Arrêt volontaire.					
9								
10	422							

Photo
manquante

HORS-SOL [m]: 0,5

Compilé le: 14.10.2020



FR06572

SONDAGE (tarière mécanique et pénétromètre dynamique)

CLIENT : Steiner AG
























SONDAGE : T6P6

COMMUNE : Mont-Vully, secteur Bellechasse

COORDONNEES : 576828,2 / 202651,6 / 432 [m.s.m]


Altitude relevée au GPS (préc. ±5 cm)

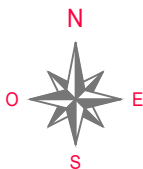
GEOLOGIE
HYDROGEOLOGIE
GEOTECHNIQUE
ENVIRONNEMENT
INFO@ABAGEOL.CH
WWW.ABAGEOL.CH

PROFONDEUR [m]	ALTITUDE [m.s.m]	PROFIL GEOLOGIQUE	Géologue : Mélanie Yersin Dessiné par : MY Contrôlé par : DP Date : 06.10.2020 Entr. forage : ABA-GEOL SA Diam. forage : 0,1	GÉOTYPE	STRATIGRAPHIE VENUES D'EAU/ZONES SAT.	EQUIPEMENT PIEZOM. NIV. D'EAU STAB./DATE	Pénétrromètre lourd						Niv. après retr. tiges [m]: 2,4	PHOTO
			DESCRIPTION LITHOLOGIQUE				Prof. pén. [nb cps/20 cm]							
							Battage			Rebattage				
							10	30	50	10	30	50		
0	432		0,0 - 0,4 m Terre végétale (sable très fin, très limoneux, radicelles) brun-noir, peu humide.	 Tv	Terre									
1			0,4 - 1,0 m Sable très fin, peu de limon, beige, peu humide.											
2	430		1,0 - 1,2 m Argile avec peu de limon, très cohésif, brun foncé, peu humide.											
3			1,2 - 1,6 m Argile avec du limon et peu de sable très fin, très cohésif, gris, peu humide.											
4	428		1,6 - 1,8 m Tourbe décomposée, noir, peu humide.											
5			1,8 - 3,0 m Argile avec peu de limon et peu de sable très fin, cohésif, gris, peu humide.											
6	426		3,0 - 4,0 m Sable fin à moyen avec beaucoup de limon, gris, humide à saturé.											
7			4,0 - 5,4 m Argile avec beaucoup de sable très fin et du limon, gris, humide à saturé.											
8	424		5,4 - 6,2 m Sable fin à moyen, gris, saturé.											
9			6,2 - 8,6 m Argile avec du sable très fin et du limon, cohésif, gris, humide à saturé.											
10	422		8,6 - 10,0 m Sable moyen à grossier, gris, saturé. Arrêt volontaire.											

HORS-SOL [m]:

