

BERNEX VAILLY - PLQ 30'022
ENQUÊTE PUBLIQUE – JUIN 2023
CONCEPT DE GESTION DES MATERIAUX D'EXCAVATION

Genève, le 02.11.2021
GE1678.800

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	6
2. DONNÉES DE BASE LIÉES AU PROJET D'AMÉNAGEMENT	7
2.1 Données de base	7
2.2 Plan d'aménagement futur	8
3. CONTEXTE PÉDOLOGIQUE, GÉOLOGIQUE, HYDROGÉOLOGIQUE ET GÉOTECHNIQUE	9
3.1 Sols	9
3.2 Géologie - Stratigraphie	9
3.3 Hydrogéologie	9
3.4 Contraintes et caractéristiques géotechniques	10
4. CONCEPT DE GESTION DES MATÉRIAUX D'EXCAVATION PROPOSÉ	13
4.1 Proposition de remodelage topographique et calage des plateaux altimétriques	13
4.1.1 Hauteurs de remblai	16
4.1.2 Profondeurs des déblais	17
4.2 Bilans des volumes	18
4.2.1 Bases de calcul	18
4.2.1 Matériaux terreux	19
4.2.2 Matériaux d'excavation	20
4.2.2.1 Déblais liés aux excavations des sous-sols	20
4.2.2.2 Besoins en remblai selon remodelage topographique et valorisations envisageables	20
5. CONCLUSION	22

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Tableau des surfaces d'aménagement	8
Tableau 2 Classes de portance au sens de la norme VSS SN 640 317b	10
Tableau 3 : Matrice de valorisation des matériaux d'excavation	12
Tableau 4 : Surfaces et volumes de sols à décaper	19
Tableau 5: Surfaces et volumes de terre à remettre en place dans le cadre du PLQ Vailly	19
Tableau 6 : Bilan estimatif des volumes de déblais (volumes de terre non comptabilisé), unité : [m3]	20
Tableau 7 : Besoins en remblai selon remodelage topographique du PLQ	20
Tableau 8 : Volume des matériaux d'excavation à évacuer	21

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Périmètre du PLQ Vailly	7
Figure 2 : Carte d'aménagement du PLQ Vailly	8
Figure 3: Proposition de remodelage topographique avec altitude des radiers des souterrains	14
Figure 4 : Schéma en coupe du calage altimétrique des parkings souterrains	15
Figure 5 : Épaisseurs de remblai lié au remodelage topographique	16
Figure 6 : Carte des profondeurs de déblai pour les emprises des sous-sols	17
Figure 7 : Plan du phasage prévisionnel de réalisation	18

ANNEXES

Annexe 1 : Remodelage topographique et altitude des rez-de-chaussée des bâtiments

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

La question de la gestion des sols et de matériaux, dans le contexte d'une valorisation optimale constitue un enjeu important d'un point de vue économique et environnemental, qui doit être appréhendé de manière adéquate au stade du plan localisé de quartier.

La présente étude a pour objectif d'intégrer de manière proactive les enjeux liés à la gestion des matériaux d'excavation dès l'amont des réflexions liées à la conception du PLQ.

La question de la définition de la topographie future, conditionnant le bilan déblai/remblai du projet représente des enjeux importants en termes économiques, environnementaux et d'intégration paysagère.

La définition d'un concept de matériaux d'excavation optimal doit intégrer les caractéristiques géologiques du site et les caractéristiques géotechniques des matériaux concernés afin d'optimiser l'implantation des sous-sols et de déterminer leur potentiel de valorisation pour différentes utilisations.

Conscient de ces enjeux, Losinger Marazzi a mandaté en septembre 2017 CSD Ingénieurs SA pour l'actualisation du concept de gestion des matériaux d'excavation du PLQ Vailly qui se base notamment sur la réalisation d'une campagne de 12 sondages géologiques à l'intérieur du périmètre dont les résultats détaillés sont présentés dans le rapport d'étude géotechnique. La mise à jour du présent concept de gestion intègre également la réalisation d'un parking P+R mutualisé au parking souterrain propre au PLQ, augmentant ainsi d'autant plus les volumes d'excavation attendus.

L'élaboration de ce concept a fait l'objet d'une coordination intensive et d'un travail itératif associant les différents mandataires (architectes et urbanistes) et le Maître de l'Ouvrage, afin de proposer un calage optimal des plateaux altimétriques, appuyé par la mise en œuvre d'un remodelage topographique adéquat, répondant aux exigences d'aménagement et d'intégration paysagère, tout en permettant d'optimiser la gestion des matériaux d'excavation (diminution des volumes excavés et optimisation des volumes de déblai pouvant être valorisés directement à l'intérieur du périmètre).

Selon l'Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED) et les indications du Plan de gestion des déchets du canton de Genève les matériaux d'excavation non pollués et les matériaux tolérés doivent prioritairement être valorisés en tant que matériaux de remblai ou pour réaliser des remodelages topographiques dans le cadre de projets d'aménagements.

Le présent concept ne porte en revanche pas en détail sur la gestion des sols pédologiques, qui fait l'objet d'un plan de gestion spécifique intégré au dossier du PLQ.

Le présent rapport est structuré comme suit :

- ⇒ Données de base liées au projet d'aménagement (chapitre 2)
- ⇒ Contexte pédologique, géologique, hydrogéologique et géotechnique (chapitre 3)
- ⇒ Concept de gestion des matériaux proposé (chapitre 4)
- ⇒ Conclusions (chapitre 5)

2. Données de base liées au projet d'aménagement

2.1 Données de base

Le périmètre du PLQ, situé sur les parcelles privées n°2347, 2408 et 7227, est localisé sur la commune de Bernex au sud de la Route de Chancy et au nord du Chemin de Champ-Manon et est illustré sur la figure suivante :

