

BERNEX VAILLY – PLQ 30'022
ENQUÊTE PUBLIQUE – JUIN 2023

RAPPORT PÉDOLOGIQUE ET PLAN DE GESTION
DES SOLS

Genève, le 28 avril 2022
GE01678.100.30

CSD INGENIEURS SA
Chemin des Semailles, 50
CH-1212 Lancy
t +41 22 308 89 00
f +41 22 308 89 11
e geneve@csd.ch
www.csd.ch

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCTION | 1 |
| 2. DÉFINITIONS ET BASES LÉGALES | 2 |
| 2.1 Définitions | 2 |
| 2.2 Bases légales et normes | 2 |
| 3. RAPPORT PÉDOLOGIQUE | 4 |
| 3.1 Périmètre d'étude | 4 |
| 3.2 Méthodologie | 5 |
| 3.3 Cartographie des sols | 5 |
| 3.4 Description des sols | 6 |
| 3.4.1 Cartographie des sols | 6 |
| 3.4.2 Typologie des sols | 6 |
| 3.5 Sensibilité à la compaction | 13 |
| 3.6 Volumes des matériaux terreux | 14 |
| 3.7 Pollution des sols | 15 |
| 3.8 Conclusion | 17 |
| 4. PLAN DE GESTION DES SOLS | 18 |
| 4.1 Volumes de sol à décaper | 18 |
| 4.2 Volumes des besoins de matériaux terreux pour le projet | 19 |
| 4.3 Planification générale de la gestion globale des sols et définition des options de valorisation en phase d'avant-projet | 21 |
| 4.4 Étapes suivantes et concept de gestion des différents projets | 23 |
| 4.5 Préparation, réalisation et réception des travaux | 23 |
| 4.5.1 Organisation et suivi des travaux | 23 |
| 4.5.2 Mesures d'humidité relative du sol | 24 |
| 4.5.3 Engins | 24 |
| 4.5.4 Période de réalisation des travaux | 24 |
| 4.5.5 Préparation préalable des terrains avant décapage | 25 |
| 4.5.6 Conditions de décapage | 25 |
| 4.5.7 Conditions de stockage temporaire | 26 |
| 4.5.8 Conditions de remise en état des sols | 26 |
| 5. CONCLUSION | 27 |

ANNEXES

ANNEXE 1 : Typologie des sols

ANNEXE 2 : Épaisseur de l'horizon A

ANNEXE 3 : Épaisseur de l'horizon B

ANNEXE 4 : Résultats d'analyses physiques du laboratoire des sols (Hepia)

ANNEXE 5 : Résultats d'analyses des polluants de Scitec

PRÉAMBULE

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 sont pas remplies, CSD décline 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.

1. Introduction

Le présent rapport constitue l'établissement de l'étude pédologique menée dans le développement du PLQ Vailly situé sur la commune de Bernex. Dans ce cadre, les résultats de cette étude permettent de définir le concept de gestion des sols.

Ce dossier fait l'objet d'une demande usuelle du service de la gestion des sols et des déchets (GESDEC) qui demande à ce que la problématique de la protection des sols soit établie dans le cadre du dossier de PLQ, portant sur les 2 points suivants :

- Établissement d'une étude pédologique ;
- Élaborer un plan de gestion des sols.

Losinger/Marazzi SA a mandaté le bureau CSD Ingénieurs SA en décembre 2015 pour réaliser cette étude spécifique dont les résultats ont été synthétisés dans un premier rapport édité le 2 septembre 2016. À noter que le projet a été actualisé plusieurs fois, ce présent rapport reprend donc les éléments de l'étude pédologique éditée le 2 septembre 2016, le plan de gestion des sols est quant à lui légèrement modifié en fonction de l'actualisation des emprises décapées et des volumes de matériaux terreux gérés.

Ce document a fait l'objet d'un préavis du SERMA favorable sous conditions en date du 28.03.2022, les conditions et remarques ont été reprises dans le présent document avec un trait gris dans la marge.

Cette étude porte sur l'ensemble de l'emprise du PLQ Vailly planifié, qui porte sur une surface d'environ 5.6 hectares représentée à la figure 1 ci-dessous.

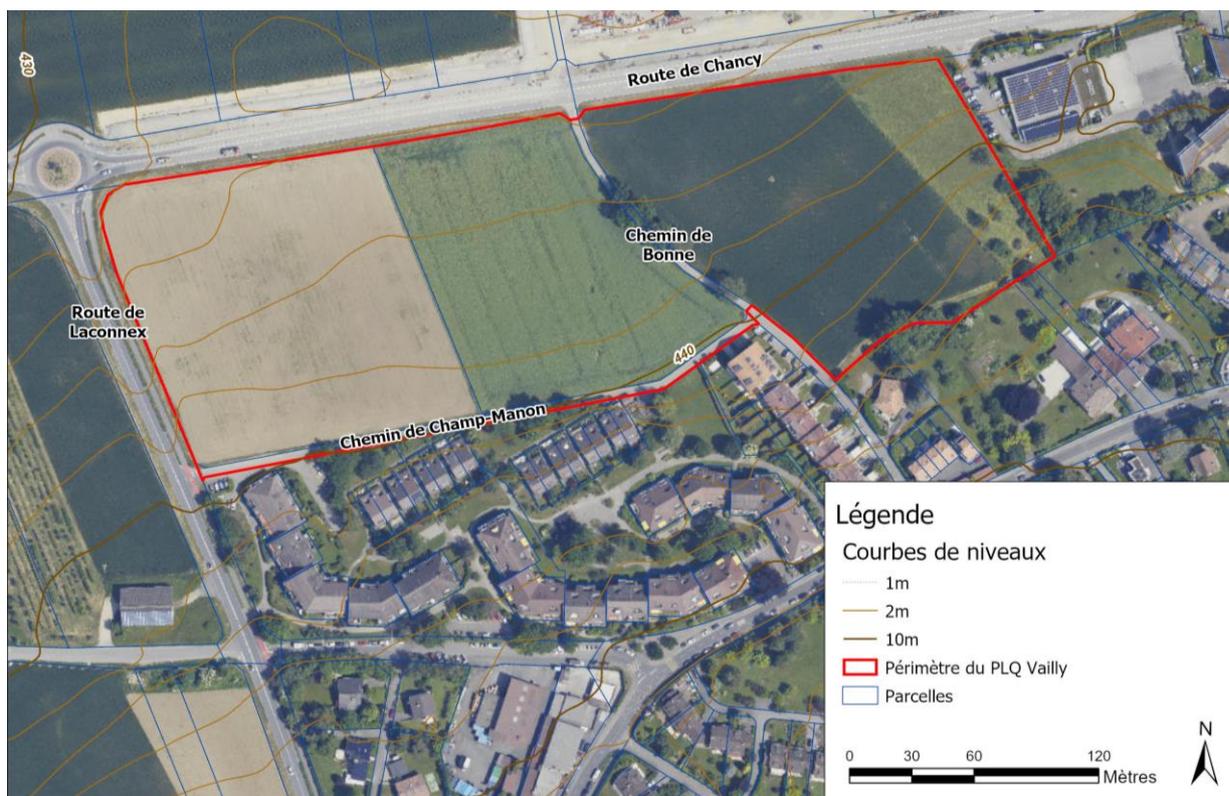


Figure 1 : Plan de situation du PLQ Vailly-Bernex

Le Plan de gestion des sols établi à ce stade du PLQ permet de définir une vue d'ensemble de la problématique sols ainsi que les principes de gestion des sols qui devront être précisés au stade des autorisations de construire. A ce stade ultérieur, ils détermineront les emprises effectives à décapier à chaque étape, dont la réalisation pourrait s'étendre sur une période globale de plusieurs années.

2. Définitions et bases légales

2.1 Définitions

Sol : couche biologiquement active du sol où l'on trouve des racines. Le sol comprend en principe une couche supérieure organo-minérale riche en organismes et en nutriments, dite terre végétale ou horizon A, d'une épaisseur variant entre 15 à 35 cm environ, et une couche inférieure, de l'ordre de 30 à 80 cm, appelée sous-couche arable, couche sous-jacente ou horizon B.

D'une façon générale, les couches minérales plus profondes appelées roche mère, remblai ou horizon C, qui constituent le matériau parental du sol ne sont pas considérées dans ce rapport. Ces couches constituent les matériaux d'excavation.

Matériaux terreux : l'excavation d'un terrain commence par le décapage de la terre végétale et de la sous-couche arable située dans la couche supérieure du terrain. Ces matériaux sont regroupés sous le terme de matériaux terreux.

2.2 Bases légales et normes

Le domaine de la protection des sols est principalement régi par l'Ordonnance fédérale sur les atteintes portées aux sols (OSol, 1er juillet 1998). Les documents suivants définissent les principales dispositions légales en rapport à la protection des sols et guident leur mise en pratique :

- Loi fédérale du 7 octobre 1983 (état le 1er août 2010) sur la protection de l'environnement (LPE) ;
- Ordonnance fédérale du 1 juillet 1998 (état le 1 juil. 2008) sur les atteintes portées aux sols (OSol) ;
- Ordonnance fédérale du 4 décembre 2015 (état le 1 janv. 2016) sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED) ;
- Loi cantonale sur les gravières et exploitations assimilées (LGEA) du 28 octobre 1999 (L 3 10) ;
- Règlement cantonal sur la protection des sols du 16 janv. 2008 (K 1 70.13) ;
- Ordonnance fédérale du 26 août 1998 (état le 1 janv. 2009) sur les sites contaminés (OSites) ;
- Ordonnance fédérale du 30 novembre 1992 (état le 1 oct. 2008) sur les forêts (OFo) ;
- Ordonnance du 10 septembre 2008 (état le 1 oct. 2008) sur l'utilisation d'organismes dans l'environnement (Ordonnance sur la dissémination dans l'environnement, ODE) ;
- Ordonnance fédérale du 18 mai 2005 (état le 1 fév. 2009) sur la protection contre les substances et les préparations dangereuses pour l'environnement (Ordonnance sur les produits chimiques, OChim) ;
- Norme VSS « Terrassement, sol, Protection des sols et construction » 640 581, 2017 ;
- Construire en préservant les sols, OFEV, 2001.
- Sols et constructions – État de la technique et des pratiques, OFEV, 2015 ;
- Aptitude des sols à leur valorisation. Un module de l'aide à l'exécution « Construire en préservant les sols », 2021 ;

- Directive de l'association suisse des sables et graviers (ASG)¹ pour la remise en état des sites / Directive pour une manipulation appropriée des sols, 2021.

