

Municipalité de Tavannes



Plan de quartier « Peute Rive »

Examen préalable (Exp)

Etude géologique-géotechnique

Rapport technique (RT)

2361.10-51 / 10 juillet 2024



Rapport technique

Monsieur Michel Devaud

Investigations géologiques, parcelle 821 et 2151, Tavannes



Etude géologique-géotechnique préliminaire

20MFRB091 – Version 001 du 15 mars 2021

GÉOLOGIE

GÉOTECHNIQUE

EAUX SOUTERRAINES

ENVIRONNEMENT

GÉOTHERMIE

MFR Géologie-Géotechnique SA
Rue F. Oppliger 7
2504 Bienne

T +41 58 220 38 50
info@mfr.ch
www.mfr.ch

TABLE DES MATIERES

1.	INTRODUCTION	3
2.	CADRE GÉNÉRAL	3
2.1	Contexte général	3
2.2	Contexte géologique	4
2.3	Contexte des parcelles	4
2.4	Exposition aux glissements de terrain	4
3.	RESULTATS DES RECONNAISSANCES	7
3.1	Travaux réalisés	7
3.2	Résultats des sondages	7
4.	MODELE GÉOLOGIQUE-GÉOTECHNIQUE	9
4.1	Modèle géologique-géotechnique	9
5.	RISQUES GÉOTECHNIQUES	10
5.1	Appréciation du danger de glissement et prise en compte pour la construction	10
5.1.1	Danger de glissement semi-profond	10
5.1.2	Coulée de boues	10
5.1.3	Glissement spontané :	10
5.1.4	Recommandations pour les excavations	11
5.2	Autres recommandations	11
5.2.1	Terrassements	11
5.2.2	Fondations	12
5.2.3	Gestion des eaux	12
6.	CONCLUSION	13

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : situation des sondages	1 page
Annexe 2 : logs des sondages	8 pages
Annexe 3 : profils géologiques	4 pages

Auteurs :

Magali Lecoeur
Roland Paupe

Géotechnicien
Géotechnicien

Dipl. Polytech'Grenoble
Dipl. ET

1. INTRODUCTION

Le présent mandat nous a été attribué par Monsieur Michel Devaud, le 4 décembre 2020, sur la base de notre offre d'honoraires du 2 décembre 2020.

Il a pour objectif de définir les conditions géologiques des parcelles n°821 et 2151 à Tavanne (BE).

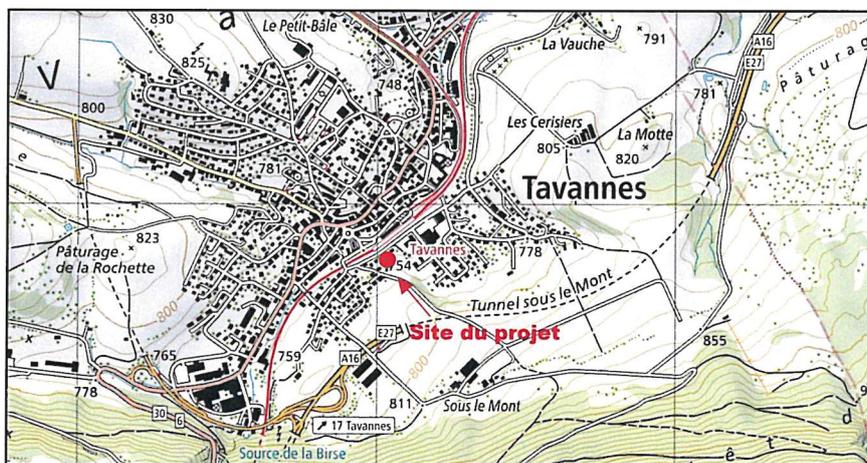
Dans le cadre de cette étude, les prestations suivantes ont donc été réalisées :

- synthèse des données géologiques existantes ;
- suivi de la réalisation de 8 fouilles à la pelle mécanique ;
- mise au net des levés et réalisation de 4 profils géologiques ;
- analyse des risques géologiques potentiels.

2. CADRE GÉNÉRAL

2.1 CONTEXTE GÉNÉRAL

Les parcelles du projet (n°821 et n°2151) sont situées au Sud de la commune de Tavannes.



Situation (extrait carte au 1/25000)

Il s'agit actuellement d'un pâturage herbeux, pentu, dont l'altitude s'étage de 780 à 800 m d'altitude.



Aspect actuel des parcelles étudiées

Il n'y a pas de projet de construction clairement défini actuellement.

2.2 CONTEXTE GÉOLOGIQUE

Le site de cette étude est situé sur le flanc Nord de l'anticlinal de Montoz.

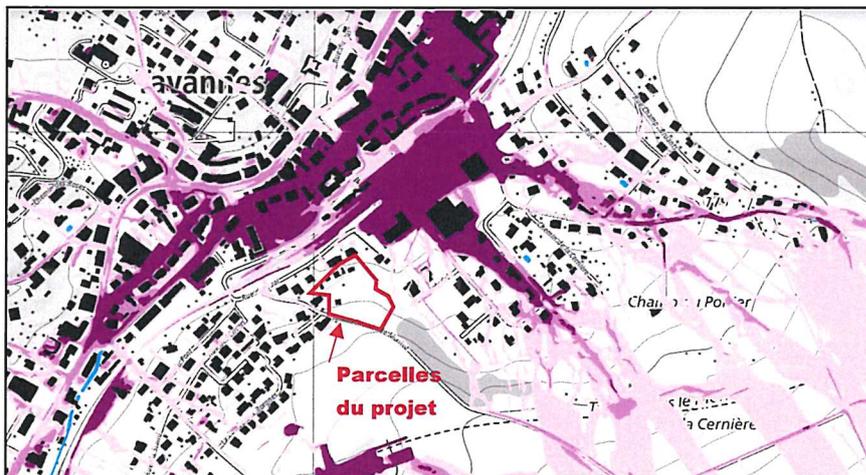
En surface, la Molasse d'eau douce inférieure (USM – Chattien) constituant le soubassement rocheux, est altérée et recouverte de dépôts quaternaires composés de limons d'altération, de colluvions ou encore d'éboulis. Par endroit, des matériaux glissés composés de molasse altérés sont aussi présents et proviennent des versants à l'amont.

D'un point de vue hydrogéologique, la molasse est généralement peu perméable, ce qui conditionnent donc les écoulements dans les terrains superficiels. Mais des circulations d'eau importantes peuvent exister dans les niveaux de calcaires d'eau douce fracturés ou dans les niveaux plus gréseux.

2.3 CONTEXTE DES PARCELLES

De manière générale, le contexte du site est le suivant :

- les parcelles ne sont pas situées en zone de protection des eaux
- elles sont situées en zone sismique 1b ;
- elles ne sont pas inscrites au cadastre des sites pollués ;
- la réalisation de sondes géothermiques n'est pas autorisée ;
- la probabilité de dépassement de la valeur seuil de 300 bq/m³ pour l'exposition au radon est de 14% pour cette zone (indice de confiance moyen)
- ces parcelles sont exposées à un danger de glissement de terrain décrit plus en détails dans le paragraphe suivant ;
- elles sont peu exposées à l'aléa ruissellement.

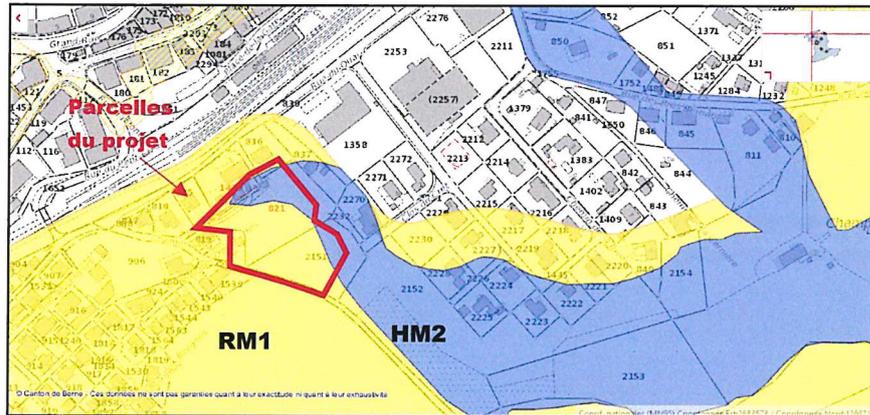


Extrait carte aléa ruissellement (source géoportail Berne)

2.4 EXPOSITION AUX GLISSEMENTS DE TERRAIN

Selon la carte des dangers de la commune de Tavannes, les parcelles étudiées sont situées comme l'ensemble du versant en zone de danger faible (jaune) pour le processus de glissement permanent semi-profond. L'indice RM1 correspond à une intensité faible c'est-à-dire à une faible vitesse de glissement, inférieure à 2 cm/an.

La partie basse de ces parcelles, où la pente est la plus importante, est classée en zone de danger moyen (bleu) pour le processus des coulées de boues. L'indice HM2 indique une probabilité moyenne et une intensité faible pour ce processus.