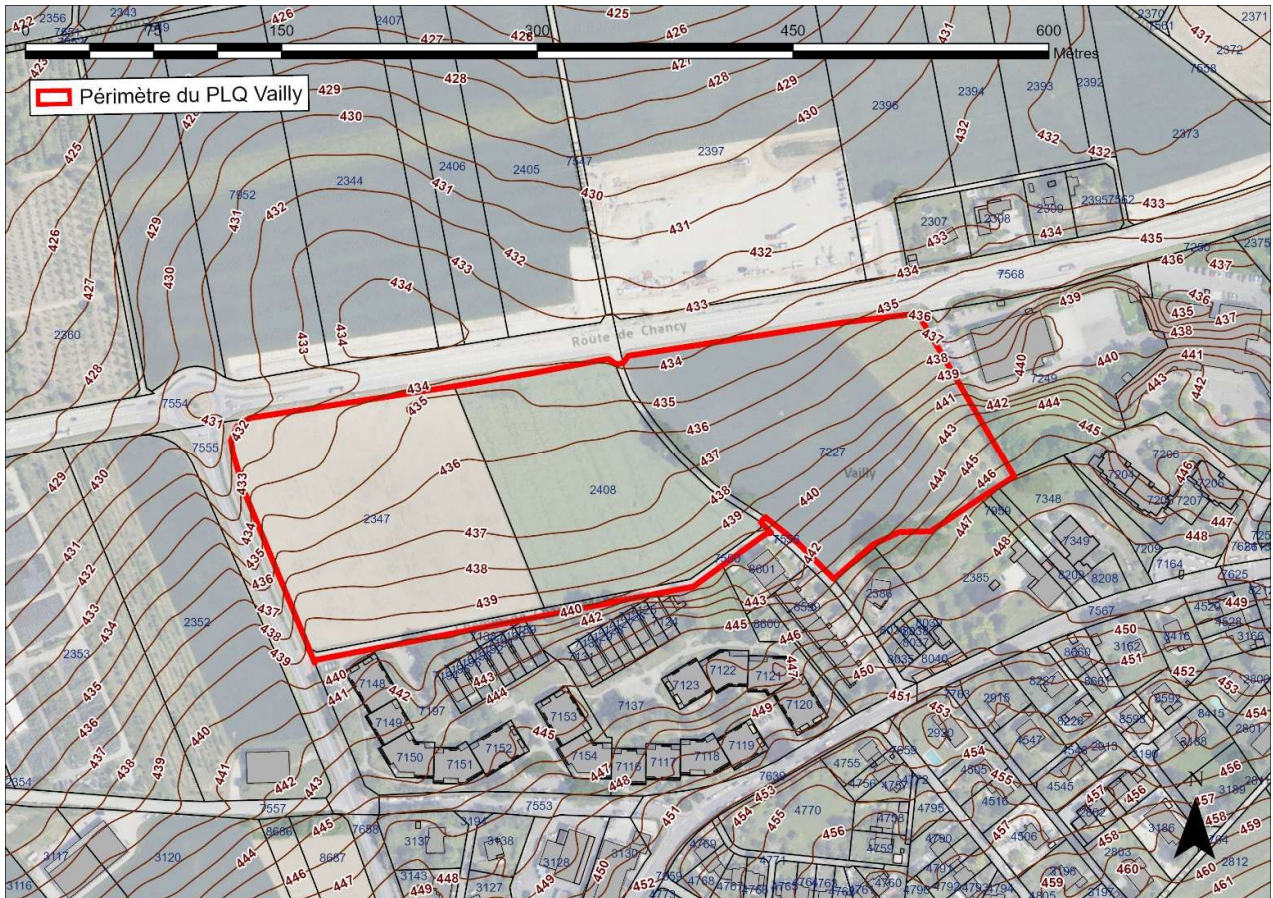


Figure 1 : Périmètre du PLQ Vailly

Le présent concept de gestion des matériaux d'excavation a été établi sur la base de l'étude géotechnique élaborée par le bureau CSD en avril 2016, pour laquelle 12 forages géotechniques de faible profondeur (entre 4 et 13 m) ont été réalisés sur l'ensemble du périmètre du PLQ Vailly.

Les résultats des différents forages ont été introduits dans le logiciel LeapFrogGeo (Aranz) afin de réaliser un modèle géologique en 3 dimensions, dont certains résultats sont présentés dans le présent rapport. Ce modèle a permis de quantifier, sur la base des profondeurs d'excavation projetées dans le cadre du PLQ, les volumes différenciés des différentes formations géologiques présentes.

2.2 Plan d'aménagement futur

Le plan d'aménagement du PLQ Vailly est illustré sur la Figure 2 par type de revêtement de sol des aménagements extérieurs avec l'emplacement des implantations des bâtiments et sous-sols.

Ce plan représente l'emprise des bâtiments projetés, des cheminements, des espaces verts et des emprises des sous-sols. Les emprises de sous-sol sont basées sur l'étude de faisabilité qui optimise la pleine terre et les mouvements, tout en garantissant les places de stationnement et autres surfaces nécessaires. La surface actuelle des souterrains, ainsi que le nombre de niveaux de ces derniers, ont été établis sur la base du plan et des coupes du PLQ, qui pourront encore varier lors des phases de requêtes en autorisation de construire.

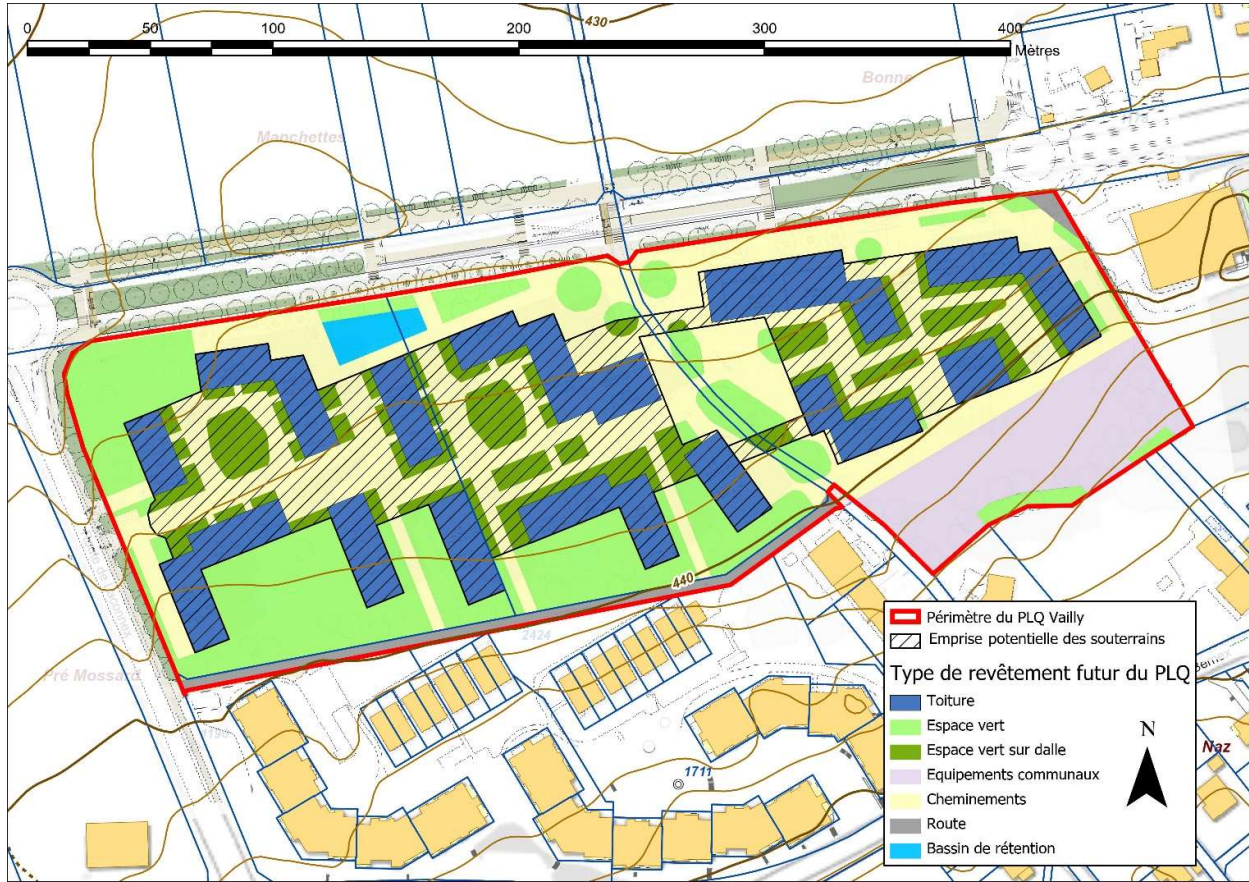


Figure 2 : Carte d'aménagement du PLQ Vailly

La répartition de l'aménagement des surfaces après réalisation du projet est présentée dans le Tableau 1 ci-dessous :

Surfaces par type d'aménagement [m2]							
	Souterrains (emprise potentielle)	Espaces verts	Espaces verts sur dalle	Cheminements et places	Bâtiments	Equipements communaux	Total
TOTAL	27'455	13'346	6'383	20'211	12'314	4'970	57'220

Tableau 1 : Tableau des surfaces d'aménagement

Le projet concept de gestion des matériaux se base sur l'étude de faisabilité du parking souterrain, qui constitue une configuration optimisée par rapport à l'emprise maximale du parking telle que représentée sur le plan PLQ, et qui vise à minimiser les excavations, tout en garantissant les places de stationnement minimales et autres surfaces nécessaires.