¹ Association suisse des Sables et Graviers désormais ASGB – Association Suisse de l'Industrie des Graviers et du Béton

3. Rapport pédologique

3.1 Périmètre d'étude

Le présent chapitre fait état des caractéristiques des sols, de l'épaisseur et de la profondeur des différents horizons pédologiques du terrain en place. Cette évaluation permet de définir la sensibilité des sols à la compaction.

Des analyses des teneurs en polluants des emprises proches des sources de pollution sont évaluées, dans ce cas, la route de Chancy dont le trafic est important est une source avérée.

L'ensemble des sols naturels a été décrit, que ce soit des sols non remaniés ou remaniés à l'intérieur du périmètre du PLQ Vailly planifié, qui concerne une surface totale de sols naturels d'environ 5.5 ha. L'affectation des sols naturels présents sur le périmètre, représentée ci-dessous, peut être résumée comme suit :

- Grandes cultures : environ 5 ha
- Pâturage inscrit en SDA : environ 4'300 m²
- Bande herbeuse : environ 1'150 m²



Figure 2 : Plan de situation de l'utilisation des sols

3.2 Méthodologie

L'étude pédologique du périmètre d'exploitation comprend une description des sols basée sur les observations suivantes :

- La description de 24 sondages pédologiques effectués à la tarière Edelman le 04.07.2016 ;
- La description de 5 fosses pédologiques creusées à la pelle mécanique le 21.07.2016.

Une analyse physique des échantillons composites par type de sols et par horizon : terre végétale et sous-couche (prélevé à la tarière) est réalisée afin de connaître plus précisément la texture des sols, le taux de matière organique, le ph, la présence de carbonates. En fonction de toutes ces informations, il est possible de définir la sensibilité à la compaction par type de sols.

Les données disponibles (cartes pédologiques, topographie, géologie, sites pollués, végétation, données analytiques existantes) ont également été prises en compte afin d'établir la cartographie des sols.

Une analyse des polluants a été effectuée sur les parcelles situées le long de la route de Chancy qui est considérée comme source de pollution, par conséquent des transect sur des bandes de 3 mètres de large ont été effectuées le long de la route de Chancy afin de définir le degré de pollution des sols en fonction de leur distance à la route.

3.3 Cartographie des sols

L'exigence cantonale en termes de densité de sondages est de 4 sondages/ha (tarière) et d'une fosse pédologique pour 10 ha, dans le cadre de ce périmètre d'étude un minimum de vingt-trois sondages est nécessaire. Afin d'y répondre, l'étude pédologique se base sur 24 sondages pédologiques à la tarière effectués le 4 juillet 2016 ainsi que de 5 fosses pédologiques effectuées le 21 juillet 2016, ces sondages ont permis de préciser les épaisseurs de terre végétale et de sous-couche ainsi que de décrire précisément les types de sols rencontrés. La localisation des sondages et de la fosse est présentée à l'Annexe 1.

Les données existantes sur SITG donnent des informations complémentaires sur les analyses physiques des sols rencontrés sur les parcelles 2'347 et 7'227. Ces données, cohérentes avec les observations effectuées, ont été intégrées à la description des sols.

Les analyses physiques réalisées par le laboratoire des sols d'Hepia, agréé OSol, portent sur 12 échantillons composites prélevés sur la terre végétale et la sous-couche correspondant aux sols rencontrés sur l'entier du périmètre (cf. annexe 4). Elles fournissent des données concernant le pourcentage de matière organique, le pH, la teneur en carbonates, la granulométrie de la terre fine, affinant ainsi l'analyse des sols en place rencontrés.

3.4 Description des sols

3.4.1 Cartographie des sols

Les résultats des investigations de terrain sont présentés dans les cartes suivantes :

- Typologie des sols et localisation des sondages pédologiques (cf. annexe 1)
- Épaisseur indicative de l'horizon A (cf. annexe 2) ;
- Épaisseur indicative de l'horizon B (cf. annexe 3).

3.4.2 Typologie des sols

Les sols rencontrés sur le périmètre présentent une certaine hétérogénéité principalement par une géologie qui varie et une topographie accidentée (pente, plat, dépressions), de plus l'intervention humaine de certaines emprises explique une certaine variabilité de sols. Enfin les variabilités d'épaisseur de sol et de texture (analyses hepia) ont pu être identifiées lors des sondages tarières afin de définir des types de sols ainsi que des sous types de sols dans la description des sols présentée ci-après. L'annexe 1 permet de visualiser le plan de situation de la typologie des sols rencontrés.

Sol brun profond

Les sols bruns profond couvrent une surface d'environ 37'000 m². L'horizon de surface (horizon A) varie entre 25 et 30 cm d'épaisseur. Deux types de sol brun profond se distinguent de par une différence de texture et de pierrosité.

- *Sol brun profond argilo limoneux pas ou peu pierreux :*

Cet horizon est de couleur brun foncé avec un taux de matière organique compris d'environ 3 % (3.1 % selon analyse). Cet horizon est faiblement à non pierreux (entre 0 et 5 %). Il est complètement décarbonaté, son ph (H₂O) est établi à 7.0, la structure des agrégats terreux est sub polyédrique, la présence de vers de terre est normale, la compacité considérée comme lâche illustre que ce sol est bien aéré et drainant. Ceci est confirmé par une bonne perméabilité de cet horizon qui ne présente pas de signe d'hydromorphie malgré une texture lourde cet horizon A avec 42% d'argiles, 41.7% de silts et 17.7% de sables (cf. tableau 1), cet horizon supérieur du sol est caractérisé comme étant un argile limoneux.

Un changement de couleur sépare l'horizon A de l'horizon B. L'horizon B, d'une épaisseur variant de 35 à 70 cm, est de couleur brun, le taux de matière organique est établi à 2.1 %. La structure est subpolyédrique, son ph (H₂O) est d'environ 6.8 et est complètement décarbonaté, sa pierrosité est faible <5%. La texture de cet horizon basée sur la teneur en argiles (43.8) en silts (40.1) et en sables (16.1) (cf. tableau 1) permet de classer cet horizon B en tant qu'argile limoneux. Cet horizon ne présente pas de traces d'hydromorphie ce qui illustre une bonne perméabilité de cet horizon malgré sa texture lourde.

La pierrosité de surface y est très faible elle est estimée < 2%.

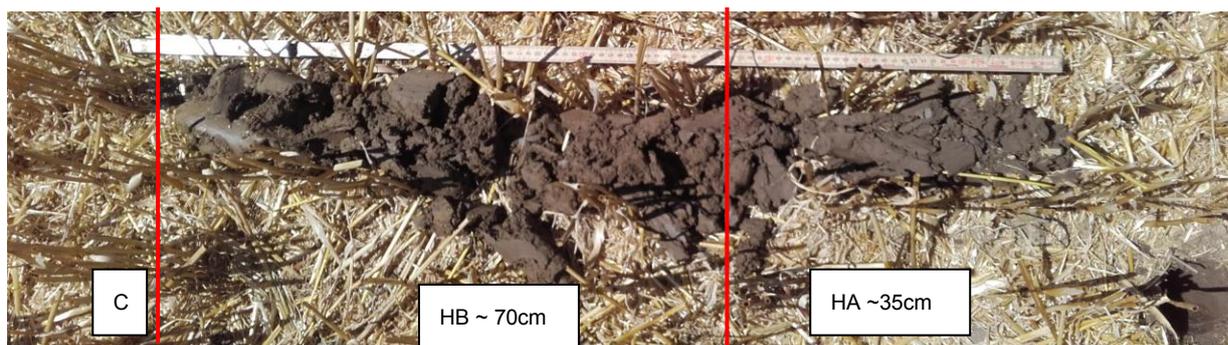


Figure 3 : exemple profil d'un sol brun profond argilo-limoneux, sondage ST19, parcelle 7'227

- Sol brun profond limono argileux faiblement pierreux :

Cet horizon est de couleur brun foncé avec un taux de matière organique d'environ 2.5 %. Cet horizon est pierreux (entre 10 à 15 %). Il est complètement décarbonaté, son ph (H2O) est établi à 7.5, la structure des agrégats terreux est subpolyédrique, la présence de vers de terre est normale, la compacité considérée comme lâche illustrent que ce sol est bien aéré et drainant. Ceci est confirmé par une bonne perméabilité de cet horizon qui ne présente pas de signe d'hydromorphie, enfin la texture de cet horizon A basé sur la teneur en argiles (30.3) en silts (42.1) et en sables (27.6) (cf. tableau 1) classe la partie supérieure du sol en tant que limon argileux.

Un changement de couleur net sépare l'horizon A de l'horizon B. L'horizon B, d'une épaisseur variant de 35 à 40 cm, est de couleur brun clair, le taux de matière organique est établi à 1.4 %. La structure est subpolyédrique, son ph (H2O) est d'environ 7.6 et est complètement décarbonaté, sa pierrosité est <10%. La texture de cet horizon basé sur la teneur en argiles (32.5%) en silts (42.3%) et en sables (25.3%) (cf. tableau 1) permet de classer cet horizon B en tant que limon argileux. Cet horizon ne présente pas de traces d'hydromorphie avant 70 cm de profondeur ce qui illustre une bonne perméabilité de cet horizon.

La pierrosité de surface y est très faible elle est estimée 10-15 %.

