DOSSIER NO 12341-1G

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

PROLONGEMENT DE L'AUTOROUTE 30

SECTEUR DES HALDES DE CIMENT LAFARGE

SAINT-CONSTANT (QUÉBEC)

QUÉFORMAT

QUÉFORMAT LTÉE

ÉTUDES GÉOTECHNIQUES
INGÉNIERIE DES MATÉRIAUX
ENVIRONNEMENT
ÉTANCHÉITÉ

Dossier no 12341-1G

Le 6 juin 2005.

Consortium BPR-CIMA,
5100, rue Sherbrooke Est,
Bureau 400,
Montréal, (Québec).
H1V 3R9

À l'attention de Monsieur Yves Papillon, ingénieur
Directeur de projets

Sujet : Étude géotechnique
Prolongement de l'autoroute 30
Secteur des haldes de Ciment Lafarge
Saint-Constant, (Québec)

Monsieur,

Il nous fait plaisir de vous transmettre les résultats de l'étude géotechnique que vous nous avez confiée.

Tous les travaux de chantier et de laboratoire ont été réalisés sous la supervision de Monsieur Jean Tardif, ingénieur, qui a également préparé le présent rapport. Ce dernier a été vérifié par le soussigné.

Nous espérons que ce rapport sera à votre entière satisfaction. N'hésitez pas à communiquer avec nous si vous désirez des renseignements supplémentaires.

QUÉFORMAT LTÉE

Renald Blanchet, ingénieur, M.Sc.
Directeur de l'ingénierie
Vice-Président

JT/nc

5cc/ Consortium BPR-CIMA

TABLE DES MATIÈRES

Page

1.0 INTRODUCTION 1

2.0 TRAVAUX RÉALISÉS

2.1 Chantier 2
2.2 Laboratoire 3

3.0 NATURE ET PROPRIÉTÉS DES SOLS

3.1 Remblai 5
3.2 Argile silteuse brune à grise 7
3.3 Till gris 8

4.0 EAU SOUTERRAINE 10

5.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

5.1 Problématique de conception liée à la présence des haldes 11
5.2 Concept 1 - Excavation du remblai des haldes 12
5.3 Concept 2 - Construction de l'autoroute en surface des haldes
5.3.1 Déformations dans les haldes 14
5.3.2 Déformations dans les sols argileux 14
5.4 Recommandations 15

6.0 MISE EN GARDE 17

Planches nos

APPENDICE A : • Rapports de forage A-1 à A-3
• Essais au scissomètre de chantier A-4 à A-7

APPENDICE B : Résultats des essais de laboratoire (remblais des haldes) B-1 à B-26

APPENDICE C : Résultats des essais de laboratoire (sols naturels) C-1 à C-20

APPENDICE D : Stabilité des pentes d'excavation D-1 et D-2

IMPLANTATION DES FORAGES Dessin 12341-1

QUÉFORMAT

1.0 INTRODUCTION

Les services professionnels de Quéformat ltée ont été retenus par le Consortium BPR-CIMA pour effectuer une étude géotechnique le long du tracé proposé de l'autoroute 30 là où elle franchira les haldes de Ciment Lafarge, dans le cadre du projet de prolongement de cette autoroute, à Saint-Constant, (Québec).

L'étude géotechnique a pour but de déterminer la nature et certaines propriétés des sols composant les haldes et du sol naturel en place, renseignements nécessaires à la conception de la structure de chaussée proposée et à la formulation des recommandations d'ordre géotechnique qui en découlent.

La caractérisation environnementale des sols et de l'eau souterraine ne fait pas partie du présent mandat. En conséquence, les descriptions du terrain fournies dans le cadre de cette étude ne sont valables que du point de vue géotechnique, soit exclusivement pour la conception et la construction des ouvrages de génie civil, et n'ont aucunement la prétention de conclure sur la présence éventuelle de matières toxiques ou contaminantes sur le site.

Les résultats des travaux réalisés sur le chantier et en laboratoire ainsi que nos conclusions et recommandations sont présentés dans ce rapport.

2.0 TRAVAUX RÉALISÉS

2.1 Chantier

Les travaux sur le chantier ont été réalisés du 28 février au 3 mars 2005. Le personnel de Quéformat ltée a localisé les forages demandés et décrits dans nos offres de service datées du 7 et du 13 janvier 2005. L'implantation des forages sur le terrain a été réalisée à l'aide d'un appareil de positionnement portatif de type «GPS» à partir d'une liste des coordonnées d'implantation que vous nous avez transmise. Les forages ont par la suite fait l'objet d'un relevé de votre part pour déterminer leurs coordonnées précises et l'élévation du terrain à leur endroit. La position des forages est présentée sur le dessin 12341-1, tracé à partir d'un plan de localisation que vous nous avez fait parvenir.

Le tableau I qui suit présente les coordonnées d'implantation des forages réalisés ainsi que l'élévation du terrain à leur endroit.

TABLEAU I

COORDONNÉES D'IMPLANTATION
DES FORAGES ET ÉLÉVATION DU TERRAIN

Forage no	Coordonnées		Élévation du terrain (mètres)	Chaînage approximatif
	Nord	Est		
F-14	5 023 923,07	300 298,97	34,85	7+195
F-15	5 023 911,62	300 615,76	37,65	7+510
F-16	5 023 943,33	300 900,84	35,88	7+800

Les forages, identifiés F-14 à F-16, ont été réalisés à l'aide d'une foreuse à tarière évidée de type «CME 850». Ils ont été foncés jusqu'à des profondeurs comprises entre 14,94 et 17,15 mètres sous la surface actuelle du terrain.

Un carottier fendu de calibre «N» (76 millimètres de diamètre) et un carottier fendu de calibre «H» (96 millimètres de diamètre) ont servi au prélèvement d'échantillons des sols de surface. Un carottier fendu standard (51 millimètres de diamètre) a été utilisé et a servi à la mesure de l'indice «N» de l'essai de pénétration standard. Cet indice permet l'estimation de la compacité ou de la consistance des matériaux traversés. De plus, des échantillons intacts des matériaux des haldes et des sols argileux naturels ont été prélevés à l'aide d'un tube à paroi mince dans les forages F-14 et F-16.

La résistance au cisaillement non drainé des matériaux argileux des haldes et du dépôt naturel d'argile a été mesurée dans tous les forages à l'aide d'un scissomètre à déformation contrôlée de type «Nilcon» jusqu'à des profondeurs de 12,20, 14,25 et 14,10 mètres respectivement. Enfin, des piézomètres et tubes d'observation ont été mis en place dans les forages afin de mesurer ultérieurement le niveau de l'eau souterraine.

Les rapports de forage (appendice A, planches A-1 à A-3) présentent tous les renseignements recueillis sur le chantier. Les résultats des essais scissométriques sont aussi présentés sur les planches A-4 à A-7 de l'appendice A.

2.2 Laboratoire

Tous les échantillons récupérés ont été transportés à notre laboratoire de Longueuil où ils ont été identifiés par un examen visuel.

Certains échantillons représentatifs des sols rencontrés dans les forages ont également été soumis aux essais suivants :

- Teneurs en eau (41)
- Limites de consistance (9)
- Résistances au cisaillement à l'aide du cône suédois (8)
- Analyses granulométriques par tamisage (7)
- Analyses granulométriques par sédimentation (7)
- Consolidations uniaxiales en cellule oedométrique (3)
- Cisaillement en cellule triaxiale, de type CIU (6)

QUÉFORMAT

Les résultats de ces essais sont reportés sur les rapports de forage (planches A-1 à A-3 de l'appendice A). Certains sont également présentés en détail sur les planches B-1 à B-26 de l'appendice B (remblais des haldes) et sur les planches C-1 à C-20 de l'appendice C (sols naturels).

Les échantillons non utilisés pour les essais de laboratoire seront conservés pendant une période de six mois après l'émission de ce rapport. Ils seront par la suite détruits, à moins d'avis contraire écrit de la part de Consortium BPR-CIMA.

QUÉFORMAT

3.0 NATURE ET PROPRIÉTÉS DES SOLS

Tous les forages ont été effectués dans l'emprise proposée de l'autoroute dans le secteur où celle-ci traversera les haldes. Au sommet de ces dernières, la topographie est généralement plane, sans grande dénivellation, mais parfois entrecoupée de profonds fossés de drainage. Les pentes de ces fossés de même que les pentes extérieures sont de l'ordre de 1 verticale pour 2 horizontale (1V:2H).

La description des sols présentée dans les paragraphes qui suivent ainsi que sur les rapports de forage n'est garantie qu'à l'endroit même où les forages ont été réalisés. Par conséquent, les conclusions et recommandations basées sur ces informations sont soumises à cette limitation. Les conditions rencontrées entre les forages ou ailleurs sur le site peuvent différer de celles observées à l'emplacement des forages. Quéformat ltée devra être avisée promptement de tout écart décelé entre les matériaux décrits dans le présent rapport et ceux rencontrés lors des excavations.

Les forages ont permis d'établir à leur emplacement la stratigraphie suivante :

3.1 Remblai

En surface du terrain, au droit de tous les forages, on retrouve le remblai hétérogène, constituant les haldes. Ce remblai est formé de proportions variables de sable, de silt, d'argile et de gravier, souvent en couches plutôt silteuses et argileuses alternant avec des couches plutôt granulaires. L'épaisseur totale de remblai formant les haldes est comprise entre 6,60 et 9,28 mètres dans les forages réalisés. Il est toutefois possible qu'il y ait localement des épaisseurs supérieures.

Les indices «N» de l'essai de pénétration standard sont compris entre 1 et 23, suggérant une compacité très lâche à moyenne. La résistance au cisaillement non drainé mesurée au chantier dans les forages F-14 et F-15 est comprise entre 17 et 111 kPa, correspondant à une consistance molle à très raide. La résistance au cisaillement non drainé a également été

mesurée en laboratoire, à l'aide de l'appareil au cône suédois. Des valeurs comprises entre 57 et 175 kPa ont été obtenues à l'état intact et supérieures ou égales à 48 kPa à l'état remanié, correspondant à une sensibilité faible.

La teneur en eau mesurée en laboratoire est comprise entre 10 et 50 pour cent. À l'état saturé, ces valeurs de teneur en eau correspondent à des poids volumiques compris entre 17,1 et 23,2 kN/m^3. La limite de liquidité est comprise entre 24 et 67 pour cent et la limite de plasticité entre 13 et 30 pour cent, pour un indice de plasticité compris entre 10 et 38 pour cent et un indice de liquidité entre 0,0 et 0,6. Les échantillons soumis à ces essais étant principalement argileux, ils sont considérés comme «CL» à «CH» selon la classification unifiée des sols. Des matériaux de type «ML» ont cependant été identifiés par analyses granulométriques.

Les essais en compression triaxiale non drainée (CIU) ont permis de définir les paramètres de cisaillement suivants (planches B-2 et B-5 à B-14) :

- angle de frottement effectif (φ') : 30 degrés
- cohésion effective (c') : 3,7 kPa

Les résultats des essais de consolidation réalisés sur des échantillons prélevés à 5,50 et 7,20 mètres de profondeur dans les forages F-14 et F-16 respectivement, ont permis de déduire les paramètres de consolidation de ce matériau. Les valeurs obtenues sont présentées dans le tableau II suivant :

TABLEAU II

RÉSULTATS DES ESSAIS DE CONSOLIDATION

Paramètres	F-14, TS-6 5,45 à 5,55 m	F-16, TS-6 7,15 à 7,25 m
Pression de préconsolidation (σ'_p)*	375	230
Indice des vides (e_o)	1,02	0,99
Indice de compression (C_c)*	0,35	0,33
Indice de recompression (C_r)*	0,02	0,02
Coefficient de consolidation (c_v)	5,7 x 10^{-8} m^2/s	3,3 x 10^{-7} m^2/s

* À cause de l'aspect des courbes de consolidation obtenues, ces valeurs ne sont pas précises (voir planches B-16 à B-17 et B-25 à B-26).

QUÉFORMAT

Il est à noter que ces essais ont été réalisés sur des échantillons de remblai donc sur un sol remanié.

