



# CHUV de Cery - collecte et évacuation des eaux claires Étude géotechnique

Lausanne, le 24.07.2020 / VD07688.100

## Table des matières

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Introduction .....</b>                             | <b>4</b>  |
| 1.1      | Cadre de l'étude et objectifs.....                    | 4         |
| 1.2      | Prestations effectuées.....                           | 5         |
| 1.3      | Documents de base .....                               | 6         |
| <b>2</b> | <b>Description géologique.....</b>                    | <b>6</b>  |
| 2.1      | Contexte géologique et hydrogéologique .....          | 6         |
| 2.2      | Description des terrains.....                         | 7         |
| 2.3      | Données hydrogéologiques .....                        | 7         |
| <b>3</b> | <b>Caractéristiques géotechniques .....</b>           | <b>8</b>  |
| 3.1      | Résultats des essais in situ .....                    | 8         |
| 3.2      | Résultats des essais laboratoires .....               | 8         |
| 3.3      | Caractéristiques géotechniques.....                   | 9         |
| 3.4      | Classes sismiques des sols de fondation .....         | 9         |
| <b>4</b> | <b>Recommandations .....</b>                          | <b>9</b>  |
| 4.1      | Caractéristiques et principaux enjeux du projet ..... | 9         |
| 4.2      | Terrassement .....                                    | 10        |
| 4.3      | Talus et soutènement de fouille .....                 | 10        |
| 4.4      | Fondation .....                                       | 11        |
| 4.5      | Gestion des eaux .....                                | 11        |
| <b>5</b> | <b>Conclusion.....</b>                                | <b>12</b> |
| <b>6</b> | <b>Prémisses .....</b>                                | <b>13</b> |

## Liste des figures

|   |   |
|---|---|
| Figure 1 : Implantation bassin de rétention (en rouge).....   | 4 |
| Figure 2 : Implantation des investigations réalisées avec le bassin de rétention projeté (en rouge) .....     | 5 |
| Figure 3 : Extrait de l'Atlas géologique de la Suisse (source geo.admin.ch), en rouge le secteur étudié ..... | 6 |

## Liste des tableaux

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1 : Récapitulatifs des investigations réalisées en juillet 2020 .....       | 5  |
| Tableau 2 : Formations géologiques .....  | 7  |
| Tableau 3 : synthèse des relevés piézométriques .....                               | 7  |
| Tableau 4 : Résultats des essais à la compression ponctuelle.....                   | 8  |
| Tableau 5 : Contrainte maximale admissibles de la molasse à l'état de service ..... | 11 |

## Liste des annexes

|          |                                 |    |
|----------|---------------------------------|----|
| Annexe A | Implantation des sondages ..... | 14 |
| Annexe B | Log et relevé géologique.....   | 15 |
| Annexe C | Coupe géologique .....          | 16 |
| Annexe D | Microzonage sismique .....      | 17 |

## 1 Introduction

### 1.1 Cadre de l'étude et objectifs

Dans le cadre de la mise en conformité du système d'évacuation des eaux du CHUV de Cery, il est prévu la réalisation d'un nouveau réseau de collecte et d'évacuation dédié aux eaux claires uniquement.

Il est prévu la mise en place de bassins de rétention et chambres de régulation de débit d'eaux pluviales, avec quatre bassins :

- Sous bassin-versant nord : volume de 225 m<sup>3</sup> avec un débit de régulation de 56 l/s
- Sous bassin-versant central : volume de 80 m<sup>3</sup> avec un débit de régulation de 20 l/s
- Sous bassin-versant sud-est : volume de 125 m<sup>3</sup> avec un débit de régulation de 31 l/s
- Sous bassin-versant de la ferme : volume de 150 m<sup>3</sup> avec un débit de régulation de 130 l/s

L'étude géotechnique concerne le bassin pour le sous-bassin versant sud-est.

L'implantation du bassin est donnée sur la figure ci-dessous.



Figure 1 : Implantation bassin de rétention (en rouge)

Le présent rapport traite des points suivants :

- Description de la nature géologique des terrains, ainsi que des conditions hydrogéologiques, détermination pour chacune des principales formations des caractéristiques géotechniques dans l'emprise du projet;
- Recommandations en vue de l'établissement du projet d'exécution sur les modes de terrassement, soutènement et de fondations adaptées aux conditions présentes, de la présence d'une ancienne galerie de mine ainsi que sur les conditions de gestion des eaux de chantier ;

## 1.2 Prestations effectuées

Un forage carotté de reconnaissance a été réalisé jusqu'à 8.4m de profondeur et équipé d'un piézomètre. L'entreprise Fortini a effectué ce forage du 30.06 au 2.07.2020. Les marnes appartenant à la molasse grise de Lausanne ont été recoupées dès 0.6m de profondeur par rapport au terrain naturel.

Une fouille manuelle jusqu'à 1.2m de profondeur a été réalisée à environ 5m de distance du forage carotté pour contrôler la profondeur du toit du rocher.

