

INGENI SA

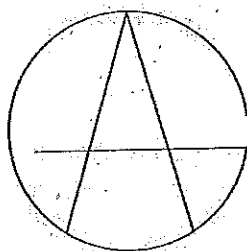
CASERNE DES VERNETS - IMMEUBLES

**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 :

	$W_{\text{moy}} (\%)$	$d_{\text{moy}} (t/m^3)$	$q_{\text{pmoy}} (\text{kPa})$
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 levets 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 γ kN.m^{-3}	20.0	22.0	21.4	20.8	20.6
Analyse (c, $\phi=0$) Résistance au cisaillement non drainé C_u kPa	-	-	90-110	40-80	40-50
Analyse (c' ϕ') Angle de frottement interne ϕ' ° Cohésion c' kN.m^{-2}	30 0-5	34-36 0	30-32 12-18	30-32 6-12	29-31 4-10
Tassements Module de compressibilité E 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, $\phi=0$) Résistance au cisaillement non drainé Cu kPa	30-45	60-80	90-110	-	-
Analyse (c' ϕ') Angle de frottement interne ϕ' ° Cohésion c' kN.m ⁻²	25-28 9-14	25-29 12-16	28-31 16-18	28-30 12-18	25-35 >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 Cu 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 (m*m)	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 déjàugé).
- 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 enterrée, 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-équilibre 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

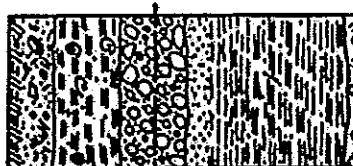
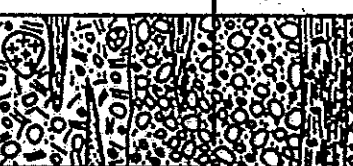
G. CERVERA
Géologue dipl.

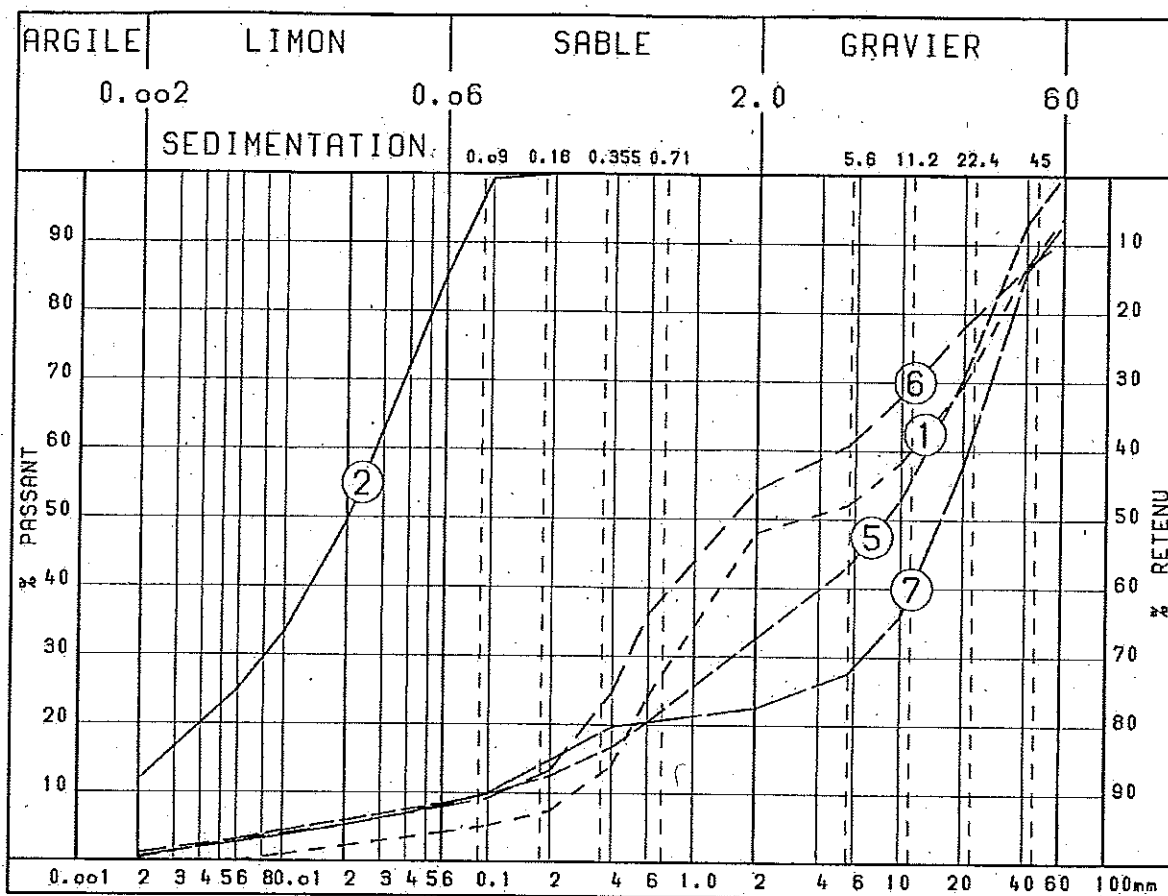
Annexes :**Sols genevois - Numérotation systématique
Terminologie utilisée pour les sols**

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			
Molle	25 - 50	12,5 - 25	Lâche	< 10	< 35
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	6d	4c		4b	4a
7e	7d	6c		6b	6a
		7c		9b	9a
		9c			
		11c			
Très peu perméable		Semi-perméable		Perméable	
PLASTICITE DES SOLS FINS NON ORGANIQUES SELON IP ET WL EN %					
			WL < 30	30 < WL < 50	WL > 50
	IP < 4	4 < IP < 7	7 < IP < 10	10 < IP < 20	IP > 20
Pas plastique	Peu plastique	Assez plastique	Plastique	Très plastique	
ML	CL-ML	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 limoneuse d limono-argileuse e argileuse f crayeuse
N.P.1 V sup.		c, d, e	1, 2	COUVERTURE ET REMBLAIS	x	1 dure à très dure 1-2 ferme 2 tendre à molle 3 altérée
			3	RUISSELLEMENT		
			4	ALLUVIONS		
			5	DEPOTS LACUSTRES		
			6	FORMATIONS DE RETRAIT		
		c, d, e	7	MORAINE	y	
			9	CAILLOUTS MORAINIQUES PROFONDS "Alluvion ancienne auct"		
			10	INTERGLACIAIRE RISS-WURM		
			11	FORMATIONS DE RETRAIT		
			12	MORAINE		
		b, c, d, e	14	MOLASSE OLIGOCENE		
			15			
N.P.2 V prof.		a, (b, c)	1	Terrains récents		
			2	Terrains de couverture, sols actuels (remblais)		
			3	Remblais		
			4	Terrains holocènes		
			5	Eboulis, formations de pente, colluvions, limon de ruissellement		
		c, d, e	6	Alluvions de terrasses		
			7	Dépôts ou vases lacustres, tourbe, craie lacustre		
			8	Terrains glaciaires würmiens		
			9	Formations supraglaciaires de retrait		
			10	Moraine à cailloux et blocs alpins		
		a, b, c, d	11	Dépôts intramorphiques ou intraformationnels		
			12	Cailloutis morainiques profonds ou "alluvion ancienne"		
			13	Terrains attribués à l'interglaciaire Riss-Wurm		
			14	Interglaciaire		
			15	Terrains glaciaires attribués au Riss		
		b, c, d, e	16	Formation de retrait		
			17	Moraine à cailloux et blocs alpins		
			18	Dépôts intramorphiques ou intraformationnels		
			19	Substratum rocheux molassique		
			20	Complexe de la Molasse grise du Chatien supérieur		
		b, c, d, e	21	Complexe de la Molasse rouge du Chatien inférieur		
			22			
			23			
			24			
			25			



Fo/No	U.S.C.S.	CL 0.002	- 0.020	Ifine 0.060	5.600	D10	D60	U unifor.	D30	C courb.	D20	K estimé
-	-	P%	P%	P%	R%	mm.	mm.	-	mm.	-	mm.	m/s
6C2) FORMATIONS DE RETRAIT LIMONEUSES NON CONSOLIDEE												
F1/02	CL	12	50	85	0	-	0.029	-	0.008	-	0.004	0.2E-07
4a) ALLUVIONS DE LA TERRASSE DE L'ARVE GRAVELEUX												
F1/01	GP	0	2	4	48	0.299	11.525	39	0.779	0.2	0.509	0.8E-03
F2/05	GW-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	2.355	5.7	0.471	0.7E-03

TAMISAGE SERIE ISO R20.3

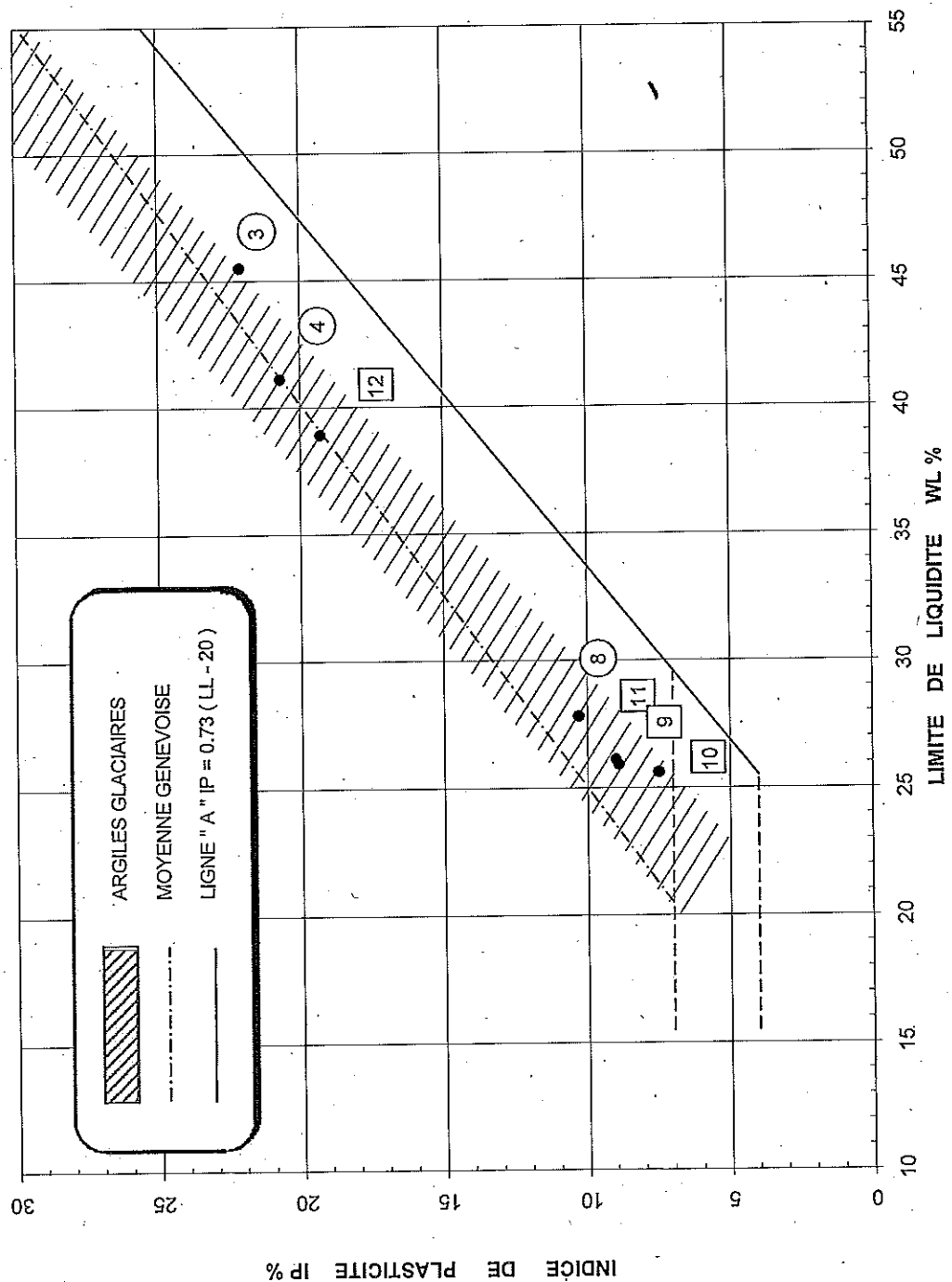
CASERNE DES VERNETS - IMMEUBLES
INGENI SA

