



Rapport technique

COMMUNE DE GRANDSON

Projet de construction d'un réservoir d'eau potable



Étude géologique - géotechnique préliminaire

19MFRY083 - Version 001 du 12.03.2020/IP/RP

GÉOLOGIE

GÉOTECHNIQUE

EAUX SOUTERRAINES

ENVIRONNEMENT

GÉOTHERMIE

TABLE DES MATIERES

1.	OBJECTIFS ET CADRE DE L'ETUDE	3
2.	CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE	3
2.1	Contexte général	3
2.1.1	Géologie	4
2.1.2	Hydrogéologie	5
2.2	Contexte du site	5
3.	RÉSULTATS DES RECONNAISSANCES	6
3.1	Synthèse des reconnaissances réalisées	6
3.2	Géologie	6
3.3	Hydrogéologie	6
3.4	Modèle géologique - géotechnique	7
3.5	Caractéristiques géotechniques des terrains	8
4.	RISQUES GÉOTECHNIQUES	9
4.1	Terrassements	9
4.2	Stabilité des talus	10
4.3	Fondations	10
4.4	Gestion des eaux	11
5.	CONCLUSION	12
6.	ANNEXES	13

TABLE DES ANNEXES

Figure 1 : Situation générale du projet.....	3
Figure 2 : Extrait de la carte géologique de Grandson au 1/25'000	4

Auteurs :

Jean-Charles Jacmaire
Irène Pontarlier

Géologue
Géotechnicienne

Dipl. UNI-FC
Dipl. Polytech'Grenoble

1. OBJECTIFS ET CADRE DE L'ETUDE

Le présent mandat nous a été attribué le 19.11.2019 à la suite du conseil communal de la municipalité de Grandson, sur la base de notre offre de prestations du 24.10.2019, dans le cadre du projet de construction d'un réservoir d'eau potable de 4'000 m³.

Les buts de cette étude sont :

- De caractériser la géologie du sous-sol ;
- D'évaluer les risques géotechniques pour ce projet liés à la géologie locale ;
- De définir des recommandations de soutènement et de terrassement ;
- D'établir des recommandations constructives, notamment vis-à-vis des fondations, afin de limiter les risques liés à l'ouvrage.

2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE

2.1 CONTEXTE GÉNÉRAL

Le site d'étude se trouve sur la commune de Grandson (Canton de Vaud) et plus précisément au droit des parcelles n°1371 et 1372.

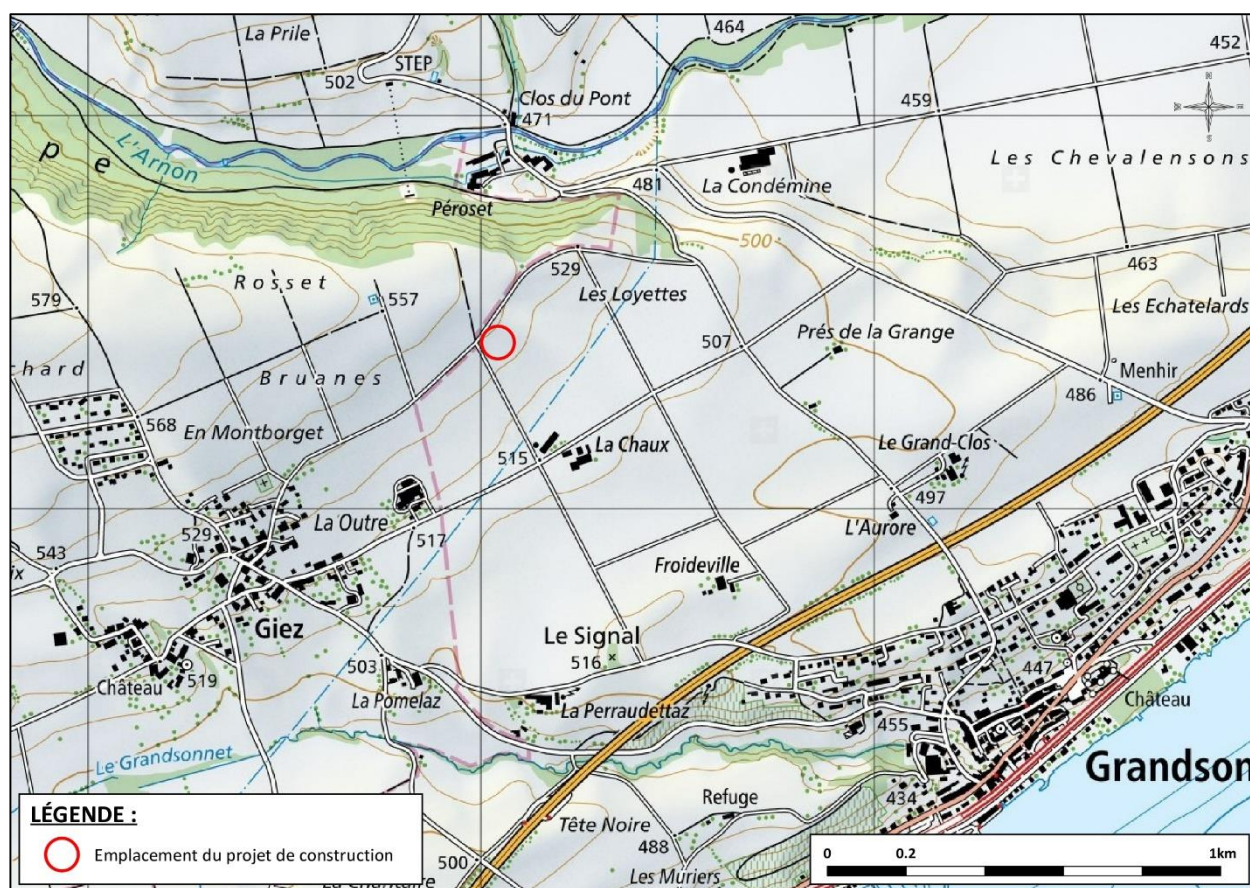


Figure 1 : Situation générale du projet

Actuellement, les deux parcelles citées ont une vocation agricole avec une exploitation de produits céréaliers. Le site présente une pente régulière en direction du Sud-Est à des niveaux altimétriques compris entre 537 et 540 msn environ.

Le projet prévoit la réalisation d'un réservoir en eau potable pour la commune de Grandson, d'une capacité égale à 4'000 m³ et comprenant deux cuves. L'emprise au sol de l'ouvrage est d'environ 49.20m sur 22.50m.

Le fond de fouille de l'ouvrage devrait atteindre la cote de 527.00. Des terrassements supérieurs à 10 mètres sont à prévoir.

2.1.1 Géologie

D'après l'extrait de la carte géologique de Grandson au 1/25'000 (carte 1183), les terrains au droit du présent projet, et sous une faible épaisseur de colluvions de pente, sont des matériaux morainiques de fond (q_{4m}) datant du dernier maximum glaciaire würmien. Ces matériaux sont constitués de galets et graviers à matrice argileuse et présentent généralement de bonnes compacités.

