

PLAN LOCALISÉ DE QUARTIER PDQ PAV "LES VERNETS", SUR LE TERRITOIRE DE LA VILLE DE GENÈVE

SCHÉMA DIRECTEUR DE GESTION ET D'ÉVACUATION DES EAUX

Carouge, le 22 décembre 2016
GE1595

CSD INGENIEURS SA

Avenue Industrielle 12

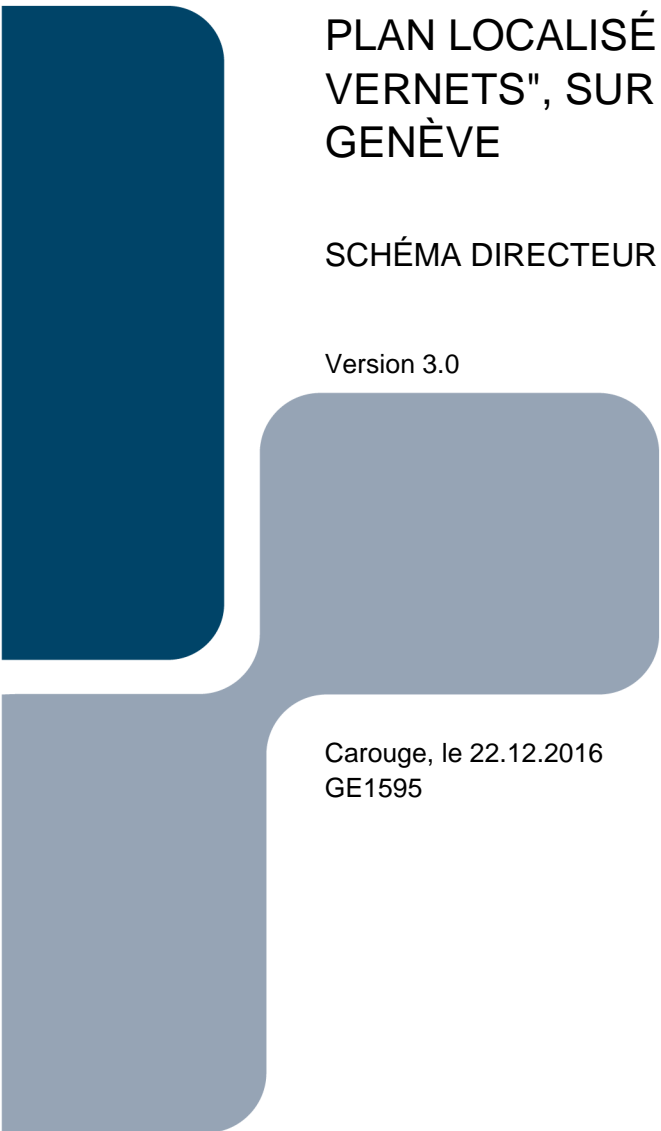
CH-1227 Carouge

t + 41 22 308 89 00

f + 41 22 308 89 11

e geneve@csd.ch

www.csd.ch



PLAN LOCALISÉ DE QUARTIER PDQ PAV "LES VERNETS", SUR LE TERRITOIRE DE LA VILLE DE GENÈVE

SCHÉMA DIRECTEUR DE GESTION ET D'ÉVACUATION DES EAUX

Version 3.0

Carouge, le 22.12.2016
GE1595

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
1.1	Mandat	1
1.2	Travaux effectués	1
2.	DONNÉES DE BASE	2
2.1	Situation générale	2
2.2	Définition du périmètre d'étude et état actuel de l'urbanisation	2
2.3	Description des équipements existants du système d'assainissement	3
2.3.1	Eaux pluviales	5
2.3.2	Eaux usées	5
2.4	Évaluation de l'aptitude à l'infiltration	6
2.4.1	Contexte géologique et hydrogéologique	6
2.4.2	Capacité d'infiltration	7
2.5	Etat futur d'urbanisation	8
2.5.1	Aménagements extérieurs	9
2.5.2	Topographie	11
2.5.3	Bassins versants	14
2.6	Exigences relatives au débit rejeté	15
2.6.1	Contraintes liées au cours d'eau récepteur	15
2.6.2	Contraintes liées au niveau de crue de l'Arve	15
2.6.3	Contraintes liées à l'hydraulique du réseau	15
3.	SCHÉMA DIRECTEUR	16
3.1	Principes généraux	16
3.1.1	Objectifs	16
3.1.2	Contraintes	16
3.2	Principes d'évacuation des eaux et de raccordement au réseau secondaire	17
3.2.1	Investigation des options de raccordement envisageables	17
3.2.1.1	Eaux pluviales	17
3.2.1.2	Eaux usées	18
3.2.2	Définition de la réserve de capacité des collecteurs	19
3.2.2.1	Description de la méthode de calcul	19
3.2.2.2	Etat futur sans raccordement du périmètre du PLQ	20
3.2.2.3	Etat futur avec raccordement du périmètre du PLQ	21
3.2.3	Analyse de variantes	23
3.2.4	Eaux usées	25
3.3	Calculs hydrauliques	25
3.3.1	Dimensionnement du réseau d'eaux pluviales	25
3.3.2	Dimensionnement du réseau d'eaux usées	26
3.3.2.1	Débit généré par le PLQ Les Vernets	26
3.3.2.2	Vérification de la capacité hydraulique du réseau aval	26
3.4	Synthèse des infrastructures prévues par le schéma directeur	26

4. DEVIS ESTIMATIF	28
4.1 Taxe unique de raccordement	28
4.2 Financement, statut et exploitation des réseaux	29

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 – Types de surface raccordée considérées dans le schéma de gestion des eaux sur le périmètre du PLQ Les Vernets	10
Tableau 2 - Débits de crue et niveaux d'eau de l'Arve au droit du PLQ.	15
Tableau 3 – Qmax et taux de remplissage pour le collecteur EP 800 sous la rue Hans-Wilsdorf à l'état futur sans le PLQ	20
Tableau 4 – Qmax et taux de remplissage pour le collecteur EP 800 sous la rue Hans-Wilsdorf à l'état futur avec le PLQ	22
Tableau 5 : Présentation et analyse des variantes	24
Tableau 6 – Tableau récapitulatif des débits évacués pour T=10 ans	25
Tableau 7 - Répartition des droits à bâtir, nombre d'habitants par bâtiment et débits d'eaux usées générés.	26

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation générale du PLQ Les Vernets.	2
Figure 2 : Etat actuel d'urbanisation du PLQ Les Vernets.	3
Figure 3 : Réseau d'assainissement existant et contraintes.	4
Figure 4: Eaux souterraines	7
Figure 5 : Périmètre du PLQ Les Vernets	9
Figure 6 : Aménagements extérieurs et bâtiments projetés du PLQ	10
Figure 7 : Topographie actuelle du périmètre du PLQ Les Vernets	11
Figure 8 : Principe de nivellement (source : ADR).	12
Figure 9 : Gestion des pentes (source : ADR).	13
Figure 10 : Bassins versants définis pour l'évacuation des eaux de surface.	14
Figure 11 : Possibilités de raccordement des eaux pluviales.	17
Figure 12 : Principes d'évacuation de la variante « totalité du périmètre sur l'Arve ».	18
Figure 13 : Possibilités de raccordement au réseau EU.	19
Figure 14 : HyétoGramme de pluie « IDF » pour T=10ans sur une durée de 6 heures.	20
Figure 15 : Schéma de la modélisation hydraulique effectuée avec SWMM pour l'état futur sans PLQ.	21
Figure 16 : Schéma de la modélisation hydraulique effectuée avec SWMM.	22
Figure 17 ; Profil hydraulique du collecteur EP DN 800 sous la rue Hans-Wilsdorf (ligne d'eau maximale).	22
Figure 18 : Réserve de capacité pour une pluie de temps de retour 10 ans.	23

ANNEXES

- Annexe 1 : Schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux pluviales**
- Annexe 2 : Schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux usées**
- Annexe 3 : Devis estimatif**

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

1.1 Mandat

Le présent schéma directeur de gestion des eaux porte sur le plan localisé de quartier (PLQ) relatif au quartier « Les Vernets » situé sur le territoire de la ville de Genève, dans le périmètre du Plan Directeur de Quartier (PDQ) Praille Acacias Vernets (PAV), adopté par le Conseil d'Etat le 1er avril 2015.

Le PLQ Les Vernets prévoit la valorisation d'un périmètre d'environ 6 hectares situé sur les bords de l'Arve en promouvant une morphologie d'ilot urbain à vocation résidentielle en garantissant des espaces publics généreux.

Dans le cadre de la procédure du PLQ, l'Office de l'Urbanisme a mandaté le bureau **CSD Ingénieurs SA** en septembre 2015, pour établir le rapport d'impact sur l'environnement – étape 1 ainsi que le Schéma directeur de gestion des eaux (SDGE) et le Concept énergétique territorial (CET) accompagnant la procédure d'approbation du PLQ Les Vernets. Le présent rapport porte sur le Schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux du PLQ.

Ce schéma directeur a été élaboré selon le cahier de charges établi par l'Office de l'Urbanisme, intégrant les exigences générales du Service de la Planification de l'Eau de la Direction générale de l'eau (DGEau), et les indications transmises par la DGEau et la ville de Genève relatives aux exigences de rejet admissibles dans le réseau d'assainissement et au mode d'évacuation des eaux pluviales et usées.

Le présent document constitue une version actualisée du rapport édité le 11 novembre 2016, correspondant à la mise à jour du rapport du 10 mai 2016 à la suite d'une première enquête technique, sur la base des remarques de la seconde enquête technique qui a fait l'objet d'un préavis de synthèse du SERMA daté du 16 décembre 2016. Afin de faciliter la lecture, les éléments nouveaux ou modifiés par rapport à la version précédente sont mis en évidence par une bordure dans la marge droite.

1.2 Travaux effectués

Le présent document intègre les éléments suivants :

- Collecte et interprétation des données de base relatives au contexte d'implantation du périmètre, au système d'assainissement existant, au contexte géologique et hydrogéologique du site, aux exigences de rejet (réseau secondaire d'assainissement et milieux récepteurs) et aux caractéristiques du projet disponibles auprès des architectes mandataires en charge du projet d'urbanisation.
- Définition des variantes de principe d'évacuation des eaux.
- Définition des bassins versants EP et calculs hydrauliques pour l'état futur de l'urbanisation.
- Définition et étude des variantes de raccordement au réseau secondaire envisageables.
- Modélisation hydraulique détaillée des collecteurs existants avec les sous-bassins connectés afin de préciser les réserves de capacité.
- Elaboration du schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux pluviales.
- Elaboration du schéma directeur d'évacuation des eaux usées ;
- Etablissement d'un devis estimatif des équipements principaux à mettre en place sur le périmètre.

2. Données de Base

2.1 Situation générale

Le projet de PLQ Les Vernets s'étend sur une surface totale d'environ 6 hectares, entièrement inscrite sur le territoire de la ville de Genève. Situé entre le quai des Vernets, la rue Hans Wildorf, la route des Acacias et la rue François-Dussaud. Le périmètre, intégré dans le périmètre du PDQ PAV, est affecté selon la loi n° 10788 relative à l'aménagement du quartier Praille Acacias Vernets, adoptée par le Grand Conseil le 23 juin 2011, en zone de développement 2 destinée aux grandes maisons affectées à l'habitation, au commerce et aux activités du secteur tertiaire.

Le périmètre du PLQ est relativement plat avec des altitudes comprises entre 374 et 377 msn.

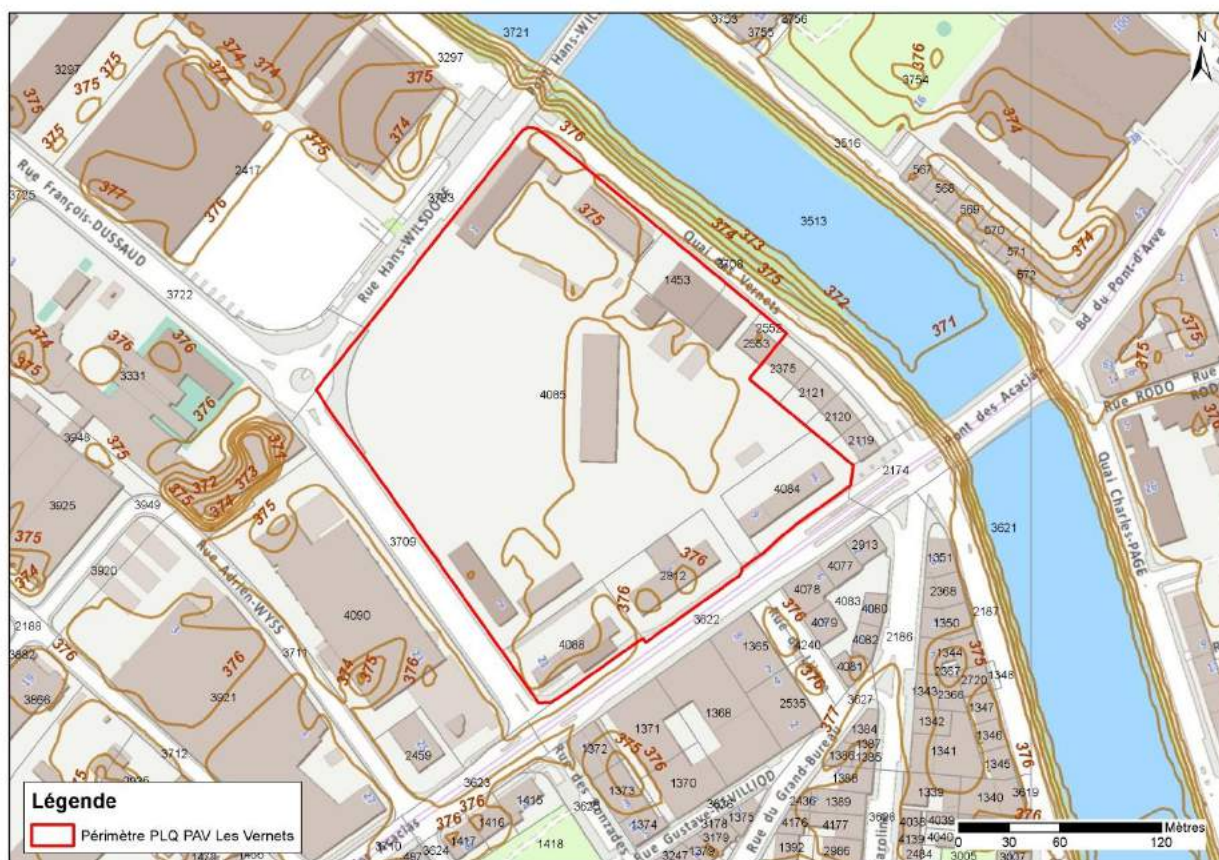


Figure 1 : Situation générale du PLQ Les Vernets.

2.2 Définition du périmètre d'étude et état actuel de l'urbanisation

À l'état actuel, le périmètre du PLQ est très urbanisé, avec la présence de barres d'immeuble le long de la route des Acacias et du quai des Vernets, des bâtiments de la caserne des Vernets et de surfaces d'enrobés importantes. Une zone de pelouse urbaine en forme d'ellipse (terrain de sport) située sur la parcelle de la caserne des Vernets constitue la surface non imperméabilisée la plus importante du périmètre.



Figure 2 : Etat actuel d'urbanisation du PLQ Les Vernets.

2.3 Description des équipements existants du système d'assainissement

Le réseau d'assainissement existant est présenté sur le plan de la Figure 3 et dans les paragraphes ci-après.

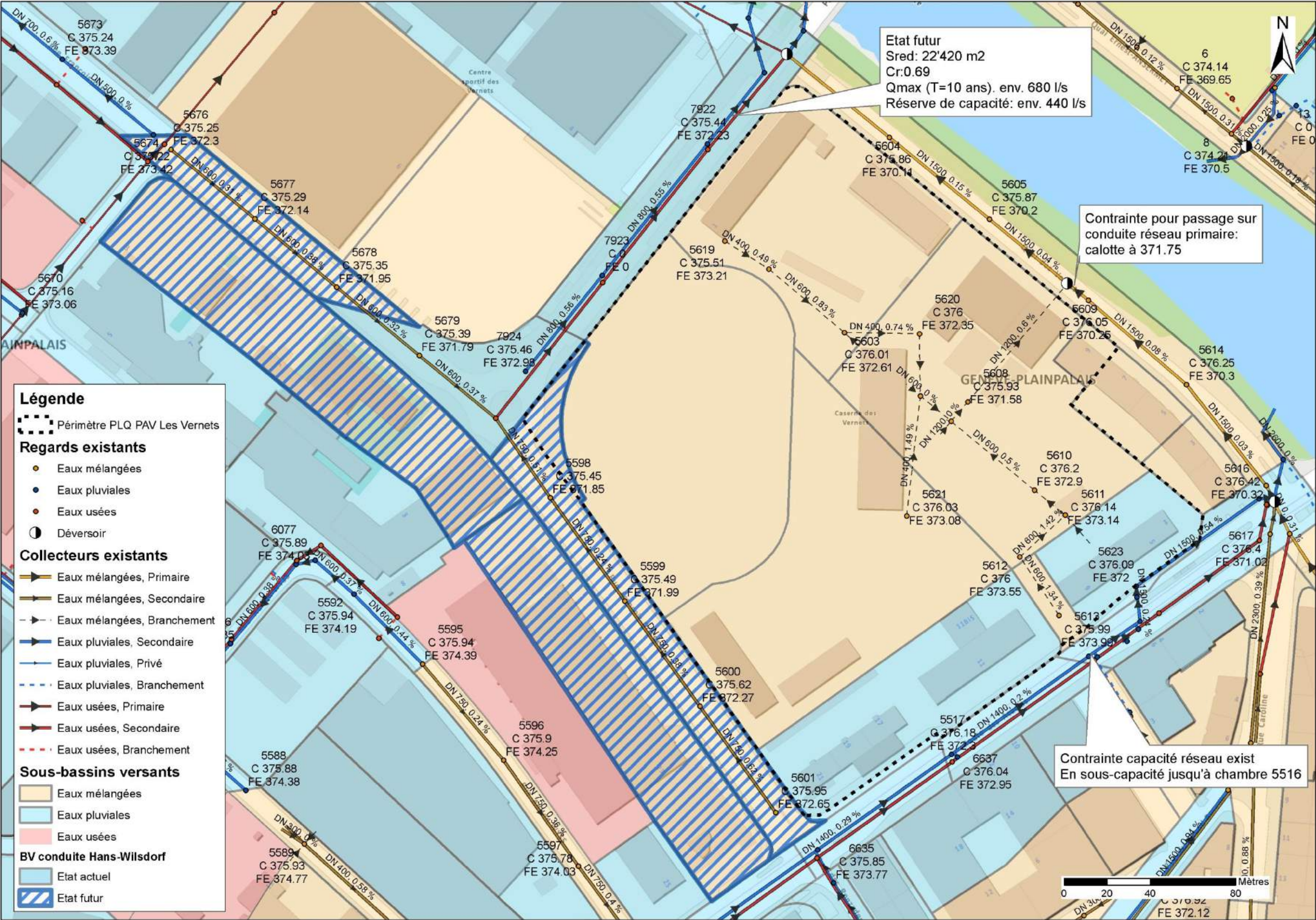


Figure 3 : Réseau d'assainissement existant et contraintes.

2.3.1 Eaux pluviales

Le périmètre se situe dans le bassin versant de l'Arve. A l'état actuel, une grande partie des surfaces sont connectées à un réseau d'eaux mélangées et seule une petite emprise du PLQ est déjà en séparatif.

Les eaux pluviales des bâtiments de la caserne situés au nord du périmètre sont déversées dans le collecteur primaire d'eaux mélangées appartenant aux SIG (collecteur gravitaire circulaire Ø 1500 mm) implanté sous le quai des Vernets équipé du déversoir Vg3 qui rejette les eaux excédentaires vers l'Arve.

Les eaux pluviales du terrain de sport et des bâtiments situés au sud-ouest du périmètre sont évacuées dans le collecteur secondaire d'eaux mélangées (collecteur gravitaire ovoïde 500 par 750 mm) implanté sous la rue François-Dussaud.

Les eaux pluviales des bâtiments le long de la route des Acacias sont connectées au collecteur d'eaux pluviales (collecteur gravitaire circulaire 1400 puis 1500 mm) implanté sous la route des Acacias dont les eaux pluviales sont directement rejetées dans l'Arve.

Les bâtiments construits le long de la route des Acacias sont reliés au réseau public en séparatif mis en place sous la route des Acacias

Un réseau en séparatif a été mis en place sous la rue Hans Wilsdorf. Il récolte les eaux de chaussées de la rue Hans-Wilsdorf et les rejette directement dans l'Arve à la hauteur du pont Hans-Wilsdorf.

Adaptations prévues

La ville de Genève a prévu d'étendre sa mise en séparatif à la rue François-Dussaud en se connectant au collecteur EP sous la rue Hans-Wilsdorf (cf. zone hachurée sur la Figure 3). Cette mise en séparatif sera, le cas échéant, coordonnée avec les besoins du périmètre du PLQ.

Sous le quai des Vernets, dans le cadre des aménagements prévus par le projet « Voie verte », un collecteur EP DN 400 raccordé à l'Arve au point de rejet EP situé à proximité du pont des Acacias est prévu sur 130 m depuis la route des Acacias pour reprendre les eaux de chaussée. Sur le linéaire restant, les eaux pluviales sont évacuées par ruissellement superficiel et infiltration.

Capacité hydraulique

Les observations ci-après sont basées sur les résultats préliminaires du PGEE de la Ville de Genève et complétées par un calcul de débits de pointe généré par les bassins versants connectés au collecteur sous la rue Hans-Wilsdorf réalisé par le bureau Holinger SA à Lausanne.

Sous la route des Acacias, le collecteur EP DN 1400 puis 1500 est en limite de capacité jusqu'à la chambre 5516.

Sous la rue Hans-Wilsdorf, le collecteur EP DN 800 a une capacité hydraulique totale d'environ 1'120 l/s (DN 800 mm, pente moyenne 0.52%). En première approximation basée sur la formule rationnelle et les caractéristiques des bassins versant disponibles dans le PGEE de la Ville de Genève, sa réserve de capacité est d'environ 440 l/s pour un temps de retour T=10 ans en tenant compte du raccordement des bassins versant mis en séparatif sur la rue François-Dussaud.

Etat structurel du réseau

Selon les données disponibles dans le PGEE de la Ville de Genève, le réseau existant est en bon état.

2.3.2 Eaux usées

Le système public d'assainissement des eaux usées au droit du PLQ suit la même schématique que les eaux pluviales (cf. Figure 3).

Les eaux usées des bâtiments de la caserne situés au nord du PLQ sont évacuées par le collecteur primaire EM implanté sous le quai des Vernets (collecteur gravitaire circulaire Ø 1500 mm) après un court

parcours dans un réseau privé. Les bâtiments de la caserne situés au sud du périmètre sont raccordés au collecteur EM (collecteur gravitaire ovoïde 500 par 750 mm) sous la rue François-Dussaud.

Les bâtiments le long de la route des Acacias sont raccordés au réseau en séparatif sous la rue des Acacias (collecteur EU gravitaire circulaire 500 mm),

Les eaux usées du périmètre sont traitées à la STEP d'Aïre.

2.4 Évaluation de l'aptitude à l'infiltration

2.4.1 Contexte géologique et hydrogéologique

Le périmètre du PLQ Les Vernets est situé au droit de la Nappe superficielle de Carouge-La Praille, qui est présente à une profondeur de l'ordre de 2.8 à 3.9 m. Cette nappe ne présente aucun intérêt pour l'alimentation en eau potable et ne bénéficie d'aucune zone de protection des eaux.

Le contexte géologique a été déterminé par une série de sondages réalisés dans le cadre de l'étude géotechnique GADZ effectuée en juin 2011. Les couches géologiques rencontrées sont les suivantes :

- 0 à 1/1.8 m : remblais hétérogènes
- 1/1.8 à 3/4 m : alluvions graveleuses de la terrasse de l'Arve (classe 4a/b)
- 3/4 à 30/40 m : formations de retrait wurmien non consolidées généralement limono-argileuses (6d2 et 6e2)
- 30/40 à 60 m : formations de retrait wurmien semi consolidées (6d12 et 6e12).

Le toit de la molasse (14) est situé à une profondeur comprise entre environ 70 m le long de la rue Hans-Wilsdorf et 100 m le long de la route des Acacias.

La nappe suit un gradient hydraulique dirigé vers l'Arve, son exutoire naturel. Le niveau maximal atteint par l'Arve entre 1989 et 2006 étant inférieur au niveau moyen de la nappe, celle-ci est peu influencée par le cours d'eau au droit de la parcelle d'étude. Pour une crue millénale, le niveau maximum de la nappe sur le périmètre du PLQ est estimé à 374 msm.

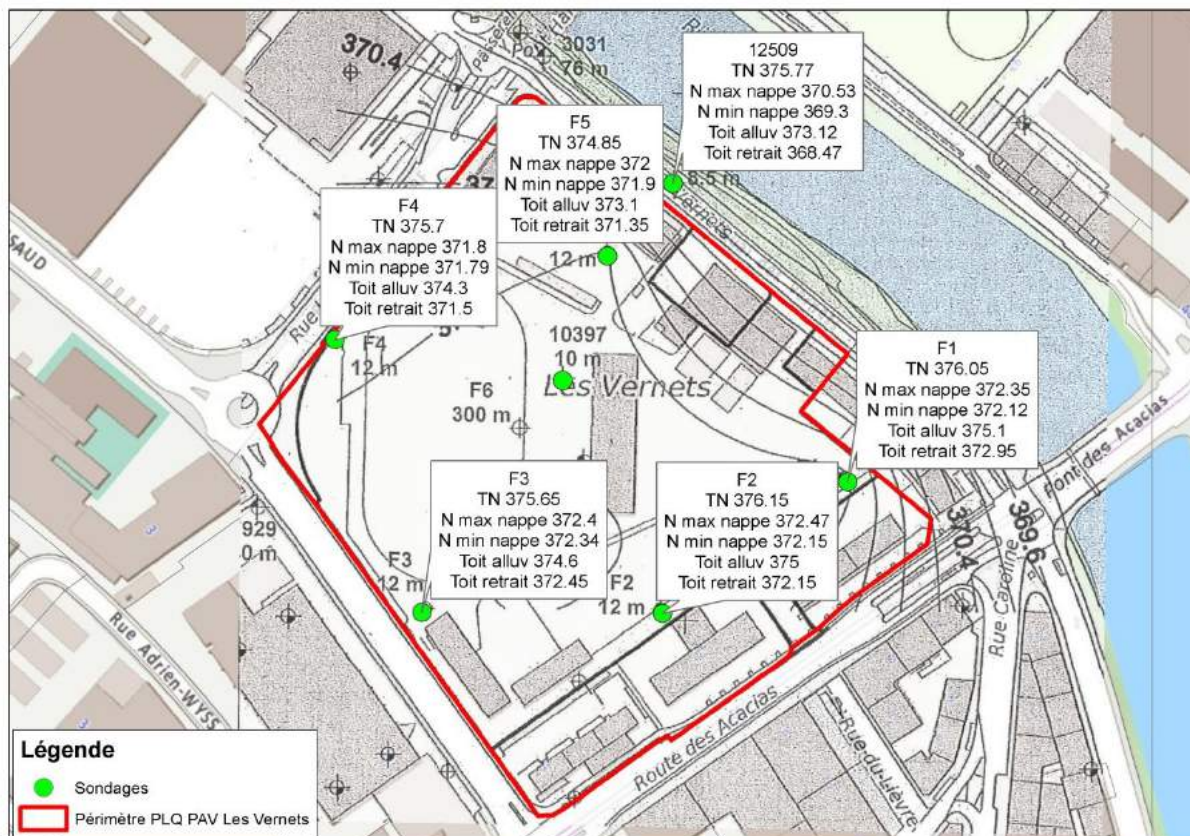


Figure 4: Eaux souterraines

2.4.2 Capacité d'infiltration

Selon la carte du rapport d'état du PGEE, le périmètre du PLQ se situe dans un secteur où l'aptitude à l'infiltration des eaux non polluées est à déterminer « au cas par cas ».

La faible épaisseur de la couche d'alluvion non saturée (environ 2 m en moyenne) ne permet pas d'utiliser les graviers pour l'évacuation des débits de pointe. Une infiltration diffuse des eaux pourrait toutefois être envisagée sur les espaces verts ou semi perméable en dehors de la dalle du parking. L'infiltration des eaux de drainage est envisageable. Si nécessaire, l'infiltration des débits excédentaires est également envisageable en cas de nécessité de réguler les débits rejetés vers le réseau en valorisant le volume de stockage naturel dans ces alluvions à faible profondeur.

Au stade du présent Schéma directeur, le concept de gestion des eaux pluviales tient compte de la gestion de l'intégralité des débits issus des surfaces raccordées par évacuation de surface.

Compte tenu de la présence de la nappe superficielle à une profondeur comprise entre 2.8 et 2.9 m sur une épaisseur d'environ 0.5 m avec un gradient d'écoulement vers l'Arve, les sous-sols pourront avoir un impact potentiel sur le régime d'écoulement de la nappe. Des mesures devront être prises pour contrecarrer l'effet barrage des parois sous nappe. La mise en œuvre d'un drain périphérique au niveau moyen de la nappe superficielle permettant de capter les eaux en amont du sous-sol et de les rejeter à l'aval est à envisager. Une première approximation basée sur les données disponibles à ce stade du projet permet d'évaluer le débit à évacuer à environ 1 l/s en tenant compte d'une hauteur d'aquifère saturée de 0.5 m d'une largeur de sous-sol perpendiculaire à l'écoulement de la nappe de 200 m.

Les modalités techniques de ce dispositif ainsi que la définition de l'entité privée qui en aura la charge de construction, d'entretien et d'exploitation, seront définies dans le cadre de la première autorisation de construire.

2.5 Etat futur d'urbanisation

Le périmètre du PLQ Les Vernets comprend les éléments suivants (Figure 5) :

- L'Opération Les Vernets entièrement située à l'emplacement de la caserne militaire actuelle. L'Opération Les Vernets a fait l'objet d'un concours de projet d'architecture organisé par le canton de Genève en 2013, remporté par le groupement d'architectes Fruehauf Henry Viladoms (FHV)/ Atelier Descombes Rampini SA (ADR SA). Elle prévoit la réalisation d'environ 159'700 m² de nouvelles surfaces brutes de plancher (SBP), affectées à environ 80 % à du logement, le solde étant destiné à des activités sans nuisance et à des commerces de proximité. Ces nouvelles surfaces seront structurées en deux grands îlots d'habitation (A et B), un bâtiment d'activités secondaires et tertiaires (C) et une tour d'habitation (D), réalisables d'ici à l'horizon 2024. L'Opération des Vernets sera concrétisée par le groupement d'investisseurs Ensemble.
- Un sous-périmètre d'environ 6'000 m² situé à l'intérieur du périmètre du projet Opération Les Vernets, destiné à de l'équipement public. Cette surface réservée sera à priori dédiée à une école pouvant intégrer 16 à 20 classes, qui fera l'objet d'un concours ultérieur organisé par la Ville de Genève. Les mêmes caractéristiques d'aménagement extérieur que le reste du projet ont été appliquées à cette zone selon les informations disponibles à ce stade du projet.
- L'emprise d'environ 465 m² des deux parcelles situées le long du Quai des Vernets sous le bâtiment existant Vernet 9, voué à être détruit dans le cadre du PLQ Les Vernets.
- L'emprise d'environ 9'125 m² des trois parcelles situées le long de la route des Acacias et comprenant les trois immeubles existants Acacias 3-5-7-9, Acacias 11-11bis et Acacias 17-19-21. A ce stade du projet, deux options sont considérées pour ces trois immeubles :
 - Option n° 1 : conservation en l'état des trois bâtiments existants ;
 - Option n° 2 : démolition des trois bâtiments existants et reconstruction en conservant le gabarit des bâtiments démolis. Dans le cas où l'option n°2 serait retenue, elle sera réalisée dans un second temps, après la réalisation de l'Opération Les Vernets. L'horizon de réalisation de cette option n'est pas encore défini à ce stade du projet.

Les bâtiments existants le long de route des Acacias ainsi que les aménagements extérieurs les entourant sont déjà connectés en séparatif sur les collecteurs existants sous la route des Acacias. L'hypothèse retenue pour le schéma directeur est qu'aucun changement important ne sera fait sur leur raccordement lors des aménagements prévus.

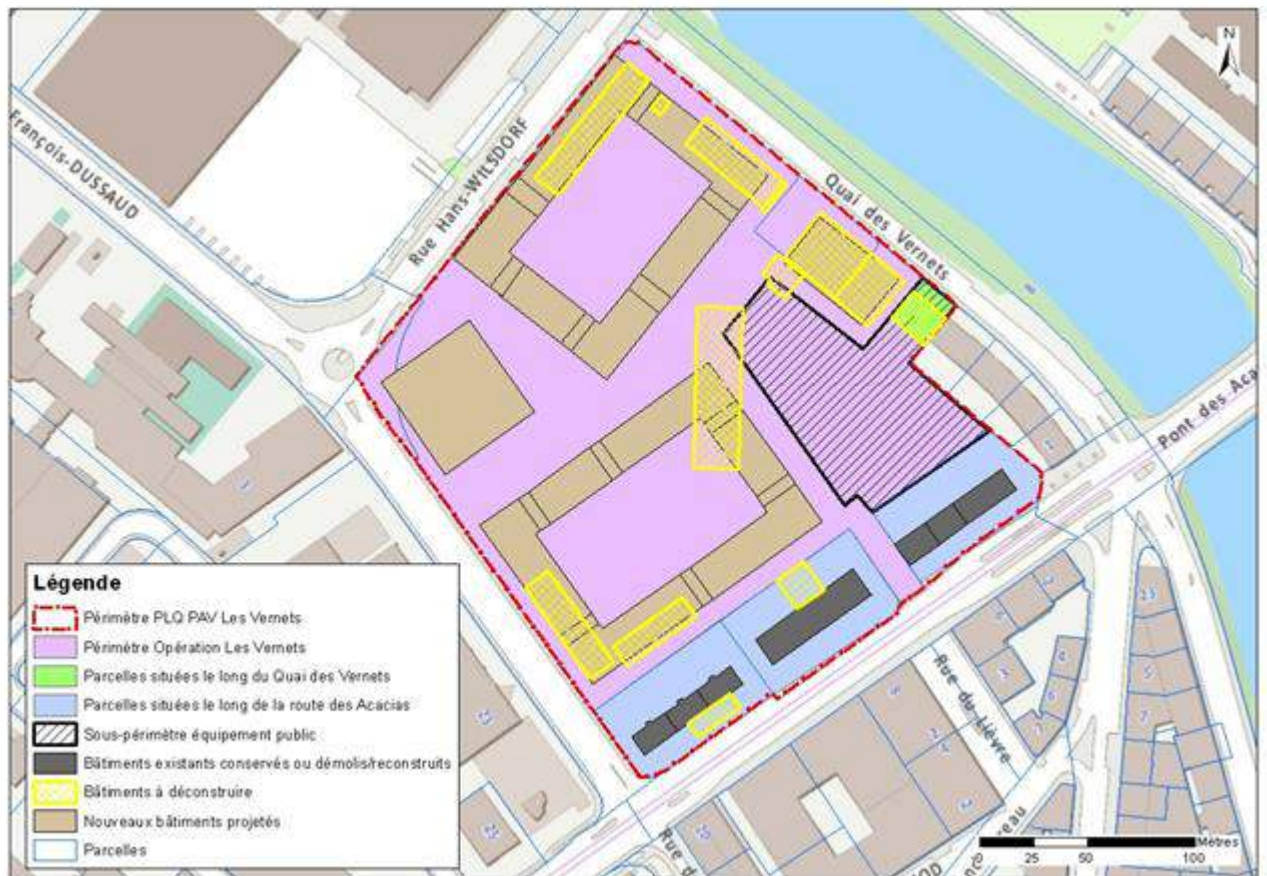


Figure 5 : Périmètre du PLQ Les Vernets

Le projet comprend un parking souterrain réparti sur 2 niveaux, situé sous l'emprise des îlots A, B et C, y compris sous les cours intérieures, avec une liaison entre les différents îlots (Figure 6 ci-après). Le parking comprend deux accès entrée/sortie, l'un depuis la rue Hans-Wilsdorf et l'autre depuis la rue François-Dussaud. La tour D comprend un sous-sol sur deux niveaux relié par une galerie de 10 m de largeur au parking de l'îlot B dont l'emplacement sera fixé lors des phases suivantes du projet.