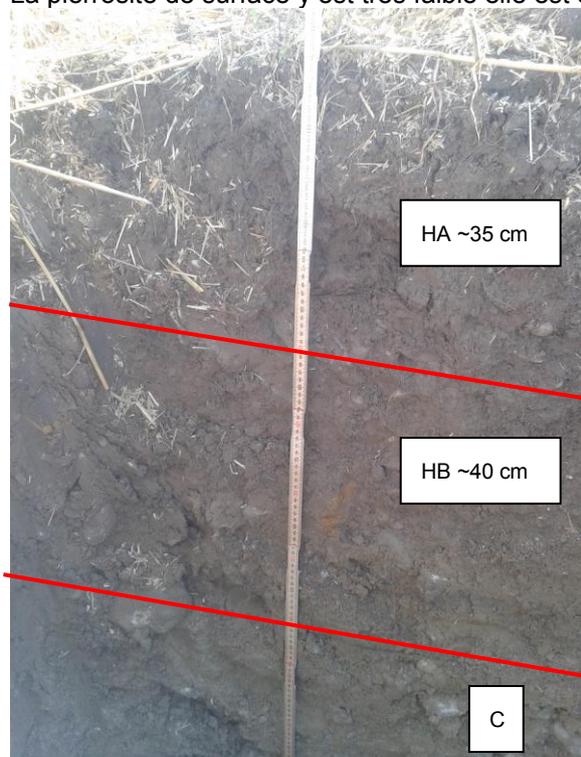


Figure 4 : exemple type du profil d'un sol brun profond limono-argileux, sondage PM2, parcelle 7'227

Sol brun à pseudogley

Ces sols bruns à pseudogley sont présents en bas de pente sur des zones concaves. Trois petites zones ont été identifiées. Ces sols bruns à pseudogley couvrent une surface d'environ 1'500 m². L'horizon de surface (horizon A) varie entre 35 et 40 cm d'épaisseur. La pierrosité de surface y est pierreuse elle est estimée < 20 %.

Cet horizon est de couleur brune avec un taux de matière organique d'environ 2.5 %. Cet horizon est faiblement pierreux <3%. Il est en faiblement carbonaté en surface, son ph (H₂O) est d'environ 7.8, la structure des agrégats terreux est subpolyédrique, la présence de tâches d'hydromorphie est observée dans cet horizon. Enfin la texture de cet horizon A basé sur la teneur en argiles (25.5) en silts (42.9) et en sables (31.6) (cf. tableau 1) classe la partie supérieure du sol en tant que Limon.

Un changement de couleur nette sépare l'horizon A de l'horizon B. Ce dernier, d'une épaisseur variant de 35 à 45 cm, est de couleur brun clair à gris à partir de 50 cm de profondeur (depuis la surface), le taux de matière organique est compris entre 0.7 et 0.8 %. La structure est subpolyédrique, son ph (H₂O) varie de 8.4, sa pierrosité est généralement normale (< 10 %). La texture de cet horizon basé sur la teneur en argiles (24.1%) en silts (46.4%) et en sables (29.4%) (cf. tableau 1) permet de classer cet horizon B en tant que Limon. Cet horizon présente de grosses tâches d'oxydations sur les premiers 10 cm et le reste des 30 cm est complètement réduit, il sera difficile de valoriser cette horizon.

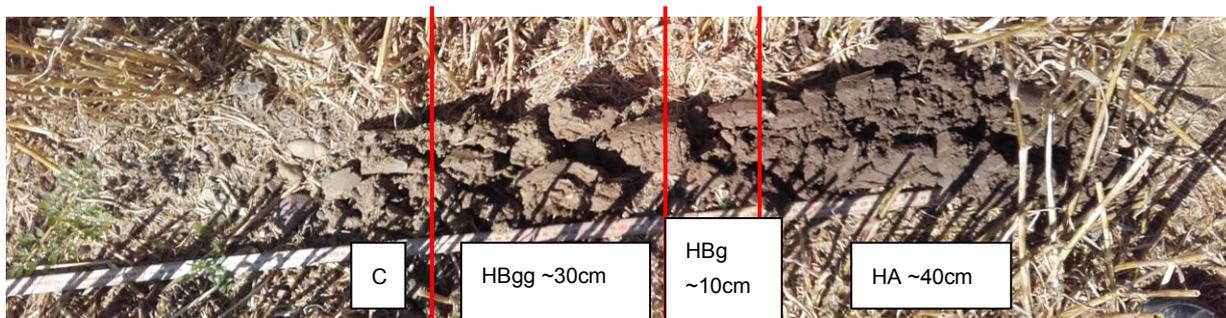


Figure 5 : exemple sol moyennement profond, sondage ST4 parcelle 2'347

Sol brun à pseudogley carbonaté :

Ces sols bruns à pseudogley carbonaté sont présents en bas de pente et couvrent une surface d'environ 6'000 m². L'horizon varie de 30 à 35 cm. La pierrosité de surface est importante : estimée 30%.

Cet horizon est de couleur brune avec un taux de matière organique évalué à environ 2.5 %. Cet horizon est faiblement pierreux (< 5%). Il est carbonaté (CaCO₃ tot. 8.1%), son ph (H₂O) est de 7.9, la structure des agrégats terreux est plutôt grumeleuse, la présence de nombreux pores est d'environ de vers de terre et d'une compacité considérée comme lâche illustrent que ce sol est bien aéré et drainant sur cet horizon. Aucun signe d'hydromorphie n'a été identifié, enfin la texture de cet horizon A basé sur la teneur en argiles (21.9%) en silts (41.2%) et en sables (36.9%) (cf. tableau 1) classe la partie supérieure du sol en tant que Limon.

Un changement de couleur l'horizon A de l'horizon B. La présence de tâche d'oxydoréduction à partie de 40 cm de profondeur avec une de nombreuses tâches d'oxydo-réduction à partie de 60 cm donne au sol une couleur rouge. Ainsi l'horizon B varie entre 20 et 35 cm, est de couleur brun clair, le taux de matière organique est évalué à 1.7 et il est très carbonaté (CaCO₃ tot. 13%). La structure est sub polyédrique, son ph (H₂O) est d'environ 8.1, sa pierrosité est généralement faible (<10%). La présence de tâches d'oxydation n'est présente qu'à partir de 50 cm de profondeur alors que le sol présente une humidité assez élevée. La texture de cet horizon basé sur la teneur en argiles (20.7%) en silts (42%) et en sables (37.3%) (cf. tableau 1) permet de classer cet horizon B en tant que Limon.



Figure 6 : exemple profil sol brun à pseudogley calcaire, ST8 de la parcelle 2'347

Sol brun faiblement pseudogleyfié

Ces sols bruns faiblement pseudogleyfiés couvrent une surface d'environ 4'700 m². L'horizon de surface (horizon A) varie entre 25 et 30 cm d'épaisseur. La pierrosité de surface y est bien présente (20%).

Cet horizon est de couleur brune avec un taux de matière organique défini à environ 2.3%. Cet horizon est peu ou pas pierreux (< 3%). Il est faiblement carbonaté (CaCO₃ tot. 1.2), son ph (H₂O) est d'environ 7.8, la structure des agrégats terreux est sub-polyédrique à grumeleux, malgré la présence de quelques tâches de concrétions sur l'horizon A sa perméabilité est normale et sa compacité est relativement lâche, enfin la texture de cet horizon A basé sur la teneur en argiles (28.2) en silts (42.3) et en sables (29.5) (cf. tableau 1) classe la partie supérieure du sol en tant que Limon.

Un changement de couleur net sépare l'horizon A de l'horizon B. Ce dernier, d'une épaisseur variant de 20 à 35 cm, est de couleur brun clair rouge (tâche oxydation), il est carbonaté (CaCO₃ tot. 4.5), le taux de matière organique est d'environ 1 %. La structure est sub-polyédrique à grumeleux, son ph (H₂O) est d'environ 8.1, sa pierrosité est faible (< 8%). La présence de nombreuses tâches d'oxydo-réduction sur l'ensemble de l'horizon B marque la présence de l'influence de l'eau. La texture de cet horizon basé sur la teneur en argiles (28.1%) en silts (43.7%) et en sables (28.2%) (cf. tableau 1) permet de classer cet horizon B en tant que Limon.

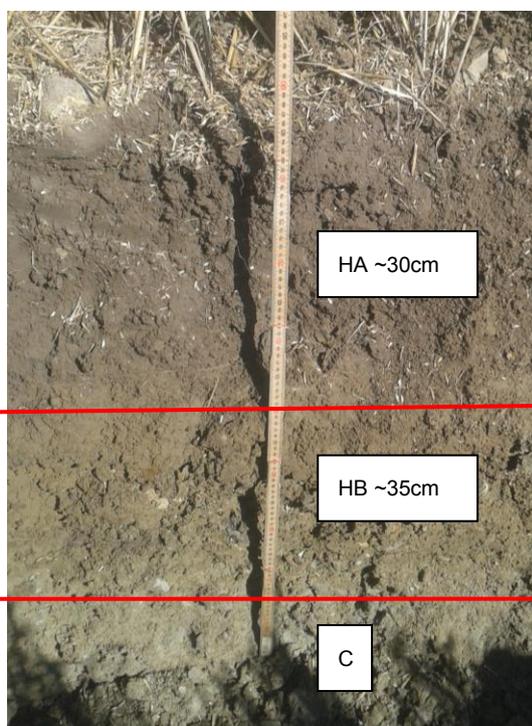


Figure 7 : exemple sol brun faiblement pseudogleyfié, sondage SPM 4 parcelle 7'227

Sol brun calcaire

Les sols bruns calcaires couvrent une surface d'environ 3'550 m². Ces sols bruns calcaire sont présents sur les zones où la molasse est affleurante à peu profonde. La pierrosité de surface y est très faible elle est estimée < 3%. Le fait que ces sols soient superficiels à modérément profonds explique qu'ils soient en pâturage permanent même si une petite partie est en grande culture (ex : figure 8). En fonction de la manière d'être cultivé l'épaisseur varie de 15 cm (pâturage) à 30 cm (grande culture).

Cet horizon est de couleur brune avec un taux de matière organique élevé évalué à environ 5.5 %. Cet horizon est faiblement pierreux (< 5%). Il est moyennement carbonaté (CaCO₃ tot. 2%), son ph (H₂O) est d'environ 7.2, la structure des agrégats terreux est plutôt grumeleuse, la présence de nombreux pores, de vers de terre et d'une compacité considérée comme lâche illustrent que ce sol est bien aéré et drainant. Ceci est confirmé par une bonne perméabilité de cet horizon qui ne présente pas de signe d'hydromorphie, enfin la texture de cet horizon A basé sur la teneur en argiles (28.1%) en silts (38.7%) et en sables (33.2%) (cf. tableau 1) classe la partie supérieure du sol en tant que Limon.