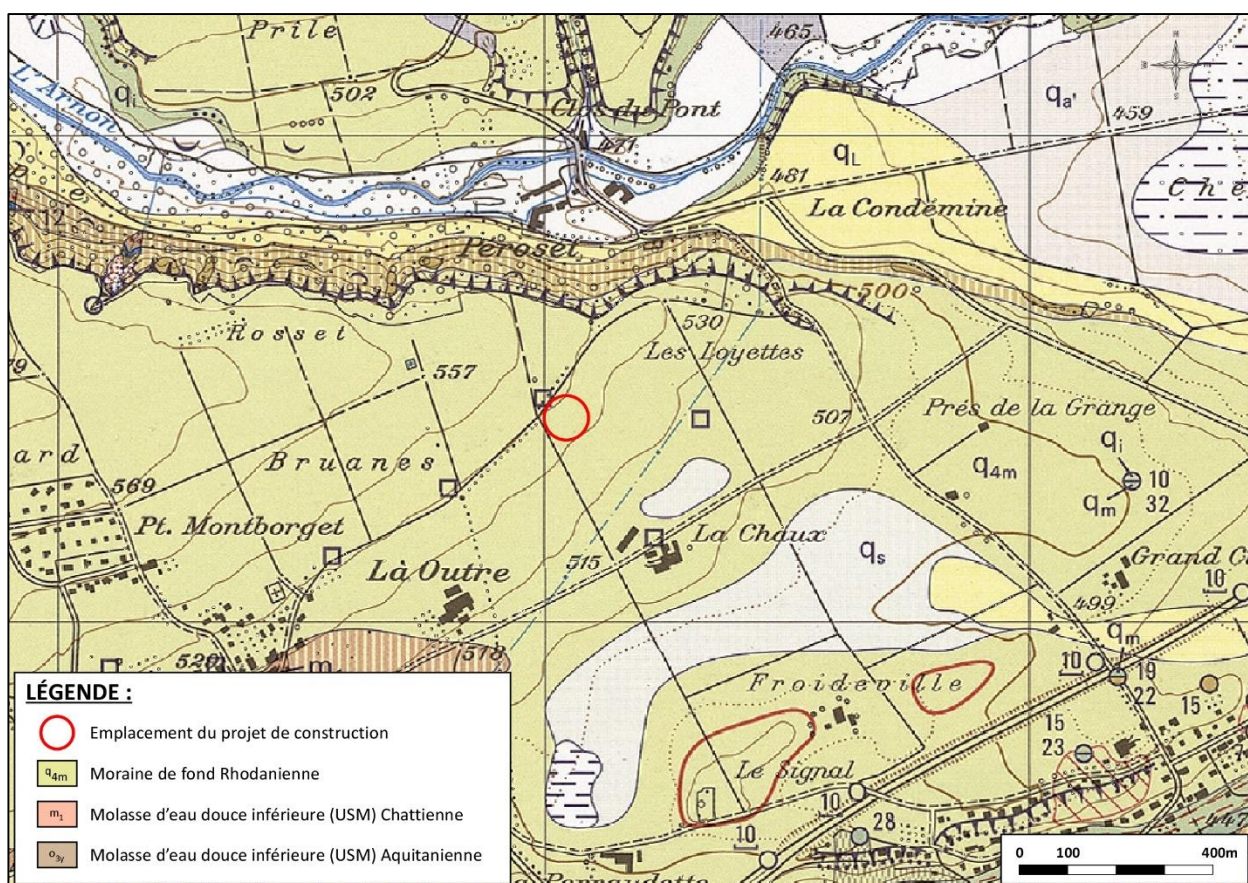


Figure 2 : Extrait de la carte géologique de Grandson au 1/25'000

A environ 500 mètres au Sud-Ouest du projet, la présence de molasse gréseuse et marneuse appartenant à l'étage géologique Chattien supérieur (Oligocène) est avérée au niveau du village de Giez. Les données disponibles sur la carte géologique indiquent une orientation des terrains globalement N060° avec un faible pendage en direction du Sud-Sud-Est (environ 5°).

A quelques centaines de mètres au Nord du projet, le ruisseau de l'Arnon a créé une entaille dans les formations molassiques de l'Aquitaniens. Cet horizon molassique, principalement composé de marnes à gypse, affleure sur le versant Nord de la vallée creusée par le ruisseau. Il est également affecté d'un chevauchement dont la trace du front suit sensiblement la ligne de crête du versant. Les données

disponibles indiquent une orientation des terrains globalement Est-Ouest avec un faible pendage en direction du Sud (10 à 12°).

La campagne de sondage réalisée pour cette étude permettra d'identifier sur quel horizon molassique repose la moraine de fond rhodanienne, à savoir soit :

- La molasse Chattienne (m_1) composée de marnes et de grès
- La molasse Aquitannienne (o_{3y}) composée de marnes à gypse

Elle permettra également de déterminer la profondeur d'interface entre les matériaux morainiques et le socle Tertiaire.

2.1.2 Hydrogéologie

Le site d'étude est éloigné de tout périmètre de protection de captage en eau pour l'alimentation en eau potable de la population.

Le périmètre de protection S3 le plus proche se situe à environ 1'750m au Sud-Ouest du projet, en lisière du bois des Tassonnieres sur la commune de Giez.

Les parcelles 1371 et 1372 sont positionnées sur un secteur üB de protection des eaux souterraines. Ce secteur ne nécessite pas de mesures particulières vis-à-vis de la protection de ces eaux.

Sur la carte géologique de Grandson au 1/25'000, de nombreuses sources anciennement exploitées et aujourd'hui disparues ont été cartographiées dans la moraine et généralement le long de la courbe de niveau 540m. L'une d'entre elles est indiquée à quelques mètres en amont du projet, de l'autre côté du chemin communal, sur la parcelle n°103 de la commune de Giez. L'exploitant agricole de cette parcelle nous a également confirmé l'existence jadis de cette source.

Des circulations d'eaux, voir des niveaux d'eaux stables, dans les formations morainiques de surface existent et seront à surveiller dans le cadre du présent projet.

2.2 CONTEXTE DU SITE

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

- Le site est placé en secteur üB de protection des eaux souterraines ;
- Il n'est pas exposé aux dangers naturels, selon la carte des dangers du canton de Vaud ;
- Les sols de fondations sont classés en zone E pour le risque sismique. Selon la norme SIA261, il s'agit d'une couche alluviale superficielle d'une épaisseur comprise entre 5 et 30 m, surmontant une couche plus rigide.
- Il n'est pas inscrit au cadastre des sites pollués ;
- La probabilité de dépassement de la valeur de référence de 300 Bq/m³ dans les bâtiments est de 9% d'après la carte du radon de l'OFSP (Office fédéral de la Santé Publique). Indice de confiance : moyen.

3. RÉSULTATS DES RECONNAISSANCES

3.1 SYNTHÈSE DES RECONNAISSANCES RÉALISÉES

Les sondages réalisés dans le cadre de cette étude sont localisés sur le plan de situation constituant l'annexe n°1 de ce rapport. Ils comprennent :

- 2 forages carottés, nommés SC1 et SC2, menés jusqu'à des profondeurs respectives de 16.00 et 12.00m (voir annexes 2.1 et 2.2). Ils ont été exécutés entre le 13 et le 16 janvier 2020 par l'entreprise FORTINI SA. Les tronçons de carottes recueillis ont fait l'objet d'une étude minutieuse des variations lithologiques en profondeur. Des essais au pénétromètre de poche ont également été exécutés de façon à obtenir des valeurs de résistance de pointe en kPa. Les planches photographiques sont également présentées en annexe 3.
- 1 forage destructif nommé SD1, mené jusqu'à 12.00m de profondeur (voir annexe 2.3).