2.5.1 Aménagements extérieurs

En ce qui concerne les types d'aménagements (Figure 6 ci-après), deux entités sont définies dans le PLQ : les surfaces des cours intérieures des îlots et les zones entre les bâtiments.

Pour les cours des îlots, une surface plantée sur dalle avec au moins 1 m de terre sera assurée sur 45% des cours avec un revêtement non perméable sur les 55% restants.

Pour les espaces extérieurs autour et entre les nouveaux bâtiments, un ratio minimum de 20% de surfaces perméable ou semi-perméable sera assuré avec un revêtement non perméable sur les 80% restant. Les aménagements extérieurs autour des immeubles existants le long de la route des Acacias seront également réaménagés de cette façon.

Les toitures des nouveaux bâtiments seront végétalisées sur 50% de leur surface au minimum. L'augmentation de la part des toitures végétalisées est cependant à recommander en lien avec les enjeux liés à la gestion des eaux, à la biodiversité et au microclimat. Elle est en outre incitée par les abattements prévus au niveau du calcul de la taxe unique de raccordement.

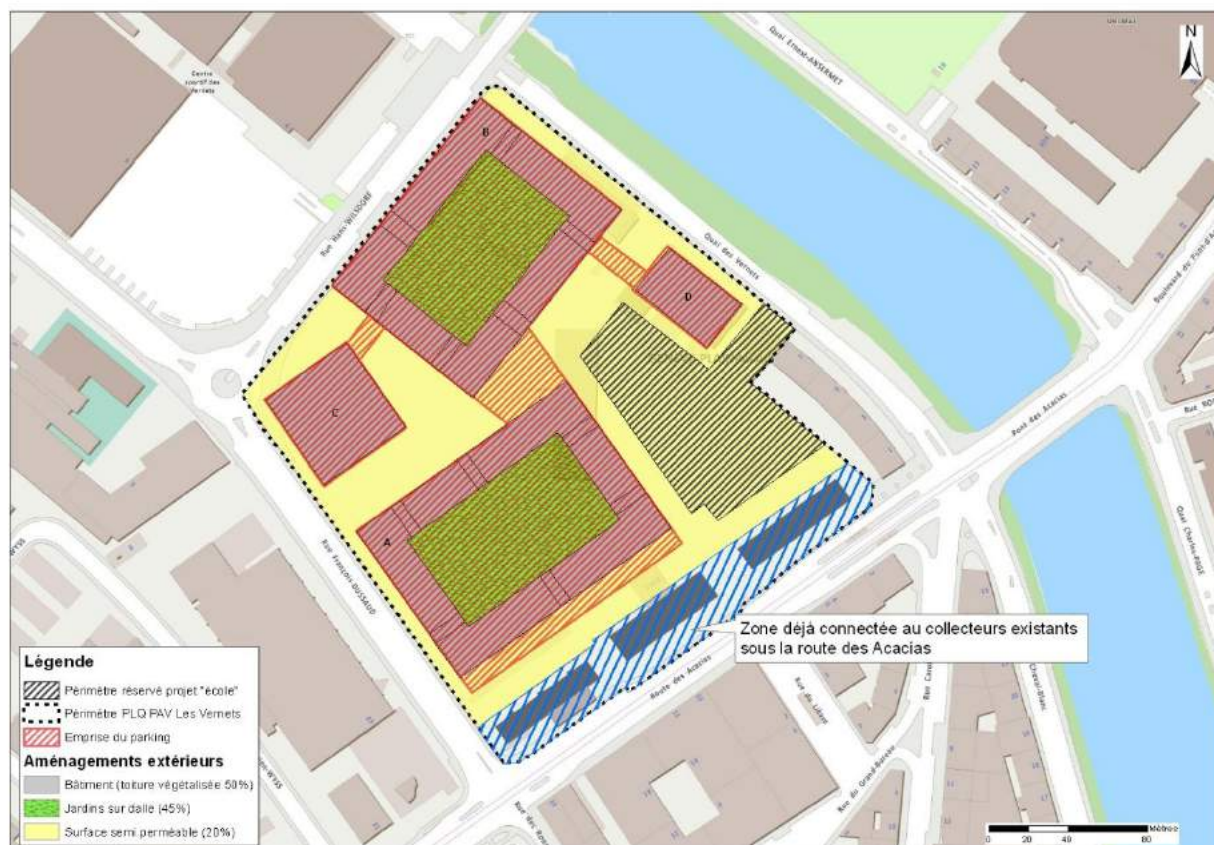


Figure 6 : Aménagements extérieurs et bâtiments projetés du PLQ

Les coefficients de ruissellement attribués aux surfaces raccordées sont de 0.5 pour les espaces verts sur dalle, de 0.9 pour les surfaces imperméables (parkings extérieurs, terrasses externes, voies de circulation automobile, toitures non végétalisées), de 0.65 pour les cheminements semi-perméables et les toitures végétalisées.

Tableau 1 – Types de surface raccordée considérées dans le schéma de gestion des eaux sur le périmètre du PLQ Les Vernets

Type de surface	Cr (-)	Surface raccordée (m ²)
Toitures	0.9	8'560
Toitures végétalisées	0.65	8'560
Surfaces bituminées	0.9	25'330
Espaces verts sur dalle	0.5	4'240
Cheminements perméables	0.65	5'040
Surface raccordée totale (m²)		51'730
Cr total		0.80

2.5.2 Topographie

A l'état actuel, le périmètre du PLQ est situé sur une surface relativement plane avec une zone plus haute le long du quai des Vernets (entre 376.2 et 376.6 msm) et une faible déclivité en direction de l'ouest avec un point bas au carrefour entre la rue François-Dussaud et la rue Hans-Wilsdorf à 375.4 msm.



Figure 7 : Topographie actuelle du périmètre du PLQ Les Vernets

A l'état futur, une cote de nivellement moyenne est donnée à l'ensemble de la parcelle à 376.00 (Figure 8). Elle s'organise selon un rapport entre un point haut à l'altitude 376.20 le long du quai des Vernets et un point bas à 375.30 le long de la rue Hans-Wilsdorf. Les bâtiments A, B et C ont leur rez-de-chaussée à cette cote seuil avec des exceptions ponctuelles pour le bâtiment C. La Tour D définit le point haut de la parcelle avec une cote de seuil à 376.20.

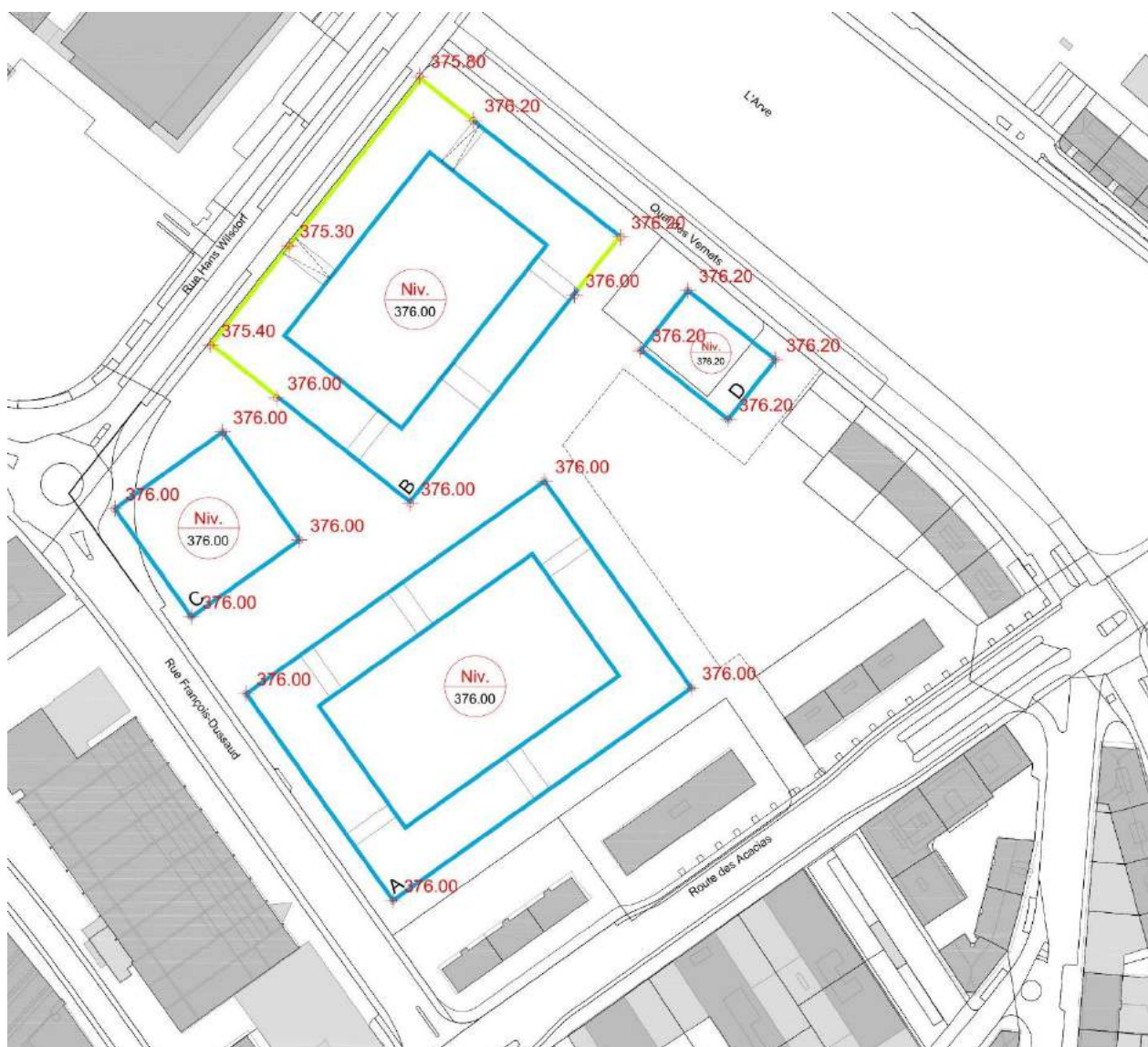


Figure 8 : Principe de nivellement (source : ADR).

En ce qui concerne la gestion des pentes, des pyramides permettant la récolte des eaux pluviales ont été positionnées parallèlement aux façades dans la partie centrale des espaces extérieurs (Figure 9). Les pentes de ces pyramides sont prévues à 2%. Par conséquent, les dalles de rez-de-chaussée seront récoltées à une altitude de 375.85 msm.

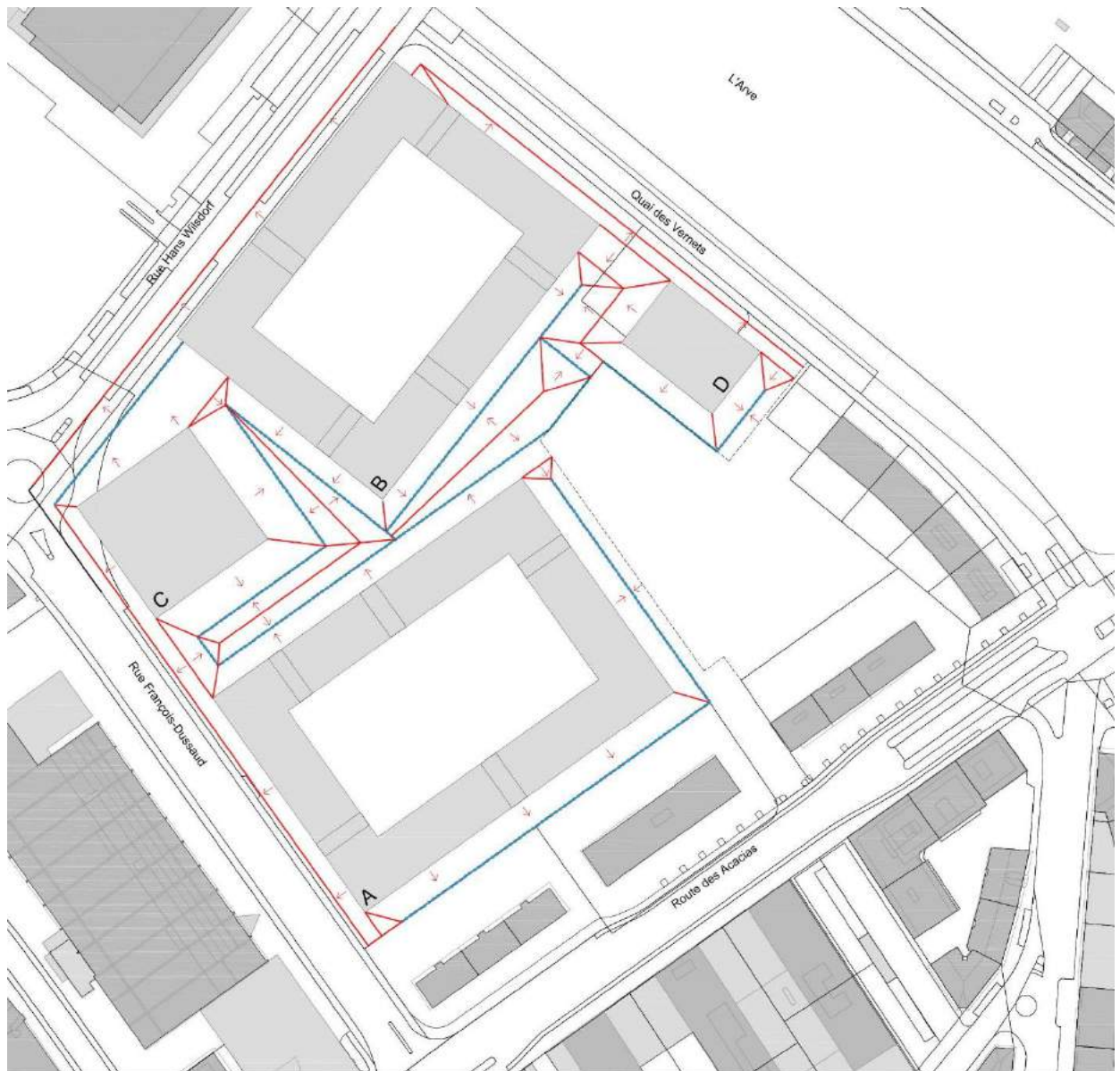


Figure 9 : Gestion des pentes (source : ADR).

2.5.3 Bassins versants

Le périmètre a été séparé en 7 sous-bassins versant dont les caractéristiques sont présentées à la Figure 10. Les débits de pointe générés par les bassins versants (Q_{max}) ont été calculés en première approximation par la formule rationnelle :

$$Q_{max} = i \cdot Surf \cdot Cr$$

où i est la pluie critique de temps de retour 10 ans et de durée de 5 minutes (151 mm/h selon les courbes IDF du canton de Genève) ;

Cr est le coefficient du ruissellement moyen calculé sur la base des affectations de surfaces présentées au paragraphe 0.

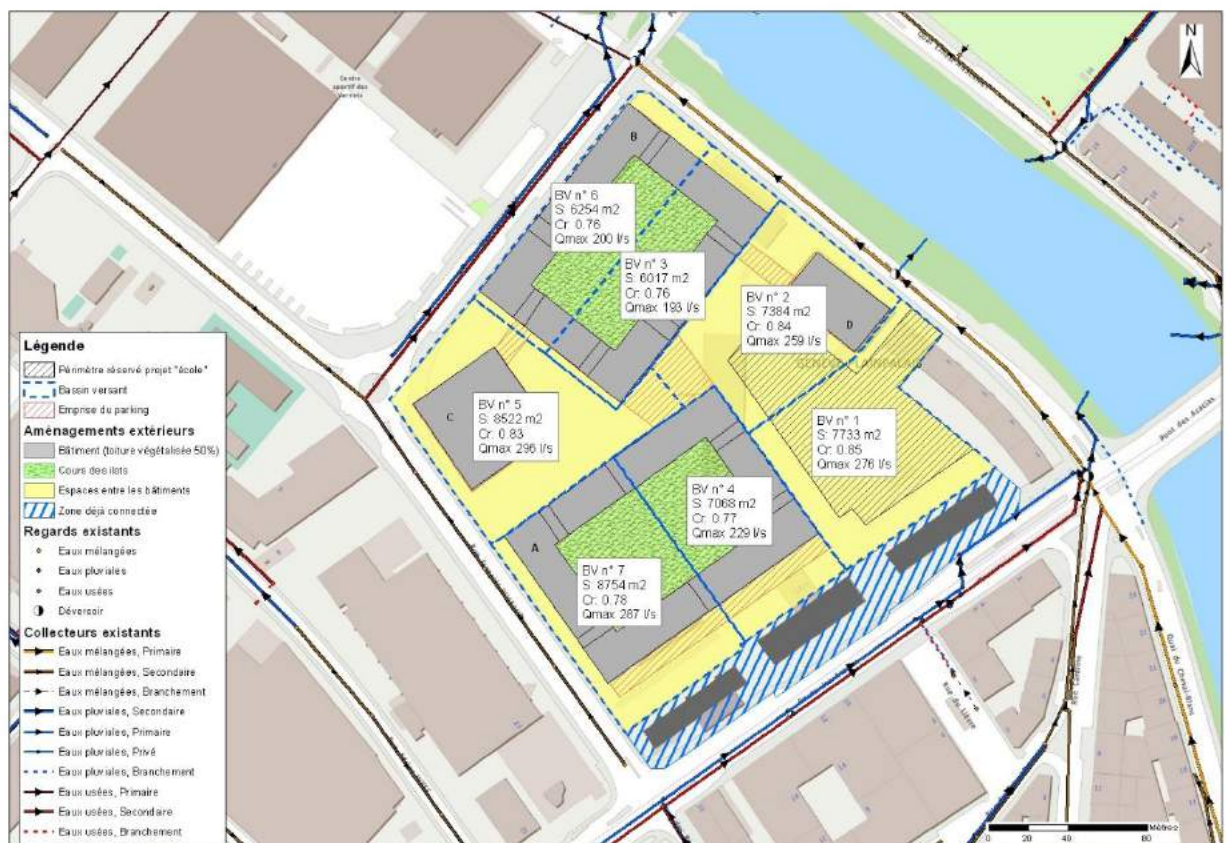


Figure 10 : Bassins versants définis pour l'évacuation des eaux de surface.

2.6 Exigences relatives au débit rejeté

2.6.1 Contraintes liées au cours d'eau récepteur

Compte tenu de l'implantation du PLQ dans le bassin versant de l'Arve, aucune contrainte de débit maximal pour la protection du cours d'eau récepteur n'est à considérer.

2.6.2 Contraintes liées au niveau de crue de l'Arve

Selon la carte des dangers, le périmètre du PLQ se situe hors de toute zone de danger. Les niveaux de crue de l'Arve sont cependant susceptibles d'engendrer une mise en charge du réseau d'eaux pluviales qui doit être considérée dans le cadre de l'élaboration du concept.

Les niveaux de crue transmis par la DGEau au droit du PLQ Les Vernets (km adm 1.557) sont présentés au Tableau 2.

Temps de retour [année]	Q total [m³/s]	Niveau d'eau [msm]
30	820	373.85
100	950	374.25
300	1'070	374.60

Tableau 2 - Débits de crue et niveaux d'eau de l'Arve au droit du PLQ.

Ces niveaux de crue sont situés entre 2.20 m (Q30) et 1.60 m (Q300) en-dessous du niveau du terrain.

2.6.3 Contraintes liées à l'hydraulique du réseau

Les limites de capacité hydrauliques des collecteurs existants ont été décrites selon les données disponibles au chapitre 2.3.1. L'évacuation des eaux pluviales devra respecter les réserves de capacité disponibles dans le réseau d'eaux pluviales.

Le raccordement vers l'Arve se fera en utilisant la conduite existante de sortie du déversoir Vg3 afin d'éviter une nouvelle construction sur les berges de l'Arve. La contrainte pour la géométrie des collecteurs est le niveau minimum permettant de passer par-dessus la conduite EM existante sous le quai des Vernets dont la calotte est située à la cote 371.75 msm.

Les contraintes sont illustrées sur la carte de la Figure 3.

3. Schéma directeur

3.1 Principes généraux

Le raccordement futur du périmètre global a été planifié en tenant compte de la topographie du terrain, de la configuration du projet d'aménagement du PLQ Les Vernets et des caractéristiques et contraintes du système d'assainissement existant, avec l'objectif de garantir une évacuation rationnelle des eaux usées et pluviales du point de vue technique et facilitant l'exploitation tout en minimisant l'ampleur des nouvelles infrastructures à mettre en œuvre.

3.1.1 Objectifs

Le schéma directeur doit être établi en considérant les principes et objectifs suivants :

- Séparation intégrale des eaux polluées (eaux usées domestiques) et des eaux non polluées (eaux pluviales) du périmètre.
- Concrétisation de toutes les opportunités de diminuer le taux d'imperméabilisation des surfaces aménagées par le PLQ afin de limiter les débits de pointe rejetés dans le réseau. Des mesures telles que la mise en œuvre de toitures végétalisées et revêtements perméables ou semi-perméables sont à préconiser et à privilégier même au-delà des valeurs minimales fixées dans le PLQ.
- Intégration optimale des réseaux et infrastructures liés à l'évacuation des eaux aux aménagements constructifs et bâtiments projetés.
- Souplesse et rationalité par rapport aux étapes de réalisation du projet.
- Configuration favorable à une exploitation rationnelle du réseau.
- Minimisation des nouvelles infrastructures à construire et valorisation optimale des collecteurs existants pour l'évacuation des EP ou des EU.

3.1.2 Contraintes

Les contraintes à respecter pour l'établissement du présent schéma directeur sont les suivantes :

- Respect des exigences de rejet dans le réseau de canalisations, en particulier pour les surfaces du périmètre du PLQ raccordées au système public d'assainissement des rues François-Dussaud et Hans Wilsdorf. Le taux d'imperméabilisation de ces surfaces devra être conforme aux hypothèses retenues pour le dimensionnement de la canalisation d'eaux pluviales implantée sous la rue Hans Wilsdorf.
- Dimensionnement des collecteurs EP sur la base du débit généré pour un temps de retour de 10 ans.
- Pente minimale des collecteurs EP: 0.5% pour les collecteurs secondaires et les collectifs-privés, 1% pour les collecteurs EU ; selon SN 592'000 pour les collecteurs privés;
- Diamètre minimal des collecteurs : 250 mm pour les eaux usées, 300 mm pour les eaux pluviales pour les réseaux secondaires et collectifs-privés; selon norme SN 592'000 pour les collecteurs privés.
- Hauteur minimale de recouvrement des collecteurs : 80 cm (norme SIA 190).
- Comme mentionné au §2.4, l'infiltration massive des eaux pluviales ne constitue pas une option à retenir. L'infiltration diffuse dans certains secteurs d'espaces verts, peut néanmoins être envisagée ainsi que l'infiltration des eaux de drainage et d'éventuels débits excédentaires en cas de nécessité de limiter les débits rejetés dans le réseau.

- Mise en œuvre de mesures permettant de limiter tout risque de refoulement ou d'inondation significatif lors des crues de l'Arve. Du fait de l'absence de drainage des sous-sols liée à la présence de la nappe superficielle de Carouge-La Praille, ces mesures pourront se limiter à interdire toute ouverture en-dessous du niveau de crue maximal de l'Arve. De plus, une topographie adaptée permettra d'éviter tout risque d'inondation préjudiciable liée au surplus de débit ne pouvant être évacué par le réseau. Le dimensionnement des collecteurs devra vérifier à un stade ultérieur l'absence de tout risque de refoulement significatif en lien avec la mise en charge provoquée par la crue de l'Arve.

3.2 Principes d'évacuation des eaux et de raccordement au réseau secondaire

3.2.1 Investigation des options de raccordement envisageables

3.2.1.1 Eaux pluviales

Les possibilités de raccordement des eaux pluviales sont présentées sur la Figure 11. Les bassins versants du PLQ peuvent être raccordés :

- au collecteur sortant du déversoir Vg3 sous le quai des Vernets déversant dans l'Arve,
- au collecteur EP sous la rue Hans-Wilsdorf,
- au collecteur EM existant sous la rue François-Dussaud.
- au réseau EP sous la route des Acacias pour les emprises situées le long de cette route comme à l'état actuel.

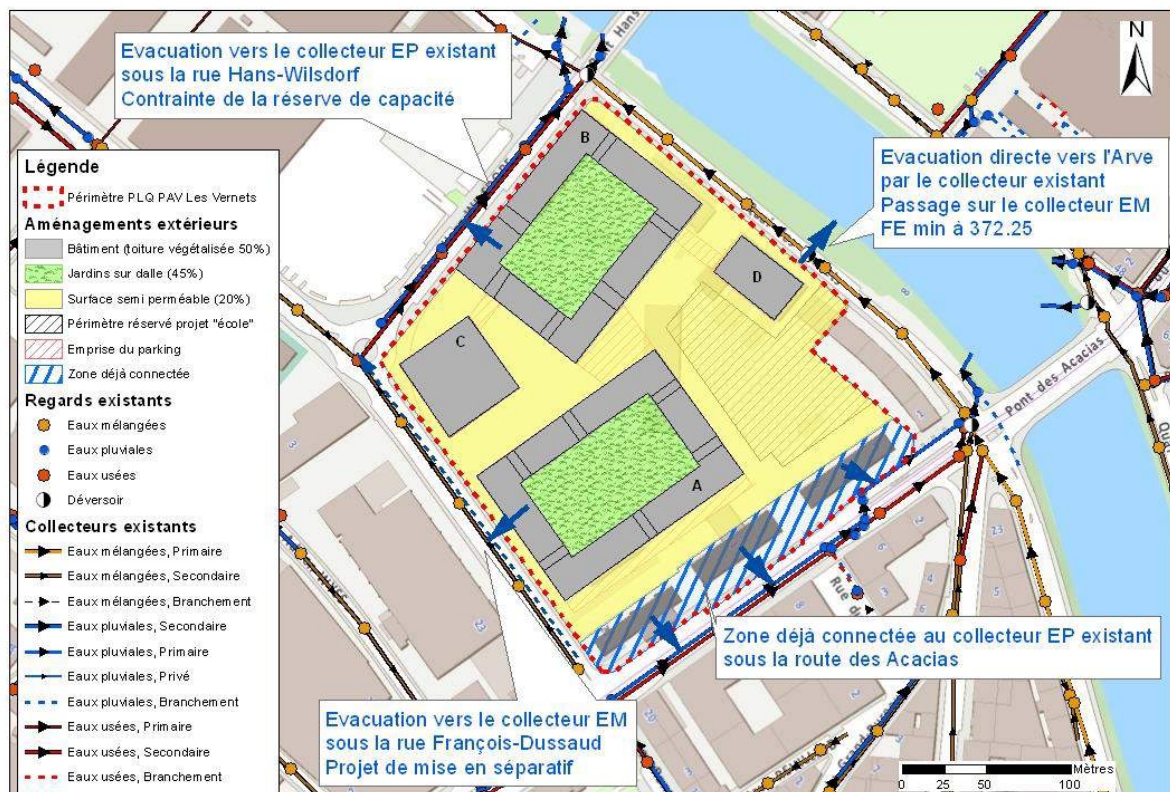


Figure 11 : Possibilités de raccordement des eaux pluviales.

Sur cette base, deux options de principe peuvent être considérées :

- a. Raccorder l'intégralité du périmètre sur le collecteur d'eaux pluviales sortant du déversoir Vg3 vers l'Arve (option présentée dans les plans du groupement Ensemble dans le cadre du concours « Investisseurs »).
- b. Répartir le périmètre du PLQ en deux bassins versants principaux raccordés en partie sur le collecteur directement vers l'Arve et en partie sur les collecteurs existants sous la rue Hans-Wilsdorf et la rue François-Dussaud.

Au vu des contraintes liées à la position de la dalle du parking souterrain (Figure 12), l'option a de raccorder l'intégralité du périmètre à l'Arve n'est pas envisageable. En effet, la dalle du parking souterrain sera implantée à 375.4 msm (environ 60 cm sous la surface du terrain). Pour passer au-dessus, il est nécessaire de mettre en place un caniveau de pente minimale 0.5%. En sortant de la dalle, la longueur maximale de caniveau pouvant être implantée en gardant une pente minimale de 0.5% avant de dépasser la hauteur du terrain est d'environ 30 m, ce qui ne permet pas de récolter les eaux de toutes les surfaces aménagées autour du bâtiment C ni les eaux de toiture du bâtiment C.

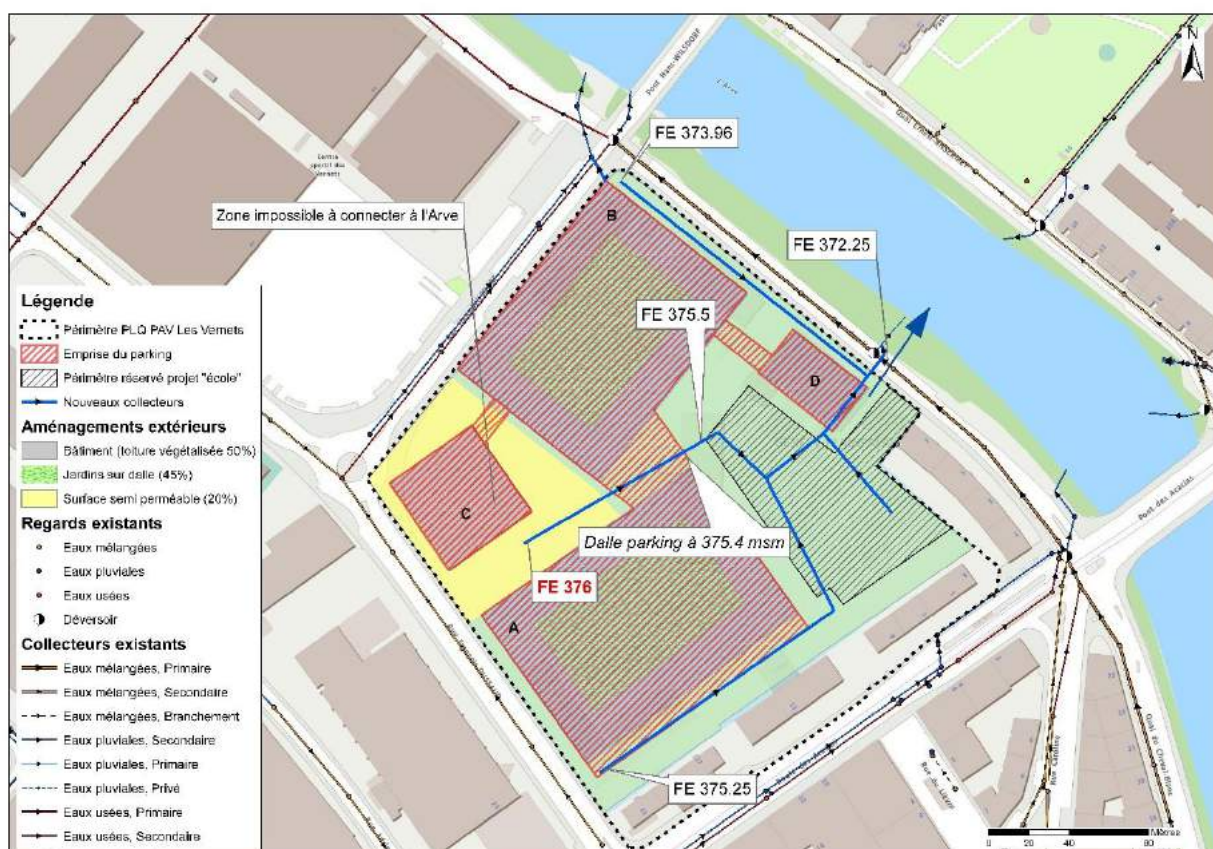


Figure 12 : Principes d'évacuation de la variante « totalité du périmètre sur l'Arve ».

Le concept d'évacuation des eaux pluviales doit donc être basé sur la deuxième option. Une liste de critères a été établie afin de déterminer la répartition des bassins versants à envisager notamment en tenant compte de la réserve de capacité effective dont disposent les collecteurs à l'état futur. Une modélisation hydraulique décrite au paragraphe 3.2.2 a été effectuée dans le but d'évaluer la réserve de capacité effective du réseau pour les différentes options.

3.2.1.2 Eaux usées

Les possibilités de raccordement des eaux usées sont présentées sur la Figure 13. Les bâtiments peuvent être raccordés soit sur le collecteur EM sous le quai des Vernets, soit sur le collecteur EM sous la rue François-Dussaud (ou futur collecteur EU après la mise en séparatif), soit sur le collecteur EU sous la

ruie Hans-Wilsdorf. Le réseau EU sous la route des Acacias est utilisé pour l'évacuation des eaux des bâtiments existants le long de la route des Acacias.

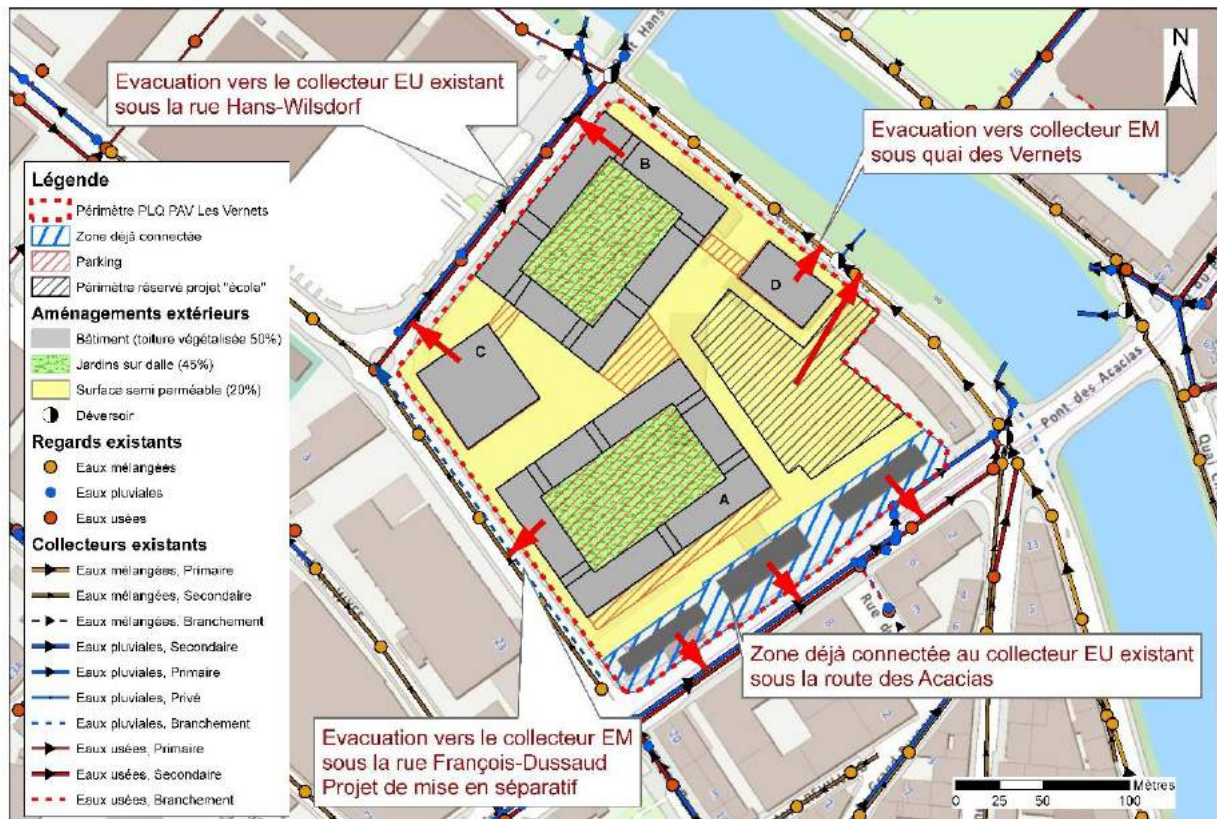


Figure 13 : Possibilités de raccordement au réseau EU.

3.2.2 Définition de la réserve de capacité des collecteurs

3.2.2.1 Description de la méthode de calcul

La réserve de capacité du collecteur EP DN 800 sous la rue Hans-Wilsdorf a été précisée dans le cadre du présent mandat au moyen d'une modélisation hydraulique effectuée avec le logiciel SWMM. La pluie de projet en entrée est une pluie synthétique ayant une durée de 6 h, conforme à la directive IDF 2009 (cf. Figure 14). Pour toute durée de pluie de 1 minute à 24 heures, l'intensité maximale équivaut à l'intensité de pluie définie par les courbes IDF.

