



GRAND PROJET LES CHERPINES SECTEUR LE ROLLIET

CONCEPT DE GESTION DES MATERIAUX D'EXCAVATION

Genève, le 16.12.2016
GE1574.200

CSD INGENIEURS SA
Avenue Industrielle 12
CH-1227 Carouge
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.	DONNÉES DE BASE LIÉES AU PROJET D'AMÉNAGEMENT	2
3.	CONTEXTE PÉDOLOGIQUE, GÉOLOGIQUE, HYDROGÉOLOGIQUE ET GÉOTECHNIQUE	8
3.1	Sols	8
3.2	Géologie - Stratigraphie	8
3.3	Hydrogéologie	10
3.4	Contraintes et caractéristiques géotechniques	13
4.	SYNTHÈSE DES VOLUMES DES MATÉRIAUX TERREUX ET D'EXCAVATION ET CONCEPT ENVISAGEABLE	15
4.1	Bases de calcul	15
4.2	Matériaux terreux	18
4.3	Matériaux d'excavation	19
4.3.1	Déblais liés aux excavations selon variantes d'aménagement	19
4.3.2	Besoins en remblai selon remodelage topographique et valorisations envisageables	20
4.3.3	Stockage tampon	20
4.4	Aspects économiques	21
4.5	Étude d'impact sur le trafic	25
5.	CONCLUSION	28

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Tableau des surfaces d'aménagement	3
Tableau 2	Modèle stratigraphique simplifié considéré pour les pièces urbaines Ea et Eb	10
Tableau 3	Profondeurs et niveaux moyens mesurés de la nappe phréatique de Plan-les-Ouates - Extrait étude Karakas et Français SA	11
Tableau 4 :	Matrice de valorisation des matériaux d'excavation pour les pièces urbaines Ea, Eb et D	14
Tableau 5	Description des 4 scénarii considérés dans cette étude	16
Tableau 6	Épaisseurs de sol ou de couches d'infrastructures considérées pour le bilan de remblai	17
Tableau 7	Tableau récapitulatif des volumes décapés, des volumes réutilisés et des volumes à revaloriser à l'extérieur du PLQ	18
Tableau 8 :	Estimation des surfaces de stockage nécessaires à la réutilisation des sols	18

Tableau 9 : Bilan des volumes de déblais selon les deux scénarios topographiques, 0.6 pl./100 m2 SBP, unité : [m3]	19
Tableau 10 : Bilan des volumes de déblais selon les deux scénarios topographiques, 1 pl./100 m2 SBP, unité : [m3]	19
Tableau 11 : Besoins en remblai selon remodelage topographique du PLQ	20
Tableau 12 : Surfaces de stockage maximales nécessaire	20
Tableau 13 : Estimation des coûts de gestion des matériaux terreux et des matériaux d'excavation	22
Tableau 14 : Étude de sensibilité - description des 3 scenarii "favorable, neutre, défavorable"	23
Tableau 15 : Synthèse des couts selon les différentes options envisagées	24
Tableau 16 : Estimation des mouvements de camions de chantier et impact sur le trafic journalier	26

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Périmètre du PLQ Rolliet inscrit dans le PDQ des Cherpines	2
Figure 2 : Carte d'aménagement du secteur le Rolliet	3
Figure 3 : Remodelage initial : superposition de la topographie naturelle et du modelage PDQ	4
Figure 4: Topographie finale avec altitude des radiers des souterrains	5
Figure 5 : Hauteurs de remblai lié au remodelage prévu par le PDQ	6
Figure 6 : Carte des profondeurs de déblai pour les emprises des sous-sols	7
Figure 7 : Carte interprétative des zones sablo-limoneuses et sableuses - Extrait étude Karakas et Français 7185-52	9
Figure 8 : Isopièzes et relevés piézométriques de la nappe superficielle de la ZIPLO - Karakas & Français 7185-54	11
Figure 9 : Emprises et niveaux des souterrains – remodelage PDQ et densité de parkings de 0.6 pl/100 m2 SBP	16
Figure 10 : Situation des accès routiers à privilégier pour le chantier	27

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 document constitue une version actualisée du concept de gestion des matériaux d'excavation relatif au PLQ du secteur du Rolliet. (pièces urbaines Ea, Eb et une partie de la pièce D) du Grand Projet des Cherpines, initialement édité le 29 mai 2015.

Le concept élaboré a pour but de confirmer la faisabilité technique et économique du projet telle que définie dans le cadre du PDQ Les Cherpines avec comme objectif une réutilisation des matériaux d'excavation d'au moins 30% et un rehaussement moyen de 1.5 m par rapport au terrain naturel.

Selon l'OLED et la directive pour la valorisation, le traitement et le stockage des matériaux d'excavation et déblais (OFEFP, juin 1999) 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.

Compte tenu des fortes contraintes liées à la réutilisation des matériaux en place (caractéristiques géotechniques défavorables ; gestion des stockages tampon sur des longues durées,...) un des objectifs du concept à établir est d'évaluer la faisabilité et l'intérêt d'une solution alternative, portant sur la valorisation de matériaux d'excavation extérieurs au périmètre du PLQ.

Cette option a été élaborée et analysée comparativement à la solution de base de valorisation des matériaux en place en tenant compte de l'ensemble des aspects techniques et opérationnels (phasage des travaux, du stockage des terres ainsi que de la mise en place des remblais et de pistes de chantier), des aspects environnementaux (flux des transports et nuisances induites, impact éventuel sur la nappe) et des aspects économiques en mettant en évidence l'intérêt que peut présenter le concept défini pour l'ensemble des parties prenantes associées au projet (communes, promoteurs privés, maîtrise d'ouvrage...).

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

La présente version actualisée intègre la topographie et l'implantation des volumes bâtis et des sous-sols mis à jour dans le cadre de l'élaboration définitive du PLQ.

Pour cette mise à jour, CSD a été mandaté par l'Office de l'urbanisme en février 2016 au sein d'un groupement de mandataires piloté par Urbaplan. Le concept initial avait été élaboré dans le cadre d'un mandat attribué conjointement par le GESDEC et le SERMA en décembre 2014.

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)
- ⇒ Synthèse des volumes de matériaux terreux et d'excavation à gérer et concept de gestion à envisager (chapitre 4)
- ⇒ Conclusions et recommandations (chapitre 5)

2. Données de base liées au projet d'aménagement

La présente actualisation du concept global de gestion des matériaux d'excavation a été établie sur la base des documents de référence suivants :

- ⇒ Rapport « Le Rolliet Plan-les-Ouates – Aperçu géologique, géotechnique et hydrologique », GADZ, 25 août 2008 ;
- ⇒ Rapport « Grand projet les Cherpines, Étude géotechnique préliminaire », Karakas & Français SA, Avril 2014 ;

Le présent concept de gestion des matériaux d'excavation porte sur l'aménagement du secteur du Rolliet comportant les pièces urbaines Ea, Eb et une partie de la pièce D incluses dans le PLQ n°1, qui constitue le premier PLQ prévu sur le périmètre du PDQ Les Cherpines.

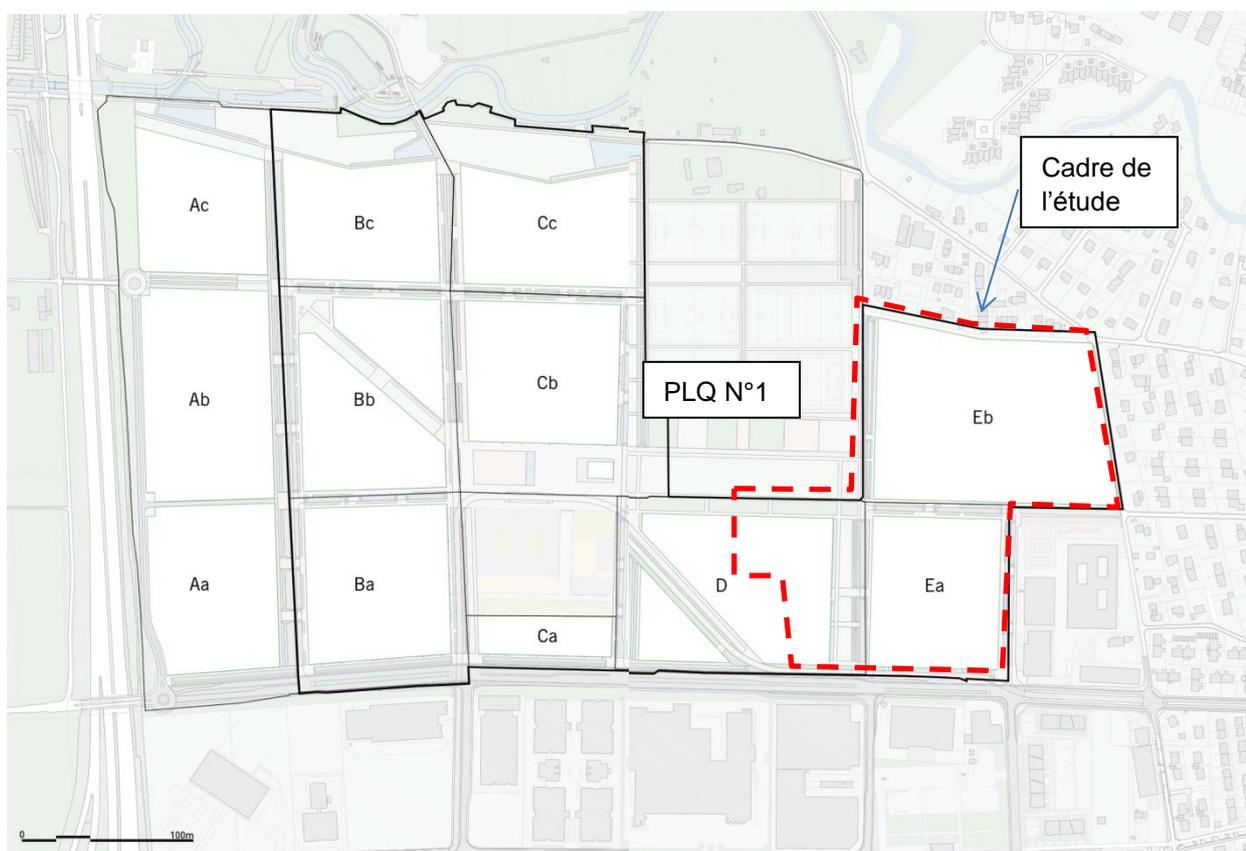


Figure 1 : Périmètre du PLQ Rolliet inscrit dans le PDQ des Cherpines

Le plan d'aménagement du secteur du Rolliet, incluant les pièces Ea, Eb et une partie de la pièce D est illustré par type de revêtement du sol sur la Figure 1.