La molasse affleurante au droit de la grande culture permet d'affirmer qu'il n'y a pas d'horizon B. En revanche, la pâturage présente un horizon B dont l'épaisseur varie de 15 à 45 cm. Un changement de couleur ainsi que du taux de CaCo₃ sépare l'horizon A de l'horizon B, il est de couleur brun clair, carbonaté (CaCO₃ tot. 7.7%), le taux de matière organique est assez élevé environ 2.2 %. La structure est grumeleuse, son ph (H₂O) varie de 8.1 à 7.5, sa pierrosité est généralement faible (<10%). La texture de cet horizon basé sur la teneur en argiles (26.9%) en silts (39.9%) et en sables (33.1%) (cf. tableau 1) permet de classer cet horizon B en tant que Limon. Cet horizon ne présente aucune tâche d'hydromorphie sur la pâturage. Dans le cadre de ce projet, cet horizon est traité comme un horizon B, il sera toutefois intéressant dans les prochaines étapes de définir si cet horizon pourrait être utilisé comme de l'horizon A.



Figure 8 : exemple sol brun calcaire sur molasse au droit du pâturage, sondage ST11 parcelle 7'227

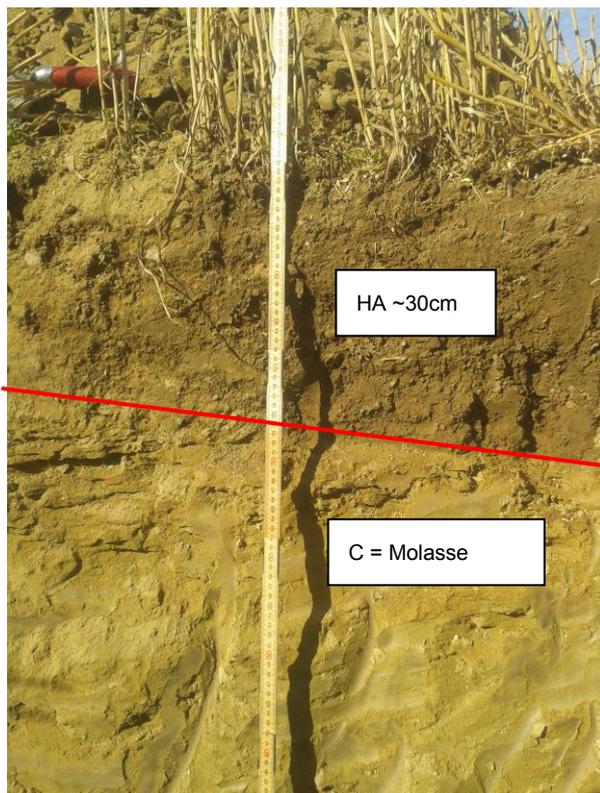


Figure 9 : exemple sol brun calcaire sur molasse au droit de la grande culture, sondage SPM 3, parcelle 7'227

Anthroposols

Les anthroposols couvrent une surface d'environ 3'750 m². Ils ont été identifiés comme tels grâce aux sondages suivi d'une analyse du tracé des collecteurs puis de l'observation sur le terrain (talus en bord de route, desserte agricole...). La variabilité de ces sols est importante, une description anthroposol par anthroposol ne serait pas opportune, cependant nous pouvons dire de manière globale que l'horizon de surface (horizon A) varie entre 15 et 40 cm d'épaisseur. Les caractéristiques de ces sols sont très similaires aux sols non remaniés qui sont juxtaposés.

Par exemple, un profil pédologique au droit d'un bord d'emprise d'un collecteur a permis de constater la présence de remblai sous l'horizon A (photo suivante) au-dessus de l'horizon B. Nous avons donc estimé qu'au droit du centre de l'emprise du collecteur, le collecteur était recouvert de remblai suivi d'un horizon A. Au niveau des talus situés à l'ouest du périmètre le long de la route de Laconnex nous avons estimé une seule épaisseur de A sur 20 cm. Au droit de la desserte du pâturage (sud de la parcelle 7'227) il est probable que le sol n'a pas été remanié, cependant il a dû l'être fortement par le passage des engins.

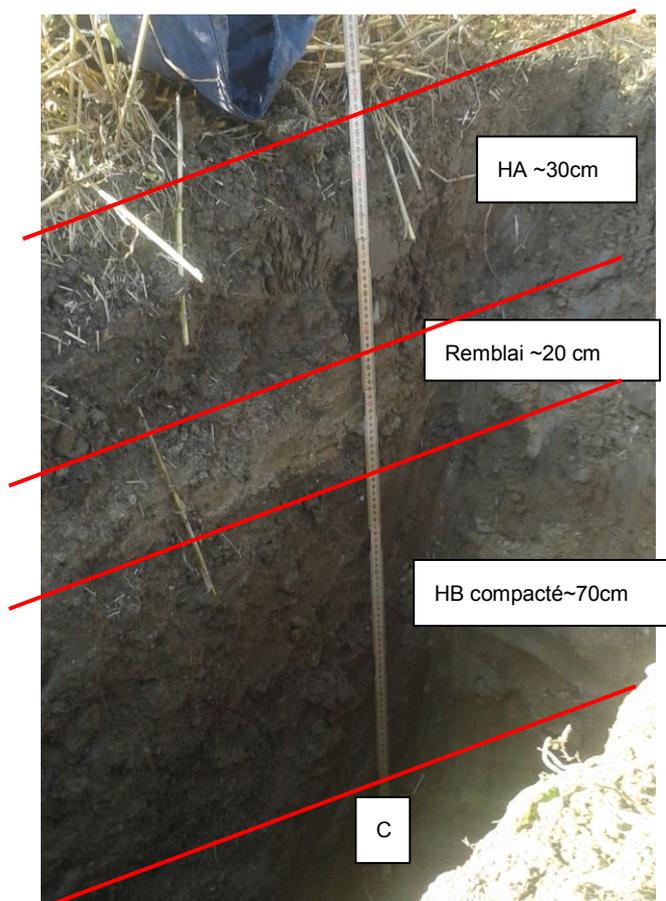


Figure 10 : exemple profil anthroposol, sondage SPM 1, en bordure d'une ancienne fouille de collecteur, parcelle 7'227

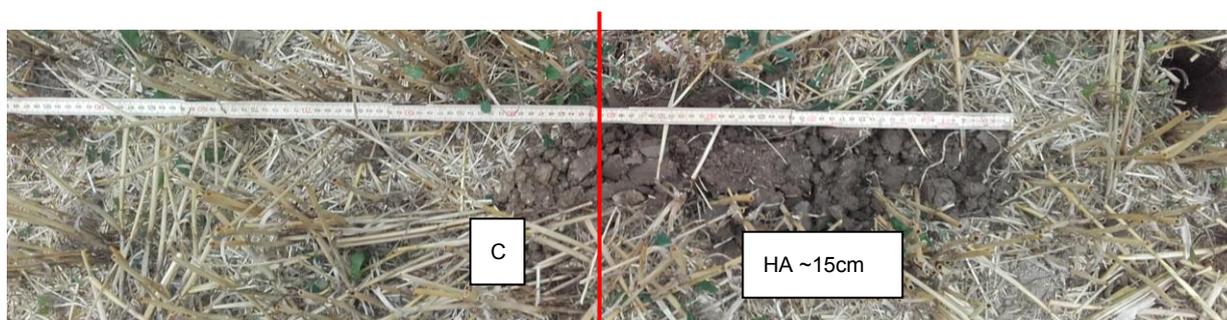


Figure 11 : exemple profil anthroposol, sondage ST 40, au droit d'une ancienne fouille de collecteur, parcelle 7'227

L'analyse physique des échantillons a été effectuée par le laboratoire des sols d'Hepia. Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous et les bordereaux d'analyse complets sont présentés en annexe 4 :

| | Matière organique % | pH (H ₂ O) | CaCO ₃ tot. % | Argile % | Silt % | Sable % |
|------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|----------|--------|---------|
| Sondage P1 - Horizon A | 2.5 | 7.5 | <1.0 | 30.3 | 42.1 | 27.6 |
| Sondage P1 - Horizon B | 1.4 | 7.6 | <1.0 | 32.5 | 42.3 | 25.3 |
| Sondage P2 - Horizon A | 2.5 | 7.8 | 1.2 | 25.5 | 42.9 | 31.6 |
| Sondage P2 - Horizon B | 0.8 | 8.4 | 26 | 24.1 | 46.4 | 29.4 |
| Sondage P3 - Horizon A | 2.3 | 7.8 | 1.2 | 28.2 | 42.3 | 29.5 |
| Sondage P3 - Horizon B | 1 | 8.1 | 4.5 | 28.1 | 43.7 | 28.2 |
| Sondage P4 - Horizon A | 3.1 | 7 | <1.0 | 42.6 | 41.7 | 17.7 |
| Sondage P4 - Horizon B | 2.1 | 6.8 | <1.0 | 43.8 | 40.1 | 16.1 |
| Sondage P5 - Horizon A | 2.5 | 7.9 | 8.1 | 21.9 | 41.2 | 36.9 |
| Sondage P5 - Horizon B | 1.7 | 8.1 | 13 | 20.7 | 42 | 37.3 |
| Sondage P6 - Horizon A | 5.5 | 7.2 | 2 | 28.1 | 38.7 | 33.2 |
| Sondage P6 - Horizon B | 2.2 | 7.5 | 7.7 | 26.9 | 39.9 | 33.1 |

Tableau 1 : Caractéristiques physiques des sols rencontrés selon les résultats d'analyse Sol-Conseil

P1 (échantillon composite) et P4 (échantillon composite) = sol brun profond

P2 (échantillon composite) = sol brun à pseudogley

P3 (échantillon composite) = sol brun faiblement pseudogleyfié

P5 (échantillon composite) = sol brun à pseudogley carbonaté

P6 (échantillon composite) = sol brun calcaire

3.5 Sensibilité à la compaction

Le fait que l'influence de la nappe est très faible sur les sols et en fonction des teneurs en limon, matière organique et éléments grossiers, la sensibilité à la compaction peut ainsi être résumée comme suit pour les différents sols rencontrés (selon la norme VSS 640 581) :

| | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| Sol brun profond | Extrêmement sensible à la compaction |
| Sol brun faiblement pseudogleyfié | Normalement sensible à la compaction |
| Sol brun à pseudogley | Très sensible à la compaction |
| Sol brun à pseudogley carbonaté | Normalement sensible à la compaction |
| Sol brun caclaire | Normalement sensible à la compaction |
| Anthroposol | Normalement sensible au compaction |

Tableau 2 : Sensibilité à la compaction

3.6 Volumes des matériaux terreux

Sur la base des cartes d'épaisseurs indicatives de la terre végétale et de la sous-couche arable présentées en annexe 2 et 3, les volumes indicatifs en place de matériaux terreux concernés par le PLQ Vailly représentent un total d'environ 18'000 m³ de terre végétale et 20'100 m³ de sous-couche.