Compilé le: 14.10.2020

 Situation approx. du projet



Extrait des cartes géologiques et des dangers naturels

Mandat : FR06572

Echelle : variable

Format : A4

Lieu : Mont-Vully, secteur Bellechasse

Dessin

Date

Coord. : 2'577'032 / 1'202'694

MY

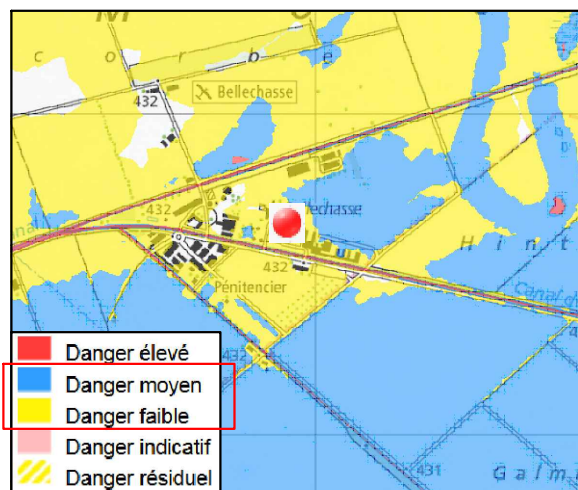
15.10.2020



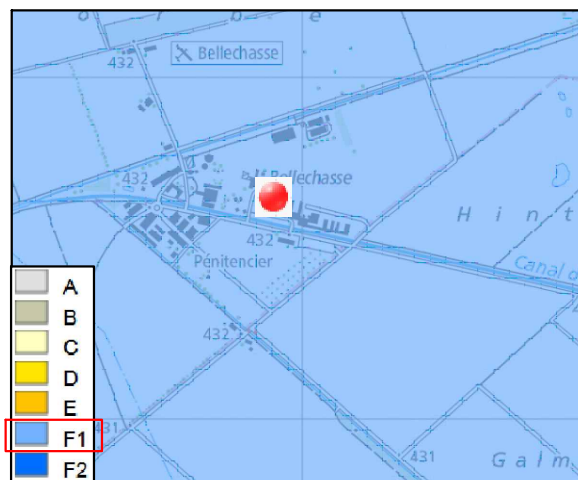
ABA-GEOL SA
PAYERNE
FRIBOURG
SPIEZ

Fichier: FR06572_Annexes3-4_template.dwg

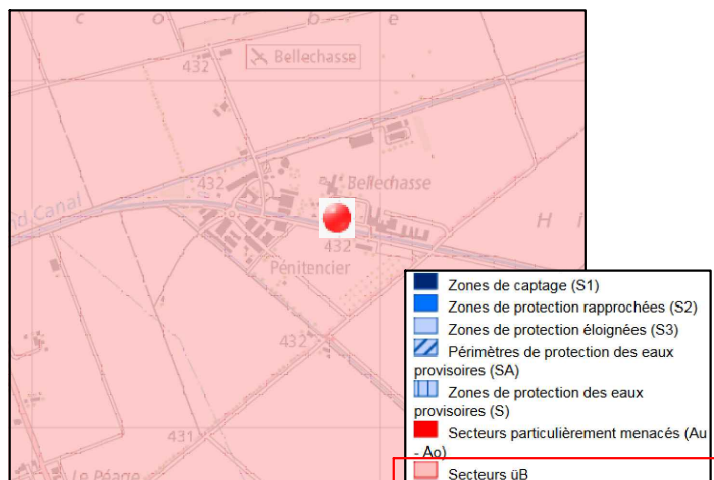
Carte des dangers de crues



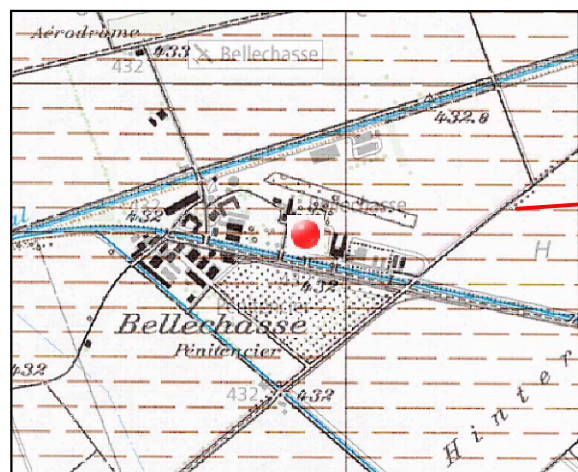
Carte des sols de fondations selon SIA



Carte des secteurs de protection des eaux



Extrait de "l'Atlas géologique au 1:25'000", feuille "Murten (LK1165)"



Légende:

Zone de formation limno-palustre
(marais, tourbe, craie lacustre etc)

Légende:

- ① Terre végétale ou remblais
- ② Sable limoneux, de très faible portance ($1 < N_{spt} < 5$)
- ③ Tourbe, de très faible portance ($1 < N_{spt} < 5$)
- ④ Sable ou argile limoneux, de très faible portance ($1 < N_{spt} < 5$)
- ⑤ Sable ou argile limoneux, de moyenne portance ($10 < N_{spt} < 20$)
- ⑥ Sable moyen à grossier, de bonne portance ($N_{spt} > 30$)