3. Contexte pédologique, géologique, hydrogéologique et géotechnique

3.1 Sols

Le présent concept de gestion des matériaux d'excavation ne porte pas en détail sur la gestion des sols.

Cet aspect doit néanmoins être intégré dans les bilans de volumes entre la situation initiale et la situation future projetée afin d'intégrer les besoins en surface de stockage tampon et déterminer les volumes de matériaux minéraux sous-jacents à excaver.

Sur cette base, les épaisseurs de sol suivantes sont à considérer pour le périmètre du PLQ :

- ⇒ Terre végétale (horizon A) : généralement compris entre 15 et 40 cm
- ⇒ Sous-couche arable (horizon B): compris entre 0 et 70 cm

La valorisation des volumes de terre décapés permettra de répondre aux besoins liés à l'aménagement des espaces verts prévus pour le PLQ, pour lesquels une épaisseur de 30 cm pour la terre végétale et de 40 cm pour la sous-couche arable a été définie. Les volumes de sols excédentaires seront valorisés à l'extérieur, de préférence à des fins d'amélioration agricoles.

3.2 Géologie - Stratigraphie

Une campagne de reconnaissance géotechnique a été effectuée par CSD, comprenant 12 sondages numérotés de S1 à S13. De plus, il existe une vingtaine de sondages préexistants aux alentours du site dont les $\frac{3}{4}$ environ sont publics.

La géologie de la zone projet est constituée, sous la terre végétale et la sous-couche, par une couche de Moraine Würmienne (7d) dure à très dure, sur de la Molasse marneuse (15₁) ou gréseuse (15₂).

Lors du terrassement, la Moraine Würmienne est très vite rencontrée, dès 0.5 à 1.5 m de profondeur. Le toit de la Molasse a une pente du sud-est au nord-ouest et la Molasse est quasiment affleurante au niveau du sondage S3 (coin sud-est de la zone projet). Du côté opposé, elle est profonde de 11 à plus de 13 m sous le terrain naturel.

L'ensemble de la zone projet présente des sols de classe de fondation A (roche tendre sous une couverture maximale de 5 mètres de sol lâche.)

Sur l'ensemble des excavations projetées dans ce présent concept, d'après le recoupement entre le modèle géologique en 3D et la géométrie des excavations prévues, seules trois formations géologiques ont été rencontrées : moraine würmienne, molasse marneuse et molasse gréseuse.

3.3 Hydrogéologie

Le périmètre de Vailly se situe à l'extérieur de toute nappe d'eaux souterraines et de toute zone de protection des eaux souterraines. Le périmètre se situe à plus de 380 m de la nappe principale du Rhône, non exploitée pour l'alimentation en eau publique, implanté dans la partie nord du plateau entre Bernex et Aire-La-Ville. Cette absence de nappe d'eau souterraine a été confirmée par l'absence de toute venue d'eau lors des 12 sondages effectués sur le périmètre du PLQ.

3.4 Contraintes et caractéristiques géotechniques

Les potentiels de valorisation des matériaux en place excavés sur le site peuvent être définis comme suit :

- **Moraine würmienne limono-argileuse 7d:** Ces matériaux peuvent être utilisés comme remblai d'exigence faible à moyenne sans stabilisation ou comme remblai d'exigences plus élevées, couche de forme de chaussée ou de parc arboré et couche de fondation moyennant stabilisation à la chaux. Ces matériaux peuvent également être utilisés pour produire des graves par lavage des fines.
- **Molasse marneuse 15₁ :** La Molasse marneuse se dégrade rapidement au contact de l'eau ou de l'air et n'est par conséquent pas valorisable, même avec des mesures de stabilisation (qui impliquerait de mélanger de la marne concassée ce qui contribuerait encore plus à la dégrader en argile). Au contact de l'eau, les marnes ont tendances à gonfler ce qui exclut également un traitement avec un additif aqueux.
- **Molasse gréseuse 15₂ :** La molasse gréseuse peut être revalorisée directement après concassage, pour utilisation en tant que remblais et en tant que couche de fondation ($E > 80\text{MPa}$) pour autant que l'on respecte soigneusement les consignes de stockage et compactage. Elle ne peut par contre pas être réutilisée en tant que granulats à cause de la perte importante de sable durant le lavage et/ou criblage. De plus la réutilisation de molasse gréseuse ayant un faible module de déformation en tant que couche de forme est possible mais déconseillée.

Selon la norme VSS SN 640 317b, la Moraine Würmienne (limons à galets) a une classe de portance S0 à S2, la définition des classes de portance est précisée dans le tableau suivant.

Tragfähigkeitsklasse Classe de portance	M_{E1} [kN · m ⁻²]	E_{v1} [kN · m ⁻²]	CBR [%]	k [MN · m ⁻³]
S0 sehr geringe Tragfähigkeit Portance très faible	< 6000	< 4500	< 3	< 15
S1 geringe Tragfähigkeit Portance faible	6000... 15 000	4500... 11 250	3...6	15...30
S2 mittlere Tragfähigkeit Portance moyenne	> 15 000...30 000	> 11 250...22 500	> 6... 12	> 30...60
S3 hohe Tragfähigkeit Portance élevée	> 30 000... 60 000	> 22 500...45 000	> 12...25	> 60... 100
S4 sehr hohe Tragfähigkeit Portance très élevée	> 60 000	> 45 000	> 25	> 100

Tableau 2 Classes de portance au sens de la norme VSS SN 640 317b

Habituellement, la valorisation des matériaux se produit sous la forme d'une mise en remblais. Les exigences sur le compactage sont données dans la norme SN640 585 et la portance dépend de la qualité des matériaux remblayés, de leurs conditions de stockage et de leur mise en place.

Seuls les sols de classe de portance S2 (et plus : S3, S4) sont de qualité suffisante pour servir au compactage et sont carrossables dans certaines conditions et avec des risques de déformation. Les sols S0 et S1 sont de qualité insuffisante et leur portance doit être améliorée avant revalorisation. La classe de portance exacte devra être définie lors du terrassement au moyen de planches d'essais et la portance mesurée avec des essais de plaques ou des essais CBR.

Il est recommandé :

- De ne pas utiliser de matériaux revalorisés dans le mètre supérieur de la superstructure de cheminements, voie d'accès des secours, terrasses pavées, etc. en raison de la sensibilité au gel des matériaux (trop de fines) et du risque de tassement.
- Lors de la phase « études » : effectuer une étude de valorisation des déblais pour évaluer l'intérêt économique de la valorisation des déblais, pour utiliser ces sols graveleux en les améliorant par une stabilisation au ciment (dans ce cas les sols pourraient être utilisés sur le site, ou fournis à d'autres chantiers).
- Lors de la phase « travaux » : effectuer un suivi géotechnique quotidien pour identifier et séparer les volumes de sol qui peuvent être valorisés de ceux qui doivent être mis en décharge.