La modélisation a été effectuée en tenant compte des surfaces raccordées au réseau, sur la base des taux d'imperméabilisation des surfaces à l'état futur d'urbanisation définis dans le PGEE de la Ville de Genève pour les bassins versants hors PLQ et des caractéristiques des aménagements extérieurs du PLQ.

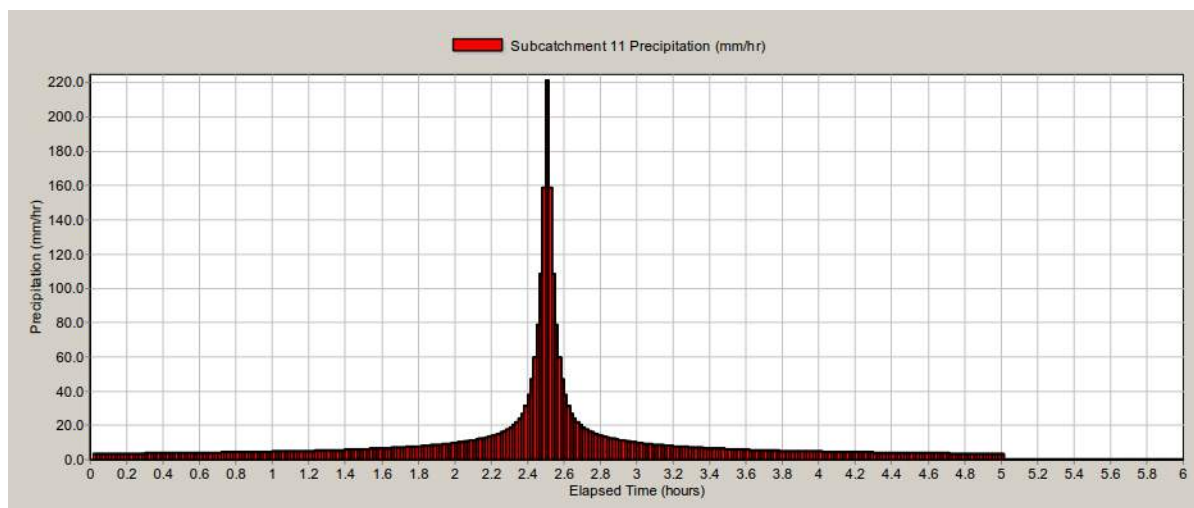


Figure 14 : Hyétogramme de pluie « IDF » pour T=10ans sur une durée de 6 heures.

Le modèle présente les caractéristiques suivantes :

- Pour chaque sous-bassin versant, une calibration du paramètre « width » a été effectuée afin d'attribuer un débit en sortie correspondant au débit estimé par la formule rationnelle pour un temps de concentration de 5 minutes.
- La simulation a été effectuée dans l'hypothèse d'un sol complètement saturé / événement pluvieux antécédent (le Cr est constant pendant toute la durée de l'événement, ce qui correspond à la condition la plus défavorable) ;
- Le coefficient de Strickler adopté pour les dispositifs d'évacuation des eaux est de $90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ pour les nouvelles canalisations en PVC ;
- L'écoulement dans les canalisations a été modélisé sur la base du modèle de l'onde dynamique.

3.2.2.2 Etat futur sans raccordement du périmètre du PLQ

La réserve de capacité à l'état futur avec mise en séparatif du réseau sous la rue François-Dussaud sans le raccordement du périmètre du PLQ est basée sur les bassins versants définis dans le PGEE de la Ville de Genève. Le modèle hydraulique SWMM est présenté sur la Figure 15.

Sur la base de ce calcul, le débit de pointe, ainsi que la réserve de capacité hydraulique sur les différents tronçons est présenté au Tableau 3. Les différences sont dues aux variations de pente du collecteur ainsi qu'aux points de raccordement des bassins versants.

Tableau 3 – Qmax et taux de remplissage pour le collecteur EP 800 sous la rue Hans-Wilsdorf à l'état futur sans le PLQ

Tronçon	Qmax [l/s]	Taux de remplissage [%]	Réserve effective de capacité [l/s]
A (7924-7923)	480	56%	211
B (7923-7921)	570	42%	331
C (7921-Arve)	675	21%	529

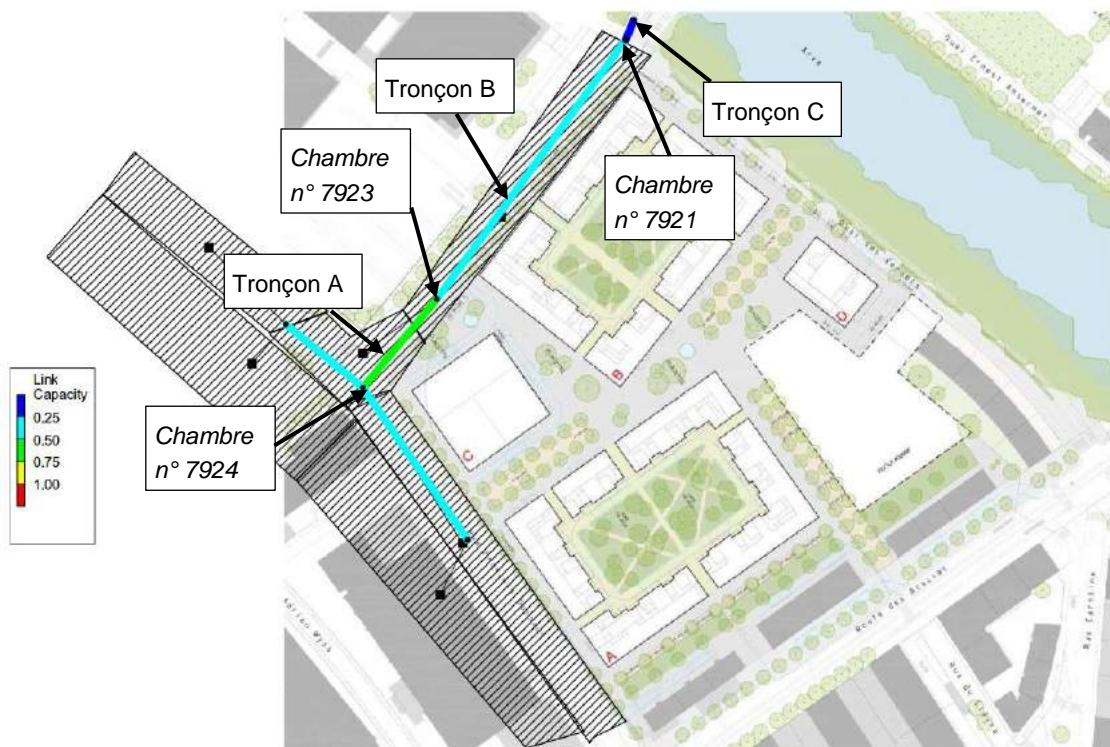


Figure 15 : Schéma de la modélisation hydraulique effectuée avec SWMM pour l'état futur sans PLQ.

3.2.2.3 Etat futur avec raccordement du périmètre du PLQ

Selon les calculs préliminaires effectués, le raccordement de la moitié des toitures et des cours des ilots A et B sur le réseau existant sous la rue Hans-Wilsdorf et sur le futur collecteur EP sous la rue François-Dussaud génère un débit proche de la réserve de capacité des collecteurs. C'est donc cette configuration qui a été modélisée. Les bassins versant 5, 6 et 7 (Figure 10) sont raccordés au réseau d'assainissement EP existant et les eaux de ruissellement des bassins versant 1 à 4 sont évacuées en direction du quai des Vernets au moyen du collecteur se déversant dans l'Arve à l'aval du déversoir Vg3.

Un schéma du modèle hydraulique réalisé avec SWMM est présenté sur la Figure 16.

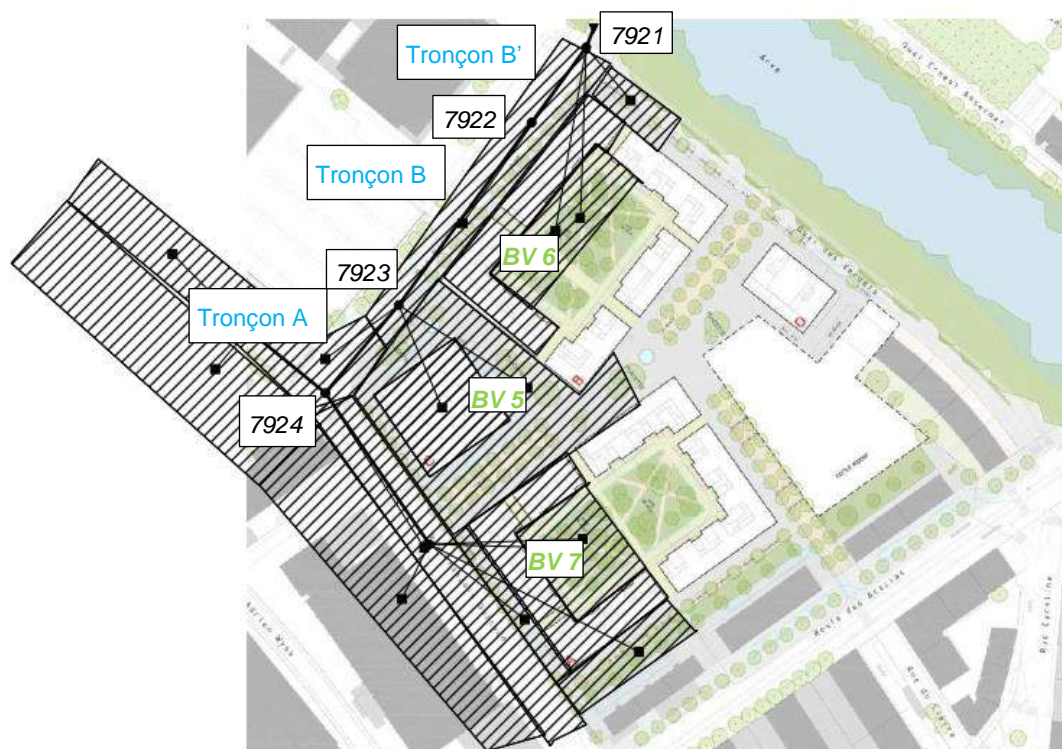


Figure 16 : Schéma de la modélisation hydraulique effectuée avec SWMM.

Collecteur sous la rue Hans Wilsdorf

La Figure 17 présente le profil hydraulique du collecteur EP DN 800 existant sous la rue Hans-Wilsdorf entre les chambres 7924 et 7921 pour une pluie de temps de retour $T = 10$ ans avec connexion du bassin versant 7 à l'amont sur la rue François-Dussaud et connexion des bassins versants 5 et 6 sur la rue Hans-Wilsdorf.

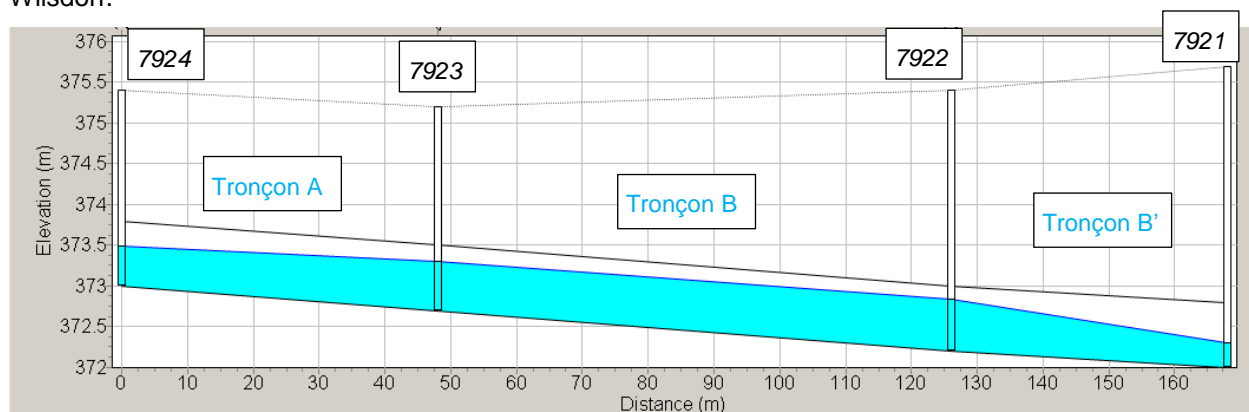


Figure 17 ; Profil hydraulique du collecteur EP DN 800 sous la rue Hans-Wilsdorf (ligne d'eau maximale).

Sur le linéaire le long du PLQ entre les chambres 7924 et 7921, le collecteur est utilisé au maximum à 84% de sa capacité avec une réserve de capacité au minimum de 165 l/s (Tableau 4 et Figure 18).

Tableau 4 – Qmax et taux de remplissage pour le collecteur EP 800 sous la rue Hans-Wilsdorf à l'état futur avec le PLQ

Tronçon	Qmax [l/s]	Taux de remplissage [%]	Réserve effective de capacité [l/s]
A (7924-7923)	730	76%	175
B (7923-7922)	1'030	84%	165
B' (7922-7921)	1'100	62%	418

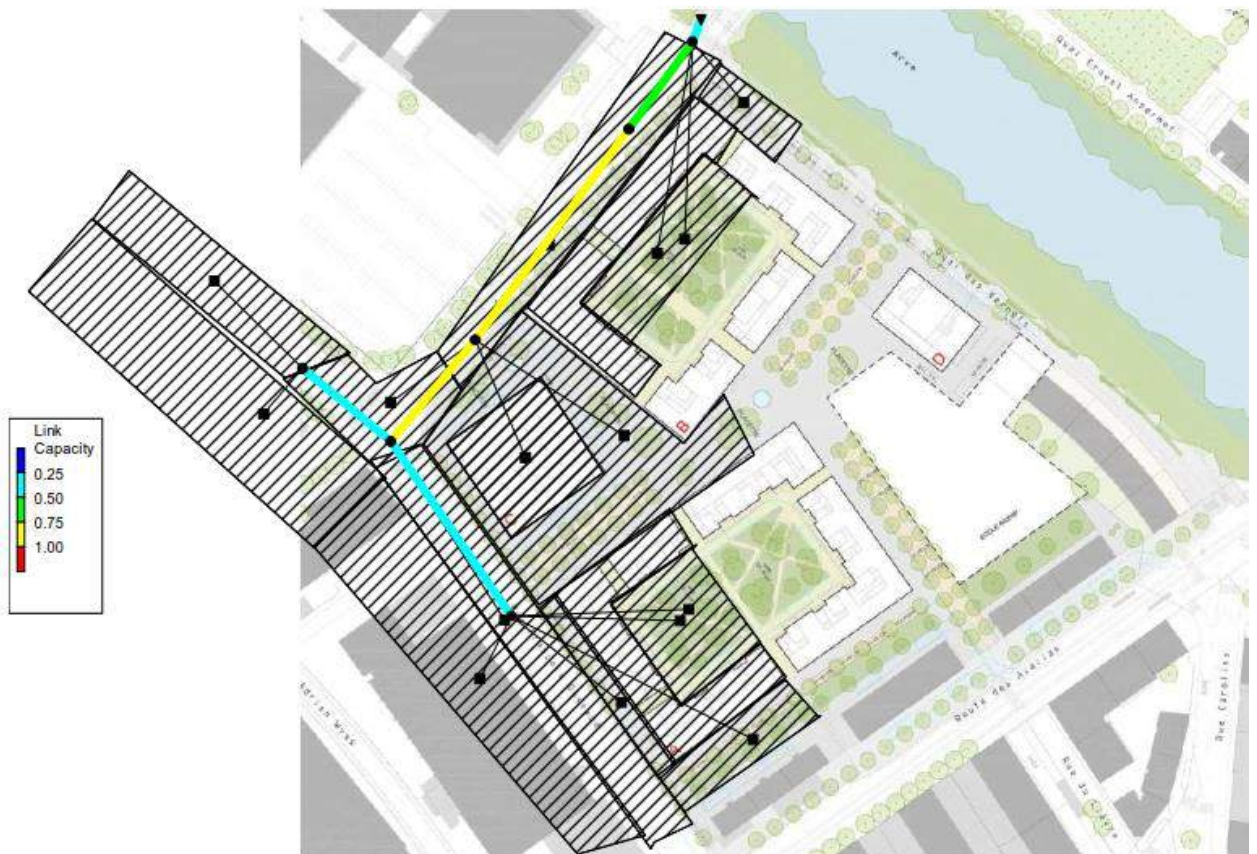


Figure 18 : Réserve de capacité pour une pluie de temps de retour 10 ans.

On constate donc que le collecteur EP DN 800 sous la rue Hans-Wilsdorf dispose d'une réserve de capacité suffisante pour permettre le raccordement de la partie sud-ouest du périmètre du PLQ selon les bassins versants définis à la Figure 18, sans risque de mise en charge.

Le raccordement d'une surface plus conséquente du PLQ (totalité des ilots A et B et des cours intérieures) serait même envisageable, le cas échéant avec des mesures de gestion des débits de pointe peu contraignantes et faciles à mettre en œuvre (par exemple, rétention en toiture, infiltration d'un débit excédentaire limité dans l'aquifère).

3.2.3 Analyse de variantes

Trois variantes de répartition des bassins versants sur les collecteurs existants sous la rue François-Dussaud et la rue Hans-Wilsdorf et sur le collecteur vers l'Arve ont été étudiées afin de déterminer la configuration optimale. Pour ce faire, une liste de critères tenant compte des contraintes constructives liées au bâtiments et aménagements extérieurs, des contraintes de capacité du réseau existant et du mode d'exploitation des réseaux à mettre en place a été prise en compte.

PLQ Les Vernets – Schéma directeur de gestion des eaux pluviales
Etude de variantes

	Variante 1 - Raccordement du bâtiment C et des aménagements extérieurs l’entourant vers la rue Hans-Wilsdorf au collecteur EP sous la rue Hans-Wilsdorf, solde du PLQ raccordé vers le quai des Vernets par le collecteur sortant du déversoir d’orage Vg3	Variante 2 - Raccordement de la moitié des toitures des ilots A et B et du bâtiment C vers le réseau rue Hans-Wilsdorf et rue François-Dussaud, solde du PLQ raccordé vers le quai des Vernets par le collecteur sortant du déversoir d’orage Vg3	Variante 3 - Raccordement de la totalité des ilots A et B et du bâtiment C vers le réseau existant, solde du PLQ raccordé vers le quai des Vernets par le collecteur sortant du déversoir d’orage Vg3
Nécessité de mise en œuvre de volume de rétention	Pas obligatoire mais recommandé en toiture pour limiter le diamètre des collecteurs à l’intérieur du PLQ et abaisser la taxe de raccordement.	Pas obligatoire mais recommandé en toiture pour limiter le diamètre des collecteurs à l’intérieur du PLQ et abaisser la taxe de raccordement.	Obligatoire en raison de la limite de capacité des collecteurs. Nécessité de prévoir un volume de rétention hors toiture (env. 100 m³) pouvant être mis à disposition au niveau de l’aquifère non saturé.
Nouveau réseau EP-EU à créer sur le périmètre	Env. 700 m linéaire de réseau à mettre en place.	Env. 640 m linéaire de réseau à mettre en place.	Env. 620 m linéaire de réseau à mettre en place.
Raccordement au réseau existant	Respect de la contrainte de limite de capacité des collecteurs existants. A priori 2 raccordements sur le réseau existant dont 1 à l’aval du déversoir d’orage Vg3 sous le quai des Vernets.	Respect de la contrainte de limite de capacité des collecteurs existants. A priori 4 raccordements sur le réseau existant dont 1 à l’aval du déversoir d’orage Vg3 sous le quai des Vernets.	Respect de la contrainte de limite de capacité des collecteurs existants uniquement avec des mesures de gestion des débits de pointe. A priori 4 raccordements sur le réseau existant dont 1 à l’aval du déversoir d’orage Vg3 sous le quai des Vernets.
Adéquation avec les bâtiments, aménagements extérieurs et topographie prévus par le PLQ	Raccordement de la totalité des ilots vers l’Arve non optimale (sur-profondeur des réseaux, conflit avec la dalle du parking).	Raccordement de la moitié des ilots vers les collecteurs existants conforme à la topographie prévue et aux aménagements des toitures, favorable à la configuration des dalles.	Raccordement de la totalité des ilots vers les collecteurs existants non optimale (sur-profondeur des réseaux, conflit avec la dalle du parking).
Gestion et exploitation du réseau	Implique la mise en œuvre d’un important linéaire de réseau « commun » à l’intérieur du PLQ dont le statut et le mode de gestion restent à clarifier.	Raccordement des bâtiments principaux assuré par des réseaux privé. Réseau « commun » limité à l’espace libre au nord-est du PLQ (esplanade du projet école) dont le statut et le mode de gestion restent à clarifier.	Raccordement des bâtiments principaux assuré par des réseaux privé. Réseau « commun » limité à l’espace libre au nord-est du PLQ (esplanade du projet école) dont le statut et le mode de gestion restent à clarifier.
Taxe unique de raccordement (composante « eaux pluviales »)	Avec la mise ne place d’un réseau EP privé vers le quai des Vernets, aucune taxe de raccordement pour les surfaces raccordées. Taxe unique de raccordement à env 161’000 CHF HT.	Avec la mise ne place d’un réseau EP privé vers le quai des Vernets, aucune taxe de raccordement pour les surfaces raccordées. Taxe unique de raccordement à env 398’000 CHF HT.	Avec la mise ne place d’un réseau EP privé vers le quai des Vernets, aucune taxe de raccordement pour les surfaces raccordées. Taxe unique de raccordement à env 600’000 CHF HT.
Synergie avec mise en œuvre réseau EU	Synergie limitée mais évacuation rationnelle des EU vers le réseau existant garantie.	Synergie dans les fouilles possible aux raccordements sur la rue Hans-Wilsdorf et la rue François-Dussaud.	Synergie dans les fouilles possible aux raccordements sur la rue Hans-Wilsdorf et la rue François-Dussaud.

Tableau 5 : Présentation et analyse des variantes

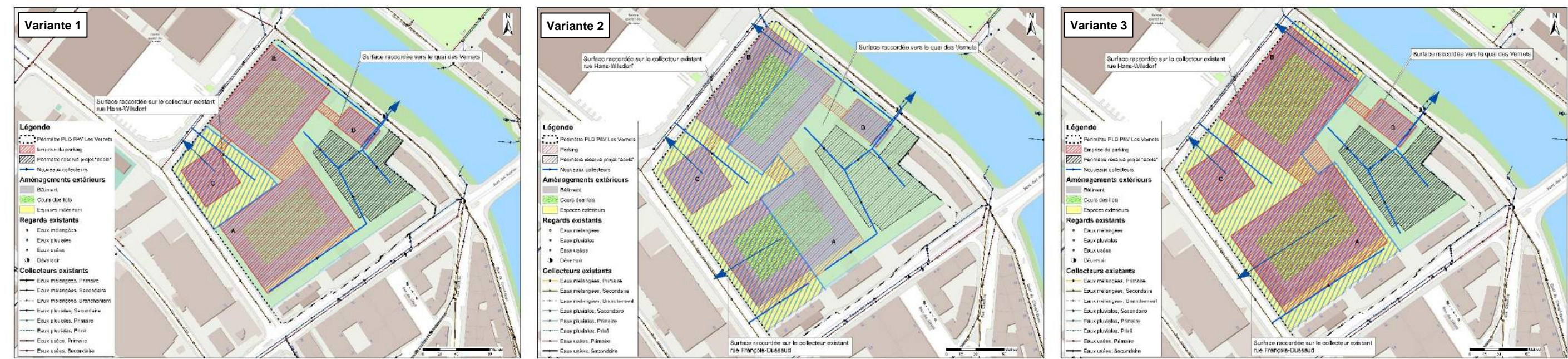


Figure 19 : Principes d’évacuation des variantes 1 à 3.

Les variantes 1 et 2 peuvent être considérées comme équivalentes et permettent toutes deux d'assurer une gestion des eaux pluviales et des eaux usées rationnelle répondant aux objectifs définis. La variante 2 a été retenue suite aux discussions entre la Ville de Genève, la DGEau et les promoteurs.

3.2.4 Eaux usées

L'évacuation des eaux usées peut être assurée par évacuation directe dans le réseau existant pour tous les bâtiments prévus dans le PLQ selon la configuration présentée à l'annexe 2 avec une synergie au niveau de la mise en commun des fouilles pour les réseaux EP et EU.

3.3 Calculs hydrauliques

3.3.1 Dimensionnement du réseau d'eaux pluviales

Le dimensionnement du réseau eaux pluviales a été effectué en tenant compte des débits générés par le PLQ dans son état futur d'aménagement pour un temps de retour de 10 ans.

Les débits évacués pour des événements de temps de retour de T=10 ans par les dispositifs d'évacuation des eaux principaux tels que représentés sur l'annexe 1 sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 6 – Tableau récapitulatif des débits évacués pour T=10 ans

Tronçon	Surface raccordée [m ²]	Objets raccordés	Débit T=10 ans [l/s]
EP02-EP14	28'202	Une partie de l'îlot B, une partie de l'îlot A, bâtiment D, école et aménagements extérieurs	960
EP22-EP24	6'254	Une partie de l'îlot B	200
EP40-EP44	5'758	Aménagements extérieurs et une partie de l'îlot A	200
EP52-EP56	5'836	Une partie de l'îlot A et les aménagements extérieurs	200
EP62-EP66	5'680	Bâtiment C et aménagements extérieurs	200
Total	51'730		1'330

Le dimensionnement des collecteurs devra vérifier à un stade ultérieur l'absence de tout risque de refoulement significatif en lien avec la mise en charge provoquée par la crue de l'Arve.

Avec le dimensionnement proposé ci-dessus, la mise en charge du réseau liée à une crue centennale en considérant un niveau d'eau sur le périmètre du PLQ proche du niveau du terrain permet d'évacuer un débit d'environ 880 l/s, correspondant à une pluie de temps de retour 4 ans. En cas de surplus de débit ne pouvant être évacué, cette problématique pourra être gérée par des solutions simples (léger surdimensionnement du réseau ou mesures de confinement et de gestion des écoulements de surface par une topographie adaptée permettant d'éviter tout risque d'inondation préjudiciable).

3.3.2 Dimensionnement du réseau d'eaux usées

3.3.2.1 Débit généré par le PLQ Les Vernets

Le nombre d'équivalents habitants (EH) sur l'ensemble du périmètre du PLQ, y-compris pour le projet d'école, s'établit à environ 4'179, sur la base d'un ratio de 40 m² de SBP par équivalent habitant. Le tableau ci-après indique les surfaces brutes relatives à chaque bâtiment ainsi que leur nombre d'équivalents habitants respectifs et les débits d'eaux usées générés. Le réseau EU projeté est présenté à l'annexe 2.

Tableau 7 - Répartition des droits à bâtir, nombre d'habitants par bâtiment et débits d'eaux usées générés.

Bâtiments	SBP future (m ²)	EH	Débit (l/s)
A	57'800	1445	14
B	54'900	1373	14
C	22'000	550	6
D	25'000	625	6
Ecole	4'100	103	1
Total	163'800	4096	41

En se basant sur l'hypothèse d'un débit de pointe de 0.01 l/s/EH, le débit maximal d'eaux usées rejeté dans les canalisations peut être estimé à environ 41 l/s.

3.3.2.2 Vérification de la capacité hydraulique du réseau aval

Le collecteur EM existant sous le quai des Vernets a une charge de 50 et 90% pour un temps de retour de 10 ans le long du PLQ. A l'aval du pont Hans-Wilsdorf, il a une charge de 90 à 110%. Les futurs projets de mise en séparatif à l'amont permettront de réduire cette charge à moyen/long terme. Les eaux usées du PLQ pourront donc être évacuées vers le réseau public sans problèmes particuliers.

La charge des collecteurs EU sous la rue Hans-Wilsdorf et sous la route des Acacias n'est pas connue. Au vu des mises en séparatif effectuées, leur réserve de capacité peut être considérée comme suffisante pour évacuer les eaux usées du PLQ.

3.4 Synthèse des infrastructures prévues par le schéma directeur

Le schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux pluviales est illustré à l'annexe 1. Le schéma directeur d'évacuation des eaux usées est présenté à l'annexe 2. Les bassins versants sont présentés à la Figure 10.

Les infrastructures d'évacuation et de gestion des eaux à prévoir selon le schéma directeur sont résumées ci-après, de l'aval vers l'amont, pour les différentes entités considérées.

- **Réseau eaux pluviales :**

- a) Bassins versants raccordés au quai des Vernets

- Collecteur DN 500 et 600 (longueur 110 m, pente 1%) pour l'évacuation des eaux des bassins 1 à 4, comprenant des eaux de la moitié des toitures de l'îlot B et de l'îlot A et le périmètre de l'école pour le tronçon aval.
- Collecteur DN 300 pour l'évacuation des eaux d'une partie de la toiture de l'îlot A se raccordant au collecteur EP10.
- Collecteur DN 300 pour l'évacuation des eaux d'une partie de la toiture de l'îlot B se raccordant au collecteur EP06.

- Éventuels travaux d'adaptation et d'intégration dans la berge du point de rejet du collecteur actuel, servant d'exutoire vers l'Arve. La reprise ou non du point de rejet devra être discutée avec le SECOE et le SPDE lors de l'élaboration de la requête en autorisation de construire.
- b) Bassins versants raccordés au collecteur EP DN 800 sous la rue Hans-Wilsdorf
- Collecteur DN 400 (longueur 17 m, pente 1%) pour l'évacuation des eaux du bassin versant 6, comprenant des eaux de la moitié des toitures de l'îlot B et des aménagements extérieurs le long du quai des Vernets.
 - Collecteur DN 400 (longueur 40 m, pente 1%) pour l'évacuation des eaux du bâtiment C et d'une partie des aménagements extérieurs à la conduite EP existante sous la rue Hans-Wilsdorf.
- c) Bassins versants raccordés au collecteur EM DN 500/750 sous la rue François-Dussaud
- Collecteur DN 400 (longueur 73 m, pente 1%) pour l'évacuation des eaux des aménagements extérieurs entre l'îlot A et le bâtiment C, ainsi qu'une partie des eaux de toitures de l'îlot A raccordé au collecteur EM existant sous la rue François-Dussaud.
 - Collecteur DN 400 (longueur 70 m, pente 1%) pour l'évacuation d'une partie des eaux de toitures de l'îlot A et des aménagements extérieurs, raccordé au collecteur EM existant sous la rue François-Dussaud.
- **Réseau eaux usées :**
- d) Vers le quai des Vernets
- Collecteur DN 250 (longueur 50 m, pente 1%, en synergie avec la réalisation du collecteur EP DN 600) raccordé au collecteur EM existant sous le quai des Vernets évacuant les eaux du bâtiment D et de l'école.
- e) Vers la rue Hans-Wilsdorf et la rue François-Dussaud
- Raccordements privés au réseau EU (transitoirement EM sur la rue François-Dussaud) existant en synergie avec la réalisation des bâtiments A (moitié ouest), B et C.
- f) Raccordement privé au réseau EM sous la route des Acacias pour la partie est du bâtiment A.

4. Devis estimatif

Le devis estimatif relatif aux infrastructures d'assainissement nécessaires au périmètre global du PLQ les Vernets est présenté à l'annexe 3. Il ne tient pas compte du statut du réseau.

Les raccordements EU directs des bâtiments au réseau public ne sont pas intégrés au devis

Le montant total estimé pour les équipements du PLQ s'établit à **CHF 1'130'000 (H.T)**. Ce montant calculé avec une précision de +/- 25%, comprend les honoraires d'ingénieurs et frais divers

4.1 Taxe unique de raccordement

La taxe unique de raccordement (TUR), entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2015, est constituée d'une composante pour l'évacuation des eaux usées et d'une composante pour l'évacuation des eaux pluviales.

La composante "eaux pluviales" est calculée proportionnellement à la surface réduite raccordée à raison de 25 F par m².

En plus d'inciter à la non imperméabilisation des aménagements extérieurs, les modalités de taxation permettent des abattements substantiels en cas de réalisation de mesures de gestion des eaux à la parcelle ou de végétalisation des toitures même si ces mesures sont prises de manière volontaire en l'absence de contraintes. Par exemple, en cas de réalisation de toitures végétalisées respectant la norme 312 de la Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA), un abattement de 50% est accordé sur la composante "eaux pluviales" correspondant à la surface de toiture.

Dans le cas présent, en considérant que la totalité du réseau raccordé à l'Arve, y-compris le collecteur existant de sortie du déversoir Vg3 sous le quai des Vernets, a un statut privé, aucune taxe n'est perçue pour les surfaces raccordées en direction du quai des Vernets. Par contre, la composante « eaux pluviales » de la taxe de raccordement est perçue pour les surfaces raccordées sur les collecteurs existants sous la rue François-Dussaud et sous la rue Hans-Wilsdorf, estimée à environ **411'000 CHF HT**.

La composante « eaux usées » de la taxe de raccordement est estimée pour sa part à environ **1'920'000 CHF HT** à ce stade sur la base des surfaces brutes de plancher planifiées. Les équipements publics (école, etc.) ainsi que les commerces de proximité ont été comptabilisés à ce stade comme activités de type « administratif ». Les activités pouvant générer des sources d'eaux usées plus importantes (nombre d'unités de raccordement) devront être précisées à un stade ultérieur afin de mettre à jour le calcul de la taxe unique de raccordement.

4.2 Financement, statut et exploitation des réseaux

Suite à une discussion entre la Ville de Genève, la DGEau (SPDE) et le groupe de promoteurs, il a été défini que l'ensemble des canalisations du périmètre sera financé et réalisé par les promoteurs. L'ossature commune du réseau d'eaux pluviales connecté à l'Arve raccordant les bâtiments A, B, D et l'école sera réceptionnée par le SDPE et la Ville de Genève et sera ensuite incorporée au réseau secondaire de la Ville de Genève pour l'exploitation. Le statut des autres canalisations du périmètre demeurera privé.