GRANULOMETRIES

6284.002

GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A. - GENEVE

8/06/2011/labo



CASERNE DES VERNETS

INGENI SA

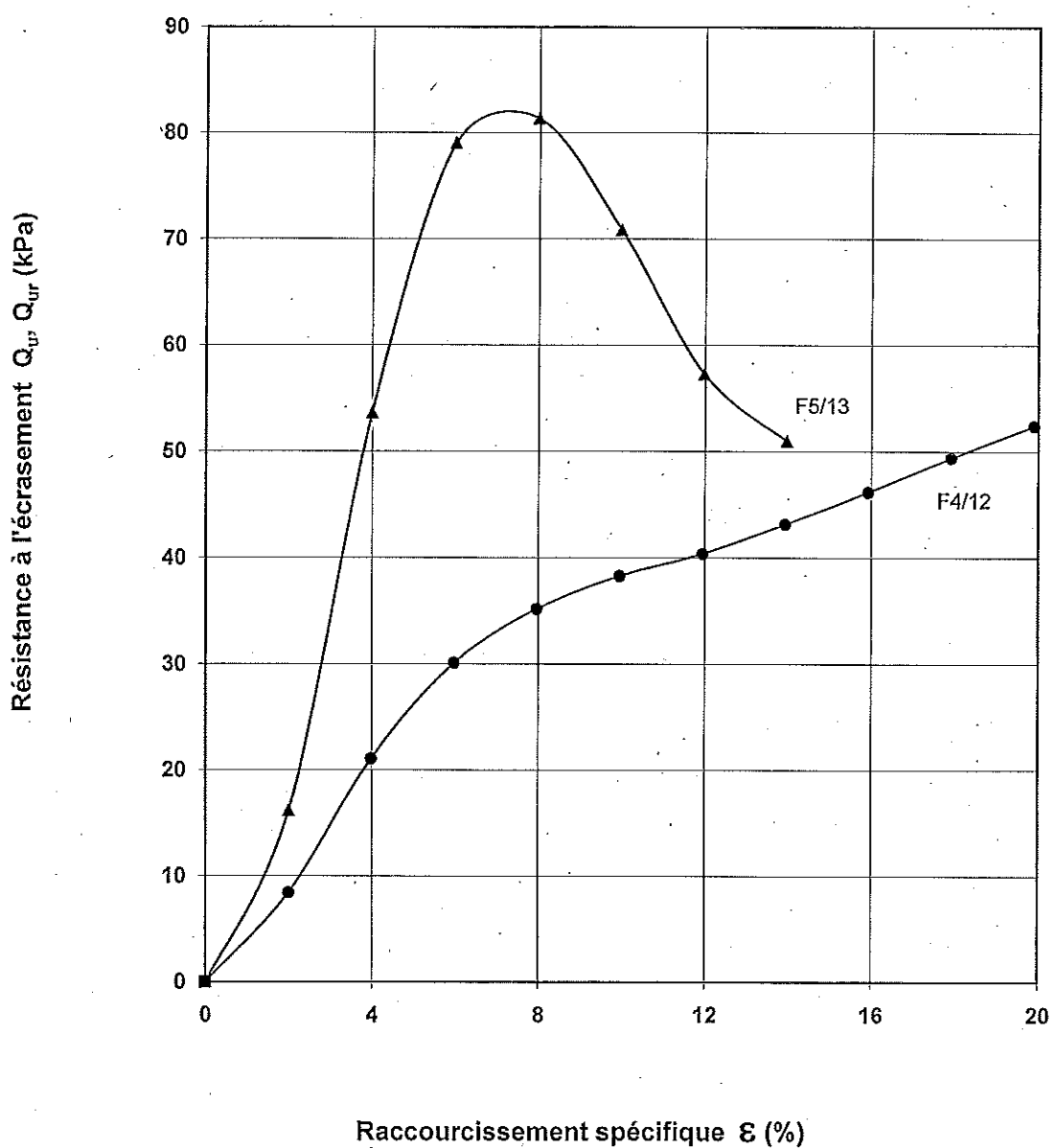
ABAQUE DE PLASTICITE

6284.001

GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A. - GENEVE

DATE	16.06.2011	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 - Immeubes

Ingeni SA

ESSAI D'ÉCRASEMENT

6284.004

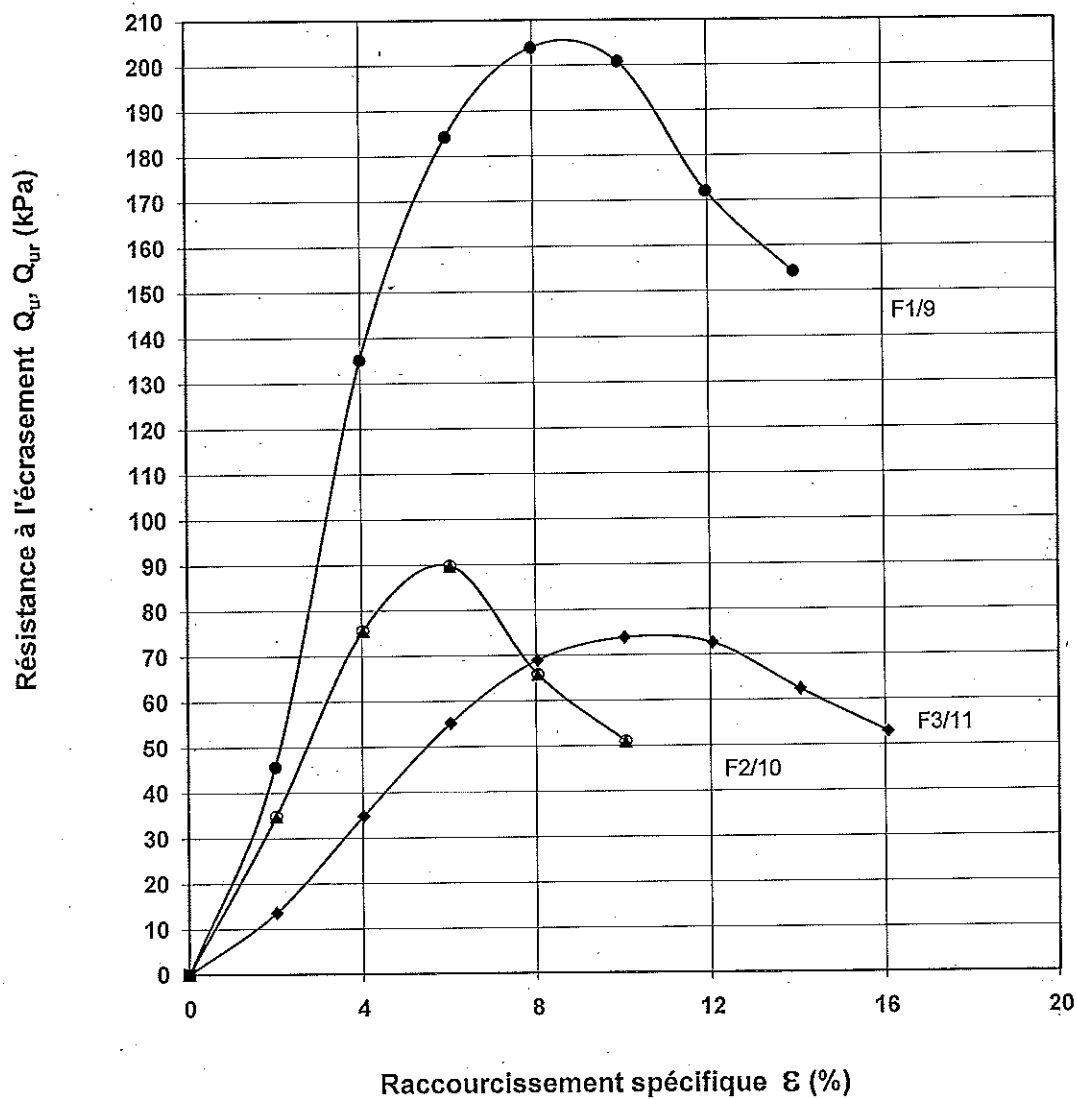
GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A. - GENEVE

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

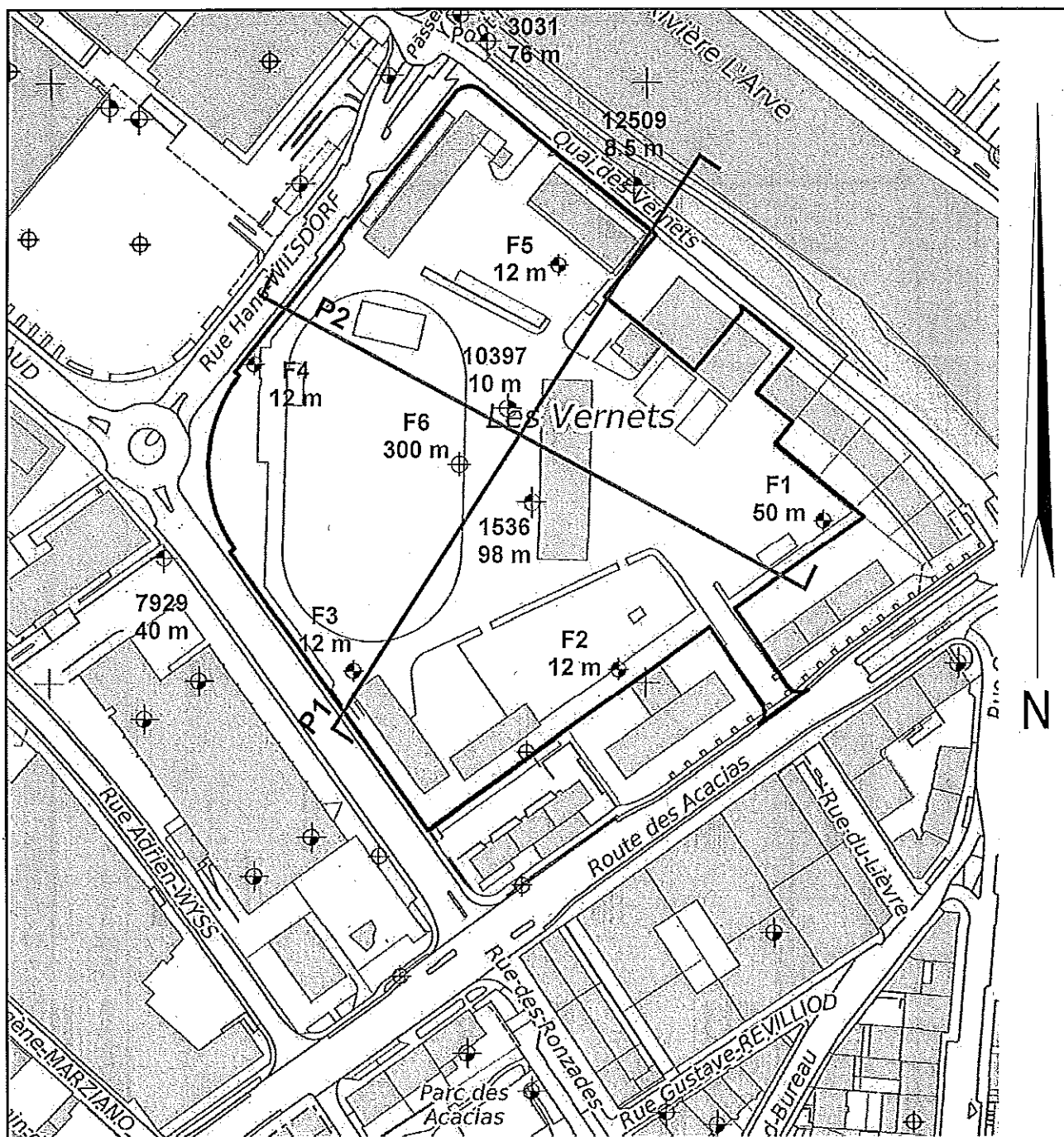
GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A. - GENEVE