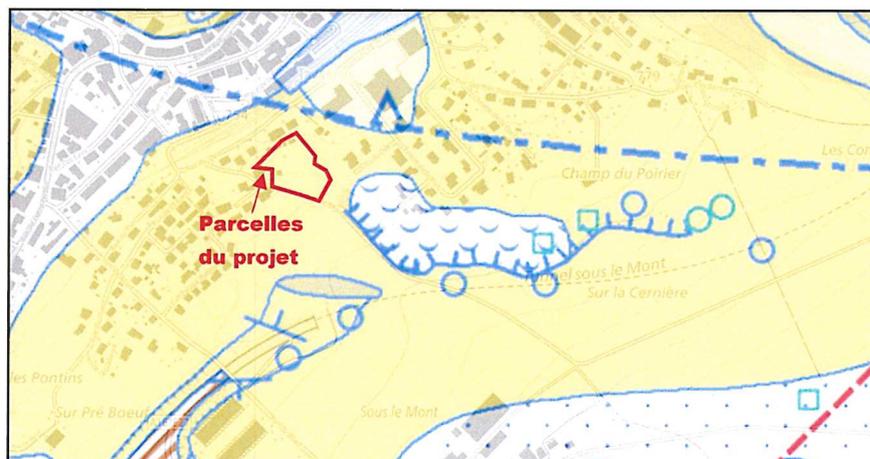


Extrait carte des dangers pour le processus de glissement.

La zone jaune indique la présence d'un mouvement d'ensemble du versant comme il en existe sur l'ensemble de la vallée de Tavannes. Il s'agit de glissements anciens ou récents qui mobilisent une grande partie des flancs de la vallée. Ils peuvent mobiliser la Molasse en place jusqu'à une grande profondeur. Ils ont généralement une vitesse faible de l'ordre du centimètre par année. Ils se traduisent par des irrégularités dans la topographie et par la présence dans les versants de matériaux glissés. Ces matériaux glissés constituent alors eux-mêmes des masses propices au développement de nouvelles instabilités.

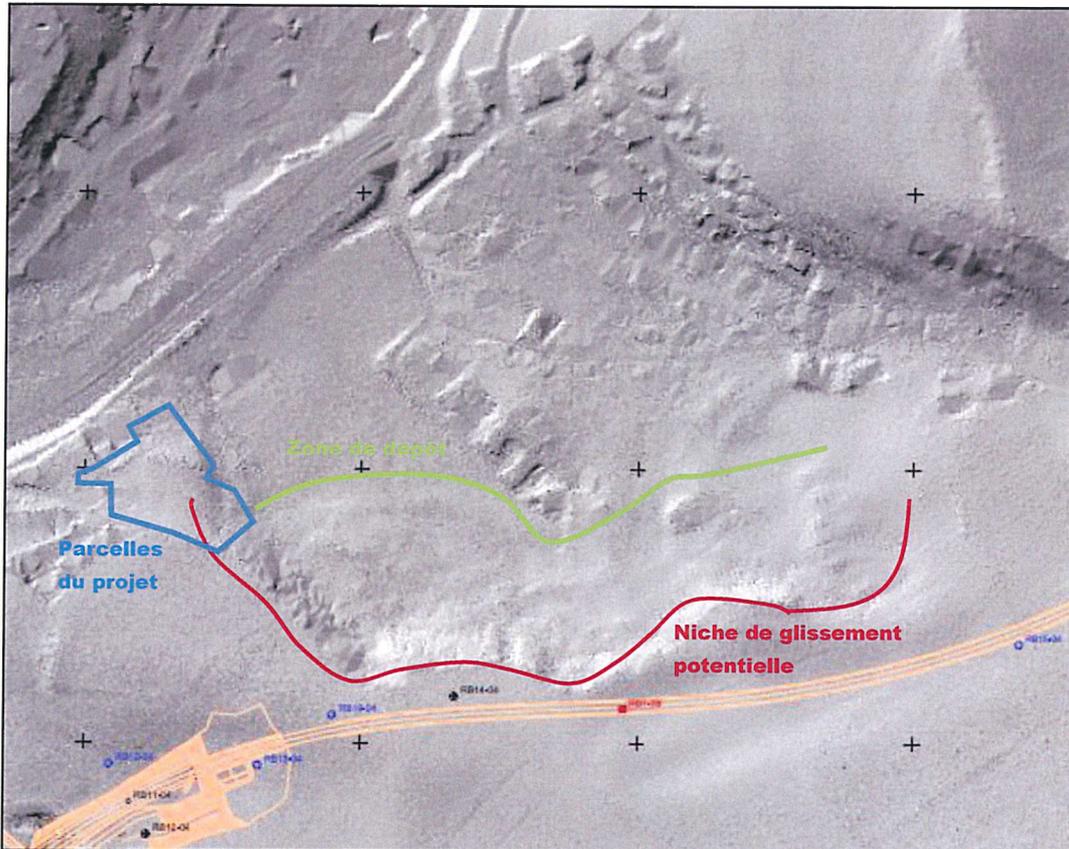
Ces glissements sont dus à la pente topographique, aux terrains présentant une géométrie défavorable et des caractéristiques géotechniques souvent médiocres et à la circulation des eaux souterraines le long des surfaces de contact entre les différentes masses de matériaux. On observe également dans la Molasse la présence de bancs de calcaires lacustres karstifiés et donc perméables qui favorisent l'accumulation et la mise en charge des eaux souterraines. Cette caractéristique induit une action négative sur la stabilité des terrains sus-jacents.

La zone bleue concerne des phénomènes plus superficiels. Sa délimitation coïncide avec la présence sur la carte géologique d'une zone de glissement. Celle-ci se trouve en bordure des parcelles étudiées, mobilisant le talus sous le chemin de Montoz, à l'Est du projet.



Extrait carte géologique régionale au 1/25000

Cette zone de glissement est aussi visible sur les images LIDAR de cette zone. La figure suivante permet ainsi de visualiser la niche d'arrachement potentielle de ce glissement ainsi que la zone de dépôt des matériaux glissés. La présence de matériaux glissés a été confirmée par des études réalisées pour la construction du lotissement en contre-bas. Des reconnaissances y ont ainsi recoupés des argiles très molles et très plastiques contenant des morceaux de bois (tronc) sur des épaisseurs de 1 à 3 m.



Extrait carte LIDAR

La délimitation de la zone bleue avec l'indice HM2 correspondrait donc à une remobilisation potentielle de ces masses glissées en cas de fortes intempéries ou à la mobilisation en coulée du front du glissement semi-profond dans la partie basse du versant où la pente est plus raide.

L'activité actuelle de ces zones de glissement ne nous est pas connue. Nous ne connaissons pas les résultats des mesures inclinométriques réalisés pour le tunnel Sous le Mont à l'amont.

Pour les parcelles du présent projet :

- la topographie irrégulière dans la partie Est des parcelles semble correspondre à l'extrémité Ouest de la zone de dépôts visible sur l'image LIDAR ;
- la niche de glissement potentiel pourrait également se prolonger vers le Nord sur les parcelles étudiées.

La délimitation de ces matériaux glissés est également représentée sur le plan de situation joint en annexe n°1.

3. RESULTATS DES RECONNAISSANCES

3.1 TRAVAUX RÉALISÉS

Huit fouilles à la pelle mécanique ont été réalisés sur le site par l'entreprise Huguelet SA, le 23 février 2021. Ces sondages sont situés sur le plan en annexe n°1. Les logs sont joints en annexe n°2.

Les sondages ont été répartis sur l'ensemble des deux parcelles selon les contraintes d'accès liées à la pente. Quatre sondages ont été réalisés dans la partie classée en zone de danger de glissement bleue afin de vérifier la présence potentielle et l'étendue de matériaux glissés.

Ces sondages ont atteint des profondeurs de 2.5 à 3.8 m. Ils ont été rebouchés et compactés à la pelle hydraulique le jour même.

Des mesures au pénétromètre de poche ont été réalisées sur les matériaux extraits des fouilles afin d'évaluer la consistance des matériaux en place. Ces résultats sont indiqués sur les logs des sondages.

Nous avons également procédé à un relevé de la profondeur de la chambre présente en pied de parcelle (voir plan en annexe n°1). Cette chambre correspond à une source utilisée par les habitations à l'aval. L'entrée est située à 0.9 m de profondeur et la sortie à 1.05 m. Selon l'ancien propriétaire, la conduite de captage vient prélever les eaux en pied de talus au niveau de la limite avec la parcelle 2151 et longe ainsi la limite de parcelle jusqu'à la chambre. Le 23 février, un débit de quelques litres minutes a été observé.

3.2 RÉSULTATS DES SONDAGES

Ces sondages ont mis en évidence la succession de terrain suivante :

Terre végétale : présente en surface sur une faible épaisseur (environ 0.1 m)

Colluvions : constituées de limons beiges avec des radicelles, de consistance ferme. Cette formation est présente sur une grande partie de la parcelle (sauf profil n°1) de façon très homogène dans la couleur et la consistance. Elle ne contenait pas de graviers indiquant un remaniement ou la présence d'éboulis mélangés.