Un levé géologique des sondages et la réalisation de Point Load Test (PLT) sur 6 échantillons de rocher, ainsi que le relevé du niveau piézométrique ont été réalisés par CSD Ingénieurs SA.

Le tableau ci-après présente les caractéristiques des sondages réalisés.

Tableau 1 : Récapitulatifs des investigations réalisées en juillet 2020

| Sondage n° | Coordonnées CH1903+/LV95 | Altitude terrain naturel selon carte topo. au 1 :25000 (msm) | Profondeur du sondage (m) | Profondeur atteinte (msm) | Niveau d'eau par rapport au terrain naturel (m) |
|------------|--------------------------|--|---------------------------|---------------------------|---|
| SC1        | 2'536'228/1'155'417      | 567.5  | 8.4m                      | 559.1                     | 564.4   |
| F1         | 2'536'235/1'155'420      | 568  | 1.2m                      | 566.8                     | sec   |



Figure 2 : Implantation des investigations réalisées avec le bassin de rétention projeté (en rouge)

## 1.3 Documents de base

- Phase 32, projet de l'ouvrage, Plan de situation, réseaux projetés, VD07688.100\_32\_120, CSD Ingénieurs, daté du 1.04.2020 ;
- Hôpital de Cery, projet C'PSY, étude géologique et géotechnique après reconnaissances 2012 ;

## 2 Description géologique

### 2.1 Contexte géologique et hydrogéologique

D'après l'atlas géologique AG25, le bassin se situe au droit de la moraine de fond rhodanienne, avec de la molasse grise de Lausanne sous une faible épaisseur de recouvrement.

Le secteur est en secteur de protection üB des eaux, il n'y a pas d'autorisations particulières en lien avec le projet.

La zone d'aléa sismique selon l'EPFZ est la zone 1, avec une valeur d'accélération de référence égale à  $a_{gd}=0.6 \text{ m/s}^2$ . La classe de sol de fondation est MZS d'après la norme SIA 261.

Il n'y a pas de dangers naturels reconnus sur la zone d'étude tels que chutes de blocs, éboulements, effondrement ou autre.

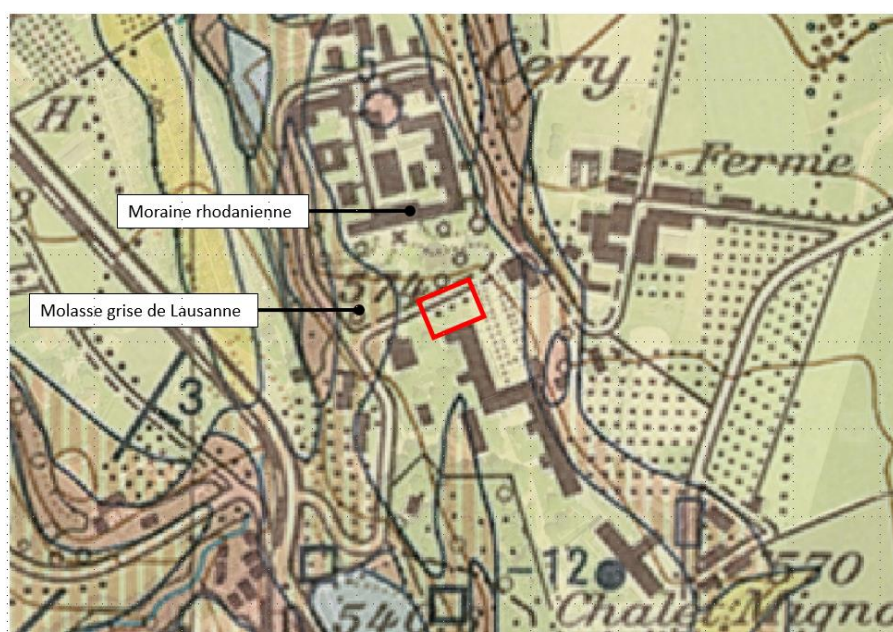


Figure 3 : Extrait de l'Atlas géologique de la Suisse (source geo.admin.ch), en rouge le secteur étudié

## 2.2 Description des terrains

La campagne de reconnaissance a permis de préciser la nature, les propriétés géotechniques ainsi que l'épaisseur des couches géologiques dans la zone d'étude.

L'épaisseur des terrains de couverture est très faible au niveau du sondage carotté SC1 (< à 1 m). La fouille manuelle réalisée à environ 5m de distance n'a pas recoupé le rocher jusqu'à 1.2 m de profondeur. La profondeur du toit de la molasse grise de Lausanne est donc variable, et des hétérogénéités peuvent être rencontrées à l'échelle du bassin. Les terrains ainsi reconnus sont les suivants :

- **Remblais** : formation hétérogène, avec des limons marrons à débris de molasse et graviers anguleux, et sables limoneux graveleux. Présence de radicelles. Consistance moyenne.
- **Molasse grise de Lausanne** : alternance de marnes finement gréseuses et plus ou moins altérées, avec des grès moyens légèrement décalcifiés dans la masse. L'ensemble est tendre, avec localement des bancs assez compacts.