CSD INGENIEURS SA



Eric Säuberli



p.o. Tahina Lehmann

Carouge, le 22.12.2016

ANNEXES

- Annexe 1 : Schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux pluviales**
- Annexe 2 : Schéma directeur de gestion et d'évacuation des eaux usées**
- Annexe 3 : Devis estimatif**

PLQ Les Vernets
Schéma directeur d'évacuation des eaux



Annexe 1
Schéma directeur de gestion des eaux pluviales

Echelle
1:1'493

CSDINGENIEURS+

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

GE1595/ Esa/TCL

Octobre 2016

Légende

- Périmètre PLQ PAV Les Vernets
- Limite bassin versant
- Zone déjà connectée
- Parking

Nouveaux collecteurs EP

- Eaux Pluviales, Privé, Canalisation

Nouveaux regards

- Eaux pluviales
- Eaux usées

Nouveaux collecteurs EU

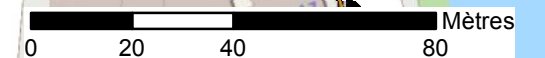
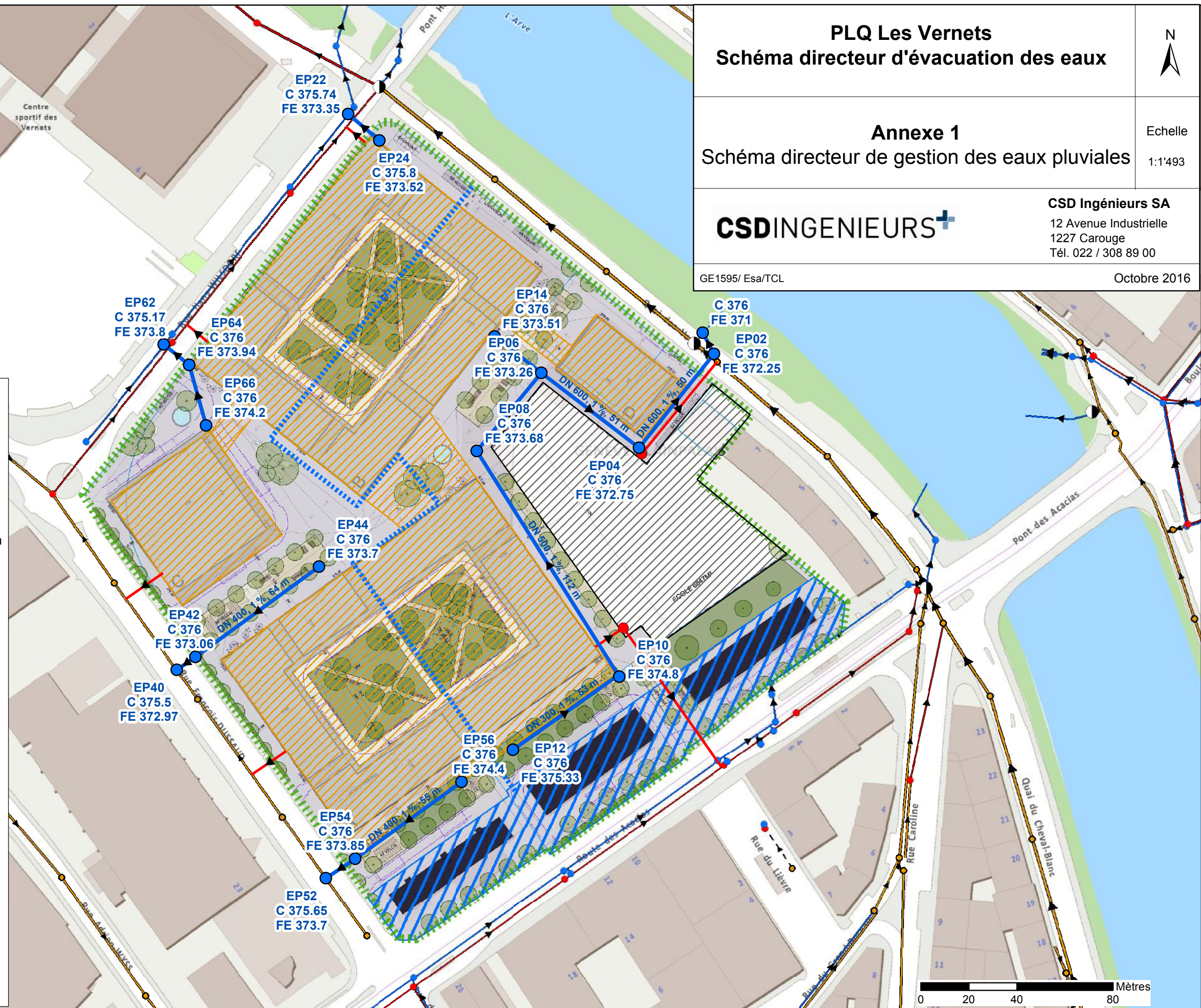
- Eaux Usées, Privé, Canalisation

Regards existants

- Eaux mélangées
- Eaux pluviales
- Eaux usées
- Déversoir

Collecteurs existants

- Eaux mélangées, Primaire
- Eaux mélangées, Secondaire
- Eaux mélangées, Branchement
- Eaux pluviales, Secondaire
- Eaux pluviales, Primaire
- Eaux pluviales, Privé
- Eaux usées, Primaire
- Eaux usées, Secondaire



PLQ Les Vernets
Schéma directeur d'évacuation des eaux



Annexe 2
Schéma directeur de gestion des eaux usées

Echelle
1:1'500

CSDINGENIEURS+

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

GE1595/ Esa/TCL

Octobre 2016

Légende

Périmètre PLQ PAV Les Vernets

Zone déjà connectée

Parking

Nouveaux collecteurs EP

Eaux pluviales, Privé, Canalisation

Nouveaux collecteurs EU

Eaux usées, Privé, Canalisation

Regards_maj

Eaux pluviales

Eaux usées

Regards existants

Eaux mélangées

Eaux pluviales

Eaux usées

Collecteurs existants

Eaux mélangées, Primaire

Eaux mélangées, Secondaire

Eaux mélangées, Branchement

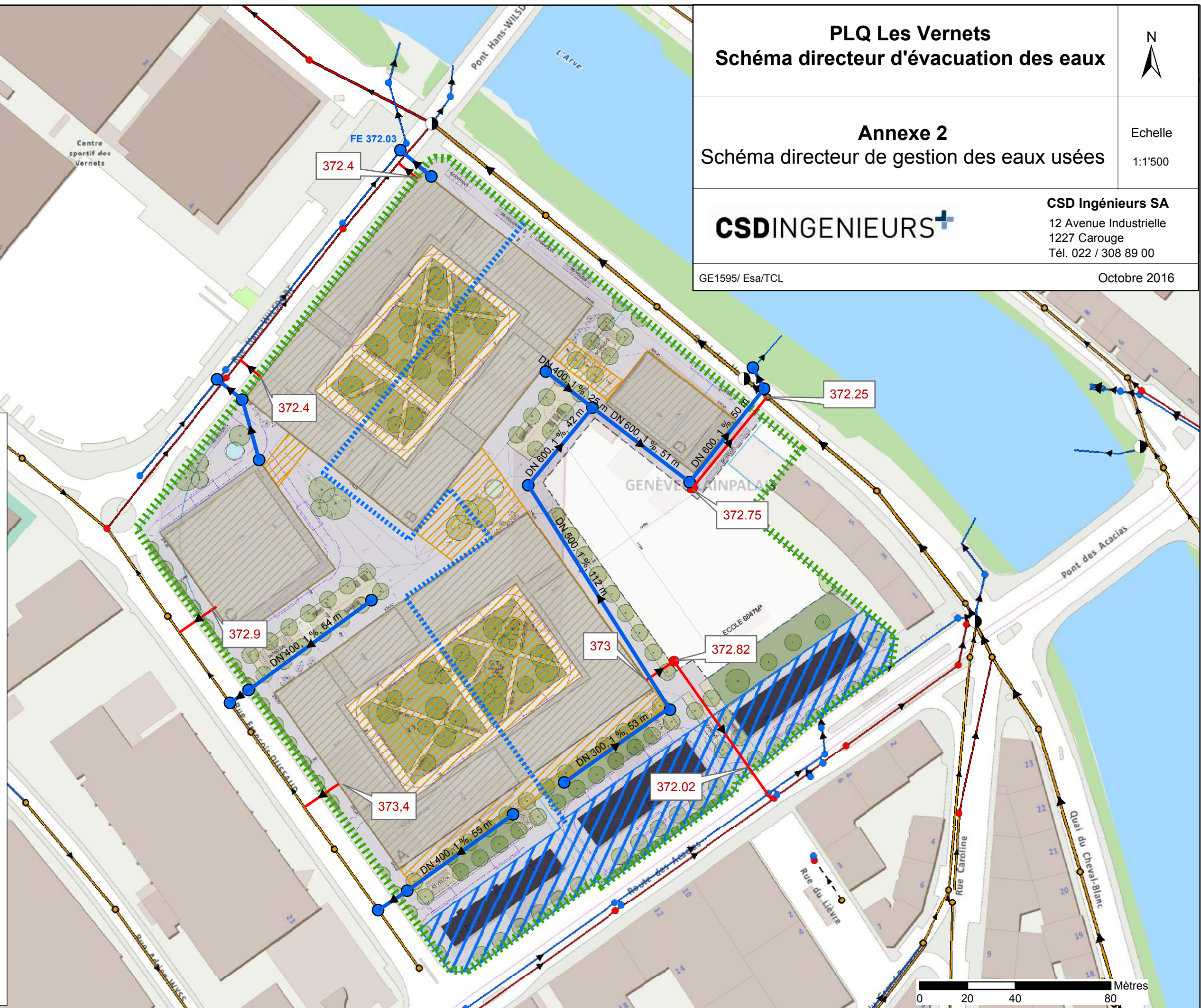
Eaux pluviales, Secondaire

Eaux pluviales, Primaire

Eaux pluviales, Privé

Eaux usées, Primaire

Eaux usées, Secondaire



TRAVAUX		Unité	Quantité	PU [CHF]	Coût [CHF]
EAUX PLUVIALES					
1. Raccordement à la conduite EP à l'aval du déversoir d'orage Vg3					
1.1	Coll existant - EP02 : Fouille sous enrobé bitumineux, L=10 m, Prof moy= 4.4 m, EP DN 600				
1.1.1	Sciage enrobé, démolition, excavation, évacuation et mise en décharge, pose enrobé, remise en œuvre matériaux, revêtement bitume	ml	10	1'220	12'200
1.1.2	Fourniture et pose Collecteur EP DN 600	ml	10	200	2'000
1.1.3	Chambres et regards	p	2	3'800	7'600
1.2	EP02-EP04:Fouille sous enrobé bitumineux, L=49 m, Prof moy= 4.13 m, EP DN 600				
1.2.1	Sciage enrobé, démolition, excavation, évacuation et mise en décharge, pose enrobé, remise en œuvre matériaux, revêtement bitume	ml	49	1'220	59'780
1.2.2	Fourniture et pose Collecteur EP DN 600	ml	49	200	9'800
1.2.3	Chambres et regards	p	1	3'550	3'550
1.3	EP04-EP06:Fouille sous enrobé bitumineux, L=51 m, Prof moy= 3.0 m, EP DN 600				
	Sciage enrobé, démolition, excavation, évacuation et mise en décharge, pose enrobé, remise en œuvre matériaux, revêtement bitume				
1.3.1	(synergie excavation pour tronçon EU)	ml	51	1'190	60'690
1.3.2	Fourniture et pose Collecteur EP DN 600	ml	51	250	12'750
1.3.3	Chambres et regards	p	1	3'500	3'500
1.4	EP06-EP08:Fouille sous enrobé bitumineux, L=42 m, Prof moy= 2.5 m, EP DN 500				
1.4.1	Sciage enrobé, démolition, excavation, évacuation et mise en décharge, pose enrobé, remise en œuvre matériaux, revêtement bitume	ml	42	830	34'860
1.4.2	Fourniture et pose Collecteur EP DN 500	ml	42	200	8'400
1.4.3	Chambres et regards	p	1	3'275	3'275
1.5	EP08 - EP10 :Fouille sous enrobé bitumineux, L=111 m, Prof moy= 1.8 m, EP DN 500				
1.5.1	Sciage enrobé, démolition, excavation, évacuation et mise en décharge, pose enrobé, remise en œuvre matériaux, revêtement bitume	ml	111	600	66'600
1.5.2	Fourniture et pose Collecteur EP DN 500	ml	111	138	15'295
15.3	Chambres et regards	p	1	3'275	3'275
1.6	EP10 - EP12 :Fouille sous enrobé bitumineux, L=53 m, Prof moy= 0.95 m, EP DN 300				
1.6.1	Sciage enrobé, démolition, excavation, évacuation et mise en décharge, pose enrobé, remise en œuvre matériaux, revêtement bitume	ml	53	300	15'900
1.6.2	Fourniture et pose Collecteur EP DN 300	ml	53	49	2'616
1.6.3	Chambres et regards	p	1	3'275	3'275
1.7	EP06 - EP14 :Fouille sous enrobé bitumineux, L=25 m, Prof moy= 2.62m, EP DN 400				
1.7.1	Sciage enrobé, démolition, excavation, évacuation et mise en décharge, pose enrobé, remise en œuvre matériaux, revêtement bitume	ml	25	750	18'750
1.7.2	Fourniture et pose Collecteur EP DN 400	ml	25	88	2'200
1.7.3	Chambres et regards	p	1	3'355	3'355
1.8	Travaux éventuels d'adaptation du point de rejet à l'Arve, sur le collecteur existant en aval du déversoir d'orage Vg3 Forfait estimatif des travaux, à préciser selon discussions avec le SECOE/SPDE lors des requêtes en autorisation de construire				
		forfait	1	60'000	60'000
TOTAL - 1				409'700	
2. Raccordement à la conduite EM sous la rue François-Dussaud					
2.1	EP40-EP42:Fouille sous enrobé bitumineux, L=9 m, Prof moy= 2.7 m, EP DN 400				
2.1.1	Sciage enrobé, démolition, excavation, évacuation et mise en décharge, pose enrobé, remise en œuvre matériaux, revêtement bitume	ml	9	780	7'020
2.1.2	Fourniture et pose Collecteur EP DN 400	ml	9	90	810
2.1.3	Chambres et regards	p	2	3'375	6'750
2.2	EP42-EP44:Fouille sous enrobé bitumineux, L=64 m, Prof moy= 2.6 m, collecteur EP DN400				
2.2.1	Sciage enrobé, démolition, excavation, évacuation et mise en décharge, pose enrobé, remise en œuvre matériaux, revêtement bitume	ml	64	760	48'640
2.2.2	Fourniture et pose Collecteur EP DN 400	ml	64	88	5'631
2.2.3	Chambres et regards	p	2	3'375	6'750
2.3	EP52-EP54:Fouille sous enrobé bitumineux, L=15 m, Prof moy= 2.1 m, EP DN 400				
2.3.1	Sciage enrobé, démolition, excavation, évacuation et mise en décharge, pose enrobé, remise en œuvre matériaux, revêtement bitume	ml	15	620	9'300
2.3.2	Fourniture et pose Collecteur EP DN 400	ml	15	90	1'350
2.3.3	Chambres et regards	p	2	3'000	6'000
2.4	EP54-EP56:Fouille sous enrobé bitumineux, L=55 m, Prof moy= 1.9 m, collecteur EP DN400				
2.4.1	Sciage enrobé, démolition, excavation, évacuation et mise en décharge, pose enrobé, remise en œuvre matériaux, revêtement bitume	ml	55	590	32'450
2.4.2	Fourniture et pose Collecteur EP DN 400	ml	55	90	4'950
2.4.3	Chambres et regards	p	1	3'375	3'375
TOTAL - 2				133'000	
3. Raccordement à la conduite EP sous la rue Hans-Wilsdorf					
3.1	EP22-EP24:Fouille sous enrobé bitumineux, L=17 m, Prof moy= 2.35 m, EP DN 400				
3.1.1	Sciage enrobé, démolition, excavation, évacuation et mise en décharge, pose enrobé, remise en œuvre matériaux, revêtement bitume	ml	17	690	11'730
3.1.2	Fourniture et pose Collecteur EP DN 400	ml	17	90	1'530
3.1.3	Chambres et regards	p	2	3'288	6'575
3.2	EP62-EP64:Fouille sous enrobé bitumineux, L=14 m, Prof moy= 1.72 m, EP DN 400				
3.2.1	Sciage enrobé, démolition, excavation, évacuation et mise en décharge, pose enrobé, remise en œuvre matériaux, revêtement bitume	ml	14	550	7'700
3.2.2	Fourniture et pose Collecteur EP DN 400	ml	14	90	1'260
3.2.3	Chambres et regards	p	2	3'130	6'260
3.3	EP64-EP66:Fouille sous enrobé bitumineux, L=26 m, Prof moy= 1.93 m, collecteur EP DN400				
3.3.1	Sciage enrobé, démolition, excavation, évacuation et mise en décharge, pose enrobé, remise en œuvre matériaux, revêtement bitume	ml	26	600	15'600
3.3.2	Fourniture et pose Collecteur EP DN 400	ml	26	90	2'340
3.3.3	Chambres et regards	p	1	3'183	3'183
TOTAL - 3				56'200	
EAUX USEES					
4.1	Supplément pour pose dans même fouille que collecteur EP02-EP04 - Canalisation de raccordement au coll. existant sour le quai des Vernets, L=85 m, Prof= 3.6 m, EU				
4.1.1	Excavation, évacuation et mise en décharge, remise en œuvre matériaux	ml	50	0	0
4.1.2	Fourniture et pose Collecteur EU DN 250	ml	50	49	2'468
4.1.3	Chambres et regards	p	2	3'600	7'200
4.2	Collecteur de raccordement du lot A au coll. existant sour la Route des Acacias, L=83 m, Prof=3.9 m, EU DN 250				
4.2.1	Excavation, évacuation et mise en décharge, remise en œuvre matériaux	ml	83	887	73'614
4.2.2	Fourniture et pose Collecteur EU DN 250	ml	83	49	4'096
4.2.3	Chambres et regards	p	2	3'600	7'200
4.3	Collecteur de raccordement du lot A au coll. existant sour la Rue Francois-Dussaud, L=18 m, Prof=3 m, EU DN 250				
4.3.1	Excavation, évacuation et mise en décharge, remise en œuvre matériaux	ml	18	696	12'532
4.3.2	Fourniture et pose Collecteur EU DN 250	ml	18	49	888
4.3.3	Chambres et regards	p	1	3'600	3'600
4.4	Collecteur de raccordement du lot C au coll. existant sour la Rue Francois-Dussaud, L=17 m, Prof=3 m, EU DN 250				
4.4.1	Excavation, évacuation et mise en décharge, remise en œuvre matériaux	ml	17	696	11'836
4.4.2	Fourniture et pose Collecteur EU DN 250	ml	17	49	839
4.4.3	Chambres et regards	p	1	3'600	3'600
4.5	Collecteur sud de raccordement du lot B au coll. existant sour la Rue Hans-Wildorf, L=15 m, Prof=3 m, EU DN 250				
4.5.1	Excavation, évacuation et mise en décharge, remise en œuvre matériaux	ml	15	793	11'895
4.5.2	Fourniture et pose Collecteur EU DN 250	ml	15	49	740
4.5.3	Chambres et regards	p	1	3'600	3'600
4.6	Collecteur nord de raccordement du lot B au coll. existant sour la Rue Hans-Wildorf, L=10 m, Prof=3 m, EU DN 250				
4.6.1	Excavation, évacuation et mise en décharge, remise en œuvre matériaux	ml	10	793	7'930
4.6.2	Fourniture et pose Collecteur EU DN 250	ml	10	49	494
4.6.3	Chambres et regards	p	1	3'600	3'600
TOTAL - 4				156'100	
TOTAL INTERMEDIAIRE - HT				755'000	
5	Installation de chantier	%		15	113'000
6	Divers et imprévus	%		15	113'000
TOTAL DES TRAVAUX				CHF HT	981'000
7	Honoraires ingénieurs et frais divers	%		15	147'000
COUT TOTAL ESTIME - EQUIPEMENT PLQ Les Vernets				CHF HT	1'130'000
8	TVA	%		8	90'400
COUT TOTAL ESTIME - EQUIPEMENT PLQ Les Vernets				CHF TTC	1'220'000

INGENI SA

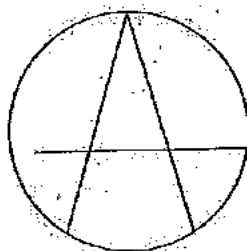
CASERNE DES VERNETS - IMMEUBLES

**SONDAGES ET ETUDE GEOTECHNIQUE
(+ sonde géothermique test)**

6284/2

Genève, le 27 juin 2011/CT/GC/ChD/cb

Dossiers 6284.1geo et 6284.3env



**GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A.
(GADZ)**

Bureau et laboratoire : 9, chemin des Vignes
CH 1213 Petit-Lancy / Genève
Tél : 022.792.03.00
Fax : 022.792.44.04

Agence Le Mont : Route du Grand-Mont 22
CH 1052 Le Mont/Lausanne
Tél : 021.653.47.78
Fax : 021.653.47.70

INTRODUCTION

Dans le cadre du développement de logements sur le site de la caserne des Vernets, l'étude géotechnique qui fait l'objet du présent rapport, avait pour but de déterminer :

- la nature et la répartition des assises lithologiques,
- les caractéristiques géotechniques de celles-ci,
- les conditions hydrologiques locales.

Et de préciser, en fonction des gabarits de bâtiments envisagés et des charges retenues :

- le type de fondation à prévoir,
- les précautions à prendre lors de l'exécution des terrassements.

A cet effet, nous avons fait effectuer :

- 4 sondages carottés de 12 m de profondeur (F2 à F5) et un sondage carotté de 50 m de profondeur (F1) ;
- 20 essais de battage au pénétromètre dynamique Von Moos effectués à l'avancement dans les sondages afin de déterminer la compacité en place des terrains jusqu'à 12 m de profondeur ;
- 13 essais de battage au pénétromètre dynamique lourd SPT effectués à l'avancement dans les sondages afin de déterminer la compacité en place des terrains compris entre 12 et 50 m de profondeur ;
- 3 essais scissométriques à la sonde Farnell pour déterminer la résistance au cisaillement "in situ" du terrain ;
- le prélèvement d'échantillons carottés tous les mètres dans les sondages en vue d'identification en laboratoire et sur 8 desquels des essais géotechniques complémentaires ont été effectués ;
- le prélèvement au carottier à piston de 5 échantillons APM (à paroi mince) ;
- la mise en place de 5 piézomètres pour déterminer le niveau de la nappe phréatique et en surveiller le comportement.

La campagne de sondages s'est déroulée du 5 au 15 avril 2011.

Notre étude se base également sur les données existantes à disposition dans le secteur, et notamment sur les sondages GESDEC n° 3031, 1536, 7929, 10397 et 12509.

En parallèle à l'étude géotechnique, une sonde géothermique de 300 m de profondeur a été réalisée du 11 au 13 avril 2011. Celle-ci a fait l'objet d'un test de réponse thermique du terrain pendant la semaine du 2 au 7 mai 2011.

L'analyse des cuttings de ce forage (F6) a également pu être mise à profit dans le cadre de l'étude géotechnique.

Ce rapport a été précédé d'un rapport préliminaire, daté du 18 mai 2011, présentant les premiers résultats issus des sondages.

Le test de réponse thermique du terrain est présenté dans un rapport séparé de l'entreprise Swiss Geo Testing Sàrl.

GEOLOGIE - STRATIGRAPHIE

La caserne des Vernets se situe dans le sillon molassique du Petit Lac principalement orienté – Nord-Est/Sud-Ouest. Le toit du substratum est ici à une profondeur comprise entre environ 70 m le long de la rue Hans-Wilsdorf, et 100 m le long de la route des Acacias. Il présente donc de manière générale un pendage vers le Sud-Est.

Entre la surface du terrain actuel et le substratum molassique, le sous-sol du secteur est constitué, sous une épaisseur limitée de remblais hétérogènes (1.0 à 1.8 m), d'alluvions de la terrasse de l'Arve généralement graveleuses et compactes (classification des sols genevois 4a/b) jusqu'à 2.0 à 3.5 m de profondeur.

Ces terrains holocènes recouvrent des formations de retrait würmien non consolidées, généralement limono-argileuses (6d2) à argileuses (6e2) jusqu'à une profondeur variant entre 30 et 40 m environ. Cette formation présente cependant des hétérogénéités sous forme de lentilles de matériaux de granulométrie et/ou de consistance différentes. On retiendra notamment :

- Un niveau limoneux d'une épaisseur atteignant 15.4 m au droit du sondage F1, également rencontré avec des épaisseurs moindres dans les sondages F2, F5, 10397 et 1536. Sur 0.8 à 2.1 m d'épaisseur en sommet de couche, ces matériaux sont généralement consolidés (6c1), puis en dessous ils sont semi-consolidés à non consolidés (6c12 et 6c2).
- Des niveaux limono-argileux semi-consolidés (6d12) au droit des sondages F2, F4 et F5. Au sein des sondages F2 et F5, ces niveaux fermes ont été rencontrés au bas des sondages. Cependant, ils surmontent vraisemblablement des formations non consolidées, rencontrées jusqu'à 28.3 m au sein du sondage GESDEC 3031 et jusqu'à 37.5 m au sein du sondage F1.

A partir de 20 à 38 m de profondeur environ, les formations de retrait limono-argileuses à argileuses deviennent semi-consolidées (6d12 et 6e12) et surmontent un niveau compact situé entre environ 30 et 60 m de profondeur. Cette couche présente également des hétérogénéités :

- Une lentille de matériaux limono-argileux consolidés (6d1) de 3.2 m d'épaisseur à été repérée à une profondeur de 40 m au droit du sondage F1.
- Au droit du sondage GESDEC n° 3031, les formations morainiques de retrait non consolidées surmontent directement le retrait rissien consolidé, sans niveau intermédiaire.

Notons également que l'alternance de niveaux argileux et de niveaux limoneux, d'épaisseurs millimétriques à décimétriques, au sein des formations de retrait, entraîne des variations locales de teneur en eau, de densité, de plasticité et de consistance.

Les sondages réalisés lors de cette étude n'ont pas permis de pénétrer la couche de terrains compacts de manière franche. Cependant, au vu de la structure générale des dépôts et de l'augmentation de consistance sur les derniers mètres du sondage F1, la transition entre la couche semi-consolidée et la couche consolidée se fait vraisemblablement à une faible profondeur en dessous du niveau atteint au fond de ce sondage. Par ailleurs, les sondages GESDEC n° 3031, 1536 et 7929 qui pénètrent cette couche mettent en évidence les terrains compacts suivants :

- Au nord du projet (sondage GESDEC n° 3031), les terrains compacts rencontrés à 28.3 m de profondeur correspondent à des formations du retrait rissien limoneuses à argileuses (11c1, 11d1 et 11e1) surmontant la moraine rissienne à cailloux et blocs alpins (12e1).

- Au sud-ouest du projet (sondage GESDEC n° 7629), on rencontre une couche de formation de retrait würmien limoneuse consolidée à 30 m de profondeur (6c1). Notons que les critères d'identification des couches 11c1 et 6c1 sont proches et que les sondages GESDEC n° 3031 et 7929 ont été réalisés et analysés lors de deux études différentes. Il est donc possible que ces matériaux soient issus de la même couche. Le tableau suivant met en avant ces similitudes :

	$W_{mov} (\%)$	$d_{mov} (t/m^3)$	$q_{pmov} (kPa)$
6c1 (GESDEC n° 7929)	17.08	22.2	330
11c1 (GESDEC n° 3031)	16.4	22.1	270

- D'après la description des matériaux du sondage GESDEC n° 1536, on rencontrerait au centre de la parcelle à l'étude, des dépôts morainiques würmiens compacts à 42 m de profondeur. Cette formation surmonterait les formations rissiennes de retrait puis la moraine rissienne (12e1).
- Les levés des cuttings dans le sondage F6 (sonde géothermique de 300 m) indiquent qu'il n'y a que peu de cailloux dans l'ensemble des formations jusqu'à 75 m environ. Entre 75 m de profondeur et le substratum molassique, les cuttings comprennent des gravillons, ce qui traduit la présence de cailloux plus ou moins abondants au sein des terrains.

On peut ainsi admettre que la couche compacte est composée, jusqu'à 75 m de profondeur environ, de terrains fins pauvres en cailloux, présentant des caractéristiques proches de celles d'un retrait würmien limoneux à argileux consolidé (6c1/6d1/6e1), puis de moraine rissienne (12e1) jusqu'au substratum.

La molasse grise du Chattien supérieur (14) constituant le substratum rocheux du secteur a été rencontrée au droit de la zone d'étude au sein des sondages GESDEC n° 1536 et F6, à une profondeur respective de 95.2 m et 101.0 m. Au nord du projet, elle a été atteinte à 68 m de profondeur au sein du sondage GESDEC n° 3031. Au vu de ces données et des informations apportées par l'ensemble des sondages atteignant la molasse dans le secteur, le pendage de son toit serait ici orienté vers le Sud-Ouest.

Remarques :

- Les relevés des sondages F1 à F6, ainsi que les relevés originaux des sondages GESDEC n° 3031, n° 7929, 10397 et n°12509 sont remis en annexe.
- Les informations apportées par les sondages F6 et GESDEC n° 1536 sont partielles et uniquement qualitatives. La stratigraphie de ces deux sondages a donc été affinée en les couplant aux autres sondages.
- Les cartes structurales et les profils géotechniques présentés en annexes (Plan 6284.401 à 6284.405) intègrent l'ensemble des données à disposition dans le secteur et tentent de préciser la répartition spatiale des différentes couches décrites dans les paragraphes précédents.

HYDROLOGIE

La nappe superficielle de Carouge – La Praille baigne les dépôts alluvionnaires de la terrasse de l'Arve rencontrés dans l'ensemble des sondages analysés.

Les sondages réalisés dans le cadre de cette étude ont été équipés de piézomètres permettant de suivre le comportement de cette dernière depuis le 15.04.2011. Le suivi de cette nappe dans ce secteur est également réalisé depuis novembre 2009 au sein du sondage 12509.

Ces données permettent d'établir les niveaux de nappe suivants :

	F1	F2	F3	F4	F5	12509
Niveau min (m/mer)	372.12	372.15	372.34	371.79	371.9	369.30
Niveau moyen (m/mer)	372.2	372.3	372.4	371.8	372.0	369.8
Niveau max (m/mer)	372.35	372.47	372.40	371.82	372.24	370.53
Battement max. observé (m)	0.2	0.3	0.05	0.05	0.35	1.20
Toit des alluvions (m/mer)	375.1	375.0	374.6	374.3	373.1	373.12
Toit du retrait würmien limoneux (m/mer)	372.95	372.15	-	-	371.35	-
Toit du retrait würmien imperméable (m/mer)	371.95	370.05	372.45	371.5	370.55	368.47

La cote moyenne du toit de la nappe était donc de 372.15 m/mer au droit de la zone d'étude, durant la période de mesure.

Les mesures effectuées dans le piézomètre GESDEC n° 12509 mettent en évidence un niveau de nappe inférieur de 2 m environ aux niveaux mesurés dans les autres sondages. Ceci traduit la direction du gradient hydraulique vers l'Arve, exutoire naturel de la nappe. Relevons que le niveau mesuré au droit du sondage F4 est relativement bas par rapport à sa distance à l'Arve. Ceci pourrait être lié à l'influence des drainages des bâtiments situés aux alentours.

Par ailleurs, le suivi du niveau de l'Arve à la passerelle de l'école de médecine (à une trentaine de mètres au Nord de la zone concernée par l'étude) a montré que sa cote a varié entre 368.83 et 372.30 m/mer entre 1989 et 2006 (battement de 3.47 m). Le niveau maximal atteint par l'Arve étant inférieure au niveau moyen de la nappe, celle-ci est peu influencée par le cours d'eau au droit de la parcelle d'étude.

Hors crues exceptionnelles, les battements de la nappe sont donc essentiellement dus à la pluviométrie et peuvent ici être estimés à 1 m environ.

Les mesures piézométriques réalisées au voisinage sur de longues périodes montrent que les niveaux mesurés durant le mois d'avril 2011 sont des niveaux bas. Il n'y a eu, en effet, de janvier à avril 2011 que 96 mm de précipitation contre 257 mm en moyenne pour la même période de 1901 à 1960.

La crue millénale de l'Arve, initialement défini par le DTP, est de 375.0 m/mer. En considérant cette crue et un amortissement de 1 m entre l'Arve et la nappe au niveau de la parcelle (située à une vingtaine de mètres du cours d'eau à son bord le plus proche), le niveau maximum rarement atteint ou dépassé à prendre en compte serait de 374.0 m/mer.

Sur les bases de ces mesures et en tenant compte des remarques faites ci-dessus, nous proposons de retenir les niveaux de la nappe superficielle suivants :

Niveau max. rarement atteint ou dépassé :	374.0 m/mer
Niveau "haut" :	373.0 m/mer
Niveau "moyen" :	372.5 m/mer

Ces cotes correspondent à des niveaux moyens et prennent en compte un gradient hydraulique d'environ 1 cm/m sur l'ensemble de la parcelle. Plus en détail, ce gradient est vraisemblablement compris entre 5 cm/m dans les zones les plus proches de l'Arve et 1mm/m au plus loin de l'Arve.

La carte interprétative du toit de la nappe présentée en annexe 6284.406 met en évidence ces variations.

Les phases fines des formations de retrait (6c, 6d et 6e) sous jacentes aux alluvions de la terrasse de l'Arve, même si elles ne sont pas aquifères sont saturées. De ce fait, une pression interstitielle dépendant des conditions de chargement et de drainage du sol est à prendre en compte dans les calculs.

La zone d'étude n'est ni en secteur de protection des eaux, ni en zone de protection des puits.

SEISMOLOGIE

De manière générale, le sous-sol de la zone d'étude est composé de dépôts fins non consolidés à semi-consolidés sur une épaisseur supérieure à 30 m.

Les sols de fondation peuvent être rangés dans la classe D au sens de la norme SIA 261 – Tableau 25.

CARACTÉRISTIQUES GEOTECHNIQUES

L'examen en laboratoire des échantillons prélevés dans les forages permet d'établir les caractéristiques géotechniques moyennes pour les couches de terrain intéressant les travaux d'excavation et les fondations du futur bâtiment.

Les valeurs figurent en annexe dans les tableaux 6284.003 et 6284.004 qui appellent les commentaires suivants :

1. La numérotation des couches utilisée correspond à un classement unifié des sols de la cuvette genevoise basé sur plus de 50 ans d'études géotechniques.

2. Le pénétromètre utilisé jusqu'à 12 m de profondeur est le pénétromètre dynamique suisse ou Von Moos. La résistance dynamique du sol (10^5 Pa ou bars ou environ kg/cm^2) s'obtient en multipliant les valeurs de battage par :
- 3 selon Sanders.
 - 2,4 à 1,3 selon Ritter (qui tient compte du rapport des masses statiques et dynamiques) pour des profondeurs de 1,0 à 10,0 m.

Au-delà de 12,00 m de profondeur, le pénétromètre utilisé est le pénétromètre dynamique lourd standard ou SPT. La résistance dynamique du sol (10^5 Pa ou bars ou environ kg/cm^2) s'obtient en multipliant les valeurs de battage par :

- 8 selon Sanders.
 - 4,8 à 1,3 selon Ritter (qui tient compte du rapport des masses statiques ou dynamiques) pour des profondeurs de 1 à 50 m.
3. Les valeurs des poids volumiques apparents secs des particules solides, de l'indice de vide et du degré de saturation (γ_d , e_o , S_r) sont des valeurs calculées à partir des masses volumiques mesurées en laboratoire. Elles tiennent compte, le cas échéant, du pourcentage de cailloux (diamètre supérieur à 5,6 mm) contenu dans les échantillons.
4. Les coefficients k de Darcy proposés (annexe «Granulométries», n°6284.002) sont tirés d'après Slichter des courbes granulométriques. Les résultats obtenus donnent des ordres de grandeur convenables pour les sols genevois, pour autant qu'ils ne soient ni stratifiés, ni fissurés.

PARAMETRES GEOMECHANIQUES

Les paramètres proposés pour des calculs de portance, de poussée, de stabilité et de tassement des principales couches de terrain sont résumés dans les tableaux ci-dessous.

Couche USCS	2 R	4a GP à GP-GM	6c1 CL	6c12 CL à ML	6c2 CL
Poids volumique apparent $\gamma \text{ kN.m}^{-3}$	20.0	22.0	21.4	20.8	20.6
Analyse ($c, \phi=0$) Résistance au cisaillement non drainé $C_u \text{ kPa}$	-	-	90-110	40-80	40-50
Analyse (c', ϕ') Angle de frottement interne $\phi' ^\circ$	30	34-36	30-32	30-32	29-31
Cohésion $c' \text{ kN.m}^{-2}$	0-5	0	12-18	6-12	4-10
Tassements Module de compressibilité $E \text{ MPa}$	Var.	50-60	15-30	10-15	5-15

RAPPEL : $1 \text{ kN.m}^{-2} = 1 \text{ kPa} = 0,01 \text{ bar}$ $1 \text{ MN.m}^{-2} = 1 \text{ MPa} = 10 \text{ bars}$.

Couche USCS	6de2 CM à CL	6de12 CM	6cde1/11cde1 CM à ML	12e1 CL à GC-CL	14 Mo
Poids volumique apparent γ kN.m^{-3}	20.2	20.7	21.1	22.0	23.0
Analyse (c, $\varphi=0$) Résistance au cisaillement non drainé C_u kPa	30-45	60-80	90-110	-	-
Analyse (c', φ') Angle de frottement interne φ' °	25-28	25-29	28-31	28-30	25-35
Cohésion c' kN.m^{-2}	9-14	12-16	16-18	12-18	>80
Tassements Module de compressibilité E MPa	5-8	9-15	15-20	30-50	>150

RAPPEL : $1 \text{ kN.m}^{-2} = 1 \text{ kPa} = 0,01 \text{ bar}$ $1 \text{ MN.m}^{-2} = 1 \text{ MPa} = 10 \text{ bars}$.

Ces tableaux appellent les commentaires suivants :

- Les paramètres proposés pour l'analyse (c' φ') sont estimés à partir des essais d'identification, de battage et de rétro-analyses de stabilité effectués à Genève dans des sols analogues. Ce sont des valeurs confirmées par l'expérience.
- Les valeurs de résistance au cisaillement non drainé C_u sont tirées de l'analyse des essais scissométriques à la sonde Farnell et des essais d'écrasement sur échantillons intacts (q_u), combinés à notre statistique des sols genevois.
- Les modules de compressibilité E proposés sont estimés à partir des essais d'identification et de battage, d'analyses de tassements mesurés et d'études statistiques portant sur les sols de la cuvette lémanique.
- L'hétérogénéité du sol, la répartition, la nature et la puissance des couches, les dimensions des fondations, justifient les fourchettes proposées.
- Ces paramètres peuvent être assimilés à des valeurs géotechniques caractéristiques (X_k) au sens des normes SIA en vigueur.
- Dans la vérification des conditions de stabilité :
 - d'ouvrages passifs (talus cloué par exemple)
 - de versants, de pentes, talus, etc, à long terme,

nous vous recommandons de diminuer fortement la valeur de la cohésion c' (cas des ouvrages passifs) ou de la faire tendre vers zéro (cas de versants) et de réduire également l'angle de frottement à sa valeur résiduelle (réduction de 5 à 10 % environ).