3.2 Argile silteuse brune à grise

Sous les haldes, on rencontre un dépôt d'argile silteuse à argile et silt, traces de sable, de couleur brune à grise. Cette couche est présente sur des épaisseurs comprises entre 5,12 et 6,40 mètres.

Les valeurs de résistance au cisaillement non drainé obtenues au chantier dans les forages F-14 à F-16 varient entre 131 et 73 kPa dans la portion supérieure, soit dans les premiers 2,00 mètres au sommet du dépôt. Elles diminuent par la suite entre 23 et 58 kPa. Ces valeurs nous ont permis de qualifier la consistance de l'argile de très raide à raide dans la portion supérieure du dépôt et de molle à raide par la suite. Les valeurs de résistance au cisaillement mesurées en laboratoire sur des échantillons intacts provenant de ces forages sont comprises entre 28 et 181 kPa à l'état intact et entre 1 et 63 kPa à l'état remanié, pour une sensibilité faible à moyenne.

La teneur en eau naturelle de l'argile est comprise entre 39 et 67 pour cent. À l'état saturé, ces valeurs de teneur en eau naturelle correspondent à des poids volumiques humides compris entre 15,8 et 18,1 kN/m^3. La limite de liquidité de l'argile est comprise entre 38 et 77 pour cent et la limite de plasticité entre 21 et 26 pour cent, d'où un indice de plasticité variant de 17 à 51 pour cent. L'indice de liquidité de l'argile est généralement compris entre 0,3 et 1,2. Ce matériau, de plasticité moyenne à élevée, est considéré comme «CL_2» ou «CH» selon la classification unifiée des sols.

Les essais en compression triaxiale non drainée (CIU) ont permis de définir les paramètres suivants (planches C-2 et C-8 à C-17) :

- angle de frottement effectif (φ') : 21 degrés
- cohésion effective (c') : 9,8 kPa

QUÉFORMAT

Les résultats de l'essai de consolidation uniaxiale, réalisé sur un échantillon prélevé à 9,40 mètres de profondeur dans le forage F-14, ont permis de déduire les paramètres de consolidation de ce matériau. Les valeurs obtenues sont présentées dans le tableau III suivant (voir planches C-4 et C-5) :

TABLEAU III

RÉSULTATS DES ESSAIS DE CONSOLIDATION

Paramètres	Valeurs obtenues
Pression de préconsolidation (σ'_p)	192 kPa
Indice des vides (e_o)	1,74
Indice de compression (C_c)	1,40
Indice de recompression (C_r)	0,02
Coefficient de consolidation (c_v)	$1,0 \times 10^{-8}$ m^2/s

Selon les valeurs obtenues, le rapport de la résistance au cisaillement non drainé sur la pression de préconsolidation (c_u/σ'_p) est de 0,22. À partir du profil de résistance au cisaillement non drainé moyen établi dans les forages F-14 à F-16, l'écart de préconsolidation de l'argile ($\sigma'_p - \sigma'_{vo}$) est très faible et indique un état normalement consolidé à la base du dépôt, si l'on considère les niveaux d'eau souterraine mesurés lors de nos travaux. La moitié supérieure du dépôt se trouve cependant dans un état surconsolidé, avec un écart de préconsolidation minimal de l'ordre de 50 kPa selon les mêmes hypothèses.

3.3 Till gris

Sous le dépôt d'argile, on observe une couche de till de couleur grise. L'épaisseur totale de cette couche n'est pas connue, les forages ayant été interrompus avant de l'avoir traversée. Ils l'ont toutefois interceptée sur des épaisseurs comprises entre 1,14 et 3,31 mètres. Les analyses granulométriques (voir planches C-20) réalisées indiquent une composition variant du silt et

QUÉFORMAT

sable, un peu d'argile, traces de gravier à un sable silteux et graveleux, traces d'argile, correspondant respectivement à des sols de types «ML» et «SM» selon la classification unifiée des sols.

Les indices «N» de l'essai de pénétration standard sont compris entre 7 et 42, suggérant une compacité lâche à dense.

La teneur en eau est comprise entre 8 et 11 pour cent, correspondant à un poids volumique de 22,9 à 23,7 kN/m^3 à l'état saturé.

QUÉFORMAT

4.0 EAU SOUTERRAINE

Le niveau de l'eau souterraine a été relevé le 24 mars 2005 dans les tubes d'observation et piézomètres qui ont été installés dans les forages. Les profondeurs et élévations du niveau de l'eau souterraine correspondant à ces relevés sont indiquées dans le tableau IV suivant.

TABLEAU IV

PROFONDEURS ET ÉLÉVATIONS DU NIVEAU DE L'EAU SOUTERRAINE

(2005-03-24)

Piézomètre no	Profondeur d'installation (mètres)	Niveau de l'eau souterraine	
		Profondeur (mètres)	Élévation (mètres)
F-14-A	12,00	3,69	31,18
F-14-B	10,24	3,97	30,90
F-14-C	5,95	2,85	32,02
F-15-A	13,36	4,66	32,99
F-15-B	11,24	3,27	34,38
F-16	13,34	6,38	29,50

Ces relevés indiquent que le niveau de l'eau souterraine se situait à l'intérieur du remblai des haldes lors de nos relevés. Il est à noter que les pressions mesurées dans le dépôt d'argile correspondent vraisemblablement à une surpression interstitielle causée par le poids du remblai des haldes, ce qui expliquerait les niveaux plus élevés dans le forage F-15 où l'épaisseur de remblai est plus importante.

Enfin, nous désirons souligner que le niveau de l'eau souterraine peut varier suivant les précipitations et les saisons.

QUÉFORMAT

5.0 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Selon l'information obtenue, le tracé proposé de la future autoroute 30 traversera le remblai des haldes présent à l'ouest du rang Saint-Ignace et au sud de la montée Lasaline. Ce remblai a actuellement une épaisseur comprise entre 6 et 10 mètres au droit des forages réalisés et il repose sur un dépôt d'argile.

5.1 Problématique de conception liée à la présence des haldes

Le remblai des haldes provient du décapage des terrains adjacents où Ciment Lafarge exploite une carrière. Les sols naturels excavés sont ainsi transportés et mis en pile dans le secteur où la présente étude a été réalisée. Cette mise en pile a lieu en hiver, pour des raisons de circulabilité, lorsque les sols sont gelés. Comme les sols sont excavés en hiver, ils contiennent de la neige et de la glace qui, en fondant, rendent difficile la circulation des véhicules de transport et de la machinerie d'épandage. Par ailleurs, les haldes sont constituées de sols argileux et de till, intermélangés en lentilles de composition plus ou moins homogène, compliquant la tâche d'établir les paramètres de comportement mécanique utiles au concepteur.

Dans cette optique, la présente étude a visé à établir des données fiables pour aider le concepteur, par l'intermédiaire d'un programme d'essais en laboratoire plus élaboré, plutôt que par la réalisation d'un plus grand nombre de sondages. Deux aspects d'un éventuel concept de construction ont été étudiés à l'aide des données recueillies :

Concept 1 : Excavation du remblai des haldes dans l'emprise de l'autoroute prévue.

Concept 2 : Construction de l'autoroute sur l'épaisseur totale ou partielle du remblai des haldes.

QUÉFORMAT

5.2 Concept 1 - Excavation du remblai des haldes

L'élément important à prendre en compte pour la conception concerne les pentes d'excavation, qui auront un impact direct sur les volumes de matériaux à excaver et à gérer.

Une étude géotechnique a été réalisée en décembre 1990 par la firme Rousseau, Sauvé, Warren inc[1] pour Ciment Lafarge, pour définir les conditions de mise en place des haldes, entre autres les pentes extérieures, la hauteur des levées annuelles et la hauteur maximale. En fonction des données disponibles ou estimées, le rapport présentait les conclusions suivantes :

- hauteur maximale de 25 mètres;
- levées annuelles de 2 ou 3 mètres d'épaisseur, avec recul de la pente de 8 à 10 mètres par rapport à la levée de l'année précédente;
- pente extérieure des levées annuelles de 1V:2,5H. Combinée avec le recul de 8 à 10 mètres, cela correspond à une pente finale moyenne de l'ordre de 1V:6H.

La stabilité des pentes d'excavation dans les haldes a de nouveau été vérifiée à l'aide du logiciel SLOPE/W version 5.0. La stratigraphie et les propriétés des sols proviennent des forages et des essais réalisés au cours de la présente étude. Ces propriétés sont résumées dans le tableau V suivant.

[1] Rousseau, Sauvé, Warren inc. «*Étude de la carrière de Saint-Constant, prolongement et nouvelle halde*». Décembre 1990.

QUÉFORMAT

TABLEAU V

PARAMÈTRES GÉOTECHNIQUES DES SOLS

Propriétés	Types de sol		
	Remblai	Argile	Till
Poids volumique (kN/m^3)			
• total	20	16,5 à 18,0	22
• déjaugé	10,2	6,7 à 8,2	12,2
Angle de frottement interne (degrés)	30	21	32
Cohésion effective (kPa)	4	10	---
Résistance au cisaillement non drainé (kPa)	---	30 et 80	---

Par ailleurs, nous avons considéré que la mise en place du remblai des haldes se poursuivrait jusqu'à l'atteinte de la hauteur maximale de 25 mètres, en respectant les recommandations émises par Rousseau, Sauvé, Warren inc. (reculs annuels, épaisseurs des levées, etc.). Les calculs ont porté tant sur la stabilité à court terme (fin de construction) qu'à long terme et ce, pour une excavation totale du remblai des haldes. Les résultats présentés à l'appendice D, (planches D-1 et D-2, respectivement pour la stabilité à court et à long terme) montrent une stabilité adéquate, en autant que les pentes d'excavation soient de 1 verticale pour 4 horizontale (1V:4H) ou plus douces, en regard des paramètres de calcul considérés. On doit noter que compte tenu de l'hétérogénéité du remblai composant les haldes, des facteurs de sécurité minimaux de 1,4 et 1,5 ont été considérés pour la stabilité à court terme et à long terme respectivement.

5.3 Concept 2 - Construction de l'autoroute en surface des haldes

Pour ce concept, la contrainte d'ordre géotechnique concerne la déformation à long terme du remblai des haldes et des sols argileux sous-jacents. Des déformations pourront également être engendrées tant dans les haldes que dans les sols argileux par la mise en place du remblai de l'autoroute. La conception de l'autoroute doit donc tenir compte de ces déformations.

QUÉFORMAT

5.3.1 Déformations dans les haldes

Tel que discuté aux sections 3.1 et 5.1, les matériaux formant les haldes sont dans un état de compacité très lâche à moyenne du fait de la méthode de mise en place utilisée. La mise en place annuelle de couches additionnelles permet toutefois d'accroître la compacité de ces matériaux. Les horizons argileux prendront cependant un certain temps à se déformer pour atteindre un état de plus grande compacité (phénomène de consolidation). En fonction des résultats obtenus au cours de la présente étude et en tenant compte de l'effet bénéfique attribuable à la présence d'un horizon granulaire au centre du remblai, nous évaluons à moins de 1,5 année le temps nécessaire aux horizons argileux pour se consolider suite à la mise en place d'une nouvelle charge, si l'on considère une épaisseur moyenne des haldes de 7 mètres. Il s'agit toutefois là d'une durée maximale et vraisemblablement pessimiste. Ainsi, si chaque horizon argileux avait une épaisseur de 1 mètre et qu'une mince couche granulaire plus drainante était intercalée entre ces horizons, ce qui se rapproche sans doute des conditions réelles, le temps de consolidation serait ramené à 1,5 mois environ. Les tassements dans les haldes associés à la mise en place du remblai de la structure de chaussée et d'une surcharge en surface de ces dernières pourraient donc être complétés en moins de 2 mois. Les tassements associés à la mise en place d'un remblai d'autoroute de 2,50 mètres d'épaisseur sont évalués à moins de 150 millimètres.