DATE 03.05.2011 Visa

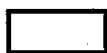
Numéro sond./éch.	T	prof m	USCS	w %	p t/m3	pd t/m3	ps t/m3	e0	sr %	WL %	WP %	IP %	<0.002 %	>5.6 %	qp labo kPa	qp situ kPa	qu kPa	qur kPa	Cc	Cs	Observations
F3/11	6c12) RETRAIT WURMIEN : Phase limoneuse semi-consolidée, VON MOOS (cps/20cm) : 23 (22 - 24), SPT (cps/30cm) : 42 (42 - 42)																				
	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	6d1) 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 F5/13 F5/8	6d2) 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	0.699	93					105	21	85	52		
	MOYENNE	23.4	25	2.06	8	1.65	2.77	0.563	96	27.8	17.5	10.3			100	25	90	52	81		
éch. carottés	6d12) 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 F1/3 F4/12	6e2) 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		
	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		
6e12) RETRAIT WURMIEN - Phase argileuse semi-consolidée, SPT (cps/30cm) : 48 (47 - 48)																					
Type d'échantillon (T): - V : Vrac - I : Inconnu - C : Carotté - R : Reconstitué - P : Intact																					
Casernne des Vernets - Immeubles INGENI SA											RESULTATS DES ESSAIS SUR LES SOLS FEUILLE No 2 sur 3										
6284.006											secteur : 52										
Date : 17.06.2011											GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ SA - GENEVE - LE MONT SUR LAUSANNE										

Numéro sond/éch.	T	prof m	USCS	w %	p n t/m3	pd t/m3	ps t/m3	e0 -	sr %	WL %	WP %	IP %	<0.002 %	>5.6 %	qp labo kPa	qp situ kPa	qu kPa	Cc	Cs	Observations	
éch. carottés F1/1	C			16.0	4										265	4	202	7			
			MOYENNE	16.0	4										270	4	200	7			
éch. carottés F2/5 F3/6 F5/7	C	2.0	GP	5.8	7								0	4	48						
	C	2.0	GP	3.1	1								0	8	57						
	C	2.0	GW-GM	4.1	1								0	8	57						
	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						
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		
éch. carottés F1/2 F2/10	C			22.1	5	2.04	1	1.67	2.73	0.635	95				126	5	82	13			
	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	13
éch. carottés	C			21.6	9	2.10	2	1.73	2.73	0.578	100				180	9	128	10			
2) REMBLAIS HETEROGENES																					
4a) ALLUVIONS DE TERRASSE - Phase sablo-graveleuse, VON MOOS (cps/20cm) : 80 (21 - 100)																					
6c1) RETRAIT WURMIEN - Phase limoneuse consolidée, VON MOOS (cps/20cm) : 100 (100 - 100), SPT (cps/30cm) : 39 (39 - 39)																					
6c2) RETRAIT WURMIEN - Phase limoneuse peu consolidée, VON MOOS (cps/20cm) : 17 (11 - 26)																					
6c12) RETRAIT WURMIEN : Phase limoneuse semi-consolidée, VON MOOS (cps/20cm) : 23 (22 - 24), SPT (cps/30cm) : 42 (42 - 42)																					
Caserne des Vernets - Immeubles																					
INGENI SA																					
RESULTATS DES ESSAIS SUR LES SOLS FEUILLE No 1 sur 3																					
6284.005 secteur : 52																					
GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ SA - GENEVE - LE MONT SUR LAUSANNE																					
Date : 17.06.2011																					

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



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		T	prof	USCS	w		p	p d	ps	e0	sr	WL	WP	IP	<0.002		>5.6		qp labo	qp situ	qu	Cc	Cs	Observations	
sond./éch.		-	m	-	%	n	t/m3	n	t/m3	t/m3	-	%	%	%	%	%	%	%	kPa	n	kPa	qu	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)																									

GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A. - GENEVE

TERRAIN : 376.05	INCLINAISON : VERT.
FORE PAR : Stump Foratec SA	

6284.101

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

LEVE PAR : CT

COORDONNEES Y= 499574

X= 116567

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

6d2) Phase limono-argileuse non consolidée : 30.50 - 37.50 m
Limon argileux contenant quelques débris pelliculaires et veines de sable fin, gris, stratifié, tendre à ferme, assez plastique à plastique.

6d12) Phase limono-argileuse semi-consolidée : 37.50 - 40.00 m
Limon argileux à très argileux, contenant quelques rares cailloux et gravillons isolés, gris, stratifié, ferme à dur, assez plastique à plastique.

6d1) Phase limono-argileuse consolidée : 40.00 - 43.20 m
Limon argileux, contenant quelques rares cailloux et gravillons isolés, gris, stratifié, dur, assez plastique à plastique.

6d12) Phase limono-argileuse semi-consolidée : 43.20 - 47.50 m
Limon argileux à très argileux, contenant quelques rares cailloux et gravillons isolés, gris, mal stratifié à stratifié, ferme à dur, plastique.

6e12) Phase argileuse semi-consolidée : 47.50 - 50.00
Argile limoneuse contenant quelques gravillons dispersés, gris, stratifié, ferme à dur, très plastique.

REMARQUE :

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

HYDROLOGIE:

Relevés pléziométriques :

Le 19.04.2011 : -3.93 m/T.N. soit 372.12 m/mer.
Le 27.04.2011 : -3.92 m/T.N. soit 372.13 m/mer.
Le 10.05.2011 : -3.91 m/T.N. soit 372.14 m/mer.
Le 10.05.2011 : -3.91 m/T.N. soit 372.14 m/mer.
Le 20.06.2011 : -3.81 m/T.N. soit 372.24 m/mer.

Caserne des Vernets - Immeubles										SONDAGE F1 0-30 m		FO / 101 / ChD / 18.02.98 ECHELLE : 1/100 DATE : 05.2011 6284.101	
INGENI SA GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A. - GENEVE										TERRAIN : 376.05 INCLINAISON : VERT.		DESS : CT VISA :	
										FORE PAR : Stump Foratec SA		LEVE PAR : CT	
										COORDONNEES Y= 499574 X= 116567			
2) REMBLAIS HETEROGENES : 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 - 50.00 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 : <i>Passée plus argileuse, gris rubané beige, saturé, stratifié, ferme à dur, plastique.</i>													
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.													
Celle formation (de 3.10 m à 18.50m) peut présenter un caractère fluant 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, gris, stratifié, mou à ferme, très plastique.													
Echelle réduite !													

Echelle réduite !

GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A. - GENEVE

FORE PAR ; Stump Foratec SA

6284.103

LEVE PAR : CT

X= 116505

2) **REMBLAIS HÉTÉROGÈNES : 0.00 – 1.10 m**
0.00 – 0.60 m : Sable fin à moyen peu limoneux à gravillons et cailloux assez abondants, gris-beige, pulvérulent.
0.60 – 1.10 m : Limon argileux à gravillons et cailloux peu abondants, nombreux débris de brique, marron-brun, massif, dur à très dur, peu à assez plastique.

4) **ALLUVIONS DE LA TERRASSE DE L'ARVE : 1.10 – 3.20 m**
4a) **Phase graveleuse**
Cailloux et gravillons roulés moyennement à très abondants dans une matrice de sable fin, gris-beige, pulvérulent.

6) **FORMATIONS SUPRAGLACIAIRES DE RÉTRAIT : 3.20 – 12.00 m**
6d2) **Phase limono-argileuse non-consolidée**
Limon argileux, gris rubané gris-beige, stratifié, tendre à ferme, plastique.
3.20 – 3.70 m : Passée plus limoneuse, gris-brun, saturé, mal stratifié à stratifié, tendre, peu à assez plastique.
4.80 – 5.40 m : Passée limono-argileuse, gris, mal stratifié, mou, plastique.
7.80 – 9.00 : Passée plus limoneuse et plus ferme, assez plastique à plastique aux caractéristiques proches de celle du 6c12.
11.70 – 12.00 : Passée plus ferme.

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 de résistance (consistance apparente).

HYDROLOGIE :
Relèvements piézométriques :
Le 15.04.2011 : -3.30 m/TN soit 372.35 m/mer.
Le 19.04.2011 : -3.31 m/TN. soit 372.34 m/mer.
Le 27.04.2011 : -3.31 m/TN. soit 372.34 m/mer.
Le 10.05.2011 : -3.27 m/TN. soit 372.38 m/mer.
Le 20.06.2011 : - 3.25 m/TN soit 372.40 m/mer.

Echelle réduite !

SONDAGE F2

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

6284.102

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

LEVE PAR : CT

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 fluant à l'excavation sous eau dans ses zones les plus pulvérulentes.

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.

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).

Relevés pléziométriques :

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 372.38 m/mer.
Le 20.06.2011 : - 3.68 m/T.N. soit 372.47 m/mer.

Echelle réduite !

SONDAGE F5

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

6284.105

INGENI SA

GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A. - GENEVE

TERRAIN : 374.85	INCLINAISON : VERT.
------------------	---------------------

INCLINAISON : VERT.

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

FORE PAR : Stump Foratec SA

LEVE PAR : CT

COORDONNEES Y= 499463

X= 116674

2) **REMBLAIS HÉTÉROGÈNES : 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 nolfâtre, 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 – 3.50

4a) Phase graveleuse

1.80 – 2.90 : Cailloux et gravillons roulés dans une matrice de sable peu limoneux, gris-beige, pulvérulent.
2.90 – 3.50 : Cailloux et gravillons roulés dans une matrice de limons sableux, beige, saturé, peu plastique, compacité élevée.

6) FORMATIONS SUPRAGLACIAIRES DE RETRAIT : 3.50 - 12.00 m

6c1) Phase limoneuse consolidée : 3.50 – 4.30 m

Limon finement sableux, gris sombre moucheté de beige, mal stratifié, dur, peu à assez plastique.
Cette phase peut présenter un caractère fluent à l'excavation sous eau.

6d12) Phase limono-argileuse semi-consolidée : 4.30- 6.10 m

Limon argileux à débits 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 délits 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 19.04.2011 : -2.95 m/TN soit 371.9 m/mer.
Le 27.04.2011 : -2.86 m/TN soit 371.99 m/mer.
Le 10.05.2011 : -2.84 m/TN soit 372.01 m/mer.
Le 20.06.2011 : -2.61 m/TN soit 372.24 m/mer.

Echelle réduite !

Caserne des Vernets – Immeubles

SONDAGE F4

FO / 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 Foratec 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 %	Masse volum. t/m ³	Qp labo kPa	Qp "in situ" kPa	Van Veen cpi/20 cm SPT cpi/30 cm	
Rot. Ø 168	375.70	0.30								
	374.30	0.90	2)		16.5		350	125		
		1.40			4.0					
			4a)		5.2					
	371.80	3.90			8.8					
	371.50	4.20			22.5	2.06	40	150		
			6d12)		21.2		210	80		
	370.00	5.70			23.4		110	80		
					21.8		150	90		
					26.1	2.05	40	140		
			6d2)		21.9		100	140		
					30.7		50	70		
					24.4	2.05	70	100		
					31.1		30	30		
Rot. Ø 145	363.70	12.0								

- 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 – 0.90 m : Sable moyen à cailloux et gravillons roulés abondants, gris-beige, pulvérulent.
0.90 – 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 sec.
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 20.06.2011 : -3.88 m/TN soit 371.82 m/mer.

Echelle réduite !

[illegible]

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 mc	Fo / 338 / Jld / 28.11.2003
Ø152	375.76				Couverture et alluvions			
	371.76	4	4					
Ø127								
	312.76	63						
	300.76	75						
	274.76	101						
	254.76	121						

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

Sable et gravier.

6) Formations de retrait würmien : 4 - 63 m

Limon et argile gris foncé.