Une majeure partie des sols présents dans le périmètre du projet vont être impactés par un décapage excepté les emprises situées à proximité des arbres conservés (soit environ 1'000 m² (en vert foncé sur la figure suivante)). En effet, à l'exception de ces deux emprises, le projet prévoit un rehaussement global des niveaux du terrain actuel afin d'optimiser dans la mesure du possible le bilan déblais-remblais. Par conséquent, il est prévu qu'une surface totale d'environ 5.5 ha sera décapée. À ce stade des réflexions, un phasage prévisionnel en 2 étapes est envisagé, ce dernier devra être vérifié et adapté dans le cadre de la planification globale de mise en œuvre du PLQ en intégrant notamment les aspects liés aux contraintes économiques et administratives ainsi qu'aux accès et aux emprises d'installations de chantier.

Sur la base des données disponibles, les volumes de matériaux terreux ont été estimés pour les deux phases en rattachant les emprises de voies d'accès adjacentes selon le découpage représenté à la figure ci-dessous :

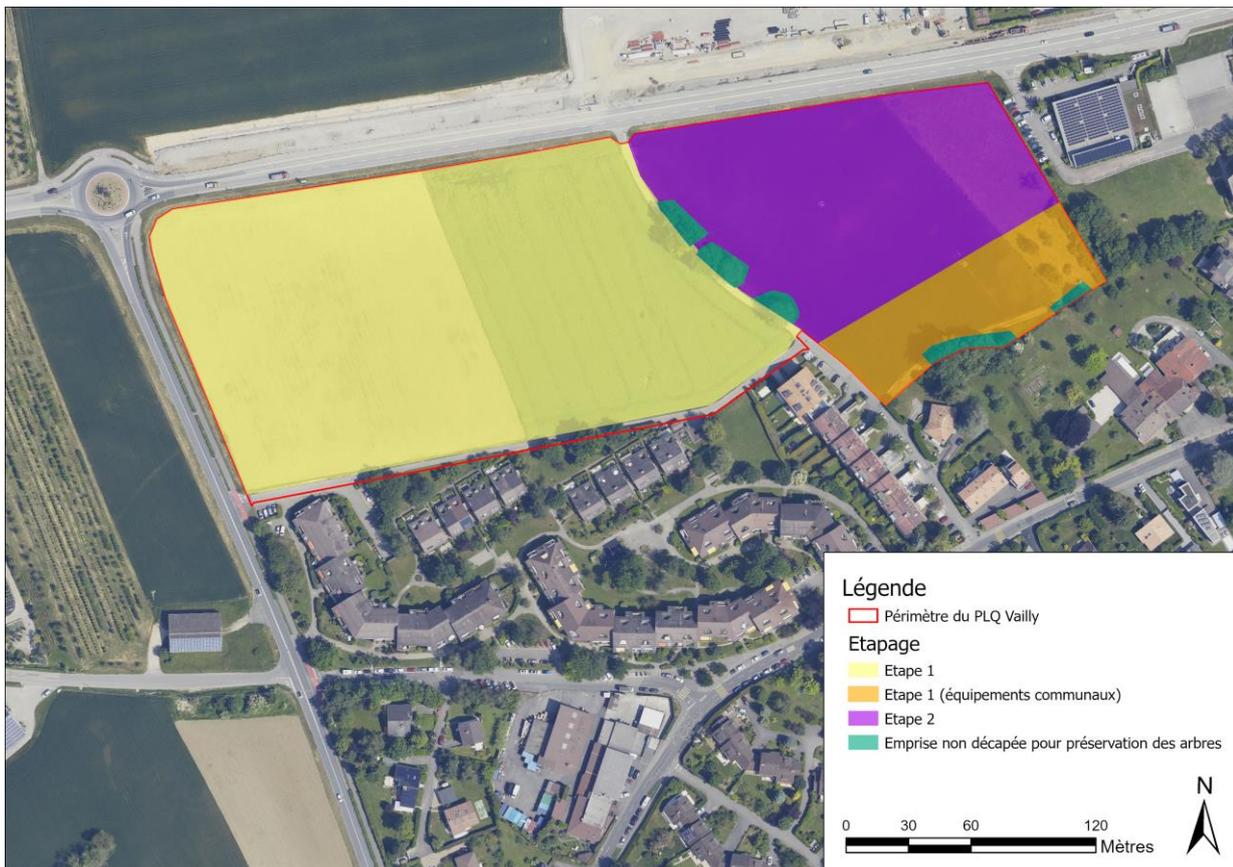


Figure 12 : Plan de situation des sols par étape

Le tableau ci-dessous présente les volumes estimés de terre végétale et de sous-couche susceptibles d'être décapés pour chacune des étapes de construction (décapage provisoire dans le cadre des travaux) :

| Numéro de bloc | Surface décapée (en m ²) | Type d'horizon | Volume estimé en place (en m ³) |
|---------------------------------------|---|------------------|--|
| Étape 1 | 34'300 | Horizon A | 11'900 |
| | | Horizon B | 12'600" |
| Étape 1 (équipements communaux) | 5'000 | Horizon A | 1'400 |
| | | Horizon B | 1'900 |
| Étape 2 | 15'200 | Horizon A | 4'700 |
| | | Horizon B | 5'600 |
| TOTAL | 54'500 | Horizon A | 18'000 |
| | | Horizon B | 20'100 |

Tableau 3 : Total de potentiel de décapage par type d'horizons en fonction des étapes de construction des bâtiments prévus.

Ces valeurs constituent des volumes potentiels estimés sur la base des relevés pédologiques correspondant au décapage de l'ensemble de la surface exceptée les emprises situées à proximité des arbres préservés. L'aménagement effectif de chaque étape prévoit de rétablir une partie des surfaces en tant que sols naturels (parcs, jardins...).

3.7 Pollution des sols

Lors de la visite de terrain une source de pollution avait préalablement été identifiée. En effet, la route de Chancy présente depuis de nombreuses années un trafic important susceptible de polluer les sols à proximité. Par conséquent deux échantillons composites ont été prélevés sur la parcelle 7'227 respectivement sur une bande située à moins de 3 mètres (extérieur du périmètre du PLQ) – Échantillon P1 - et entre 3 et 6 mètres de la route de Chancy – Échantillon P2. Un transect supplémentaire a été effectué en sommet de talus le long de la route de Chancy sur la parcelle 2'347 - Échantillon P3 - afin de voir si les polluants liés à la route pouvaient se retrouver en sommet de talus (à environ 6 mètres de la route). Conformément aux directives, l'analyse de polluant a été ciblée sur le Plomb, Cadmium, le Zinc et les HAP.

L'ensemble des échantillons a été prélevé dans les 20 premiers centimètres du sol en place, conformément au manuel « Prélèvement et préparation des échantillons de sols » de l'OFEV.

Le résultat des analyses au sens de l'OSol effectuées par le laboratoire SCITEC SA sur les 3 échantillons analysés est résumé ci-dessous (les bordereaux d'analyse complets sont présentés à l'annexe 5) :

| | | | | Valeurs indicatives au sens de l'Osol | Seuil d'investigat ions au sens de l'Osol |
|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|---|
| Numéro d'analyse | 16436.001 | 16436.002 | 16436.003 | | |
| Type de sol | Parcelle 7227 _ Vailly P1 | Parcelle 7227 _ Vailly P2 | Parcelle 2347 _ Vailly P3 | | |
| Cadmium (Cd) (mg/kg MS) | <0.1 | <0.1 | <0.1 | 0.8 | 2 |
| Plomb (Pb) (mg/kg MS) | 61.4 | 27 | 29 | 50 | 200 |
| Zinc (Zn) (mg/kg MS) | 87.5 | 52.6 | 47.9 | 150 | - |
| Benzo(a)pyrène (mg/kg MS) | 0.1 | <0.02 | <0.02 | 0.2 | 1 |
| Sommes des 16 HAP (mg/kg MS) | 1.27 | 0.02 | 0.05 | 1 | 20 |
| Degré de pollution au sens de l'Osol | Peu pollué | Non Pollué | Non Pollué | | |

| | |
|--------|---|
| valeur | Valeur dépassant la valeur indicative au sens de l'Osol |
| valeur | Valeur dépassant le seuil d'investigation au sens de l'Osol |

Tableau 4 : Résultats d'analyses des polluants selon identification de la source polluante

Les résultats d'analyse des échantillons présentent un léger dépassement pour l'échantillon 1, situé hors périmètre du PLQ mais à moins de 3 mètres de la route, en ce qui concerne le Plomb et les HAP, ces matériaux sont à considérer comme sol peu pollué selon l'OSol. En revanche, les deux autres échantillons prélevés à plus de 3 mètres du bord de la chaussée présentent intégralement des teneurs en polluants inférieures à la valeur indicative et sont donc à considérer comme sol non pollué.

Avec la connaissance actuelle, il n'y a pas lieu de s'attendre à d'autres types de pollution. Nous estimons donc à ce stade que l'ensemble des terres situées dans le périmètre du PLQ est considéré comme un sol non pollué et pourra être réutilisé sur site sans restriction. D'autre part, en cas de valorisation extérieure il sera nécessaire d'effectuer une analyse sur les métaux lourds tels que le Cu, Zn, et Pb afin de s'assurer de possibilité de valoriser ces sols à l'extérieur sans restriction. D'autre part, en cas de découverte de matériaux suspects, il sera nécessaire d'effectuer des analyses supplémentaires. De plus, si les terres des accotements situés le long de la route de Laconnex (hors périmètre de PLQ) sont amenées à être touchées pour création d'accès, des analyses polluants devront être effectuées pour définir le degré de pollution.

En cas de présence de sols très pollué au sens de l'OSol, de l'OLED et les prescriptions en vigueur il faudra avoir à disposition les éléments suivants :

- La teneur en polluants du sol ;
- Le TOC400, le pH(CaCl)2,
- La teneur en matière organique et le taux d'argile.