À noter également que, dans le cadre de la construction du nouvel hôpital, des investigations géotechniques ont eu lieu à proximité du futur bassin en béton armé. Les deux sondages situés à proximité du futur bassin en béton armé (S5 et PU) ont recoupé la molasse à partir de seulement 4/5.6m de profondeur, avec des terrains de couverture correspondant à des dépôts palustres (limons tourbeux), puis des colluvions et moraines. Ces données confirment la variabilité du toit de la Molasse sur l'ensemble de la parcelle du CHUV de Cery.

Tableau 2 : Formations géologiques

| Formations géologiques    | SC1      | F1       |
|---------------------------|----------|----------|
| Terre végétale            | 0-0.05   | 0-0.05   |
| Remblais                  | 0.05-0.6 | 0.05-1.2 |
| Molasse grise de Lausanne | 0.6-8.4  | -        |

## 2.3 Données hydrogéologiques

Lors de la réalisation du forage SC1, une venue d'eau a été identifiée vers 3 m profondeur. Un pompage des eaux issues du forage a été réalisé pour contrôler la présence d'une nappe, le chef foreur n'a pas réussi à vider le trou de forage avec une petite pompe, ce qui confirme la présence d'un aquifère, probablement local, dans la molasse grise de Lausanne.

La perméabilité de la molasse est considérée comme faible verticalement dans les marnes. Les grès moyens à fins peuvent avoir une perméabilité plus élevée.

Une mesure piézométrique a été réalisée (cf. tableau ci-après).

Tableau 3 : synthèse des relevés piézométriques

| N° sondage | Profondeur du niveau d'eau/TN (m) | Cote de l'eau (msm) | Date      |
|------------|-----------------------------------|---------------------|-----------|
| SC1        | 3.1                               | 564.4               | 2.07.2020 |
| SC1        | 3.3                               | 564.2               | 5.08.2020 |

### 3 Caractéristiques géotechniques

#### 3.1 Résultats des essais in situ

Le sondage SC1 ayant recoupé la molasse à faible profondeur, aucun essai de type SPT n'a été réalisé (refus dans le rocher).

La nature graveleuse des remblais sus-jacents n'a pas permis de faire de mesures au pénétromètre et scissomètre de poche.

#### 3.2 Résultats des essais laboratoires

Nous avons réalisé 6 prélèvements dans la molasse grise de Lausanne pour réaliser des essais de type PLT (Point Load Test). Les valeurs obtenues par les essais à la compression ponctuelle indiquent :

- Pour l'ensemble des essais, les résistances moyennes varient entre 1.2 et 10.5 MPa.
- Pour les marnes peu gréseuses altérées, les résistances mesurées sont très faibles et de l'ordre de 1-2 MPa
- Les grès moyens à fins présentent des meilleures résistances, comprises entre 5.2 MPa et 10.5 MPa.

Une grande variabilité des valeurs est observée en fonction de la lithologie et du degré d'altération des terrains. Les marnes peu gréseuses et altérée sont rencontrées entre 0.6 et 4.8m de profondeur, puis des grès moyennement durs sont rencontrés jusqu'en base de forage à 8.4m de profondeur.

Tableau 4 : Résultats des essais à la compression ponctuelle

| Sondage | Profondeur | Roche   | Nombre d'essais | Résistance min. à la compression simple, moyenne des valeurs | Résistance max. à la compression simple, moyenne des valeurs |
|---------|------------|---|-----------------|--|--|
| N°      | [m]        | -   | -               | MPa  | MPa  |
| SC1     | 4.1        | marne peu gréseuse beige, très tendre         | 1               | 1.5  | 1.9  |
| SC1     | 4.65       | marne peu gréseuse beige, très tendre         | 2               | 1.2  | 1.5  |
| SC1     | 5.1-5.2    | grès moyen gris, roche moyennement dure       | 7               | 8.4  | 10.5   |
| SC1     | 5.9        | grès gris moyen à fin, roche moyennement dure | 3               | 5.2  | 6.4  |
| SC1     | 6.2        | grès gris moyen à fin, roche moyennement dure | 7               | 6.2  | 7.7  |
| SC1     | 7.9        | grès moyen gris, roche moyennement dure       | 3               | 6.3  | 7.9  |

Des essais laboratoire ont été réalisés dans le cadre des investigations géotechniques pour le nouvel hôpital, avec des résistances à la compression simple et mesure du module de déformation. Ces essais indiquent que les marnes et marnes gréseuses ont des résistances à la compression en moyenne de l'ordre de 1.7 à 4 MPa. Les essais réalisés dans les grès indiquent des résistances plus élevées, comprises entre 14 et 23.1 MPa.

Les valeurs mesurées dans les marnes sont cohérentes avec les résultats obtenus par les essais PLT. Les valeurs dans les grès ont été réalisées dans des grès plus cimentés et moins décalcifiés, ce qui explique l'écart avec les résultats PLT.