5.3.2 Déformations dans les sols argileux

Tel que discuté à la section 3.2, le dépôt d'argile sous-jacent aux haldes se trouve dans un état faiblement surconsolidé à normalement consolidé à sa base, mais nettement surconsolidé dans la moitié supérieure. Ces états sont attribuables en grande partie à la présence du remblai des haldes, qui transmet une surcharge de l'ordre de 130 à 200 kPa, en fonction de son épaisseur (6,50 à 9,50 mètres). Il en découle des tassements relativement importants (500 à 700 millimètres) et de longue durée (environ 25 ans) liés à la consolidation du dépôt d'argile. La mise en place d'un remblai de 2,50 mètres d'épaisseur au-dessus des haldes pour la construction de l'autoroute engendrera également des tassements, de l'ordre d'au plus 350 millimètres, de

QUÉFORMAT

longue durée. Toutefois, comme ces tassements se produiront vraisemblablement à la base du dépôt argileux, ils ne seront visuellement pas perceptibles, puisque généralisés en profondeur. Leur impact sur la qualité de l'autoroute sera à toutes fins utiles négligeable. La présence de structures rigides, fondées sur pieux, pourrait toutefois résulter en tassements différentiels importants.

5.4 Recommandations

En regard des informations présentées précédemment, la solution consistant à construire l'autoroute au-dessus des haldes nous apparaît la plus attrayante d'un point de vue gotechnique. L'excavation des haldes, même avec des pentes de 1 verticale pour 4 horizontale (1V:4H), représentera de grands volumes de matériaux qu'il faudra gérer et dont il faudra également disposer.

Des précautions devront toutefois être prises, notamment pour limiter l'impact des tassements dans les haldes, si l'on opte pour la solution en remblai.

Dans un premier temps, nous recommandons de niveler la surface des haldes à l'aide d'un bouteur. Il y a en effet des éléments en relief (buttes, fossés, blocs, zones humides) qu'il sera nécessaire d'excaver ou de combler. Pour combler les dépressions (fossés, zones humides, etc.), nous recommandons d'utiliser comme remblai un matériau similaire à celui des haldes et, idéalement, provenant des haldes. Ces matériaux devront être épandus et densifiés par un bouteur, en couches d'au plus 300 millimètres d'épaisseur, de façon à s'harmoniser avec les haldes actuelles.

La surface de l'infrastructure devra par la suite être densifiée sur une épaisseur minimale de 300 millimètres à au moins 95 pour cent de la masse volumique sèche maximale obtenue à l'essai Proctor modifié. Toutes les zones molles identifiées au cours de ces travaux devront être excavées et remblayées à l'aide d'un matériau similaire à celui utilisé pour le remblayage des dépressions. Une membrane géotextile non-tissée devrait être mise en place sur la surface ainsi préparée.

La structure de chaussée pourra par la suite être mise en place. Pour limiter l'impact des tassements qui se produiront dans les haldes et le dépôt d'argile sous-jacent, nous recommandons de procéder à un préchargement. Celui-ci sera effectué à l'aide d'une surcharge de remblai d'environ 1,00 mètre d'épaisseur, mis en place au-dessus de la structure de chaussée. Ce remblai sera constitué de pierre concassée de type MG-20, qui pourra être réutilisée ailleurs dans le projet, une fois le préchargement terminé.

Idéalement, la mise en place du remblai de préchargement devrait être réalisée au début de l'automne. Après une période d'environ 2 mois, soit avant l'hiver, on procédera à un relevé topographique du remblai de préchargement mis en place. Ce relevé permettra d'identifier les endroits où de plus importants tassements se sont produits. Au besoin, des sondages pourront y être réalisés pour caractériser ces zones plus déformables. On reprofilera la surface du remblai de préchargement, au besoin en y ajoutant des matériaux, avant de laisser passer l'hiver à cette surcharge. À la reprise des travaux, au printemps, on enlèvera la surcharge jusqu'au profil désiré, avant la mise en place du revêtement de l'autoroute.

Dans le cas où la mise en place du remblai de préchargement ne pouvait se faire avant l'hiver, ces travaux devront être reportés après la période hivernale. En effet, la mise en place du remblai en période de gel n'est pas recommandée. Également, les sols gelés sur lesquels aurait été placé le remblai mettront plus de temps à dégeler et pourront offrir une assise instable à ce moment.

En fonction de ces recommandations, nous n'entrevoyons pas d'impact négatif sur le comportement à long terme du revêtement de la chaussée, qu'il soit souple ou rigide.

QUÉFORMAT

6.0 MISE EN GARDE

Les conclusions et recommandations qui ont été formulées précédemment ne sont valides que pour les conditions décrites dans le présent rapport. Quéformat ltée devra être avisée par écrit de tout changement dans la localisation, la nature ou la conception du projet afin d'en évaluer l'impact et, au besoin, de modifier par un document écrit les conclusions et recommandations formulées précédemment.

QUÉFORMAT LTÉE

Jean Tardif, ingénieur, M.Sc.
Chargé de projet

Renald Blanchet, ingénieur, M.Sc.
Directeur de l'ingénierie
Vice-Président

JT/nc

5cc/ Consortium BPR-CIMA

APPENDICE A

RAPPORTS DE FORAGE

(planches A-1 à A-3)

ESSAIS AU SCISSOMÈTRE DE CHANTIER

(planches A-4 à A-7)

QUÉFORMAT

NOTES EXPLICATIVES SUR LES RAPPORTS DE FORAGE ET DE PUITS D'EXPLORATION

Les rapports de forage et de puits d'exploration placés en appendice contiennent une description détaillée des matériaux rencontrés, incluant la profondeur et l'élévation de chacune des couches rencontrées, et le type, la profondeur et la récupération de chacun des échantillons prélevés lors des travaux sur le terrain.

DESCRIPTION DES SOLS

La description des sols est basée sur la classification selon la dimension des particules, l'importance relative de chaque constituants et les résultats des divers essais réalisés sur le terrain et en laboratoire.

Classification et dimension des particules

Terminologie	Dimensions (mm)
Blocs	> 300
Cailloux	80 à 300
Gravier	5,0 à 80
Sable	0,080 à 5,0
Silt	0,002 à 0,80
Argile	< 0,002

	Proportion (en poids)
Traces	< 10%
Un peu	10% à 20%
Adjectif (ex: silteux)	20% à 35%
Nom (ex: et sable)	> 35%

Sols pulvérulents

Dans le cas des sols pulvérulents (silt, sable et gravier), l'état de densité du sol, ou compacité, est exprimé par rapport à l'indice "N" de l'essai de pénétration standard.

Compacité	Indice "N"
Très lâche	< 4
Lâche	4 à 10
Compact ou moyenne	10 à 30
Dense	30 à 50
Très dense	> 50

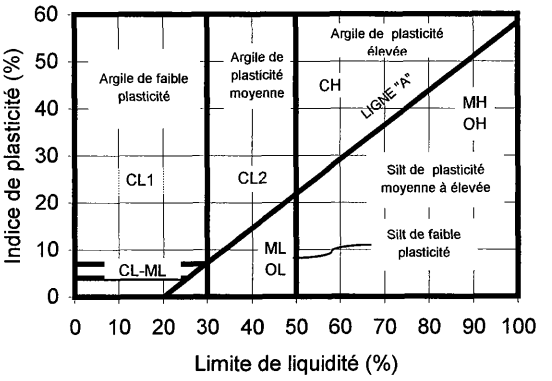
Sols cohérents

Pour les sols cohérents (argile), la consistance du matériau est évaluée à partir des essais de résistance au cisaillement (c_u) ou, à défaut, de l'indice "N". La sensibilité au remaniement (S_t) est définie par le rapport de la résistance au cisaillement du matériau intact (c_u sur celle du matériau remanié (c_r).

Consistance	Résistance (c_u) (kPa)	Indice "N"
Très molle	< 12	< 2
Molle	12 à 25	2 à 4
Ferme	25 à 50	4 à 8
Raide	50 à 100	8 à 15
Très raide	100 à 200	15 à 30
Dure	> 200	> 30

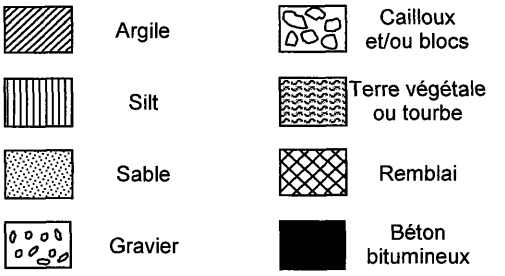
Sensibilité (S_t)	c_u / c_r
Faible	< 10
Moyenne	10 à 40
Élevée	> 40

DIAGRAMME DE PLASTICITE



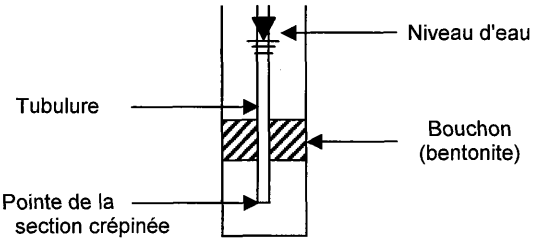
STRATIGRAPHIE

Les symboles suivants sont utilisés, seuls ou associés avec d'autres, pour illustrer la stratigraphie observée.



EAU

Dans cette colonne est indiqué le niveau de l'eau souterraine mesuré lors de travaux de reconnaissance ou ultérieurement. Les détails d'installation d'un piézomètre ou d'un tube d'observation sont illustrés sur la schéma suivant.



ESSAIS

Dans cette colonne sont indiqués les résultats des essais réalisés aux profondeurs correspondantes, soit au chantier ou en laboratoire sur les échantillons récupérés dans les sondages.

Tx	:	Cisaillement en cellule triaxiale
Oed	:	Consolidation oedométrique
k	:	Perméabilité, en cm/s
AG	:	Analyse granulométrique
AC	:	Analyse chimique

NOTES EXPLICATIVES SUR LES RAPPORTS DE FORAGE ET DE PUITS D'EXPLORATION

DESCRIPTION DU SOCLE ROCHEUX

La description du socle rocheux est le résultat de l'examen pétrographique des échantillons recueillis. Cet examen permet de décrire la couleur, la texture, le degré de fracturation et d'altération de la roche, l'épaisseur des lits et l'espacement des discontinuités. La résistance de la roche est évaluée à partir d'essais en compresion simple.

Texture de la roche

Terminologie	Dimension des grains (mm)
à gros grains	visibles à l'œil
à grains moyens	visibles à la loupe
à grains fins	non-visibles à la loupe

Degré de fracturation

Le degré de fracturation de la roche est exprimé par l'indice de qualité de la roche (RQD), tel que défini sur des carottes de calibre N. Il est le résultat de la sommation des longueurs d'échantillons de plus de 100 millimètres de longueur sur la longueur totale de la course.

Terminologie	Indice RQD (%)
Très fracturé	< 25 %
Fracturé	25 % à 50 %
Moyennement fracturé	50 % à 75 %
Peu fracturé	75 % à 90 %
Massif	> 90 %

Degré d'altération

Terminologie	Description
Non altérée	Aucun signe d'altération
Légère	Altération légère sur les surfaces des joints
Moyenne	Altérée, mais non friable. La roche ne peut être brisée avec la main ou rayée avec une lame de canif. Texture intacte.
Élevée	Texture indistincte, mais orientation des grains intacte. La roche se brise avec effort avec la main ou se raye avec une lame de canif.
Complète	La roche se défait facilement. Structure et orientation des grains visible.
Sol résiduel	État avancé de décomposition donnant un sol plastique. Structure et orientation des grains détruites.

Epaisseur des lits

Terminologie	Épaisseur (m)
Très épais	> 2
Épais	0,6 à 2,0
Moyen	0,2 à 0,6
Mince	0,06 à 0,2
Très mince	0,02 à 0,06
Feuilleté	0,006 à 0,02
Finement feuilleté	< 0,006

Espacement des discontinuités

Terminologie	Espacement (m)
Très serrées	< 0,02
Serrées	0,02 à 0,06
Rapprochées	0,06 à 0,2
Moyennement espacées	0,2 à 0,6
Espacées	0,6 à 2,0
Très espacées	2 à 6
Éloignées	> 6

Résistance en compression de la roche

Terminologie	Résistance (MPa)
Extrêmement faible	< 1
Très faible	1 à 5
Faible	5 à 25
Moyenne	25 à 50
Forte	50 à 100
Très forte	100 à 250
Extrêmement forte	> 250

STRATIGRAPHIE

Les symboles suivants sont utilisés, seuls ou associés avec d'autres, pour illustrer la stratigraphie observée.