FONDATIONS

Hormis la tranche de terrain comprise entre 1 et 4 m de profondeur environ, constituée par les alluvions graveleuses de la terrasse de l'Arve relativement compactes, le sous-sol de la zone est composé de terrains de qualité médiocre (formations de retrait non consolidées) jusqu'à une profondeur variant entre 20 et 40 m environ.

Le toit des terrains compacts n'a pas clairement été recoupé par les sondages carottés réalisés lors de cette étude. Cependant, au vu de l'augmentation de la consistance des matériaux dans les derniers mètres du sondage F1 et des résultats des sondages existants, cette interface se situerait à une profondeur variant entre 30 m et 60 m, selon un pendage orienté vers le Sud-Est.

Dans cette configuration, et pour des gabarits usuels de bâtiment, une fondation sur radier général, est a priori recommandée.

Le tableau ci-après récapitule, pour différents nombres de sous-sols, la contrainte effective maximale admissible sous radier afin de limiter les tassements moyens engendrés par la construction à 6 cm (valeur retenue pour la vérification de l'aptitude au service de ce type de construction).

Emprise au sol (m²)	Nombre de sous-sols	Sol d'assise	Décharge (kPa)	$\sigma_{(s=6cm)}$ (kPa)	Surcharge nette (kPa)	Nombre d'étages sur rez
30*30	1	4a	55	105	50	5
	2	6de2	85	135	50	6
	3	6de2	115	170	55	7
	4	6de2	145	200	55	8
32*20	1	4a	55	110	55	5
	2	6de2	85	140	55	6
	3	6de2	115	170	55	7
	4	6de2	145	205	60	8
60*16	1	4a	55	105	50	5
	2	6de2	85	135	50	6
	3	6de2	115	170	55	7
	4	6de2	145	205	60	8

Ce tableau appelle les commentaires suivants :

- La stratigraphie schématique retenue pour les calculs est tirée des profils 6284.401 et 6284.402 :

- 0.0 – 1.5 m :	2)	Remblais hétérogènes.
- 1.5 – 3.5 m :	4a)	Alluvions de la terrasse de l'Arve.
- 3.5 – 38.0 m :	6de2)	Retrait würmien non consolidés.
- 38.0 – 55.0 m :	6de12)	Retrait würmien semi-consolidés.
- 55.0 – 101.0 m :	6cde1) / 11cde1)	Terrains compacts
- > 101.0 m :	14)	Molasse Chattienne.
- Le niveau de la nappe superficielle admis pour le calcul de la décharge est de 373.0 m/mer, niveau correspondant au niveau moyen "haut" défini dans le chapitre «Hydrologie».
- Une profondeur de 3 m par niveau de sous-sol a été retenue. Sur cette hauteur, un poids volumique des terrains excavés de 20 kN/m³ a été admis (soit 10 kN/m³ déjaugé).
- L'estimation des tassements moyens a été menée selon Giroud.
- Les valeurs de contrainte effective maximale admissible sous radier récapitulées dans ce tableau sont les valeurs engendrant un tassement moyen de 6 cm, conformément aux hypothèses de calcul.
- Le nombre d'étages sur rez correspondant a été estimé en admettant une charge effective de 15 kPa par niveau (poids propre et charges utiles quasi-permanentes) et arrondi à l'entier le plus proche.

7. La géométrie des bâtiments au sol est tirée des esquisses reçues de l'ingénieur.

Relevons que dans cette configuration, et pour les différentes emprises étudiées, le nombre d'étages maximum est constant pour un nombre de sous-sol donné.

Dans la mesure où les valeurs de contrainte effective maximale admissible récapitulées dans le tableau précédent sont dépassées, des fondations profondes en remplacement ou en combinaison du radier («radier mixte») sont nécessaires. Un débord des étages inférieurs et des sous-sols par rapport au bâtiment haut pourrait également être envisagé selon les cas.

Pour les fondations profondes, deux cas se différenciant par le type de matériaux en fiche (et donc la profondeur du pieu) ont été étudiés :

- Pieu fiché au sein des formations de retrait semi-consolidées (6de12).
- Pieu fiché au sein des terrains compacts (6cde1 / 11cde1).

La capacité portante d'un pieu isolé peut être estimée sur la base de notre expérience et à partir des formules de portance de la littérature. Nous avons utilisé ici les méthodes de Poulos, de Rollberg, la méthode pressiométrique du fascicule n° 62 et une méthode développée en interne par notre bureau.

Ces différentes approches se basent sur les paramètres géomécaniques (c' ϕ'), les valeurs de consistance apparente (q_p), la résistance au cisaillement non drainé (C_u), les valeurs des battages (N_{SPT} et $N_{VON MOOS}$), le module de compressibilité (E) et les valeurs de pressions limites (PI).

Les valeurs de calcul utilisées pour les principales couches de sol sont récapitulées ci-dessous :

Couche	γ' (KN/m ³)	ϕ' (°)	c' (kPa)	E (MPa)	C_u (kPa)	N_{SPT}	$N_{VON MOOS}$	Q_p (kPa)	PI (MPa)
6de12	10.7	28	14	12	70	48	27	180	1.85*
6cde1	11.1	29	17	18	100	50	-	240	2.45*

* valeurs estimées

3 types de fondations profondes ont été envisagés :

- Type A : pieu foré \varnothing 1.0 m
- Type B : pieu foré \varnothing 1.2 m
- Type C : pieu barrette rectangulaire 3.2 m * 1.2 m

Les résultats obtenus sont présentés dans les diagrammes fiche-portance en annexes 6284.513 à 6284.515, qui mettent en évidence la capacité portante de dimensionnement ($R_{a,d}$) en fonction de la fiche pour chaque cas, géométrie et méthode de calcul.

Le tableau ci-dessous reprend les capacités portantes de dimensionnement retenues (voir annexe 6284.516), qui prennent en compte l'ensemble des résultats, leurs vraisemblances, et l'applicabilité de chaque méthode au cas considéré :

	Capacité portante externe de dimensionnement en MN ($R_{a,d}$)					
	Fiche dans le 6de12			Fiche dans le 6cde1 / 11cde1		
	A	B	C	A	B	C
Valeur à :	(+/- 0.25)	(+/- 0.25)	(+/- 0.75)	(+/- 0.25)	(+/- 0.25)	(+/- 0.75)
Fiche de 7 m	2.3	3	6.2	3.9	5.5	15.7
Fiche de 10 m	2.7	3.7	8.2	4.0	5.6	17.2
Fiche de 15 m	-	4.3	11.0	-	5.7	18.7

La couche de formation de retrait non-consolidée (6de2) surmontant la couche de formation de retrait semi-consolidée (6de12) ne contribue que faiblement à la capacité portante et son effet a été négligé.

Relevons que la résistance interne du pieu n'est critique dans aucun des cas de figure.

Une fondation mixte radier-pieux pourrait être économique par simplification des détails des têtes de pieux et en limitant le diamètre ou la longueur de ces derniers, une part de la charge étant reprise par le radier. D'une manière générale, l'optimisation de la longueur des pieux passe par une étude détaillée de l'interaction entre radier et pieux.

INTERACTION DU PROJET AVEC LA NAPPE

Les bâtiments fondés à une cote supérieure ou égale à 373 m/mer (bâtiments à un niveau de sous-sol) ne seront pas en contact avec la nappe.

Au-delà d'un niveau de sous-sol, les constructions seront directement en contact avec la nappe qui s'écoule en direction de l'Arve. Des mesures devront donc être prises pour lutter contre l'effet de barrage induit par les parois sous nappe. Ces mesures pourront être le captage de la nappe en amont des constructions et son rejet en aval.

Cependant, compte tenu de la faible perméabilité des formations de retrait limoneuses à argileuses recoupées à partir de 3 à 4.5 m de profondeur, et des faibles gradients hydrauliques observés sur la majeure partie de la parcelle, des dispositions constructives permettant de faciliter l'écoulement pourraient suffire. Deux principales dispositions peuvent être envisagées :

- Planter les bâtiments de manière à ce que leur plus grande longueur soit parallèle à l'écoulement, c'est-à-dire plus ou moins orienté Sud-Ouest/Nord-Est.
- Laisser des zones à un sous-sol, traversant entièrement les bâtiments dans le sens de l'écoulement, entre les zones à plusieurs sous-sols.

Pour les bâtiments à plusieurs sous-sols implantés au plus proche de l'Arve, des mesures de captage et de rejet en complément de ces dispositions pourront être nécessaires compte tenu de l'augmentation du gradient hydraulique.

TERRASSEMENTS

Hors nappe (soit jusqu'à 2.5 à 3 m d'excavation environ), et si les emprises à disposition le permettent, les terrassements pourront se faire à l'abri de talus réglés à 1:1.

Au-delà de 1 niveau de sous-sol, la présence de la nappe superficielle impose la mise en place d'un blindage de fouille étanche, convenablement fiché et butonné, constitué par exemple d'un rideau de palplanches ou d'une paroi moulée.

Des puits filtrants en suffisance, associés à des puisards de chantier, permettront de maîtriser les conditions de butée et de rupture de fond, ainsi que d'assainir les graviers de la terrasse de l'Arve avant le début des terrassements.

Les niveaux d'eau à considérer pour la nappe superficielle ont été définis au chapitre «Hydrologie».

De plus, du fait de sa sensibilité à l'eau, les zones de fond de fouille constituées de matériaux limono-argileux à argileux (6d2 ou 6e2) seront à protéger à l'avancement par une couche de béton maigre.

Rappelons qu'au delà d'un niveau de sous-sol, des mesures devront être prises pour lutter contre l'effet de barrage.

A l'exception des remblais, les matériaux excavés seront essentiellement les alluvions de la terrasse de l'Arve (4a) et les formations de retrait limoneuses à argileuses (6cde). Les alluvions sont essentiellement graveleuses et seront donc facilement valorisables. En revanche les formations de retrait le seront difficilement et devront donc être évacuées en décharge pour matériaux terreux.

La couche de remblais superficiels (1 à 1.8 m d'épaisseur en forage) contient le plus souvent des débris (briques, gravats) qui ne permettent plus de les considérer comme matériaux non pollués. Ils devront donc probablement être évacués en grande partie, voire en totalité, en décharge contrôlée pour matériaux inertes (surcoût d'environ CHF 40.- HT par m³ de terrain foisonné). Si des remblais sans débris sont découverts lors des terrassements, des analyses de contrôle seront encore nécessaires pour s'assurer qu'ils respectent les valeurs limites pour terrains non pollués.

Par ailleurs, d'autres problèmes de pollution du terrain pourraient intervenir dans ce secteur. Ils sont détaillés au point «Aspects environnementaux liés à la pollution du terrain».

ASSAINISSEMENT

Hors nappe, murs périphériques et radier seront drainés ou éventuellement traités étanches.

Sous nappe, une enceinte étanche fichée dans l'imperméable combinée à un radier drainé sera mise en place. Les fiches dans l'imperméable doivent être suffisantes pour que les débits de pompage de l'eau récoltée par le drainage sous radier soient faibles. Rappelons qu'un drain périphérique d'écrêtage posé au niveau moyen de la nappe superficielle permettra d'une part de lutter contre l'effet de barrage, d'autre part d'éviter des remontées d'eau au-dessus de son niveau.

Un radier étanche pourrait également être envisagé. Dans ce cas, le projet devra être à même de reprendre les sous-pressions d'eau.

ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX LIES A LA POLLUTION DU TERRAIN

Au-delà du problème de la pollution plus ou moins généralisée des remblais superficiels, phénomène assez classique en zone urbaine, qui entraînera des surcoûts avérés de la phase d'excavation (voir point «terrassements»), un autre point particulièrement important doit être soulevé en regard d'un risque de pollution du sous-sol : la parcelle de la caserne contient 4 sites inscrits au cadastre des sites pollués (cadastre fédéral du DDPS – voir plan 6284.701 en annexe).

Il s'agit de 2 stations-service avec citernes d'essence enterrées, d'ateliers et de dépôts de véhicules. Trois sites sur les 4 nécessitent officiellement – et obligatoirement – une investigation préalable selon l'OSites¹. Cette phase d'investigation devra se présenter comme suit :

1. Point de situation préliminaire sur la base des données existantes et de contacts avec les autorités compétentes (GESDEC à Genève et DDPS à Berne) pour connaître l'état d'avancement d'éventuelles études sur les sites inscrits.
2. Investigation préliminaire historique selon l'OSites des différents sites pour déterminer avec précision le type d'activité polluante, les produits utilisés et les emplacements incriminés, notamment la position des citernes enterrées. Cette étape permet de définir la position des forages de contrôle et les analyses à effectuer.
3. Investigation technique selon l'OSites (forages et analyses). Cette étape permet de déterminer le type de pollution en présence, son importance et son extension. Ses conclusions permettent surtout de statuer sur l'éventuelle nécessité d'assainir les sites (le cas échéant, on se retrouve alors en présence de sites «contaminés») et, dans le cas d'un projet de construction, de déterminer s'il y a conflit entre le projet et le traitement du ou des sites pollués.

En tout état de cause, la présence de sites inscrits au cadastre des sites pollués nécessitant une investigation sur la zone du projet est susceptible de bloquer l'avancement de celui-ci si les études ne sont pas menées à temps. Nous conseillons donc vivement de les entreprendre dès que possible.

Rappelons qu'une offre relative à ces prestations a été établie par notre bureau.

¹ OSites : Ordonnance fédérale sur l'assainissement des sites pollués

GÉOTHERMIE

Le secteur des Vernets ne fait l'objet d'aucune restriction, en termes de protection des eaux souterraines, pour la réalisation de sondes géothermiques.

En vue de l'utilisation de cette ressource pour le système de chauffage et éventuellement de refroidissement pour les futurs bâtiments, la campagne de forages a également comporté la réalisation d'une sonde géothermique pilote afin d'y effectuer un test de réponse thermique du terrain.

Contrairement aux forages géotechniques F1 à F5, le forage pour la sonde géothermique (F6) a été réalisé en mode destructif, ce qui est bien plus rapide puisque les 300 m de forages ont été exécutés en un jour et demi. Le forage a été ensuite équipé des tuyaux de sonde (type double U, diamètre ext. 40 mm). L'espace entre la paroi du forage et les tubes a ensuite été colmaté par une injection d'un coulis spécial (K-Injekt Therm). Il s'agit là de l'équipement standard de sondes géothermiques. Il en résulte que si la position de la sonde pilote est favorable dans le cadre du futur projet, elle pourra être directement utilisée dans le dispositif final.

L'ensemble des opérations d'installation, de forage, d'équipement de la sonde et de repli du matériel a duré 4 jours ouvrables (du vendredi 8 au mercredi 13 avril 2011). L'entreprise en charge des travaux était Augsburg forages SA.

La législation impose que les forages pour les sondes géothermiques fassent l'objet d'un relevé géologique. Les forages étant exécutés en mode destructif, le relevé est effectué sur la base des cuttings (débris de forage) prélevés tous les 2 m par l'entreprise en charge des travaux. L'information géologique qui en découle est donc moins précise que pour les forages carottés, mais toutefois suffisante pour déterminer les limites des formations principales (position du toit du soubassement rocheux, par exemple).

Dans le cas présent, la stratigraphie générale relevée au forage F6 est la suivante :

0 – 4 m	:	Terrains de couverture et alluvions de la terrasse de l'Arve
4 – 101 m	:	Formations de retrait limoneuses (probablement würmien et rissien) et moraine probablement rissienne (limon graveleux et argileux)
101 – 300 m	:	Molasse Chattienne (marnes et grès avec tous leurs intermédiaires)

Des venues d'eau ont été observées dans la partie supérieure du terrain (nappe dans les alluvions de terrasse de l'Arve) et vers 65 - 70 m, dans un niveau plus sableux).

Le relevé de ce forage est joint en annexe. Les subdivisions dans la passe de 4 à 101 m résultent de la confrontation avec les anciens forages du secteur.

Le test de réponse thermique du terrain a été réalisé 2 semaines et demie plus tard (délai nécessaire pour un ré-équilibrage des conditions thermiques forage-terrain après les travaux) par l'entreprise Swiss Geo Testing Sàrl.

Le test, d'une durée d'une semaine (du lundi 2 au samedi 7 mai 2011), a consisté à brancher les tubes de la sonde, remplis d'eau, à un module de chauffage dans lequel est intégré un système complet de mesures et d'acquisition de données. Cette opération, qui s'est déroulée sans perturbation, fait l'objet d'un rapport détaillé fourni séparément.

Les principaux résultats sont les suivants :

Température initiale du terrain (moyenne sur toute la longueur de la sonde)	16.6 +/- 0.2 °C
Conductibilité thermique du terrain (moyenne sur toute la longueur de la sonde)	2.39 +/- 0.12 W/(m.K) Valeur recommandée : 2.27 W/(m.K)
Capacité thermique volumétrique du terrain (moyenne sur toute la longueur de la sonde)	2.30 +/- 0.5 MJ/(m³.K)
Résistance thermique effective de la sonde	0.09 +/- 0.01 K/(W/m)

Ils appellent les commentaires suivants :

- Les valeurs de température, de conductibilité et de capacité thermiques sont des moyennes sur la longueur totale de la sonde (300 m).
- Compte tenu des statistiques météorologiques genevoises et du gradient géothermique (env. 3°C / 100 m), la température moyenne du sol de 16.6°C est représentative ici d'un sol passant d'environ 11°C en surface (moyenne annuelle) à environ 20°C à 300 m de profondeur.
- Les valeurs de conductibilité et de capacité thermiques du terrain sont parfaitement conformes aux données statistiques des sols genevois. Pour le dimensionnement, Swiss Geo Testing recommande de se baser sur les valeurs les plus pessimistes de la conductivité thermique.
- La résistance thermique effective de la sonde obtenue correspond aux conditions du test. Ce paramètre devra être ré-évalué si certaines de ces conditions sont modifiées, comme par exemple le type de fluide caloporteur qui peut entraîner une modification du régime d'écoulement dans la sonde.

Sur la base des résultats de ce test de réponse et sous réserve de la dernière remarque ci-dessus, il est désormais possible de dimensionner un dispositif de chauffage / refroidissement avec sondes géothermiques selon la norme SIA 546 384/6 – Sondes géothermiques.

CONCLUSIONS

Le sous-sol de la caserne des Vernets est constitué, sous une épaisseur peu importante de remblais hétérogènes, d'alluvions graveleuses de la terrasse de l'Arve jusqu'à 3.5 m de profondeur en moyenne. Ces terrains holocènes recouvrent des formations de retrait würmien généralement limono-argileuses non consolidées jusqu'à une profondeur variant de 20 à 40 m environ, puis semi-consolidées et finalement consolidées vers 40 à 60 m (selon un pendage globalement orienté vers le Sud-Est).

Le substratum rocheux, correspondant ici à une molasse grise marneuse à gypse, a été atteint dans le sondage destructif F6 (sonde géothermique test), ainsi que dans le sondage carotté GESDEC n° 1536 à environ 100 m de profondeur.

La nappe superficielle de Carouge – La Praille baigne les dépôts alluvionnaires de la terrasse de l'Arve rencontrés dans l'ensemble des sondages analysés. Compte tenu des mesures réalisées et des informations à disposition sur les variations de cette nappe dans le secteur, nous proposons de retenir les niveaux de nappe suivants :

Niveau max. rarement atteint ou dépassé :	374.0 m/mer
Niveau "haut" :	373.0 m/mer
Niveau "moyen" :	372.5 m/mer

Compte tenu des emprises au sol, des charges retenues, et d'un tassement admissible de 6 centimètres, les bâtiments à l'étude pourront être fondés sur radier général s'ils n'excèdent pas :

- 5 étages pour 1 niveau de sous-sol,
- 6 étages pour 2 niveaux de sous-sols,
- 7 étages pour 3 niveaux de sous-sols,
- 8 étages pour 4 niveaux de sous-sols.

Des bâtiments plus hauts ou comportant un nombre de sous-sols moins élevé, devront soit être fondés sur des fondations profondes, soit comporter un débord des sous-sols par rapport au bâtiment haut. Une estimation de la capacité portante d'un pieu isolé, en fonction de son diamètre et de sa profondeur est fournie dans les annexes 6284.513 à 6284.516 et synthétisée dans le chapitre «Fondation».

Jusqu'à 2.5 mètres (hors nappe), les terrassements pourront se faire à l'abri de talus réglés à 1:1. A partir de 1 niveau de sous sol, la mise en place d'un blindage étanche convenablement fichée et butonnée sera nécessaire. Des mesures devront également être prises pour lutter contre l'effet de barrage.

Des directives plus détaillées sont données aux chapitres précédents.

Du point de vue environnemental, le site de la caserne des Vernets est confronté à deux problèmes principaux.

Tout d'abord, et de façon classique dans les zone urbaines, la couche de remblais superficiels contient des débris ou déchets divers (brique, gravats) impliquant une évacuation en décharge contrôlée pour matériaux inertes (DCMI) en cas d'excavation (surcoût de taxe de mise en décharge).

Ensuite, la parcelle de la caserne contient 4 sites inscrits au cadastre des sites pollués (cadastre fédéral du DDPS). Il s'agit de 2 stations-service avec citernes d'essence enterrée, d'ateliers et de dépôts de véhicules. Trois sites sur les 4 nécessitent officiellement une investigation préalable selon l'OSites (ordonnance sur l'assainissement des sites pollués).

La présence de sites inscrits au cadastre des sites pollués nécessitant une investigation sur la zone du projet est susceptible de bloquer l'avancement de celui-ci si les études ne sont pas menées à temps. Nous conseillons donc vivement de les entreprendre dès que possible.

En ce qui concerne la géothermie, le secteur des Vernets ne fait pas l'objet de restriction particulière pour la réalisation de sondes géothermiques.

Une sonde pilote de 300 m a été réalisée ainsi qu'un test de réponse thermique du terrain. Les résultats obtenus, dans la moyenne habituelle des terrains genevois, permettent désormais de dimensionner un système de chauffage / refroidissement utilisant des sondes géothermiques selon la norme SIA 546 384/6 – Sondes géothermiques.

Ces conclusions sont basées sur une interprétation aussi soignée que possible des sondages et essais de laboratoire et corroborées par des expériences précédentes.

Néanmoins, le sol est par nature un matériau hétérogène et des variations locales peuvent échapper à toute investigation. C'est pourquoi, les terrassements devront être suivis de près par l'ingénieur pour qu'il soit à même de déceler à temps toute anomalie dans la nature, la qualité et le comportement des sols rencontrés.

Un réexamen de ce rapport est à effectuer en cas de modification du projet ou si ce dernier est différé dans le temps.

C. THOMAS
Ingénieur POLYTECH

GEOTECHNIQUE APPLIQUEE
DERIAZ SA

G. CERVERA
Géologue dipl.

Annexes :**Sols genevois - Numérotation systématique**
Terminologie utilisée pour les sols

Plan 6284.001	Plasticité
Plan 6284.002	Granulométries

Plan 6284.003	Essais d'écrasement (1/2)
Plan 6284.004	Essais d'écrasement (2/2)

Plan 6284.005	Résultats des essais sur les sols (1/3)
Plan 6284.006	Résultats des essais sur les sols (2/3)
Plan 6284.007	Résultats des essais sur les sols (3/3)

Plan 6284.100	Situation des sondages
---------------	------------------------

Plan 6284.101	Sondage F1
Plan 6284.102	Sondage F2
Plan 6284.103	Sondage F3
Plan 6284.104	Sondage F4
Plan 6284.105	Sondage F5

Plan 6284.3.101	Relevé du sondage géothermique F6
-----------------	-----------------------------------

Relevé original du sondage GESDEC n° 3031 réalisé en 1974
 Relevé original du sondage GESDEC n° 7929 réalisé en 1988
 Relevé original du sondage GESDEC n° 10397 réalisé en 1995
 Relevé original du sondage GESDEC n° 12509 réalisé en 2004

Plan 6284.401	Profil stratigraphique interprétatif P1
Plan 6284.402	Profil stratigraphique interprétatif P2
Plan 6284.403	Carte structurale du toit des formations de retrait
Plan 6284.404	Carte structurale du toit des formations semi-consolidées
Plan 6284.405	Carte structurale du toit des terrains compacts
Plan 6284.406	Carte interprétative du toit de la nappe

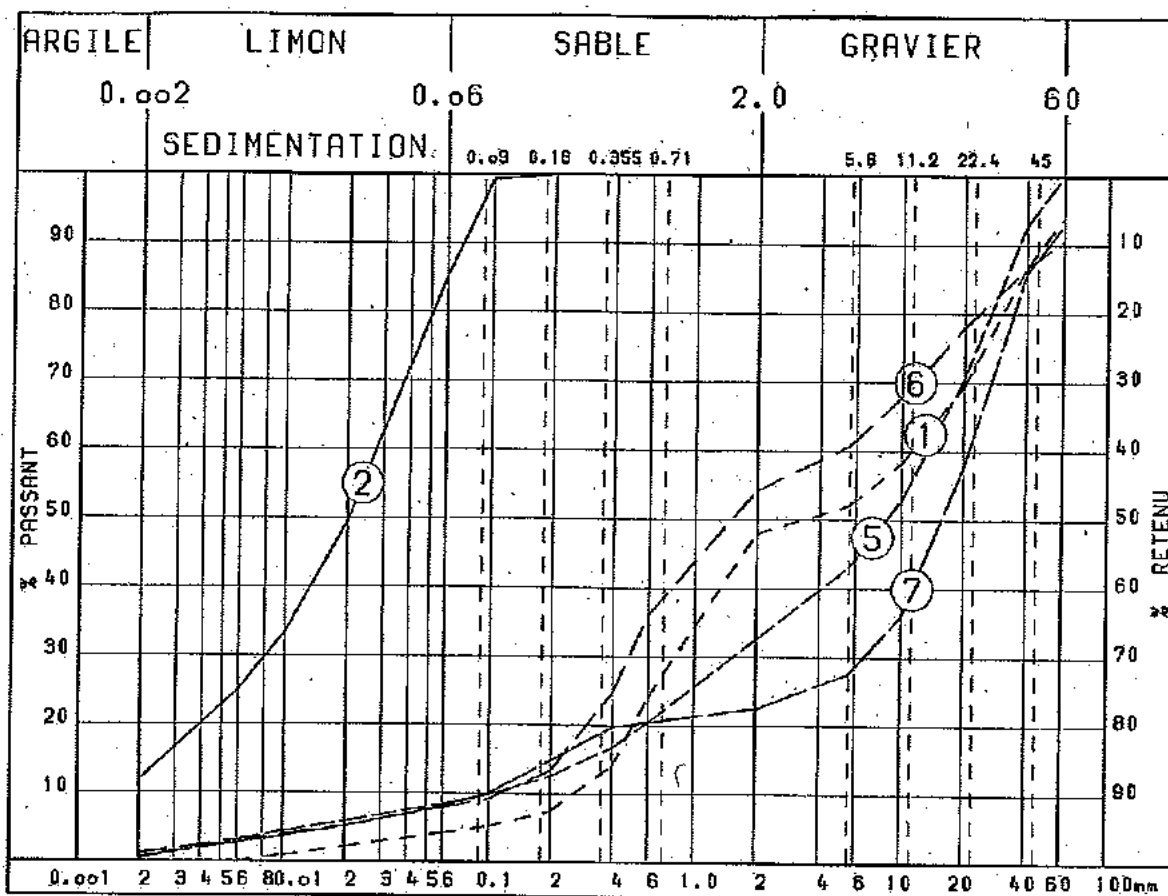
Annexe 6284.501 à 512	Tassements selon Giroud pour les différents cas retenus
Annexe 6284.513 à 516	Diagrammes fiche-portance d'un pieu isolé (cas A, B et C)

Annexe 6284.701	Sites inscrits au cadastre des sites pollués
-----------------	--

Terminologie utilisée pour les sols					DC / 286
CONSISTANCE DES SOLS FINS		COMPACTITE DES SOLS GRANULAIRES			
	Qp / Qu [kPa]	Cu [kPa]	N Von Moos	N SPT	Rd bars
Très molle	< 25	< 12,5	Lâche	< 10	< 35
Molle	25 - 50	12,5 - 25			
Tendre (moyenne)	50 - 100	25 - 50	Moyenne	10 - 30	35 - 100
Ferme	100 - 200	50 - 100	Compacte	30 - 50	100 - 200
Dure	200 - 400	100 - 200	Très compacte	> 50	> 200
Très dure	> 400	> 200			
APPLICATION AUX SOLS GENEVOIS					
6e 7e	6d 7d	4c 6c 7c 9c 11c		4b 6b 9b	4a 6a 9a
Très peu perméable		Semi-perméable			Perméable
PLASTICITE DES SOLS FINS NON ORGANIQUES SELON IP ET WL EN %					
	IP < 4	4 < IP < 7	WL < 30	30 < WL < 50	WL > 50
Pas plastique		Peu plastique	7 < IP < 10	10 < IP < 20	IP > 20
ML		CL-ML	Assez plastique	Plastique	Très plastique
			CL	CM	CH

CLASSIFICATION DES SOLS GENEVOIS ET PROFIL TYPE DE LA CUVETTE GENEVOISE

COUPE		PHASE	COUCHE	PRINCIPE DE NUMEROTATION		
				Npx,y	N	No de la formation
				p		Phases :
						a gravelleuse b sableuse c limonneuse d limono-argileuse e argileuse f crayeuse
				x		compacité et consistance : 1 élevée 1-2 moyenne 2 faible 3 altérée
				y		phase
						Terrains récents
				1		Terrains de couverture, sols actuels (remblais)
				2		Remblais
				3		Terrains holocènes
				4		Éboulis, formations de pente, colluvions, linon de ruissellement
				5		Alluvions de terrasses
						Dépôts ou vases lacustres, tourbe, craie lacustre
				6		Terrains glaciaires würmiens
				7		Formations supraglaciaires de retrait
				8		Moraine à cailloux et blocs alpins
				9		Dépôts intramorphiques ou intraformationnels
						Cailloutis morainiques profonds ou "alluvion ancienne"
				10		Terrains attribués à l'interglaciaire Riss-Würm
						Interglaciaire
				11		Terrains glaciaires attribués au Riss
				12		Formation de retrait
				13		Moraine à cailloux et blocs alpins
						Dépôts intramorphiques ou intraformationnels
				14		Substratum rocheux molassique
				15		Complexe de la Molasse grise du Chatillon supérieur
						Complexe de la Molasse rouge du Chatillon inférieur



Fo/No	U.S.C.S.	CL 0.002	- 0.020	Σ fine 0.060	Σ 5.600	D10	D60	U unif.	D90	C counb.	D20	K estimé
-	-	Px	Px	Px	Rx	mm.	mm.	-	mm.	-	mm.	n/c
6C2) FORMATIONS DE RETRAIT LIMONEUSES NON CONSOLIDEE												
F1/02	CL	12	50	85	0	-	0.029	-	0.008	-	0.004	0.2E-07
40) ALLUVIONS DE LA TERRASSE DE L'ARVE GRAVELEUX												
F1/01	GP	0	2	4	48	0.299	11.525	39	0.779	0.2	0.508	0.8E-03
F2/05	BW-GM	0	6	8	57	0.105	13.563	130	1.552	1.7	0.577	0.1E-02
F3/06	GP-GM	1	5	8	39	0.120	4.926	41	0.483	0.4	0.323	0.3E-03
F5/07	GP-GM	1	5	8	72	0.099	21.350	215	6.606	20.6	0.477	0.7E-03
		1	5	7	54	0.155	12.841	106	2.955	5.7	0.471	0.7E-03

TAMISAGE SERIE ISO R20.3

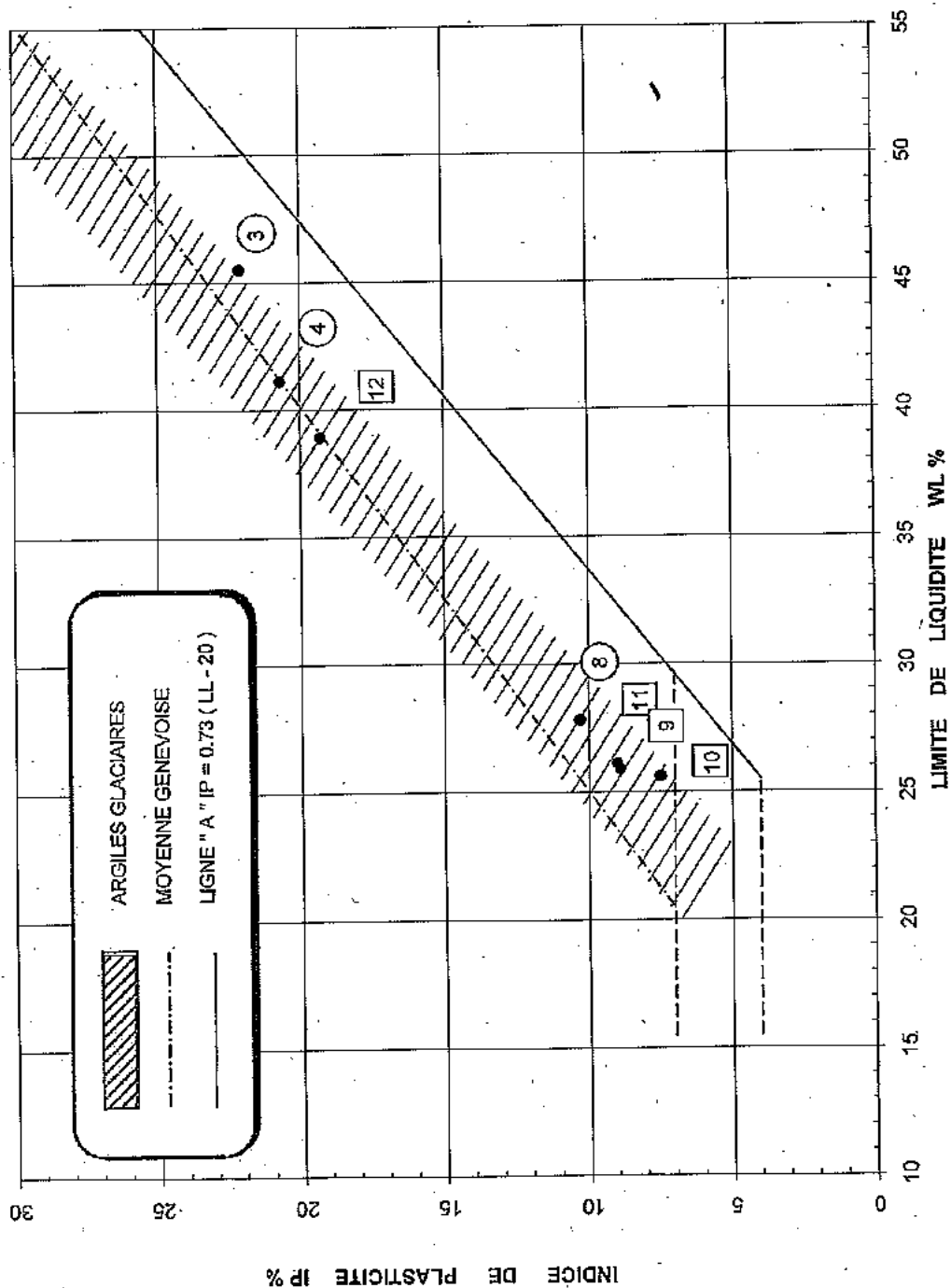
CASERNE DES VERNETS - IMMEUBLES
INGENI SA