Un piézomètre a été installé au droit des sondages carottés SC1 et SC2, avec un tube plein entre 0.00 et 1.00m de profondeur et un tube crépiné de 1.00m jusqu'en fin de sondage. Les niveaux d'eaux mesurés sont présentés dans le chapitre 3.3.

Aucun essai en laboratoire n'a été exécuté.

Les coordonnées XYZ exactes des points de sondage figurent sur le plan d'implantation.

3.2 GÉOLOGIE

Tous les sondages réalisés ont atteint le substratum rocheux représenté par des grès ou des marnes. Les terrains mis à jour sont les suivants :

Terre végétale : sur une épaisseur de 0.10 à 0.30m, reconnue au droit de l'ensemble des sondages ;

Colluvions de pente : sur une épaisseur de 0.30 à 1.00m, reconnu au droit de l'ensemble des sondages ;

Moraine rhodanienne : constituée d'argile-limoneuse brune avec sables, galets et graviers d'origine alpine, de consistance dure à très dure, jusqu'à une profondeur comprise entre 2.00 et 3.80m. Elle correspond à des moraines de fond à dominance argileuse dont les valeurs de compacité sont élevées.

Molasse d'eau douce inférieure : d'après les reconnaissances réalisées, cette formation est constituée d'une alternance de terrains marneux gris et de grès gris à grains fins. Il est difficile de déterminer la limite entre la frange altérée de cette molasse et les matériaux sains. Le toit de l'horizon non altéré a été identifié entre 9.50m (au droit de SD1) et 10.60m (au droit de SC2).

La molasse tertiaire reconnue au droit des forages appartient à l'étage géologique du Chattien supérieur, présente également au village de Giez. Elle se distingue de la molasse de l'étage géologique Aquitainien par la présence de matériaux détritiques gréseux et par l'absence de gypse dans les marnes.

3.3 HYDROGÉOLOGIE

Les forages carottés SC1 et SC2 ont été réalisés les 14 et 16 janvier 2020. Après chaque exécution, les trous de forage ont été équipés d'un piézomètre. La partie crépinée du tube piézométrique, qui permet à l'eau de circuler dans ce dernier, débute à partir d'un mètre de profondeur jusqu'en fin de sondage.

À ce jour, six mesures ont été effectuées au droit de ces piézomètres :

Date de la mesure	Sondage équipé	Niveau d'eau mesuré [m/TN]	Niveau d'eau mesuré [cote altimétrique]
17/01/2020, à 10h30	SC1	1.06	539.10
	SC2	2.96	533.80
20/01/2020, à 16h00	SC1	1.22	538.94
	SC2	3.40	533.36
07/02/2020, à 15h00	SC1	0.21	539.95
	SC2	2.33	534.43

Au regard des mesures réalisées, l'eau semble se stabiliser dans les formations de surface (moraines et colluvions).

Les formations morainiques sont considérées comme imperméables du fait de la dominance argileuse. Il en est de même avec les terrains marneux sous-jacents.

Rappelons que d'anciennes sources ont été captées dans les terrains morainiques et que l'une d'entre elle se situe à quelques mètres au Nord du projet de construction du réservoir. Ces sources se développent dans des lentilles graveleuses ou des niveaux molassiques gréseux fracturés.

Le niveau d'eau stabilisé a été reporté sur les coupes transversales au projet (voir annexes n°4.1 et 4.2) sur la base des informations à notre disposition (relevés piézométriques et bibliographie). Sur la coupe géologique interprétative CC (annexe 4.2), orientée du Nord-Ouest vers le Sud-Est, l'eau présente dans les moraines interfèrera avec le futur ouvrage.

La surveillance du niveau de la nappe souterraine paraît donc très importante à la fois pendant la phase d'exécution des travaux et de la phase définitive.

3.4 MODÈLE GÉOLOGIQUE - GÉOTECHNIQUE

Les coupes géologiques interprétatives A-A et C-C (voir annexes 4.1 et 4.2) présentent les limites lithologiques des horizons susmentionnés dans le chapitre 3.2.

La coupe C-C recoupe le projet du Nord-Ouest au Sud-Est en suivant la ligne de plus grande pente du terrain naturel actuel. Les deux forages carottés SC1 et SC2 ont été réalisés à 10 mètres du tracé de cette coupe, ce qui permet de fournir des informations pertinentes sur le modèle géologique en profondeur.

Le fond de fouille attendra la cote altimétrique de 527.00 au droit de la chambre des vannes (voir coupe A-A) et les hauteurs maximales de terrassement seront de l'ordre de 12.70 mètres au niveau de l'extrémité Ouest de l'ouvrage.

Le niveau bas du projet devrait mettre à jour les formations marneuses et gréseuses de la molasse, soit dans sa frange altérée soit dans sa partie dite « saine ». Dans les deux cas, les caractéristiques mécaniques mesurée, à l'aide d'un pénétromètre de poche ou d'un SPT, sont bonnes (voir chapitre suivant 3.5).

3.5 CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES DES TERRAINS

Le tableau suivant synthétise les résultats des essais in situ réalisés dans les forages :

Formation géologique	Q _{up} (kPa)		N _{SPT} (nb de coups par 30 cm)	Consistance / Compacité / Dureté
	Min - Max	Xk ⁽¹⁾		
Colluvions	100 - 440	150	-	Ferme
Moraines	200 - 620	250	13 - 16	Dure
Molasse altérée à dominance gréseuse	-	-	27	Très tendre à tendre
Molasse altérée à dominance marneuse	250 - 600	> 500	36	Extrêmement tendre à très tendre
Molasse saine	2'000 - >5'000	> 2'000	-	Très tendre à mi-dure

(1) Valeurs caractéristiques selon définition de la norme SIA267

Le tableau suivant indique les caractéristiques géotechniques estimées probables des terrains rencontrés sur le site.

Formation géologique	Cohésion c' (kPa)	Angle de frottement φ' (°)	Poids volumique γ (kN/m ³)	Module ME (MPa)	Perméabilité k (m/s)	Classe de portance
Colluvions	10 - 20	25 - 30	19 - 21	15 - 30	10 ⁻⁷ à 10 ⁻⁸	S2
Moraine	0 - 20	25 - 35	20 - 22	20 - 40	10 ⁻⁷ à 10 ⁻⁸	S3
Molasse altérée à dominance gréseuse	0 - 5	30	20 - 21	40 - 60	10 ⁻⁵	S4
Molasse altérée à dominance marneuse	10 - 20	25 - 30	21 - 22	60 - 120	10 ⁻⁷ à 10 ⁻⁸	>S4
Molasse saine	> 50	25 - 35	22 - 23	> 120	10 ⁻⁵ à 10 ⁻⁸	>S4

Les valeurs de cohésion et d'angle de frottement des matériaux sont déterminées à partir des données de la norme VSS SN670 010b pour les classes USCS : GM, ML et SM ainsi que des valeurs d'expériences pour des terrains similaires.

Les valeurs de portance et de déformabilité sont déterminées par corrélation à partir des résultats des essais in situ (pénétromètre de poche et SPT).

4. RISQUES GÉOTECHNIQUES

Sur la base du modèle géologique, les risques géotechniques de ce projet sont les suivants :

Stabilité des excavations : du fait de la disposition de ce projet, il s'agit de la problématique principale puisqu'il nécessitera, des excavations importantes (jusqu'à environ 13 m de profondeur) pour le talus amont. Dans la phase finale, le projet n'apporte pas de surcharge pouvant déstabiliser l'aval de la parcelle.