Calcaire

Shale ou schiste argileux

Dolomie

Roche ignée

Grès

Roche métamorphique

QUÉFORMAT LTÉE

RAPPORT DE FORAGE

Planche A-1

DOSSIER : **12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Prolongement de l'autoroute 30**
LOCAL : **Secteur des haldes de Ciment Lafarge**
St-Constant (Québec)
Coordon. : **5023924.04 N - 300300.49 E** Élev. surf. : **34,87 m** **Géodésique**

SONDAGE : **F-14**
Date : **2005-02-28**
Fichier : **F-14**

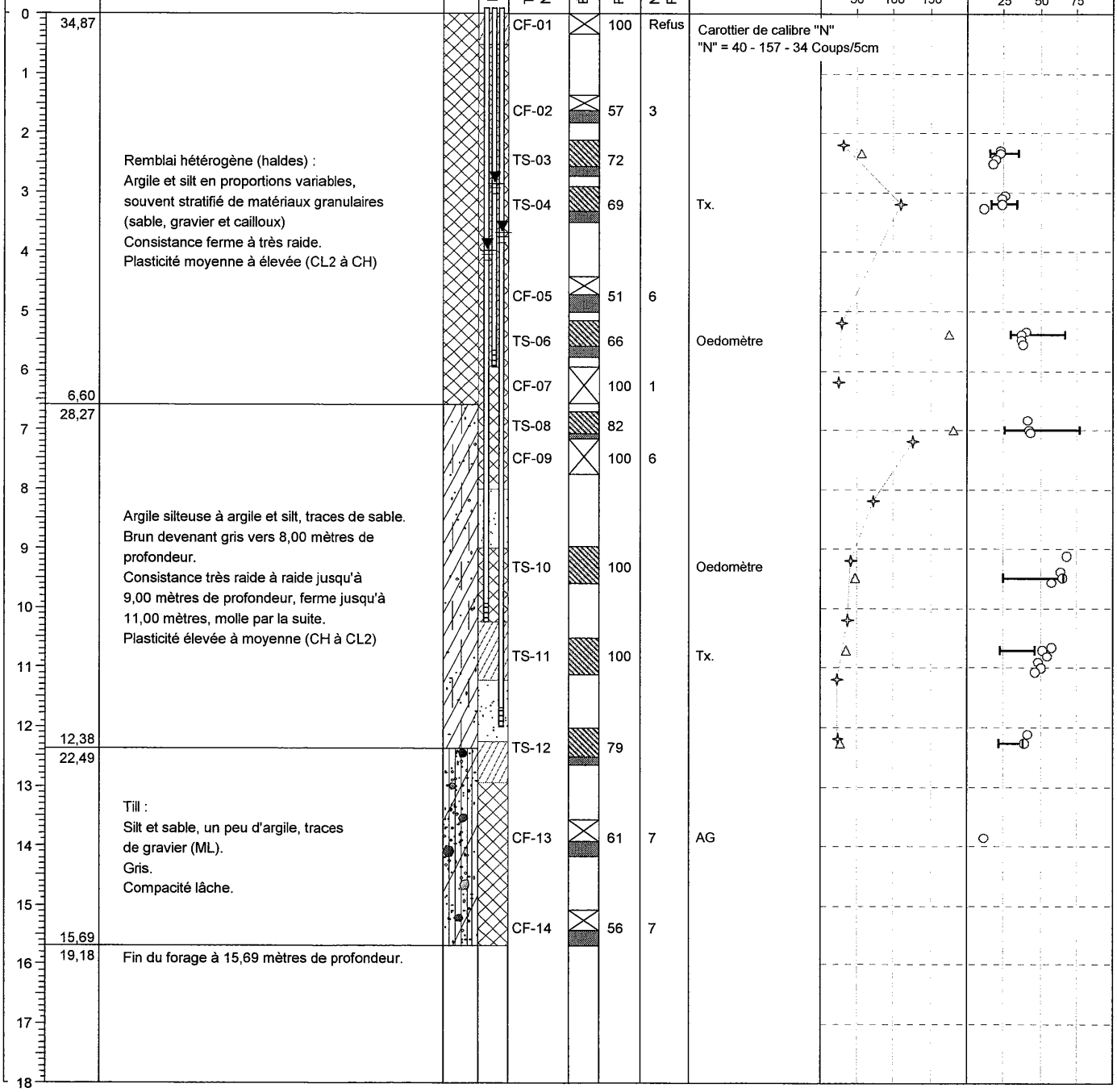
SYMBOLES STRATIGRAPHIQUES	NIVEAU D'EAU			TYPE ET ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON	TYPE DE SONDAGE
Gravier / Remblai	Profondeur (m)		Date	CF : Carottier fendu	Équipement : CME-850
Sable	Sondage	Eau	aa-mm-jj	TS : Tube Shelby	Plongée : 90°
Silt	10,24	3,97	05-03-24		Direction :
Argile	5,95	2,85	05-03-24		
	12,00	3,69	05-03-24		

Remanié / Intact / Perdu

PROF. (m) / ÉLÉVATION	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	Eau - Piezo	ÉCHANTILLONS Type Numéro	État	Rec. %	N ou RQD (%)	ESSAIS et NOTES
0 / 34,87	Remblai hétérogène (haldes) : Argile et silt en proportions variables, souvent stratifié de matériaux granulaires (sable, gravier et cailloux) Consistance ferme à très raide. Plasticité moyenne à élevée (CL2 à CH)		CF-01		100	Refus	Carottier de calibre "N" "N" = 40 - 157 - 34 Coups/5cm
			CF-02		57	3	
			TS-03		72		
			TS-04		69		Tx.
			CF-05		51	6	
			TS-06		66		Oedomètre
6,60			CF-07		100	1	
28,27			TS-08		82		
			CF-09		100	6	
	Argile silteuse à argile et silt, traces de sable. Brun devenant gris vers 8,00 mètres de profondeur. Consistance très raide à raide jusqu'à 9,00 mètres de profondeur, ferme jusqu'à 11,00 mètres, molle par la suite. Plasticité élevée à moyenne (CH à CL2)		TS-10		100		Oedomètre
			TS-11		100		Tx.
12,38			TS-12		79		
22,49	Till : Silt et sable, un peu d'argile, traces de gravier (ML). Gris. Compacité lâche.		CF-13		61	7	AG
15,69			CF-14		56	7	
19,18	Fin du forage à 15,69 mètres de profondeur.						

Cu Scissomètre (kPa) / Cu cône (kPa) : 50 100 150

W_P W_N W_L : 25 50 75



QUÉFORMAT LTÉE

RAPPORT DE FORAGE

Planche A-2

DOSSIER : **12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Prolongement de l'autoroute 30**
LOCAL : **Secteur des haldes de Ciment Lafarge**
St-Constant (Québec)
Coordon. : **5023911.62 N - 300615.76 E** Élev. surf. : **37,65 m** **Géodésique**

SONDAGE : **F-15**
Date : **2005-03-02**
Fichier : **F-15**

SYMBOLES STRATIGRAPHIQUES	NIVEAU D'EAU ▼			TYPE ET ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON		TYPE DE SONDAGE
Gravier / Remblai	Profondeur (m)		Date	CF : Carottier fendu	Remanié	Équipement : CME-850
Sable	Sondage	Eau	aa-mm-jj		Perdu	Plongée : 90°
Silt	13,36	4,66	05-03-24			Direction :
Argile	11,24	3,27	05-03-24			

PROF. (m) / ÉLÉVATION	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	Eau - Piezo	ÉCHANTILLONS Type Numéro	État	Rec. %	N ou RQD (%)	ESSAIS et NOTES	Cu Scissomètre (kPa) 50 100 150	W_P W_N W_L 25 50 75
0 / 37,65									
1			CF-01		90	18	Carottier de calibre "H"		
2			CF-02		67	3	AG		
3			CF-03		66	3			
4	Remblai hétérogène (haldes) : Argile et silt en proportions variables, souvent stratifié de matériaux granulaires (sable, gravier et cailloux). Consistance molle jusqu'à 4,00 mètres de profondeur, raide par la suite. Plasticité faible à élevée (ML à CH).								
5			CF-04		93	2	AG		
6			CF-05		46	2			
7									
8			CF-06		41	13	AG		
9 / 9,28									
28,37			CF-07		31	3			
10			CF-08		100	9			
11	Argile silteuse à argile et silt, traces de sable. Brune devenant grise vers 11,00 mètres de profondeur. Consistance raide jusqu'à 13,00 mètres de profondeur, ferme par la suite.		CF-09		100	2			
12			CF-10		100	1			
13									
14 / 14,40			CF-11		100	1			
23,25									
15	Till : Silt sableux, traces à un peu d'argile, traces de gravier à sable silteux, un peu de gravier. Gris. Compacité lâche à moyenne.		CF-12		69	8			
16									
17 / 17,15			CF-13		57	15			
20,50	Fin du forage à 17,15 mètres de profondeur.								
18									

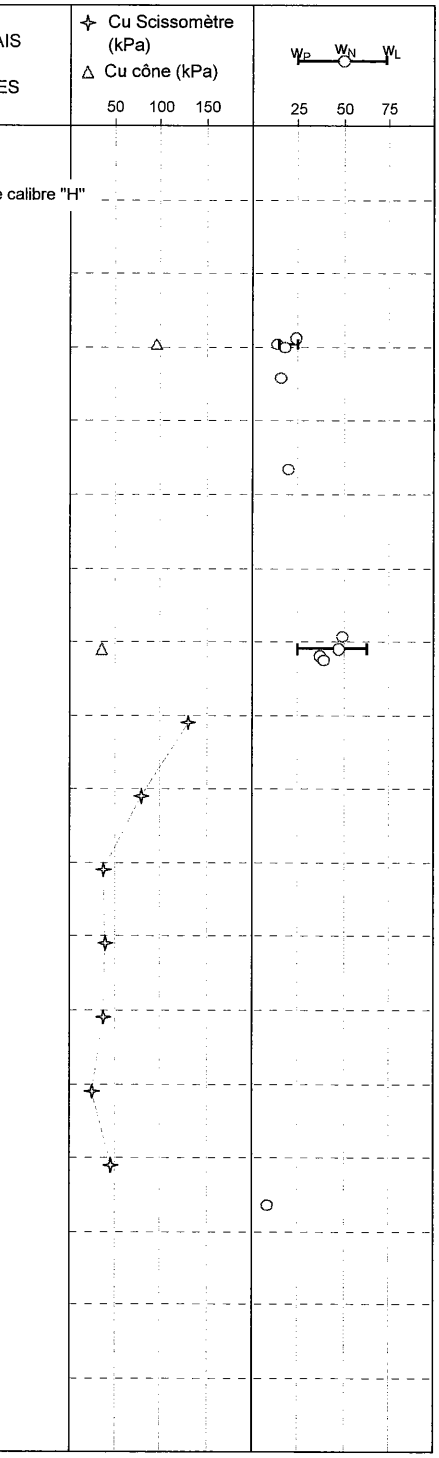
QUÉFORMAT LTÉE | **RAPPORT DE FORAGE** | Planche A-3

DOSSIER : **12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Prolongement de l'autoroute 30**
LOCAL : **Secteur des haldes de Ciment Lafarge**
St-Constant (Québec)
Coordon. : **5023943.33 N - 300900.84 E** Élev. surf. : **35,88 m** **Géodésique**

SONDAGE : **F-16**
Date : **2005-03-03**
Fichier : **F-16**

SYMBOLES STRATIGRAPHIQUES	NIVEAU D'EAU			TYPE ET ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON		TYPE DE SONDAGE
Gravier / Remblai	Profondeur (m)		Date	CF : Carottier fendu	Remanié	Équipement : CME-850
Sable	Sondage	Eau	aa-mm-jj	TS : Tube Shelby	Intact	Plongée : 90°
Silt	13,34	6,38	05-03-24		Perdu	Direction :
Argile						

PROF. (m) / ÉLÉVATION	DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE	Eau - Piezo	ÉCHANTILLONS Type Numéro	État	Rec. %	N ou RQD (%)	ESSAIS et NOTES
0 / 35,88							
	Remblai hétérogène (haldes) : Argile et silt en proportions variables, souvent stratifié de matériaux granulaires (sable, gravier et cailloux). Compacité très lâche à moyenne. Consistance apparente très raide. Plasticité faible (CL1 à ML) à élevée (CH).		CF-01		43	3	Carottier de calibre "H"
			TS-02		67		
			CF-03		52	7	AG
			CF-04		66	23	AG
			CF-05		74	7	
7,40			TS-06		95		Oedomètre
28,48			CF-07		77	8	
	Argile silteuse à argile et silt, traces de sable. Brune devenant grise vers 10,00 mètres de profondeur. Consistance très raide à raide jusqu'à 9,50 mètres de profondeur, ferme par la suite.		CF-08		56	2	
			CF-09		100	1	
			CF-10		100	1	
13,80			CF-11		87	4	
22,08	Till : Sable silteux et graveleux, traces d'argile (SM). Gris. Compacité dense.		CF-12		79	42	AG
14,94 / 20,94	Fin du forage à 14,94 mètres de profondeur.						