GRANULOMETRIES

6284.002

GEOTECHNIQUE APPLIQUEE BERIAZ S.A. - GENEVE

8/08/2011/labo



CASERNE DES VERNETS

INGENI SA

ABAQUE DE PLASTICITE

6284.001

GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A. - GENEVE

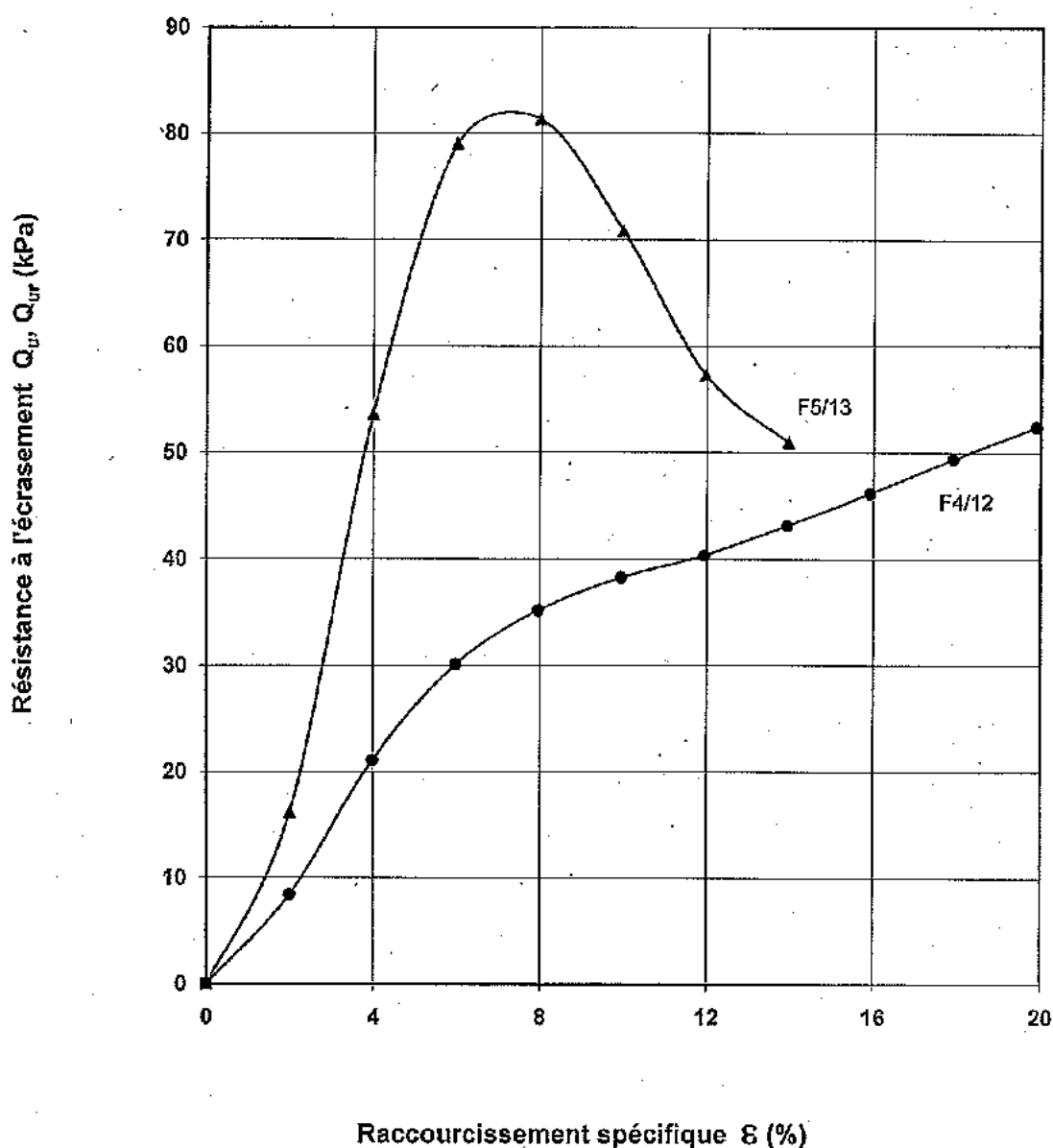
DATE

16.08.2011

Visa

JLD

Ech.	Q_u	ε	Q_{ur}	ε	St	Couche
n°	kPa	%	kPa	%	-	-
F4/12	52	20	-	20		6e2
F5/13	81	8	-	20		6d2



Echantillon intact (Q_u)

Caserne des Vernets - Immeubles

Ingeni SA

ESSAI D'ÉCRASEMENT

6284.004

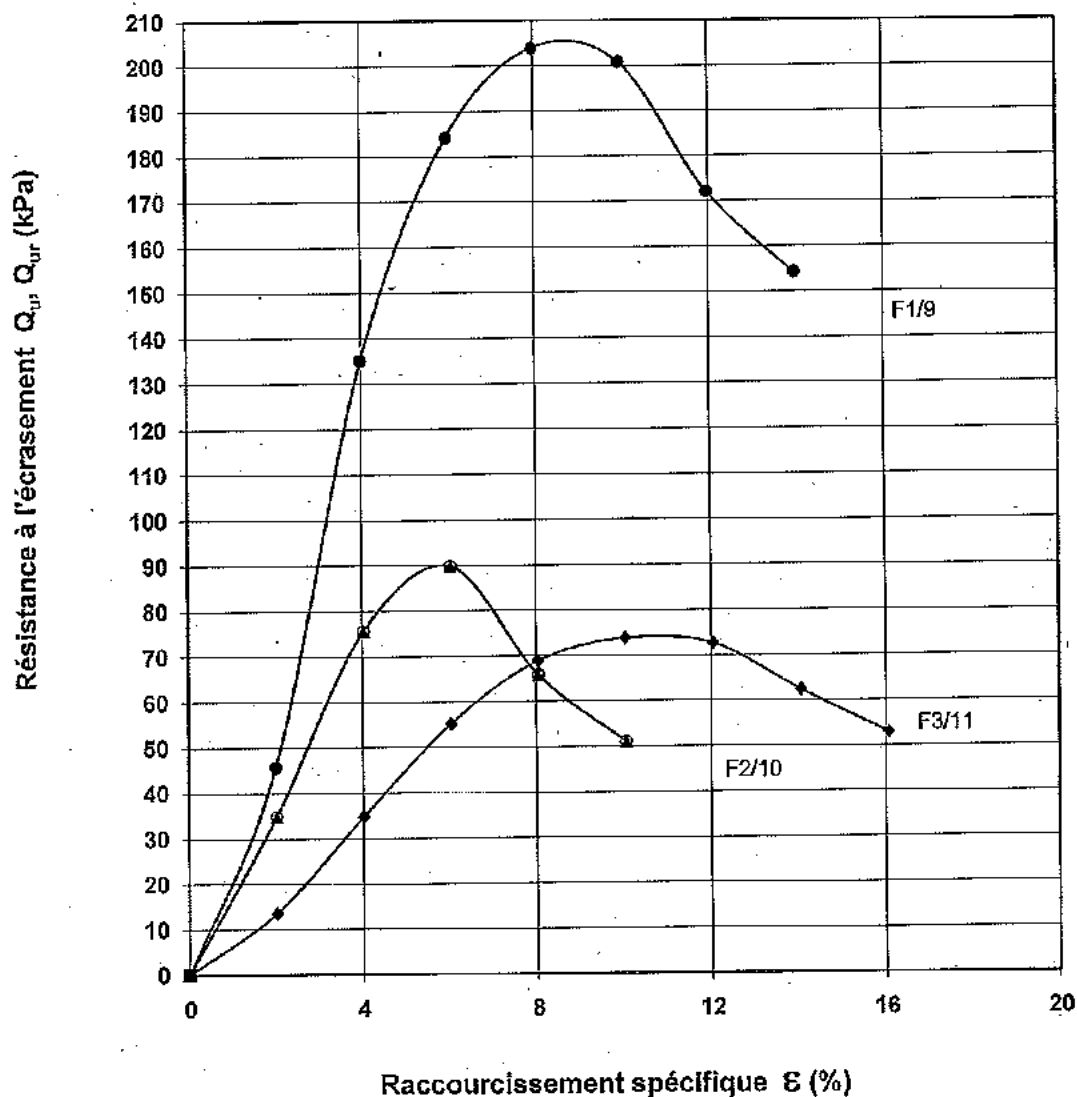
GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A. - GENEVE

DATE

03.05.2011

Visa

Ech.	Q_u	ε	Q_{ur}	ε	St	Couche
n°	kPa	%	kPa	%	-	-
F1/9	204	8	-	20		6c1
F2/10	90	6	-	20		6c2
F3/11	74	10				6c12



Echantillon intact (Q_u)

Caserne des Vernets - Immeubles

Ingeni SA

ESSAI D'ÉCRASEMENT

6284.003

GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A. - GENEVE

DATE

03.05.2011

Visa

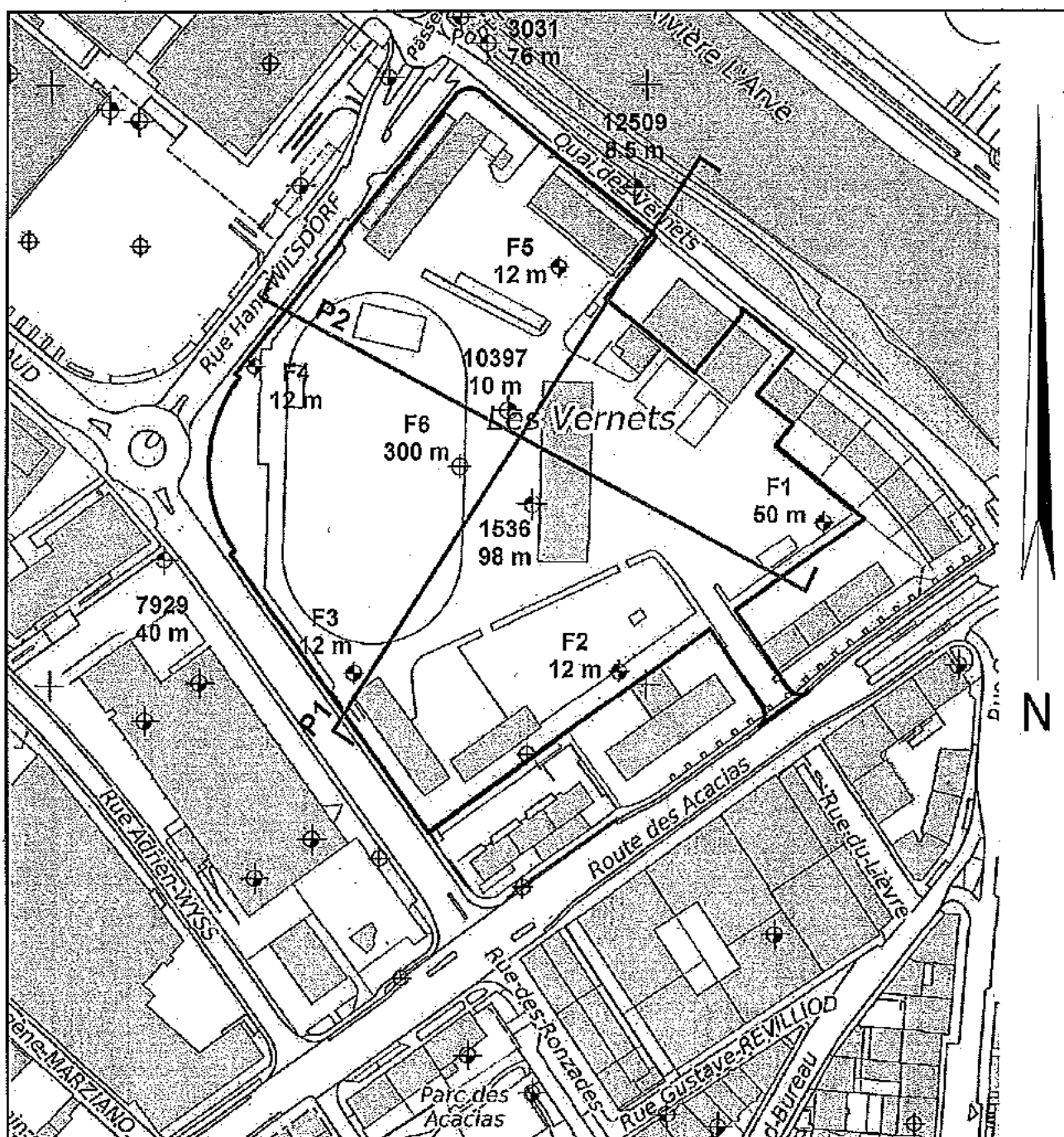
Numéro sond./éch.	T	prof	USCS	w	p	p d	ps	e0	sr	WL	WP	IP	<0.002	>5.6	qp labo	qp situ	qu	qur	Cc	Cs	Observations
-	m	-	-	%	n	t/m3	t/m3	-	%	%	%	%	%	%	kPa	n	kPa	kPa	-	-	-
F3/11	6c(12) RETRAIT WURMIEN : Phase limoneuse semi-consolidée, VON MOOS (cps/20cm) : 23 (22 - 24), SPT (cps/30cm) : 42 (42 - 42)																				
	C	8.5	CL	22.3	3	2.07	2	1.68	2.77	0.649	95	26.1	17.1	9.0		130		74			
	MOYENNE			21.8	12	2.08	4	1.70	2.75	0.613	98	26.1	17.1	9.0		180	9	130	10	74	
éch. carottés	6d(1) RETRAIT WURMIEN - Phase limono-argileuse préconsolidée, SPT (cps/30cm) : 50 (50 - 50)																				
	C			20.8	4	2.11	1	1.75	2.77	0.583	99					220	3	257	7		
	MOYENNE			20.8	4	2.11	1	1.75	2.77	0.583	99					220	3	260	7		
éch. carottés	6d(2) RETRAIT WURMIEN - Phase limono-argileuse peu consolidée, VON MOOS (cps/20cm) : 14 (7 - 30), SPT (cps/30cm) : 38 (32 - 43)																				
	C			23.4	21	2.06	5	1.63	2.77	0.599	93					105	21	85	52		
	C	8.5	CL	23.9	3	2.06	2	1.66	2.77	0.669	99					50	3		81		
F5/13 F5/8	C	7.0	CL	21.4	1	2.07	1	1.71	2.77	0.620	96	27.8	17.5	10.3		90	1				
	MOYENNE			23.4	25	2.06	8	1.65	2.77	0.663	96	27.8	17.5	10.3		100	25	90	52	81	
éch. carottés	6d(12) RETRAIT WURMIEN - Phase limono-argileuse semi consolidée, VON MOOS (cps/20cm) : 20 (13 - 27), SPT (cps/30cm) : 48 (46 - 49)																				
	C			21.5	14	2.07	5	1.70	2.77	0.629	95					179	14	171	27		
	MOYENNE			21.5	14	2.07	5	1.70	2.77	0.629	95					180	14	170	27		
éch. carottés	6e(2) RETRAIT WURMIEN - Phase argileuse peu consolidée, VON MOOS (cps/20cm) : 12 (12 - 12), SPT (cps/30cm) : 23 (19 - 28)																				
	C			28.3	13	1.98	4	1.54	2.79	0.812	97					104	13	75	25		
	C	22.0	CM	30.8	1	1.94	1	1.48	2.77	0.872	98	45.5	23.4	22.1		70	1				
F4/12	C	8.5	CM	26.1	3	2.05	2	1.63	2.77	0.698	100	38.9	19.6	19.3		40	3		52		
	MOYENNE			28.1	17	1.99	7	1.56	2.78	0.794	98	42.2	21.5	20.7		90	17	80	25	52	
6e(12) RETRAIT WURMIEN - Phase argileuse semi-consolidée, SPT (cps/30cm) : 48 (47 - 48)																					

Type d'é

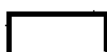
Núméro sond./éch.	T	prof m	USCS -	w %	n t/m ³	p n t/m ³	ps t/m ³	e0 -	sr %	WL %	WP %	IP %	<0.002 >	%	qp labo kPa	qp situ kPa	qu kPa	Cc -	Cs -	Observations
2) REMBLAIS HETEROGENES																				
éch. carottés F1/1	C			16.0	4										265	4	202	7		
F2/5				MOYENNE	16.0	4									270	4	200	7		
4a) ALLUVIONS DE TERRASSE - Phase sablo-graveleuse, VON MOOS (cps/20cm) : 80 (21 - 100)																				
éch. carottés F1/1	C			5.8	7															
F2/5	C	2.0	GP	3.1	1								0	4	48					
F3/6	C	2.0	GW-GM	4.1	1								0	8	57					
F5/7	C	2.0	GP-GM	1.8	1								1	8	39					
	C	2.0	GP-GM	9.2	1								1	8	73					
		MOYENNE		5.3	11								1	7	54					
6c1) RETRAIT WURMIEN - Phase limoneuse consolidée, VON MOOS (cps/20cm) : 100 (100 - 100), SPT (cps/30cm) : 39 (39 - 39)																				
éch. carottés F1/9	C			18.9	7	2.15	3	1.81	2.73	0.508	100				349	7	254	12		
	C	14.5	CL	20.5	3	2.13	2	1.77	2.73	0.542	100	25.9	17.0	8.9	280	3		205		
		MOYENNE		19.4	10	2.14	5	1.79	2.73	0.525	100	25.9	17.0	8.9	330	10	250	12	205	
6c2) RETRAIT WURMIEN - Phase limoneuse peu consolidée, VON MOOS (cps/20cm) : 17 (11 - 26)																				
éch. carottés F1/2	C			22.1	5	2.04	1	1.67	2.73	0.635	95				126	5	82	13		
F2/10	C	13.0	CL	21.1	1	2.07	1	1.71	2.73	0.596	97			12	85	0	140	1		
	C	8.5	CL	22.2	3	2.07	2	1.69	2.77	0.639	96	25.6	18.1	7.5		130	3		90	
		MOYENNE		22.0	9	2.06	4	1.69	2.74	0.623	96	25.6	18.1	7.5	12	85	0	130	9	80 130 73 90
6c12) RETRAIT WURMIEN : Phase limoneuse semi-consolidée, VON MOOS (cps/20cm) : 23 (22 - 24), SPT (cps/30cm) : 42 (42 - 42)																				
éch. carottés	C			21.6	9	2.10	2	1.73	2.73	0.578	100				180	9	128	10		

Type d'échantillon (T):
- V: Vrac
- I: Inconnu
- C: Caroté
- R: Reconstitué
- P: Intact

Caserne des Vernets - Immeubles INGENI SA		FEUILLE No 1 sur 3	secteur :	52
RESULTATS DES ESSAIS SUR LES SOLS		GENEVE - LE MONT SUR LAUSANNE	Date :	17.06.2011



PLAN D'ENSEMBLE N°52



Zone d'étude



Sondages carottés exécutés



Sondage destructif exécuté (géothermie)



Profil géotechnique interprétatif

Sondages existants (selon la profondeur) :



< 5.00



5 - 10



10 - 20



20 - 30



> 30.00

Caserne des Vernets - Immeubles

INGENI SA

ECH 1:2'500

DATE 03.05.2011

SITUATION DES SONDAGES

6284.100

GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A.

Dess CT VISE

Numéro sond./éch.	T	prof	USCS	w	n	t/m3	p	pd	ps	e0	sr	WL	WP	IP	<0.002	<0.06	>5.6	qp labo	qp situ	qu	qur	Cc	Cs	Observations	
	-	m	-	%	n	t/m3	n	t/m3	t/m3	-	%	%	%	%	%	%	%	kPa	n	kPa	n	kPa	-	-	
éch. carottés F1/4	C			22.8	2													200	2	194	5				
	C	49.0	CM	22.1	1	2.08	1	1.70	2.77	0.629	97	41.1	20.4	20.7				230	1						
				22.6	3	2.08	1	1.70	2.77	0.629	97	41.1	20.4	20.7				210	3	190	5				
				MOYENNE																					
6e12) RETRAIT WURMIEN - Phase argileuse semi-consolidée, SPT (cps/30cm) : 48 (47 - 48)																									
</																									

Caserne des Vernets - Immeubles										SONDAGE F1 30-50 m		FO / 101 / ChD / 18.02.88 ECHELLE : 1/100 DATE : 05.2011 6284.101	
INGENI SA GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERAZ S.A. - GENEVE										TERRAIN : 376.05 INCLINAISON : VERT.		DESS : CT VISA :	
COTES USCS										FORE PAR : Stump Forcée SA		LEVE PAR : CT	
Type de forage										COORDONNEES Y= 499574 X= 116567			
Altitude													
Profondeur													
Epaisseur													
Echantillon													
COUPE													
Teneur en eau %													
Masse volum. γ/m^3													
q_p labo kPa													
q_p in situ kPa													
Δq in situ cm													
Δq in situ kPa													
EQUIPEMENT													
GEOLOGIE													
Phase argileuse non consolidée													
Phase limono-argileuse non consolidée													
Phase limono-argileuse semi-consolidée													
Phase limono-argileuse consolidée													
Phase limono-argileuse semi-consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													
Phase argileuse consolidée													

Echelle réduite !

GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A. - GENEVE

SONDAGE F1
0-30 m

FO / 101 / CHD / 1B.02.98

ECHELLE : 1/100 DATE : 05.2011

6284.101

TERRAIN : 376.05	INCLINAISON : VERT.
------------------	---------------------

INCLINAISON : VERT.

DESS : CT

VISA :	
--------	--

FORE PAR : Stump Forates SA

LEVE PAR : CT

COORDONNEES Y= 499574

X= 116567

COTES			USCS	COUPE	ESSAIS				EQUIPEMENT	GEOLOGIE
Type de forage	Altitude	Profondeur	Echantillon		Teneur en eau %	Massa volum. t/m ³	Qp labo kPa	Qp in situ kPa		
	376.05									
	375.03	0.40 1.00	1.00	2)	3.7			170 100		Remblais hétérogènes
			2.10	4a) 2b) CP-GW ①	3.1					Alluvions Phase gravelleuse
	372.95	3.10		6c1)	4.0			450 500		Phase limono-sableuse
	372.13	3.92	1.00		18.2	2.14	470	180		Phase limono-sableuse
	371.95	4.10			20.7			130 90		
			5.10	6c12)	20.7		420	130 270		Phase limono-sableuse semi-consolidée
		7.20			20.1		170	130 70		
		8.10			21.7	2.10	150	140 100		
	366.65	9.20		6c2)	21.3		280	110 70		
			4.10		22.3			90 90		
					21.4	2.04	100	90 100		Phase limono-sableuse non consolidée
					22.1		230	(80) (90)		
	362.75	13.30		1300 CL ②	21.1	2.07	140	80 110		
			1.80	6c1) 1400 CL 9	18.4 20.6	2.11	240 280	200 150		Phase limono-sableuse consolidée
	360.95	15.10		1425	20.9		220	150		
			5.20	6c12)	24.2		120	110 130		
					21.7	2.10	120	200 90		Phase limono-sableuse semi-consolidée
	357.55	18.50			21.9		110	40 30		
					27.1	2.01	100	60 40		
					24.3		130	60 60		
					30.1		100	20 30		
				22.00 CL ③	30.8	1.94	70	80 60		
					30.9		80	80 120		
			12.00	6e2)	26.8		110	80 90		Phase argileuse non consolidée
					28.5		100	90 90		
					28.9	1.97	110	100 130		
					26.5		100	90 80		
					26.8		110	80 90		
					28.7		150	80 100		
	345.55	30.50			27.8	1.98	140	80 20		
					28.0		120	80 90		

- 2) REMBLAIS HÉTÉROGÈNES : 0.00 – 1.00 m
0.00 – 0.40 m : Sable fin à moyen à cailloux hétérométriques et gravillons abondants, contenant quelques racines, gris-beige, pulvérulent.
0.40 – 1.00 m : Sable fin limoneux à cailloux et gravillons peu abondants, contenant quelques petites racines, brun, sans grande cohésion, ferme.
- 4) ALLUVIONS DE LA TERRASSE DE L'ARVE : 1.00 – 3.10 m
4a) Phase graveleuse
Cailloux et gravillons hétérométriques roulés dans une matrice de sable moyen, gris, pulvérulent.
- 6) FORMATIONS SUPRAGLACIAIRES DE RETRAIT : 3.10 – 60.00 m
6c1) Phase limoneuse consolidée : 3.10 – 4.10 m
Limon finement sableux, peu argileux, gris beige rubané gris-sombre, stratifié, dur à très dur, peu plastique.
- 6c12) Phase limoneuse semi-consolidée : 4.10 – 9.20
Limon peu argileux à débris pelliculaires de sable fin, gris à gris-beige, saturé, stratifié, ferme à dur, peu plastique.
7.20 – 8.10 m : Passée plus argileuse, gris rubané beige, saturé, stratifié, ferme à dur, plastique.
- 6c2) Phase limoneuse non-consolidée : 9.20 – 13.30 m
Limon peu argileux à débris pelliculaires de sable fin, gris à gris-beige, saturé, stratifié, tendre à ferme, peu plastique.
- 6c1) Phase limoneuse consolidée : 13.30 – 15.10
Limon peu argileux à débris pelliculaires de sable fin, gris à gris-beige, saturé, stratifié par quelques veines limono-argileuse, ferme à dur, assez plastique.
- 6c12) Phase limoneuse semi-consolidée : 15.10 – 18.50
Limon peu à moyennement argileux à débris pelliculaires et veines de sable fin, gris à gris-beige, saturé, stratifié, ferme, peu à assez plastique.
- Cette formation (de 3.10 m à 18.50m) peut présenter un caractère fluide à l'excavation sous eau dans ses zones les plus pulvérulentes. Elle présente cependant une bonne cohésion apparente d'un point de vue global.*
- 6c2) Phase argileuse non consolidée : 18.50-30.50 m
Argile limoneuse, gris, stratifié, mou à ferme, très plastique.

Cette formation (de 3.10 m à 18.50m) peut présenter un caractère fluide à l'excavation sous eau dans ses zones les plus pulvérulentes. Elle présente cependant une bonne cohésion apparente d'un point de vue global.

- 6e2) Phase argileuse non consolidée : 18.50-30.50 m
Argile limoneuse, grs. stratifié, mou à ferme, très plastique.

Echelle réduite 1

Caserne des Vernets – Immeubles										SONDAGE F3		FO / 101 / ChD / 18.02.98 ECHELLE : 1/100 DATE : 05.2011 6284.103	
INGENI SA GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A. – GENEVE										TERRAIN : 375.65 INCLINAISON : VERT.		DESS : CT VISA :	
										FORE PAR : Stump Foralea SA		LEVE PAR : CT	
										COORDONNEES Y= 499377 X= 116505			

SONDAGE F2

ECHELLE : 1/100	DATE : 05.2011
-----------------	----------------

6284.102

DESS :	CT	VISA :
--------	----	--------

LEVE PAR : CT

COORDONNEES Y= 499488
X= 116505

COORDONNEES Y= 499488

X= 116505

2) **REMBLAIS HETEROGENES : 0.00 – 1.20 m**
0.00 – 0.30 m : Sol végétal limoneux à cailloux, brun, quelques petites racines.
0.30 – 0.70 m : Sable peu limoneux à gravillons et cailloux assez abondants, gris, petits débris de brique, brun sombre, pulvérulent.
0.90 – 1.20 m : Limon à gravillons et cailloux roulés moyennement abondants, marron brun, petits débris de brique, ferme à dur, assez plastique.

4) **ALLUVIONS DE LA TERRASSE DE L'ARVE : 1.20 – 4.00 m**

4a) **Phase graveleuse : 1.20 – 2.90 m**
Cailloux et gravillons roulés moyennement à très abondants dans une matrice de sable fin à moyen, gris, humide, pulvérulent.

4b) **Phase sableuse : 2.90 – 4.00 m**
2.90 – 3.50 : Sable fin à rares cailloux et gravillons roulés, gris foncé, pulvérulent, très humide, compacité élevée.
3.50 – 4.00 : Sable peu limoneux à cailloux et gravillons roulés assez abondants, gris brun, saturé, peu plastique, tendre à ferme.

6) **FORMATIONS SUPRAGLACIAIRES DE RETRAIT : 4.00 – 12.00 m**

6c1) **Phase limoneuse consolidée : 4.00 – 6.10 m**
Limon finement sableux, peu argileux, gris sombre rubané gris-beige, très humide, stratifié, dur à très dur, peu plastique.
Cette formation peut présenter un caractère fluide à l'excavation sous eau dans ses zones les plus pulvérentes.

6c2) **Phase limoneuse non-consolidée : 6.10 – 10.30 m**
Limon peu argileux interstratifié par des veines limono-sableuses et quelques veines limono-argileuse, gris rubané gris sombre, feuilleté, mou à tendre, assez plastique.
8.90 – 9.50 m : *Passée plus argileuse, plastique et molle.*
10.10 – 10.30 m : *Passée très limoneuse à débris pelliculaires de sable fin, saturé, mal stratifié, mou.*

6d12) **Phase limoneuse semi-consolidée : 10.30 – 12.00 m**
Limon moyennement argileux, finement sableux, gris sombre rubané beige, stratifié, ferme, peu à assez plastique.

REMARQUE :
L'alternance de niveaux argileux et de niveaux limoneux, d'épaisseur millimétrique à décimétrique, au sein des formations de retrait explique les variations locales des paramètres d'identification (teneur en eau, densité, plasticité) et des paramètres de résistance (consistance apparente).

HYDROLOGIE :
Relevés piézométriques :

Le 15.04.2011 : Piézomètre sec.
Le 19.04.2011 : - 4.00 m/T.N. soit 372.15 m/mer.
Le 27.04.2011 : - 3.89 m/T.N. soit 372.27 m/mer.
Le 10.05.2011 : - 3.77 m/T.N. soit 372.39 m/mer. —
Le 20.08.2011 : - 3.68 m/T.N. soit 372.47 m/mer.

Echelle réduite

Echelle réduite :

Caserne des Vernets - Immeubles										SONDAGE F5		Echelle : 1/100 DATE :		6284.105	
INGENI SA GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A. - GENEVE										TERRAIN : 374.85 INCLINAISON : VERT.		DESS : CT		VISA :	
										FORE PAR : Stump Forotec SA		LEVE PAR : CT			
										COORDONNEES Y= 499463 X= 116674					
										2) REMBLAIS HETEROGENES : 0.00 - 1.80 m 0.00 - 1.10 m : Limons sableux à gravillons et cailloux hétérométriques abondants, gris, contenant de nombreux débris de briques et gravats, sans grande cohésion. 1.10 - 1.80 m : Limons argileux à gravillons et cailloux peu abondants, marron-brun à traces noirâtre, contenant de nombreux débris de brique et de plastique, très humide, mou, assez plastique. Faible odeur d'hydrocarbures. 4) ALLUVIONS DE LA TERRASSE DE L'ARVE : 1.80 - 3.60 4a) Phase graveleuse 1.80 - 2.90 : Cailloux et gravillons roulés dans une matrice de sable peu limoneux, gris-beige, pulvérulent. 2.90 - 3.60 : Cailloux et gravillons roulés dans une matrice de limons sableux, beige, saturé, peu plastique, compacité élevée. 6) FORMATIONS SUPRAGLACIAIRES DE RETRAIT : 3.60 - 12.00 m 6c1) Phase limoneuse consolidée : 3.60 - 4.30 m Limon finement sableux, gris sombre moucheté de beige, mal stratifié, dur, peu à assez plastique. <i>Cette phase peut présenter un caractère fluide à l'excavation sous eau.</i> 6d12) Phase limono-argileuse semi-consolidée : 4.30 - 6.10 m Limon argileux à débris pelliculaires de sable fin, gris-sombre rubané beige, stratifié, globalement ferme et plastique. 6d2) Phase limono-argileuse non-consolidée : 6.10 - 12.00 m Limon argileux à débris pelliculaires de sable fin, gris-sombre rubané beige, stratifié, tendre à ferme, plastique. 11.80 - 12.00 : niveau plus limoneux, tendre à ferme, peu à assez plastique. Remarque : L'alternance de niveaux argileux et de niveaux limoneux, d'épaisseur millimétrique à décimétrique, au sein des formations de retrait explique les variations locales de consistance (les niveaux argileux sont en général moins durs que les niveaux limoneux). HYDROLOGIE Matériaux saturés à partir de 2.90 m environ. Relevés piézométriques : Le 15.04.2011 : -2.84 m/TN soit 372.01 m/mer. Le 18.04.2011 : -2.95 m/TN soit 371.9 m/mer. Le 27.04.2011 : -2.86 m/TN soit 371.89 m/mer. Le 10.05.2011 : -2.84 m/TN soit 372.01 m/mer. Le 20.08.2011 : -2.81 m/TN soit 372.24 m/mer.					

Echelle réduite !

Echelle réduite !

Caserne des Vernets - Immeubles

SONDAGE F4

FC / 101 / ChD / 18.02.98
Echelle : 1/100 DATE : 05.2011
6284.104

INGENI SA

GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A. - GENEVE

TERRAIN : 375.70 INCLINAISON : VERT.

DESS : CT VISA :

FORE PAR : Stump Forotec SA

LEVE PAR : CT

COORDONNEES Y= 499336
X= 116633

Type de forage	COTES		USCS	COUPE	ESSAIS				ESSAIS SPECIAUX	GEOLOGIE
	Altitude	Profondeur	Echantillon		Teneur en eau %	Masses volum. t/m ³	Qp labo kPa	Qp in situ kPa	Equipement	
	375.70	0.30							375.61	
	374.30	1.40	2)		16.5		350	125		
		0.90			4.0					
		1.40	4a)		5.2					
	371.80	3.90			8.8					
	371.50	4.20								
	370.00	5.70	6d12)		22.5	2.06	40	150		
					21.2		210	70		
					23.4		110	80		
					21.8		150	90		
					28.1	2.05	40	140		
			6d2)		21.9		100	40		
					30.7		50	70		
					24.4	2.05	70	100		
					31.1		30	30		

2) **REMBLAIS HETEROGENES** : 0.00 - 1.40 m
0.00 - 0.30 m : Terre végétale limono-sableuse à cailloux et gravillons assez abondants, brun, contenant de nombreux débris de brique, des morceaux de verre et de plastique.
0.30 - 0.80 m : Sable moyen à cailloux et gravillons roulés abondants, gris-beige, pulvérulent.
0.80 - 1.40 m : Sable fin peu limoneux à cailloux et gravillons peu abondants, brun-marron, contenant quelques débris de brique, ferme à dur, sans grande cohésion.

4) **ALLUVIONS DE LA TERRASSE DE L'ARVE** : 1.40 - 4.20
4a) Phase graveleuse
Cailloux et gravillons roulés moyennement à très abondants dans une matrice de sable fin à moyen, gris, pulvérulent, compacité élevée.

6) **FORMATIONS SUPRAGLACIAIRES DE RETRAIT** : 4.20 - 12.00 m
6d12) Phase limono-argileuse semi-consolidée : 4.20 - 5.70 m
Limon argileux, gris-sombre rubané gris-beige, stratifié, globalement ferme et plastique.

6d2) Phase limono-argileuse non-consolidée : 5.70 - 12.00 m
Limon argileux à très argileux, gris-sombre, stratifié, globalement tendre et plastique.

8.00 - 8.70, 9.50 - 10.50 et 11.20 - 12.00 m : niveaux plus argileux, gris, mal stratifiés, mous, plastique (caractéristiques proches de celles du 6e2).

REMARQUE :

L'alternance de niveaux argileux et de niveaux limoneux, d'épaisseur millimétrique à décimétrique, au sein des formations de retrait explique les variations locales des paramètres d'identification (teneur en eau, densité, plasticité) et des paramètres de résistance (consistance apparente).

HYDROLOGIE :

Relevés piézométriques :

Le 15.04.2011 : piézomètre 6e0.
Le 19.04.2011 : -3.90 m/TN soit 371.80 m/mer.
Le 27.04.2011 : -3.91 m/TN soit 371.79 m/mer.
Le 10.05.2011 : -3.94 m/TN soit 371.76 m/mer.
Le 20.05.2011 : -3.88 m/TN soit 371.82 m/mer.

Echelle réduite 1

Ø127	254.78	121	
		179	

CHATTIEN
Molasse rouge

Etude de développement du site de la caserne des Vernets

Type de forage	COTES			COUPE	GEOLOGIE	HYDROGEOLOGIE	Sonde géothermique Test	6284.3.101
	Altitude	Profondeur	Epaisseur				TERRAIN : 375.76m/mer INCLINAISON : VERTICALE	COORDONNEES
							ECHELLE : 1/500	X : 116594 Y : 499422
							Levé par : CT/FC VISA : GC	Foré par : Augsburger Forages SA
							DATE : 05.05.2011 DESS me	Fo / 338 / Jld / 28.11.2003
Ø152	375.76				Couverture et alluvions			
	371.76	4	4					
			59		Retrait wurmien			
		40						
Ø152	312.76	63						
		69	12		Transition			
	300.76	75						
Ø127			26		Moraine rissienne			
	274.76	101						
			20		CHATIEN Molasse grise			
	254.76	121						

2-4) Remblais et alluvions de la terrasse de l'Arve : 0 - 4 m

Sable et gravier.

6) Formations de retrait wurmien : 4 - 63 m

Limon et argile gris foncé.