Fondations : cette problématique comprend le choix d'un niveau de fondations ayant une portance suffisante pour supporter les charges du projet et suffisamment homogène pour limiter les déplacements différentiels.

Gestion des eaux : du fait de sa disposition, le projet pourrait faire obstacle aux circulations d'eau souterraines observées dans la moraine. Cet effet barrage entraînerait des poussées défavorables sur les talus et sur l'ouvrage. Des mesures de drainage seront donc nécessaires pour rétablir une bonne circulation des eaux.

Des mesures de gestion des eaux de ruissellement seront également à mettre en œuvre afin de limiter l'altération des terrains dans les talus (les talus d'excavation sont sensibles à l'eau du fait de l'entraînement des fines dans la moraine ou par dégradation des caractéristiques mécaniques pour les bancs marneux). Une protection immédiate du fond de fouille devra également être réalisée.

La gestion des écoulements d'eaux souterraines est un autre point important, les bancs de molasse gréseux pouvant présenter des circulations d'eau temporaires. Il conviendra de prévoir des mesures pour récolter les eaux recoupées par les talus.

Les paragraphes suivants présentent ces problématiques plus en détails et proposent des recommandations pour leur résolution.

4.1 TERRASSEMENTS

Les excavations ne présenteront pas de difficultés dans la moraine de fond et la molasse altérée. Les matériaux sont facilement exploitables à la pelle mécanique, même si la présence de blocs dans la moraine n'est pas exclue.

En revanche, l'emploi du brise roche hydraulique ou de la fraise pourra s'avérer nécessaire dans les bancs de grès durs de la molasse.

En surface, les terrains limoneux ne seront pas propices à la circulation des engins de chantier. La construction de pistes de chantier sera donc nécessaire.

Les parties les plus graveleuses de la moraine pourraient être utilisées pour le remblayage de l'ouvrage. Pour réutiliser les bancs de grès de la molasse, ils devront être concassés et leur granulométrie devra éventuellement être corrigée (mélange ou ajout).

Les dépôts de terre végétale et de matériaux d'excavation ne devront pas être placés à proximité immédiate des bords de fouille. Ils devront être mis en forme de manière à protéger les matériaux des agents atmosphériques si une réutilisation pour le remblayage des alentours est prévue. Les dépôts provisoires seront donc couverts ou au-moins bien compactés en partie supérieure et avec une pente de 4-5 % pour éviter de gorger les matériaux d'eau durant la période de stockage.

4.2 STABILITÉ DES TALUS

Les méthodes d'analyse de la stabilité de la zone vont différer en fonction de la nature géologique des talus.

Talus dans les matériaux meubles : la partie supérieure des terrassements pour la réalisation du réservoir recoupera les colluvions et la moraine, avec localement des poches de sables sans cohésion. Leur stabilité sans soutènement ne serait pas assurée pour une pente supérieure à 35°. Par conséquent, nous recommandons la réalisation de talus avec une pente de 3H/2V. Pour les talus de plus de 4 m de hauteur, des bermes intermédiaires de 1 m de largeur, à intervalle de 3 m de hauteur seront réalisées.

Talus dans la molasse : les conditions de stabilité varient en fonction de l'orientation de la stratification et de la fracturation. Le talus Nord-Ouest est celui qui représente les conditions de stabilité les plus défavorables puisque la stratification recoupe le talus avec un pendage d'environ 10°. De plus, des familles de fractures peuvent découper des dièdres. Avec une pente à 1H/3V, la sécurité devrait être suffisante sans soutènement.

Si la stabilité globale est assurée, des instabilités locales des talus rocheux restent possibles, notamment en cas de zones plus fracturées et/ou plus altérées. Nous recommandons donc de prévoir un espace de réception (panneaux de coffrage) en bord de berme et en pied de talus pour stocker les éventuelles chutes de pierres. La sécurisation des zones plus altérées par la mise en œuvre d'un géotextile SP fixé à des ancrages ou la réalisation de purges sera nécessaire localement. Des éperons drainants pourront être créés dans les talus en molasse pour évacuer l'eau des bancs de grès.

Les principes de terrassement (exécution des talus en matériaux meubles, puis en molasse) sont représentés en annexes 5.1 et 5.2.

En phase projet, il serait intéressant d'étudier un soutènement provisoire qui limiterait les volumes de terrassement et le stockage des matériaux (places de dépôt temporaire réduites). Le soutènement qui paraît le plus adapté serait la mise en œuvre d'une paroi clouée avec un parement en béton projeté. De plus, on n'est pas à l'abri de rencontrer localement dans les moraines ou les molasses des niveaux artésiens pouvant être la source de venues d'eau déstabilisatrices des talus.

4.3 FONDATIONS

Le réservoir s'intègre dans un contexte géologique que l'on peut qualifier globalement de favorable. Le fond de fouille se situera soit dans la molasse altérée (~ 530 pour la partie des cuves) soit dans la molasse saine (~527 pour la partie chambre des vannes). La portance de ces terrains est bonne et suffisante pour la mise en œuvre de fondations superficielles type radier.

Le principal problème pour ce projet sera l'hétérogénéité de la dureté des matériaux en fond de fouille dû en partie au pendage des horizons géologiques. Ainsi les matériaux d'assise pourront varier entre des grès durs et des marnes tendres.

Les conditions géotechniques entre les différents sondages devront être contrôlées en cours de travaux de terrassement. Nous recommandons donc l'examen des fonds de terrassement par un géologue afin de vérifier l'absence de lentilles plus altérées. Ces zones devront être purgées et remplacées par de la grave compactée ou un béton de remplissage. Le poids des terres évacuées présente un poids supérieur à l'ouvrage à construire. Il n'y a donc pas de risque de tassements différentiels significatifs.

4.4 GESTION DES EAUX

Du fait de la présence de la nappe à faible profondeur, des mesures de drainage provisoires seront nécessaires pour assurer la stabilité des talus de l'excavation et travailler au sec en fond de fouille. A terme, l'eau pourra remonter naturellement contre le réservoir, à conditions de prévoir un drainage périphérique pour éviter que le bâtiment ne fasse barrage aux écoulements et un drainage en fond de fouille pour éviter le développement de surpressions sous le bâtiment.

Dans le cadre du projet, on calculera la position idéale du drainage périphérique. La fouille étant réalisée dans des matériaux quasi étanches, il y a lieu de prévoir ce dernier et un exutoire pour s'assurer de ne jamais dépasser la cote d'immersion qui pourrait provoquer le soulèvement du réservoir vide sous l'effet de la poussée d'Archimède. Dans le cas où cette canalisation serait trop importante, on procédera au pompage de ces eaux par un puit uniquement pour les entretiens de l'ouvrage.

Les matériaux présents sur les talus et en fond de fouille seront sensibles à l'eau soit par l'érosion du fait de l'entraînement des fines ou par dégradation des caractéristiques mécaniques. Des mesures de protection des talus et du fond de fouille sont donc à prévoir. Elles pourraient être les suivantes :

- Protection immédiate des marnes du fond de fouille par la mise en œuvre d'une couche de chaille compactée sur un géotextile et par un béton maigre. La surface de ce fond de fouille devra être réglée avec une certaine pente pour éviter que l'eau y stagne ;
- Protection des talus provisoires par la mise en œuvre de feuillet PVC ;
- Mise en œuvre d'un drainage sur les bermes des talus afin de récolter et d'évacuer les possibles circulations d'eau dans les talus.