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

? Transition : 63 - 75 m (probablement entre retrait würmien 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

ROT Ø 130 mm	349.83	33.00	5.90	11d1	CL 14	36.75	37.40	15.9	3.1	V 18	Phase limono-argileuse	28,90-57,00 m: limon assez argileux, parfois finement sableux, gris sombre, massif, rarement à velleité de stratification (délits pelliculaires de limon) capricieusement recoupé par veinules pelliculaires de limon sableux ou de sable fin, peu plastique, à plastique. Rares gravillons et petits cailloux dispersés. Remarque: 41,60-41,70 m: passée de limon sableux 42,60-43,00 m: passée de limon sableux, peu argileux, à velleité de stratification 44,90-45,10 m: idem, mais non argileux. 45,55-46,00 m: limon moyennement argileux, assez bien stratifié, à délits pelliculaires de limon sableux. 46,20-46,40 m: limon sableux 49,00-49,10 m: idem 51,20-51,40 m: sable fin 55,15-55,25 m: limon sableux Pour l'ensemble de la couche: assises compactes.
	34.10	34.50				17.1	2.1	17.1	1.4			
ROT Ø 115 mm	334.93	33.90	28.70	11c1	SM SC 15	18.8	2.6	18.8	2.6	V 21	Phase limoneuse	12e) MORAINÉ ARGILEUSE A CAILLOUX ET BLOCAUX (?) Limon argileux, finement sableux, massif, gris beige sombre, très dur, plastique, à nombreux cailloux dans l'ensemble (Ø fréquents: 0,5-1,0 cm; Ø max. obs: 6,0 cm) avec quelques petits blocs isolés. 66,50-66,90 m: moraine plus argileuse, pauvre en cailloux
	41.80	42.60				14.1	2.5	14.1	2.5			
ROT Ø 105 mm	45.10	44.80	316.83	12e1	CL 16	17.5	1.9	17.5	1.9	V 22	Phase limoneuse	14) MOLASSE GRISE A GYPSE: Marnes plaquées gris sombre, parfois à mouchetures et veines de gypse, celles-ci disposées selon la stratification ou recoupant capricieusement la formation. Assise très compacte. 14e3) 66,90-68,00 m: molasse altérée, à texture grumeleuse 14e1) 68,00-76,00 m: molasse saine 68,00-68,50 m: banc de gypse massif.
	46.20	46.00				14.9	2.2	14.9	2.2			
ROT Ø 105 mm	51.00	51.40	68.00	14e3	CL 17	15.5	1.3	15.5	1.3	V 23	Phase limoneuse	HYDROLOGIE Niveau d'eau observé à -4,00 m (369,83 m/mer) le 7.8.73)
	55.15	55.25				13.1	3.7	13.1	3.7			
ROT Ø 115 mm	306.63	67.20	0.80	14e1	CL 18	19.9	3.0	19.9	3.0	V 24	Phase limoneuse	14e3) 66,90-68,00 m: molasse altérée, à texture grumeleuse 14e1) 68,00-76,00 m: molasse saine 68,00-68,50 m: banc de gypse massif.
	66.50	68.50				14.3	2.7	14.3	2.7			
ROT Ø 105 mm	68.00	68.00	76.00	14e1	CL 19	17.4	2.4	17.4	2.4	V 25	Phase limoneuse	14e3) 66,90-68,00 m: molasse altérée, à texture grumeleuse 14e1) 68,00-76,00 m: molasse saine 68,00-68,50 m: banc de gypse massif.
	68.50	68.50				19.0	2.5	19.0	2.5			
ROT Ø 105 mm	68.00	68.00	76.00	14e1	CL 20	15.6	2.0	15.6	2.0	V 26	Phase limoneuse	14e3) 66,90-68,00 m: molasse altérée, à texture grumeleuse 14e1) 68,00-76,00 m: molasse saine 68,00-68,50 m: banc de gypse massif.
	68.50	68.50				17.8	2.6	17.8	2.6			
ROT Ø 105 mm	68.00	68.00	76.00	14e1	CL 21	19.8	3.0	19.8	3.0	V 27	Phase limoneuse	14e3) 66,90-68,00 m: molasse altérée, à texture grumeleuse 14e1) 68,00-76,00 m: molasse saine 68,00-68,50 m: banc de gypse massif.
	68.50	68.50				14.8	2.6	14.8	2.6			
ROT Ø 105 mm	68.00	68.00	76.00	14e1	CL 22	16.0	2.2	16.0	2.2	V 28	Phase limoneuse	14e3) 66,90-68,00 m: molasse altérée, à texture grumeleuse 14e1) 68,00-76,00 m: molasse saine 68,00-68,50 m: banc de gypse massif.
	68.50	68.50				19.3	3.6	19.3	3.6			
ROT Ø 105 mm	68.00	68.00	76.00	14e1	CL 23	14.7	4.9	14.7	4.9	V 29	Phase limoneuse	14e3) 66,90-68,00 m: molasse altérée, à texture grumeleuse 14e1) 68,00-76,00 m: molasse saine 68,00-68,50 m: banc de gypse massif.
	68.50	68.50				2.23	2.23	2.23	2.23			
ROT Ø 105 mm	68.00	68.00	76.00	14e1	CL 24	13.9	> 5.0	13.9	> 5.0	V 30	Phase limoneuse	14e3) 66,90-68,00 m: molasse altérée, à texture grumeleuse 14e1) 68,00-76,00 m: molasse saine 68,00-68,50 m: banc de gypse massif.
	68.50	68.50				13.5	6.9	13.5	6.9			
ROT Ø 105 mm	68.00	68.00	76.00	14e1	CL 25	10.4	4.9	10.4	4.9	V 31	Phase limoneuse	14e3) 66,90-68,00 m: molasse altérée, à texture grumeleuse 14e1) 68,00-76,00 m: molasse saine 68,00-68,50 m: banc de gypse massif.
	68.50	68.50				12.1	> 5.0	12.1	> 5.0			
ROT Ø 105 mm	68.00	68.00	76.00	14e1	CL 26	10.0	> 5.0	10.0	> 5.0	V 32	Phase limoneuse	14e3) 66,90-68,00 m: molasse altérée, à texture grumeleuse 14e1) 68,00-76,00 m: molasse saine 68,00-68,50 m: banc de gypse massif.
	68.50	68.50				16.3	> 5.0	16.3	> 5.0			
ROT Ø 105 mm	68.00	68.00	76.00	14e1	CL 27	14.8	4.0	14.8	4.0	V 33	Phase limoneuse	14e3) 66,90-68,00 m: molasse altérée, à texture grumeleuse 14e1) 68,00-76,00 m: molasse saine 68,00-68,50 m: banc de gypse massif.
	68.50	68.50				10.6	> 5.0	10.6	> 5.0			
ROT Ø 105 mm	68.00	68.00	76.00	14e1	CL 28	14.7	> 5.0	14.7	> 5.0	V 34	Phase limoneuse	14e3) 66,90-68,00 m: molasse altérée, à texture grumeleuse 14e1) 68,00-76,00 m: molasse saine 68,00-68,50 m: banc de gypse massif.
	68.50	68.50				12.7	> 5.0	12.7	> 5.0			
ROT Ø 105 mm	68.00	68.00	76.00	14e1	CL 29	13.6	4.9	13.6	4.9	V 35	Phase limoneuse	14e3) 66,90-68,00 m: molasse altérée, à texture grumeleuse 14e1) 68,00-76,00 m: molasse saine 68,00-68,50 m: banc de gypse massif.
	68.50	68.50				13.2	4.9	13.2	4.9			
ROT Ø 105 mm	68.00	68.00	76.00	14e1	CL 30	15.7	> 5.0	15.7	> 5.0	V 36	Phase limoneuse	14e3) 66,90-68,00 m: molasse altérée, à texture grumeleuse 14e1) 68,00-76,00 m: molasse saine 68,00-68,50 m: banc de gypse massif.
	68.50	68.50				16.7	> 5.0	16.7	> 5.0			
ROT Ø 105 mm	68.00	68.00	76.00	14e1	CL 31	16.2	> 5.0	16.2	> 5.0	V 37	Phase limoneuse	14e3) 66,90-68,00 m: molasse altérée, à texture grumeleuse 14e1) 68,00-76,00 m: molasse saine 68,00-68,50 m: banc de gypse massif.
	68.50	68.50				13.4	1.6	13.4	1.6			
ROT Ø 105 mm	68.00	68.00	76.00	14e1	CL 32	14.6	> 5.0	14.6	> 5.0	V 38	Phase limoneuse	14e3) 66,90-68,00 m: molasse altérée, à texture grumeleuse 14e1) 68,00-76,00 m: molasse saine 68,00-68,50 m: banc de gypse massif.
	68.50	68.50				15.3	> 5.0	15.3	> 5.0			
ROT Ø 105 mm	68.00	68.00	76.00	14e1	CL 33	13.5	> 5.0	13.5	> 5.0	V 39	Phase limoneuse	14e3) 66,90-68,00 m: molasse altérée, à texture grumeleuse 14e1) 68,00-76,00 m: molasse saine 68,00-68,50 m: banc de gypse massif.
	68.50	68.50				6.2	> 5.0	6.2	> 5.0			

CADASTRE GEOLOGIQUE - GENÈVE
SONDAGE N° 3031

PONT ECOLE DE MEDECINE										FORAGE N° 2		DATE : 26.7.74
MM. PERREY ET MILLERET INGENIEURS GENÈVE										TERRAIN : 373.83		INCLINAISON : VERT.
PIERRE et CLAUDE DERIAZ INGENIEURS CONSEILS - GENÈVE										FORE PAR : STUMP SONDAGES SA-GE		DESS : A.P.
										X = 116.767		DESCRIPTIONS.
										Y = 499.433		
GENRE DE FORAGE	COTES			U.S.C.S.	COUPE	OBSERVATIONS			GEOLOGIE			
	Altitude	Prof.	Epais	Echant.		Wt. % g/l/m	Op. kg/cm	N° coups/20cm				
								SPT Vcoups/30cm 374.12				
0.00	373.83	0.00									2) TERRAIN DE COUVERTURE	
		0.60									Remblais hétérogènes: 0,00-3,50 m	
		1.40									0,00-0,60 m: limon moyennement argileux, brun	
		2.20									0,60-1,40 m: limon sableux, graveleux, brun, avec frag-	
			3.50								ments de brique.	
											1,40-2,20 m: limon assez argileux, sableux, graveleux	
											brun, avec fragments de brique.	
											2,20-3,50 m: idem, mais à cailloux dispersés.	
											Assises de faible compacité.	
	370.33	3.50									4a) ALLUVIONS DE LA TERRASSE DE L'ARVE	
	369.83	4.00									Gravier : galets roulés (Ø fréquents: 0,5-1,5 cm; Ø max.	
											obs: 6,5 cm) dans matrice de sable assez grossier, limo-	
											neux, gravillonneux, gris.	
											Assise compacte à très compacte.	
											5,80-6,15 m: zone à petits boulets.	
	367.68	6.15									6) FORMATIONS SUPRAGLACIAIRES DE RETRAIT WURMIEN	
											6d2) Phase limono-argileuse: 6,15 - 9,60 m	
											Limon argileux, gris sombre, assez bien stratifié (à déli-	
											tels pelliculaires de limon) parfois à velléité de stratifi-	
											cation, ferme au sommet, mou en profondeur, plastique.	
											Remarque:	
											7,30-7,70 m: passée de limon moyennement argileux.	
											6e2) Phase argileuse	
											9,60-12,40 m: argile limoneuse, souvent massive, parfois	
											assez bien feuilletée, gris sombre, molle, plastique.	
											12,40-19,55 m: limon argileux, gris sombre, souvent assez	
											bien stratifié (à déliets pelliculaires de limon) parfois	
											à velléité de stratification, tendre, rarement ferme,	
											plastique.	
											Remarque:	
											Sporadiques petites passées de limon peu argileux (ép:	
											environ 0,10 m) à 14,40 m, 16,90 m et 19,15 m	
											17,75-18,00 m: passée d'argile limoneuse.	
											6d2) Phase limono-argileuse	
											19,55-22,00 m: argile limoneuse, gris sombre, assez bien	
											feuilletée, ferme, plastique	
											22,00-28,30 m: limon argileux, gris beige sombre, plus ou	
											moins bien stratifié, parfois à déliets ou capricieuses	
											veinules pelliculaires de limon clair, ferme, plastique	
											Remarque:	
											22,00-23,70 m: assise moins argileuse	
											25,60-26,15 m: idem	
											11) FORMATIONS DE RETRAIT RISSIEN (?)	
											11e1) Phase argileuse préconsolidée: 28,30-33,00 m	
											Argile limoneuse, gris sombre, souvent massive, parfois	
											feuilletée, à sporadiques passées de limon, plastique,	
											ferme à dure.	
											11d1) Phase limono-argileuse préconsolidée	
											33,00-38,90 m: limon argileux, gris sombre, souvent mas-	
											sif, parfois à velléité de stratification (sporadiques	
											déliets de limon), plastique.	
											Des 34,50 m: apparition de quelques petits cailloux et	
											gravillons dispersés.	
											Remarque:	
											33,00-34,10 m: passée de limon moyennement argileux.	
											35,00-36,00 m: passée de limon moyennement argileux.	
											11c1) Phase limoneuse préconsolidée	
											38,90-57,00 m: limon assez argileux, parfois finement	
											sableux, gris sombre, massif, rarement à velléité de	

SERVICE CANTONAL DE GEOLOGIE
SONDAGE N°7929

ROLEX 7

FORAGE N° I

DATE : 15.9.88
ECHELLE : 1:100
3044.101

BUREAU JULLIARD & BOLLIGER - ARCHITECTES - GENEVE

GEOTECHNIQUE APPLIQUEE PIERRE & CLAUDE DENIAZ & CIE. S.A. - GENEVE

TERRAIN : 375.45 INCLINAISON : VERT.