Remblai et colluvions glissés : la fouille CLCF7 a recoupé jusqu'à 1.35 m de profondeur des limons argileux beige de consistance ferme, mélangés avec des graviers calcaires et des débris anthropiques (argiles cuites et bois récents). La présence de graviers dans les colluvions indique un premier remaniement de cette formation qui s'est mélangée à des éboulis. L'ancien propriétaire des parcelles a aussi signalé que des dépôts de construction avaient été stockés dans cette zone et étaient partis une fois en coulée avec l'apport de l'eau du chemin de Montoz à l'amont (le ruissellement des eaux du chemin est normalement aujourd'hui corrigé). Ces remblais se sont alors mélangés aux colluvions dans cette zone pour donner les matériaux glissés observés.

Molasse alsacienne (USM) :

Les sondages réalisés ont ensuite recoupé la Molasse à différents degrés d'altération :

Molasse très altérée et glissée : le sondage CLCF1 a recoupé des argiles bleues grises, très plastiques, de consistance molle à moyenne jusqu'à 1.4 m d'épaisseur. Ces argiles contiennent des débris millimétriques à centimétriques de marnes et de grès indiquant l'origine molassique de cette couche.

Molasse très altérée à altérée : dans cette formation, les roches sont très altérées et les matériaux observés correspondent à des sols meubles soit limono-argileux, soit limono-sableux.

Dans les fouilles CLCF1, CLCF2 et CLCF7, la partie supérieure de la Molasse altérée, sur 0.6 à 2.1 m d'épaisseur, est potentiellement remaniée. Il s'agit de limons argileux bariolés avec des couleurs caractéristiques de la Molasse. Ils sont de consistance ferme à dure, et contiennent des débris de marnes millimétriques à centimétriques mais la matrice limoneuse semble cisailée.

Sous cette épaisseur ou dans les autres fouilles, la matrice est moins altérée. Les fouilles ont recoupé des limons argileux gris beige de consistance ferme à dure, avec des débris de marnes millimétriques à centimétriques. Dans les fouilles CLCF5 et CLCF8, des horizons plus sableux ont été recoupés. L'épaisseur de cette couche altérée est comprise entre 0.4 et 2 m d'épaisseur.

Molasse peu altérée :

Les reconnaissances ont recoupé la Molasse peu altérée généralement vers 2 à 2.5 m de profondeur. L'interface est moins profonde (entre 1 et 1.5 m de profondeur) pour les fouilles CLCF4 et CLCF6.

La Molasse est alors constituée d'une alternance de marnes, de grès et de siltites (avec toutes les formes intermédiaires) en banc décimétriques à métriques. Un banc décimétrique de calcaires d'eau douce fracturés mais peu altérés, a été recoupé dans la fouille CLF6. Les roches sont très fracturées, extrêmement tendres à tendres. La succession des couches et leur pendage étaient bien visibles dans les fouilles situées au Sud-Ouest de la parcelle (CLF4 à 6). Dans ces fouilles, un pendage d'environ 30° vers le Sud-Ouest-Ouest (environ N250°) a été relevé.

Nous avons observé une bonne tenue des parois des fouilles.

Deux venues d'eau ont été observées :

- dans la fouille CLCF1 : une venue d'eau de quelques litres minutes a été observée à l'interface entre les matériaux glissés et la Molasse altérée. L'eau était noire mais sans odeur. Elle traverse sûrement une zone marécageuse avec des troncs pris dans une masse glissée à l'amont ;
- dans la fouille CLCF8 : la siltite gréseuse recoupé en fond de sondage était humide. Une petite accumulation d'eau était observable en fond de fouille à la fin du forage.

4. MODELE GÉOLOGIQUE-GÉOTECHNIQUE

4.1 MODÈLE GÉOLOGIQUE-GÉOTECHNIQUE

Les informations géologiques ont été reportées sur 4 profils géologiques joints en annexe n°3

Profil A :

Le sondage CLCF1 confirme la présence de matériaux glissés en pied de versant, dans la zone considérée comme la limite des dépôts sur la carte LIDAR. Le sondage CLFC7 situé en amont a recoupé des matériaux glissés superficiels avec des dépôts anthropiques et des éboulis qui se sont mélangés à des colluvions. Ces deux sondages ont été utilisés pour établir le profil A. Sur ce profil, une épaisseur de matériaux glissés d'environ 1 m semble donc présente. Sous ces couches, la présence de molasse remaniée peut indiquer que des mouvements mobilisent ou ont mobilisé également ce niveau jusqu'à environ 2 m de profondeur. A partir de cette profondeur, la Molasse semble en place et est peu altérée.

Profil B :

Le sondage CLCF2 n'a pas recoupé les dépôts argileux très altérés en pied de versant comme le sondage CLCF1. Le glissement présent à l'Est n'a donc pas atteint cette zone, La limite des dépôts observée sur la carte LIDAR et cartographiée sur la carte géologique semble donc correspondre.

Ce sondage a cependant recoupé une épaisseur de Molasse très altérée avec une matrice limono-argileuse remaniée et cisailée ce qui pourrait indiquer un déplacement de ces matériaux. Sur le profil B, la limite des matériaux remaniés est considérée au niveau de la niche de glissement potentielle observée sur la carte LIDAR. Ce profil permet aussi de visualiser que l'épaisseur de molasse altérée est plus importante en pied de versant.

Profil C :

Dans les sondages CLCF3 et CLCF8, la molasse est altérée mais semble en place et non remaniée. Ces sondages semblent donc confirmer que la partie située à l'Ouest de la ligne considérée comme une niche de glissement potentiel est stable et en place. Ces sondages ont permis d'établir le profil C sur lequel on peut observer une épaisseur d'altération plus importante en pied de versant mais pas de matériaux remaniés ou glissés.

Sur ce profil nous avons également figuré la chambre de captage présente à l'aval. Selon cette coupe, il est possible que l'eau observée au fond de la fouille CLCF8 corresponde plus à un niveau d'eau présent en pied de versant avec une alimentation venant du Sud Est (direction fouille CLCF1) qu'à une venue d'eau de l'amont.

Profil D :

Les sondages situés à l'extrémité Ouest (CLCF4 et CLCF5) ont rencontré des conditions géologiques très favorables comme visible sur le profil D avec une épaisseur d'altération limitée et régulière et la présence de la Molasse peu altérée à faible profondeur même en pied de versant.

Dans ces sondages ainsi que dans le sondage CLCF6, les strates de la Molasse sont bien marquées avec un pendage vers le Sud-Ouest-Ouest donc à contre-pente. De manière générale, dans la vallée de Tavannes, la Molasse est très plissée et les orientations du pendage peuvent varier fortement sur les parcelles étudiées.

5. RISQUES GÉOTECHNIQUES

Les paragraphes suivants présentent les risques géotechniques potentiels pour la réalisation d'un projet de construction sur ces parcelles. Comme le projet n'est pas encore clairement défini, il s'agit de recommandations générales.

5.1 APPRÉCIATION DU DANGER DE GLISSEMENT ET PRISE EN COMPTE POUR LA CONSTRUCTION

Le risque géotechnique principal pour ce projet est lié à la présence de glissements de terrain semi-profond ou superficiels sur ces parcelles. Il concerne la stabilité d'ensemble du versant, la stabilité des excavations du projet ainsi que leur influence sur celle du versant. Les paragraphes suivants synthétisent l'exposition potentielle de ces parcelles en fonction des observations faites sur le terrain et des résultats des reconnaissances et indiquent les mesures qui seront à mettre en œuvre dans le cadre d'un projet de construction.

5.1.1 Danger de glissement semi-profond

Comme déjà détaillé au paragraphe 2.4, une partie des parcelles de cette étude est exposée à un danger faible pour un glissement semi-profond. Même si les reconnaissances ont mis à jour la Molasse en place peu altérée dans la partie Ouest de la parcelle, elles ne suffisent pas à infirmer ce risque. En effet, comme la Molasse est fortement tectonisée, des diaclases peuvent favoriser les écoulements d'eau en profondeur et il est possible de retrouver des couches plus altérées sous les niveaux superficiels. Des plans de glissement peuvent donc exister sous les niveaux reconnus dans ces sondages.

Pour évaluer précisément ce risque, quand le projet sera défini et si les excavations sont plus importantes que les profondeurs reconnues, il faudra réaliser des reconnaissances complémentaires plus profondes (sondages carottés) et installer des inclinomètres pour évaluer la stabilité actuelle du talus et surveiller les travaux.

Si les excavations du projet sont étagées et peu importantes (< 4 m), leur influence sur la stabilité d'ensemble du versant sera moindre et le risque de réactiver les mouvements lors des travaux, plus limité.

5.1.2 Coulée de boues

La carte des dangers indique que tout le pied du versant est exposé à un danger de coulée de boues (HM2 - zone bleue). Cependant, cette catégorie ne nous semble pas adaptée à l'ensemble de la parcelle. En effet, les matériaux mis à jour dans les sondages sont très fins et peu perméables. Les risques de saturation et de départ en coulée nous semblent donc faibles.

L'exception étant la zone du sondage CLCF7 avec la présence de dépôts anthropiques plus grossiers qui peuvent se saturer en eau et provoquer des coulées comme cela s'est déjà produit. La délimitation de la zone exposée aux coulées de boue ne concernerait alors qu'une bande d'environ 20 m de large depuis la limite de parcelle jusqu'à la fouille CLCF7.

5.1.3 Glissement spontané :

Pour le reste de la zone actuellement en bleu, nous proposons plutôt une exposition aux glissements de terrain superficiels spontanés (RF) avec un danger soit d'accélération des mouvements dans la partie basse plus raide, soit d'une remobilisation des masses glissées.