Ce plan représente l'emprise des bâtiments projetés, des cheminements, des espaces verts et des emprises des parkings souterrains.



Figure 2 : Carte d'aménagement du secteur le Rolliet

La répartition de l'aménagement des surfaces des périmètres Ea, Eb et D après réalisation du projet est présenté dans le Tableau 1 ci-dessous. La colonne dénommée « Souterrains » prend en considération les niveaux de caves et de parkings enterrés. Les calculs des excavations ont été établis selon les emprises maximales des souterrains selon le plan PLQ.

Surfaces par type d'aménagement [m2]						
Pièce	Souterrains	Espaces verts	Cheminements	Surfaces minérales	Bâtiments	Total
Ea	13'300	9'100	7'800	10'400	9'800	37'100
Eb	18'500	24'300	12'000	5'900	18'400	60'600
D	12'800	6'000	3'300	2'600	10'600	22'500
Total	44'600	39'400	23'100	18'900	38'800	120'200

Tableau 1 : Tableau des surfaces d'aménagement

Le remodelage topographique pour le périmètre du PLQ concrétise les principes définis par l'étude réalisée à l'ensemble du PDQ qui est représentée à la Figure 4 avec indication de la topographie actuelle et de la topographie projetée après mise en œuvre du projet urbain.

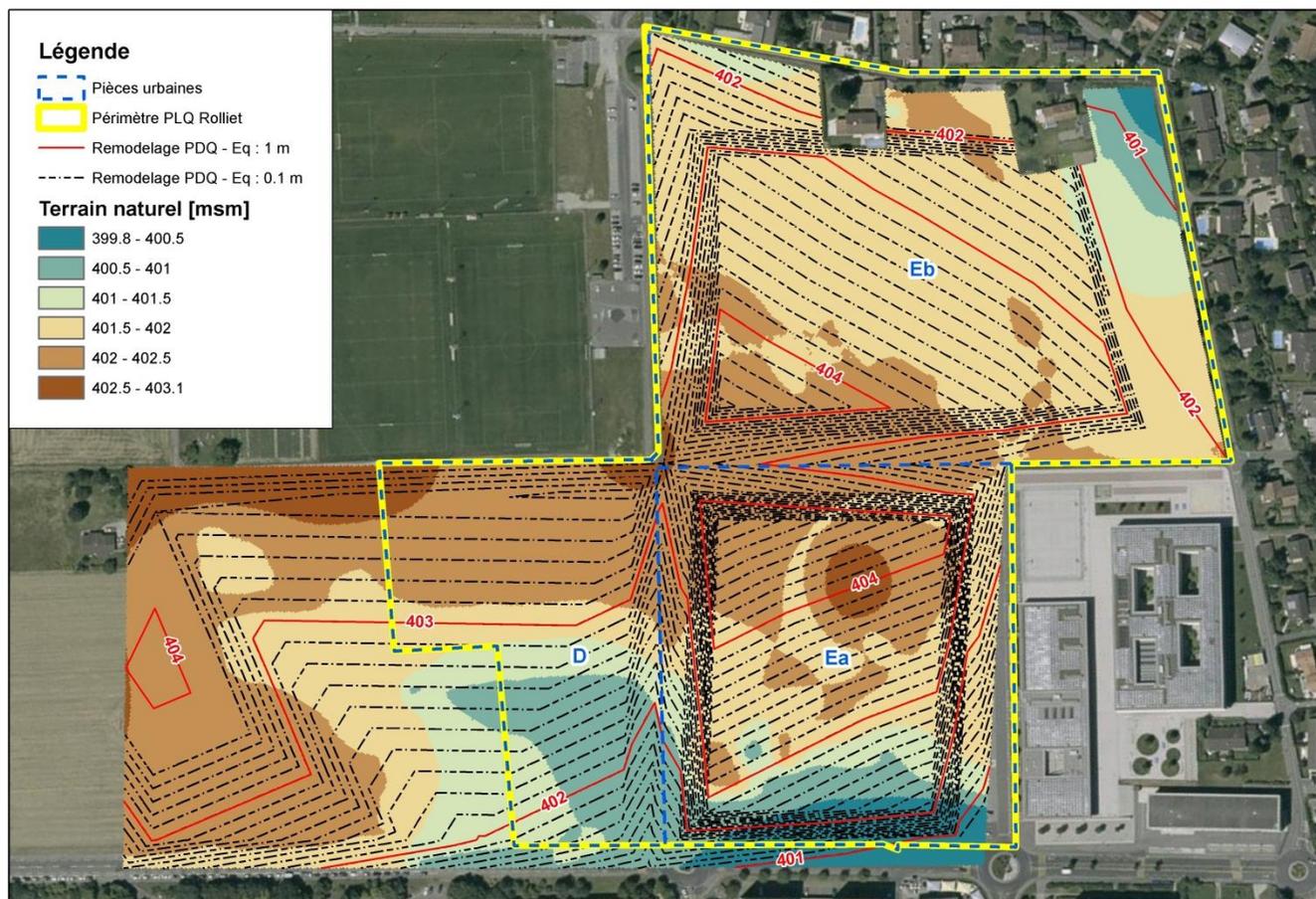


Figure 3 : Remodelage initial : superposition de la topographie naturelle et du modelage PDQ

La topographie future projetée est intégrée à la configuration du terrain actuel et aux caractéristiques paysagères du contexte d’insertion du quartier des Cherpines.

Le remodelage topographie final, retenu pour le PLQ, a nécessité l’adaptation de la topographie illustrée à la Figure 3, aux exigences architecturales et urbanistiques définies au stade du PLQ. Ce remodelage est illustré à la figure ci-dessous, intégrant également l’altitude des radiers des souterrains. L’emprise du remodelage est limitée au périmètre officiel du PLQ, délimité en rouge sur la figure ci-après.

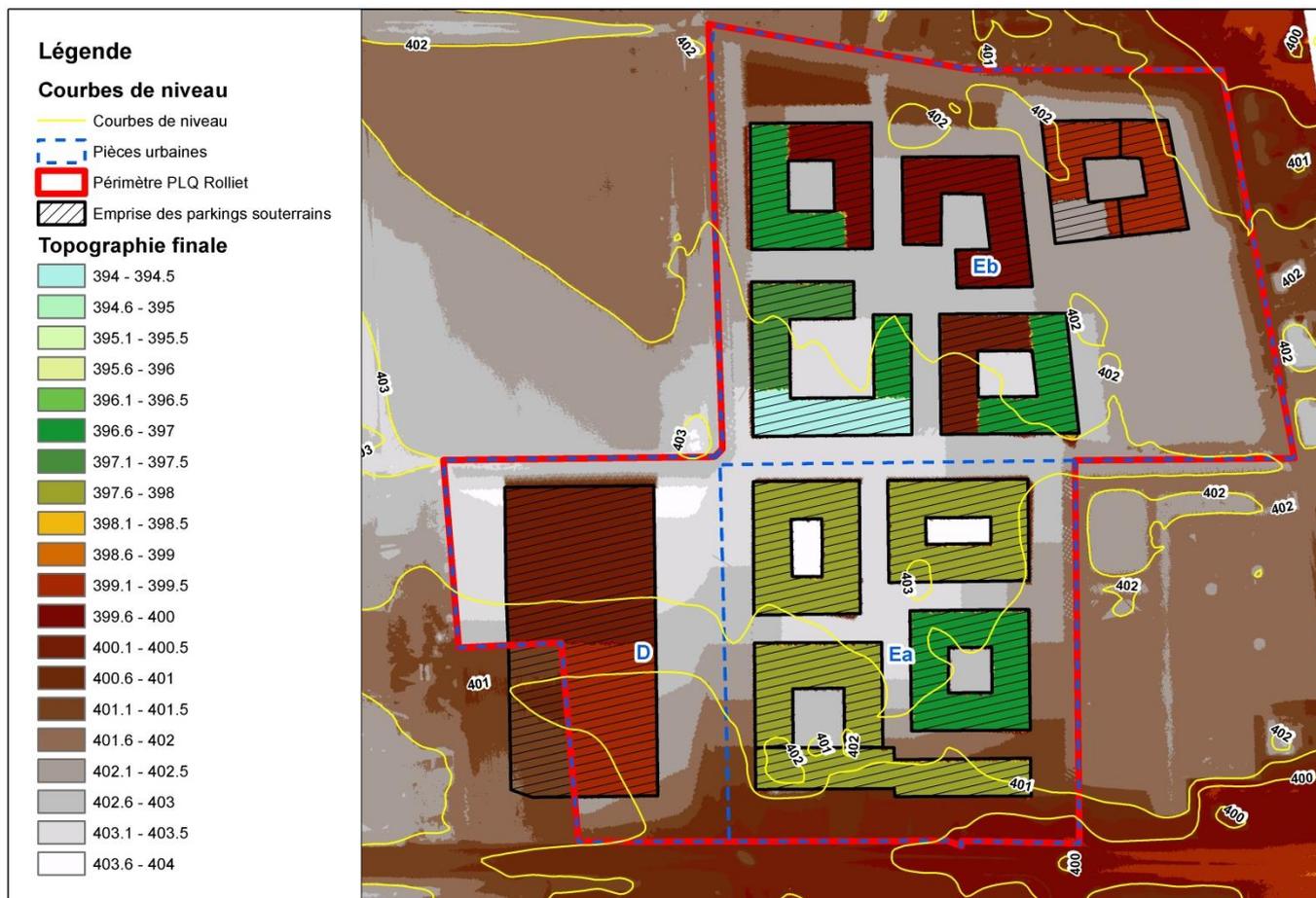


Figure 4: Topographie finale avec altitude des radiers des souterrains

Le remodelage prévu se rattache ainsi aux cotes du terrain existant en périphérie des 3 pièces urbaines. À partir de la périphérie des 3 pièces urbaines, le remodelage prévu intègre la mise en œuvre d'une faible pente de l'ordre de 1 à 3% permettant également d'assurer une évacuation rationnelle des eaux pluviales du futur quartier.