5. CONCLUSION

Le projet est dans son ensemble réalisable avec des mesures de terrassement simples. Toutefois, il mérite de vérifier si une variante avec un soutènement passif, de type paroi clouée, serait économiquement plus avantageux et surtout plus fiable vis-à-vis des risques géologiques (venues d'eau dans les moraines et les molasses pouvant provoquer des déstabilisations de talus importantes après ouverture de la fouille).

Le projet de terrassement nécessite la participation d'un géotechnicien pour vérifier les conditions géologiques mises à jour.

A Yverdon-les-Bains, le 12.03.2020

Jean-Charles Jacmaire
Géologue dipl. UNI F-C



Irène Pontarlier
Géotechnicienne dipl.
Polytech'Grenoble



Roland Paupe
Ingénieur civil-géotechnicien
dipl. EINEV



6. ANNEXES

- Annexe 1 : Plan d'implantation des sondages au 1/300
- Annexe 2.1 : Log du forage carotté SC1
- Annexe 2.2 : Log du forage carotté SC2
- Annexe 2.3 : Log du forage destructif SD1
- Annexe 3 : Planche photographique des carottes au droit des forages SC1 et SC2
- Annexe 4.1 : Coupe géologique interprétative A-A au 1/200
- Annexe 4.2 : Coupe géologique interprétative C-C au 1/150
- Annexe 5.1 : Principe de terrassement au droit de la coupe A-A au 1/200
- Annexe 5.2 : Principe de terrassement au droit de la coupe C-C au 1/150

RÉSERVOIR D'EAU POTABLE DE 4'000 m³
PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Parcelles n°1371 et 1372, commune de Grandson (VD)

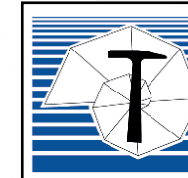
Annexe n° 1

Mandat : 19MFRY083

Date : 07.01.2020

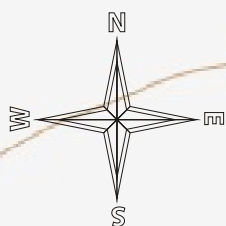
Échelle : 1/300 (A3)

Dessin : JCI



MFR Géologie-Géotechnique SA
Route de Lausanne 17
1400 Yverdon-les-Bains

T +41 58 220 39 00
F +41 58 220 38 99
yverdon@mfr.ch



0 4 20m

Implantation du nouveau
réservoir de 4'000 m³

SC1



Chemin en enrobé existant

SD1



Parcelle à créer
S : 3'540 m²

SC2



Mur de soutènement

Talus en enrochement
Pente : 3/2

Coordonnées (X ; Y ; Z) :

SC1	(2'538'011.10 ; 1'185'441.41 ; 540.16)
SC2	(2'538'031.21 ; 1'185'415.33 ; 536.76)
SD1	(2'538'054.28 ; 1'185'442.30 ; 537.38)

LÉGENDE :

-  Sondage carotté
-  Sondage destructif
-  Coupe géologique A-A (annexe 3.1) et C-C (annexe 3.2)

Parcelles n°1371 et 1372,
Commune de GRANDSON (VD)

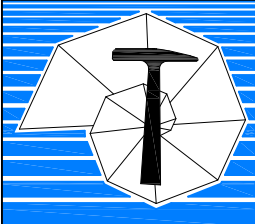
RESERVOIR D'EAU POTABLE DE 4'000 M³

Annexe 2.1

Coordonnées : 2'538'011.10 / 1'185'441.41
Cote sol (m.s.m) : 540.16
Cote protection (m.s.m) : 541.10
Cote équipement (msm) : 540.96
Profondeur (m) : 16.00
Date d'achèvement : 14.01.2020
Type de sondage : Carotté
Entreprise : FORTINI SA
Equipement : Piézomètre

Sondage SC1

1 : 100



M F R G E O L O G I E - G E O T E C H N I Q U E S A

7, RUE F. OPPLIGER
2500 BIEL/BIENNE 6
tél.: 058 / 220 38 50
e-mail: bienne@mfr.ch

9, LA RECORNE
2300 LA CHAUX-DE-FONDS
tél.: 058 / 220 38 50

17, ROUTE DE LAUSANNE
1400 YVERDON-LES-BAINS
tél.: 058 / 220 39 00
e-mail: yverdon@mfr.ch

9, RUE DE CHAUX
2800 DELEMONT
tél.: 058 / 220 38 61
e-mail: delemont@mfr.ch

Mandat : 19MFRY083
Levé géologique : JCJ
Auteur dessin : JCJ
Date dessin : Janvier 2020
Format : A3

Méthode et diamètre (mm)	Profondeur (m)	Stratigraphie	Géologie	RQD (%) 0 - 25 très mauvais 25 - 50 mauvais 50 - 75 moyen 75 - 90 bon 90 - 100 excellent N.B. : les rebonds au scléro sont mesurés verticalement	Nbres de discontinuités / m' >20 extrêmement fissuré 10 - 20 très fissuré 5 - 10 moyennement fissuré <5 peu fissuré Description géologique et géotechnique	Couleur	Etat des carottes désagrégé carottes morceaux rondelles carottes Profondeur (m)	Pénétromètre de poche Scissomètre de poche Rebond au scléro MPa	Compacité / sol Consistance / sol Dureté / roche SIMR	SPT carottier (Cps/15cm) Echantillons P = Paraffiné A = APM V = Vrac	Niveaux d'eau mesurés	Observation des niveaux d'eau en cours de forage	Equipement	RQD %	Nbre discontinuités/m'	
Carottier Simple Ø 131mm Tubage Ø 146mm	0.30		TV	Limons argileux marron, ferme, riche en matières organiques	Marron				Ferme							
	0.60		Colluvions	Limons argileux brun, dur, avec de petits gravillons et beaucoup de traces ocre d'hydromorphie												
Tubage Ø 146mm	0.60		Moraine de fond Rhodannienne	0.60 à 0.70m : graviers alpins émoussés (Ø _{max} = 5cm)												
				Argile limoneuse brune, dure, avec gravillons et quelques graviers d'origine alpine (Ø _{max} = 3cm)	Brune					Dure						
CD Ø 131mm	3.80		Marne altérée	Sables fins légèrement limoneux, gris et de consistance très dur	Grise				Très dure							
	4.60			Limons argileux brun, avec débit en polyèdres et présence de tâches ocre d'oxydation du fer --> Marne altérée et oxydée, extrêmement tendre	Brune					Extrêmement tendre						
Tubage Ø 146mm	5.70		Marne altérée	Limons sableux gris très compact, avec quelques graviers et traces noires (m.o.)					Très compact							
	6.20			Limons légèrement argileux gris --> Marne altérée très tendre à extrêmement tendre	Grise					Très tendre						
CD Ø 131mm	8.30		Marne altérée	Fraction argileuse de plus en plus importante en profondeur					Ext. tendre							
	10.00			Argile limoneuse grise/beige, avec débit en polyèdres et présence de tâches ocre d'oxydation du fer --> Marne altérée et oxydée, très tendre à extrêmement tendre	Grise/Beige					Très tendre						
Carottier Double Ø 116mm	10.25		Marne grise lithée	Marne grise lithée, avec beaucoup de matière organique beige					Très tendre							
	11.00			Alternance de marne grise tendre micacée avec nodules décimétriques dur de calcaire micritique, et de calcaire marneux gris et dur						Tendre						
Tubage Ø 146mm	11.90		Grès micacé	Grès micacé à grains fins constitués de quartz et autres éléments d'origine alpin					Tendre et dure							
	12.30			Alternance décimétrique de marne grise tendre micacée, et de grès à grains fins, gris et dur						Dure						
CD Ø 131mm	13.10		Marne grise tendre	Marne grise tendre et micacée	Grise				Tendre							
	14.85			Grès micacé à grains fins, gris et dur						Dure						
Fin du sondage à 16.00 m																