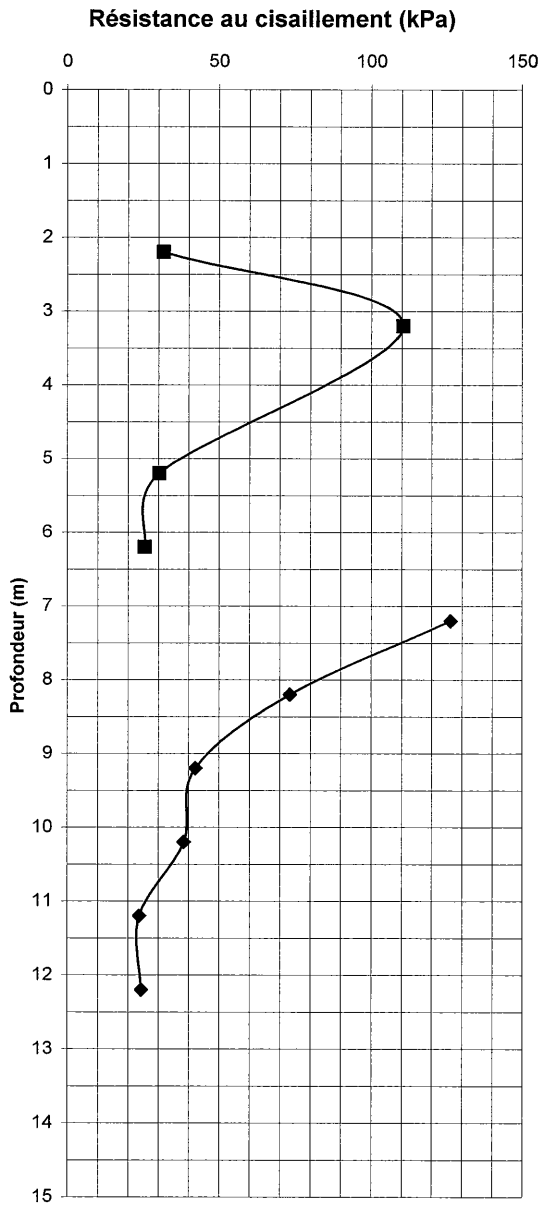
QUÉFORMAT LTÉE

ESSAI AU SCISSOMÈTRE DE CHANTIER

(NQ 2501-200)

Projet :	Prolongement de l'autoroute 30	N° Projet :	S-12341-1	Sondage N°:	F-14
Site :	Haldes de Lafarge, St-Constant	Inspecteur :	M.N.	Date:	05-03-01
Coordonnées		Appareil n°:	1	Profondeur de l'argile (m) :	6,60
Nord :	5 023 923,07 m	Constante "K" :	1,1243	Profondeur de la nappe (m) :	3,50
Est :	300 298,97 m	Date de calibration :	04-09-08	Autres :	
Élévation :	34,85 m	par :	Roctest		

Profondeur (m)	Ailettes	Résistance au cisaillement sol intact as-af (cm)	sol intact c_u (kPa)	sol remanié as-af (cm)	sol remanié c_{ur} (kPa)	Sensibilité c_u/c_{ur}
2,20	P-1	1,40	31,6			
3,20	P-1	4,90	110,5			
5,20	P-1	1,34	30,2			
6,20	P-1	1,13	25,5			
7,20	P-1	5,60	126,2			
8,20	P-1	3,25	73,3			
9,20	P-1	1,87	42,2			
10,20	P-1	1,70	38,3			
11,20	P-1	1,05	23,7			
12,20	P-1	1,08	24,3			



Profondeur du refus : 13,07 m net ■ progressif □

$c_u = K(as - af)/(101,972*C)$

as : distance radiale maximale du pointeur (cm)

af : distance radiale pendant la friction des tiges (cm)

Ailettes	C
G	2,00E-03
M-18	9,86E-04
P-1	4,89E-04

Remarques (description du site, difficultés de pénétration, opérations spéciales, etc.) :

Les essais réalisés de 2,2 à 6,2 mètres de profondeur sont situés dans les haldes.

Calculé par : J.Tardif, ing. le: 05-05-10

Vérifié par : R.Blanchet, ing. le : 05-05-10

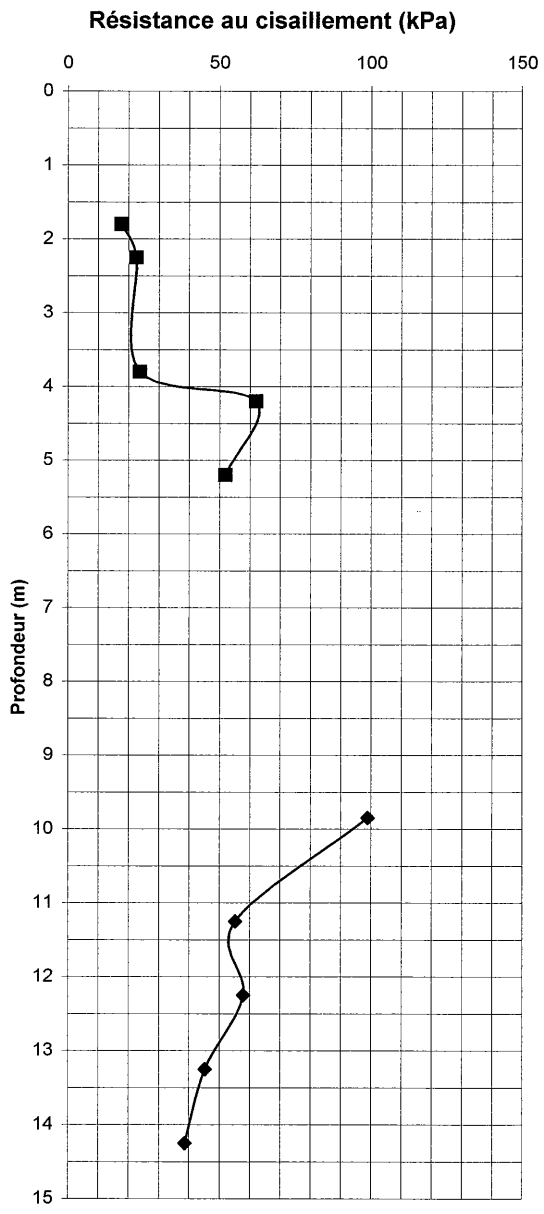
QUÉFORMAT LTÉE

ESSAI AU SCISSOMÈTRE DE CHANTIER

(NQ 2501-200)

Projet :	Prolongement de l'autoroute 30	N° Projet :	S-12341-1	Sondage N°:	F-15
Site :	Haldes de Lafarge, St-Constant	Inspecteur :	M.N.	Date:	05-03-03
Coordonnées		Appareil n°:	1	Profondeur de l'argile (m) :	9,30
Nord :	5 023 911,62 m	Constante "K" :	1,1243	Profondeur de la nappe (m) :	4,00
Est :	300 615,76 m	Date de calibration :	04-09-08	Autres :	
Élévation :	37,65 m	par : Roctest			

Profondeur (m)	Ailettes	Résistance au cisaillement sol intact as-af (cm)	sol intact c_u (kPa)	sol remanié as-af (cm)	sol remanié c_{ur} (kPa)	Sensibilité c_u/c_{ur}
1,80	P-1	0,78	17,6			
2,25	P-1	1,00	22,5			
3,80	P-1	1,05	23,7			
4,20	P-1	2,75	62,0			
5,20	P-1	2,30	51,8			
9,85	M-18	8,85	99,0			
11,25	M-18	4,93	55,1			
12,25	M-18	5,17	57,8			
13,25	M-18	4,05	45,3			
14,25	M-18	3,45	38,6			



Profondeur du refus : 15,10 m net ■ progressif □

$c_u = K(as - af)/(101,972*C)$

as : distance radiale maximale du pointeur (cm)

af : distance radiale pendant la friction des tiges (cm)

Ailettes	C
G	2,00E-03
M-18	9,86E-04
P-1	4,89E-04

Remarques (description du site, difficultés de pénétration, opérations spéciales, etc.) :

Les essais réalisés de 2,2 à 5,2 mètres de profondeur sont situés dans les haldes.

L'essai à 9,85 mètres de profondeur n'a pas atteint la rupture. La valeur obtenue correspond à une résistance minimale.

Calculé par : J.Tardif, ing. le: 05-05-10	Vérifié par : R.Blanchet, ing. le : 05-05-10

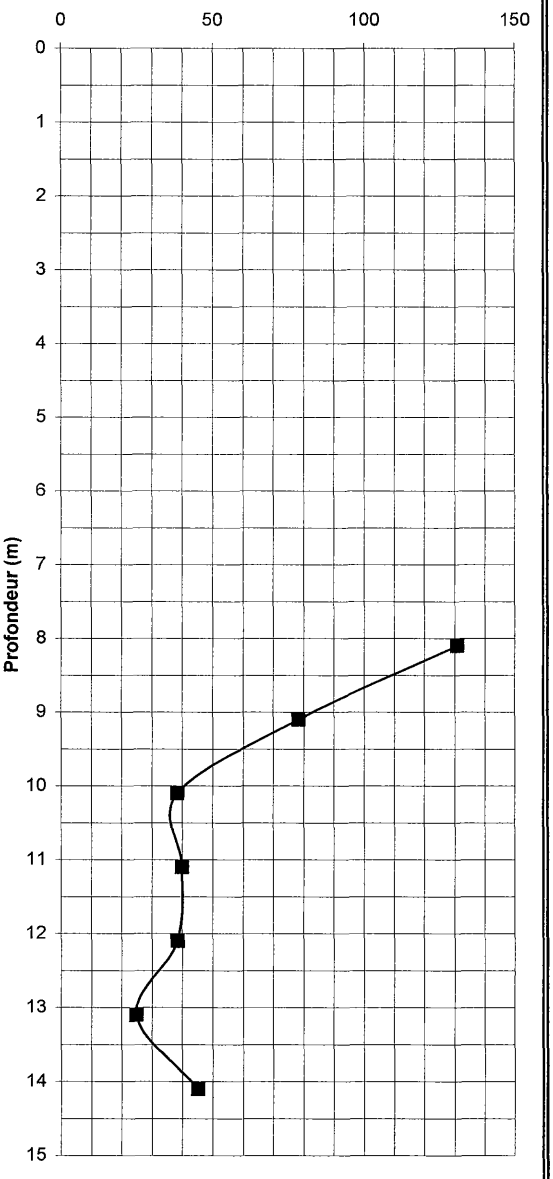
QUÉFORMAT LTÉE

ESSAI AU SCISSOMÈTRE DE CHANTIER

(NQ 2501-200)

Projet : Prolongement de l'autoroute 30	N° Projet : S-12341-1	Sondage N°: F-16
Site : Haldes de Lafarge, St-Constant	Inspecteur : M.N.	Date: 05-03-04
Coordonnées	Appareil n°: 1	Profondeur de l'argile (m) : 7,40
Nord : 5 023 943,33 m	Constante "K" : 1,1243	Profondeur de la nappe (m) : 6,38
Est : 300 900,84 m	Date de calibration : 04-09-08	Autres :
Élévation : 35,88 m	par : Roctest	