### 3.3 Caractéristiques géotechniques

D'après la nature géologique des terrains rencontrés, les résultats des essais « in-situ », ainsi que de notre expérience, les fourchettes des paramètres géomécaniques des terrains meubles et du rocher sont estimées dans le Tableau 6 ci-après. Il convient de considérer ces valeurs comme des valeurs caractéristiques des paramètres selon la norme SIA 267. Les facteurs partiels à appliquer à ces valeurs sont fournis dans cette même norme.

Si, lors des travaux, les conditions rencontrées devaient s'écarter de celles qui ont été déduites de ces sondages, les valeurs de ces paramètres devraient être adaptées.

Une différenciation est faite pour la molasse grise, entre les marnes rencontrées jusqu'à 4.8m de profondeur et les grès moyens à fins rencontrés au-delà, du fait de la variabilité des résistances et modules de déformation.

| Terrain  | $\rho_r$ (t/m <sup>3</sup> ) | $\varphi'$ (°) | $c'$ (kPa) | E (MN/m <sup>2</sup> ) | Qs (kPa) |
|----------|------------------------------|----------------|------------|------------------------|----------|
| Remblais | 1.9                          | 35             | 0          | 4-7                    | -        |
| Marnes   | 2.3-2.5                      | 25             | 15-50      | 10-15                  | 150      |
| Grès     | 2.3-2.5                      | 30             | 50-100     | 20-30                  |          |

**Légende :**

$\rho_r$  : Masse volumique du sol

$\varphi'$  : Angle de frottement effectif

E : Module de Young

$c'$  : Cohésion effective

### 3.4 Classes sismiques des sols de fondation

Les prescriptions relatives à la prise en compte des actions sismiques sont définies dans la norme SIA 261 « Actions sur les structures porteuses ». Le projet se trouve en zone d'aléa sismique de degré 1.

Selon la carte indicative du canton de Vaud, le projet se trouve au niveau d'un microzonage sismique (cf. annexe D).

## 4 Recommandations

### 4.1 Caractéristiques et principaux enjeux du projet

Selon les plans reçus, l'arase inférieure du radier du bassin se situera à -4m/TN. La pose du bassin nécessitera de réaliser des excavations jusqu'à 4 à 5m de profondeur par rapport au terrain naturel. Un réseau électrique existant se situe dans l'emprise du bassin.

Les principaux enjeux du projet sont les suivants :

- La présence de la molasse grise avec des marnes et grès à faible profondeur, pouvant générer des difficultés au terrassement.
- La présence d'eau dans la molasse et son évacuation.
- Le mode de fondation du bassin.

- La présence d'un réseau électrique dans l'enceinte de la fouille, à dévier dans le cadre des travaux.

## 4.2 Terrassement

Pour les terrassements, il faut se référer aux normes SN 640'535, SN 640'575, et SN 640'581a à 583.

Les matériaux meubles superficiels de type remblais sont normalement exploitables à la pelle mécanique au sens de la norme SNV 670'360. Localement des éléments divers peuvent être rencontrés (débris, matériaux de démolition, blocs). Leur excavation nécessite une pelle mécanique avec éventuellement un godet à dent.

Il conviendra de tenir compte de la présence du rocher à faible profondeur au droit du projet. Les marnes et grès seront difficilement exploitables. Leur excavation nécessite des pelles mécaniques hydrauliques puissantes avec godet à dent (adapté pour roches). L'ameublissement des couches supérieures avec un ripper à dents est possible. L'emploi d'un brise-roche sera nécessaire pour les bancs les plus indurés.

Pour autant que les exigences de tassement soient faibles, les matériaux naturels et sains excavés pourront être réutilisés pour des remblayages contre les bâtiments et dans le cadre des aménagements extérieurs ne nécessitant pas une portance élevée.

Le site n'est pas inscrit au cadastre cantonal des sites pollués. Les matériaux rencontrés lors de la fouille manuelle et du sondage carotté ne présentent pas de signes manifestes de pollution. En cas de détection de pollution, les matériaux seront évacués vers des filières agréées en respect de l'OLED.

Un suivi des terrassements doit être réalisé par un géotechnicien. Dans le cas où la géologie rencontrée serait différente des hypothèses avancées dans le rapport, une adaptation des recommandations devra être mise en place.

## 4.3 Talus et soutènement de fouille

D'après le forage carotté, une faible épaisseur de terrains meubles a été reconnue sur les marnes de la Molasse grise. La profondeur du toit du rocher peut être très variable, avec des épaisseurs de terrains de couverture plus importantes.

Les marnes rencontrées à faible profondeur et jusqu'à 4.8m/TN sont très tendres et altérées, et assez fracturées (RQD de 50%). De plus, une nappe a été identifiée vers 3m/TN, soit 1m environ au-dessus de fond de fouille prévu.