 Zones saturées en eau



Niveau d'eau mesuré le 06.10.2020

Profil géotechnique synthétique

Mandat : FR06572

Echelle : 1/250

Format : A4

Lieu : Mont-Vully, secteur Bellechasse

Dessin

Date

Coord. : 2'577'032 / 1'202'694

MY

15.10.2020

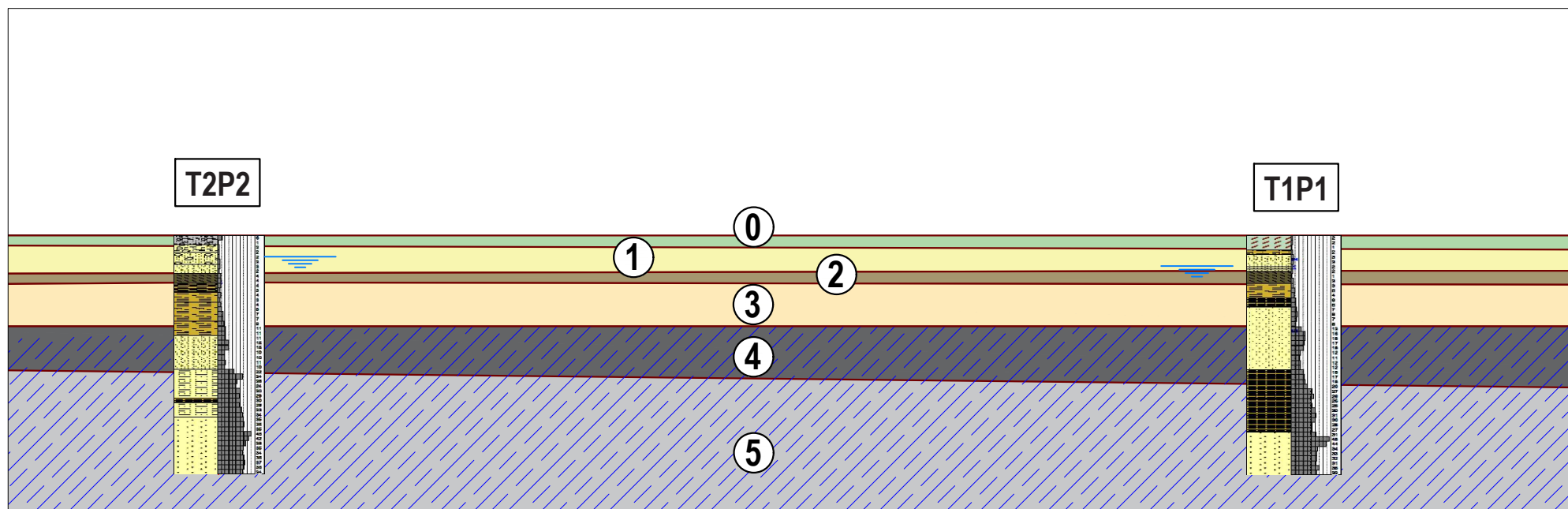


ABA-GEOL SA
PAYERNE
FRIBOURG
SPIEZ

Fichier: FR06572_Annexes3-4_template.dwg

0 5 10 (m)

Coupe A-A, zone 1



ANNEXE 4.1

Légende:

- ① Terre végétale ou remblais
- ② Sable limoneux, de très faible portance ($1 < N_{spt} < 5$)
- ③ Tourbe, de très faible portance ($1 < N_{spt} < 5$)
- ④ Sable ou argile limoneux, de très faible portance ($1 < N_{spt} < 5$)
- ⑤ Sable ou argile limoneux, de moyenne portance ($10 < N_{spt} < 20$)
- ⑥ Sable moyen à grossier, de bonne portance ($N_{spt} > 30$)