N.B. : - Sous observation eau, sont notés les variations du niveau d'eau en cours de forage avec indication de la passe non tubée et du temps écoulé (h) entre les 2 mesures (en général soir et matin)
- Le niveau d'eau mesuré et affiché dans l'annexe représente le niveau de plus "hautes eaux" relevé au cours de la période de surveillance du piézomètre

Parcelles n°1371 et 1372,
Commune de GRANDSON (VD)

Sondage SC2

1 : 100

RESERVOIR D'EAU POTABLE DE 4'000 M³

Annexe 2.2

7, RUE F. OPPLIGER
2500 BIEL/BIENNE 6
tél.: 058 / 220 38 50
e-mail: bienne@mfr.ch

9, LA RECORNE
2300 LA CHAUX-DE-FONDS
tél.: 058 / 220 38 50

17, ROUTE DE LAUSANNE
1400 YVERDON-LES-BAINS
tél.: 058 / 220 39 00
e-mail: yverdon@mfr.ch

9, RUE DE CHAUX
2800 DELEMONT
tél.: 058 / 220 38 61
e-mail: delemont@mfr.ch

Mandat :
Levé géologique :
Auteur dessin :
Date dessin :
Format :

19MFRY083
JCJ
JCJ
Janvier 2020
A3

Méthode et diamètre (mm)	Profondeur (m)	Stratigraphie	Géologie	RQD (%)	Nbres de discontinuités / m'	Description géologique et géotechnique	Couleur	Etat des carottes	Profondeur (m)	Pénétromètre de poche	Compacité / sol	Consistance / sol	Dureté / roche SIMR	SPT carottier [Cps/15cm]	Echantillons	Niveaux d'eau mesurés	Observation des niveaux d'eau en cours de forage	Equipement	RQD %	Nbre discontinuités/m'
Carottier Simple Ø 146mm Tubage Ø 140mm CS Ø 131mm Carottier Double Ø 116mm	0.10		Colluvions	0 - 25 très mauvais	>20 extrêmement fissuré	Limon argileux marron, ferme, riche en matières organiques	Marron		0.2	2.00	Ferme									
	0.40			25 - 50 mauvais	10 - 20 très fissuré	Limon argileux brun, dur, avec de petits gravillons et beaucoup de traces ocre d'hydromorphie			0.4	2.45										
			Moraine de fond Rhodannienne			Argile limoneuse brune, dure à très dure, avec sables, galets et graviers d'origine alpine et de granulométrie hétérogène (Ø _{max} = 5cm)	Brune		1	2.55	Dure à très dure									
									2	2.36										
									3	2.43										
	3.80								4	3.1	Très dure									
	4.20					Argile limoneuse d'aspect silteuse et grise, très tendre et tendre, et finement plaquetée -> Marne altérée			4	4.20	Dense									
						Sables fins légèrement limoneux, gris et de consistance lâche (carottes en morceaux) ou dense (carottes pleines)	Grise		5	0.48	Lâche									
									6	0.44	Dense									
	5.80								7	0.52	Lâche									
									8	0.31	Dense									
									9	0.44	Très tendre									
								10	2.0	Tendre										
								11	4.0	Très tendre										
								12	>5	Tendre										

Fin du sondage à 12.00 m

07/02/2020 à 15h00

17/01/2020 à 10h30

2.33

2.96

3.40

5.50

16h

8.00

1.0

12.0

45 /0.65m

61

63

84

100

4

5

10

4

4

5

4

2

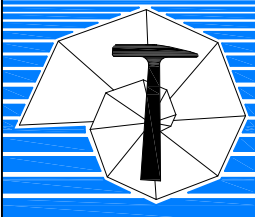
N.B. : - Sous observation eau, sont notés les variations du niveau d'eau en cours de forage avec indication de la passe non tubée et du temps écoulé (h) entre les 2 mesures (en général soir et matin)
- Le niveau d'eau mesuré et affiché dans l'annexe représente le niveau de plus "hautes eaux" relevé au cours de la période de surveillance du piézomètre

Parcelles n°1371 et 1372,
Commune de GRANDSON (VD)

RESERVOIR D'EAU POTABLE DE 4'000 M³

Sondage SD1

1 : 100



M F R

GEOLOGIE - GEOTECHNIQUE

S A

7, RUE F. OPPLIGER
2500 BIEL/BIENNE 6
tél.: 058 / 220 38 50
e-mail: bienne@mfr.ch

9, LA RECORNE
2300 LA CHAUX-DE-FONDS
tél.: 058 / 220 38 50

17, ROUTE DE LAUSANNE
1400 YVERDON-LES-BAINS
tél.: 058 / 220 39 00
e-mail: yverdon@mfr.ch

9, RUE DE CHAUX
2800 DELEMONT
tél.: 058 / 220 38 61
e-mail: delemont@mfr.ch

Annexe 2.3

Coordonnées : 2'538'054.28 / 1'185'442.30
Cote sol (m.s.m) : 537.38
Cote protection (m.s.m) : -
Cote équipement (msm) :-
Profondeur (m) : 12.00
Date d'achèvement : 17.01.2020
Type de sondage : Destructif
Entreprise : FORTINI SA
Equipement : Aucun

Mandat : 19MFRY083
Levé géologique : JCJ
Auteur dessin : JCJ
Date dessin : Janvier 2020
Format : A3

Méthode et diamètre (mm)	Profondeur (m)	Stratigraphie	Géologie	RQD (%) 0 - 25 très mauvais 25 - 50 mauvais 50 - 75 moyen 75 - 90 bon 90 - 100 excellent N.B. : les rebonds au scléro sont mesurés verticalement	Nbres de discontinuités / m' >20 extrêmement fissuré 10 - 20 très fissuré 5 - 10 moyennement fissuré <5 peu fissuré Description géologique et géotechnique	Couleur	Etat des carottes désagrégé carottes morceaux rondelles carottes Profondeur (m)	Pénétromètre de poche Scissomètre de poche Rebond au scléro MPa	Compacité / sol Consistance / sol Dureté / roche <i>SIMR</i>	SPT carottier (Cps/15cm) Echantillons P = Paraffiné A = APM V = Vrac	Niveaux d'eau mesurés	Observation des niveaux d'eau en cours de forage	Equipement	RQD %	Nbre discontinuités/m'
Carottier Simple Ø 146mm	1.00		TV et Colluvions	Limon argileux brun, avec de petits gravillons et beaucoup de traces ocre d'hydromorphie		Brune									
	2.00		Moraine de fond	Argile limoneuse brune, parfois sableuse, avec des galets et graviers d'origine alpine et de granulométrie hétérogène		Grise/Beige									
Carottier Double Ø 116mm	3.00		Marne et grès altéré(e)	Argile limoneuse grise/beige, sans éléments graveleux		Grise									
	4.00			Marne micacée altérée, grise. Banc d'environ 10cm de calcaire lacustre.		Grise									
	5.00			Marne micacée altérée, grise, avec un peu de matière organique											
	6.00														
	7.00		Molasse d'eau douce inférieure (USM)	Marne micacée altérée et oxydée, grise/beige, très tendre. Riche en traces ocres d'oxydation du fer.		Grise/Beige									
	8.00														
	9.00														
	9.50			Grès gris micacé à grains fins, avec présence d'une fracture sub-verticale											
	10.00			Grès gris micacé dur, à grains fins constitués d'éléments d'origine alpin		Grise									
	11.00			Alternance entre marne grise saine et grès gris à grains fins											
	12.00		M. et g. sain(e)	Marne micacée saine, grise foncée et tendre		Grise foncée									
Fin du sondage à 12.00 m															

N.B. : - La description géologique a été établie sur la base des échantillons du forage destructif, avec un prélèvement tous les mètres.