Les hauteurs de remblai mises en œuvre par rapport à la topographie existante 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 2 m avec une épaisseur maximale légèrement inférieure à 3 m dans l'angle nord-ouest de la pièce Ea.

Le remodelage implique également le rehaussement du Chemin du Pont-du-Centaire depuis son accroche à la route de Base jusqu'à son intersection avec le chemin des Longues-Rasses, jusqu'à une hauteur maximale de 80 cm. De manière similaire, le chemin localisé en bordure est de la pièce Ea, fait également l'objet d'un rehaussement de 0.5 m environ, permettant ainsi d'atteindre une altitude de 403 [msm] pour les cheminements traversant perpendiculairement le chemin de Longues-Rasses (passage entre la pièce Ea et Eb sans rupture de niveau).

Le remodelage prévu dans le cadre du PLQ Rolliet ne conditionne pas la définition de la topographie du reste du périmètre du Grand Projet Les Cherpines, puisque la topographie actuelle a été conservée sur l'ensemble du pourtour du périmètre.



Figure 5 : Hauteurs de remblai lié au remodelage prévu par le PDQ

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 à excaver est comprise entre 1.0 et 2.0 m pour les bâtiments à un sous-sol (caves ou sous-sols « semi-enterrés » par rapport à la topographie initiale) et de 5 m à 8.4 m pour les souterrains présentant deux à trois niveaux sous le rez-de-chaussée rehaussé.



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

3. Contexte pédologique, géologique, hydrogéologique et géotechnique

Le présent chapitre est basé sur une compilation des données issues des cartes géologiques et hydrogéologiques et des sondages géotechniques disponibles auprès du GESDEC ou via SITG ainsi que des études suivantes spécifiques au projet des Cherpines :

- ⇒ Rapport « Le Rolliet Plan-les-Ouates – Aperçu géologique, géotechnique et hydrologique », GADZ, 25 août 2008 ;
- ⇒ Rapport « Grand Projet les Cherpines, Étude géotechnique préliminaire », Karakas & Français SA, Avril 2014 ;

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.

Le périmètre du Rolliet a été intégré à l'étude pédologique globale effectuée sur le périmètre des Cherpines en 2011 et a fait l'objet de sondages complémentaires réalisés dans le cadre de l'établissement du dossier de PLQ au printemps 2016.

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

- ⇒ Terre végétale : généralement compris entre 25 et 30 cm
- ⇒ Sous-couche arable : compris entre 25 et 65 cm

La terre végétale du secteur des Cherpines est réputée présenter une excellente fertilité. 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 destinés à l'amélioration de terres agricoles du Canton de Genève.

3.2 Géologie - Stratigraphie

Le secteur du Rolliet se situe dans la Plaine de l'Aire, profond sillon dans le substratum molassique qui prolonge la dépression du Petit Lac. Il est comblé par une succession de terrains morainiques au fond, compacts puis par une grande épaisseur de formations fines supraglaciaires de retrait Würmien, recouvertes de colluvions et de terre végétale.

Les formations de retrait comprennent des placages sableux et limoneux semi perméables recouvrant des limons argileux puis des argiles tendres à molles, compressibles de mauvaise qualité géotechnique.

La Figure 7 présente la variation spatiale des formations présentes sous les colluvions superficielles

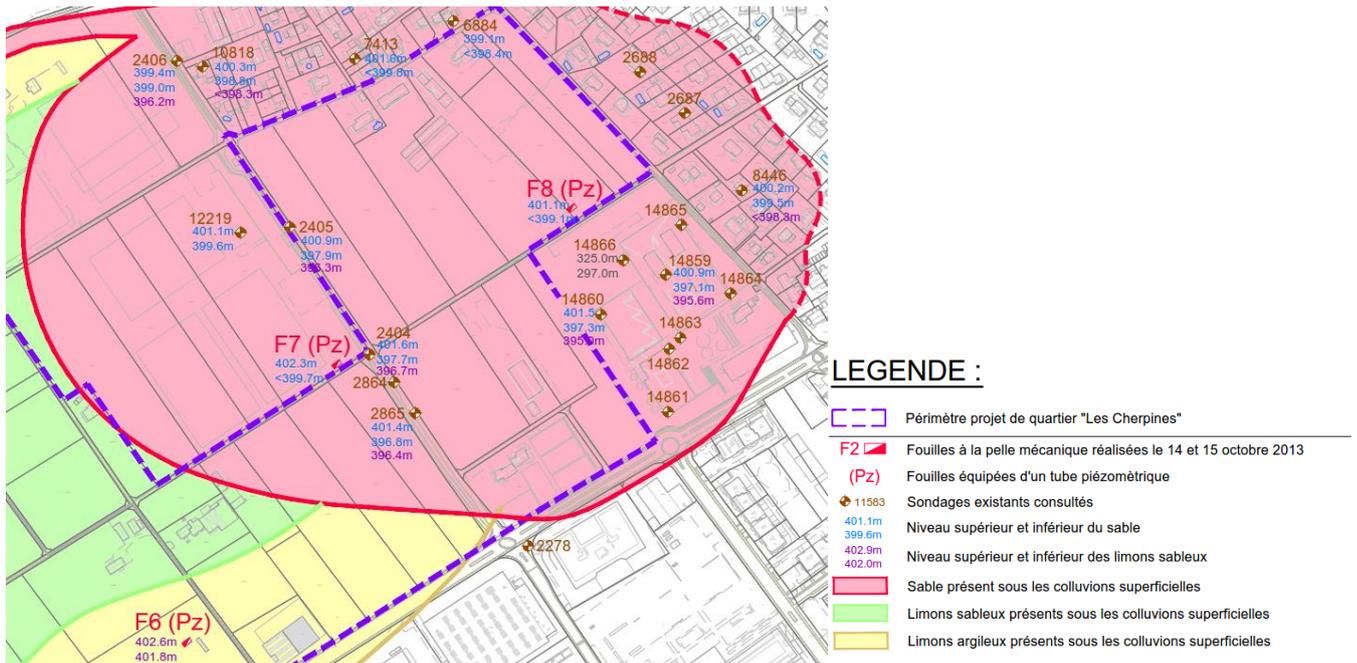


Figure 7 : Carte interprétative des zones sablo-limoneuses et sableuses - Extrait étude Karakas et Français 7185-52

La lithologie du secteur du Rolliet peut être synthétisée comme suit à partir de la surface du terrain actuel :

- Terre végétale et sous-couche arable (0.25m d'épaisseur pour chaque formation) : Il s'agit généralement de limons argileux à sableux, organiques, de couleur brune à marron.
- 3c) Colluvions (entre 0,3 et 1m d'épaisseur) : Il s'agit de limons argileux à sableux en fonction de la nature de la formation sous-jacente, un peu organiques marrons à beiges. Ces sols peu compacts sont sensibles aux variations hydrologiques saisonnières.
- 6b) Retrait würmien phase sableuse, présent dès 0,4 à 1,8 m de profondeur, sur une épaisseur comprise entre 2.2m et 3.0m : Ces matériaux sont constitués de sables fins limoneux à propres, d'abord de couleur beige puis grise en profondeur, ils sont grossièrement stratifiés, ont une très faible cohésion en place et sont éminemment fluents dès le niveau de saturation atteint.
- 6c) : Retrait würmien limoneux peu consolidé : matériaux présents sous les sables dès 1,7 à 5 m de profondeur, sur une épaisseur de l'ordre de 1m, constitués d'une interstratification de limon généralement peu argileux et de couches plus ou moins épaisses mais généralement millimétriques de sable fin saturés. Ils sont tendres à durs selon s'ils sont saturé ou non, peu plastiques. Ces matériaux sont fluents en cas d'excavation sous l'eau avec un phénomène de rupture et d'effondrement des parois des fouilles retardé et progressif au fur et à mesure que l'eau sourdant entre les strates argileuses cohésives entraîne les particules sableuses et limoneuses.
- 6d)e) Retrait würmien phase limono-argileuse à argileuse peu consolidée: Il s'agit de limons argileux, beiges marbrés de gris, feuilletés avec de très fines strates de sable fin parfois saturées, fermes à durs, plastiques. Cette formation se désagrège en plaques d'épaisseur centimétrique lors de l'excavation.
- 7c1) Moraine würmienne phase limoneuse consolidée (profondeur supérieure à 70m)
- La formation de l'alluvion ancienne 9a) abritant la nappe principale du genevois n'a été rencontrée que dans quelques forage géothermiques profonds à moins de 50 m de profondeur à l'amont (350 msm) et 75 m de profondeur (325msm) vers l'École Aimée-Stielmann.

La synthèse du modèle stratigraphique des formations en place considéré pour les secteurs du Rolliet est le suivant :

Formation	Description	Épaisseur moyenne [cm]
1a	Terre végétale	0.25
1b	Sous-couche	0.25
3c	Colluvions limoneux argileux	0.5
6b	Retrait würmien phase sableuse	2.2 - 3.0
6c	Retrait würmien phase limoneuse	0 – 1.6
6bd	Retrait würmien phase limoneuse très sableuse semi-consolidée	De l'ordre de 50m

Dès 0.5 à 1.3m de profondeur

formations saturées en eau lors du terrassement

formations partiellement saturées selon niveau de nappe de la ZIPLO

Tableau 2 Modèle stratigraphique simplifié considéré pour les pièces urbaines Ea et Eb

3.3 Hydrogéologie

Les dépôts würmiens (sables et limons) sont le siège de la nappe phréatique superficielle de la Zone industrielle de Plan-Les-Ouates. Cette nappe laminaire voit son niveau osciller en fonction de la pluviométrie. Elle sature les formations fines sous-jacentes.

Les capacités de cette nappe, en termes de débits, sont très faibles. En revanche elle suffit lors des terrassements à conférer aux terrains limono-sableux un caractère fluent plus ou moins marqué. Dans les talus, les venues d'eau et les instabilités associées, se manifestent dans un délai de de quelques minutes à quelques heures après ouverture en fonction de la granulométrie des matériaux aquifères.

L'extension de cette nappe telle que définie par la carte hydrogéologique du Canton de Genève établie par le GESDEC est représentée sur la Figure 8, elle recouvre la totalité du secteur du Rolliet.