Profondeur (m)	Ailettes	Résistance au cisaillement sol intact as-af (cm)	sol intact c_u (kPa)	sol remanié as-af (cm)	sol remanié c_{ur} (kPa)	Sensibilité c_u/c_{ur}
8,10	P-1	5,80	130,7			
9,10	P-1	3,47	78,2			
10,10	P-1	1,70	38,3			
11,10	P-1	1,77	39,9			
12,10	P-1	1,70	38,3			
13,10	P-1	1,10	24,8			
14,10	P-1	2,00	45,1			



Profondeur du refus : 14,42 m net ■ progressif □

$c_u = K(as - af)/(101,972*C)$

as : distance radiale maximale du pointeur (cm)

af : distance radiale pendant la friction des tiges (cm)

Ailettes	C
G	2,00E-03
M-18	9,86E-04
P-1	4,89E-04

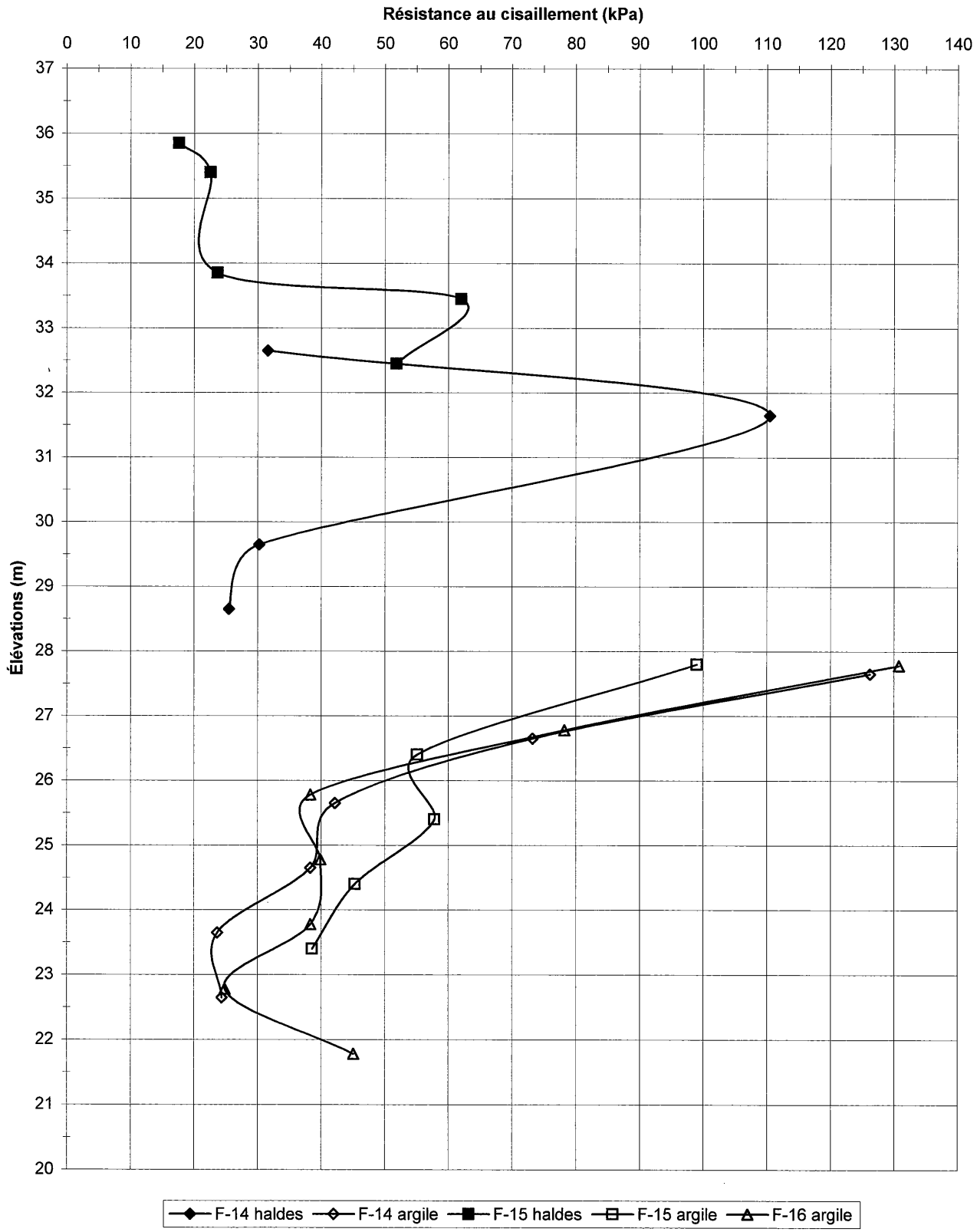
Remarques (description du site, difficultés de pénétration, opérations spéciales, etc.) :

L'essai réalisé à 14,10 mètres de profondeur est situé dans la transition entre l'argile et le till sous-jacent.

Calculé par : J.Tardif, ing. le: 05-05-13

Vérifié par : R.Blanchet, ing. le : 05-05-13

Prolongement de l'autoroute 30
Secteur des haldes de Ciment Lafarge
St-Constant, Québec
Résumé des essais scissométriques



APPENDICE B

RÉSULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE
(REMBLAIS DES HALDES)

(planches B-1 à B-26)

QUÉFORMAT

QUÉFORMAT LTÉE

Résumé des propriétés physiques et mécaniques des haldes

Projet : Prolongement de l'autoroute 30, secteur des haldes de Ciment Lafarge **Dossier : S-12341-1G**

Identification				Teneur en eau et Plasticité					Résistance au cisaillement			Compressibilité et consolidation			Granulométrie (pourcentage passant)				Poids volumique	Essais CIU	Classe USC
Sondage no	Éch. no	Prof. (m) de	Prof. (m) à	w_n (%)	w_L (%)	w_P (%)	I_P (%)	I_L	c_{uc} (kPa)	c_r (kPa)	St	σ'_p (kPa)	C_c	c_v (cm²/s)	20 mm	5 mm	0,08 mm	0,002 mm	γ (kN/m³)	c', kPa (ϕ', degrés)	
F-14	TS-3	2,28	2,30	22,1															(20,49)		
		2,30	2,40	23,0	34,9	15,5	19,4	0,39	57,1	48,40	1,2	(251,5)							(20,31)		CL2
		2,40	2,50	19,2															(21,04)	3,7 (30)	
		2,50	2,52	17,0															(21,49)		
	TS-4	3,03	3,05	25,2															(19,95)		
		3,05	3,15	23,8															(20,18)	3,7 (30)	
		3,15	3,25	24,0	34,1	16,3	17,8	0,43		(20,18)									(20,14)	3,7 (30)	CL2
		3,25	3,27	11,7															(22,80)		
	TS-6	5,33	5,35	40,5															(17,93)		
		5,35	5,45	37,2	67,1	29,7	37,4	0,20	175,2			(694,2)	(0,34)						(18,29)		CH
		5,45	5,55	37,1								375,0	0,35	5,70E-04					(18,30)		
		5,55	5,57	38,3															(18,16)		
F-15	CF-2	1,30	1,91	39,5									(0,44)		100	97,6	92,5	59,1	(18,04)		CH
	CF-4	4,35	4,96	31,9											100	97,6	82,7	48,4	(18,94)		CH
	CF-6	7,40	8,01	10,1											100	92,5	53,3	10,3	(23,24)		ML
F-16	TS-2	2,88	2,90	23,2															(20,29)		
		2,90	3,00	13,4	24,2	13,9	10,3	-0,05	94,4			(440,5)							(22,35)		CL1
		3,00	3,02	17,0															(21,50)		
	CF-3	3,12	3,73	15,8											100	96,3	65,6	20,6	(21,76)		ML
	CF-4	4,35	4,96	19,1											97,2	87,6	56,2	27,9	(21,05)		ML
	TS-6	6,93	6,95	49,7									(0,93)						(17,06)		
		7,05	7,15	47,2	62,2	24,6	37,6	0,60	36,4	25,71	1,4	(144,1)	(0,80)						(17,27)		CH
		7,15	7,25	36,8								230,0	0,33	3,30E-03					(18,34)		
		7,25	7,27	39,5									(0,44)						(18,03)		

Gs = 2,75

Planche B-1

2005-05-27

Note : Les valeurs entre parenthèses sont déduites des essais réalisés

Prolongement de l'autoroute 30
Secteur des haldes de Ciment Lafarge
Résumé des essais triaxiaux (Haldes)

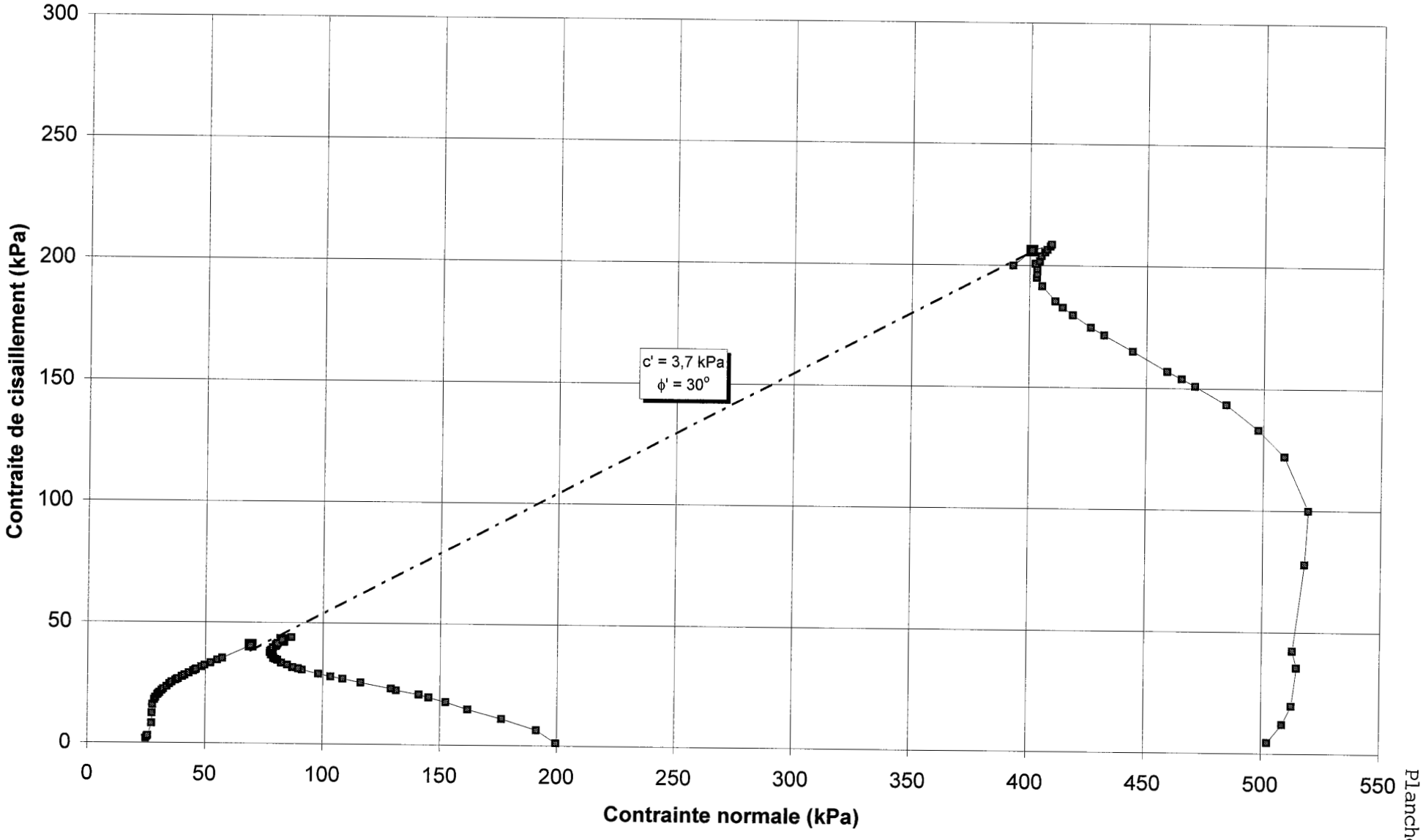


Planche B-2

QUÉFORMAT LTÉE

ESSAIS AU CÔNE DE LABORATOIRE

NQ-2501-110 et 092

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

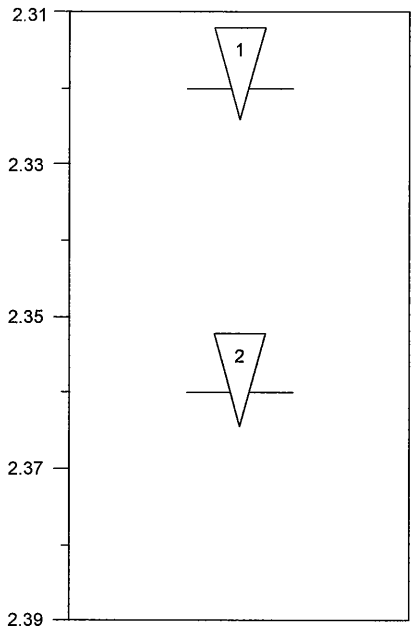
SONDAGE : **F-14**
ÉCHANT. : **TS-03A**
PROF. (m) : **2.30 - 2.40**