FORE PAR : STUMP SONDAGES S.A. - GE

DESS : 221-1 VISE :

GENRE DE FORAGE	COTES	U.S.C.S.	COUPE	OBSERVATIONS	GEOLOGIE	COORDONNEES
Altitude Prof. Epais Echantillons				W.V. Qo N° SPT		X = 116.552 Y = 499.298
0.00	375.45	0.90				
1.00	375.15	1.20				
2.00	374.65	1.20				
3.00	374.15	1.20				
4.00	373.65	1.20				
5.00	373.15	1.20				
6.00	372.65	1.20				
7.00	372.15	1.20				
8.00	371.65	1.20				
9.00	371.15	1.20				
10.00	370.65	1.20				
11.00	370.15	1.20				
12.00	369.65	1.20				
13.00	369.15	1.20				
14.00	368.65	1.20				
15.00	368.15	1.20				
16.00	367.65	1.20				
17.00	367.15	1.20				
18.00	366.65	1.20				
19.00	366.15	1.20				
20.00	365.65	1.20				
21.00	365.15	1.20				
22.00	364.65	1.20				
23.00	364.15	1.20				
24.00	363.65	1.20				
25.00	363.15	1.20				
26.00	362.65	1.20				
27.00	362.15	1.20				
28.00	361.65	1.20				
29.00	361.15	1.20				
30.00	360.65	1.20				
31.00	360.15	1.20				
32.00	359.65	1.20				
33.00	359.15	1.20				
34.00	358.65	1.20				
35.00	358.15	1.20				
36.00	357.65	1.20				
37.00	357.15	1.20				
38.00	356.65	1.20				
39.00	356.15	1.20				
40.00	355.65	1.20				
41.00	355.15	1.20				
42.00	354.65	1.20				
43.00	354.15	1.20				
44.00	353.65	1.20				
45.00	353.15	1.20				
46.00	352.65	1.20				
47.00	352.15	1.20				
48.00	351.65	1.20				
49.00	351.15	1.20				
50.00	350.65	1.20				
51.00	350.15	1.20				
52.00	349.65	1.20				
53.00	349.15	1.20				
54.00	348.65	1.20				
55.00	348.15	1.20				
56.00	347.65	1.20				
57.00	347.15	1.20				
58.00	346.65	1.20				
59.00	346.15	1.20				
60.00	345.65	1.20				
61.00	345.15	1.20				
62.00	344.65	1.20				
63.00	344.15	1.20				
64.00	343.65	1.20				
65.00	343.15	1.20				
66.00	342.65	1.20				
67.00	342.15	1.20				
68.00	341.65	1.20				
69.00	341.15	1.20				
70.00	340.65	1.20				
71.00	340.15	1.20				
72.00	339.65	1.20				
73.00	339.15	1.20				
74.00	338.65	1.20				
75.00	338.15	1.20				
76.00	337.65	1.20				
77.00	337.15	1.20				
78.00	336.65	1.20				
79.00	336.15	1.20				
80.00	335.65	1.20				
81.00	335.15	1.20				
82.00	334.65	1.20				
83.00	334.15	1.20				
84.00	333.65	1.20				
85.00	333.15	1.20				
86.00	332.65	1.20				
87.00	332.15	1.20				
88.00	331.65	1.20				
89.00	331.15	1.20				
90.00	330.65	1.20				
91.00	330.15	1.20				
92.00	329.65	1.20				
93.00	329.15	1.20				
94.00	328.65	1.20				
95.00	328.15	1.20				
96.00	327.65	1.20				
97.00	327.15	1.20				
98.00	326.65	1.20				
99.00	326.15	1.20				
100.00	325.65	1.20				

NE

Côté ARVE

Alt. (m/mer)

Projection de
12509

Limite de parcelle

Exemple de bâtiment à 3
sous-sols fondé sur pieuxProjection
de F5Projection de
10397Projection de
1536

Projection de F6

Exemple de bâtiment à 2
sous-sols fondé sur radier

Projection de F3

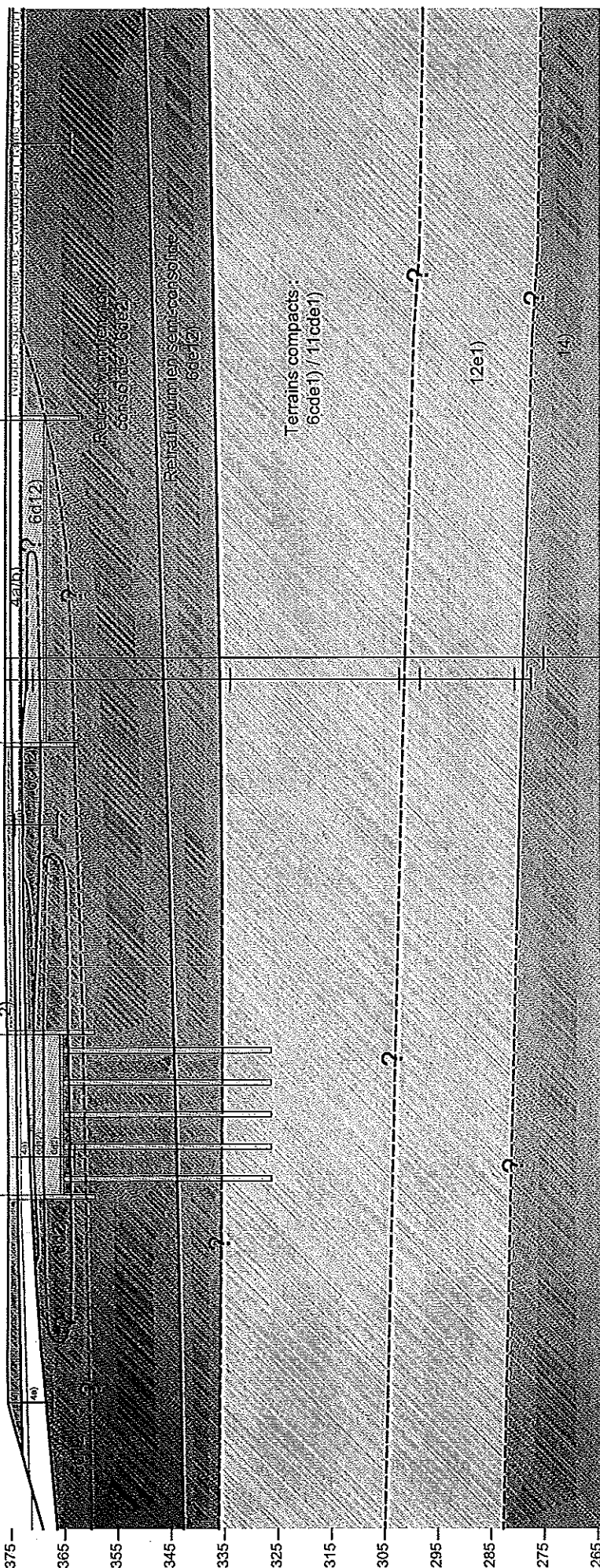
SW

Côté Rue

F. DUSSAUT

Limite de parcelle

Projection de F3



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
- 6cde1) Terrains compacts
- 11cde1) Terrains compacts
- 12e1) Terrains compacts
- 14) Substratum rocheux molassique

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 :

Niveau moyen "haut" :

Niveau moyen "moyen" :

374.0 m/mer

373.0 m/mer

372.5 m/mer

Caserne des Vernets

INGENI SA

ECH 1:750

DATE 16/06/2011

Profil géotechnique interprétatif P1

DESS CT VISE 6284.401

GÉOTECHNIQUE APPI SE DERIAZ SA

CADASTRE DES SITES POLLUES

C9 - P002

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

DIAE - Service cantonal de géologie
Géotechnique Appliquée Dérioz SA

GSIPOL

TERRAIN : 375.77 INCLINAISON : VERT.

DESS : DMJ VISA : DMJ

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	Epaisseur		Teneur en eau %	Mass volum. γ/m^3	Qp labo kPa	Qp "in situ" kPa	
For. Ø 180 mm	375.77								375.60
	375.27	0.5	0.5						
		1.5	2.15						
		2.1							
	373.12	2.65							
	372.07	3.7	1.05						
For. Ø 180 mm	370.37	5.40	3.6						140
	368.47	7.3							
	367.27	8.5							
For. Ø 180 mm									

- 2) **REMBLAIS HETEROGENES** : 0.00 - 2.65 m
0.00 - 0.07 m : Revêtement
0.07 - 0.50 m : Grava sableuse ronde, 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 et fréquents 3 - 6 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 :

-5.40 m (370.37 m/mer) le 24.08.04

-6.40 m (369.37 m/mer) le 17.11.04

-6.36 m (369.41 m/mer) le 14.12.04

Arve* :

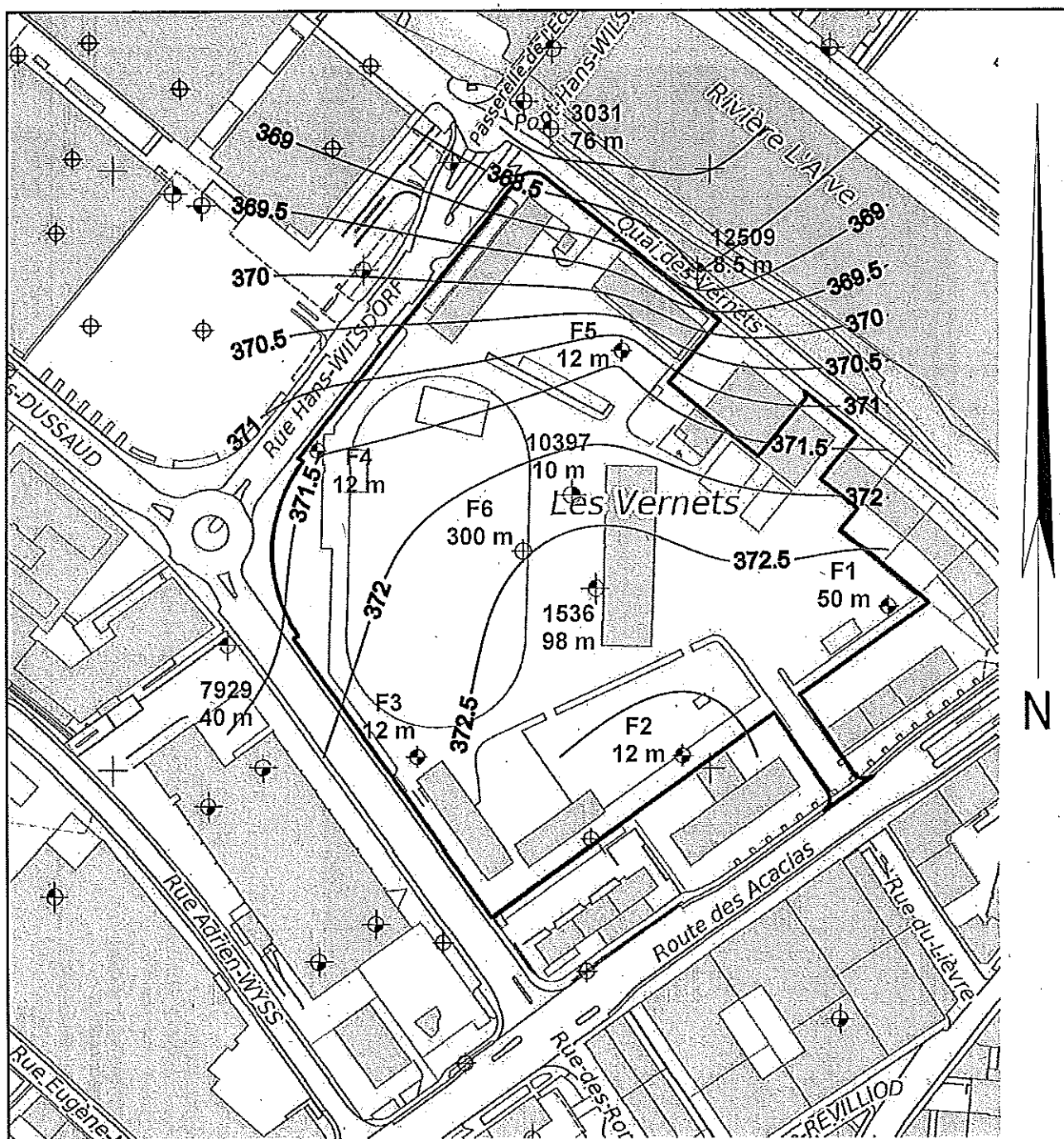
370.30

369.60

369.80

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

Echelle réduite !