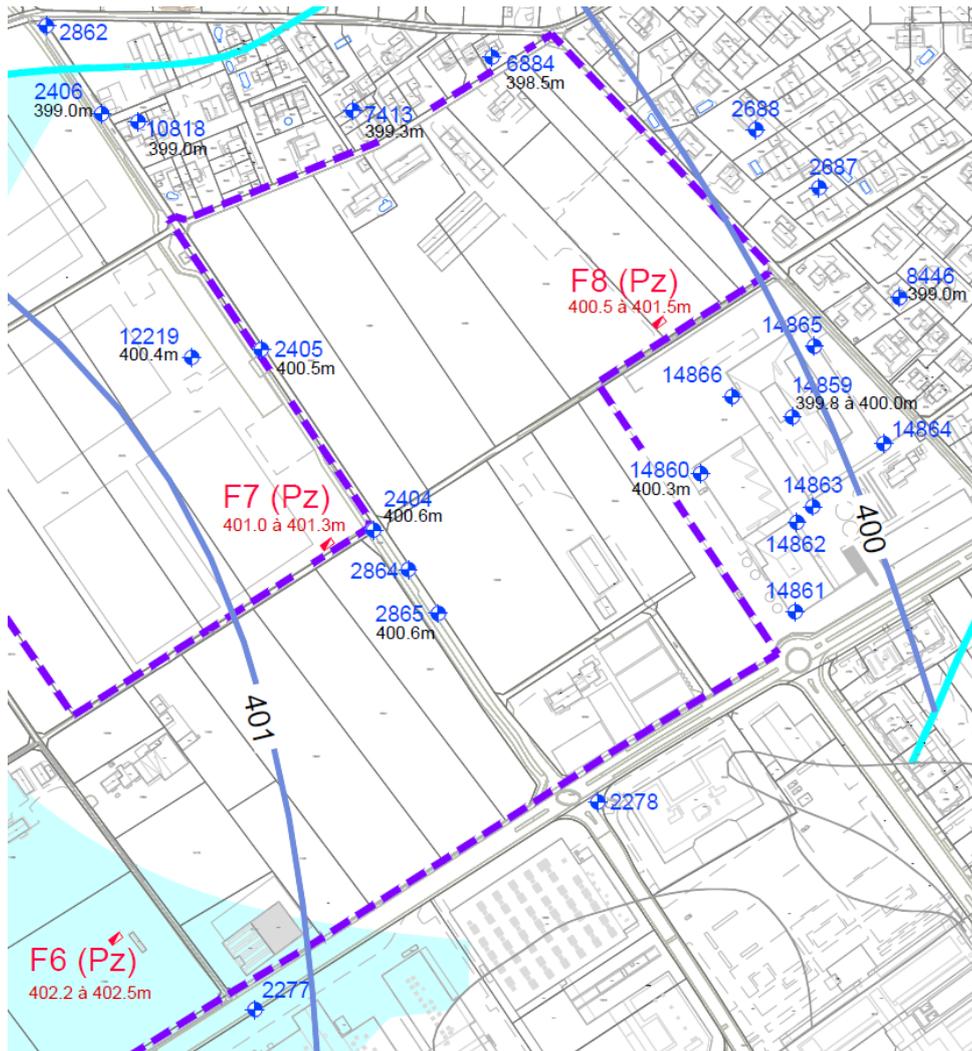


Figure 8 : Isopièzes et relevés piézométriques de la nappe superficielle de la ZIPLO - Karakas & Français 7185-54

Sept mesures des niveaux de la nappe ont été effectuées d'octobre 2013 à avril 2014 dans les tubes piézométriques placés dans les 3 fouilles de reconnaissance F6, F7 et F8 réalisées dans ce secteur. Elles ont permis de mettre en évidence le niveau «haut» de la nappe en période hivernale.

Les relevés piézométriques effectués sur ces 3 fouilles sont présentés dans le tableau ci-dessous. Ils montrent que le niveau de saturation est situé à très faible profondeur (moins de 1m de a surface en hautes eaux) avec un battement de l'ordre de 1.0 m pour toutes les fouilles entre les niveaux minimum et maximum observés.

Fouille	Profondeur (m/T.N.)	Niveau maxi (msm)	Niveau moyen (msm)	Niveau mini (msm)
F6	0.9	402.5	402.1	401.7
F7	1.5	401.5	401.2	401.0
F8	1.0	401.5	401.1	400.6

Tableau 3 Profondeurs et niveaux moyens mesurés de la nappe phréatique de Plan-les-Ouates - Extrait étude Karakas et Français SA

Au droit des 2 fouilles F7 et F8 situées à l'intérieur du périmètre du Rolliet, la surface de la nappe est présente entre 1,5 et 2,0 m de profondeur au droit de la fouille F7 (altitude env. 403.0 m) et entre 0,5 et 1,4 m pour la fouille F8 (altitude env. 402.0 m).

La nappe sature la phase sableuse du retrait würmien et s'écoule sur le toit des limons argileux. Ces matériaux fins sont également saturés mais on ne peut pas parler de nappe phréatique en raison de leur très faible perméabilité. Cette nappe s'écoule donc sur le toit de la phase limono-argileuse du retrait würmien en direction du Nord-Est vers la commune de Lancy.

Cette nappe ne présente aucun intérêt pour l'alimentation en eau publique ; sa perméabilité et son épaisseur relativement faible ne permettent pas non plus une exploitation importante pour l'arrosage des cultures.

La nappe phréatique profonde du Genevois se situe au sud de la route de Base, soit à l'extérieur du périmètre du PLQ. Le niveau supérieur des alluvions anciennes qui abritent cette nappe se situe à 75 m de profondeur au niveau du projet (325 msm).

3.4 Contraintes et caractéristiques géotechniques

À partir de la description stratigraphique, des relevés des fouilles et sondages de reconnaissance et des conditions hydrogéologiques, les caractéristiques géotechniques des formations qui seront excavées dans le cadre du projet et leur aptitude à être valorisés comme matériaux de remblais peut être résumée comme suit :

3c) Colluvions : ces limons argileux à sableux sont peu compacts, compressibles et présentent une sensibilité élevée aux variations de la teneur en eau. Leur aptitude à être valorisés se limite aux matériaux non saturés par la nappe pouvant être mis en œuvre sur de faibles épaisseurs dans le cadre de la mise en forme des espaces verts présentant des faibles exigences de portance.

6b) Retrait würmien, phase sableuse : cette formation est présente sur la quasi-totalité du secteur du Rolliet sur une épaisseur de 2 à 3m. Seuls les sables fins à moyens non saturés par la nappe pourront être facilement valorisés. Les analyses granulométriques montrent que la teneur en fine peut localement être importante (> 20%) il peut même y avoir localement des lentilles plus argileuses présentes au sein de la couche de sable (présent à 2.1 m en F8).

Une valorisation des volumes saturés en eaux après stabilisation à la chaux serait théoriquement envisageable. Elle se heurterait cependant à des contraintes logistiques et économiques importantes.

Cette option n'est pas privilégiée à ce stade. Elle pourra néanmoins être approfondie au stade des projets concrets sur la base de reconnaissances et essais géotechniques complémentaires. Dans le cas où la présence de sables peu limoneux serait mise en évidence, présentant une capacité d'essorage suffisante, une valorisation avec stabilisation pourrait tout de même être envisagée après réalisation de planches d'essai.

Compte tenu des caractéristiques de portance moyenne à médiocre cette valorisation ne peut uniquement être envisagée pour des remblais à faible exigence de portance dans le cadre des aménagements des espaces verts.

Des précautions sont en outre à prendre en lien avec la granulométrie très homogène de ces matériaux (mise en œuvre en pleine masse, isolée de tout système de drainage, le cas échéant avec pose de géotextile, afin d'éviter l'érosion des fines) et concernant la maîtrise de leur teneur en eau qui devra être proche de l'optimum Proctor lors de leur mise en œuvre.

Une stabilisation à la chaux pour les poches plus limono-argileuse pourrait s'avérer nécessaire.

6c)d) Retrait würmien, phase limoneuse et phase limono-argileuse: Cette formation sera rencontrée dans la partie inférieure des terrassements dans des épaisseurs intégralement saturée par la nappe. La valorisation de ces matériaux ne peut donc pas concrètement être envisagée dans le cas présent. Une valorisation après stabilisation est soumise aux mêmes contraintes et incertitudes que celles mentionnées pour le retrait sablo-limoneux.

Le potentiel de valorisation des formations excavées dans le cadre de l'aménagement des pièces urbaines Ea et Eb est synthétisé dans le Tableau 4 :

Type de formation géologique <i>(selon classification des sols genevois)</i>	Remblais selon exigences de portance			Couches d'infrastructures routières <i>(exigences de portance équivalente quel que soit le trafic)</i>			Utilisation/valorisation préconisée
	Faible (Aménagements paysagers,...)	Moyenne (buttes antibruit, infrastructures sportives extérieures, parafoilles,...)	Elevée (remblayages sous bâtiments, digues,...)	Couche de forme (module de déformation < 80 MPa)	Couche de fondation (module de déformation > 80 MPa)	Grave	
3c Colluvions	SAT						Remblayage pour exigence de portance faible
6b Retrait würmien sableux	SAT						Remblayage pour exigence de portance moyenne à élevée
6c Retrait würmien limoneux <i>Sensible aux variations de teneur en eau</i>	SAT						Remblayage pour exigence de portance faible
6d Retrait würmien limono-argileux <i>Sensible aux variations de teneur en eau</i>	SAT						Remblayage pour exigence de portance faible
		Valorisation après traitement ou soumise à contraintes particulières					
	SAT	Potentiel de valorisation très limité : uniquement retrait würmien non saturé					
		Aucune valorisation possible					

Tableau 4 : Matrice de valorisation des matériaux d'excavation pour les pièces urbaines Ea, Eb et D

On constate donc qu'en raison de la prédominance de matériaux limoneux, saturés en eau à faible profondeur, le potentiel de valorisation des matériaux excavés est très limité.

Seuls les colluvions sableuses et les formations de retrait würmien sableux non saturés par la nappe pourront être valorisés dans le cadre de la mise en œuvre de remblais paysagers présentant de faibles exigences de portance. Ces formations non saturées pourront uniquement être rencontrées dans le premier mètre d'excavation, avant d'atteindre le toit de la nappe superficielle.

Compte tenu des contraintes liées au déroulement du chantier (maîtrise de la teneur en eau,...) le volume global de matériaux d'excavation pouvant être valorisé peut être estimé à ce stade entre 10'000 et 25'000 m³.