La remobilisation des masses glissées concernerait la partie Est de la parcelle (la ligne notée comme niche d'arrachement potentiel servant toujours de délimitation) avec une probabilité d'occurrence moyenne.

Puisque les sondages CLCF3 et CLCF8 n'ont pas recoupé de matériaux glissés ou remaniés, la partie Ouest serait donc exposée plutôt à un danger d'accélération des mouvements puisque la pente est assez raide. Comme il n'y a pas de désordre observable sur la chambre située en pied de versant, s'il y a des mouvements, ils sont très peu actifs. Avec une probabilité moyenne à faible et une intensité faible, une zone jaune serait plus justifiée.

5.1.4 Recommandations pour les excavations

Ainsi, malgré des conditions géologiques assez favorables dans la partie Ouest des parcelles, le danger de glissement reste présent et des précautions doivent être prises en compte dans le projet.

Dans la partie Ouest :

Pour des excavations importantes (> 5 m), il faudra vérifier si les profondeurs des reconnaissances réalisées suffisent ou s'il faut les compléter par la réalisation de sondages carottés équipés d'inclinomètres. Des études complémentaires avec la réalisation de calculs de stabilité seront nécessaires pour vérifier la stabilité des excavations, leur influence sur la stabilité du versant et définir le cas échéant des mesures de soutènement à mettre en œuvre.

Pour un projet étagé avec des excavations moindres (< 5 m) : les conditions pour les excavations à l'amont seront favorables avec la présence la Molasse altérée à faible profondeur. Les terrassements pourront être prévus sans soutènement pour des pentes de talus de 2 :3 dans les matériaux meubles et de 1 :1 dans la Molasse. A l'aval, les conditions sont également favorables car les matériaux sont altérés mais restent de consistance ferme à dure. Des talus sans soutènement seront également possibles avec des pentes de 2:3.

Dans la partie Est :

Les conditions de stabilité sont plus défavorables même pour des excavations limitées. Le moindre terrassement risque d'engendrer des instabilités importantes du fait de la pente importante et de la mauvaise qualité des matériaux en surface. Des mesures de soutènement seront probablement nécessaires.

Dans cette zone, la mise en œuvre de remblayage devra également être réalisée avec prudence. Les matériaux présents dans la fouille CLCF1 sont en effet peu portants et très compressibles. La mise en œuvre d'un remblai (évoqué pour la réalisation d'un accès) devra être réalisée par étapes avec un suivi de la consolidation des terrains.

5.2 AUTRES RECOMMANDATIONS

5.2.1 Terrassements

La molasse altérée est facilement exploitable à la pelle mécanique. Dans la Molasse peu altérée, des bancs massifs de grès et de calcaire pourraient nécessiter l'emploi du brise-roche.

Les matériaux présents sont fins et argileux et nécessiteront un traitement chaux-ciment pour être réutilisés en remblai.

5.2.2 Fondations

Du fait de la pente du versant, les profondeurs de fondations seront probablement étagées et disparates. Les conditions de fondations sont favorables dans la zone Ouest où la molasse peu altérée constitue un bon socle de fondations. Le mode de fondations sera à décider une fois le projet défini (maison individuelle ou locatif).

La zone Est est plus défavorable à la construction avec la présence en pied de versant de matériaux de mauvaise qualité et d'eau.

5.2.3 Gestion des eaux

Gestion des eaux de ruissellement : les formations dans les talus seront sensibles à l'eau du fait de l'entraînement des fines ou par dégradation des caractéristiques mécaniques. Les talus devront éventuellement être protégés par la mise en œuvre de feuillets PVC ou d'un géotextile tissé.

Gestion des eaux souterraines : le projet devra être prévu pour conserver et préserver les zones d'alimentation de la source à l'aval. Les reconnaissances n'ont pas mis à jour de venue d'eau dans le reste du versant mais des circulations d'eau restent possibles dans la Molasse.

Infiltration des eaux : les terrains ne sont pas perméables et ne permettront pas l'infiltration des eaux de pluie.

6. CONCLUSION

Les parcelles 831 et 2151 à Tavannes sont exposées à plusieurs processus de danger de glissement de terrain. Un des objectifs de cette étude était d'évaluer l'étendue des zones potentiellement glissées pour définir des zones plus ou moins propices à la réalisation d'un projet de construction.

La réalisation de 8 fouilles à la pelle mécanique a permis de reconnaître la géologie entre 2.5 et 3.5 m de profondeur, sur une bonne partie des parcelles

Elles ont mis en évidence des conditions géologiques disparates entre une zone Ouest présentant une géologie favorable avec la présence de la Molasse peu altérée à faible profondeur et une zone Est avec des matériaux glissés de mauvaise qualité et donc présentant des conditions défavorables pour un projet de construction. La ligne de démarcation proposée suit ce qui pourrait être une niche de glissement potentielle selon la carte des ombrages (LIDAR)

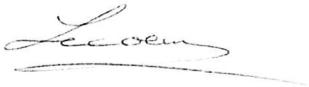
Les recommandations constructives devront être précisées quand le projet sera défini.

Les recommandations faites ci-dessus sont fondées sur notre expérience ainsi que sur l'interprétation des sondages et des essais in situ réalisés dans le cadre de l'étude. Elles sont basées sur les documents du projet reçus au moment de l'établissement de ce rapport. Les investigations restent ponctuelles et des variations géologiques peuvent exister entre les sondages ou en dessous de la profondeur atteinte par les reconnaissances. Par conséquent, les hypothèses du modèle géologique doivent être confirmées au moment de l'exécution avec le suivi du terrassement par un géotechnicien.

Bienne, le 15.03.2021

MFR Géologie-Géotechnique SA

Magali Lecoeur



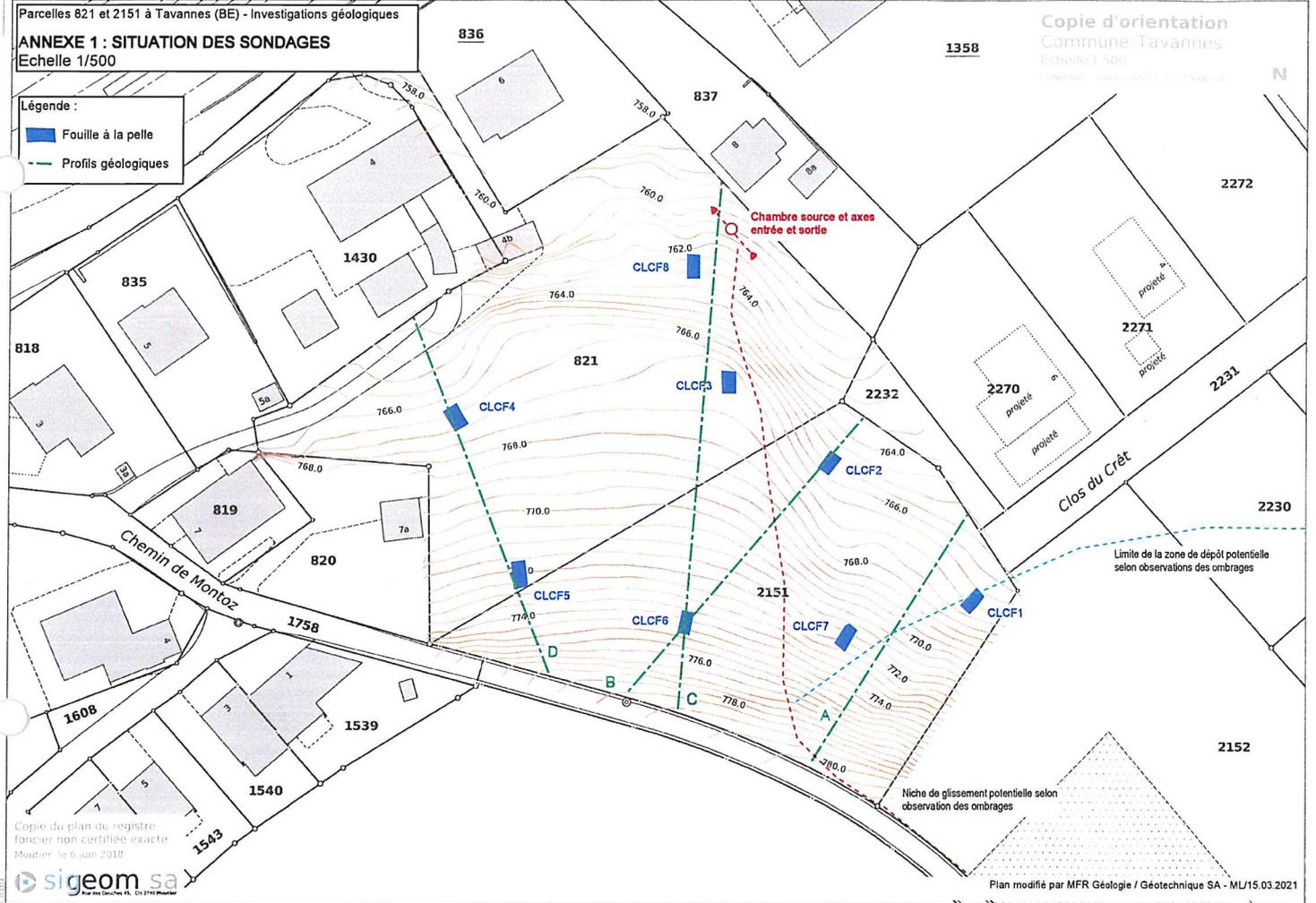
Roland Paupe



ANNEXE 1 : SITUATION DES SONDAGES

Echelle 1/500

- Légende :
- Fouille à la pelle
 - Profils géologiques



Parcelles 821 et 2151 à Tavannes

Etude géologique-géotechnique

Sondage CLCF1

Ech. 1:50

ANNEXE : 2

Coordonnées : 2582117/1229766
 Cote sol (m s.m.) : 768
 Profondeur (m) : 3
 Date d'achèvement : 23.02.2021
 Type de sondage : en tranchée
 Entreprise : Huguelet SA