Dès 40 m : présence de gravillons et probablement de cailloux (détruits par le forage)

7) Transition : 63 - 75 m (probablement entre retrait wurmien et retrait rissien)63 - 69 m : Alternance de sable, de limon et d'argile.
Venue d'eau vers 65 - 70 m selon foreur

69 - 75 m : Terrain délavé (sable fin gris avec quelques gravillons)

12) Moraine rissienne : 75 - 101 m

Délavage complet de la fraction fine du terrain.

Les cuttings se présentent sous forme de sable grossier avec gravillons. Selon foreur : "moraine limoneuse graveleuse un peu argileuse"

Molasse Chattienne : 101 - 300 m**14) Molasse grise : 101 - 121 m**

Marnes grises et verte et probablement grès fins beige à la base (115 - 121 m : cuttings = eau sableuse beige).

15) Marnes et Grès bariolés (Molasse rouge) : 121 - 300 m

Marno-grès prédominants alternant avec des marnes et des grès. Couleurs variables : vert, lie-de-vin, gris-bleu, beige

Remarques :

- Chantier : 9 - 13 avril 2011
- Une seule sonde réalisée (sonde pour test de réponse géothermique)
- Venues d'eau signalées par le foreur : 3-4 m et 65-70 m
- Equipement : sonde HakaGerodur, 2 tubes en U de 40 mm de diamètre
- Remplissage de l'espace annulaire par injection de K-Injekt Therm
- Foreur : Claude-Alain Binggeli

[illegible]

CADASTRE GEOLOGIQUE - GENEVE
SONDAGE N° 3031

PONT ECOLE DE MEDECINE FORAGE N° 2

DATE : 25.7.74

ECHELLE : 1:100

1568 102

H.M. PERREY ET MILLERET INGENIEURS GENEVE

TERRAIN : 777.92 INCLINAISON : VERT.

FORE PAR : STUMP SONDAGES SA-GE

DESS : A.P.

VOSE : AF

COTES	U.S.C.S.	COUPE	OBSERVATIONS	GEOLOGIE	DESCRIPTIONS
Altitude	Prof.	Echant.	W. 1/100	Q. 1/100	
373.83	0.00				
	0.60				
	1.40				
	2.20				
370.33	3.50				
369.93	4.00				
	5.80				
367.68	6.15				
	7.30				
	7.70				
	9.60				
364.23					
	12.40				
	16.40				
	18.90				
	17.25				
	18.00				
	19.15				
354.28	19.55				
	22.00				
	23.78				
	25.80				
	26.15				
345.53	28.35				
	31.30				
	31.40				
345.83	32.00				
	36.10				

SERVICE CANTONAL DE GEOLOGIE
SONDAGE N° 10397

ABRI CASERNE DES VERNETS										FORAGE N° 1		DATE : 09.03.85 ECHELLE : 1:100	
BUREAU KUNG ET ASSOCIES - LAUSANNE										TERRAIN : 375.97 INCLINAISON : VERL.		3993.101	
GEOTECHNIQUE APPLIQUEE PIERRE & CLAUDE DERIAZ & CIE S.A. - GENEVE										FORE PAR : FEHLMANN TH. SA. - GE			
GENRE DE FORAGE	COTES		U.S.C.S.	COUPE	OBSERVATIONS		GEOLOGIE	COORDONNEES : Y = 499.442 X = 116.614...					
	Altitude	Prof.			Epais	Echantillons				V ₁₀ / Litre	Q _p / kPa		
0.00	375.97	0.00											
Rotation p 160 mm													
1000	365.97	10.00											

REMBLAIS

GRAVIERS DE TERRASSE DE L'ARVE

RETRAIT WURMIEN

Phase limoneuse

Phase limono-argileuse

Phase argileuse

Phase limono-argileuse semi-consolidée

2) **REMBLAIS HETEROGENES**

0.00 - 0.05 m : bitume.

0.05 - 0.40 m : grave d'infrastructure

0.40 - 1.00 m : remblai limono-argileux à cailloux et nombreux gravats divers, gris sombre, friable.

1.00 - 2.00 m : remblai sablo-limoneux avec nombreux cailloux, gris-beige avec traces d'oxydation rouille, sans cohésion. Quelques débris de démolition.

4) **ALLUVIONS DE TERRASSE DE L'ARVE**

4a) **Phase graveleuse : 2.00 - 3.70 m**

Graviers, galets, cailloux et nombreux petits blocs calcaires corrodés dans matrice de sable fin limoneux, gris, sans cohésion. Assise perméable, aquifère, très compacte

6) **FORMATIONS SUPRAGLACIAIRES DE RETRAIT WURMIEN**

6a) **Phase limoneuse semi-consolidée : 3.70 - 6.50 m**

Limons sableux, peu à assez argileux, beige et oxydé jusqu'à 4.20 m, puis gris, bien stratifié, ferme, assez plastique à plastique.

Assise semi-perméable dans l'ensemble, susceptible de fluier dans ses termes les plus grossiers, lâche.

6b) **Phase limono-argileuse semi-consolidée : dès 6.50 m**

Limons argileux, souvent stratifiés par de belles veines de sable fin au sommet, gris, bien stratifié, tendre à ferme, plastique.

HYDROLOGIE

Venus d'eau signalée au forage à -3.50 m, soit 372.47 m/m le 10.2.1995.

Levés piézométriques ultérieurs :

- le 13.2.1995 : 372.43 m/m
- le 20.2.1995 : 372.32 m/m

SERVICE CANTONAL DE GEOLOGIE
SONDAGE N° 7929

ROLEX 7

FORAGE N° 1

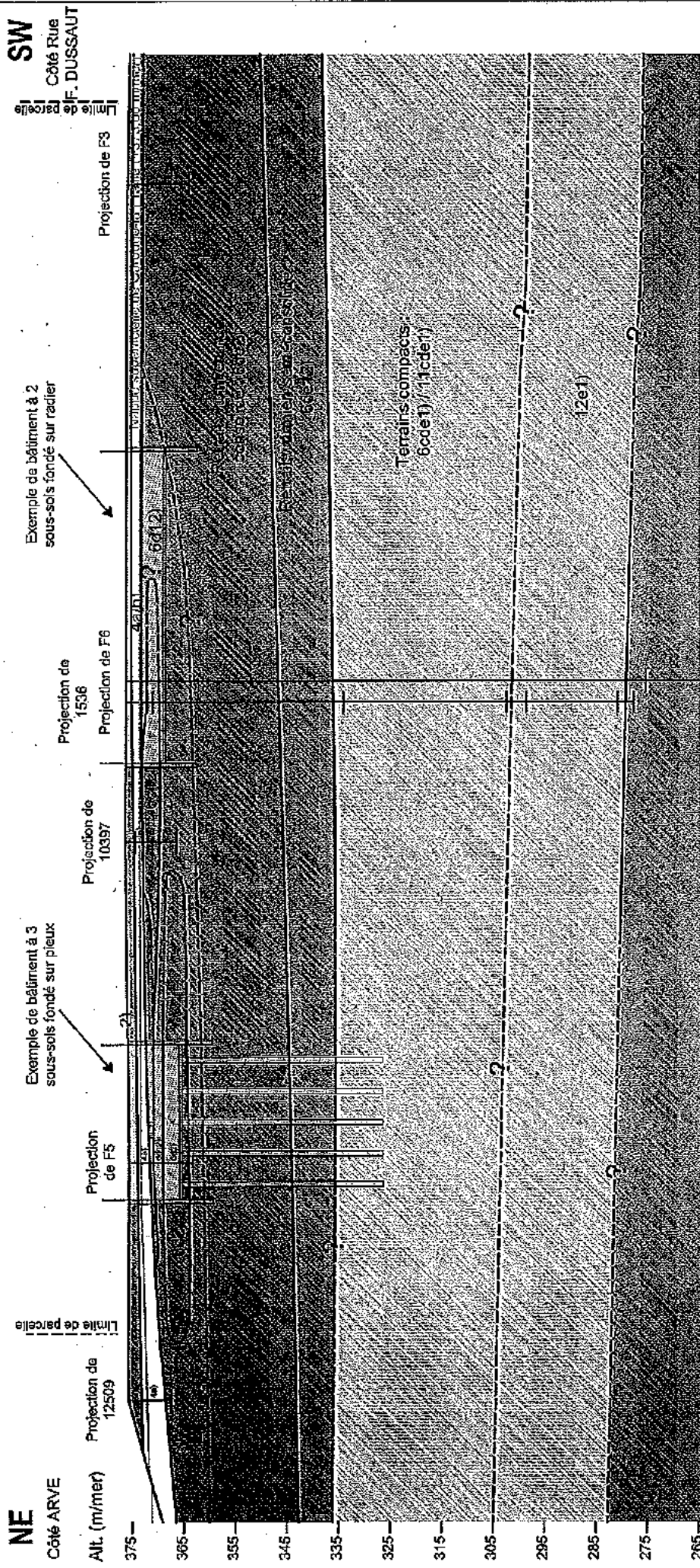
DATE : 15.9.88
ECHELLE : 1:100
3044.101

BUREAU WILLARD & SOLLIGER - ARCHITECTES - GENEVE
GEO-TECHNIQUE APPLIQUEE PIERRE & CLAUDE DERRIEN & CIE S.A. - GENEVE

TERRAIN : 375.49 INCLINAISON : VERT.
FORE PAR : SIEMP SONNAGES S.A. - GE

DESS : 222-1 VSE :

COTES			U.S.C.S.	COUPE	OBSERVATIONS	GEOLOGIE	COORDONNEES : X = 118.552 Y = 499.238
Altitude	Prof.	Echelle	Relevé		W.V.	Co	
570.45	0.00						
570.15	0.30						
570.00	0.45						
569.75	0.75						
569.50	1.00						
569.25	1.25						
569.00	1.50						
568.75	1.75						
568.50	2.00						
568.25	2.25						
568.00	2.50						
567.75	2.75						
567.50	3.00						
567.25	3.25						
567.00	3.50						
566.75	3.75						
566.50	4.00						
566.25	4.25						
566.00	4.50						
565.75	4.75						
565.50	5.00						
565.25	5.25						
565.00	5.50						
564.75	5.75						
564.50	6.00						
564.25	6.25						
564.00	6.50						
563.75	6.75						
563.50	7.00						
563.25	7.25						
563.00	7.50						
562.75	7.75						
562.50	8.00						
562.25	8.25						
562.00	8.50						
561.75	8.75						
561.50	9.00						
561.25	9.25						
561.00	9.50						
560.75	9.75						
560.50	10.00						
560.25	10.25						
560.00	10.50						
559.75	10.75						
559.50	11.00						
559.25	11.25						
559.00	11.50						
558.75	11.75						
558.50	12.00						
558.25	12.25						
558.00	12.50						
557.75	12.75						
557.50	13.00						
557.25	13.25						
557.00	13.50						
556.75	13.75						
556.50	14.00						
556.25	14.25						
556.00	14.50						
555.75	14.75						
555.50	15.00						
555.25	15.25						
555.00	15.50						
554.75	15.75						
554.50	16.00						
554.25	16.25						
554.00	16.50						
553.75	16.75						
553.50	17.00						
553.25	17.25						
553.00	17.50						
552.75	17.75						
552.50	18.00						
552.25	18.25						
552.00	18.50						
551.75	18.75						
551.50	19.00						
551.25	19.25						
551.00	19.50						
550.75	19.75						
550.50	20.00						
550.25	20.25						
550.00	20.50						
549.75	20.75						
549.50	21.00						
549.25	21.25						
549.00	21.50						
548.75	21.75						
548.50	22.00						
548.25	22.25						
548.00	22.50						
547.75	22.75						
547.50	23.00						
547.25	23.25						
547.00	23.50						
546.75	23.75						
546.50	24.00						
546.25	24.25						
546.00	24.50						
545.75	24.75						
545.50	25.00						
545.25	25.25						
545.00	25.50						
544.75	25.75						
544.50	26.00						
544.25	26.25						
544.00	26.50						
543.75	26.75						
543.50	27.00						
543.25	27.25						
543.00	27.50						
542.75	27.75						
542.50	28.00						
542.25	28.25						
542.00	28.50						
541.75	28.75						
541.50	29.00						
541.25	29.25						
541.00	29.50						
540.75	29.75						
540.50	30.00						
540.25	30.25						
540.00	30.50						
539.75	30.75						
539.50	31.00						
539.25	31.25						
539.00	31.50						
538.75	31.75						
538.50	32.00						
538.25	32.25						
538.00	32.50						
537.75	32.75						
537.50	33.00						
537.25	33.25						
537.00	33.50						
536.75	33.75						
536.50	34.00						
536.25	34.25						
536.00	34.50						
535.75	34.75						
535.50	35.00						
535.25	35.25						
535.00	35.50						
534.75	35.75						
534.50	36.00						
534.25	36.25						
534.00	36.50						
533.75	36.75						
533.50	37.00						
533.25	37.25						
533.00	37.50						
532.75	37.75						
532.50	38.00						
532.25	38.25						
532.00	38.50						
531.75	38.75						
531.50	39.00						
531.25	39.25						
531.00	39.50						
530.75	39.75						
530.50	40.00						
530.25	40.25						
530.00	40.50						
529.75	40.75						
529.50	41.00						
529.25	41.25						
529.00	41.50						
528.75	41.75						
528.50	42.00						
528.25	42.25						
528.00	42.50						
527.75	42.75						
527.50	43.00						
527.25	43.25						
527.00	43.50						
526.75	43.75						
526.50	44.00						
526.25	44.25						
526.00	44.50						
525.75	44.75						
525.50	45.00						
525.25	45.25						
525.00	45.50						
524.75	45.75						
524.50	46.00						
524.25	46.25						
524.00	46.50						
523.75	46.75						
523.50	47.00						
523.25	47.25						
523.00	47.50						
522.75	47.75						
522.50	48.00						
522.25	48.25						
522.00	48.50						
521.75	48.75						
521.50	49.00						
521.25	49.25						
521.00	49.50						
520.75	49.75						
520.50	50.00						
520.25	50.25						
520.00	50.50						
519.75	50.75						
519.50	51.00						
519.25	51.25						
519.00	51.50						
518.75	51.75						
518.50	52.00						
518.25	52.25						
518.00	52.50						
517.75	52.75						
517.50	53.00						
517.25	53.25						
517.00	53.50						



STRATIGRAPHIE

- 2) Remblais hétérogènes
- 4a) Alluvions de la terrasse de l'Arve
- 6c1) Formations de retrait limoneuse consolidées
- 6c12) Formations de retrait limoneuses semi-consolidées
- 6c2) Formations de retrait limoneuses non consolidées
- 6d2) Formations de retrait limono-argileuses non consolidées
- 6e2) Formations de retrait argileuses non consolidées
- 6d12) Formations de retrait limono-argileuses semi-consolidées
- 6e12) Formations de retrait argileuses semi-consolidées
- 60de1) Terrains compacts
- 11cde1) Substratum rocheux molassique
- 12e1)
- 14)

HYDROLOGIE

Niveaux de nappe mesurés au droit de la parcelle à l'étude :

Niveau min : 371,8 m/mar
Niveau max : 372,4 m/mar

Niveaux de nappe retenus :

Niveau max, rarement atteint ou dépassé : 374,0 m/mar
Niveau moyen "haut" : 373,0 m/mar
Niveau moyen "moyen" : 372,5 m/mar

Caserne des Vernets
INGEN SA

ECH 1:750

DATE 16/06/2011

Profil géotechnique interprétatif P1

DESS CT VISE 6284.401

GEOTECHNIQUE APPI SE DERIAZ SA

CADASTRE DES SITES POLLUES

C9 — P002

FO / 101 / CND / 18.02.98
Echelle : 1/100 DATE : 07.10.2004
4562.C902

DIAF - Service cantonal de géologie
Géotechnique Appliquée Déniz SA

OSIPOL

TERRAIN : 375.77 INCLINAISON : VERT. DESS : DM VISA : DM
FORE PAR : ZSCHOKKE - LOCHER SA LEVE PAR : JFH

COORDONNEES Y= 499 494.5

X= 116 707.2

SCG No12509

Type de forage	COTES		USCS	COUPE	ESSAIS				GEOLOGIE
	Altitude	Profondeur	Echantillon		Teneur en eau %	Massa volum. t/m ³	Qp kPa	Qp "m situ" kPa	
For. Ø 180 mm	375.77								375.60
	375.27	0.5							
		1.5							
		2.1							
	373.12	2.65							
	372.07	3.7							
For. Ø 180 mm	370.37	3.40							140
	368.47	7.3							
	367.27	8.5							
For. Ø 180 mm									140

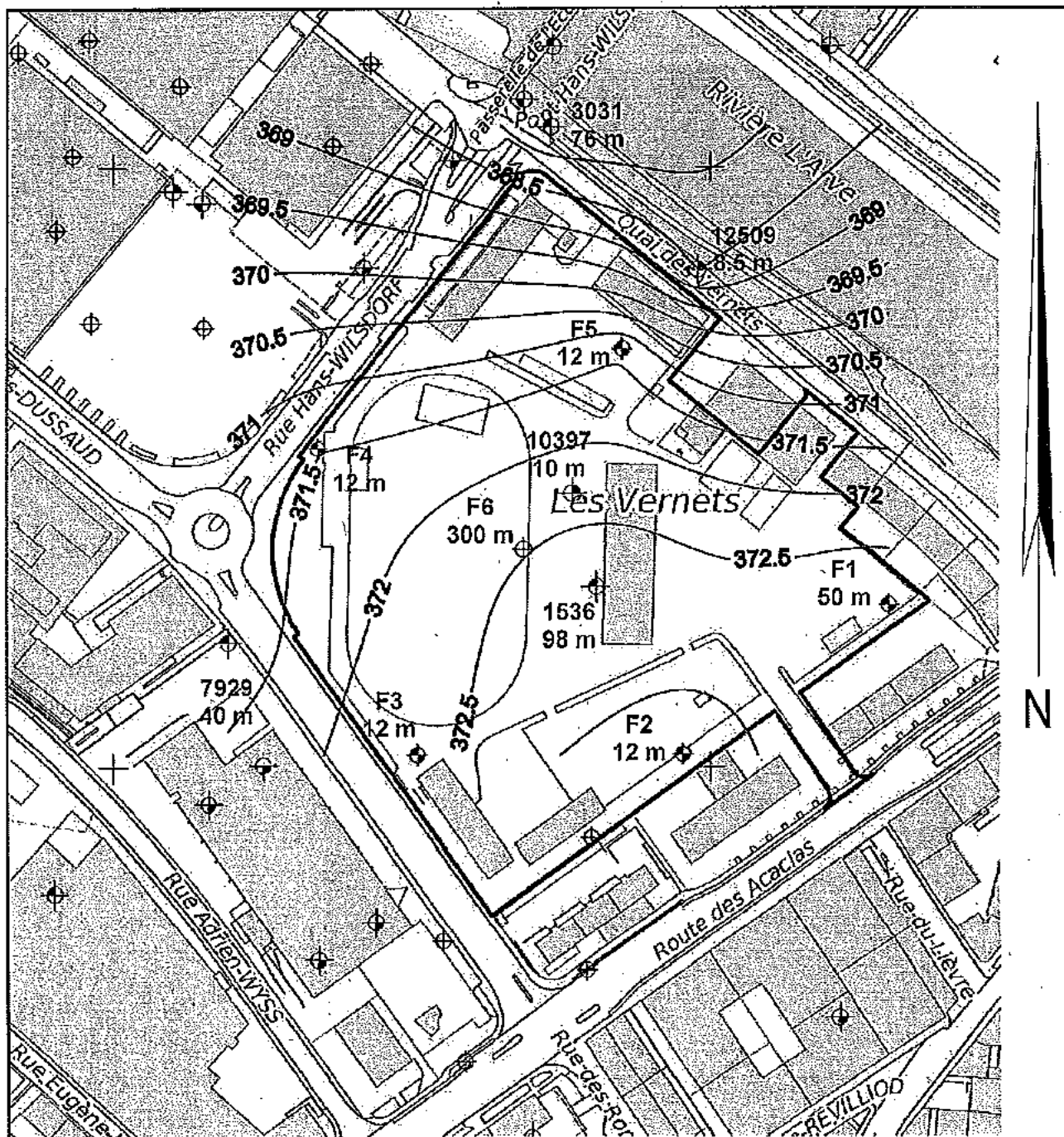
- 2) **REMBLAIS HETEROGENES** : 0.00 - 2.65 m
0.00 - 0.07 m : Revêtement
0.07 - 0.50 m : Gravier sableux rond, propre (fondation routière).
0.50 - 2.65 m : Remblai : Limon sableux peu argileux, gris beige, plus argileux de 1.5 à 2.1 m, grisâtre et riche en brique de 2.1 à 2.65 m.
- 4) **ALLUVIONS DE L'ARVE** : 2.65 - 7.3 m
4c) "Limon de hautes eaux" : 2.65 - 3.7 m
Limon sableux, beige jusqu'à 3 m, gris au-delà, peu plastique, friable avec racines d'arbres.
- 4a) **Phase graveleuse** : 3.7 - 7.3 m
Gravier sableux, peu limoneux gris beige à gris avec cailloux alpins arrondis à fréquents 3 - 8 cm. Blocs carottés à 5.1 m et 7 m.
Assise sans cohésion, perméable.
- 6) **FORMATIONS DE RETRAIT WURMIEN** : Dès 7.3 m
6d12) **Phase limono-argileuse semi-consolidée**
Limon argileux à délit pelliculaire de limon sableux, gris beige, ferme, plastique.

HYDROLOGIE

Eau rencontrée à -5.6 m (env. 370.2 m/mer) lors du forage (19.08.04).
Niveaux d'eau mesuré à : Arve :
-5.40 m (370.37 m/mer) le 24.08.04 370.30
-6.40 m (369.37 m/mer) le 17.11.04 369.60
-6.36 m (369.41 m/mer) le 14.12.04 369.60

* Niveaux mesurés à la passerelle de l'Ecole de Médecine.

Echelle réduite !



PLAN D'ENSEMBLE N°52



Zone d'étude



Sondage destructif exécuté (géothermie)



Sondages carottés exécutés



Isohypse du toit des formations de retrait

Sondages existants (selon la profondeur) :



< 5.00



5 - 10



10 - 20



20 - 30



> 30.00

Caserne des Vernets - Immeubles

INGENI SA

ECH 1:2'500

DATE 20.06.2011

Carte structurale du toit des formations de retrait

6284.403

GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A.

Dess

CT

WISE

NW
Côté Rue
Hans-WILSDORF
AIL (m/mer) Projection de F4

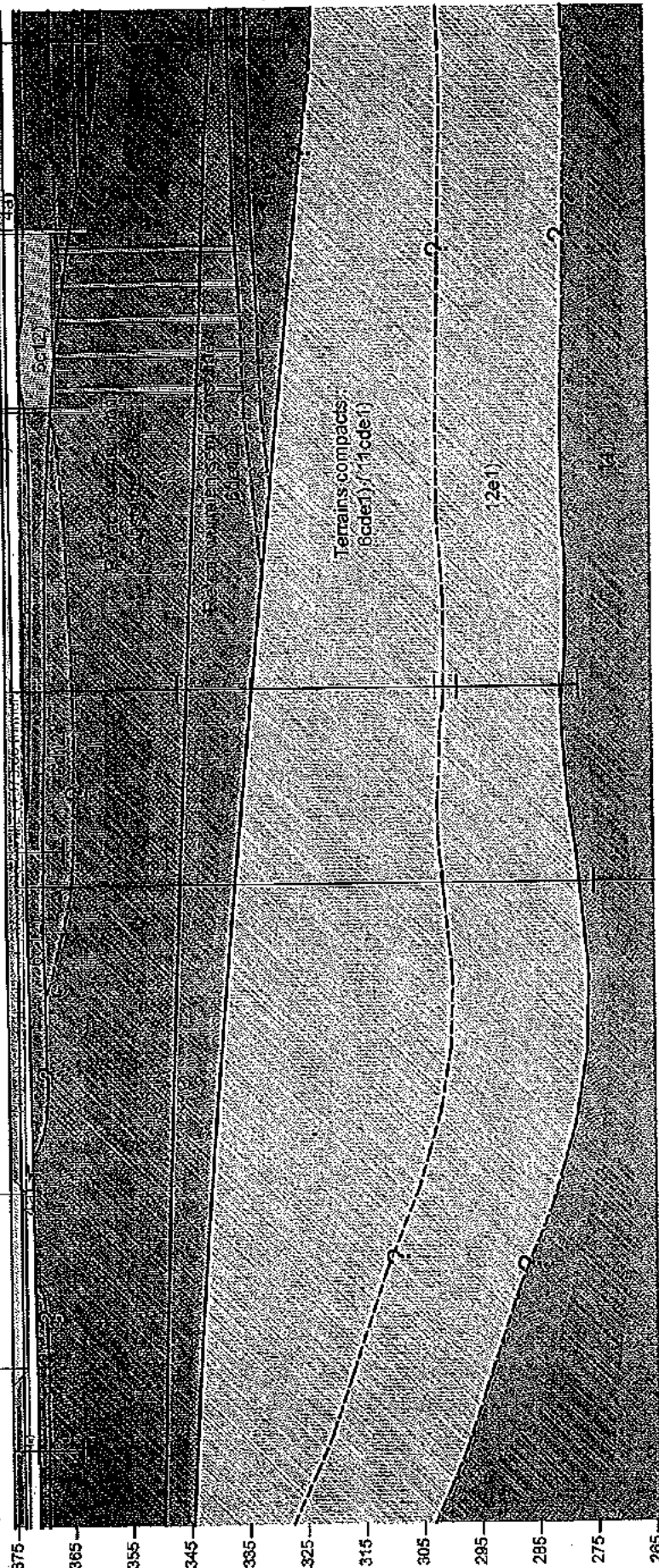
Exemple de bâtiment à 1 sous-sol
fondé sur radier

Projection de
10397
Projection de F6

Projection de
1536

Exemple de bâtiment à 3
sous-sols fondé sur pieux

SE
Côté Route des
ACACIAS
Limite de
Parcelle
Projection de F1



STRATIGRAPHIE

- 2) Remblais hétérogènes
- 4a) Alluvions de la terrasse de l'Arve
- 6c1) Formations de retrait limoneuses consolidées
- 6c12) Formations de retrait limoneuses semi-consolidées
- 6c2) Formations de retrait limoneuses non consolidées
- 6c21) Formations de retrait limono-argileuses non consolidées
- 6c22) Formations de retrait argileuses non consolidées
- 6c121) Formations de retrait limono-argileuses semi-consolidées
- 6c122) Formations de retrait argileuses semi-consolidées
- 6cde1) Terrains compacts
- 11cde1) et 12e1)
- 14) Substratum rocheux massique

HYDROLOGIE

Niveaux de nappe mesurés au droit de la parcelle à l'étude :

Niveau min : 371.8 m/mer
Niveau max : 372.4 m/mer

Niveaux de nappe retenus :

Niveau max. rarement atteint ou dépassé : 374.0 m/mer
Niveau moyen "haut" : 373.0 m/mer
Niveau moyen "moyen" : 372.5 m/mer

Caserne des Vernets

INGENI SA

ECH 1:750

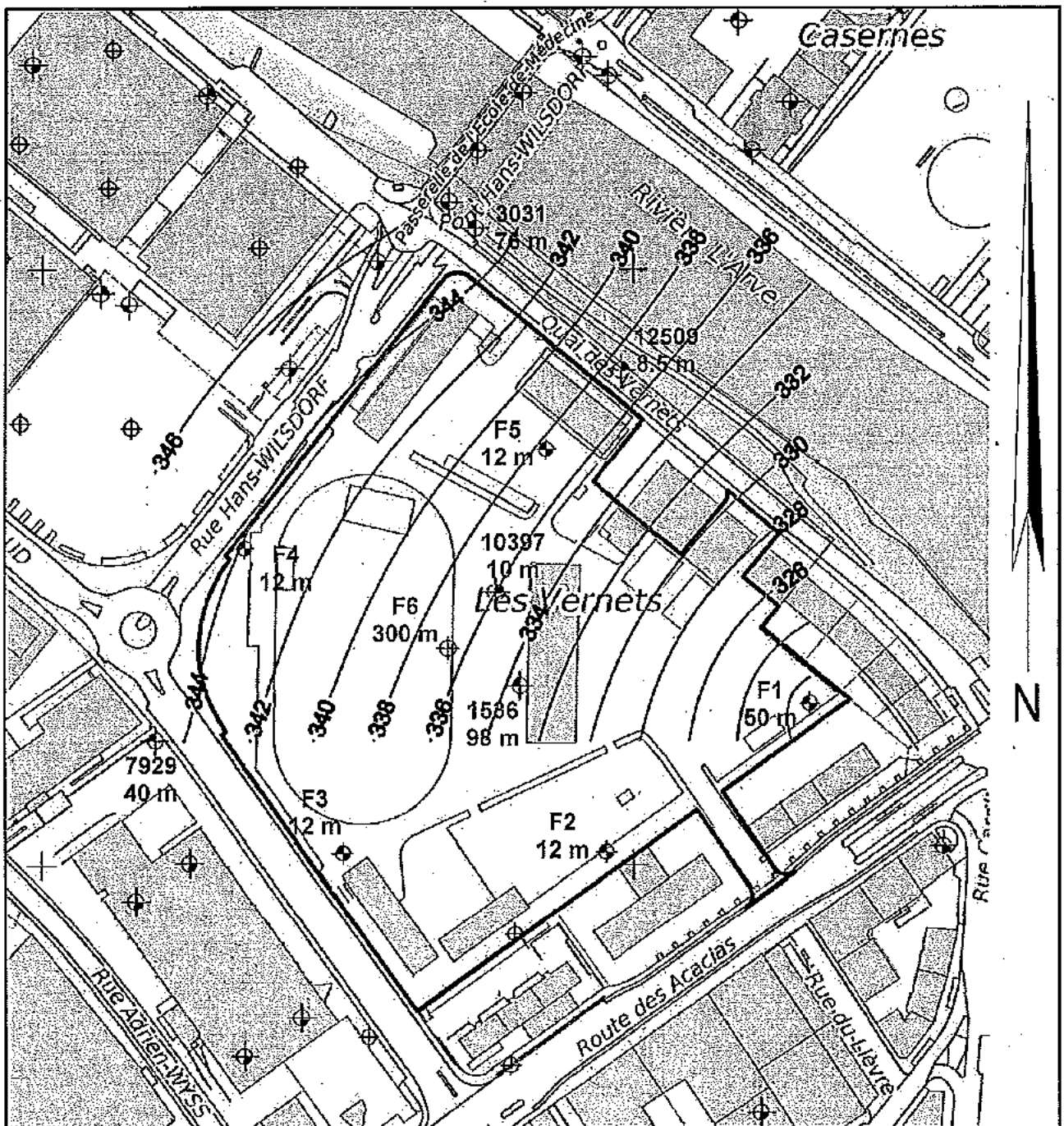
DATE 18/06/2011

Profil géotechnique interprétatif P2

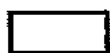
6284.402

GEOTECHNIQUE APPLIQUÉE DERIAZ SA

Substratum rocheux massique



PLAN D'ENSEMBLE N°52



Zone d'étude



Sondages carottés exécutés



Sondage destructif exécuté (géothermie)



Isohypse du toit des formations consolidées

Sondages existants (selon la profondeur) :

⊕ <5.00

⊕ 5 - 10

⊕ 10 - 20

⊕ 20 - 30

⊕ > 30.00

Caserne des Vernets - Immeubles

INGENI SA

ECH

1:2'500

DATE

03.05.2011

Carte structurale du toit des formations consolidées

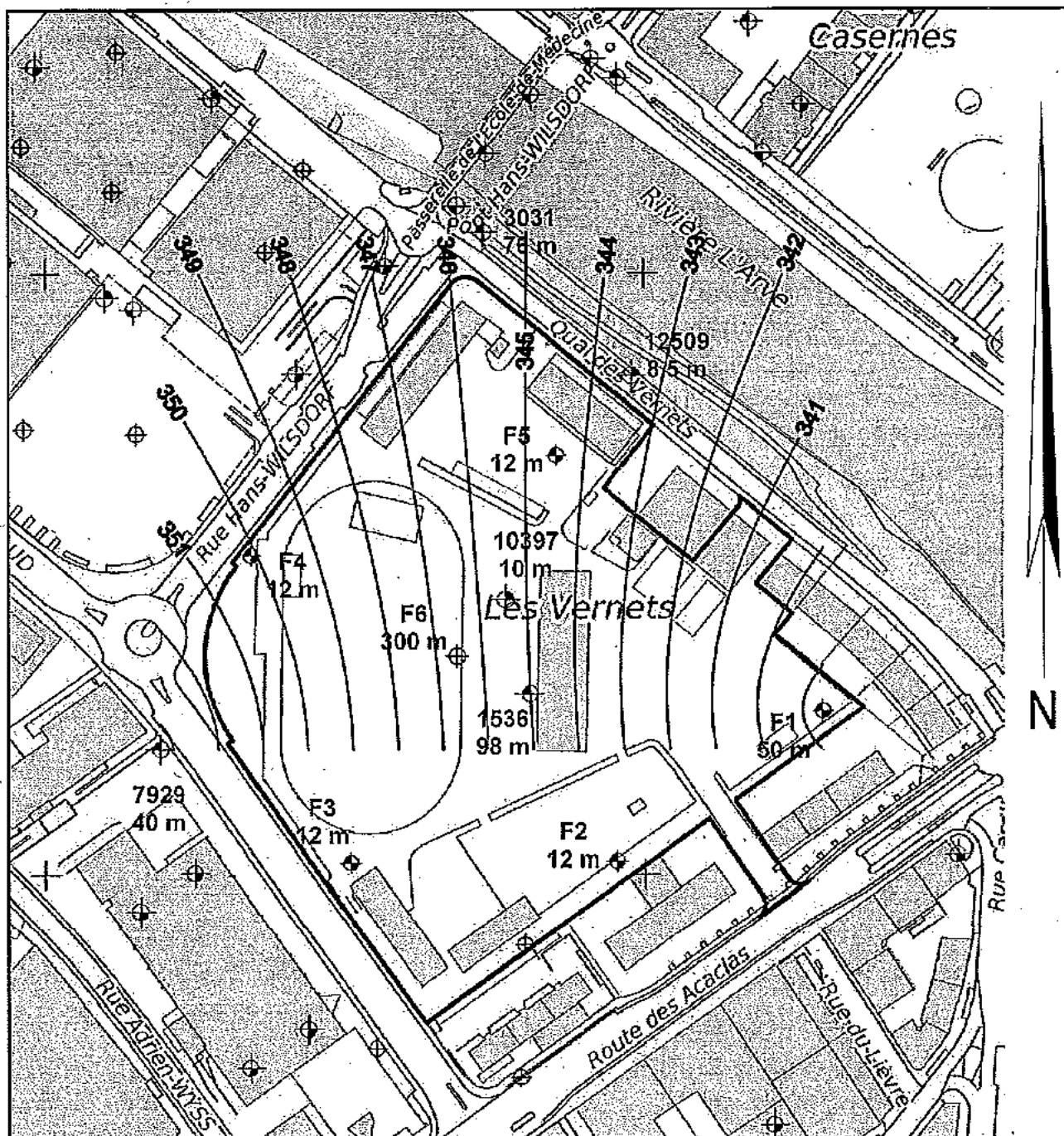
6284.405

GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A.

Dess

CT

WISE



PLAN D'ENSEMBLE N°52

- Zone d'étude
- Sondages destructifs exécutés (géothermie)
- Sondages carottés exécutés
- Sondages existants (selon la profondeur) :
- < 5.00
- 5 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- > 30.00
- Isohypse du toit des formations semi-consolidées

Caserne des Vernets - Immeubles
INGENI SA

ECH 1:2'500

DATE 03.05.2011

Carte structurale du toit des formations semi-consolidées

6284.404

GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A.

Dess CT VISE

Caserne des Vernets - 1 niveau de Sous-Sol -Bâtiment 30*30 m

ESTIMATION DES TASSEMENTS SELON GIROUD.