La prise en compte de la borne supérieure de cette fourchette est liée à la confirmation favorable de certaines incertitudes et implique la nécessité d'une stabilisation préalable pour au moins la moitié du volume concerné.

4. Synthèse des volumes des matériaux terreux et d'excavation et concept envisageable

4.1 Bases de calcul

Les calculs de volumes de matériaux d'excavation (déblais/remblais) et de matériaux terreux (pris en compte pour la cohérence du bilan global) ont été effectués selon plusieurs hypothèses :

- **Au niveau de la topographie finale mise en œuvre :**

Le scénario consiste en la mise en œuvre du remodelage topographique, qui prévoit une surélévation du niveau du terrain sur une hauteur moyenne de 1,5 m par rapport à la situation existante. Le remodelage topographique est défini à la Figure 4, et se base notamment sur les dernières études urbaines des différentes pièces urbaines effectuées pour l'élaboration du PLQ, pour lesquels ont été définis les emprises et niveaux des souterrains, et les altitudes des plateaux altimétriques.

En parallèle, un scénario de maintien de la topographie existante à l'état futur a également été considéré.

- **Au niveau de l'aménagement des places de parking :**

Outre l'option de base d'aménagement en parking souterrain de 0.6 place par 100m² de surface brute de plancher, une variante avec 1 place par 100 m² de surface brute de plancher a également été considérée, en prenant l'hypothèse que les 0.4 place par 100 m² supplémentaires pour les SBP logements des pièces Ea et Eb seraient entièrement réalisés en souterrain sur la pièce D.

L'option de base de 0.6 place par 100 m² de surface brute de plancher, estimée par rapport aux besoins en places de parkings pour l'ensemble du PLQ, ainsi que l'aménagement de demis-niveaux de caves, est illustré à la figure ci-après. Une largeur maximale de 20 m a été considérée pour les emprises des souterrains, conformément à la zone d'implantation maximale illustrée sur le plan d'aménagement du PLQ.

En résumer, les deux scénarios suivants ont été considérés pour l'aménagement des parkings souterrains :

1. **0.6 pl/100 m² SBP :**

- entièrement réalisés sous les pièces Ea et Eb tel qu'illustré sur la Figure 9
- un niveau de parking souterrain sur la pièce D

2. **1 pl/100 m² SBP :**

- maintien des 0.6 pl./100 m² SBP sous les bâtiments des pièces Ea et Eb
- 0.4 pl./100 m² SBP supplémentaires (+480 places environ) entièrement réalisées sur la pièce D. La surface nécessaire à l'augmentation de la densité des parkings s'élève environ à 12'000 m², impliquant la réalisation d'un deuxième sous-sol complet sur la pièce D, selon l'emprise hachurée illustrée sur la Figure 9.



Figure 9 : Emprises et niveaux des souterrains – remodelage PDQ et densité de parkings de 0.6 pl/100 m2 SBP

Comme illustré à la Figure 9, certains souterrains possèdent des niveaux de caves sur la moitié de leur emprise (1/2 niveau de cave). Le rehaussement global du périmètre permet, pour la majorité des souterrains, l'implantation d'un niveau de sous-sol considéré comme « entresol », dont le radier se trouve rehaussé par rapport au niveau topographique actuel. Par exemple, pour le bâtiment « G » (au nord-est de la pièce Ea), l'aménagement de deux niveaux souterrains (dont 1 en « entresol »), permet de réduire la profondeur de l'excavation de 6 m à 4,5 m, grâce au rehaussement du niveau final de 1m50 par rapport à la topographie actuelle.

Le résumé des scénarios considérés est présenté dans le tableau ci-après.

	Base		"Benchmark"	
Topographie	Selon PLQ		Maintien de la topographie existante	
Aménagements souterrains	0.6 place/100m2 SBP	1 place/100m2 SBP	0.6 place/100m2 SBP	1 place/100m2 SBP

Tableau 5 Description des 4 scénarii considérés dans cette étude

Les volumes à excaver ont été estimés en considérant la mise en œuvre d'enceintes de fouilles verticales, du fait des caractéristiques géotechniques défavorables et de la présence d'un terrain saturé en eau à faible profondeur.

Les besoins en remblai ont été estimés en fonction de la différence entre la topographie actuelle (après déduction d'une épaisseur comprise entre 15 et 110 cm liée à la présence de matériaux terreux selon les cartes de l'étude pédologique) et la topographie future en déduisant les épaisseurs suivantes liées à la reconstitution du sol naturel sur les espaces verts et à la mise en œuvre de couches de fondation sous les bâtiments et les voiries :

	Espace vert		Voiries	Cheminements	Souterrains	Bâtiments
	TV	SC				
Épaisseur des fondations [m]	0.3	0.4	0.5	0.3	0.5	0.5

Tableau 6 Epaisseurs de sol ou de couches d'infrastructures considérées pour le bilan de remblai

4.2 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 résumée dans le tableau suivant. Une étude pédologique détaillée a également fait l'objet d'un rapport établi par le bureau CSD dans le cadre de l'enquête technique relative au PLQ Rolliet.

Numéro de la pièce urbaine	Type de terre	Volume estimé à excavé (enm³)	Besoin de sol pour le projet (enm³)	Solde des matériaux terreux (enm³)
Pièce urbaine Eb	Horizon A	15'684	7'300	8'384
	Horizon B	22'941	9'700	13'241
Pièce urbaine Ea	Horizon A	6'006	2'700	3'306
	Horizon B	7'481	3'600	3'881
Pièce urbaine D	Horizon A	6'179	1'800	4'379
	Horizon B	8'698	2'400	6'298
TOTAL	Horizon A	27'869	11'800	16'069
	Horizon B	39'120	15'700	23'420

Tableau 7 Tableau récapitulatif des volumes décapés, des volumes réutilisés et des volumes à revaloriser à l'extérieur du PLQ

Les volumes de sols à reconstituer dans le cadre des pièces Ea, Eb et la partie est de la pièce D sont présentés dans le tableau ci-dessus. Ils prennent en compte une reconstitution des sols sur une épaisseur de 0.7m (0.3 m de terre végétale et 0.4 m de sous-couche) sur l'ensemble des espaces verts prévus. Sur cette base, le taux de réutilisation des matériaux terreux dans le cadre du projet est d'environ 41%.

Les volumes de sols à reconstituer dans le cadre du projet permettent de déterminer les surfaces de stockage tampon nécessaires. En considérant l'hypothèse la plus contraignante qui admet que la totalité des sols remis en place provient des volumes décapés dans le cadre du projet, les surfaces de stockage suivantes seraient nécessaires, 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

Numéro de bloc	Surface verte future (enm²)	Type de terre	Volume estimé à réutiliser sur place (enm³)	Surface nécessaire pour stockage A = hauteur 1.5m pour 17m à la base B = hauteur 2.5m pour 10 m à la base
Pièce urbaine Eb	24'335	Horizon A (30 cm)	7'300	5'600
		Horizon B (40 cm)	9'700	6'400
Pièce urbaine Ea	9'107	Horizon A (30 cm)	2'700	2'090
		Horizon B (40 cm)	3'600	2'400
Pièce urbaine D	5'981	Horizon A (30 cm)	1'800	1'400
		Horizon B (40 cm)	2'400	1'600
TOTAL	39'423	Horizon A	11'800	9'090
		Horizon B	15'700	10'400

Tableau 8 : Estimation des surfaces de stockage nécessaires à la réutilisation des sols

4.3 Matériaux d'excavation

4.3.1 Déblais liés aux excavations selon variantes d'aménagement

Les résultats présentés ci-après ont été calculés sur la base du remodelage topographique défini dans le cadre du PLQ illustré à la Figure 4 dans un premier temps, puis comparé à la variante du maintien de la topographie actuelle.

Chacune de ces variantes est présentée avec deux variantes de densité pour l'aménagement des parkings souterrains et détaillées dans le chapitre 4.1, soit :

1. 0.6 place/100 m² de SBP
2. 1 place/100 m² de SBP

Le Tableau 9 ci-dessous détaille les volumes de **déblais** selon les deux variantes topographiques définies précédemment, en considérant une densité de parkings à **0.6 place par 100 m² SBP**.

Déblais selon les deux variantes de topographie future, 0.6 pl/100 m2 SBP						
	Remodelage PLQ			TN conservé		
	Total	Part valorisable	A évacuer	Total	Part valorisable	A évacuer
Ea	65'000	5000	60'000	89'000	0	89'000
Eb	55'000	5000	50'000	86'000	0	86'000
D	17'000	5000	12'000	31'000	0	31'000
Total	137'000	15'000	122'000	206'000	0	206'000

Tableau 9 : Bilan des volumes de déblais selon les deux scénarios topographiques, 0.6 pl./100 m2 SBP, unité : [m3]

Sur la base du potentiel de valorisation des matériaux d'excavation décrit au chapitre 3.4, les volumes de matériaux réutilisables ont été estimés entre 10'000 et 25'000 m³. Une valeur de 15'000 m³ de matériaux d'excavation valorisables a été considérée à ce stade.

Ainsi, on observe que l'option de remodelage topographique PLQ tel que proposé dans cette étude permet de réduire l'excavation d'environ 69'000 m³ par rapport à l'option de maintien de la topographie actuelle.

Le Tableau 10 ci-dessous détaille les volumes de **déblais** selon les deux variantes topographiques définies précédemment, en considérant une densité de parkings à **1 place par 100 m² SBP**. Pour rappel, cette option considère que les 0.4 places par 100 m² SBP supplémentaires seraient entièrement réalisées sur la pièce D par la mise en œuvre d'un deuxième niveau de sous-sol.

Déblais selon les deux variantes de topographie future, 1 pl/100 m2 SBP						
	Remodelage PLQ			TN conservé		
	Total	Part valorisable	A évacuer	Total	Part valorisable	A évacuer
Ea	65'000	5000	60'000	89'000	0	89'000
Eb	55'000	5000	50'000	86'000	0	86'000
D	53'000	5000	48'000	67'000	0	67'000
Total	173'000	15'000	158'000	242'000	0	242'000

Tableau 10 : Bilan des volumes de déblais selon les deux scénarios topographiques, 1 pl./100 m2 SBP, unité : [m3]

On note ainsi l'augmentation des déblais sur la pièce D pour les deux scénarios topographiques d'un volume de 36'000 m³ par rapport à l'option de densité de parkings à 0.6 place par 100 m² SBP.