Il convient de souligner que les matériaux à valoriser doivent être inertes et non pollués. Il est recommandé de conserver tout matériau à valoriser en tas soigneusement compactés, nivelé à la pelleuse pour éviter l'érosion et le ramollissement sous l'effet des précipitations météoriques. La surface devrait avoir une pente de minimum 5% permettant l'évacuation des eaux de surface. Idéalement le tas sera recouvert d'une bâche plastique. Un matériau détrempe ne se prête pas au compactage et nécessitera un soin particulier lors de sa mise en place pour la réutilisation du matériau.

En cas de stabilisation avec un liant, il est recommandé de se référer à la norme SN 640 500 «Stabilisation». Il faut notamment procéder à des essais préalables pour apprécier l'aptitude du sol à être stabilisé et choisir un liant approprié.

Le Tableau 3 ci-après résume les potentiels de valorisation et l'utilisation possible de chacune des formations attendues lors des excavations sur le périmètre du PLQ.

Type de formation géologique <i>(selon classification des sols genevois)</i>	Utilisation						Granulats
	Remblais selon exigences de portance			Couches d'infrastructures routières <i>(exigences de portance équivalente quel que soit le trafic)</i>			
	Faible (Aménagements paysagers, parafouilles,...)	Moyenne (buttes antibruit, infrastructures sportives,...)	Elevée (remblayages sous bâtiments, digues,...)	Couche de forme (module de déformation < 80 MPa)	Couche de fondation (module de déformation > 80 MPa)		
7d Moraine wurmienne limono-argileuse <i>Sensible aux variations de teneur en eau</i>			Stabilisation au ciment et/ou à la chaux	Stabilisation au ciment et/ou à la chaux		Stabilisation au ciment et/ou à la chaux	Mélangé avec du 4a/6a/9a
9a Alluvions anciennes							Lavage et/ou criblage
15 ₁ Molasse marneuse <i>Altération à l'eau et à l'air</i>							
15 ₂ Molasse gréseuse ^(*)							

- Aucune valorisation possible
- Valorisation après traitement
- Valorisation directe
- Valorisation possible mais non recommandée
- G** Sensibilité au gel-dégel

^(*) Blocs → concassage

Tableau 3 : Matrice de valorisation des matériaux d'excavation

4. Concept de gestion des matériaux d'excavation proposé

4.1 Proposition de remodelage topographique et calage des plateaux altimétriques

La topographie actuelle, en pente depuis le sud du périmètre, varie entre une altitude maximale d'environ 446 [msm] et 434 [msm] en direction de la route de Chancy. Cette configuration, caractérisée par un dénivelé d'environ 12 [m], est favorable à un remodelage topographique permettant de valoriser les matériaux d'excavations issus du périmètre du PLQ, qui devra toutefois également répondre aux exigences suivantes en matière d'insertion paysagère et architecturale :

- respect de la morphologie générale, transition harmonieuse avec la topographie actuelle maintenue en limite de périmètre ; maintien de l'alignement de chênes le long du chemin de Bonne
- implantation adéquate des trois plateaux altimétriques principaux constitués par :
 - Plateau bas : raccord harmonieux à la Route de Chancy en bordure du périmètre, avec accès de plain-pied aux commerces projetés et dénivellation permettant un traitement paysager adéquat de l'interface entre le PLQ et la route de Chancy
 - Plateau intermédiaire : cœurs d'îlots sur la bande centrale du périmètre, reliés par les places et cheminements piétons projetés, en tenant compte d'une accessibilité adéquate aux deux autres plateaux principaux en garantissant une perméabilité « nord-sud » et « est-ouest » pour les piétons.
 - Plateaux hauts : parcs et équipements communaux au sud du périmètre, avec raccordement harmonieux au Chemin de Champ-Manon au sud du périmètre PLQ
- accessibilité optimale pour tous les types de mobilité : accès piéton depuis le terminus du tram ; voies cyclables ; accès aux trémies de parking et pour les véhicules de livraison
- respect des gabarits et des hauteurs de bâtiments proposés lors des séances de concertation avec les riverains

La topographie définie à l'issue d'une approche itérative intégrant les différentes exigences mentionnées est illustrée à la Figure 3 ci-après et en Annexe 1, avec mention de l'altitude des radiers des rez-de-chaussées.

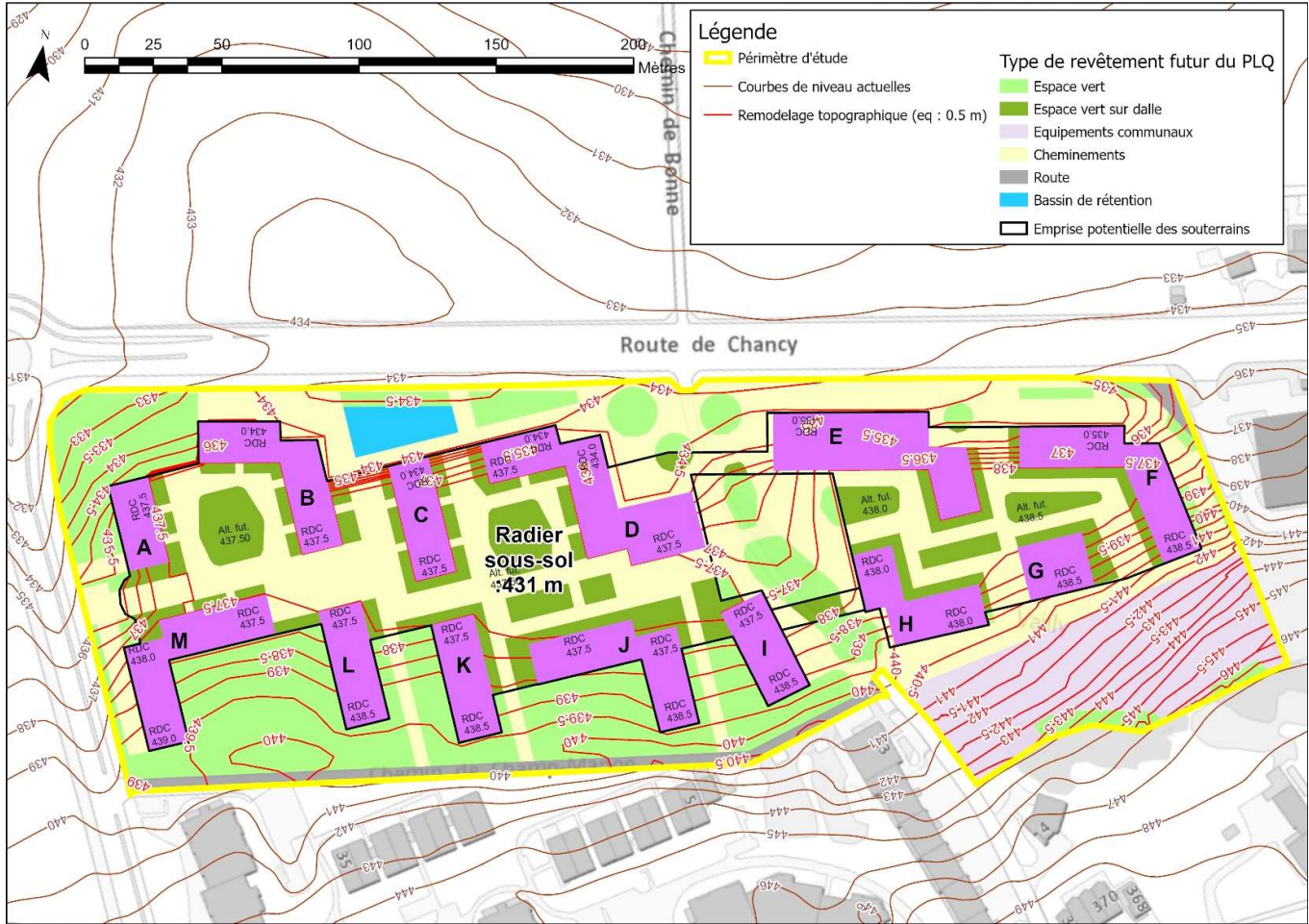


Figure 3: Proposition de remodelage topographique avec altitude des radiers des souterrains

Le remodelage prévu se rattache ainsi aux cotes du terrain existant en périphérie du périmètre du PLQ. La topographie future permet également le maintien de la bande arborée le long du Chemin de Bonne à l'intérieur du périmètre du PLQ.