Radier à 372.5 m/mer

1) Données concernant la fondation		2) Conditions de fondation	
- Longueur de la fondation (L) [m]	30	- Niveau du T.N. [m/mer]	375.5
- Largeur de la fondation (B) [m]	30	- Niveau du F.F [m/mer]	372.5
- Charge de service à long terme de la fondation (Qser.long) [kN]	94500	- Hauteur excavée [m]	3.0
- Excentricité de la charge selon L [m]		- Poids des terres excavées [kPa]	
- Excentricité de la charge selon B [m]		Nappe à 373.0 m	55
- L réduit (L') [m]	30.00	Charge actuelle en FF	
- B réduit (B') [m]	30.00	- Surcharge nette kPa	50
- Charge de service à long terme qser.long = Qser.long/(L'xB') kPa	105	- Hauteur participant aux tassements (H) [m]	14.6

3) Stratigraphie						
Couche	Niveau inférieur [m/mer]	Profondeur [m]	Module de poisson [-]	Module de tassement [MPa]	Module de gonflement [MPa]	Tassement partiel [mm]
4a	372	0.5	0.30	60	600	0.3
6d2	337.5	35	0.35	7	70	58.3
Tassement total [mm]						58.6

4) Remarques			
Radier général			
Nombre de sous-sol	1		
Nombre d'étages sur rez	5		
Charge par étage	15	kPa	

Caserne des Vernets - 3 niveaux de sous-sols -Batiment 30*30 m

ESTIMATION DES TASSEMENTS SELON GIROUD

Radier à 366.5 m/mer

1) Données concernant la fondation		2) Conditions de fondation	
- Longueur de la fondation (L) [m]	30	- Niveau du T.N. [m/mer]	375.5
- Largeur de la fondation (B) [m]	30	- Niveau du F.F [m/mer]	366.5
- Charge de service à long terme de la fondation (Qser.long) [kN]	153000	- Hauteur excavée [m]	9.0
- Excentricité de la charge selon L [m]		- Poids des terres excavées [kPa]	
- Excentricité de la charge selon B [m]		Nappe à 373.0 m	115
- L réduit (L') [m]	30.00	Charge actuelle en FF	
- B réduit (B') [m]	30.00	- Surcharge nette kPa	55
- Charge de service à long terme qser.long = Qser.long/(L'x B') kPa	170	- Hauteur participant aux tassements (H) [m]	12.8

3) Stratigraphie						
Couche	Niveau inférieur [m/mer]	Profondeur [m]	Module de poisson [-]	Module de tassement [MPa]	Module de gonflement [MPa]	Tassement partiel [mm]
6d2	337.5	29	0.35	7	70	59.9
Tassement total [mm]						59.9

4) Remarques		
Radier général		
Nombre de sous-sol	3	
Nombre d'étages sur rez	7	
Charge par étage	15	kPa

Caserne des Vernets - 2 niveaux de sous-sols -Bâtiment 30*30 m

ESTIMATION DES TASSEMENTS SELON GIROUD

Radier à 369.5 m/mer

1) Données concernant la fondation		2) Conditions de fondation	
- Longueur de la fondation (L) [m]	30	- Niveau du T.N. [m/mer]	375.5
- Largeur de la fondation (B) [m]	30	- Niveau du F.F [m/mer]	369.5
- Charge de service à long terme de la fondation (Qser.long) [kN]	121500	- Hauteur excavée [m]	6.0
- Excentricité de la charge selon L [m]		- Poids des terres excavées [kPa]	
- Excentricité de la charge selon B [m]		Nappe à 373 m/mer	85
- L réduit (L') [m]	30.00	Charge actuelle en FF	
- B réduit (B') [m]	30.00	- Surcharge nette kPa	50
- Charge de service à long terme qser.long = Qser.long/(L'xB') kPa	135	- Hauteur participant aux tassements (H) [m]	13.2

3) Stratigraphie						
Couche	Niveau inférieur [m/mer]	Profondeur [m]	Module de poisson [-]	Module de tassement [MPa]	Module de gonflement [MPa]	Tassement partiel [mm]
6d2	337.5	32	0.35	7	70	55.7
Tassement total [mm]						55.7

4) Remarques		
Radier général		
Nombre de sous-sol	2	
Nombre d'étages sur rez	6	
Charge par étage	15	kPa

Caserne des Vernets - 1 niveau de sous-sol - Bâtiment 32*20 m

ESTIMATION DES TASSEMENTS SELON GIROUD Radier à 372.5 m/mer

1) Données concernant la fondation		2) Conditions de fondation	
- Longueur de la fondation (L) [m]	32	- Niveau du T.N. [m/mer]	375.5
- Largeur de la fondation (B) [m]	20	- Niveau du F.F [m/mer]	372.5
- Charge de service à long terme de la fondation (Qser.long) [kN]	70400	- Hauteur excavée [m]	3.0
- Excentricité de la charge selon L [m]		- Poids des terres excavées [kPa]	
- Excentricité de la charge selon B [m]		Nappe à 373.0 m	55
- L réduit (L') [m]	32.00	Charge actuelle en FF	
- B réduit (B') [m]	20.00	- Surcharge nette kPa	55
- Charge de service à long terme qser.long = Qser.long/(L'xB') kPa	110	- Hauteur participant aux tassements (H) [m]	14.3

3) Stratigraphie						
Couche	Niveau inférieur [m/mer]	Profondeur [m]	Module de poisson [-]	Module de tassement [MPa]	Module de gonflement [MPa]	Tassement partiel [mm]
4a	372	0.5	0.30	60	600	0.3
6d2	337.5	35	0.35	7	70	60.4
Tassement total [mm]						60.7

4) Remarques		
Radier général		
Nombre de sous-sol	1	
Nombre d'étages sur rez	5	
Charge par étage	15	kPa

Caserne des Vernets - 4 niveaux de sous-sols - bâtiment 30*30 m

ESTIMATION DES TASSEMENTS SELON GIROUD

Radier à 363.5 m/mer

1) Données concernant la fondation		2) Conditions de fondation.	
- Longueur de la fondation (L) [m]	30	- Niveau du T.N. [m/mer]	375.5
- Largeur de la fondation (B) [m]	30	- Niveau du F.F [m/mer]	363.5
- Charge de service à long terme de la fondation (Qser.long) [kN]	180000	- Hauteur excavée [m]	12.0
- Excentricité de la charge selon L [m]		- Poids des terres excavées [kPa]	
- Excentricité de la charge selon B [m]		Nappe à 373.0 m	145
- L réduit (L') [m]	30.00	Charge actuelle en FF	
- B réduit (B') [m]	30.00	- Surcharge nette kPa	55
- Charge de service à long terme qser.long = Qser.long/(L'x B') kPa	200	- Hauteur participant aux tassements (H) [m]	11.5

3) Stratigraphie						
Couche	Niveau inférieur [m/mer]	Profondeur [m]	Module de poisson [-]	Module de tassement [MPa]	Module de gonflement [MPa]	Tassement partiel [mm]
6d2	337.5	26	0.35	7	70	54.5
Tassement total [mm]						54.5

4) Remarques	
Radier général	
Nombre de sous-sol	4
Nombre d'étages sur rez	8
Charge par étage	15 kPa

Caserne des Vernets - 3 niveaux de sous-sols - Bâtiment 32*20 m

ESTIMATION DES TASSEMENTS SELON GIROUD

Radier à 366.5 m/mer

1) Données concernant la fondation		2) Conditions de fondation	
- Longueur de la fondation (L) [m]	32	- Niveau du T.N. [m/mer]	375.5
- Largeur de la fondation (B) [m]	20	- Niveau du F.F [m/mer]	366.5
- Charge de service à long terme de la fondation (Qser.long) [kN]	108800	- Hauteur excavée [m]	9.0
- Excentricité de la charge selon L [m]		- Poids des terres excavées [kPa]	
- Excentricité de la charge selon B [m]		Nappe à 373.0 m	115
- L réduit (L') [m]	32.00	Charge actuelle en FF	
- B réduit (B') [m]	20.00	- Surcharge nette kPa	55
- Charge de service à long terme qser.long = Qser.long/(L'xB') kPa	170	- Hauteur participant aux tassements (H) [m]	11.7

3) Stratigraphie						
Couche	Niveau inférieur [m/mer]	Profondeur [m]	Module de poisson [-]	Module de tassement [MPa]	Module de gonflement [MPa]	Tassement partiel [mm]
6d2	337.5	29	0.35	7	70	53.7
				Tassement total [mm]		53.7

4) Remarques		
Radier général		
Nombre de sous-sol	3	
Nombre d'étages sur rez	7	
Charge par étage	15	kPa

Caserne des Vernets - 2 niveaux de sous-sols- Bâtiment 32*20 m

ESTIMATION DES TASSEMENTS SELON GIROUD Radier à 369.5 m/mer

1) Données concernant la fondation		2) Conditions de fondation	
- Longueur de la fondation (L) [m]	32	- Niveau du T.N. [m/mer]	375.5
- Largeur de la fondation (B) [m]	20	- Niveau du F.F [m/mer]	369.5
- Charge de service à long terme de la fondation (Qser.long) [kN]	89600	- Hauteur excavée [m]	6.0
- Excentricité de la charge selon L [m]		- Poids des terres excavées [kPa]	
- Excentricité de la charge selon B [m]		Nappe à 373 m	85
- L réduit (L') [m]	32.00	Charge actuelle en FF	
- B réduit (B') [m]	20.00	- Surcharge nette kPa	55
- Charge de service à long terme qser.long = Qser.long/(L'xB') kPa	140	- Hauteur participant aux tassements (H) [m]	13.0

3) Stratigraphie						
Couche	Niveau inférieur [m/mer]	Profondeur [m]	Module de poisson [-]	Module de tassement [MPa]	Module de gonflement [MPa]	Tassement partiel [mm]
6d2	337.5	32	0.35	7	70	58.6
Tassement total [mm]						58.6

4) Remarques		
Radier général		
Nombre de sous-sol	2	
Nombre d'étages sur rez	6	
Charge par étage	15	kPa

Caserne des Vernets - 1 niveau de sous-sol - Bâtiment 60*16 m

ESTIMATION DES TASSEMENTS SELON GIROUD

Radier à 372.5 m/mer

1) Données concernant la fondation		2) Conditions de fondation	
- Longueur de la fondation (L) [m]	60	- Niveau du T.N. [m/mer]	375.5
- Largeur de la fondation (B) [m]	16	- Niveau du F.F. [m/mer]	372.5
- Charge de service à long terme de la fondation (Qser.long) [kN]	100800	- Hauteur excavée [m]	3.0
- Excentricité de la charge selon L [m]		- Poids des terres excavées [kPa]	
- Excentricité de la charge selon B [m]		Nappe à 373.0 m	55
- L réduit (L') [m]	60.00	Charge actuelle en FF	
- B réduit (B') [m]	16.00	- Surcharge nette kPa	50
- Charge de service à long terme qser.long = Qser.long/(L'xB') kPa	105	- Hauteur participant aux tassements (H) [m]	14.2

3) Stratigraphie						
Couche	Niveau inférieur [m/mer]	Profondeur [m]	Module de poisson [-]	Module de tassement [MPa]	Module de gonflement [MPa]	Tassement partiel [mm]
4a	372	0.5	0.30	60	600	0.3
6d2	337.5	35	0.35	7	70	54.6
Tassement total [mm]						54.9

4) Remarques		
Radier général		
Nombre de sous-sol	1	
Nombre d'étages sur rez	5	
Charge par étage	15	kPa

Caserne des Vernets - 4 niveaux de sous-sols - Bâtiment 32*20 m

ESTIMATION DES TASSEMENTS SELON GIROUD

Radier à 363.5 m/mer

1) Données concernant la fondation		2) Conditions de fondation	
- Longueur de la fondation (L) [m]	32	- Niveau du T.N. [m/mer]	375.5
- Largeur de la fondation (B) [m]	20	- Niveau du F.F [m/mer]	363.5
- Charge de service à long terme de la fondation (Qser.long) [kN]	131200	- Hauteur excavée [m]	12.0
- Excentricité de la charge selon L [m]		- Poids des terres excavées [kPa]	
- Excentricité de la charge selon B [m]		Nappe à 373.0 m	145
- L réduit (L') [m]	32.00	Charge actuelle en FF	
- B réduit (B') [m]	20.00	- Surcharge nette kPa	60
- Charge de service à long terme qser.long = Qser.long/(L'xB') kPa	205	- Hauteur participant aux tassements (H) [m]	11.3

3) Stratigraphie

3) Stratigraphie						
Couche	Niveau inférieur [m/mer]	Profondeur [m]	Module de poisson [-]	Module de tassement [MPa]	Module de gonflement [MPa]	Tassement partiel [mm]
6d2	337.5	26	0.35	7	70	57.1
Tassement total [mm]						57.1

4) Remarques

Radier général

Nombre de sous-sol

4

Nombre d'étages sur rez

8

Charge par étage

15

kPa

Caserne des Vernets - 3 niveaux de sous-sols - Bâtiment 60*16 m

ESTIMATION DES TASSEMENTS SELON GIROUD

Radier à 366.5 m/mer

1) Données concernant la fondation		2) Conditions de fondation	
- Longueur de la fondation (L) [m]	60	- Niveau du T.N. [m/mer]	375.5
- Largeur de la fondation (B) [m]	16	- Niveau du F.F [m/mer]	366.5
- Charge de service à long terme de la fondation (Qser.long) [kN]	163200	- Hauteur excavée [m]	9.0
- Excentricité de la charge selon L [m]		- Poids des terres excavées [kPa]	
- Excentricité de la charge selon B [m]		Nappe à 373.0 m	115
- L réduit (L') [m]	60.00	- Charge actuelle en FF	
- B réduit (B') [m]	16.00	- Surcharge nette kPa	55
- Charge de service à long terme qser.long = Qser.long/(L'xB') kPa	170	- Hauteur participant aux tassements (H) [m]	12.5

3) Stratigraphie						
Couche	Niveau inférieur [m/mer]	Profondeur [m]	Module de poisson [-]	Module de tassement [MPa]	Module de gonflement [MPa]	Tassement partiel [mm]
6d2	337,5	29	0.35	7	70	56.9
Tassement total [mm]						56.9

4) Remarques		
Radier général		
Nombre de sous-sol	3	
Nombre d'étages sur rez	7	
Charge par étage	15	kPa

Caserne des Vernets - 2 niveaux de sous-sols- Bâtiment 60*16 m

ESTIMATION DES TASSEMENTS SELON GIROUD

Radier à 369.5 m/mer

1) Données concernant la fondation		2) Conditions de fondation	
- Longueur de la fondation (L) [m]	60	- Niveau du T.N. [m/mer]	375.5
- Largeur de la fondation (B) [m]	16	- Niveau du F.F [m/mer]	369.5
- Charge de service à long terme de la fondation (Qser.long) [kN]	129600	- Hauteur excavée [m]	6.0
- Excentricité de la charge selon L [m]		- Poids des terres excavées [kPa] (adapter ce texte s.v.p. nappe etc.)	85
- Excentricité de la charge selon B [m]		Charge actuelle en FF	
- L réduit (L') [m]	60.00	- Surcharge nette kPa	50
- B réduit (B') [m]	16.00		
- Charge de service à long terme qser.long = Qser.long/(L'xB') kPa	135	- Hauteur participant aux tassements (H) [m]	12.9

3) Stratigraphie

Couche	Niveau inférieur [m/mer]	Profondeur [m]	Module de poisson [-]	Module de tassement [MPa]	Module de gonflement [MPa]	Tassement partiel [mm]
6d2	337.5	32	0.35	7	70	52.9
Tassement total [mm]						52.9

4) Remarques

Radier général

Nombre de sous-so

2

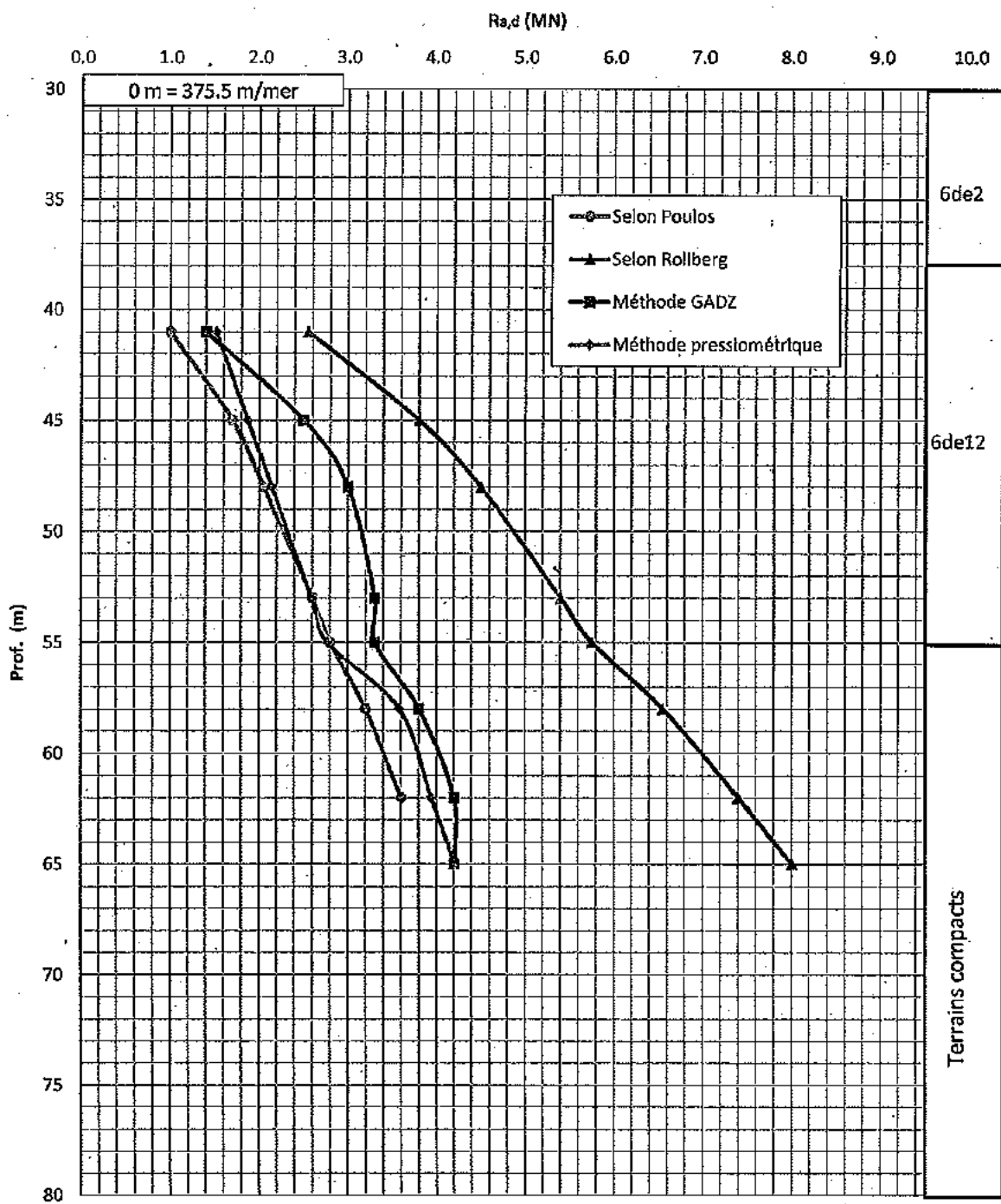
Nombre d'étages sur rez

6

Charge par étage

15

kPa



Caserne des Vernets - immeubles

INGENI SA

A) Portance (valeur de dimensionnement) d'un pieu isolé de 1 m de diamètre

GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A. - GENEVE

DATE

22.06.2011

VISA

6284.513

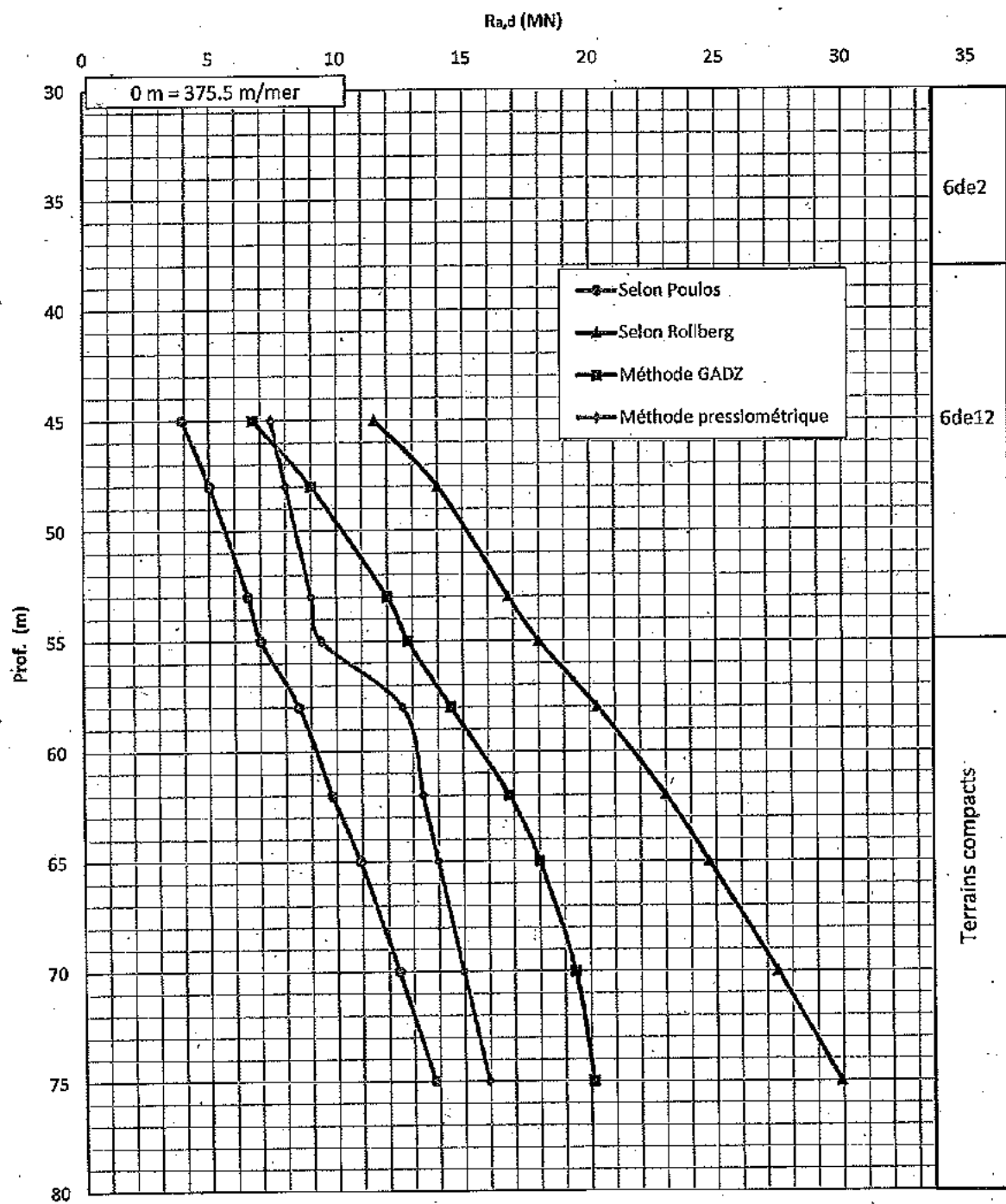
Caserne des Vernets - 4 niveaux de sous-sols - Bâtiment 60*16 m

ESTIMATION DES TASSEMENTS SELON GIROUD Radier à 363.5 m/mer

1) Données concernant la fondation		2) Conditions de fondation	
- Longueur de la fondation (L) [m]	60	- Niveau du T.N. [m/mer]	375.5
- Largeur de la fondation (B) [m]	16	- Niveau du F.F [m/mer]	363.5
- Charge de service à long terme de la fondation (Qser.long) [kN]	196800	- Hauteur excavée [m]	12.0
- Excentricité de la charge selon L [m]		- Poids des terres excavées [kPa]	
- Excentricité de la charge selon B [m]		Nappe à 373.0 m	145
- L réduit (L') [m]	60.00	Charge actuelle en FF	
- B réduit (B') [m]	16.00	- Surcharge nette kPa	60
- Charge de service à long terme qser.long = Qser.long/(LxB') kPa	205	- Hauteur participant aux tassements (H) [m]	12.2

3) Stratigraphie						
Couche	Niveau inférieur [m/mer]	Profondeur [m]	Module de poisson [-]	Module de tassement [MPa]	Module de gonflement [MPa]	Tassement partiel [mm]
6d2	337.5	26	0.35	7	70	60.7
Tassement total [mm]						60.7

4) Remarques		
Radier général		
Nombre de sous-sol	4	
Nombre d'étages sur rez	8	
Charge par étage	15	kPa



Caserne des Vernets - immeubles

INGENI SA

C) Portance (valeur de dimensionnement) d'un pieu barette de 3.2 m * 1.2 m

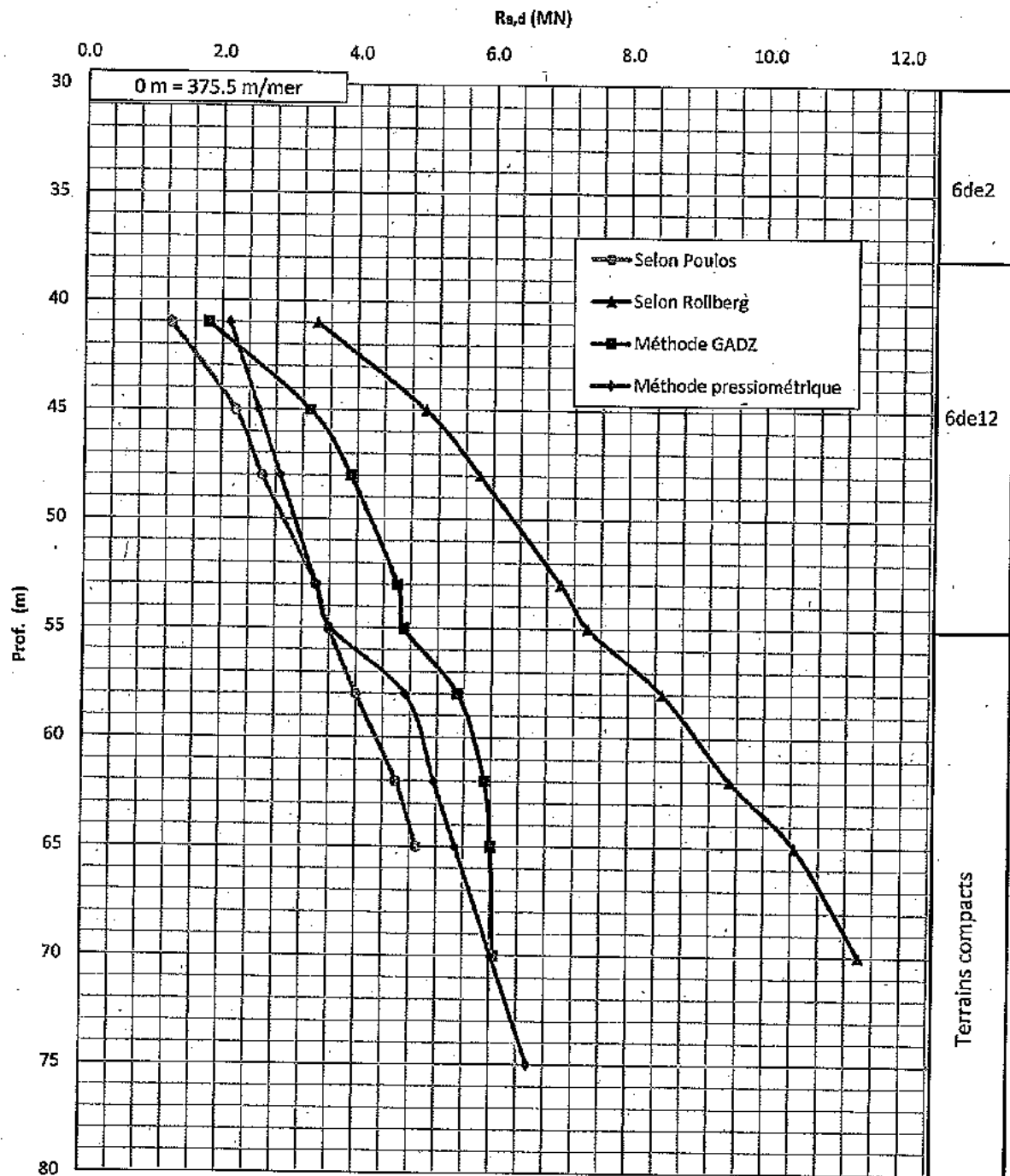
GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A. - GENEVE

DATE

22.06.2011

VISA

6284.515



Caserne des Vernets - immeubles

INGENI SA

B) Portance (valeur de dimensionnement) d'un pieu isolé de 1.2 m de diamètre

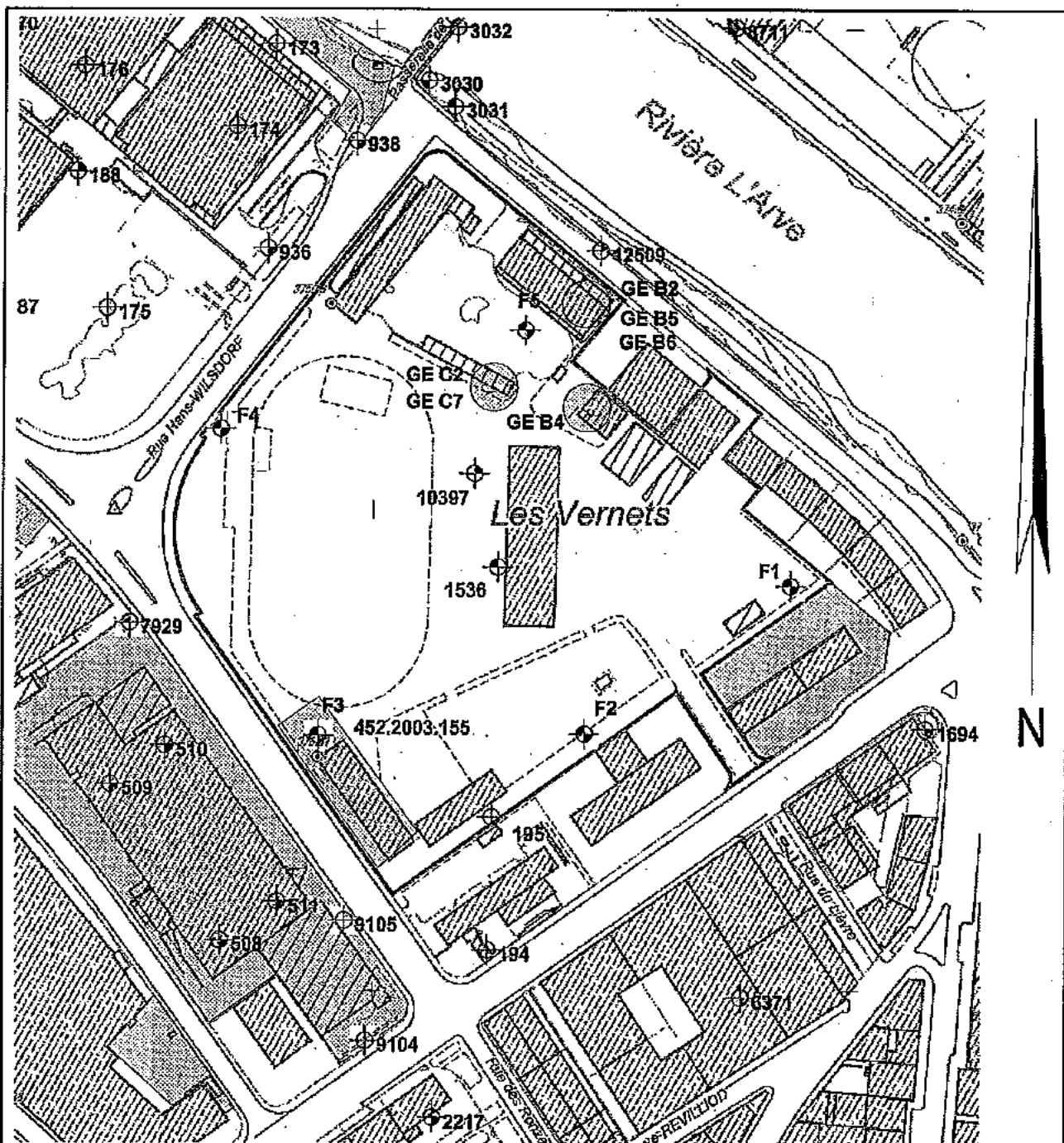
GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A. - GENEVE

DATE

22.06.2011

VISA

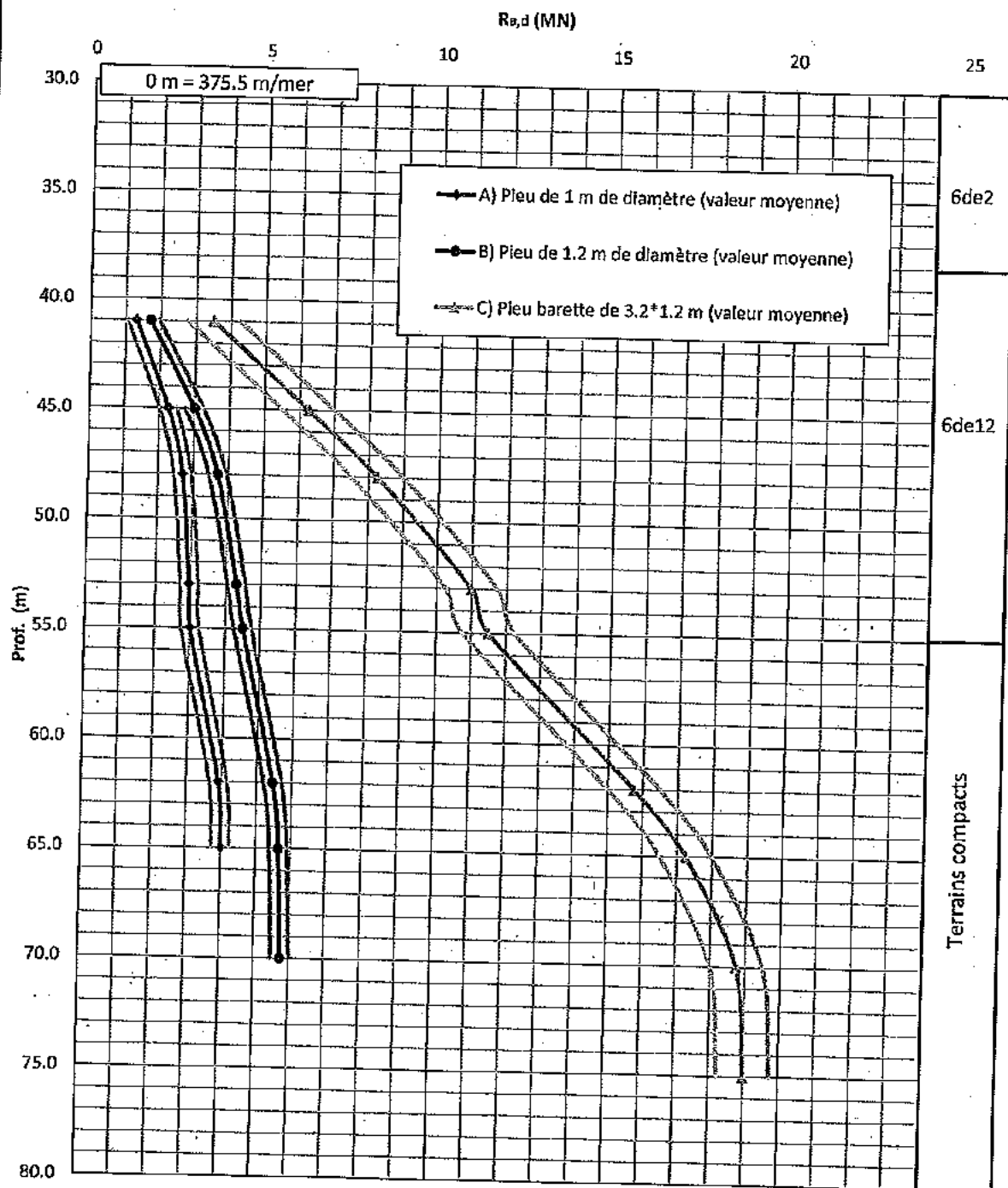
6284.514



PLAN D'ENSEMBLE N° 52

- Situation du projet
 Sites Inscrits au cadastre des sites pollués
- Sondages proposés
- Sondages existants (selon la profondeur) :
- <5.00
 5 - 10
 10 - 20
 20 - 30
 > 30.00 m,

Caserne des Vernets - Immeubles		ECH	1:2500
INGENI SA		DATE	23.06.2011
Sites inscrits au cadastre des sites pollués		6284.701	
GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A.		DESS	CHD VISE



Caserne des Vernets - immeubles

INGENI SA

Valeurs de dimensionnement proposées

GÉOTECHNIQUE APPLIQUÉE DERIAZ S.A. - GENEVE

DATE

22.06.2011

VISA

6284.516