19MFRY083 - Réservoir d'eau potable à Grandson
Annexe 3 - Planches photographiques des forages carottés

SC1 - De 0.00 à 1.00m



SC1 - De 1.00 à 2.00m



SC1 - De 2.00 à 3.00m



SC1 - De 3.00 à 4.00m



SC1 - De 4.00 à 5.00m (partie haute) et de 6.00 à 7.00m (partie basse)



SC1 - De 5.00 à 6.00m (partie haute) et de 7.00 à 8.00m (partie basse)



SC1 - De 8.00 à 9.00m (partie haute) et de 10.00 à 11.00m (partie basse)



SC1 - De 9.00 à 10.00m (partie haute) et de 11.00 à 12.00m (partie basse)



SC1 - De 12.00 à 13.00m (partie haute) et de 14.00 à 15.00m (partie basse)



SC1 - De 13.00 à 14.00m (partie haute) et de 15.00 à 16.00m (partie basse)



SC2 - De 0.00 à 1.00m



SC2 - De 1.00 à 2.00m



SC2 - De 2.00 à 3.00m



SC2 - De 3.00 à 4.00m



SC2 - De 4.00 à 5.00m (partie haute) et de 6.00 à 7.00m (partie basse)



SC2 - De 5.00 à 6.00m (partie haute) et de 7.00 à 8.00m (partie basse)



SC2 - De 8.00 à 9.00m (partie haute) et de 10.00 à 11.00m (partie basse)



SC2 - De 9.00 à 10.00m (partie haute) et de 11.00 à 12.00m (partie basse)



RÉSERVOIR D'EAU POTABLE DE 4'000 m³
COUPE GÉOLOGIQUE INTERPRÉTATIVE A-A

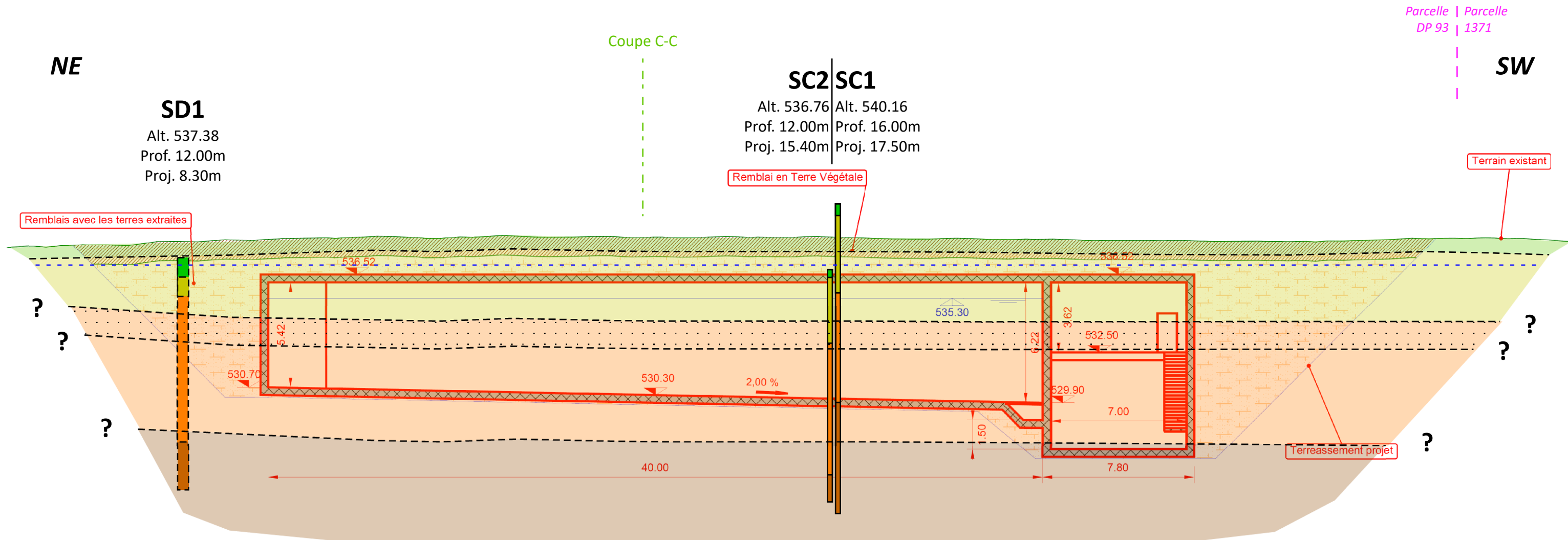
Parcelles n°1371 et 1372, commune de Grandson (VD)

Annexe n° 4.1

Date : 26.02.2020



MFR Géologie-Géotechnique SA T +41 58 220 39 00
Route de Lausanne 17 F +41 58 220 38 99
1400 Yverdon-les-Bains yverdon@mfr.ch



LÉGENDE :

- - - - Limites lithologiques projetées
- ? Incertitudes sur les limites
- - - - Niveau d'eau souterrain estimé

-  Terre végétale et colluvions de pente
-  Moraine de fond Rhodanienne
-  . . . Molasse USM gréseuse altérée
-  Molasse USM marneuse altérée
-  Molasse USM saine