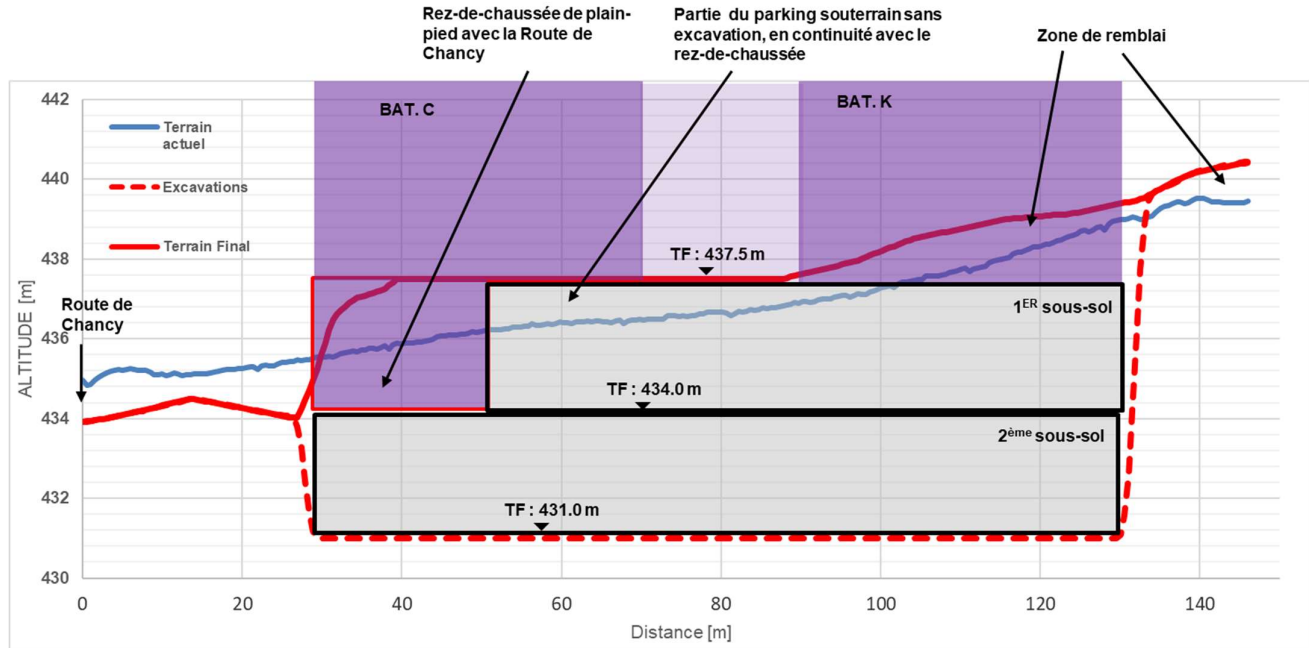


Figure 4 : Schéma en coupe du calage altimétrique des parkings souterrains

De manière générale, pour l'ensemble du périmètre du PLQ, le calage altimétrique des parkings souterrains situés le long de la route de Chancy a été optimisé afin de créer un niveau de parking semi-enterré du côté de la route de Chancy, comme illustré à la Figure 4.

Les radiers des parkings souterrains à 2 niveaux ne peuvent être rehaussés davantage, car il est nécessaire de maintenir une pente maximale de 5 à 6% entre la route de Chancy et l'accès aux rez-de-chaussée des premiers logements implantés sur la plateforme à 437.5 m, le long du Chemin de Bonne.

L'optimisation principale réalisée lors de la définition des plateaux altimétriques était donc d'une part, de mettre en œuvre un niveau semi-enterré du premier sous-sol des parkings, et d'autre part de rehausser au maximum les rez-de-chaussée des logements situés plus haut au sud afin de faire ressortir les caves et les parkings par rapport au terrain naturel, tout en combinant ce rehaussement au remodelage topographique des espaces verts, permettant de relier le terrain futur aux rez-de-chaussée.

Au niveau des excavations induites par les caves, le rehaussement induit par le remodelage topographique permet de rehausser les altitudes des rez-de-chaussée, et ainsi de réduire les profondeurs d'excavation d'environ 1 à 1.5 m en moyenne sur l'ensemble des premiers sous-sols présents sur le PLQ Vailly.

En ordre de grandeur volumique, sur 8'000 m² de caves prévues sous les logements, cette approche a ainsi permis de réduire d'environ 10'000 m³ environ les volumes de déblais.

De plus, au niveau des îlots situés à l'est du chemin de Bonne, l'implantation des premiers rez-de-chaussée des logements à partir d'une altitude de comprise entre 437,5 et 438,5 (altitude de la plateforme haute jusqu'à + 2 m par rapport au terrain naturel) a permis d'implanter le radier du premier niveau du parking souterrain à 2 m de profondeur par rapport à la topographie naturelle, au lieu de 4 m de profondeur. La réduction des déblais pour ce parking souterrain s'élève à environ à 12'000 m³.

La réduction globale des volumes de déblais, liée à l'optimisation du remodelage topographique et du calage altimétrique des radiers des bâtiments, peut être estimée entre 20'000 et 25'000 m³.

4.1.1 Hauteurs de remblai

Les épaisseurs de remblai mises en œuvre par rapport à la topographie existante et issues du remodelage topographique sont représentées sur la Figure 5 ci-après. On constate que la surélévation du terrain par rapport à la topographie actuelle est majoritairement comprise entre 0,5 et 1.5 m avec une épaisseur maximale légèrement inférieure à 2.5 m dans l'angle nord-ouest du périmètre.