La pente des talus libres à l'état provisoire ne doit pas dépasser une inclinaison de 2V/3H jusqu'à 3 m de profondeur dans les remblais et terrains de couverture meubles. Le cas échéant, des bermes intermédiaires sont à prévoir avec une vérification de la stabilité par rapport aux contraintes locales (route...). Les parois des talus libres sont à recouvrir de bâches étanches afin d'éviter des phénomènes d'érosion des sols fins qui peuvent créer des instabilités locales. Compte tenu de la fracturation du rocher et des risques d'éboulements, nous recommandons la réalisation d'un talutage à 1H/1V dans les marnes..

Si les emprises ne sont pas suffisantes pour réaliser un talutage, nous recommandons une paroi clouée avec un parement en béton projeté et barbacanes dans les terrains meubles, et la mise en place d'un grillage ou treillis plaqué en parement pour les talus en rocher. Ce dispositif permet de laisser s'écouler les venues d'eau, et ainsi de ne pas générer de surpressions hydrostatiques au niveau de la paroi.

Une attention particulière doit être portée sur les interférences avec les ouvrages souterrains adjacents (galerie souterraine et réseaux notamment).

Ces éléments de soutènement doivent être dimensionnés par un géotechnicien de manière à stabiliser les niveaux de glissement potentiels dans la molasse, et à garantir la stabilité des fouilles. Un suivi dans le cadre des travaux est à réaliser par le géotechnicien. Dans le cas où la géologie rencontrée serait différente des hypothèses avancées dans le rapport, une adaptation des soutènements devra être mise en place.

## 4.4 Fondation

D'après le profil géologique schématique (annexe C), les marnes constitueront la totalité de la fondation du fond de fouille. Ces marnes sont très tendres, fracturées et sensibles à l'eau.

La nature et la structure des terrains au niveau des fondations des bâtiments projetés sont favorables pour envisager des fondations superficielles de type radier/semelle.

Les marnes sont sensibles à l'altération par l'eau et par l'air. Le fond de fouille devra être protégé par une couche de graves drainantes.

La contrainte maximale admissible sur le sol à l'état de service de la molasse est donnée dans le tableau 7 ci-dessous :

Tableau 5 : Contrainte maximale admissibles de la molasse à l'état de service

| Type de sol | Contrainte maximale à l'état de service (kPa) |
|-------------|---|
| Marnes      | 200   |

Un suivi du fond de fouille par un géotechnicien est recommandé.

## 4.5 Gestion des eaux

### Phase provisoire :

Un niveau de nappe a été mesuré dans le forage SC1, vers 3m/TN dans la molasse. Des venues d'eau peuvent également être rencontrées à l'interface entre les remblais et la molasse.

L'eau en fond de fouille est à capter par des tranchées drainantes en pied des talus de fouille, et à évacuer de manière gravitaire dans la mesure du possible, ou par un système de puisards avec pompage.

Les rejets d'eau respecteront les exigences fixées dans les « Instructions pratiques pour la protection des eaux souterraines (OFEV, 2004) », notamment en rapport avec les laits de ciment et les divers aditifs du béton qui peuvent provoquer de graves pollution des eaux.

### Phase d'exploitation :

Le bassin sera en contact avec des venues d'eau souterraines localisées. À cet égard, il y a lieu de prendre des dispositions spécifiques pour se prémunir des effets néfastes de l'eau pour les parties enterrées au stade définitif.

Pour éviter les mises en charge hydrauliques, nous préconisons :

- de placer sous le radier une couche drainante de matériaux très perméable en fond de fouille (épaisseur de grave d'au moins 20 cm). Un drainage périphérique placé sous cette couche permettra de récolter les eaux du terrain. Les eaux ainsi captées seront évacuées si possible de manière gravitaire et renvoyé au milieu naturel (galerie souterraine) ou raccordées au réseau EC. Nous recommandons d'utiliser des tuyaux de drainage d'au moins 200 mm de diamètre, qui puissent être inspectés et nettoyés (prévoir des chambres de contrôle et des pipes de rinçage). Nous recommandons la réalisation d'un drainage et la pose d'une étanchéité classique des parties d'ouvrage enterrées.
- Ou de prévoir que les parties d'ouvrage enterrées soient cuvelées de manière étanche et dimensionnées pour reprendre une poussée hydrostatique.

## 5 Conclusion

---

Un forage carotté ainsi qu'une fouille manuelle de reconnaissance ont réalisés en juillet 2020 sur le site du CHUV de Cery, sur la parcelle N°1 de la commune de Prilly. La molasse grise de Lausanne a été recoupée à faible profondeur par le forage carotté sous des remblais. Des marnes très tendres et fracturées sont rencontrées jusqu'à 4.8 m de profondeur puis des grès moyens assez durs. La fouille manuelle réalisée à proximité jusqu'à 1.2 m de profondeur n'a pas recoupé le toit du rocher, ce qui indique que la profondeur du toit de la molasse peut varier sensiblement.