MFR GEOLGIE-GEOTECHNIQUE SA

7, RUE F. OPPLIGER
 2500 BIEL/BIENNE 3
 tél. 032 / 341 48 08
 fax 032 / 341 48 15
 E-mail: bienne@mfr.ch

50, RUE DE LA CHARRIERE
 2300 LA CHAUX-DE-FONDS
 tél. 032 / 968 95 40
 fax 032 / 341 48 15

9, RUE DE CHAUX
 2800 DELEMONT
 tél. 032 / 422 61 14
 fax 032 / 422 18 80
 E-mail: delemont@mfr.ch

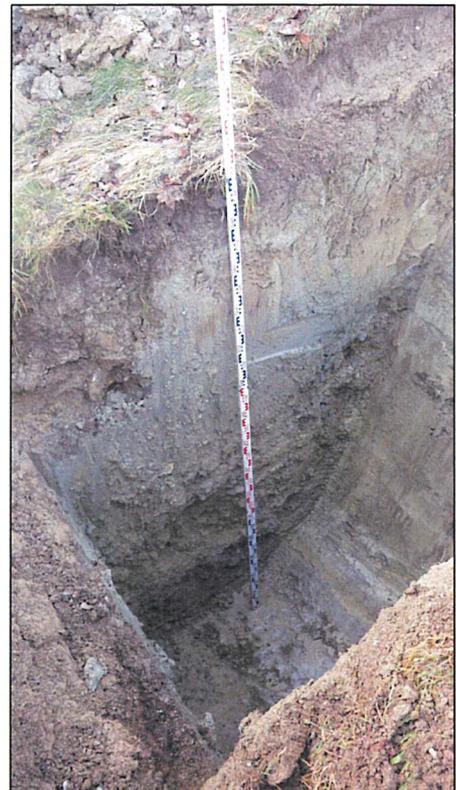
Mandat : 20MFRB091
 Levé géologique : ML
 Date dessin : 25.02.2021
 Format : A4

Prof. [m]	Profil (pendage sur les faces latérales des fouilles)	Description des matériaux	Géologie	USCS appréciation de terrain	Pénétromètre de poche [kPa]	Echantillons	Hydrogéologie	Equipment
0.10	Aval Amont TV							
0.55		Limons argileux un peu sableux, beige moucheté de brun, très plastiques, consistance moyenne à ferme	Molasse altérée et glissée	ML	100 - 150			
1.40		Argile limoneuse gris-bleu, très plastique avec débris de marnes et de grès très altérés, consistance moyenne	Molasse altérée et remaniée	ML	50 - 100		Venue d'eau à l'interface	sans
2.40		Limons argileux bariolés (gris, beige, lie de vin) avec débris de marnes millimétriques à centimétriques, consistance ferme	Molasse altérée (USM)	ML	200 - 250			
		Marnes silteuses grises foncées, extrêmement tendres			1000 - > 5000			

Fin du sondage

Remarques:

- bonne tenue des parois ;
- fin du sondage à 3 m : pas de refus ;
- venue d'eau à 1,4 m de profondeur, à l'interface avec la Molasse altérée, l'eau est noire mais sans odeur
- type de machine: pelle hydraulique sur chenilles 18 to, godet 120 cm



Parcelles 821 et 2151 à Tavannes

Etude géologique-géotechnique

Sondage CLCF2

Ech. 1:50

ANNEXE : 2

Coordonnées : 2582098/1229787
 Cote sol (m s.m.) : 766
 Profondeur (m) : 3.2
 Date d'achèvement : 23.02.2021
 Type de sondage : en tranchée
 Entreprise : Huguelet SA



MFR GEOLOGIE-GEOTECHNIQUE SA

7, RUE F. OPPLIGER
 2500 BIEL/BIENNE 3
 tél. 032 / 341 48 08
 fax 032 / 341 48 15
 E-mail: bienne@mfr.ch

50, RUE DE LA CHARRIERE
 2300 LA CHAUX-DE-FONDS
 tél. 032 / 968 95 40
 fax 032 / 341 48 15

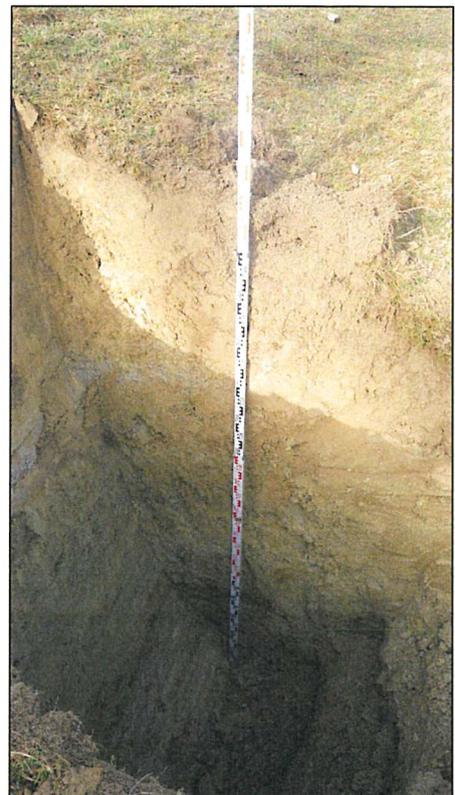
9, RUE DE CHAUX
 2800 DELEMONT
 tél. 032 / 422 61 14
 fax 032 / 422 18 80
 E-mail: delemont@mfr.ch

Mandat : 20MFRB091
 Levé géologique : ML
 Date dessin : 25.02.2021
 Format : A4

Prof. [m]	Profil (pendage sur les faces latérales des fouilles)	Description des matériaux	Géologie	USCS appréciation de terrain	Pénétromètre de poche [kPa]	Echantillons	Hydrogéologie	Equipment
0.10	Aval Amont IV							
0.80		Limons beiges fermes, homogènes avec radicelles, consistance ferme	Collu- -vions		150 - 200			
1.40		Limons argileux bariolés (gris, beige, lie de vin) avec débris de marnes millimétriques à centimétriques, consistance ferme	Molasse altérée et remaniée	ML	150 - 200			
1.60		Blocs de grès non jointifs, extrêmement tendres			2000			
2.50		Limons gris beige avec débris de marnes millimétriques à centimétriques, consistance dure	Molasse altérée (USM)	ML	350 - 450			sans
2.60		Marnes silleuses grises foncées, extrêmement tendres			> 5000			
2.60		Limons gris beige avec débris de marnes millimétriques à centimétriques, consistance dure		ML	350 - 450			
		Fin du sondage						

Remarques:

- bonne tenue des parois ;
- fin du sondage à 3.2 m : pas de refus ;
- pas de venue d'eau ;
- type de machine: pelle hydraulique sur chenilles 18 to, godet 120 cm



Parcelles 821 et 2151 à Tavannes

Etude géologique-géotechnique

Sondage CLCF3

Ech. 1:50

ANNEXE : 2

Coordonnées : 2582077/1229803
 Cote sol (m s.m.) : 767
 Profondeur (m) : 3.2
 Date d'achèvement : 23.02.2021
 Type de sondage : en tranchée
 Entreprise : Huguelet SA



MFR GEOLOGIE-GEOTECHNIQUE SA

7, RUE F. OPLIGER
 2500 BIEL/BIENNE 3
 tél. 032 / 341 48 08
 fax 032 / 341 48 15
 E-mail: bienne@mfr.ch

50, RUE DE LA CHARRIERE
 2300 LA CHAUX-DE-FONDS
 tél. 032 / 968 95 40
 fax 032 / 341 48 15

9, RUE DE CHAUX
 2800 DELEMONT
 tél. 032 / 422 61 14
 fax 032 / 422 18 80
 E-mail: delemont@mfr.ch

Mandat : 20MFRB091
 Levé géologique : ML
 Date dessin : 25.02.2021
 Format : A4

Prof. [m]	Profil (pendage sur les faces latérales des fouilles)	Description des matériaux	Géologie	USCS appréciation de terrain	Pénétromètre de poche [kPa]	Echantillons	Hydrogéologie	Equipement
0.10	Aval Ament IV							
0.90		Limons beiges fermes, homogènes avec radicelles, consistance ferme	Colluvions	ML	150 - 200			
2.20		Limons gris beige avec débris de marnes millimétriques à centimétriques, consistance dure.	Molasse altérée (USM)	ML	250 - 300			sans
		Marnes gris beige plus ou moins altérées en alternance avec des siltites gréseuses extrêmement tendres. La structure n'apparaît pas clairement.			400 -> 5000			