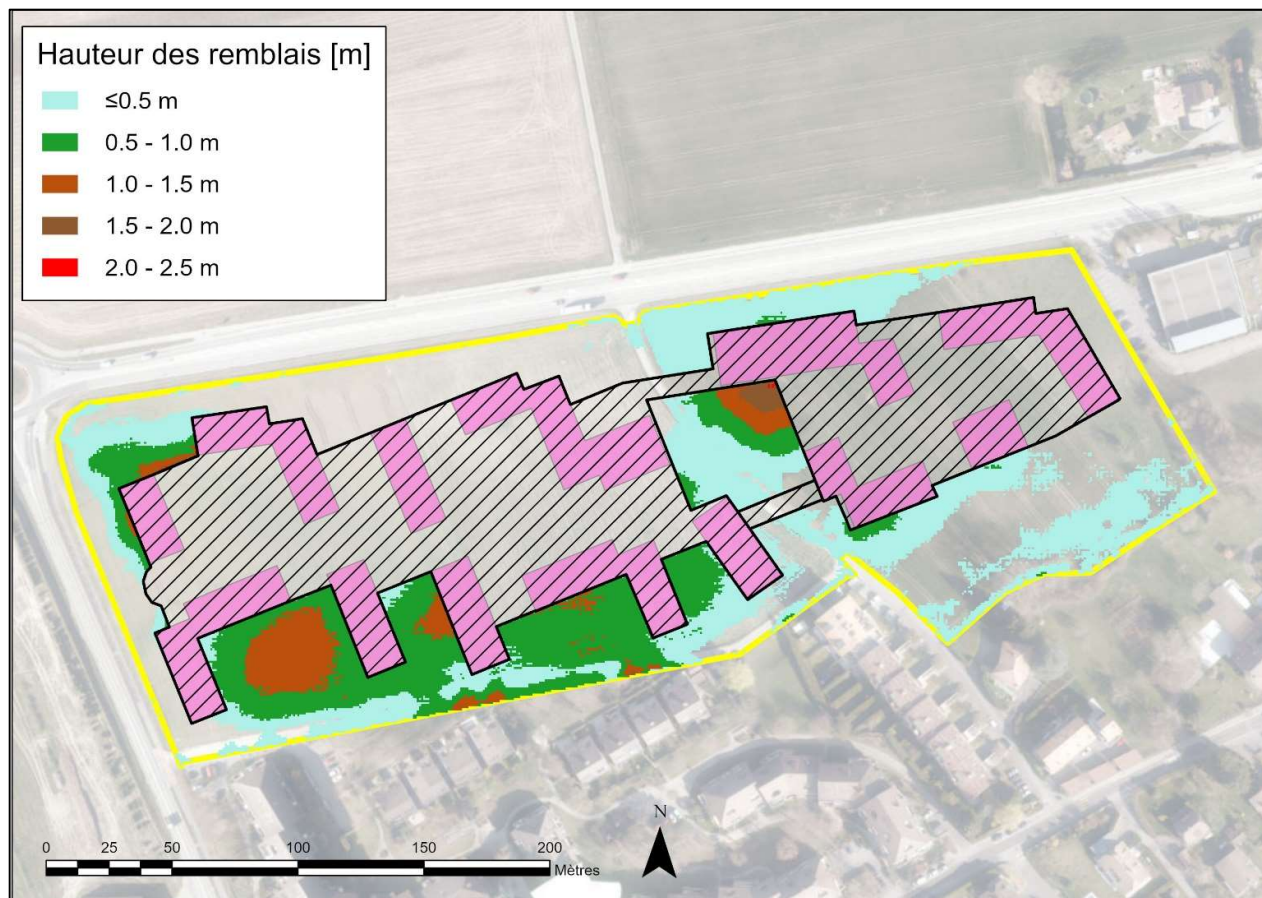


Figure 5 : Épaisseurs de remblai lié au remodelage topographique

4.1.2 Profondeurs des déblais

La Figure 6 ci-après présente les profondeurs à excaver au droit des bâtiments projetés en lien avec le remodelage topographique prévu et la configuration des sous-sols retenus. On constate que la profondeur maximale à excaver est comprise entre 0.5 et 4 m pour les caves situées sous les bâtiments au sud du périmètre ; et de 2 m à 10 m pour les parkings souterrains à 2 niveaux situés sous les îlots principaux.

Afin de réduire les profondeurs d'excavation, le parking situé à l'est du périmètre devra être limité au maximum sur sa bande sud.

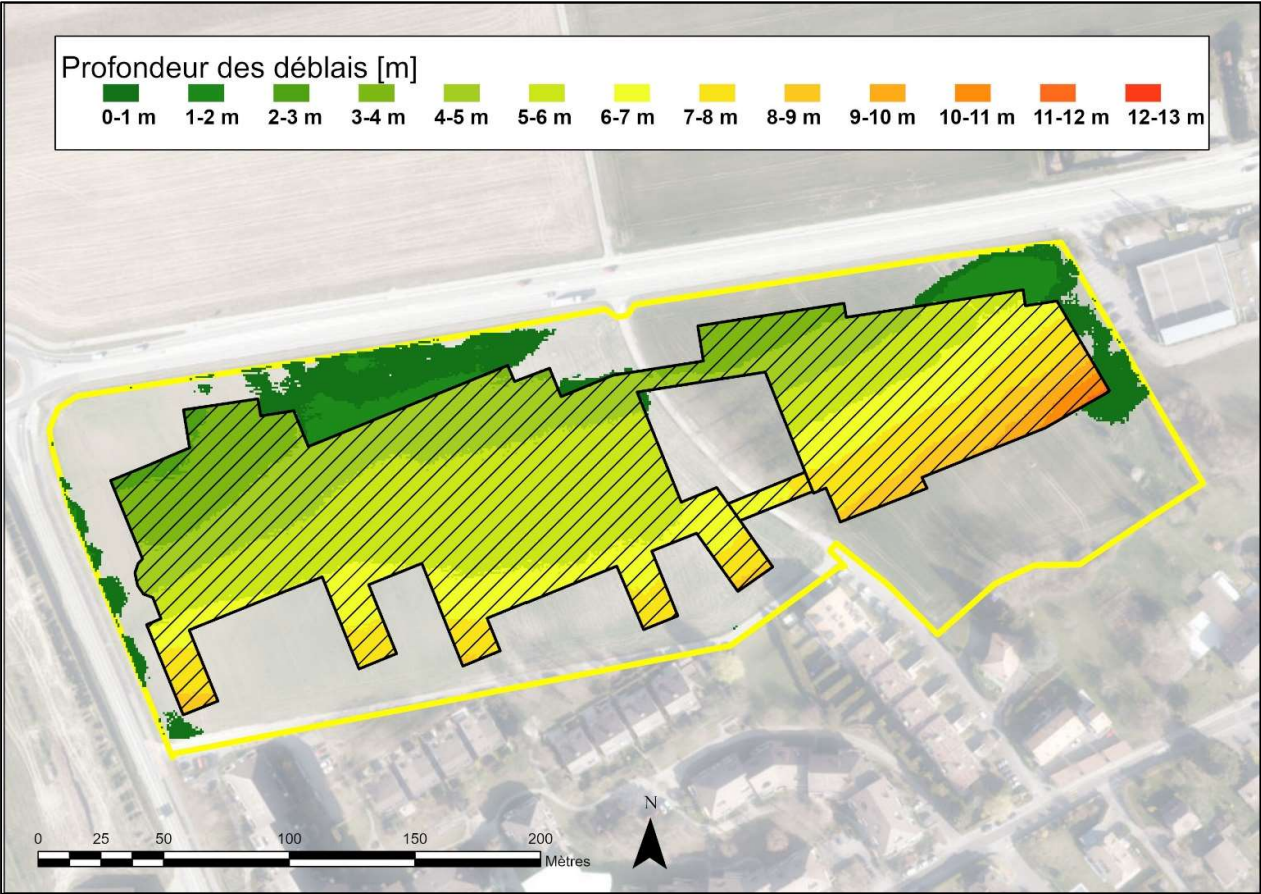


Figure 6 : Carte des profondeurs de déblai pour les emprises des sous-sols

4.2 Bilans des volumes

4.2.1 Bases de calcul

Le concept de gestion des matériaux d'excavation est basé sur les hypothèses suivantes :

- Mise en œuvre d'un remodelage topographique (cf. Annexe 1) impliquant un remblayage sur l'ensemble des zones non-excavées ;
- Rehaussement des espaces verts situés au sud-est du périmètre sur une épaisseur comprise entre 0.5 et 1.5 m ;
- Réduction de la profondeur d'excavation (entre 1 et 1.5 m) de l'ensemble des caves des bâtiments, du fait du rehaussement général du terrain ;
- Maintien de la topographie existante le long du Chemin de Bonne et raccordement à la topographie naturelle au droit du périmètre du PLQ ;
- Création de plateformes hautes à des altitudes de 437.5 m (à l'ouest du Chemin de Bonne) et de 438 m (à l'est du Chemin de Bonne), réduisant ainsi la profondeur d'excavation des parkings souterrains à aménager en créant un niveau semi-enterré du côté de la route ;
- Plateforme altimétrique à 434 m le long du nouvel arrêt de tram avec accès aux commerces et implantation du premier niveau de parking de plain-pied avec les locaux commerciaux.