ÉCH. No : **14-03A**
FICHIER : 14-03A.CON

ESSAIS SUR SOL INTACT				
Détermination no :	1	2	3	4
Localisation (cm du haut)	1	5		
Cône (Masse - angle)	100 - 30	100 - 30		
Pénétration moyenne (mm)	4.0	4.3		
C_{UC} (kPa)	**61**	**53**		
Teneurs en eau naturelles				
Masse totale humide	77.01	35.77		
Masse totale sèche	65.31	28.04		
Tare no	1 375	233		
Masse de la tare	2.42	2.40		
Teneur en eau	**18.6**	**30.1**		

ESSAIS SUR SOL REMANIÉ				
Type de détermination	**Wn**			
Cône (Masse - angle)	100 - 30			
Pénétration moyenne (mm)	**4.5**			
C_{UR} (kPa)	**48.4**			
Teneurs en eau				
Masse totale humide	21.61			
Masse totale sèche	18.35			
Tare no	335			
Masse de la tare	2.39			
Teneur en eau	**20.4**			

Croquis du spécimen

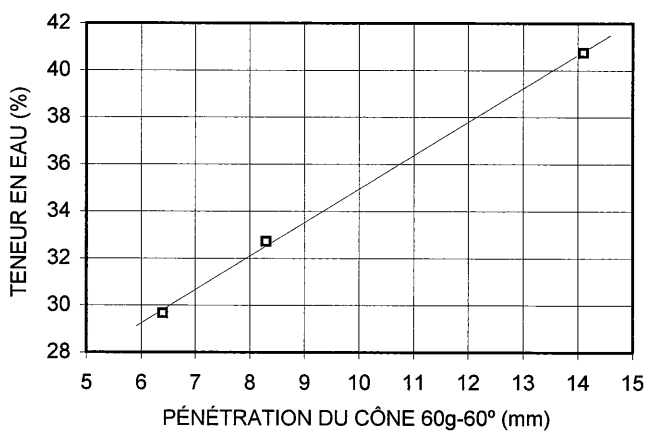


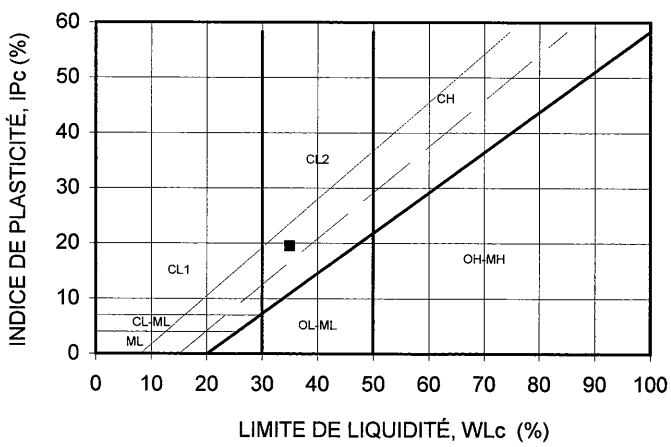
LIMITES DE CONSISTANCE						
	LIMITE DE LIQUIDITÉ				DE PLASTICITÉ	
Pénétration cône 60g-60°	**14.1**	**8.3**	**6.4**			
Masse totale humide	18.93	20.12	27.89		17.29	16.68
Masse totale sèche	14.15	15.74	22.06		15.29	14.77
Tare no	1 048	365	1 217		10	1 431
Masse de la tare	2.42	2.35	2.41		2.42	2.40
Teneur en eau	**40.8**	**32.7**	**29.7**		**15.5**	**15.4**

RÉSULTATS
C_{UC} : 57 kPa
C_{UR} : 48.4 kPa
S_t : 1
w_N : 20.4
w_{LC} : 34.9
w_P : 15.5
I_{PC} : 19.5
I_{LC} : 0.25
USC : CL2
Effectué par : M.P. - J.L. 05-03-11
Vérifié par Hélène Bilodeau ing.
Date : 05-03-17

Remarques :

(*) Valeur estimée, ND: Non déterminé, NP = non Plastique





QUÉFORMAT LTÉE

LIMITES DE CONSISTANCE DES SOLS

NQ 2501-090 et 092

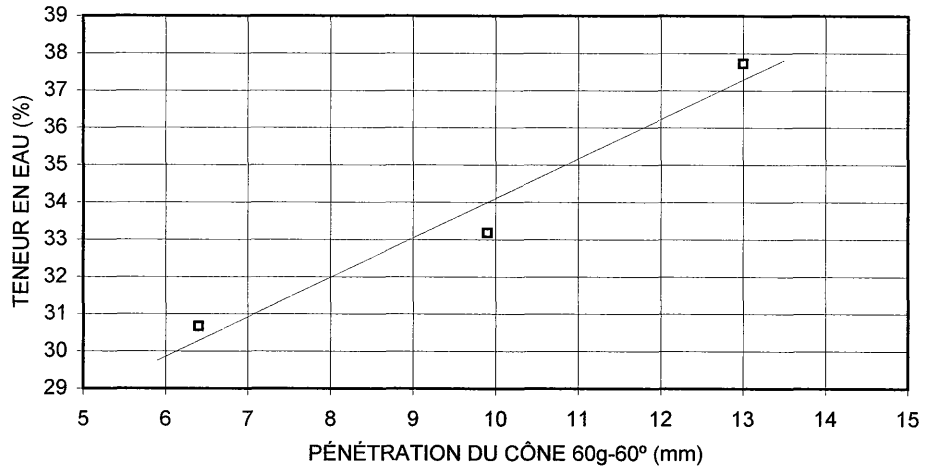
DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
LOCALISATION: **Secteur des haldes**

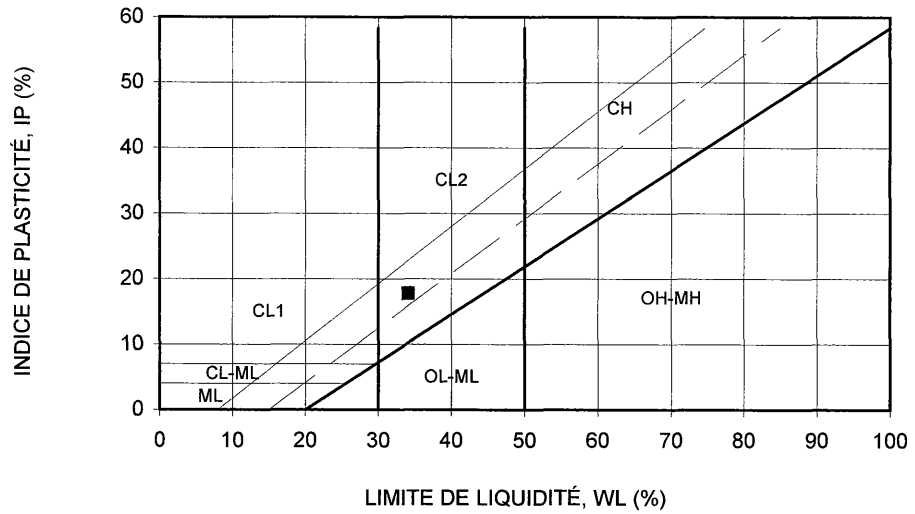
SONDAGE : **F-14**
ÉCHANT. : **TS-04B**
PROF. (m) : **3.15 - 3.25**

ÉCH. No : **14-04B**
FICHIER : 14-04B.LIM

MÉTHODE ET PRÉPARATION		TENEURS EN EAU	NATURELLE			LIMITE DE PLASTICITÉ		
Méthode :	Cône	Remarques						
Séchage :	Aucun	Masse totale humide	85.78			16.49	13.52	
Tamisage :	Aucun	Masse totale sèche	69.64			14.51	11.96	
		Tare no	329			214	1 117	
% < 5 mm :		Masse de la tare	2.40			2.37	2.41	
% < 0.40 mm :		Teneur en eau	24.00			16.31	16.34	
% < 0.08 mm :		**Valeurs moyennes**	**24.00**			**16.32**		
% < 0.002 mm :								

LIMITE DE LIQUIDITÉ								
Point no	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Remarque								
Pénétration cône 60g-60°	**13.0**	**9.9**	**6.4**					
Nombre de percussion								
Masse totale humide	28.85	30.87	26.77					
Masse totale sèche	21.61	23.77	21.05					
Tare no	1126	231	1416					
Masse de la tare	2.42	2.37	2.40					
Teneur en eau	**37.73**	**33.18**	**30.67**					





RÉSULTATS D'ESSAIS		
Teneur en eau naturelle :		
Globale	W_{NG} :	**24.0**
<	W_{NL} :	**24.0**
Limite de liquidité :		
Au cône	W_{LC} :	**34.1**
Percussion	W_{LP} :	
Limite de plasticité :		**16.3**
Indice de plasticité		
Au cône	I_{PC} :	**17.8**
Percussion	I_{PP} :	
Indice de liquidité		
Au cône	I_{LC} :	**0.43**
Percussion	I_{LP} :	
Activité (IP/2mm)		
Au cône	A_C :	
Percussion	A_P :	

Classif.	USC	AASHO
Cône	**CL2**	
Percussion		

NP : Non plastique
ND : Non déterminé
EX : Exclus

Remarques:

Effectué par :
J. Lemay 05-04-04

Vérifié par
Hélène Bilodeau, ing.