Fin du sondage

Remarques:

- bonne tenue des parois ;
- fin du sondage à 3.2 m : pas de refus ;
- pas de venue d'eau ;
- type de machine: pelle hydraulique sur chenilles 18 to, godet 120 cm



Parcelles 821 et 2151 à Tavannes

Etude géologique-géotechnique

Sondage CLCF4

Ech. 1:50

ANNEXE : 2

Coordonnées : 2582038/1229797
 Cote sol (m s.m.) : 766.5
 Profondeur (m) : 2.5
 Date d'achèvement : 23.02.2021
 Type de sondage : en tranchée
 Entreprise : Huguelet SA



MFR GEOLOGIE-GEOTECHNIQUE SA

7, RUE F. OPLIGER
 2500 BIEL/BIENNE 3
 tél. 032 / 341 48 08
 fax 032 / 341 48 15
 E-mail: bienne@mfr.ch

50, RUE DE LA CHARRIERE
 2300 LA CHAUX-DE-FONDS
 tél. 032 / 968 95 40
 fax 032 / 341 48 15

9, RUE DE CHAUX
 2800 DELEMONT
 tél. 032 / 422 61 14
 fax 032 / 422 18 80
 E-mail: delemont@mfr.ch

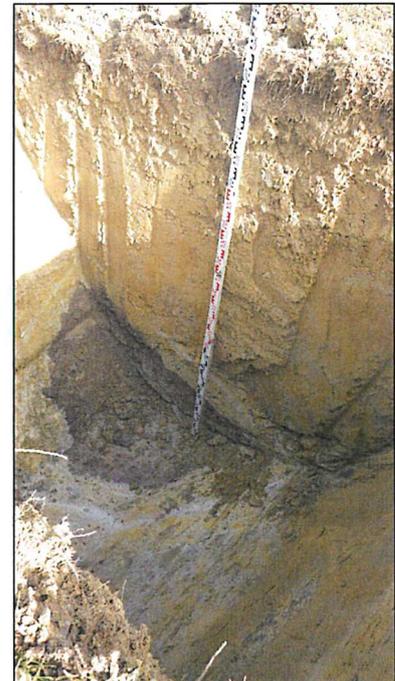
Mandat : 20MFRB091
 Levé géologique : ML
 Date dessin : 25.02.2021
 Format : A4

Prof. [m]	Profil (pendage sur les faces latérales des fouilles)	Description des matériaux	Géologie	USCS appréciation de terrain	Pénétromètre de poche [kPa]	Echantillons	Hydrogéologie	Equipement
0.10								
0.60		Limons beiges fermes, homogènes avec radicelles, consistance ferme	Collu- -vions	ML	150 - 200			
1.30		Limons bariolés (gris, beige, lie de vin), avec des passes plus mameuses avec des débris de marnes millimétriques à centimétriques et d'autres plus gréseuses, consistance ferme.	Molasse altérée (USM)	ML	150 - 200			sans
1.60		A partir de 1.2 m : la structure est visible par la succession des couleurs dans le fond de fouille. Alternance de bancs gréseux altérés bruns et de bancs mameux altérés gris clair						
		Marnes gris beige altérées, extrêmement tendres						
		Siltite gréseuse gris foncé, tendre			> 5000			

Fin du sondage

Remarques:

- bonne tenue des parois ;
- fin du sondage à 2.5 m : refus sur siltite gréseuse tendre ;
- pas de venue d'eau ;
- type de machine: pelle hydraulique sur chenilles 18 to, godet 120 cm



Parcelles 821 et 2151 à Tavannes

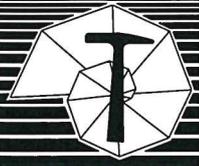
Etude géologique-géotechnique

Sondage CLCF5

Ech. 1:50

ANNEXE : 2

Coordonnées : 2582050/1229771
 Cote sol (m s.m.) : 772
 Profondeur (m) : 3.5
 Date d'achèvement : 23.02.2021
 Type de sondage : en tranchée
 Entreprise : Huguelet SA



MFR GEOLOGIE-GEOTECHNIQUE SA

7, RUE F. OPPLIGER
 2500 BIEL/BIENNE 3
 tél. 032 / 341 48 08
 fax 032 / 341 48 15
 E-mail: bienne@mfr.ch

50, RUE DE LA CHARRIERE
 2300 LA CHAUX-DE-FONDS
 tél. 032 / 968 95 40
 fax 032 / 341 48 15

9, RUE DE CHAUX
 2800 DELEMONT
 tél. 032 / 422 61 14
 fax 032 / 422 18 80
 E-mail: delemont@mfr.ch

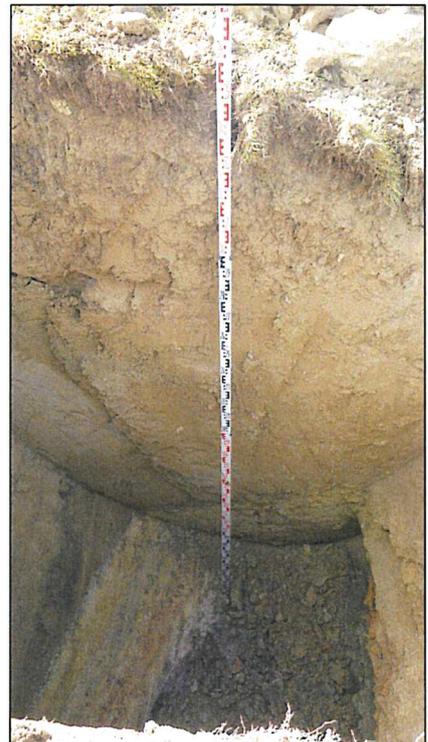
Mandat : 20MFRB091
 Levé géologique : ML
 Date dessin : 01.03.2021
 Format : A4

Prof. [m]	Profil (pendage sur les faces latérales des fouilles)	Description des matériaux	Géologie	USCS appréciation de terrain	Pénétromètre de poche [kPa]	Echantillons	Hydrogéologie	Equipement
0.10	Aval Amont IV							
		Limons beiges fermes, homogènes avec radicelles, consistance ferme	Colluvions	ML	150 - 200			
1.55		Limons gris beige un peu sableux avec débris de marnes millimétriques à centimétriques, consistance ferme.	Molasse altérée (USM)	ML	150 - 200			sans
2.25		Marnes bariolées, gris, beige, lie de vin, extrêmement tendres						
3.25		En fond de sondage : siltite gréseuse gris foncé, tendre			400 -> 5000			

Fin du sondage

Remarques:

- bonne tenue des parois ;
- fin du sondage à 3.5 m : refus sur siltite gréseuse tendre ;
- pas de venue d'eau ;
- type de machine: pelle hydraulique sur chenilles 18 to, godet 120 cm



Parcelles 821 et 2151 à Tavannes

Etude géologique-géotechnique

Sondage CLCF6

Ech. 1:50

ANNEXE : 2

Coordonnées : 2582076/1229762
 Cote sol (m s.m.) : 774
 Profondeur (m) : 3.5
 Date d'achèvement : 23.02.2021
 Type de sondage : en tranchée
 Entreprise : Huguelet SA



MFR GEOLOGIE-GEOTECHNIQUE SA

7, RUE F. OPLIGER
 2500 BIEL/BIENNE 3
 tél. 032 / 341 48 08
 fax 032 / 341 48 15
 E-mail: bienne@mfr.ch

50, RUE DE LA CHARRIERE
 2300 LA CHAUX-DE-FONDS
 tél. 032 / 968 95 40
 fax 032 / 341 48 15

9, RUE DE CHAUX
 2800 DELEMONT
 tél. 032 / 422 61 14
 fax 032 / 422 18 80
 E-mail: delemont@mfr.ch

Mandat : 20MFRB091
 Levé géologique : ML
 Date dessin : 01.03.2021
 Format : A4

Prof. [m]	Profil (pendage sur les faces latérales des fouilles)	Description des matériaux	Géologie	USCS appréciation de terrain	Pénétrmètre de poche [kPa]	Echantillons	Hydrogéologie	Equipement
0.10	Aval Amont TV	Limons beiges fermes, homogènes avec radicelles, consistance ferme	Colluvions	ML	150 - 200			sans
0.50		Banc de calcaires lacustres décimétriques, très fracturés						
0.90		Limons argileux bariolés, gris beige, lie de vin avec débris de marnes millimétriques à centimétrique, de consistance ferme à dure.	Molasse altérée (USM)	ML	200 - 300			
1.10		Siltite gréseuse noir, extrêmement tendres			2000			
1.40		Limons sableux bariolés gris beige, fermes			200 - 300			
		Grès silteux, gris, extrêmement tendres à tendres		> 5000				
2.85		En fond de sondage : siltite gréseuse gris foncé, tendre			3000			

Fin du sondage

Remarques:

- bonne tenue des parois ;
- fin du sondage à 3.2 m : refus sur siltite gréseuse tendre ;
- pas de venue d'eau ;
- type de machine: pelle hydraulique sur chenilles 18 to, godet 120 cm