La synthèse des volumes et l'optimisation des flux de matériaux d'excavation et terreux présentés ci-après est basée sur un découpage du périmètre du PLQ selon 2 étapes prévisionnelles de réalisation du PLQ. Un plan du phasage prévisionnel est illustré à la Figure 7.

Le phasage prévisionnel en 2 étapes 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.

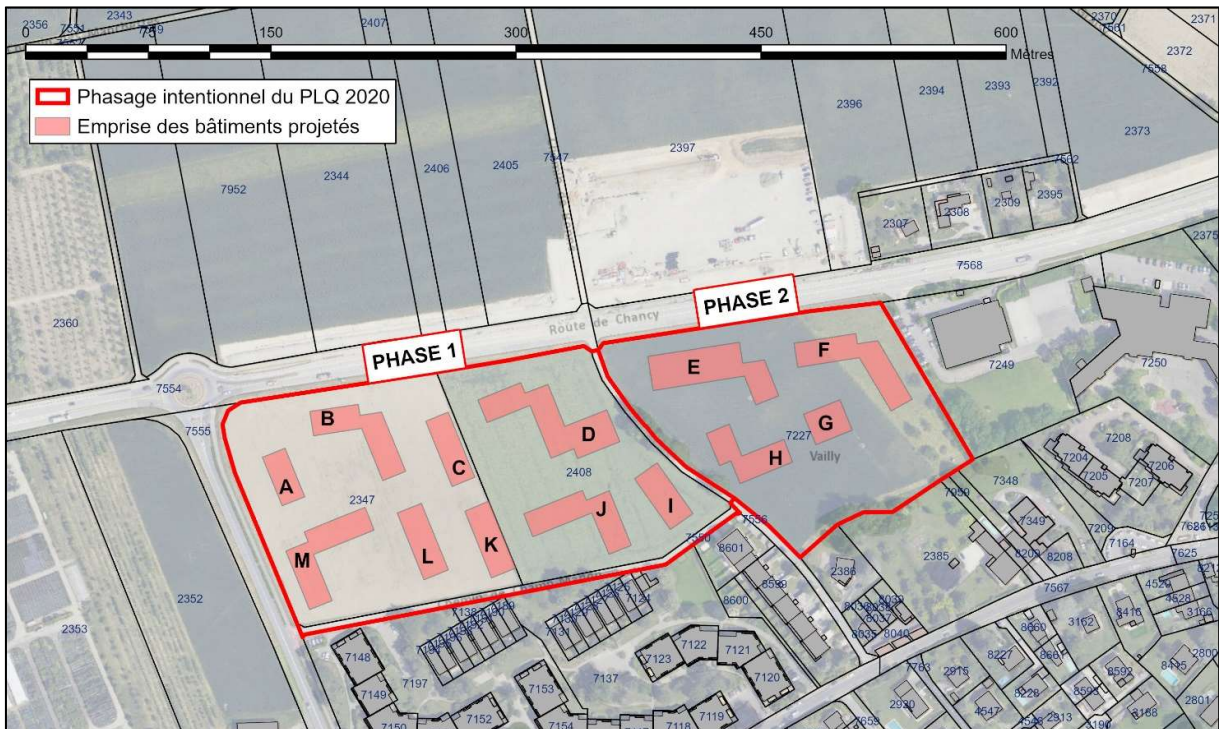


Figure 7 : Plan du phasage prévisionnel de réalisation

4.2.1 Matériaux terreux

Les volumes de matériaux terreux à gérer sont indépendants des différentes options de remodelage topographique et d'aménagement des sous-sols, et sont résumés dans le tableau ci-après. Les données sont issues de l'étude pédologique détaillée réalisée en parallèle dans le cadre de l'élaboration du PLQ Vailly.

Les volumes à décaper pour chacune des phases sont présentées dans le Tableau 4 inséré ci-après. Le remodelage topographique prévu suppose que l'intégralité du périmètre soit décapée, à l'exception d'une bande arborisée située le long du Chemin de Bonne et l'emprise dédiée aux équipements communaux qui seront maintenues durant la réalisation des travaux.

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	4'600	7'300
	Horizon B	12'600	7'400	5'200
Étape 1 (équipements communaux)	Horizon A	1'400	Inconnu à ce stade	Inconnu à ce stade
	Horizon B	1'900	Inconnu à ce stade	Inconnu à ce stade
Étape 2	Horizon A	4'700	890	3'810
	Horizon B	5'600	1'800	3'800
TOTAL	Horizon A	16'600	5'490	11'110
	Horizon B	18'200	9'270	9'000

Tableau 4 : Surfaces et volumes de sols à décaper

Les volumes de terre à remettre en œuvre dans le cadre du projet sont présentés dans le tableau ci-après :

Numéro d'étape	Type de sols	Surface verte à reconstituer future (en m ²)	Type de terre (épaisseur en cm et en place)	Volume en place estimé à réutiliser sur place (en m 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	11'100	Horizon A (30 cm)	3'330	2'850
			Horizon B (40 cm)	4'440	2'400
	Sur dalle	4'200	Horizon A (30 cm)	1'260	1'100
			Horizon B (70 cm)	2'940	1'600
Étape 2	Hors dalle	900	Horizon A (30 cm)	270	280
			Horizon B (40 cm)	360	290
	Sur dalle	2'050	Horizon A (30 cm)	615	650
			Horizon B (70 cm)	1'435	1150
TOTAL		18'250	Horizon A	5'500	4'880
			Horizon B	9'200	5'440

Tableau 5: Surfaces et volumes de terre à remettre en place dans le cadre du PLQ Vailly

Les volumes de sols à reconstituer dans le cadre du PLQ Vailly sont présentés dans le tableau ci-dessus. Ils prennent en compte une reconstitution des sols sur une épaisseur de 0.7 m (0.3 m de terre végétale et 0.4 m de sous-couche) sur les espaces verts prévus hors dalle, et d'une épaisseur de 1.0 m (0.3 m de terre végétale et 0.7 m de sous-couche). Sur cette base, le taux de réutilisation des matériaux terreux dans le cadre du projet est d'environ 40%.

Les volumes de sols à reconstituer dans le cadre du projet permettent de déterminer les surfaces de stockage tampon nécessaires. Les surfaces de stockage présentées dans le tableau ci-avant seraient nécessaires pour stocker la totalité des volumes de sols à remettre en place sur le périmètre du PLQ, en considérant les hypothèses suivantes :

- Terre végétale (Horizon A) : hauteur de stockage maximale : 1.5 m
- Sous-couche (Horizon B) : hauteur de stockage maximale : 2.5 m

Néanmoins, une optimisation des flux lors du phasage de réalisation doit être effectuée, permettant de réduire potentiellement les surfaces de stockage tampon nécessaire.

4.2.2 Matériaux d'excavation

4.2.2.1 Déblais liés aux excavations des sous-sols

Les résultats présentés ci-après ont été calculés sur la base du remodelage topographique défini dans le cadre du PLQ illustré à la Figure 3.