Un niveau d'eau stabilisé vers 3m de profondeur a été identifié, vraisemblablement en lien avec une nappe locale dans la molasse.

La création du bassin de rétention nécessite des excavations jusqu'à 4m de profondeur par rapport au terrain naturel. Les parois de la fouille peuvent être réalisées avec talutage de 3H/2V dans les terrains de couverture. Compte tenu de la fracturation du rocher et des risques d'éboulements, nous recommandons la réalisation d'un talutage à 1H/1V dans les marnes. Si les emprises ne sont pas suffisantes pour réaliser un talutage, nous recommandons la réalisation d'une paroi clouée, avec un parement en béton projeté dans les terrains meubles, et un grillage ou treillis plaqué pour les talus en rocher.

La portance des marnes de la molasse est suffisante pour fonder le bassin sur des semelles ou radier. Les marnes étant sensibles à l'eau et à l'air, nous recommandons de protéger le fond de fouille avec une couche de graves drainantes.

En phase de chantier, une gestion des eaux est à prévoir avec la réalisation de tranchées drainantes en périphérie du fond de fouille, et une évacuation des eaux de manière gravitaire ou au moyen de puisards avec pompe de relevage. En phase d'exploitation, nous recommandons la pose d'une étanchéité classique des parties d'ouvrage enterrées, ainsi qu'un drainage périphérique et en sous-face du radier des bâtiments.

La géologie et les recommandations du présent rapport sont basées sur des informations ponctuelles faites au droit des fouilles et des sondages carottés. Il conviendra d'en vérifier le bien-fondé pendant le chantier et de les adapter à la réalité si nécessaire. Il en va de même pour toute modification ultérieure du projet.

Lausanne, le 24.07.2020

**CSD INGÉNIEURS SA**



Camille Morgand  
Chargée d'étude



Frédéric Fournier  
Coréférent

---

## 6 Prémisses

---

CSD confirme par la présente avoir exécuté son mandat avec la diligence requise. Les résultats et conclusions sont basés sur l'état actuel des connaissances tel qu'exposé dans le rapport et ont été obtenus conformément aux règles reconnues de la branche.

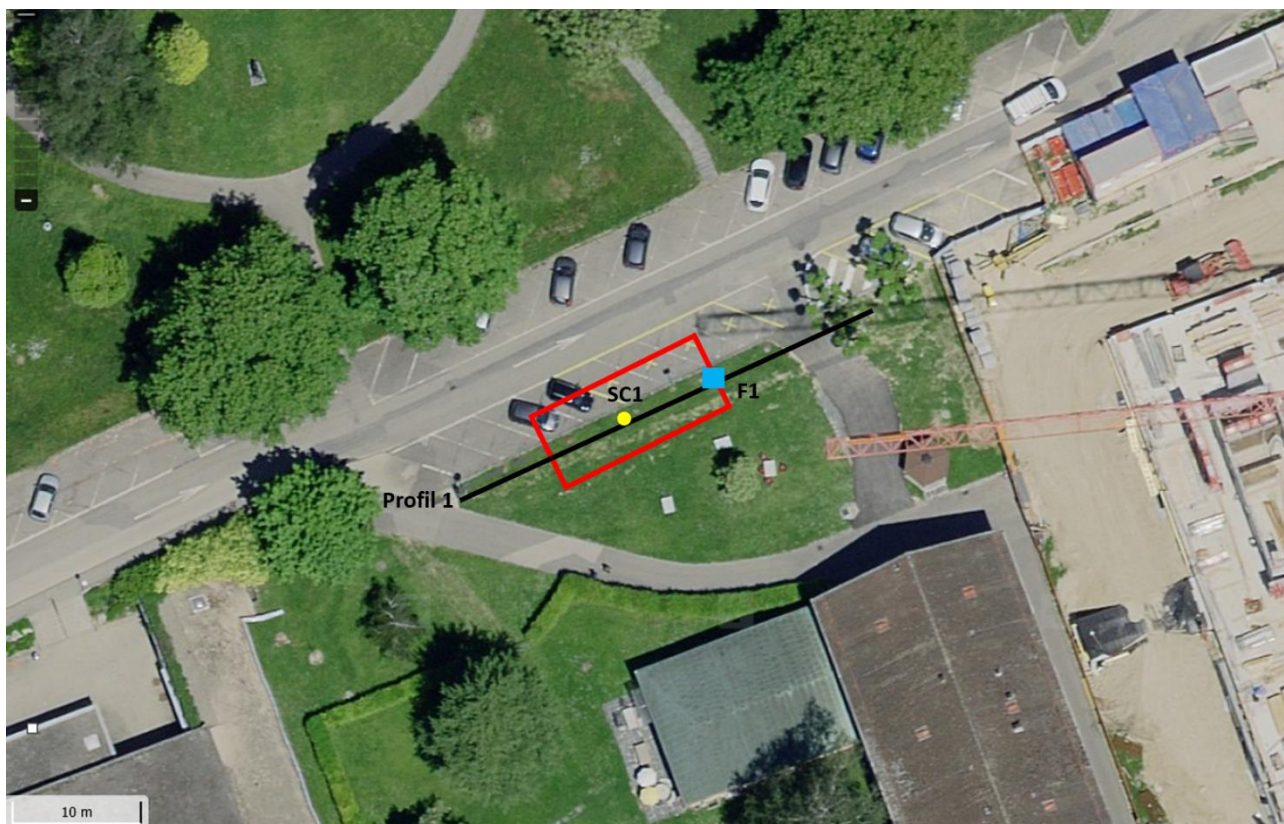
CSD se fonde sur les prémisses que :