A note, les documents listés ci-dessous comportent toutes les directives pour identifier les polluants à analyser et définir un plan d'échantillonnage.

- OFEV 2003 Manuel, "Prélèvements et préparation d'échantillons de sols pour l'analyse de substances polluantes"
- OFEV 2005 Manuel, "Sols pollués – Évaluation de la menace et mesures de protection" OCEV 2017 Aide à l'exécution "Diagnostic de pollution – Gestion des terrains pollués"
- OFEV 2021 Évaluation des sols en vue de leur valorisation – Aptitude des sols à leur valorisation



Figure 13 : Plan de situation de l'état de pollution des sols au sens de l'OSol

3.8 Conclusion

Le périmètre du PLQ Vailly comporte une surface d'environ 5.5 hectares de sols naturels (grandes cultures, bandes herbeuses, pâturages).

De par sa nature, ses bonnes qualités physiques et chimiques, l'intégralité des sols en place du PLQ Vailly remplit les conditions d'un sol considéré comme fertile à long terme au sens de l'OSol (art.1 et art. 2) et doit être valorisé au sens de l'OLED (art. 18). Seule la partie Sud Est du périmètre présente une faible épaisseur et ne remplit pas les conditions d'une surface d'assolement, cependant ses qualités ne sont pas remises en causes. Ainsi, ces sols sont considérés à l'échelle cantonale comme de bonnes terres agricoles, communément rencontrées sur le canton de Genève qui, à l'exception de la partie Sud Est, répondent à l'ensemble des critères de surface d'assolement.

Le projet de PLQ impliquera un remaniement quasiment total des sols en phase de chantier avec mise à disposition d'un important volume excédentaire dont la valorisation devra être planifiée de manière optimale en tenant compte prioritairement des besoins d'amélioration de surfaces agricoles de ce secteur du canton.

Le plan de Gestion des sols présenté ci-après, définit les principes de gestion et les options de valorisation à même de répondre à ces objectifs.

4. Plan de gestion des sols

Le présent chapitre décrit les exigences et éléments à intégrer aux différentes étapes avec les informations actuellement à disposition afin d'assurer une protection et une valorisation adéquate des sols.

A ce stade, un périmètre situé au Sud-Est du périmètre est voué aux équipements communaux (cf. figure ci-après), aucune image directrice des aménagements extérieurs n'est actuellement à disposition, ainsi dans le présent plan de gestion, les informations délivrées sur cette emprise sont des hypothèses ou sont simplement manquantes. La gestion des sols de cette emprise devra être traitée au stade des autorisations de construire, néanmoins les directives émises dans ce présent document s'appliqueront aussi pour ce périmètre.

En conséquence, ce présent plan de gestion des sols permet de :

- Définir les volumes totaux de matériaux terreux à décapier par étape ;
- Définir les besoins (volumes) de matériaux terreux sur place par étape à l'exception du périmètre des équipements communaux ;
- Définir les options de valorisation des matériaux terreux excédentaires ;
- Définir les principes de planification, de décapage, d'entreposage temporaire et remise en place.

Les surfaces de stockage nécessaires en fonction des volumes réutilisés sont connues mais leur emplacement ne peut être figé à ce stade. Les options proposées dans ce présent rapport permettent de limiter au maximum des évacuations de sols et un apport de l'extérieur pour les aménagements extérieurs (ce qui est à éviter). Une évaluation de cette problématique devra faire l'objet d'une coordination fine entre les étapes, tout devra être mis en œuvre pour maximiser le stockage sur place des sols en vue de leur réutilisation sur place, cet affinage devra être effectué et terminé préalablement aux premières requêtes en autorisation des emprises concernées.

Dans ce contexte, ce chapitre constitue la base pour les plans de gestion des sols détaillés à établir dans le cadre des différentes requêtes en autorisation de construire du PLQ, une vision globale devant être concrétisée dans le cadre de la première d'entre-elles.

4.1 Volumes de sol à décapier

Comme déjà défini au chapitre 3.6, à l'exception d'environ 1'000 m², l'ensemble des sols va être décapé car un remodelage topographique est prévu afin d'optimiser la gestion des matériaux d'excavation. Il est à noter que l'étape 1 comprend deux emprises dont l'une sera dédiée aux équipements communaux. Comme déjà expliqué, à ce stade, aucune donnée n'est disponible sur les aménagements extérieurs prévus. En conséquence, le tableau ci-après résume les volumes de matériaux terreux décapés à l'échelle du PLQ et par étape avec des données qui devront être mises à jour au stade des requêtes en autorisation de construire principalement au niveau du périmètre des équipements communaux.

Tableau 5 : tableau récapitulatif des volumes décapés, des volumes réutilisés et des volumes à revaloriser à l'extérieur du PLQ

| Numéro d'étape | Type de terre | Volume en place estimé à décapé (en m ³) | Volume en place estimé à réutiliser sur place (en m ³) | Valorisation à l'extérieur (en m ³) Volume en place |
|---------------------------------|------------------|--|--|--|
| Étape 1 | Horizon A | 11'900 | 4'590 | 7'300 |
| | Horizon B | 12'600 | 7'640 | 5'200 |
| Étape 1 (équipements communaux) | Horizon A | 1'400 | <i>Inconnu à ce stade</i> | <i>Inconnu à ce stade</i> |
| | Horizon B | 1'900 | <i>Inconnu à ce stade</i> | <i>Inconnu à ce stade</i> |
| Étape 2 | Horizon A | 4'700 | 950 | 3'810 |
| | Horizon B | 5'600 | 1'760 | 3'800 |
| TOTAL | Horizon A | 16'600 | 5'470 | 11'130 |
| | Horizon B | 18'200 | 9'320 | 8'880 |

4.2 Volumes des besoins de matériaux terreux pour le projet

Le projet de PLQ hors surfaces de l'emprise des équipements communaux (5'400 m²) prévoit le réaménagement d'environ 18'910 m² de surfaces de sols naturels (figure ci-dessous) en pleine terre et sur dalle dont 18'230 m² seront remis en place (les 710 m² sont issus des emprises préservées pour les arbres situés le long du chemin de Bonne) seront retravaillés uniquement. Pour les 5'400 m² des aménagements extérieurs de l'emprise des équipements communaux, les surfaces à remettre en sol naturel et donc les besoins devront faire l'objet d'une mise à jour au stade des autorisations de construire. En outre, la remise en place des sols sur cette emprise devra aussi répondre aux postulats ci-après.

Afin de mettre à disposition une épaisseur de sol suffisante pour ces surfaces vertes plantées avec des arbres, il a été défini que les sols reconstitués selon leur emprise sur dalle ou hors dalle auraient les caractéristiques suivantes :

- Hors dalle : 30 cm d'épaisseur d'horizon A et 40 cm d'horizon B après tassement naturel ;
- Sur dalle : 30 cm d'épaisseur d'horizon A et 70 cm d'horizon B après tassement naturel.

Par ce biais, l'épaisseur globale du sol pourra remplir ses fonctions de réservoir d'eau, de siège d'une activité biologique et le support optimal pour tout type de végétation à l'exception des végétations de type prairies sèches qui nécessiteraient moins d'épaisseur, voir un seul horizon terreux.



Figure 14 : Plan de situation des aménagements paysagers prévus dans le PLQ

C'est sur cette base qu'ont été calculés les besoins en matériaux terreux **en place** à reconstituer à l'échelle du PLQ hors besoins de sols pour les équipements communaux, ils sont présentés au tableau 5, soit environ 5'470 m³ d'horizon A et environ 9'320 m³ d'horizon B représentant un total de 14'790 m³. Le tableau ci-après décrit les besoins par type d'horizon et par étape des besoins en matériaux terreux.

Tableau 6 : Tableau des volumes de besoins en matériaux terreux - avec surface nécessaire pour le stockage

| Numéro d'étape | Type de sols | Surface verte à reconstituer future (enm ²) | Type de terre (épaisseur en cm et en place) | Volume en place estimé à réutiliser sur place (enm ³) | Surface nécessaire pour stockage avec prise en compte d'un foisonnement de 1.2 A = hauteur 1.5m B= hauteur 2.5 m. 35 m de large à la base en étape 1 et 10 m de large à la base en étape 2 |
|--------------------------------------|--------------|---|---|---|---|
| Étape 1 (hors équipements communaux) | Hors dalle | 10'220 | Horizon A (30 cm) | 3'070 | 2'630 |
| | | | Horizon B (40 cm) | 4'090 | 2'200 |
| | Sur dalle | 5'060 | Horizon A (30 cm) | 1'520 | 1'300 |
| | | | Horizon B (70 cm) | 3'550 | 1'920 |
| Étape 2 | Hors dalle | 1'280 | Horizon A (30 cm) | 380 | 340 |
| | | | Horizon B (40 cm) | 510 | 270 |
| | Sur dalle | 1'670 | Horizon A (30 cm) | 500 | 440 |
| | | | Horizon B (70 cm) | 1'170 | 630 |
| TOTAL | | 18'230 | Horizon A | 5'470 | 4'710 |
| | | | Horizon B | 9'320 | 5'020 |

4.3 Planification générale de la gestion globale des sols et définition des options de valorisation en phase d'avant-projet

Globalement la réalisation des 2 étapes prévisionnelles avec la prise en compte d'un remodelage topographique ainsi que d'un parking souterrain important sur une bonne partie du PLQ Vailly-Bernex générera un volume de décapage temporaire en phase de chantier d'environ 34'800 m³ de matériaux terreux pour les deux étapes connues et d'au maximum 3'300 m³ des matériaux terreux pour l'emprise des équipements communaux. À l'échelle du projet de PLQ et hors emprise des équipements communaux, les besoins en matériaux terreux pour la remise en place des sols pour le réaménagement extérieur s'élèvent à 14'790 m³ (tableau 6) pour reconstituer environ 18'230 m² de sols naturels avec pour exigence sur dalle une épaisseur de 30 cm d'horizon A et 70 cm d'horizon B et hors dalle une épaisseur de 30 cm d'horizon A et 70 cm d'horizon B après tassement. A noter que 710 m² situés au droit des arbres conservés seront retravaillés à la fin des travaux.