PLAN D'ENSEMBLE N°52



Zone d'étude



Sondages carottés exécutés



Sondage destructif exécuté (géothermie)



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

Limite de
parcelle

Exemple de bâtiment à 1 sous-sol
fondé sur radier

Alt. (m/mer) Projection de F4

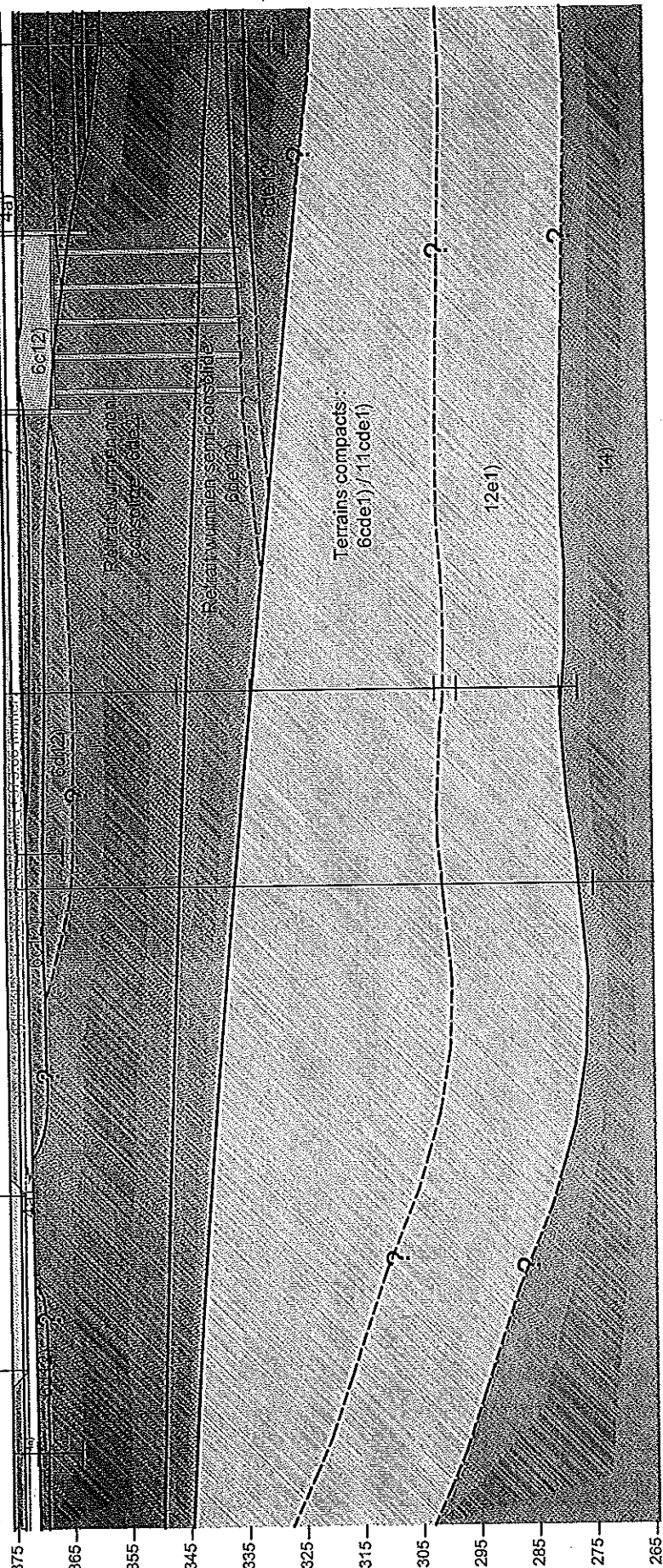
Projection de
10397
Projection de F6

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
- 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
- 6cde1) Terrains compacts
- 11cde1) Terrains compacts
- 12e1) Substratum rocheux molassique
- 14) Substratum rocheux molassique

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 16/06/2011

Profil géotechnique interprétatif P2

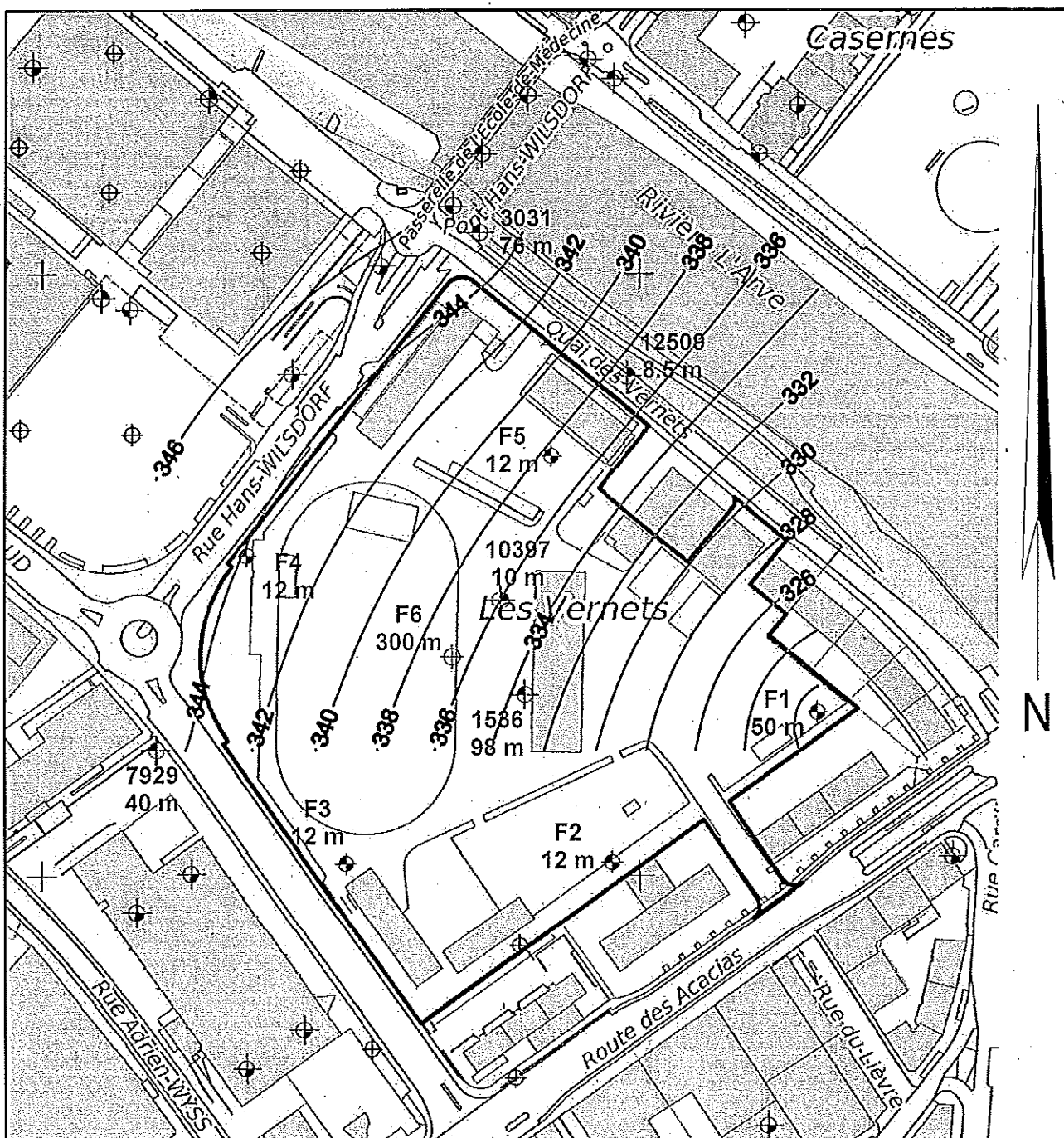
6284.402

GEOTECHNIQUE APPLIQUÉE DERIAZ SA

DESS

CT

VISE



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

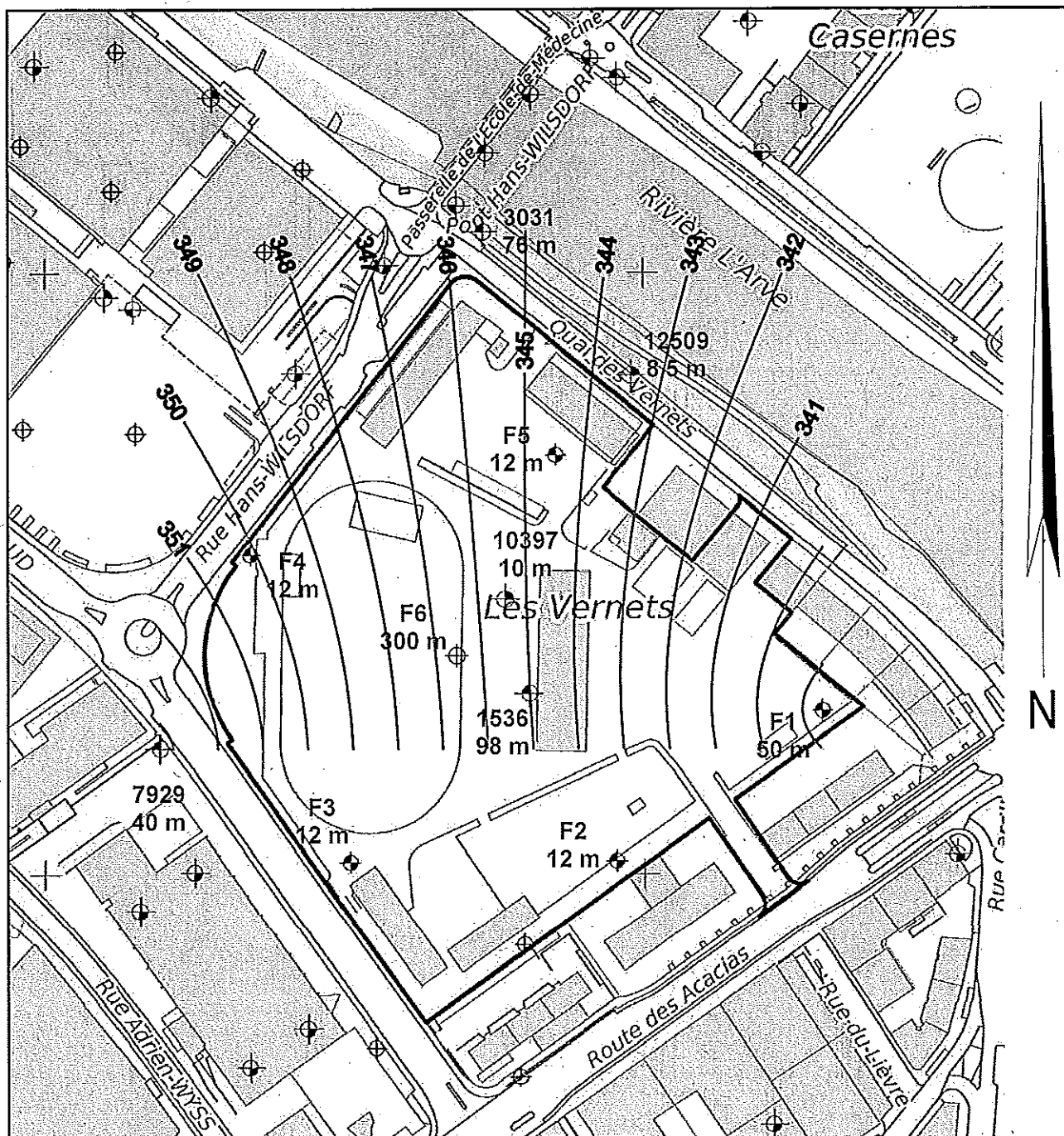
6284.405

GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A.