- ◆ le mandant ou les tiers désignés par lui ont fourni des informations et des documents exacts et complets en vue de l'exécution du mandat,
- ◆ les résultats de son travail ne seront pas utilisés de manière partielle,
- ◆ sans avoir été réexaminés, les résultats de son travail ne seront pas utilisés pour un but autre que celui convenu ou pour un autre objet ni transposés à des circonstances modifiées.

Dans la mesure où ces conditions ne seraient pas remplies, CSD déclinera toute responsabilité envers le mandant pour les dommages qui pourraient en résulter.

Si un tiers utilise les résultats du travail ou s'il fonde des décisions sur ceux-ci, CSD décline toute responsabilité pour les dommages directs et indirects qui pourraient en résulter.

## Annexe A Implantation des sondages



## Annexe B Log et relevé géologique

Echelle :

Date du dessin :

|   |     |  |             |
|---|-----|--|-------------|
| <b>CSDINGENIEURS+</b><br>CSD Ingénieurs SA<br>Ch. de Montelly 78, CP 60<br>1000 Lausanne 20<br>Tél. 021 620 70 00 | SC1 |  | VD07688.100 |
|   |     |  |             |

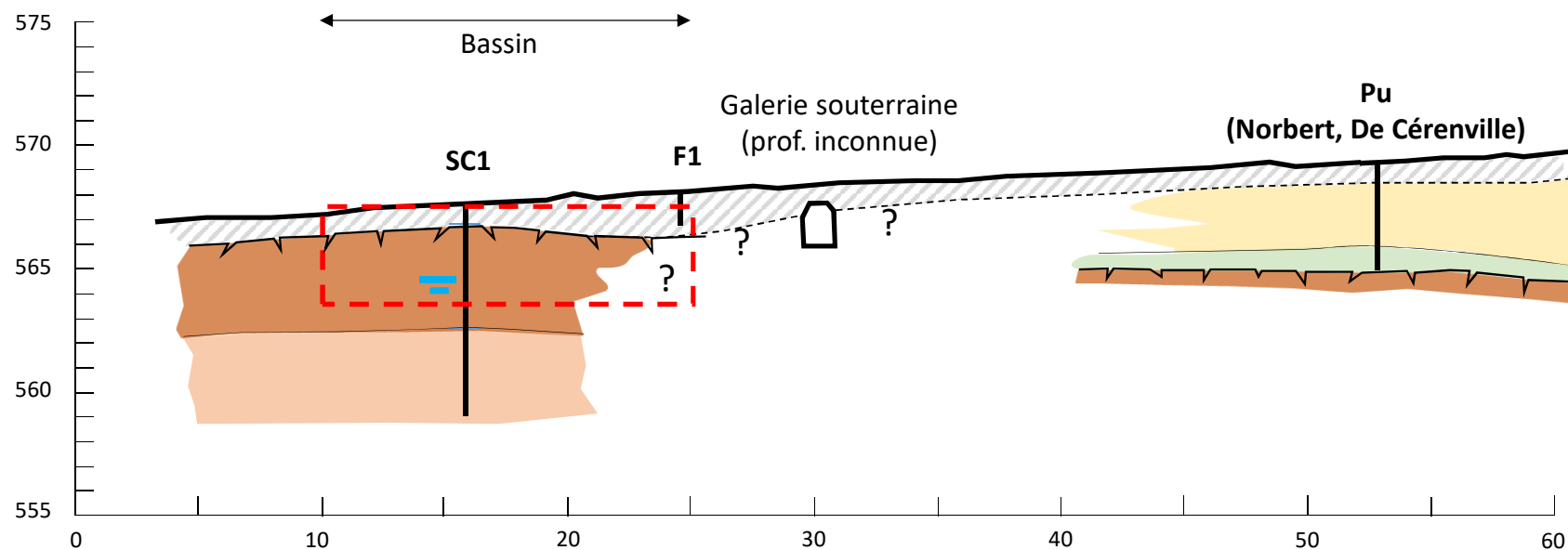
|    |  |    |
|----|--|----|
| 0m |    | 1m |
| 1m |    | 2m |
| 2m |   | 3m |
| 3m |  | 4m |
| 4m |  | 5m |
| 5m |  | 6m |
| 6m |  | 7m |

|    |  |    |
|----|--|----|
| 7m |  | 8m |
| 8m |  | 9m |

## Annexe C Coupe géologique

W

E



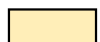
Remblais



Niveau piézométrique

Molasse grise  
de LausanneMarnes finement gréseuses, très tendres et  
fracturées