Sur cette base (cf. tableau 5), les volumes de sols naturels en place de bonne qualité agronomique à valoriser à l'extérieur du PLQ hors volume issus des équipements communaux s'établissent à :

- ~11'150 m³ pour l'horizon A (terre végétale)
- ~8'900 m³ pour l'horizon B (sous-couche arable)

L'intérêt de valoriser environ 20'000 m³ de sols dont la fertilité est bonne répond à l'art. 18 au sens de l'OLED ; cet enjeu doit donc être pris en compte le plus en amont possible du projet, pour une gestion optimale à même de garantir la préservation des qualités de ce sol. Ces sols considérés comme non pollués devront faire l'objet d'une analyse de pollution sur les certains éléments (Métaux lourds) afin d'assurer cet état et donc de confirmer les filières de valorisation possibles avec une priorisation de la valorisation pour des sols agricoles.

Dans ce contexte, les tâches à prévoir au stade de la planification générale de mise en œuvre de la concrétisation du PLQ Vailly résident principalement dans une coordination anticipée, piloté par le Maître de l'Ouvrage avec les services cantonaux compétents (GESDEC et OCAN) et d'autres instances concernées (p.ex. AgriGenève) afin d'identifier, d'anticiper et de concrétiser les opportunités permettant de valoriser ou de gérer de manière optimale les volumes de matériaux excédentaires.

Enfin, pour concrétiser la valorisation optimale des matériaux terreux sur site, il est nécessaire de gérer cette problématique à l'échelle globale du PLQ.

Pour répondre à cette problématique de valorisation une première ébauche, avec les connaissances actuelles, des zones de stockage temporaire des matériaux terreux en fonction des étapes de réalisation est proposée ci-après :

Hypothèse de stockage des matériaux terreux :

Dans le cadre de ce projet, la problématique de la gestion des sols a été prise en compte en amont par le Maître d'Ouvrage.

À noter, les surfaces nécessaires de stockage pour l'étape 1 sans l'emprise des équipements communaux est évaluée 8'050 m². La surface nécessaire pour le stockage des besoins de sols pour les équipements communaux est à ce stade inconnue, néanmoins un volume maximum respectif de terre végétale de sous-couche de 1'400 m³ et 1'900 m³ sera à décapier. Sur la base de ce volume, la surface de stockage pour les besoins de sols sera inférieure à 2'100 m².

Le découpage prévisionnel des phases de réalisation en 2 étapes est l'hypothèse prise actuellement et s'avère nécessaire pour garantir des surfaces de stockage des matériaux terreux suffisantes pour les besoins de l'étape 1. En effet, l'étape 2 n'étant pas en travaux durant l'étape 1, cela permettrait de

stocker facilement l'ensemble des besoins en sols pour la remise en état des sols de l'étape 1 (cf. figure ci-après).

Concernant la réalisation de l'étape 2, les besoins de sols estimés à 2'560 m³ en place devraient dans la mesure du possible être issus des décapages et stockés sur place en vue de leur réutilisation. À ce titre, en fonction des formes de tas une surface de **1'700 m² à 2'300 m²** est nécessaire pour garantir un stockage de ces horizons A et B selon les normes en vigueur. Après analyse des disponibilités des surfaces, avec la prise en compte que l'étape 1 (y.c. équipements communaux) sera terminée et qu'il ne serait pas possible d'y stocker des sols, il serait donc possible de stocker uniquement des sols sur une surface de 1'400 m² maximum (cf. figure ci-après). En conséquence, il manquerait donc une surface de 300 m² à 900 m², cette surface manquante doit faire l'objet d'une coordination approfondie pour évaluer les possibilités de stockage sur les emprises de l'étape 1 ou trouver une surface à l'extérieur du PLQ. A noter, selon le préavis du SERMA en date du 28.03.2022, il sera interdit de stocker provisoirement des sols en zone agricole afin d'être conforme à l'article 16a. de la LAT. Cette démarche devra être menée et finalisée au stade de l'autorisation de construire afin de définir clairement les surfaces de stockage mais aussi leur emplacement.

Cette problématique sera approfondie avec l'évolution dans la précision du projet et prendra en compte tant les besoins actualisés en sols que les besoins liés aux installations de chantier, cela nécessitera une bonne coordination avec les opérations de remodelage topographique, mais aussi des étapes de réalisation. Le cas échéant des mises à jour devront être effectuées sur ce présent plan de gestion de sols.

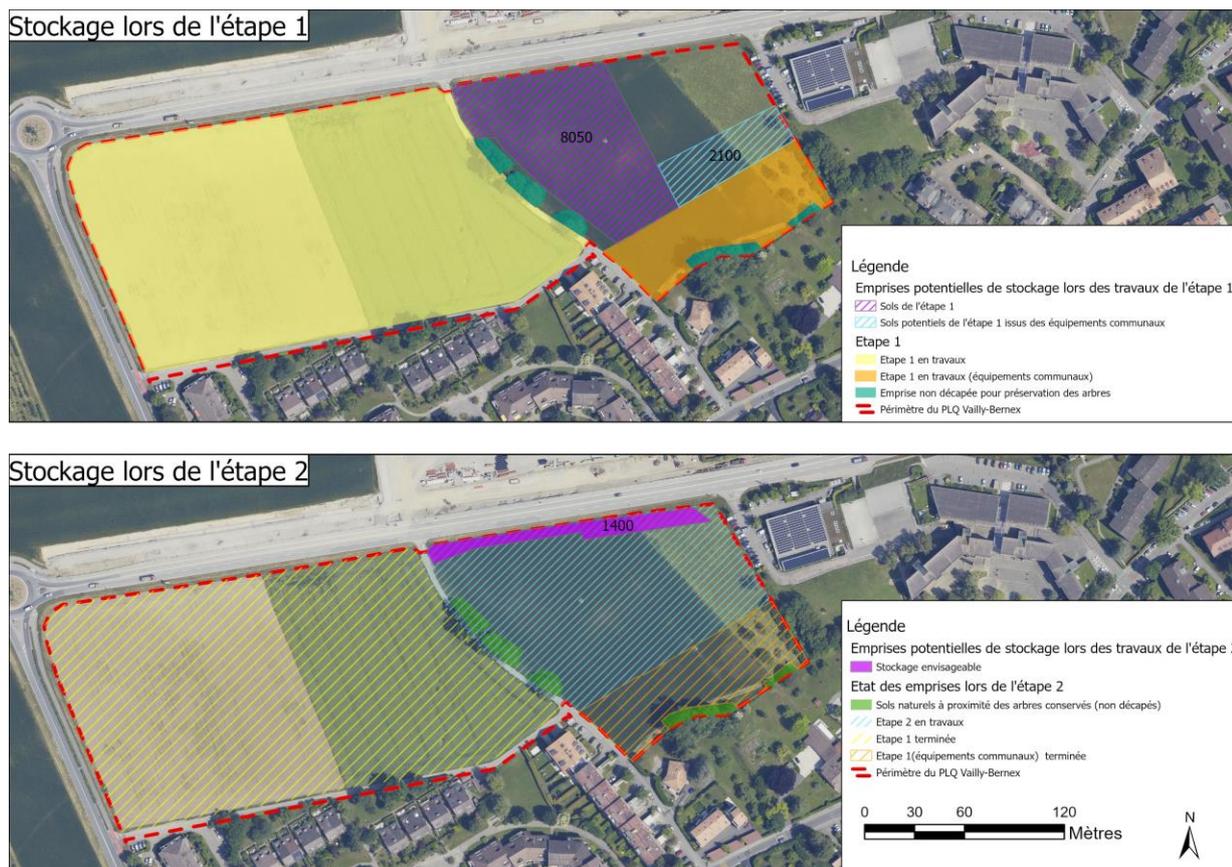


Figure 15 : Emprise des stockages potentiels pour les matériaux terreux

4.4 Étapes suivantes et concept de gestion des différents projets

Le présent plan de gestion établi dans le cadre du PLQ identifie les enjeux et définit les principes concrets de gestion et de valorisation des sols à mettre en œuvre.

Il devra être concrétisé préalablement à l'établissement de la première requête en autorisation de construire en maintenant une vision globale à l'échelle du PLQ et de chaque étape, indispensable à la mise en œuvre d'une gestion rationnelle. En effet, la maîtrise de la qualité des manipulations et des stockages des sols, les possibilités de valoriser à l'extérieur en vue de reconstituer des surfaces agricoles (surfaces importantes) ne peuvent être rationnellement assurées que si des grandes zones cohérentes sont décapées en une seule opération.

Les principes opérationnels devront également être coordonnés avec la gestion des matériaux d'excavation et la planification de l'ensemble des travaux préparatoires nécessaires.

En phase opérationnelle, la protection des sols et les enjeux de valorisation devront être pris en compte dans le cadre de la conception des différents projets (infrastructures d'accès ou de gestion des eaux, bâtiments et groupes de bâtiments d'activités) de la manière suivante :

- Suivi du concept de valorisation de base ;
- Définition spécifique des emprises de sols naturels ;
- Définition précise des emprises de stockage des matériaux terreux ;
- Définition du concept de réalisation (accès et installations de chantier, zones de stockage) en veillant à limiter les emprises sur les sols naturels et les emprises à décapier ;
- Sur la base des caractéristiques du projet et des résultats de la présente étude pédologique : établissement des bilans de volumes (pour les différentes catégories de sol à distinguer en terme de degré de pollution et de typologie) :
 - À décapier à titre définitif et à titre provisoire avec plan de décapage
 - À valoriser/reconstituer dans le cadre du projet avec définition des volumes à stocker et des emprises nécessaires avec plan des aménagements extérieurs
 - Destination concrète de la valorisation (confirmé par des résultats d'analyses) en accord avec le plan de gestion des sols de base.

4.5 Préparation, réalisation et réception des travaux

4.5.1 Organisation et suivi des travaux

Un spécialiste reconnu de la protection des sols sur les chantiers devra être impliqué à la phase de réalisation, dès l'établissement des soumissions afin d'intégrer de manière adéquate l'ensemble des exigences à respecter.

Les épaisseurs des horizons A et B à reconstituer pour chaque parcelle en fonction de ses observations de terrain devront être précisées. Le suivi doit notamment : planifier les mesures de protection des sols ; intégrer les exigences de la protection des sols dans les conditions particulières des soumissions et les documents contractuels avec l'entreprise de génie civil ; assurer le suivi des travaux durant les phases de décapage, dépôt temporaire, remise en place et remise en culture des sols.