4.3.2 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 2. *Données de base liées au projet d'aménagement* et à la Figure 4, sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Bilan des matériaux d'excavation minéraux [m3]			
	Remblais – Remodelage PLQ		
	Total	Déblai valorisé	Apport extérieur
Ea	7'000	5'000	2'000
Eb	34'000	5'000	29'000
D	11'000	5'000	6'000
Total	52'000	15'000	37'000

Tableau 11 : Besoins en remblai selon remodelage topographique du PLQ

Les besoins totaux en matériaux d'excavation nécessaire au remodelage topographique ont été estimés à environ 52'000 m³. En considérant l'hypothèse d'une valorisation des matériaux de déblais internes au projet s'élevant à 15'000 m³, un apport supplémentaire issu de chantiers extérieurs serait nécessaire à hauteur d'environ 37'000 m³.

Pour l'option du maintien de la topographie actuelle, aucun remblai de matériaux d'excavation n'est nécessaire.

4.3.3 Stockage tampon

Le tableau suivant décrit les surfaces à réserver dans le cas où :

- la totalité des matériaux à valoriser (hypothèse d'une valorisation de 15'000 m³ des matériaux de déblais), et
- la totalité des matériaux d'apports externes (37'000 m³)

devaient être stockés de manière provisoire. L'hypothèse d'une hauteur moyenne de 3 m pour les stocks a été prise en considération à ce stade.

Besoins en surface de stockage pour matériaux d'excavation					
Pièce urbaine	Déblais valorisés		Apport extérieur		Surface de stockage totale
	Volume [m3]	Surface [m2]	Volume [m3]	Surface [m2]	
Ea	5'000	1'700	2'000	700	2'400
Eb	5'000	1'700	29'000	9'700	11'400
D	5'000	1'700	6'000	2'000	3'700
Total	15'000	5'100	37'000	12'400	17'500

Tableau 12 : Surfaces de stockage maximales nécessaire

A ce stade, il est admis que la valorisation des matériaux, ainsi que la part des matériaux devant être stabilisés, pourraient directement se faire sur les emprises de remblai sans nécessité de stockage tampon. Ce point devra néanmoins être précisé à un stade ultérieur.

En ce qui concerne l'approvisionnement des déblais externes, une mise en œuvre sur les zones de remblais par apport à « flux tendu » devra être privilégiée, ce qui évitera ou réduira de manière importante les besoins de stockage intermédiaire.

Une synchronisation complète ne pouvant cependant pas être envisagée, la mise en œuvre d'un stock tampon d'une capacité de 10'000 m³ (environ 3'500 m²), est néanmoins à prévoir.

4.4 Aspects économiques

Une estimation des coûts de gestion des matériaux a été réalisée pour les différents scénarios précités, en tenant compte de l'ensemble des opérations de décapage/excavation, transport, stockage tampon, évacuation et mise en place des matériaux terreux et des déblais / remblais à prévoir dans le cadre du projet.

Cette estimation fait l'objet du tableau ci-après qui intègre le volet relatif à la gestion des matériaux terreux, identique pour toutes les options considérées, et le volet relatif à la gestion des matériaux d'excavation pour lesquels des différences significatives sont à considérer au niveau des volumes à excaver et des volumes de remblai à mettre en œuvre.

Outre l'incertitude inhérente à toute estimation préliminaire, 3 postes présentent une variabilité particulière qui ne pourra être précisée que peu de temps préalablement à l'exécution des travaux, dans le cadre de l'adjudication. Il s'agit des postes suivants :

- ⇒ Recette liée à la prise en charge de remblais (« taxe de décharge ») ;
- ⇒ Part des remblais d'apport devant faire l'objet d'un stockage tampon avant mise en œuvre ;
- ⇒ Part des matériaux de remblai devant faire l'objet d'une stabilisation dans le cadre de leur mise en œuvre.

Une étude de sensibilité a été menée sur ces postes selon les hypothèses détaillées plus loin.

Le tableau ci-après considère les hypothèses médianes. Il intègre également l'hypothèse d'une valorisation des matériaux d'excavation (retrait sableux non saturé) à hauteur de 15'000 m³.

N° article	Type de prestation	Unité	PU CHF	Remodelage PLQ				Terrain naturel conservé			
				0.6 pl/100 m2 SBP		1 pl/100 m2 SBP		0.6 pl/100 m2 SBP		1 pl/100 m2 SBP	
				Quantité	Prix	Quantité	Prix	Quantité	Prix	Quantité	Prix
1	Gestion des matériaux terreux										
1.1	Décapage terre végétale et sous-couche	m2	7	66'989	fr. 468'923	66'989	fr. 468'923	66'989	fr. 468'923	66'989	fr. 468'923
1.2	Transport interne et mise en dépôt terre végétale / sous couche	m3	7	27'500	fr. 192'500	27'500	fr. 192'500	27'500	fr. 192'500	27'500	fr. 192'500
1.3	Evacuation valorisation et chargement terre végétale	m3	5	16'069	fr. 80'345	16'069	fr. 80'345	16'069	fr. 80'345	16'069	fr. 80'345
1.4	Evacuation valorisation et chargement sous couche	m3	35	23'420	fr. 819'700	23'420	fr. 819'700	23'420	fr. 819'700	23'420	fr. 819'700
1.5	Reprise et mise en place de la terre végétale + sous couche	m3	12	27'500	fr. 330'000	27'500	fr. 330'000	27'500	fr. 330'000	27'500	fr. 330'000
2	Excavation minérale										
2.1	Excavation	m3	7	137'000	fr. 959'000	173'000	fr. 1'211'000	205'466	fr. 1'438'265	242'000	fr. 1'694'000
2.2	Valorisé sur place										
2.2.1	Transport interne et mise en dépôt déblais yc compactage et réglage soigné	m3	10	15'000	fr. 150'000	15'000	fr. 150'000	0	fr. -	0	fr. -
2.2.2	Reprise du stockage et mise en place	m3	15	15'000	fr. 225'000	15'000	fr. 225'000	0	fr. -	0	fr. -
2.3	Evacuation déblais, yc taxe de stockage, chargement et évacuation des déblais	m3	50	122'000	fr. 6'100'000	158'000	fr. 7'900'000	205'466	fr. 10'273'319	242'000	fr. 12'100'000
2.4	Apport matériaux extérieurs										
2.4.1	Recette taxe de décharge- A	m3	-25	37'000	fr. -925'000	37'000	fr. -925'000	0	fr. -	0	fr. -
2.4.2	Plus-value mise en stockage temporaire et reprise (40% volume mat. exter.) - B	m3	12	14'800	fr. 177'600	14'800	fr. 177'600	0	fr. -	0	fr. -
2.4.3	Mise en place du remblai et compactage	m3	8	37'000	fr. 296'000	37'000	fr. 296'000	0	fr. -	0	fr. -
2.4.4	Plus-value pour stabilisation remblais à la chaux ou ciment (20% volume total) - C	m3	20	10'400	fr. 208'000	10'400	fr. 208'000	0	fr. -	0	fr. -
					fr. 9'080'000		fr. 11'130'000		fr. 13'600'000		fr. 15'690'000

Postes avec incertitudes élevées (dépend des conditions de mise en œuvre)

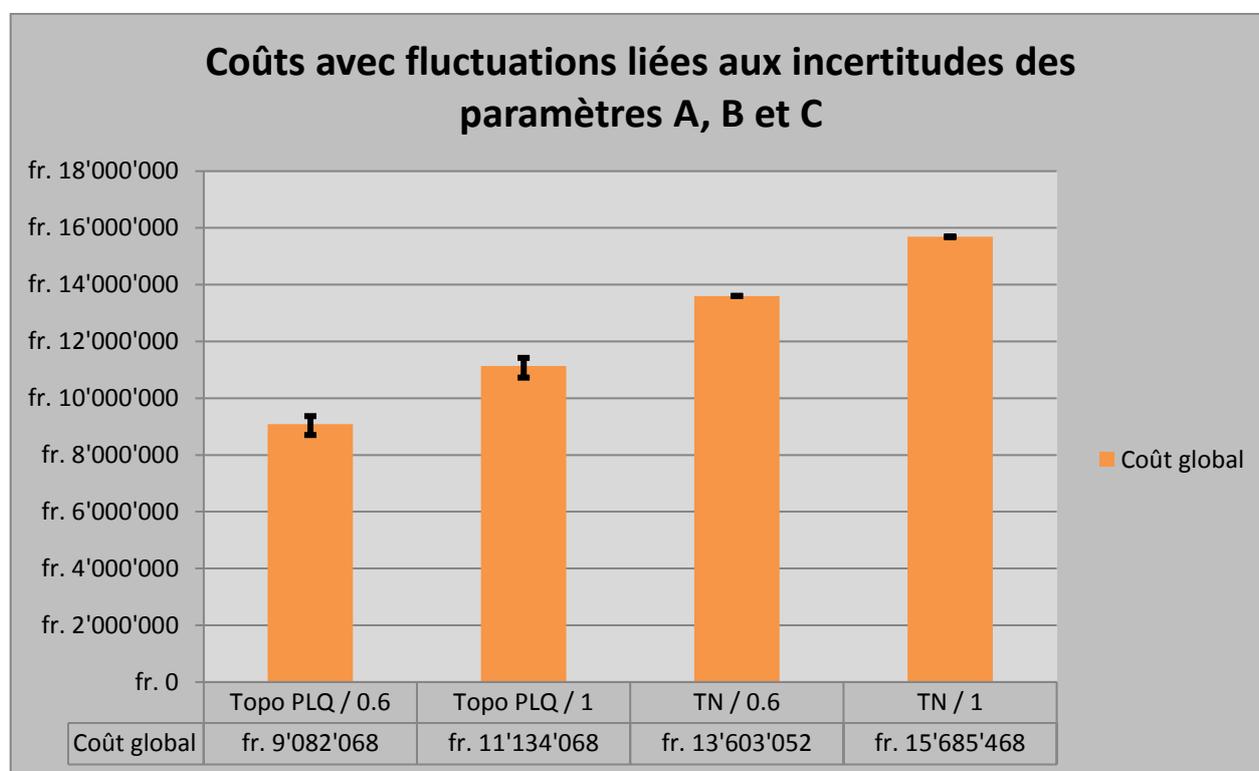
Tableau 13 : Estimation des coûts de gestion des matériaux terreux et des matériaux d'excavation

Les fourchettes de variation prises en compte pour les 3 postes ayant fait l'objet d'une étude de sensibilité sont présentées dans le Tableau 14 ci-dessous :