Grès fins à moyens, assez durs

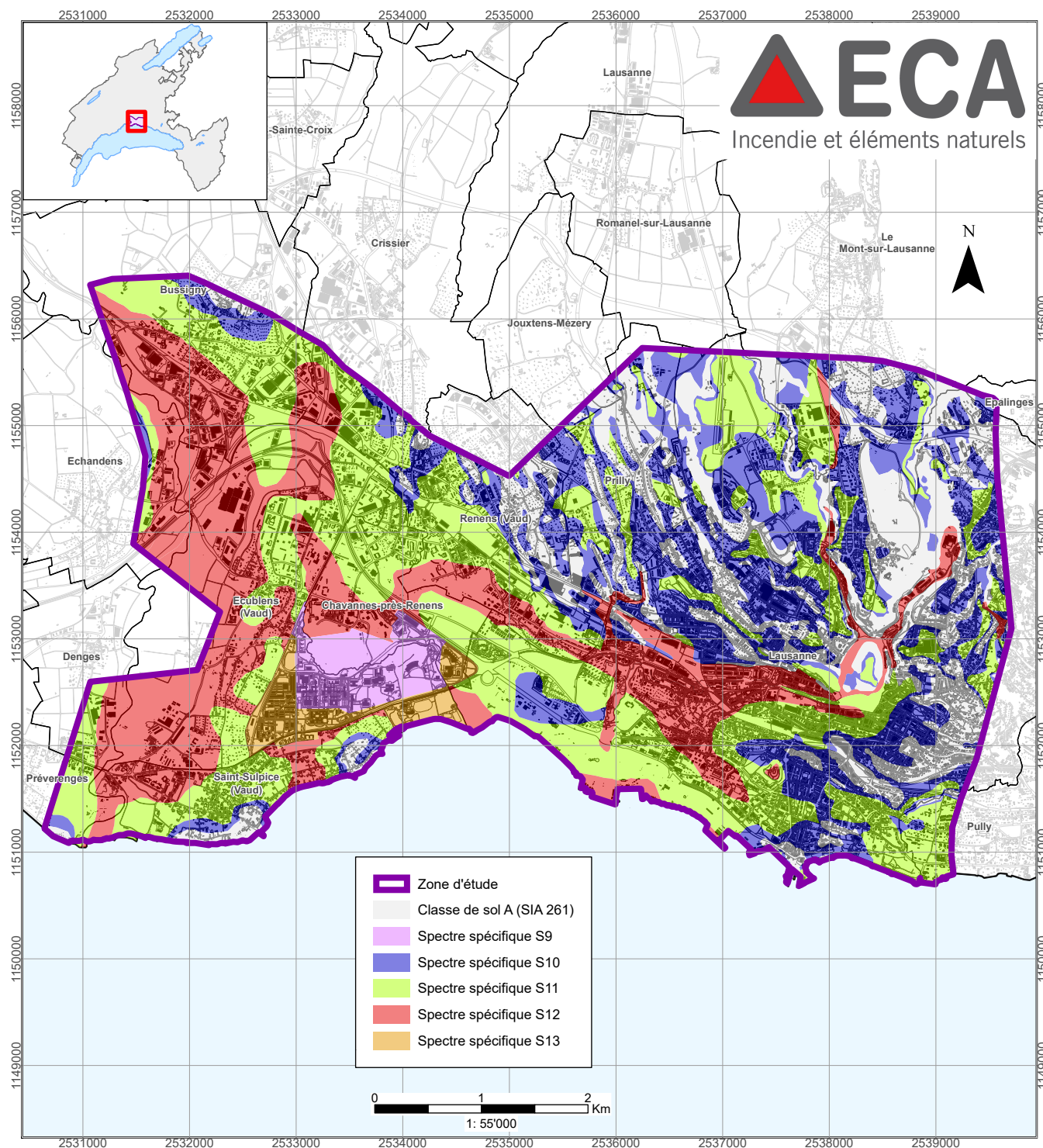


Colluvions/Eluvions (sables limoneux)



Dépôts périglaciaires (graveleux)

## Annexe D Microzonage sismique



## Carte de microzonage sismique spectral de la région Lausanne

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

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

### Spectre spécifique S11 :

|                                  |                            |                     |
|----------------------------------|----------------------------|---------------------|
| $0.0 \leq T < 0.1 \text{ s}$     | $S_e = 1.2 + 19.4 \cdot T$ | [m/s <sup>2</sup> ] |
| $0.1 \leq T \leq 0.63 \text{ s}$ | $S_e = 3.14$               | [m/s <sup>2</sup> ] |
| $T \geq 0.63 \text{ s}$          | $S_e = 1.25 / T^2$         | [m/s <sup>2</sup> ] |