Le périmètre d'exécution des travaux devra être matérialisé au moyen de barrières solides permettant d'assurer la protection des surfaces de sol maintenues en périphérie.

4.5.2 Mesures d'humidité relative du sol

Une batterie de 5 tensiomètres sera disposée préalablement à chaque phase de travaux de la manière suivante :

- En phase de décapage : la batterie de 5 tensiomètres sera disposée en périphérie immédiate du secteur décapé.
- En phase de remise en place : la batterie de 5 tensiomètres sera disposée sur les tas de terre végétale afin d'évaluer l'état d'humidité du sol.

Le relevé des valeurs indiquées sur le tensiomètre se fera chaque jour en période de manipulation des sols. Le chef de chantier sera responsable d'effectuer ce relevé et d'en informer le pédologue spécialiste.

Les tensiomètres permettent de donner une tendance sur l'état d'humidité des sols mais cela ne remplace pas l'expertise du pédologue spécialisé qui, en effectuant **un test à la bêche**, s'assurera du bon état de ressuyage du sol en vue de minimiser les impacts liés à la manipulation des sols.

Le pédologue responsable du projet devra être contacté régulièrement par le chef de chantier pour se coordonner sur les possibilités de manipuler les sols.

Il est à noter qu'aucune machine ne pourra circuler sur les sols si les valeurs des tensiomètres sont inférieures à 15 cb car certains sols sont considérés comme extrêmement sensibles à la compaction.

Depuis 2019, quatre batteries de tensiomètres sont disposées en continu sur le canton. Le pédologue pourra ainsi consulter ces valeurs et les comparer à celle présentes in situ afin de vérifier la cohérence des résultats.

4.5.3 Engins

Un choix adapté des engins utilisés est très important pour préserver les sols, c'est pourquoi il est nécessaire que tous les engins circulant sur les sols soient équipés de chenilles afin de limiter la pression au sol.

Il est fortement recommandé d'utiliser des machines dont le poids ne dépasse pas les 25 tonnes et une pression au sol de 0.5 bar.

De plus, pour éviter les risques de pollution, l'entrepreneur ne prévoit aucun stockage de carburant sur le site. Les engins et les machines seront alimentés par camion-citerne sur une emprise imperméable.

4.5.4 Période de réalisation des travaux

Selon les directives de protection des sols en vigueur, la période d'avril à octobre est la plus favorable pour la manipulation des sols. En effet, cette période est celle où les précipitations sont les moins élevées et où le taux d'humidité des sols est faible. Par conséquent, la planification des décapages et des possibles remises en état devront être prévus dans toute la mesure du possible pendant cette période d'avril à octobre. Toutefois, selon l'analyse des normes climatologiques Genève-Cointrin 1961-1990 et 1981-2010 montre qu'en fonction des précipitations, de la température moyenne et d'une hypothèse de croissance et d'évapotranspiration maximale des plantes en fonction de la température, la période de l'année dite optimale pour le décapage s'étend de mai à septembre, ceci dit il est envisageable d'étendre la période d'avril à octobre.

4.5.5 Préparation préalable des terrains avant décapage

Les sols devront être recouverts par un couvert végétal type prairie au moins 6 mois avant le début des travaux de décapage. Ce prérequis est important pour la phase de décapage et permettra d'optimiser le ressuyage des sols et donc sa protection avant décapage. Un ensemencement spécifique d'un mélange de graminées/légumineuses type UFA 223 ou équivalent pourra être proposé au moins 6 mois avant le début des travaux. La planification de cet ensemencement est nécessaire, le MO devra veiller, selon le planning des travaux de bien prendre en compte cet élément afin d'éviter un semis au mois d'octobre car les travaux débuteraient en avril de l'année suivante, en effet, les graminées auront du mal à se développer normalement.

4.5.6 Conditions de décapage

Le décapage des sols sera effectué sous la responsabilité de l'entreprise de terrassement avec les directives du spécialiste des sols à savoir :

- Travailler sur des sols ressuyés. Pour les sols présents, la force de succion minimale pour décapier et mettre en tas est de 15 centibars pour autant que le rapport entre le poids au sol et total de l'engin et la force de succion soit cohérent. Une valeur plus élevée est évidemment plus favorable. L'évaluation de l'humidité du sol sera effectuée avant les décapages. Les travaux de décapage seront planifiés lors de périodes favorables. De plus, il faudra prévoir des interruptions partielles ou totales des décapages et des remises en état en cas de précipitations.
- Réduire autant que possible le poids et la pression au sol lors du décapage. À cette fin, utiliser des machines adaptées, présentant une surface de contact au sol importante et une faible pression au sol. Les engins à chenilles engagés seront en adéquation avec les forces de succion du sol lors des travaux de décapages.
- En dessous de 15 centibars, aucune machine ne sera autorisée à se déplacer sur le sol en place
- Entre 15 et 6 centibars le décapage sera possible uniquement si les engins circulent uniquement sur l'horizon C.
- En dessous de 6 centibars les décapages seront interdits.
- Les travaux de décapage seront effectués à l'aide d'une pelle mécanique qui se déplacera uniquement sur l'horizon A, si le sol est suffisamment ressuyé. La pelle mécanique décapera l'horizon A par bande puis l'horizon B de manière séparée afin de garantir un déplacement uniquement sur l'horizon A.
- Décapier séparément l'intégralité de la terre végétale et de la sous-couche.
- Les matériaux terreux A et B décapés seront chargés séparément à la pelle mécanique dans un dumper (ou remorque) ou un camion en fonction de leur revalorisation ou évacuation.
- Les engins de transport pour un stockage temporaire devront soit :
 - a) Être à chenilles et pourront rouler sur l'horizon A pour autant qu'il respecte la valeur de succion des sols.
 - b) Être à pneus, et pourront dans ce cas uniquement rouler sur l'horizon C ou sur des pistes de chantier provisoires aménagées directement sur le sol qui font office de matelas protecteur de type 50 cm de grave compactée, séparé par un géotextile.
- Les engins de transport pour une évacuation seront des camions à pneus. Ces derniers ne seront pas autorisés à rouler sur les sols en place. Ils seront uniquement autorisés à circuler sur les routes, les pistes de chantiers type et l'horizon C.

4.5.7 Conditions de stockage temporaire

Les volumes à valoriser sur place sont décrits dans le tableau 6 et ce, par étape. Les surfaces de stockage des matériaux terreux ont donc été définies et devront respecter les préconisations suivantes :

- Les horizons A et B seront stockés de manière séparée.
- La surface nécessaire au stockage devra être calculée afin de respecter les directives de protection des sols en matière de stockage.
- Au vu des caractéristiques des sols, ils sont considérés comme normalement ou peu sensibles à la compaction (en effet, la zone de sol argileuse ne sera pas touchée par les projets) par conséquent les caractéristiques des stockages seront les suivantes :
 - a) Horizon A :
 - Tas en forme trapézoïdale : hauteur maximum de 1.5 m, pente talus 2V :3H
 - Tas en forme étalée : hauteur maximum de 1.5 m, pente talus : 2V :3H
 - b) Horizon B :
 - Tas en forme trapézoïdale : hauteur maximum de 2.5 m, pente talus : 2V :3H
 - Tas en forme étalée : hauteur maximum de 2.5 m, pente talus : 2V :3H
- Les tas ne seront en aucun cas compactés par un engin ou par le godet de la pelle mécanique.
- Si les tas sont stockés plus de 6 mois, il sera nécessaire de les ensemercer (mélange UFA 323 par exemple) afin de prévenir l'érosion et la venue de néophytes.
- Les tas seront aménagés de manière à éviter toute stagnation d'eau en pied de talus.

4.5.8 Conditions de remise en état des sols

La remise en état finale des futurs sols reconstitués devra répondre aux exigences suivantes :

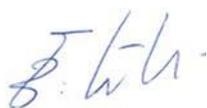
- Comme pour les décapages, les travaux de manipulation des sols devront uniquement être effectués en période sèche et lorsque les matériaux terreux sont bien ressuyés. L'évaluation de l'humidité des matériaux sera effectuée avant les remises en état et validée par le pédologue. Des interruptions partielles ou totales des travaux en cas de précipitations seront ordonnées. En dessous de 6 centibars aucune remise en état ne sera possible.
- La pelle mécanique sera d'usage préférentiel pour remettre en place les sols. Lors de cette étape elle sera uniquement autorisée à rouler sur l'horizon terminal. Elle mettra la terre en place par bande et ne tassera pas les sols remis en place.
- Reconstituer les sols naturels à deux couches (horizon A et B) pour les surfaces de sols des espaces verts, en lien avec les 3 objectifs suivants :
 - a) Être à même d'assurer leurs fonctions (infiltration des eaux pluviales, bon développement de la végétation)
 - b) Valoriser cette ressource qu'est le sol
 - c) Réserver les volumes disponibles en décharge pour des matériaux non valorisables.
- Les emprises reconstituées en sols naturels devront intégrer la reconstitution de 40 cm d'horizon B et de 30 cm d'horizon A après tassement. En prenant compte du foisonnement (1.25) il faudra, en réalité, mettre en place sans tassement 50 cm d'horizon B et 35 cm d'horizon A
- La terre végétale et la sous-couche seront remises en état en une seule étape sans ensemencement intermédiaire de la sous-couche. L'ensemble des sols reconstitués seront ensemencés.

5. Conclusion

Le présent document constitue l'étude pédologique et le plan général de gestion des sols établi dans le cadre du Plan localisé de quartier (PLQ) de Vailly sur la commune de Bernex.

Au vu des caractéristiques des sols définies dans le rapport pédologique, ce présent rapport fixe les principes de valorisation et de gestion à mettre en œuvre afin de protéger et de valoriser au mieux ces sols de qualité. Une fois mis à jour dans le cadre de l'EIE 2^{ème} étape, ce document permettra de prendre les mesures concrètes en terme de protection et de valorisation des sols à définir au stade des demandes d'autorisations de construire que ce soit au niveau des aménagements généraux ou à l'échelle des différents bâtiments prévus.

CSD INGENIEURS SA



Eric Säuberli



pp. Romain Tagand

Genève, le 28 avril 2022

Pour préserver l'environnement, CSD imprime ses documents sur du papier 100 % recyclé (ISO 14001).