Paramètres	Etude de sensibilité			
		Favorable	Neutre	Défavorable
Recette liée à la taxe d'apport de remblai [CHF/m ³]	A	-30	-25	-20
Nécessité de stockage tampon des matériaux d'apport [% du Volume total]	B	20%	40%	60%
Nécessité de stabilisation [% du Volume total]	C	10%	20%	30%

Tableau 14 : Étude de sensibilité - description des 3 scénarii "favorable, neutre, défavorable"

L'impact de la variation de ces paramètres sur les coûts globaux de gestion des matériaux terreux et d'excavation est représentée graphiquement puis sous forme chiffrée, ci-après :



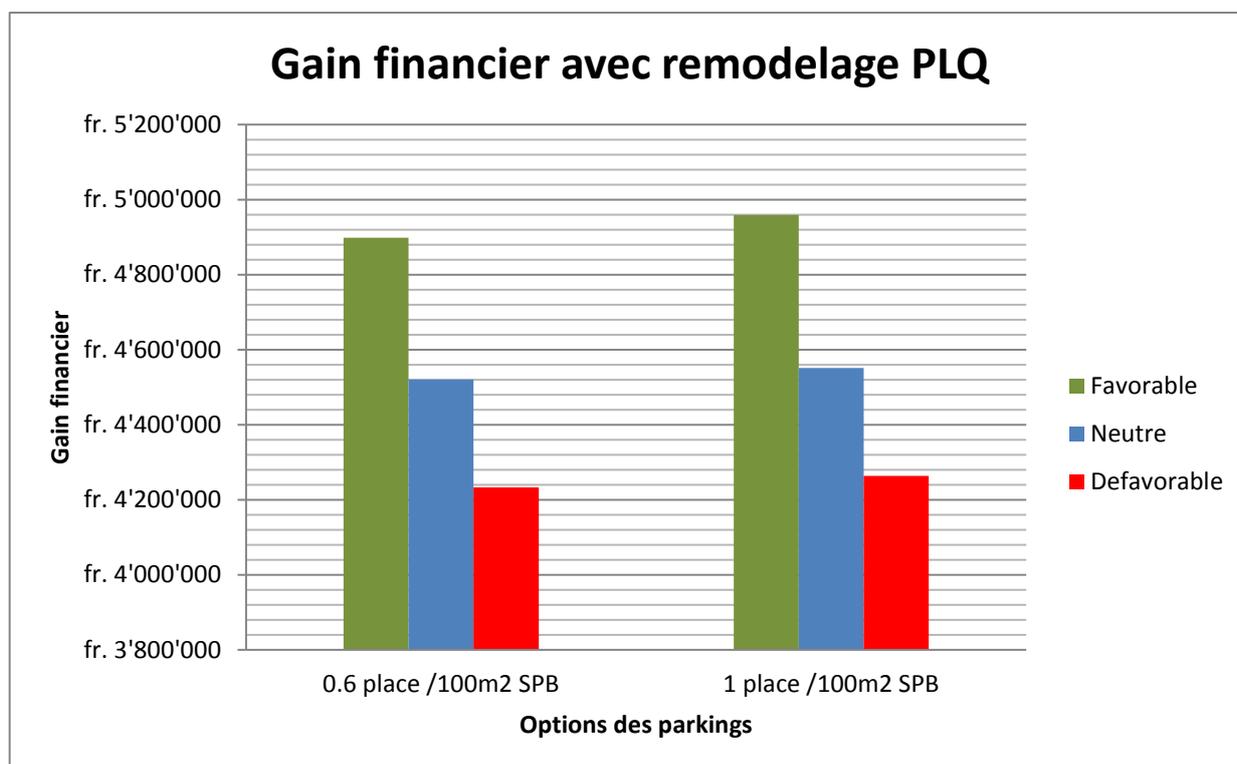
Compte tenu de l'incertitude sur le volume effectif des matériaux excavés pouvant être valorisés, une évaluation de l'incidence de cette variable sur les coûts globaux a également été effectuée. Par rapport au scénario de base considéré dans les tableaux de calculs, soit 15'000 m³ de matériaux valorisés (dont 5'000 m³ à stabiliser), le scénario de valorisation « maximale », consistant à valoriser 25'000 m³ (impliquant la nécessité de stabiliser 15'000 m³), ne modifierait pas sensiblement le coût global. En effet, l'économie réalisée par la déduction des coûts de transport et de mise en décharge des matériaux non valorisés est pratiquement compensée par les surcoûts liés à la stabilisation de ces derniers.

Le Tableau 15 comporte la synthèse des coûts pour chaque scénario en fonction des résultats de l'étude de sensibilité.

Synthèse coûts				
	Remodelage PLQ		Maintien du terrain existant	
	0.6 place /100m2 SPB	1 place /100m2 SPB	0.6 place /100m2 SPB	1 place /100m2 SPB
Favorable	fr. 8'700'000	fr. 10'730'000	fr. 13'600'000	fr. 15'690'000
Neutre	fr. 9'080'000	fr. 11'130'000	fr. 13'600'000	fr. 15'690'000
Defavorable	fr. 9'370'000	fr. 11'420'000	fr. 13'600'000	fr. 15'690'000

Tableau 15 : Synthèse des couts selon les différentes options envisagées

Les gains financiers générés par le remodelage prévu selon le PLQ par rapport à l'option du maintien de la topographie existante sont représentés à la figure suivante.



On constate donc que le scénario «Remodelage topographique PLQ» est plus avantageux que le scénario de maintien de la topographie existante, quels que soient les paramètres pris en compte. Le gain économique réalisé est estimé entre 4.2 et 4.9 millions CHF, en fonction des configurations et paramètres considérés.

Cette estimation devra être affinée à un stade ultérieur en tenant compte des caractéristiques définitives du projet et en intégrant des éléments connexes tels que les coûts des infrastructures de gestion des eaux (option « remodelage topographique » a priori plus favorable car permettant de limiter les profondeurs des infrastructures à mettre en œuvre) et des coûts de fondation des bâtiments (mise en œuvre de fondations spéciales nécessaire pour les 2 options compte tenu de la mauvaise qualité géotechnique du terrain en place).

4.5 Étude d'impact sur le trafic

À l'échelle globale de l'agglomération, les flux de transport générés par les 2 options considérées (remodelage topographique ou maintien de la topographie actuelle) peuvent être considérés comme équivalents, puisque l'option « remodelage topographique selon PLQ » permet simplement d'accueillir des volumes de remblai qui auraient dû dans le cas contraire être évacués vers des sites de stockage.

La proximité du site des Cherpines par rapport au cœur de l'agglomération permet même de penser que cette option permet de réduire les prestations globales de transport compte tenu de l'éloignement plus important des sites de stockage exploités actuellement et dans le futur.

Pour l'option de remodelage topographique, on observe que les mouvements de camions nécessaires à l'extraction des matériaux d'excavation et à l'apport de remblai extérieur nécessaire au rehaussement du périmètre, sont légèrement moins élevés par rapport aux mouvements de camions induits par l'option du maintien de la topographie actuelle (excavation liée aux parkings souterrains très importante).

Ainsi, à l'échelle locale, on observe que l'option de remodelage topographique n'induit aucune augmentation du trafic sur la route de Base, et permet au contraire de la réduire d'une dizaine de mouvements de camions par jours.

Le Tableau 16 ci-dessous présente une estimation globale des flux de poids lourds liés à la gestion des matériaux terreux, des matériaux d'excavation et des matériaux de construction pour les différentes options considérées afin de permettre de quantifier l'importance du trafic supplémentaire lié à l'option de remodelage topographique.

Cette estimation a été réalisée avec des hypothèses défavorables, sans considérer par exemple de synergie entre l'évacuation de déblais et l'apport de remblais.

À partir du nombre total de mouvements de camions, le trafic journalier a été estimé en considérant une durée globale des travaux de 2,5 ans.

Estimation des mouvements de camions de chantier pour l'apport et l'évacuation des matériaux								
	Remodelage PLQ				TN conservé			
	0.6 place/100m2 SBP		1 place/100m2 SBP		0.6 place/100m2 SBP		1 place/100m2 SBP	
	Volume [m3]	Mouvements	Volume [m3]	Mouvements	Volume [m3]	Mouvements	Volume [m3]	Mouvements
Terre végétale + sous-couche à évacuer	39'489	7'898	39'489	7'898	39'489	7'898	39'489	7'898
Déblais à évacuer	137'000	27'400	173'000	34'600	206'000	41'200	242'000	48'400
Remblais à acheminer	37'000	7'400	37'000	7'400	0	0	0	0
Couche d'infrastructure / matériaux de construction	92'103	18'421	92'103	18'421	92'103	18'421	92'103	18'421
Mouvements camions total	61'118		68'318		67'518		74'718	
Mouvements camions par jour *	111		124		123		136	

	0.6 place/100m2 SBP	1 place/100m2 SBP
Traffic supplémentaire engendré par remodelage topographie selon PLQ [mvt/j]	-12	-12

TJOM sur Route de Base [uv/jour]	~ 10'000			
Part du trafic existant sur Rte. Base	1.1%	1.2%	1.2%	1.4%
Part trafic induit par remodelage	-0.12%		-0.12%	

* 220 (jours/année) * 2.5 années = 550 jours de chantier

220
2.5
550

Tableau 16 : Estimation des mouvements de camions de chantier et impact sur le trafic journalier