À ce stade du projet, **les volumes de déblais ont été estimés sur la base de l'étude de faisabilité du parking souterrain qui vise à minimiser les excavations, tout en garantissant les places de stationnement minimales et autres surfaces nécessaires.** En effet, le plan du PLQ indique une emprise maximale du futur souterrain, garantissant une marge de manœuvre suffisante pour le projet définitif d'implantation du parking, qui aurait ainsi pour effet de surévaluer les volumes d'excavation.

Le tableau ci-dessous détaille les volumes de **déblais** répartis selon les deux étapes du phasage prévisionnel.

Formation	Phase 1	Phase 2	TOTAL
<i>Horizon A - Terre végétale</i>	11'900	4'700	16'600
<i>Horizon B - Sous-couche</i>	12'600	5'600	18'200
Moraine 7d	99'000	38'000	137'000
Molasse marneuse rouge 15₁	3'000	11'000	14'000
Molasse gréseuse chattienne 15₂	0	10'000	10'000
TOTAL déblais minéraux (arrondi à 10⁻³)	102'000	59'000	161'000

Tableau 6 : Bilan estimatif des volumes de déblais (volumes de terre non comptabilisé), unité : [m3]

4.2.2.2 Besoins en remblai selon remodelage topographique et valorisations envisageables

Les volumes de remblais nécessaires à l'aménagement des plateaux altimétriques du PLQ, calculés sur la base du remodelage défini au chapitre 4.1 et à la Figure 3, sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Besoins en remblais			
	Phase 1	Phase 2	TOTAL
Sous les espaces verts	6'500	1'900	8'400
Remblayage sur tranchée couverte (tunnels de jonction entre les 2 parkings niv -2)	490	560	1'100
TOTAL	7'000	2'500	9'500
Besoin en surface de stockage, h=3m	2'300	800	3'100

Tableau 7 : Besoins en remblai selon remodelage topographique du PLQ

Les besoins totaux en matériaux d'excavation nécessaires au remodelage topographique ont été estimés à environ **9'500 m³**. La totalité de ces matériaux de remblai pourra être issue des déblais issus de chacune des phases.

En considérant un volume total de déblai en matériaux minéraux de **161'000 m³**, et d'une valorisation totale de **9'500 m³**, le taux de réutilisation des matériaux minéraux est estimé à environ **6%**.

Sur cette base, les volumes de matériaux d'excavation à évacuer sont présentés dans le ci-après.

Matériaux d'excavation à évacuer			
	Phase 1	Phase 2	TOTAL
<i>Déblais totaux [m3]</i>	<i>102'000</i>	<i>59'000</i>	<i>161'000</i>
<i>Remblais totaux [m3]</i>	<i>7'000</i>	<i>2'500</i>	<i>9'500</i>
A évacuer [m3]	95'000	56'500	151'500

Tableau 8 : Volume des matériaux d'excavation à évacuer

Le volume total des matériaux d'excavation à évacuer, hors matériaux terreux, s'élève donc, à ce stade du projet, à un volume total d'environ **150'000 m³**.

Les volumes bruts à évacuer par phase, présentés dans le tableau ci-avant, ne tiennent néanmoins pas compte de l'optimisation possible des flux de matériaux par étapes permettant de réduire les surfaces de stockage tampon à réserver lors des travaux.

5. Conclusion

La présente étude a permis d'optimiser et de confirmer l'intérêt, en termes de gestion globale des matériaux d'excavation, de la mise en œuvre d'un remodelage topographique sur le périmètre du PLQ Vailly, selon les principes définis dans le présent document.

Le remodelage topographique proposé, qui s'intègre dans le contexte paysager et morphologique du site, consiste en un rehaussement des parties centrales des pièces urbaines avec une surélévation par rapport à la topographie existante comprise entre 0,5 et 2,0 m et la mise en œuvre de faibles pentes (comprises entre 2 et 5%) permettant également d'assurer rationnellement l'évacuation des eaux pluviales et de mettre en œuvre des ouvrages de gestion des eaux à ciel ouvert (noue de rétention).

Compte tenu de leurs caractéristiques géotechniques relativement favorables, les matériaux excavés dans le cadre de l'aménagement du secteur de Vailly sont aptes à être directement valorisés pour le remblayage des espaces verts dans le cadre du projet d'aménagement. Une stabilisation au liant pourrait s'avérer nécessaire pour l'utilisation de la moraine würmienne comme couche de fondation.

Le volume global de matériaux d'excavation pouvant être valorisés peut être estimé à ce stade à environ 10'000 m³, correspondant aux besoins en matériaux pour le remodelage topographique.

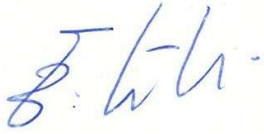
Néanmoins, s'il est démontré, par les études d'optimisation prévues dans le cadre de la planification des premières étapes de réalisation, que le potentiel de réutilisation sur place est supérieur aux volumes de matériaux valorisables qui seront produits par la réalisation du PLQ ou que lors de l'excavation il s'avère qu'une partie des matériaux en place n'est pas apte au remodelage, la possibilité d'utiliser également des matériaux en provenance d'autres chantiers doit être prise en compte.

Selon les bilans effectués, on constate donc qu'avec le remodelage topographique proposé, l'évacuation des matériaux d'excavation vers l'extérieur est réduite à un volume total d'environ 160'000 m³. L'optimisation des calages des plateaux altimétriques (rehaussement des rez-de-chaussée au-dessus du niveau du terrain actuel) a permis de réduire les déblais d'un volume estimé entre 20'000 et 25'000 m³.

Le présent concept de gestion des matériaux d'excavation devra être précisé dans le cadre de la planification de la réalisation opérationnelle du quartier de Vailly, préalablement au dépôt de la première requête en autorisation de construire, en tenant compte des éléments suivants :

- ⇒ Caractéristiques définitives des aménagements prévus (implantation et besoins en sous-sols ; topographie ; principes de desserte et de gestion des eaux).
- ⇒ Prise en compte des dispositifs de fondation prévu pour les bâtiments projetés et des mesures permettant de maîtriser les tassements différentiels.
- ⇒ Confirmation et précision des principes d'organisation et de gestion opérationnelle (itinéraires de transport ; mise à disposition des zones de stockage tampon ;...).
- ⇒ Remodelage topographique nécessitera une coordination stricte entre le phasage de réalisation des différentes étapes en synergie avec la gestion des sols et afin de permettre d'intégrer les ouvrages de gestion des eaux (définis dans le schéma directeur de gestion des eaux sur la base du remodelage topographique).

CSD INGENIEURS SA.



Eric Saeuberli



pp. Laurent Hafiz

Carouge, le 02.11.2021

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

ANNEXES

Annexe 1 : Carte du remodelage topographique proposé et implantation maximale des souterrains

Légende

- Périimètre du PLQ Bernex-Vailly Sud
- Courbes de niveau actuelles
- Remodelage topographique (eq : 0.5 m)
- Emprise maximale des souterrains
- Toiture
- Cheminements
- Espace vert
- Espace vert sur dalle
- Route
- Bassin de rétention
- Équipements communaux



LOSINGER MARAZZI SA
PLQ Vailly - Bernex
Concept de gestion des matériaux



1 : 1'250

Annexe 1
Remodelage topographique

CSDINGENIEURS+

CSD Ingénieurs SA
Avenue Industrielle 12
1227 Carouge
Tél. 022 / 308 89 00

GE1678.800 - LaH

Date: 17.02.2021