Parcelles 821 et 2151 à Tavannes

Etude géologique-géotechnique

Sondage CLCF7

Ech. 1:50

ANNEXE : 2

Coordonnées : 2582103/1229763
 Cote sol (m s.m.) : 772
 Profondeur (m) : 3.8
 Date d'achèvement : 23.02.2021
 Type de sondage : en tranchée
 Entreprise : Huguelet SA



MFR GEOLOGIE-GEOTECHNIQUE SA

7, RUE F. OPPLIGER
 2500 BIEL/BIENNE 3
 tél. 032 / 341 48 08
 fax 032 / 341 48 15
 E-mail: bienne@mfr.ch

50, RUE DE LA CHARRIERE
 2300 LA CHAUX-DE-FONDS
 tél. 032 / 968 95 40
 fax 032 / 341 48 15

9, RUE DE CHAUX
 2800 DELEMONT
 tél. 032 / 422 61 14
 fax 032 / 422 18 80
 E-mail: delemont@mfr.ch

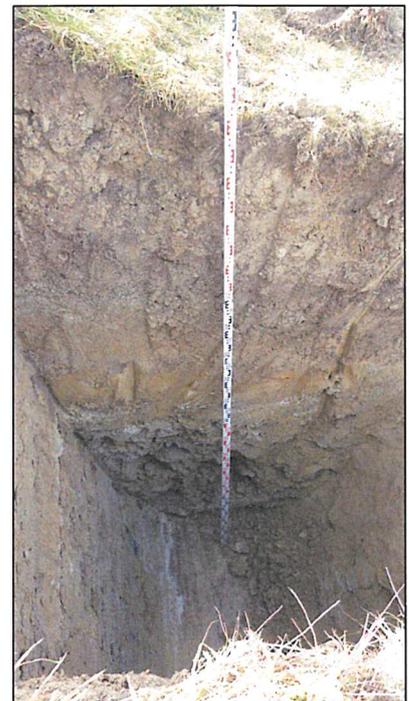
Mandat : 20MFRB091
 Levé géologique : ML
 Date dessin : 01.03.2021
 Format : A4

Prof. [m]	Profil (pendage sur les faces latérales des fouilles)	Description des matériaux	Géologie	USCS appréciation de terrain	Pénétromètre de poche [kPa]	Echantillons	Hydrogéologie	Equipement
0.10	Aval Amont	Limons argileux bruns beige avec un peu de graviers calcaires centimétriques à décimétriques, anguleux (II), des tuiles et débris d'argiles cuites, morceaux de bois récents.	Remblai	ML	150 - 200			
1.35		Sables limoneux et limons sableux, gris beige, moyennement compacts	Molasse altérée et remaniée	SM - ML	50 - 150			sans
1.80		Limons argileux bariolés, gris beige, lie de vin de consistance moy. à ferme		ML	50 - 150			
2.00		Limons argileux bariolés, gris beige, lie de vin avec débris de marnes, fermes		ML	200 - 300			
2.20		Siltite gréseuse noir, extrêmement tendres			3000			
2.40		Grès silteux à siltite gréseuse, gris-beige, extrêmement tendres à tendres	Molasse altérée (USM)		> 5000			
3.40		Marnes gris clair extrêmement tendres			500 - 2000			
3.60		Marnes noires silteuses, microcisailées, ex. tendres à tendres			2000			

Fin du sondage

Remarques:

- bonne tenue des parois ;
- fin du sondage à 3.8 m : pas de refus
- pas de venue d'eau ;
- type de machine: pelle hydraulique sur chenilles 18 to, godet 120 cm



Parcelles 821 et 2151 à Tavannes

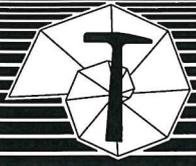
Etude géologique-géotechnique

Sondage CLCF8

Ech. 1:50

ANNEXE : 2

Coordonnées : 2582080/1229818
 Cote sol (m s.m.) : 764
 Profondeur (m) : 3.3
 Date d'achèvement : 23.02.2021
 Type de sondage : en tranchée
 Entreprise : Huguelet SA



MFR GEOLOGIE-GEOTECHNIQUE SA

7, RUE F. OPLIGER
 2500 BIEL/BIENNE 3
 tél. 032 / 341 48 08
 fax 032 / 341 48 15
 E-mail: bienne@mfr.ch

50, RUE DE LA CHARRIERE
 2300 LA CHAUX-DE-FONDS
 tél. 032 / 968 95 40
 fax 032 / 341 48 15

9, RUE DE CHAUX
 2800 DELEMONT
 tél. 032 / 422 61 14
 fax 032 / 422 18 80
 E-mail: delemont@mfr.ch

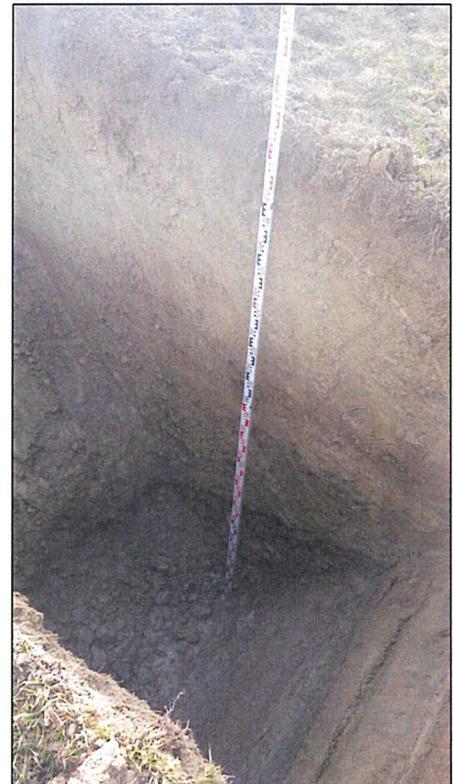
Mandat : 20MFRB091
 Levé géologique : ML
 Date dessin : 25.02.2021
 Format : A4

Prof. [m]	Profil (pendage sur les faces latérales des fouilles)	Description des matériaux	Géologie	USCS appréciation de terrain	Pénétromètre de poche [kPa]	Echantillons	Hydrogéologie	Equipement
0.30		Terre végétale						
0.60		Limons beiges fermes, homogènes avec radicelles, consistance ferme	Colluvions	ML	150 - 200			
1.20		Limons gris beige avec débris de marnes millimétriques à centimétriques, consistance ferme.	Molasse altérée (USM)	ML	150 - 250			sans
1.90		Limons sableux gris beige consistance ferme.		SM -ML	100 - 200			
2.30		Limons gris beige avec morceaux de marnes ext. tendres, consistance ferme.		ML	200 - 300			
2.50		Marnes noirs silteuses, microcisailées, ex. tendres à tendres			2000			
		Siltite gréseuse gris foncé vert, se débite en polyèdres dont les faces sont humides mais pas de venue d'eau franche dans la fouille			2000 -> 5000			

Fin du sondage

Remarques:

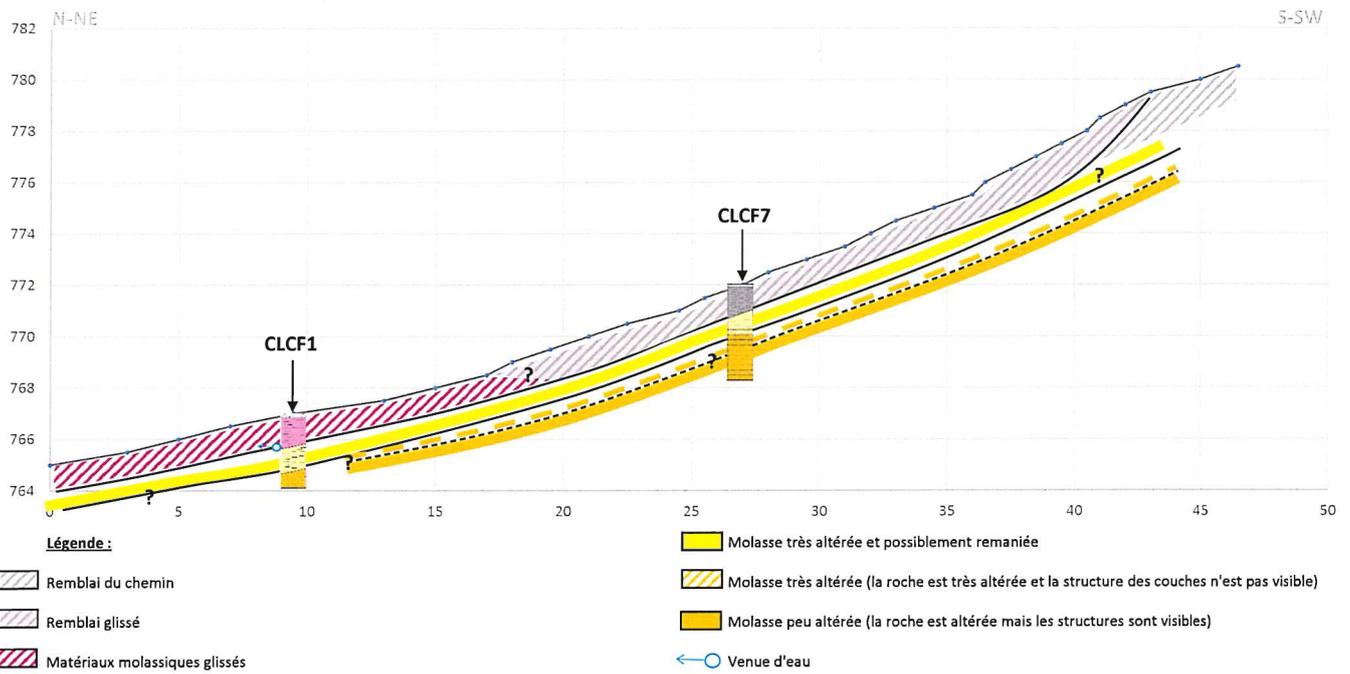
- bonne tenue des parois ;
- fin du sondage à 3.3 m : pas de refus ;
- pas de venue d'eau ;
- type de machine: pelle hydraulique sur chenilles 18 to, godet 120 cm