Zones saturées en eau



Niveau d'eau mesuré le 06.10.2020

Profil géotechnique synthétique

Mandat : FR06572

Echelle : 1/250

Format : A4

Lieu : Mont-Vully, secteur Bellechasse

Dessin

Date

Coord. : 2'577'032 / 1'202'694

MY

15.10.2020

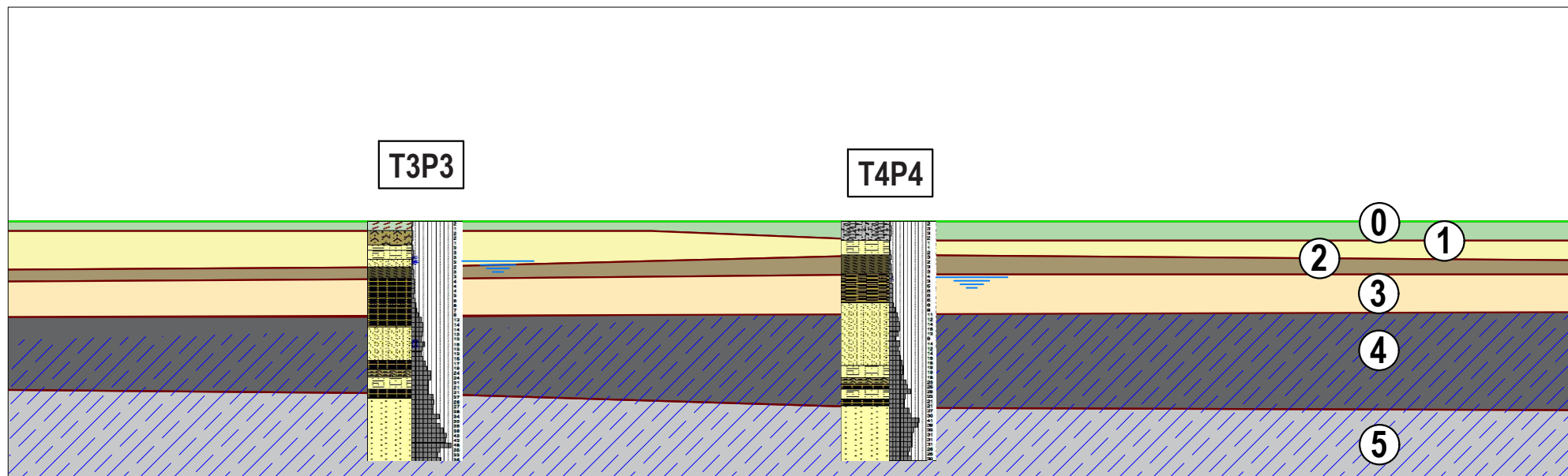


ABA-GEOL SA
PAYERNE
FRIBOURG
SPIEZ


Fichier: FR06572_Annexes3-4_template.dwg

0 5 10 (m)

Coupe B-B, zone 2



ANNEXE 4.2

Profil géotechnique synthétique	Mandat : FR06572	
	Echelle : 1/250	
	Format : A4	
Lieu : Mont-Vully, secteur Bellechasse	Dessin	Date
Coord. : 2'577'032 / 1'202'694	MY	15.10.2020
 ABA-GEOL SA PAYERNE FRIBOURG SPIEZ		
	Fichier: FR06572_Annexes3-4_template.dwg	

0 5 10 (m)

Légende:

- ① Terre végétale ou remblais
- ② Sable limoneux, de très faible portance ($1 < N_{spt} < 5$)
- ③ Tourbe, de très faible portance ($1 < N_{spt} < 5$)
- ④ Sable ou argile limoneux, de très faible portance ($1 < N_{spt} < 5$)
- ⑤ Sable ou argile limoneux, de moyenne portance ($10 < N_{spt} < 20$)
- ⑥ Sable moyen à grossier, de bonne portance ($N_{spt} > 30$)



Zones saturées en eau



Niveau d'eau mesuré le 06.10.2020

Coupe C-C, zone 3