SC1 et SC2

Forage carotté

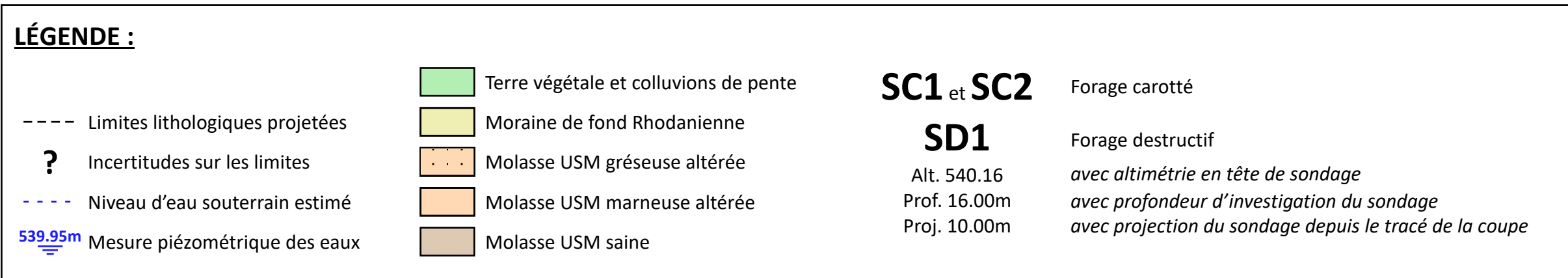
SD1

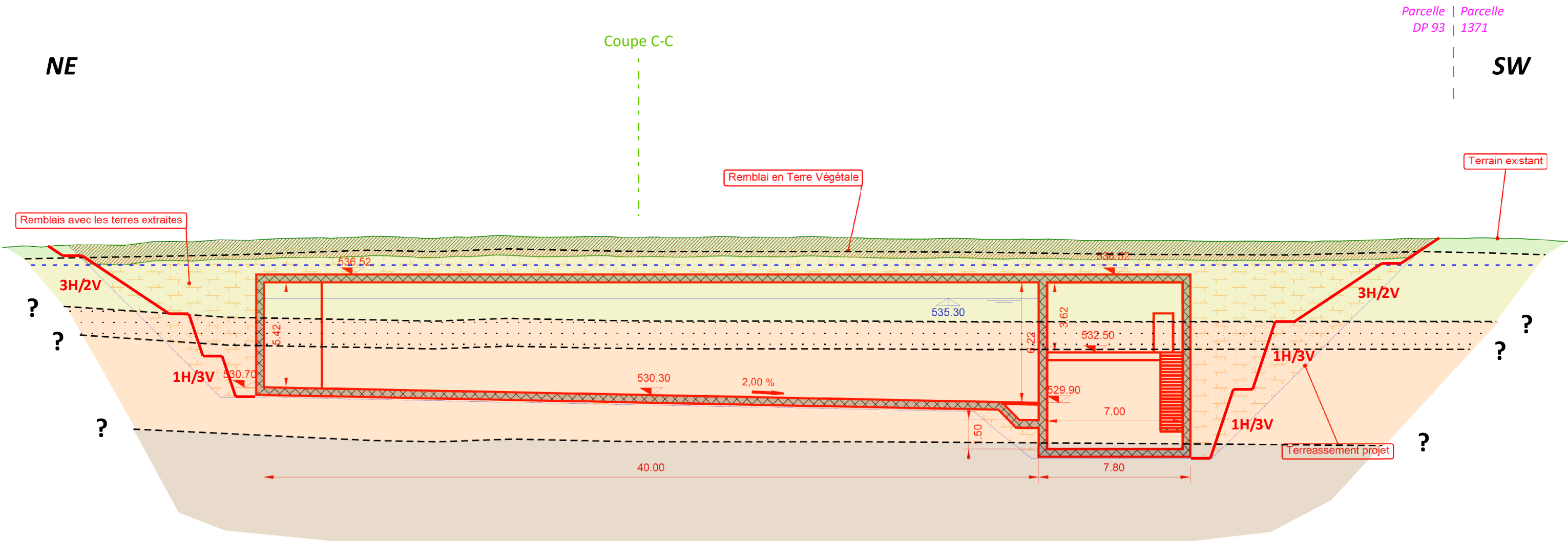
Forage destructif

Alt. 540.16
Prof. 16.00m
Proj. 10.00m

avec altimétrie en tête de sondage
avec profondeur d'investigation du sondage
avec projection du sondage depuis le tracé de la coupe

Date : 26.02.2020	Échelle : 1/150 (A3)	Dessin : JCJ
-------------------	----------------------	--------------





LÉGENDE :

 Talutage en phase de terrassement

 Limites lithologiques projetées

 Incertitudes sur les limites

 Niveau d'eau souterrain estimé

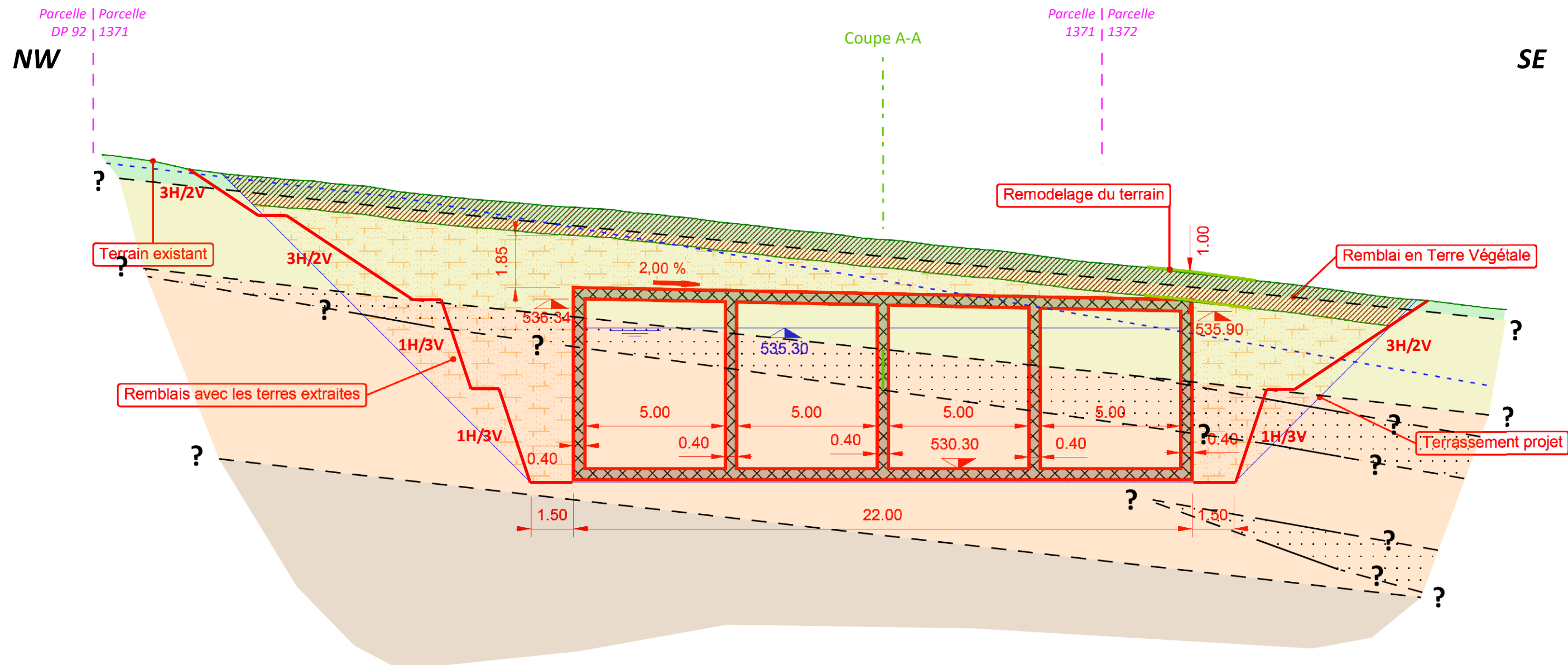
 Terre végétale et colluvions de pente

 Moraine de fond Rhodanienne

 Molasse USM gréseuse altérée

 Molasse USM marneuse altérée

 Molasse USM saine



LÉGENDE :

Talutage en phase de terrassement

----- Limites lithologiques projetées

? Incertitudes sur les limites

- - - - Niveau d'eau souterrain estimé

Terre végétale et colluvions de pente

Moraine de fond Rhodanienne

Molasse USM altérée à dominance gréseuse

Molasse USM altérée à dominance marneuse

Molasse USM saine