Parcelle 821 et 2151 à Tavannes (BE) - Investigations géologiques

ANNEXE 3 : PROFILS GEOLOGIQUES

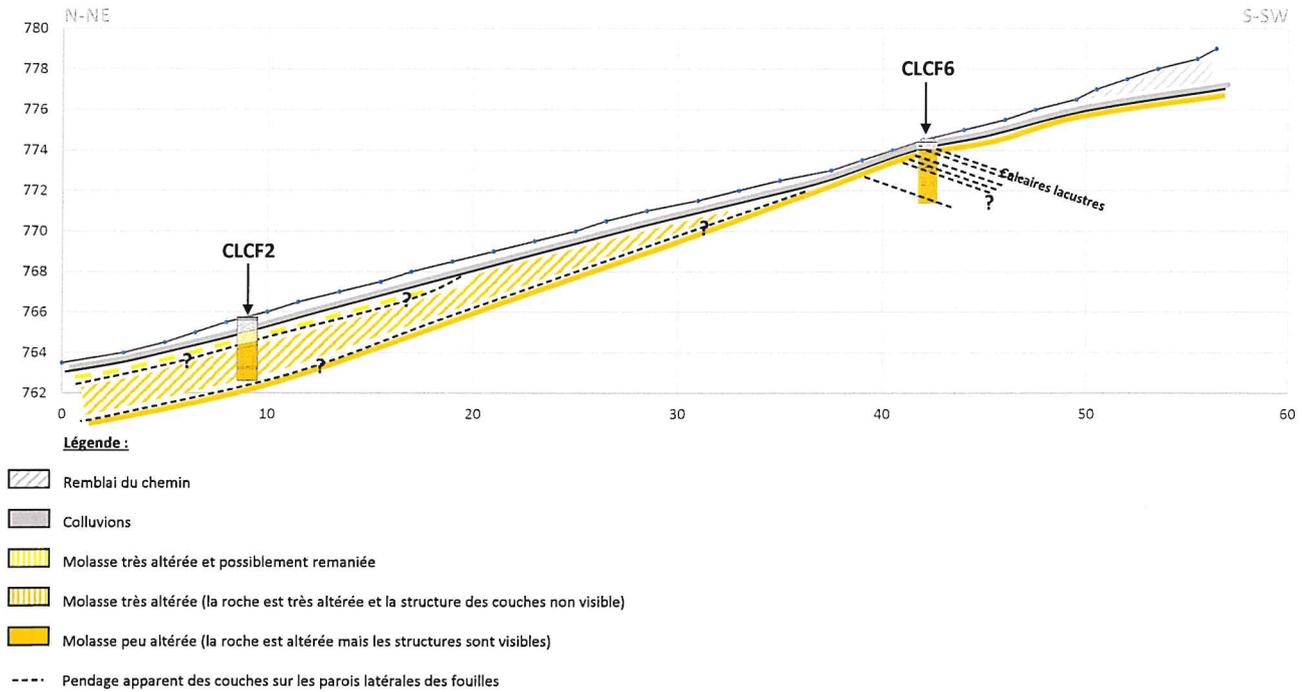
Profil géologique A
Echelle 1/200



Parcelle 821 et 2151 à Tavannes (BE) - Investigations géologiques

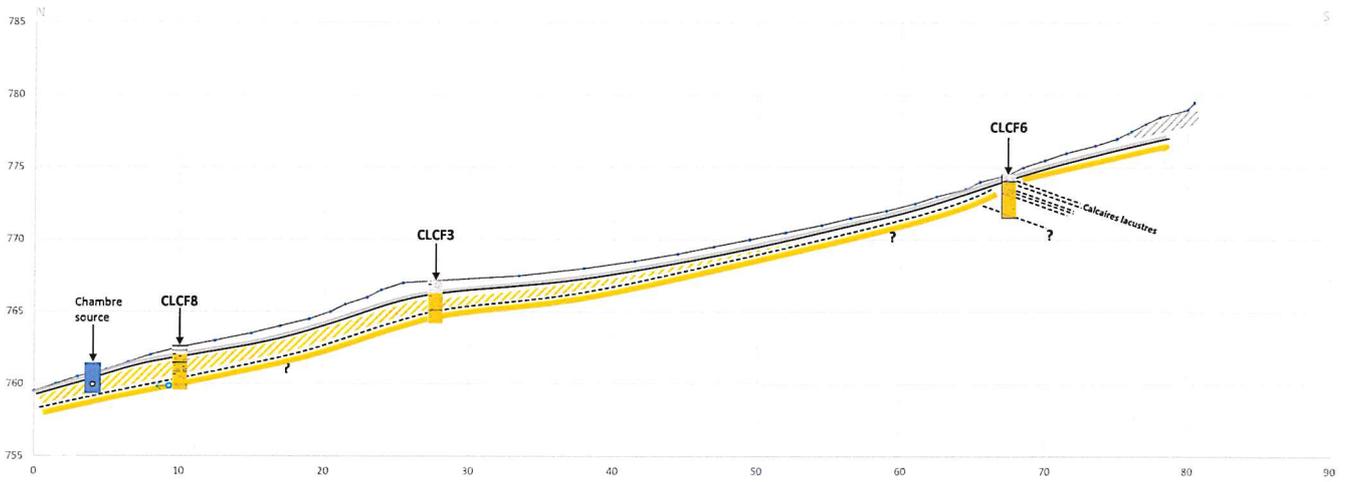
ANNEXE 3 : PROFILS GEOLOGIQUES

Profil géologique B
Echelle 1/250



Parcelle 821 et 2151 à Tavannes (BE) - Investigations géologiques
ANNEXE 3 : PROFILS GEOLOGIQUES

Profil géologique C
Echelle 1/250



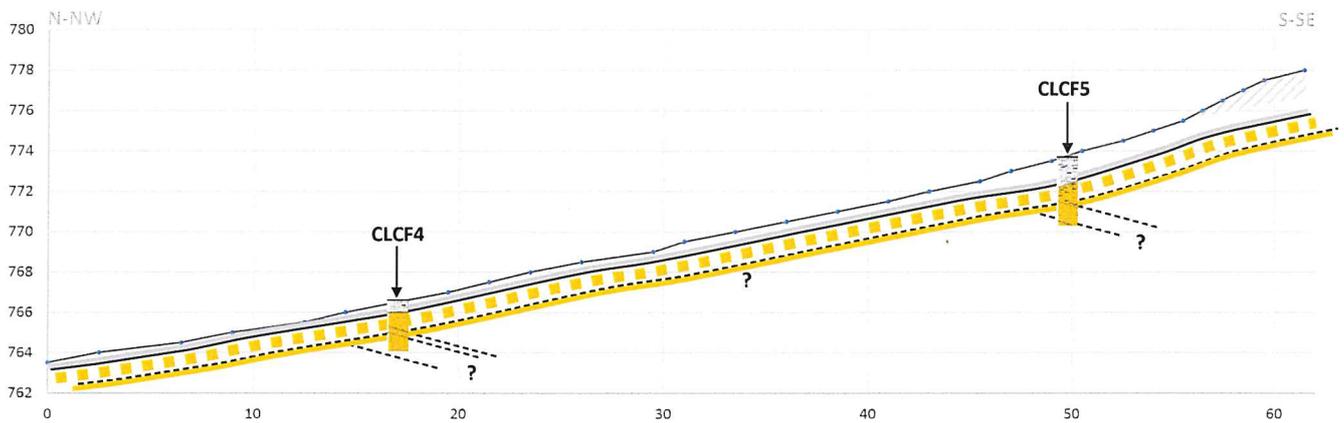
Légende :

-  Remblai du chemin
-  Colluvions
-  Molasse très altérée (la roche est très altérée et la structure des couches non visible)
-  Molasse peu altérée (la roche est altérée mais les structures sont visibles)
-  --- Pendage apparent des couches sur les parois latérales des fouilles
-   Venue d'eau

Parcelle 821 et 2151 à Tavannes (BE) - Investigations géologiques

ANNEXE 3 : PROFILS GEOLOGIQUES

Profil géologique D
Echelle 1/250



Légende :

-  Remblai du chemin
-  Colluvions
-  Molasse très altérée (la roche est très altérée et la structure des couches non visible)
-  Molasse peu altérée (la roche est altérée mais les structures sont visibles)
-  Pendage apparent des couches sur les parois latérales des fouilles