Dess

CT

WISE



PLAN D'ENSEMBLE N°52

- Zone d'étude
 ⊕ Sondage destructif exécuté (géothermie)
- Sondages carottés exécutés
 — Isohypse du toit des formations semi-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 semi-consolidées

6284.404

GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A.

Dess CT VISE

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

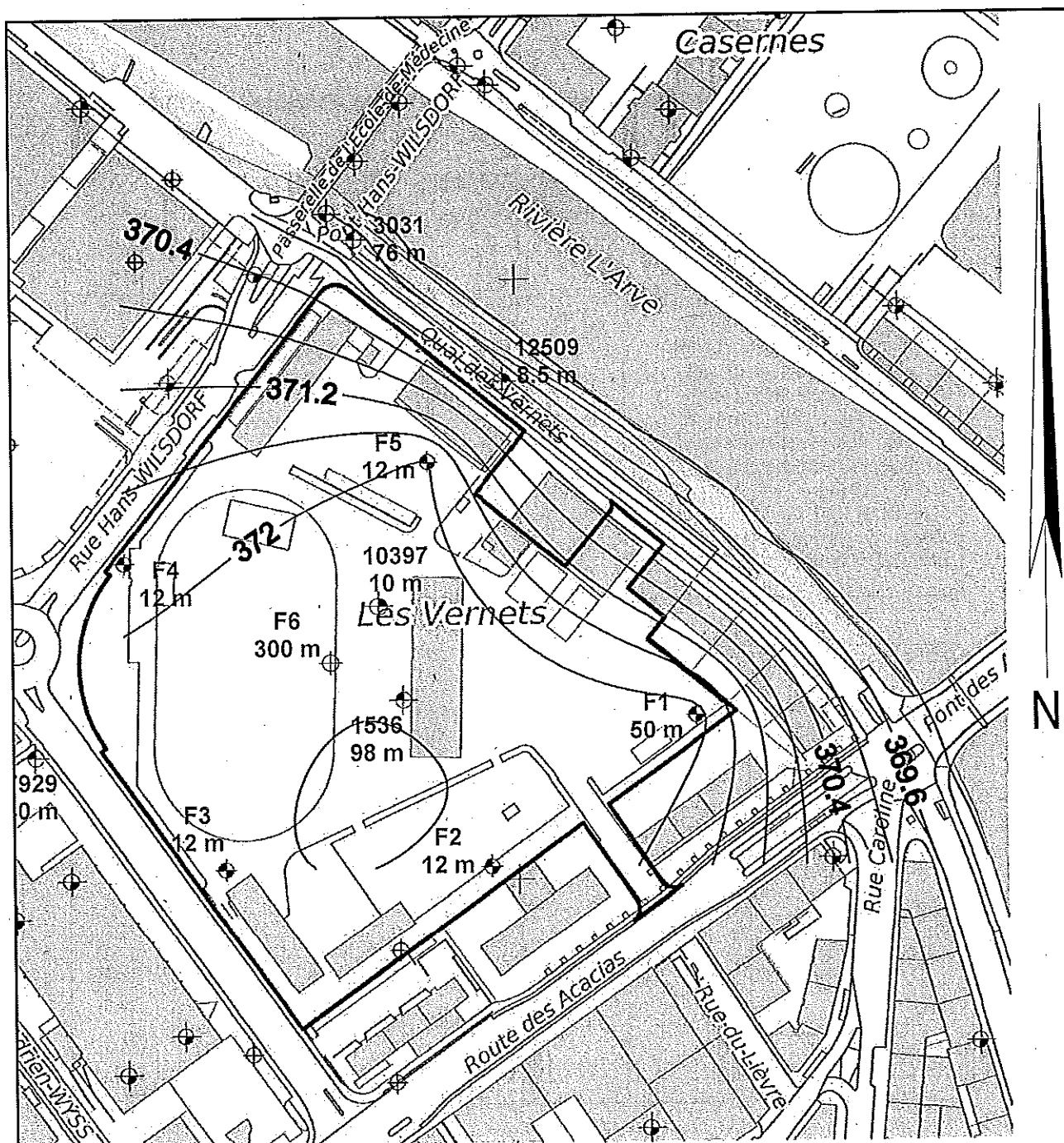
ESTIMATION DES TASSEMENTS SELON GIROUD

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



PLAN D'ENSEMBLE N°52

- Zone d'étude
 ⊕ Sondage destructif exécuté (géothermie)
- Sondages carottés exécutés
 — Toit de la nappe
- 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 24.06.2011

Carte interprétative du toit de la nappe

6284.406

GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A.

Dess CT VISE

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'xB') 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'xB') 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

4

8

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

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] Nappe à 373.0 m	115
- Excentricité de la charge selon B [m]		- Charge actuelle en FF	
- L réduit (L') [m]	60.00	- Surcharge nette kPa	55
- B réduit (B') [m]	16.00		
- 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

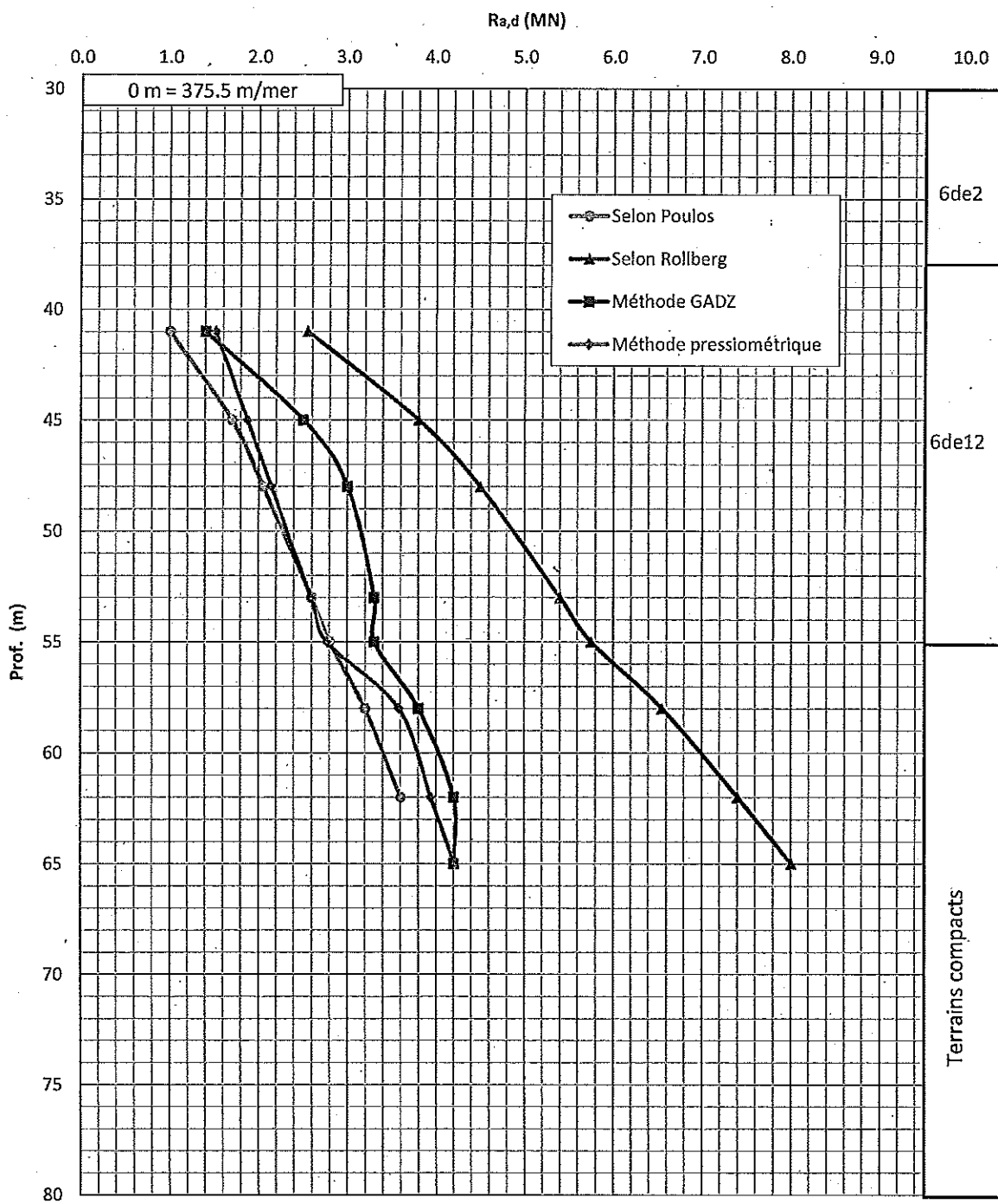
ESTIMATION DES TASSEMENTS SELON GIROUD

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-sol	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

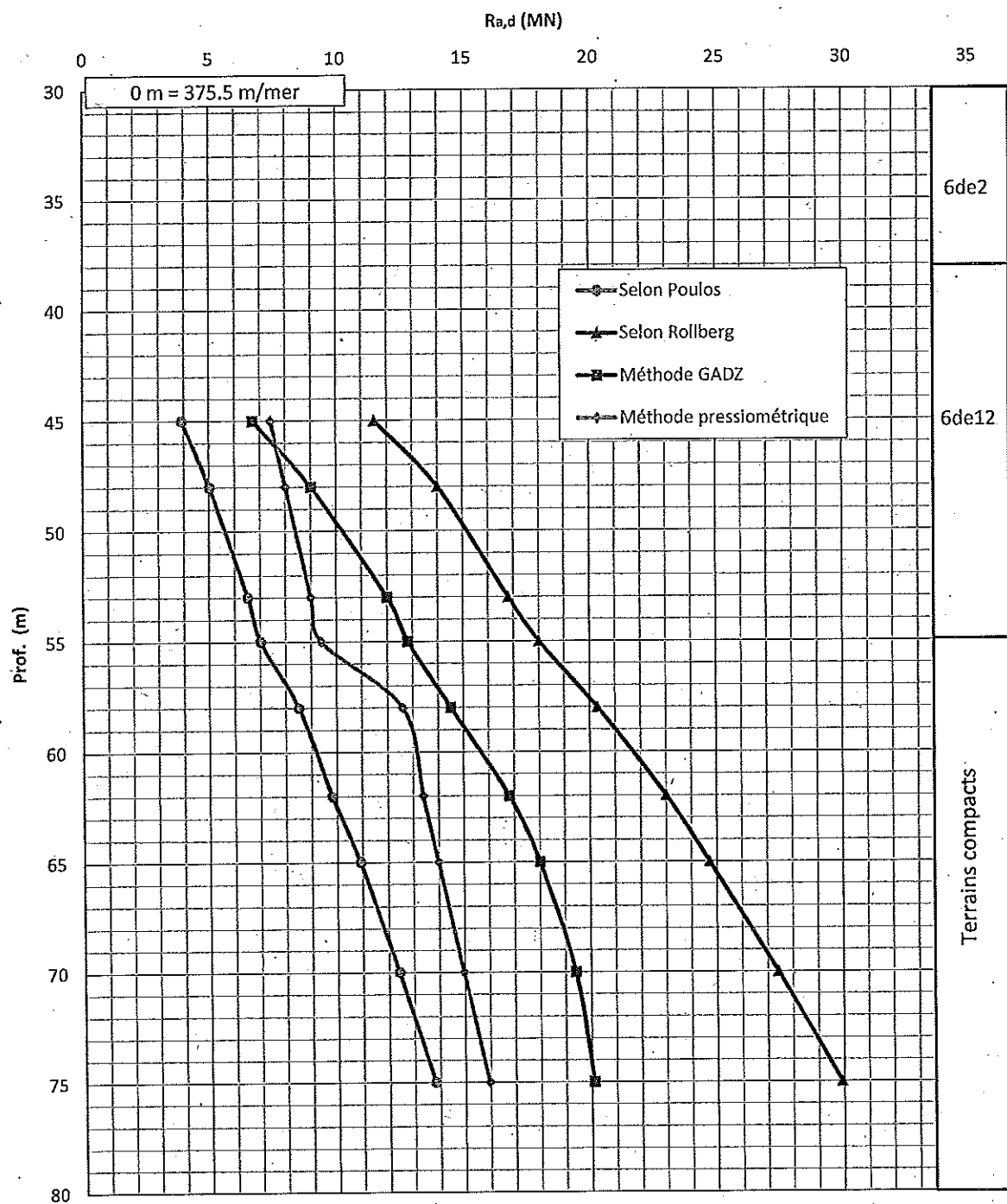
Caserne des Vernets - 4 niveaux de sous-sols - Bâtiment 60*16 m