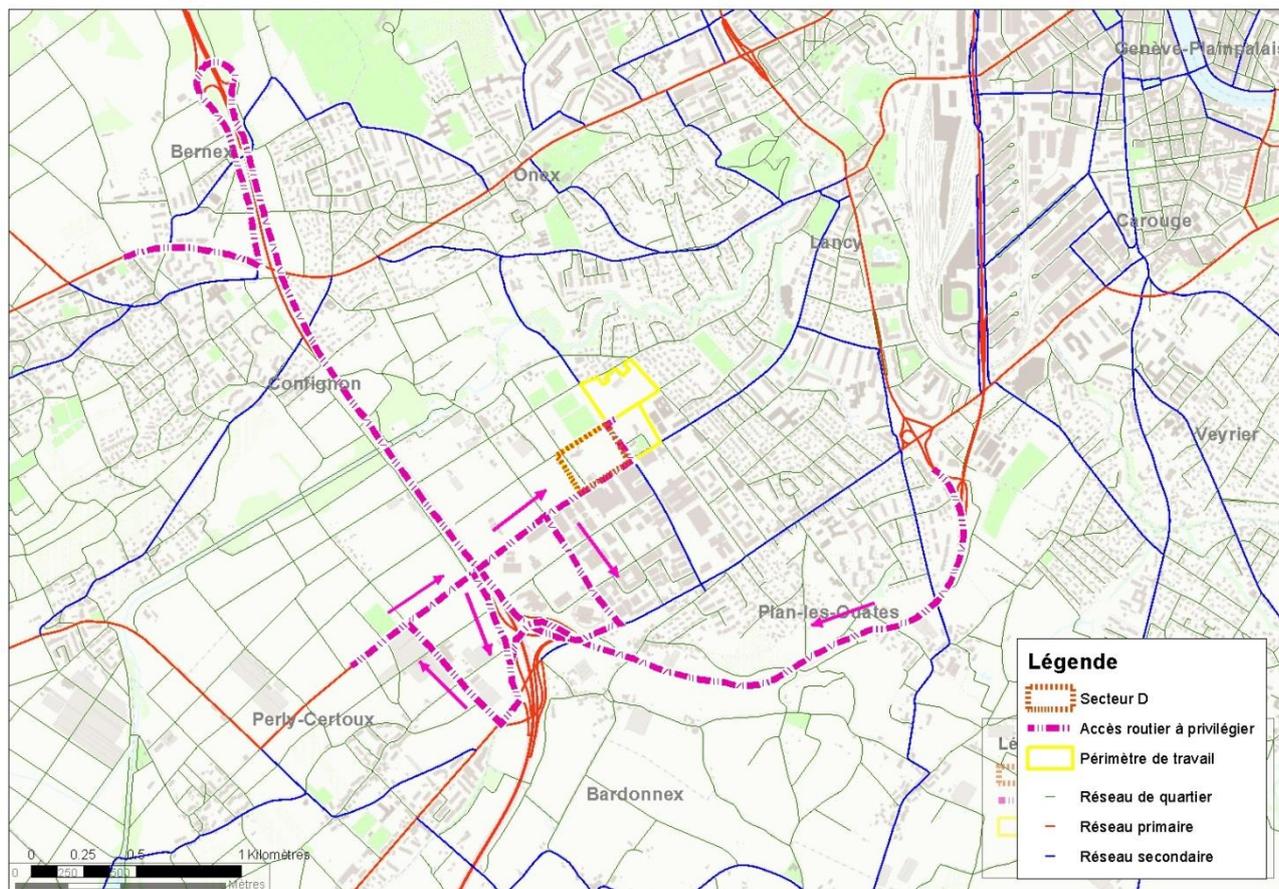


Figure 10 : Situation des accès routiers à privilégier pour le chantier

Les questions liées au trafic de chantier et à la définition des axes à emprunter ainsi que les moyens de contrôle lors de la phase de travaux devront être approfondis ultérieurement.

5. Conclusion

La présente étude a permis de confirmer l'intérêt, en termes économique et de gestion globale des matériaux d'excavation, de la mise en œuvre d'un remodelage topographique du périmètre du secteur du Rolliet, selon les principes définis dans le cadre du Plan directeur de quartier des Cherpines et précisés dans le cadre de l'élaboration du PLQ.

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 1 et 3%) permettant également d'assurer rationnellement l'évacuation des eaux pluviales et de mettre en œuvre des ouvrages de gestion des eaux à ciel ouvert (noues de rétention), en limitant la profondeur et le coût des infrastructures à mettre en œuvre par rapport à l'option de conservation de la topographie existante. Les modes de fondation des bâtiments projetés et la maîtrise des tassements différentiels avec les infrastructures d'accès environnantes devront être précisés ultérieurement. Compte tenu de la mauvaise qualité géotechnique du terrain en place, la mise en œuvre de fondations spéciales est nécessaire pour l'ensemble des bâtiments projetés, quelle que soit la topographie future du périmètre retenue.

Compte tenu de leurs caractéristiques géotechniques défavorables, seule une faible part des matériaux excavés dans le cadre de l'aménagement du secteur du Rolliet pourra être valorisée pour le remblayage des espaces verts dans le cadre du projet d'aménagement.

Compte tenu des contraintes liées au déroulement du chantier (maîtrise de la teneur en eau,...) le volume global de matériaux d'excavation pouvant être valorisé peut être estimé à ce stade entre 10'000 et 25'000 m³. La prise en compte de la borne supérieure de cette fourchette est liée à la confirmation favorable de certaines incertitudes et implique la nécessité d'une stabilisation préalable pour au moins la moitié du volume concerné.

Les bilans de matériaux d'excavation estimés dans le cadre de la présente étude, sur la base de 2 indices de mise en œuvre de places de stationnement en souterrain (0,6 ou 1,0 place pour 100 m² de SBP aménagée) mettent en évidence qu'avec la mise en œuvre du remodelage topographique prévu, le volume de déblai pourra être limité à une fourchette comprise entre 137'000 et 173'000 m³ et que le volume de remblai minéral à mettre en œuvre s'établit à environ 52'000 m³. Dans l'hypothèse du maintien de la topographie existante, le volume de déblai à évacuer serait porté à une fourchette comprise entre 206'000 et 242'000 m³, sans nécessité de mise en œuvre de matériaux de remblai.

Selon les bilans effectués, on constate donc qu'avec remodelage topographique, l'évacuation des matériaux d'excavation vers l'extérieur est réduite d'environ 84'000 m³, et permet l'apport d'un volume de matériaux issus de l'extérieur du chantier à hauteur de 37'000 m³.

Le bilan net global du projet reste cependant négatif, avec une fourchette comprise entre -85'000 m³ (remodelage PLQ et 0.6 place par 100 m² SBP) et -242'000 m³ (topographie actuelle conservée et 1.0 place par 100 m² SBP).

Ce bilan permet néanmoins de mettre en évidence l'intérêt du concept de remblayage dans le cadre de la problématique globale de gestion des matériaux d'excavation à l'échelle du canton de Genève.

Sur le plan économique, les évaluations réalisées, qui intègrent une étude de sensibilité relative à 3 paramètres qui présentent une variabilité particulière qui ne pourra être précisée que peu de temps préalablement à l'exécution des travaux (montant de la « taxe de décharge » pouvant être prélevée dans le cadre de la prise en charge de remblais externes ; part des remblais d'apport devant faire l'objet d'un stockage tampon avant mise en œuvre et part des matériaux de remblai devant faire l'objet d'une stabilisation dans le cadre de leur mise en œuvre), montrent que le gain économique réalisé est estimé entre 4'200'000 CHF et 4'900'000 CHF, en fonction des configurations et paramètres considérés.

Cette estimation devra être affinée à un stade ultérieur en tenant compte des caractéristiques définitives du projet et en intégrant des éléments connexes tels que les coûts des infrastructures de gestion des eaux (option « remodelage topographique » plus favorable car permettant de limiter les profondeurs des infrastructures à mettre en œuvre et assure la mise en œuvre d'ouvrages de rétention à ciel ouvert) et des coûts de fondation des bâtiments (mise en œuvre de fondations spéciales nécessaire pour les 2 options compte tenu de la mauvaise qualité géotechnique du terrain en place).

L'économie ainsi réalisée contribuera à diminuer le coût des infrastructures générales à mettre en œuvre pour l'aménagement du quartier et pourra bénéficier en premier lieu à la Commune de Plan-Les-Ouates et aux autres investisseurs du projet selon des modalités restant à préciser.

Sur le plan du trafic et des impacts et nuisances générés, les flux de transport générés par les 2 options considérées peuvent être considérés comme équivalents à l'échelle globale de l'agglomération genevoise, puisque l'option « remodelage topographique selon PLQ » permet simplement d'accueillir des volumes de remblai qui auraient dû dans le cas contraire être évacués vers de sites de stockage. Les estimations effectuées montrent même une réduction du trafic généré des camions d'environ 10% pour l'option de remodelage topographique.

Sur le plan environnemental global le fait que l'option « remodelage topographique selon PLQ » permet de préserver un volume de stockage externe de l'ordre de 84'000 m³ est également à considérer très favorablement.

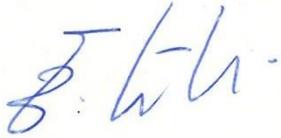
À l'échelle locale, l'option de remodelage topographique générera toutefois un trafic estimé entre 111 et 123 mouvements de poids lourds par jour en moyenne sur l'ensemble de la durée du chantier (124 à 136 mv/j pour l'option de maintien de la topographie existante), estimée à ce stade à 2,5 ans. Le trafic de chantier devrait cependant pouvoir être canalisé sur des axes du réseau primaire peu sensibles aux nuisances ainsi que sur l'autoroute de contournement. Ramené au trafic existant de la route de Base, le trafic induit peut être considéré comme non significatif, puisqu'il représentera environ 1 à 1.5% du TJM actuel.

La présente étude a donc permis de confirmer l'intérêt de la mise en œuvre d'un remodelage topographique du secteur du Rolliet dans le cadre de l'optimisation de la gestion des matériaux d'excavation liée à la réalisation du projet d'urbanisation des Cherpines.

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

- ⇒ Caractéristiques définitives de l'aménagement prévu (implantation ; besoins en sous-sols ; topographie ; principes de desserte et de gestion des eaux).
- ⇒ Investigations géotechniques complémentaires permettant de préciser les caractéristiques effectives et l'aptitude à la valorisation des formations excavées
- ⇒ Prise en compte des dispositifs de fondation prévu pour les bâtiments projetés et des mesures permettant de maîtriser les tassements différentiels.
- ⇒ Précisions des principes d'affectation de l'économie réalisée en lien avec l'apport de remblais externes sur les infrastructures générales liés à l'aménagement du quartier, entre la commune de Plan-Les-Ouates et les autres partenaires du projet.
- ⇒ 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 pièces urbaines permettant d'intégrer notamment les ouvrages de gestion des eaux (définies dans le schéma directeur de gestion des eaux sur la base du remodelage topographique), la surélévation du domaine routier (Chemin du Pont-du-Centenaire, Longues-Rasses et Vélodrome) ainsi que la valorisation des matériaux excavés (par ex. stockage tampon).

CSD INGENIEURS SA.



Eric Saeuberli



e.r. Laurent Hafiz

Carouge, le 16.12.2016

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