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/(L'xB') 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

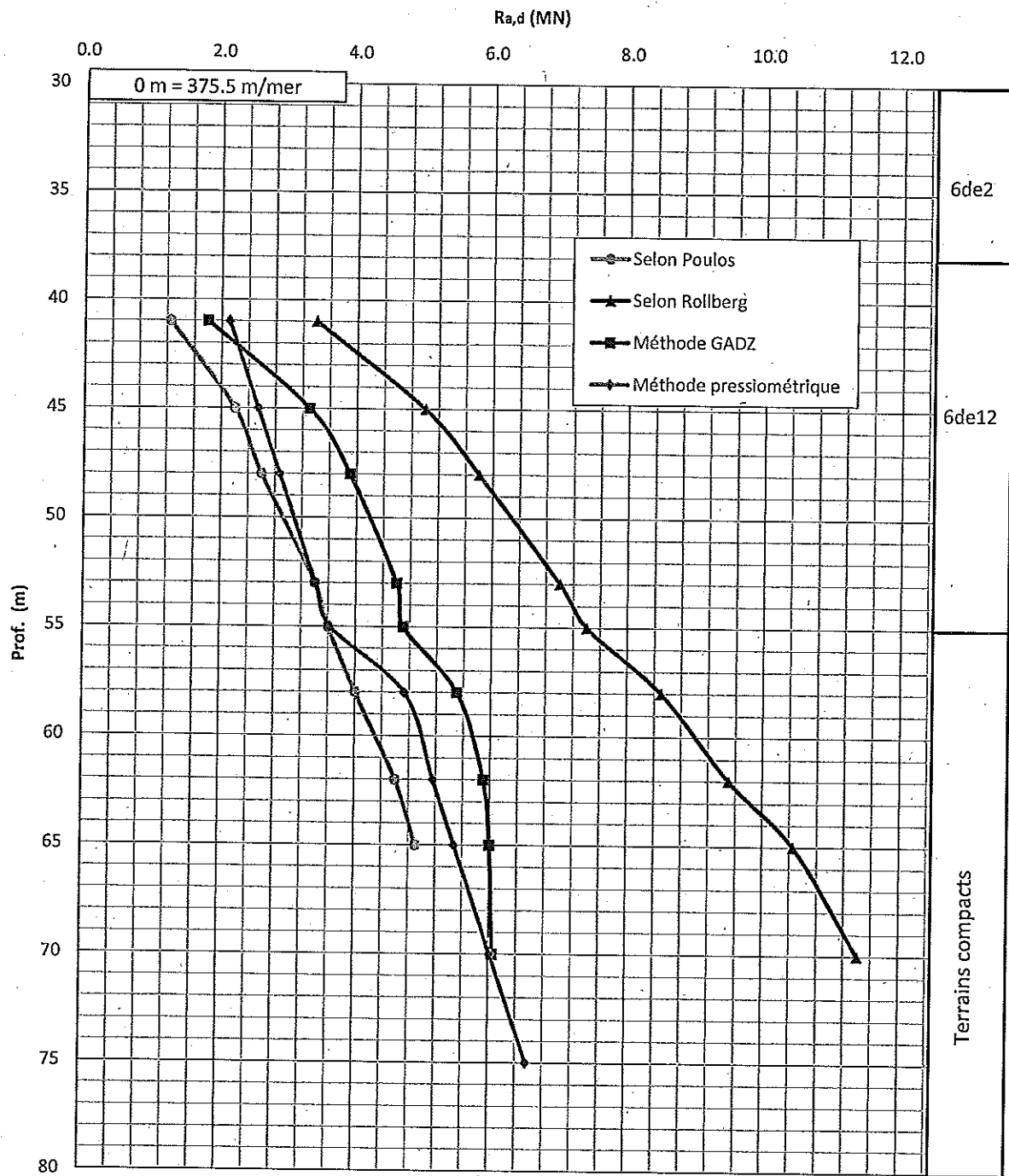
GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A. - GENEVE

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

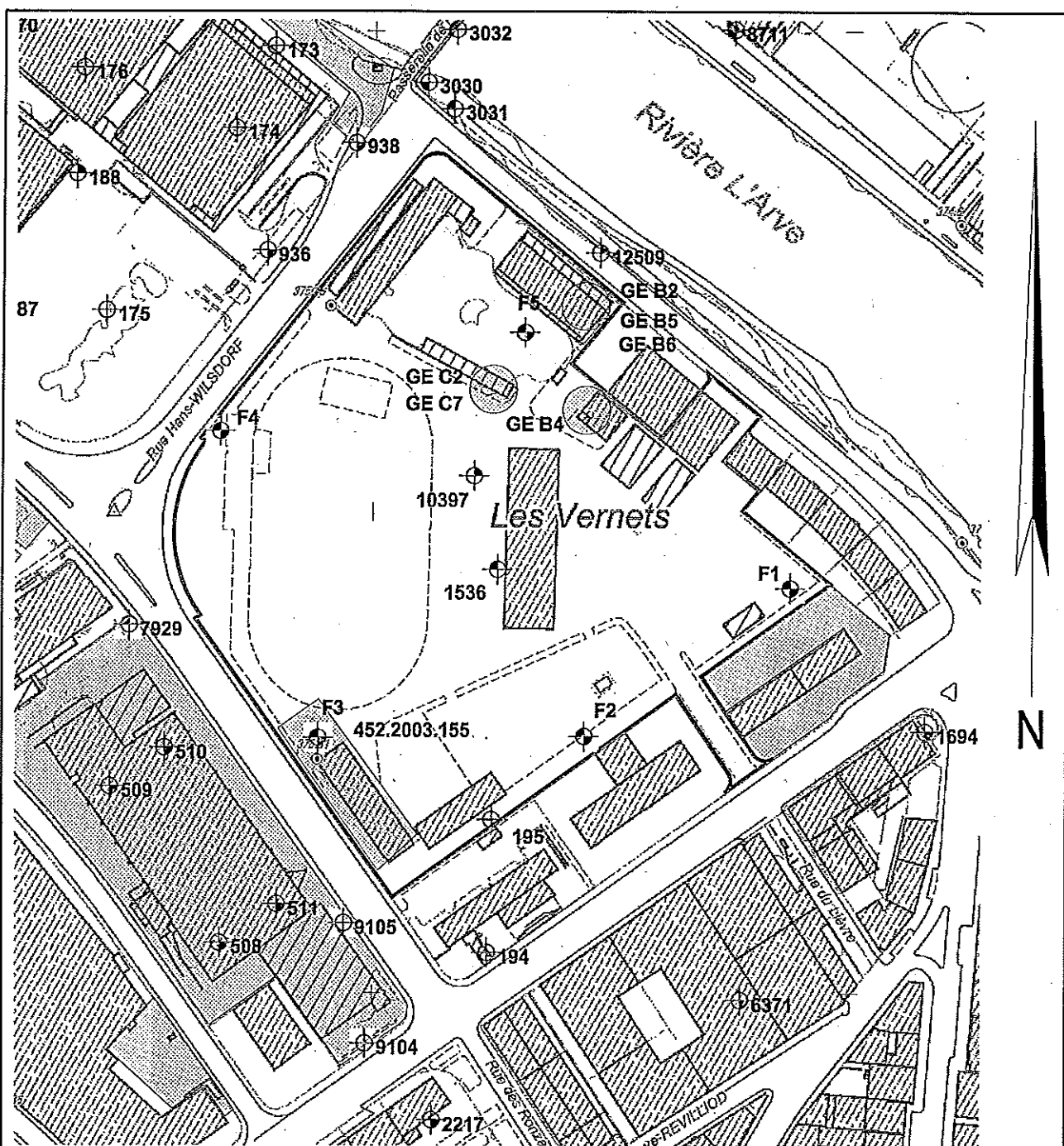
GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A. - GENEVE

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

INGENI SA

ECH

1:2500

DATE

23.06.2011

Sites inscrits au cadastre des sites pollués

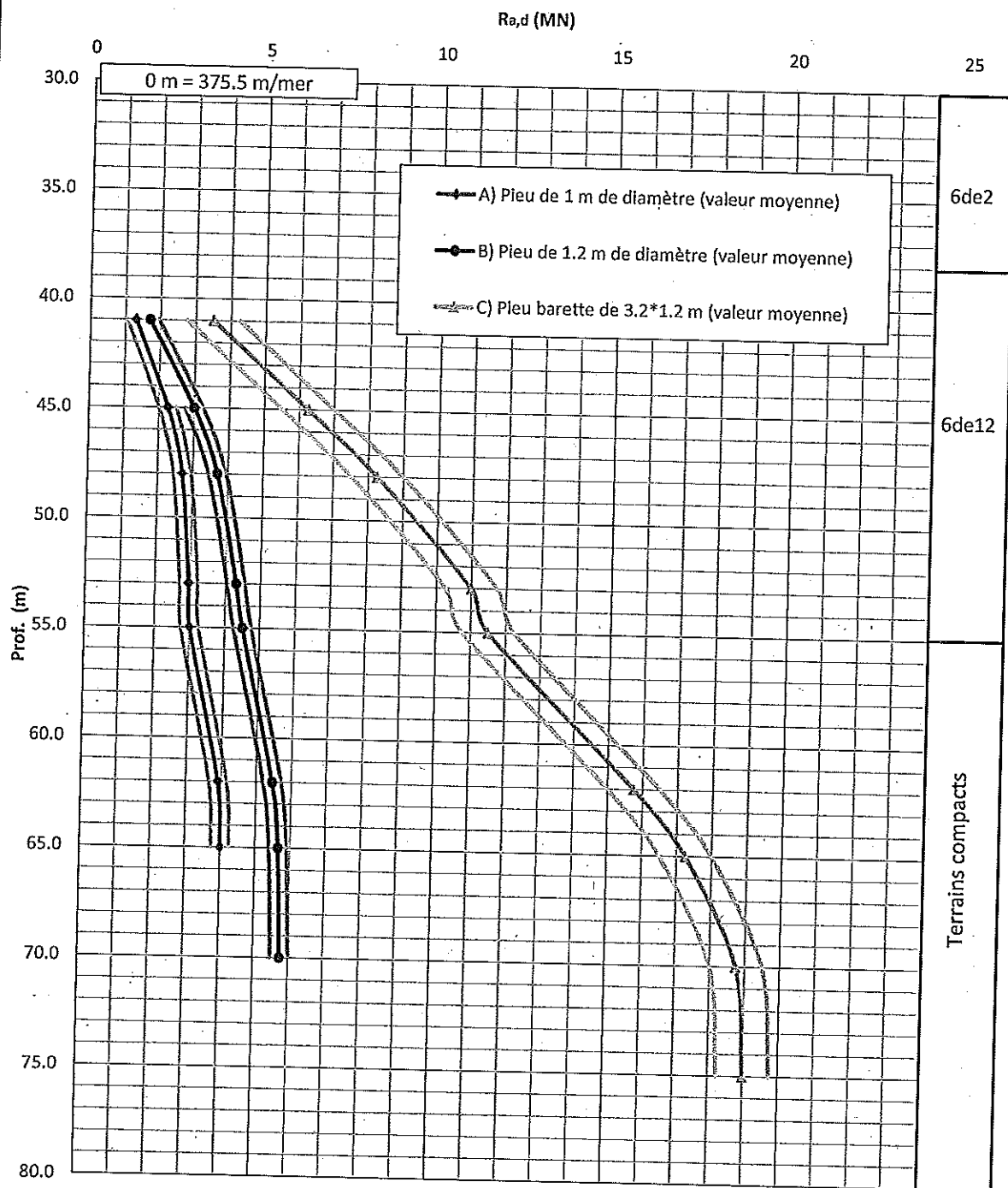
6284.701

GEOTECHNIQUE APPLIQUEE DERIAZ S.A.

DESS

CHD

WISE



Caserne des Vernets - immeubles

INGENI SA

Valeurs de dimensionnement proposées

GÉOTECHNIQUE APPLIQUÉE DERIAZ S.A. - GENEVE

DATE

22.06.2011

VISA

6284.516