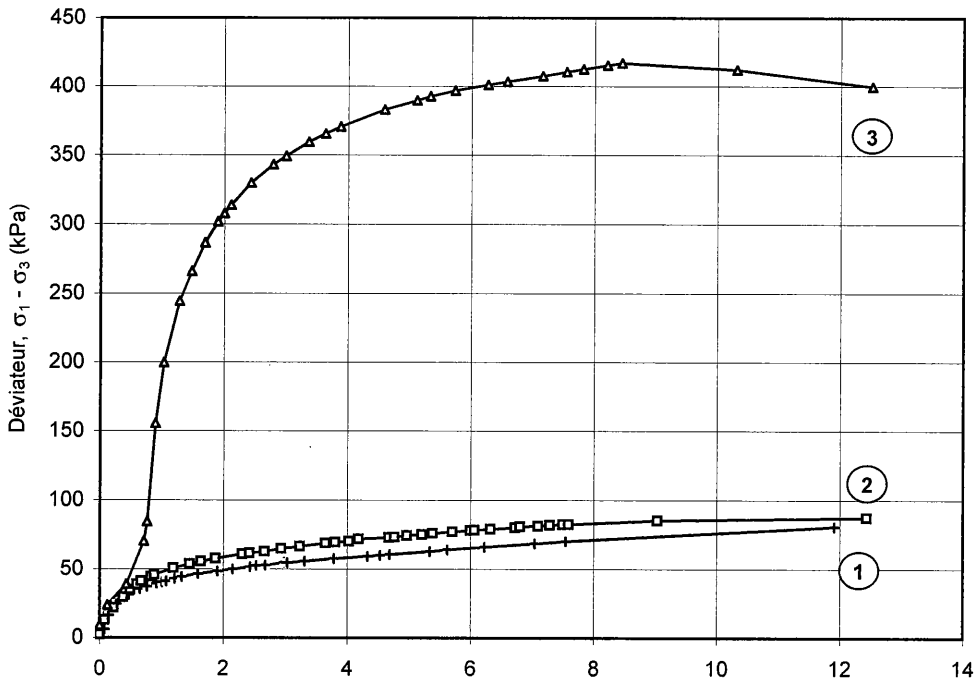
Date : 05-04-05

QUÉFORMAT LTÉE

COMPRESSIONS TRIAXIALES NON DRAINEES ASTM D4767-95

DOSSIER **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

Fichier : **S-12341-B**

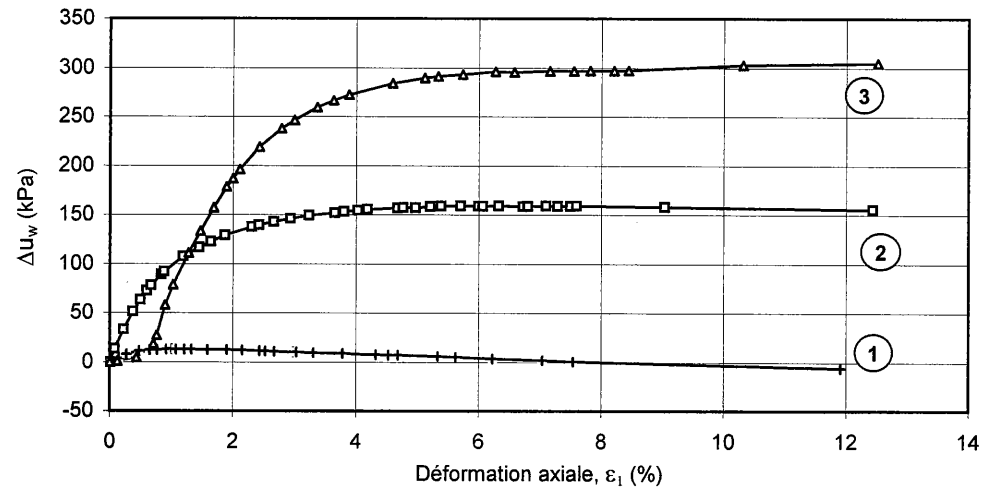


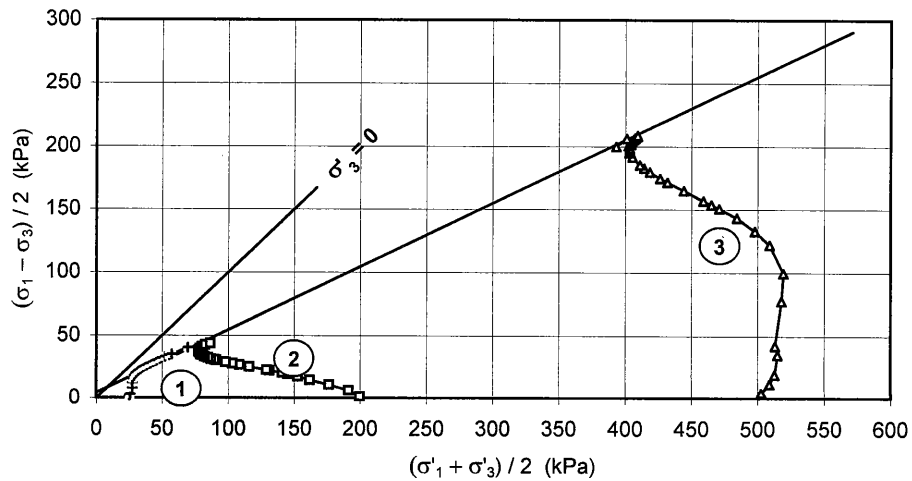
PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES ET RÉSULTATS D'ESSAIS						
Identif.	Essai no.			1	2	3
	Fichier			12341-1G-04	12341-1G-05	12341-1G-06
	Échantillon			F-14TS-3B	F-14TS-4B	F-14TS-4A
	Profondeur		(m)	2.5	3.2	3.1
Initial	Teneur en eau	w_o :	(%)	19.2	21.1	23.8
	Masse volumique humide	ρ_{ho} :	(kg/m^3)	2101	2086	2043
	Masse volumique sèche	ρ_{do} :	(kg/m^3)	1763	1723	1651
	Degré de saturation (1)	S_{ro} :	(%)	97	100	101
Consolidé	Pression cellulaire effective	σ'_{3C} :	(kPa)	**25**	**200**	**500**
	Déformation volumique	ε_{VC} :	(%)	0.2	3.7	7.6
	Coeff. de consolidation	C_v :	(cm^2/s)	ND	ND	ND
	Coeff. de perméabilité	k :	(cm/s)	ND	ND	ND
En cisaillement	$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$	$(\sigma_1 - \sigma_3)$:	(kPa)			417
		ε_1 :	(%)			8.4
		ϕ' (2) :	(°)			30.6
	$(\sigma'_1 / \sigma'_3)_{max}$	$(\sigma_1 - \sigma_3)$:	(kPa)	50	85	412
		ε_1 :	(%)	2.1	9.0	10.3
		ϕ' (2) :	(°)	44.5	31.0	30.9
	ε_1 = 12 %	$(\sigma_1 - \sigma_3)$:	(kPa)	81	87	403
		σ'_1 / σ'_3 :	(1/1)	3.81	3.05	3.08
		ϕ' (2) :	(°)	35.7	30.4	30.7

ND : Non déterminé.

(1) Degré de saturation calculé pour D_{RS} = 2.72

(2) $\phi' = \sin^{-1} [(\sigma_1 - \sigma_3) / (\sigma'_1 + \sigma'_3)]$ pour c' = 0





QUÉFORMAT LTÉE

COMPRESSION TRIAXIALE NON DRAINEE (CIU) ASTM D4767-95

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

ÉCHANT. : **F-14 TS-3B**
2.40 - 2.50 m

ESSAI No **CIU-04**
FICHIER : S-12341-1G-04.CIU

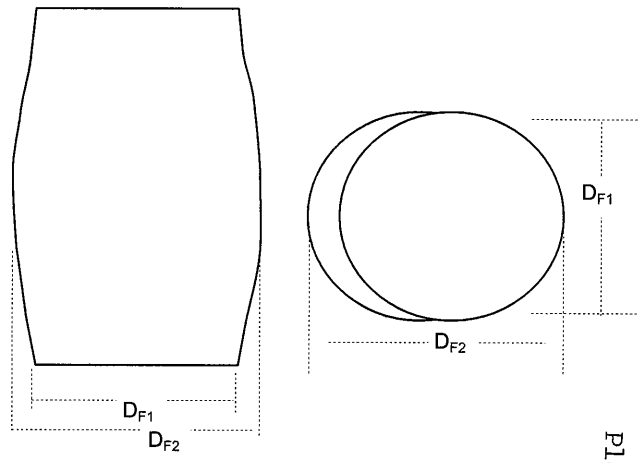
Échantillon : Intact
Description : Remblai (mélange d'argile silteuse et de till fin)

Unité : 1
Cellule : Tx-50A

ÉTAT INITIAL						ÉTAT FINAL					
Caractéristiques physiques			**Géométrie**			**Caractéristiques physiques**			**Géométrie**		
Masse initiale humide :	466.14	g	Longueur:	103.37	mm	Masse finale humide :	468.76	g	Déform :	Baril	
Teneur en eau initiale :	19.18	%	Diamètre :	52.28	mm	Masse finale sèche :	391.11	g	D_{F1} :	52.0	mm
Masse volum. sèche :	1763	kg/m^3	Section :	21.47	cm^2	Teneur en eau finale :	19.85	%	D_{F2} :	56.9	mm
Degré de saturation :	97	%	Volume :	221.90	cm^3	Masse volum. sèche :	1766	kg/m^3	Kt_F :		1/1 (1)

CONDITIONS D'ESSAI								
Consolidation isotrope			**Cisaillement**			**Membranes**		
Pression cellulaire, σ_{3C} :	325	kPa	Engrenages .WF :		AB4	Nb -Type :	2	WF-10510
Contrepression, CP :	300	kPa	v_{axiale} :	0.0152	mm / min	Épaisseur :	0.325	mm
Pression effective, σ'_{3C} :	**25**	kPa	$d\varepsilon_1/dt$:	0.89	% / heure	Circonf.	156.0	mm
Condition de drainage :	Bas		ε_1 max :	11.91	%	Module :	0.91	N / mm
						Comportement :		Aucun

Croquis du spécimen au démontage



PRINCIPAUX RÉSULTATS D'ESSAI									
Paramètre B (2)			**Cisaillement**						
Initial (σ_{3C} = 25 kPa) :	0.61		Paramètres		$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$	$(\sigma'_1/\sigma'_3)_{max}$	Final		
Sous contrepression :	0.90		ε_1	(%)		2.15	11.91		
Après consolidation :	ND		$\sigma_1 - \sigma_3$	(kPa)		50	81		
Consolidation			σ'_1 / σ'_3	(1/1)		5.68	3.81		
ΔV_c :	0.40	cm^3	Δu_W	(kPa)		12.30	-5.80		
ε_{VC} :	0.18	%	A_{Uw} (3)	(1/1)		0.265	-0.075		
C_V :	ND	cm^2/s	ϕ' (4)	(deg)		44.5	35.8		

Remarques :

D_{RS} : 2.72*

Planche B-6

(1) $Kt_F = (D_{F2} - D_{F1}) \text{ Tan } (\beta) / \Delta L$ (2) $B = \Delta u / \Delta\sigma_3$ (3) $A_{Uw} = \Delta u_W / \Delta(\sigma_1 - \sigma_3)$ (4) $\phi' = \sin^{-1} [(\sigma_1 - \sigma_3) / (\sigma'_1 + \sigma'_3)]$ pour c' = 0

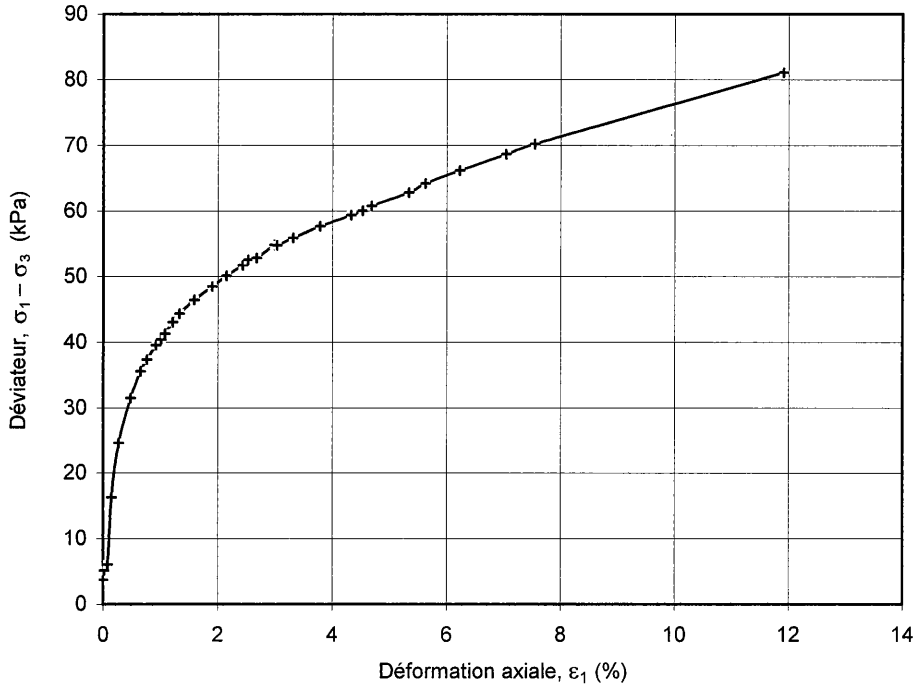
* Valeur estimée

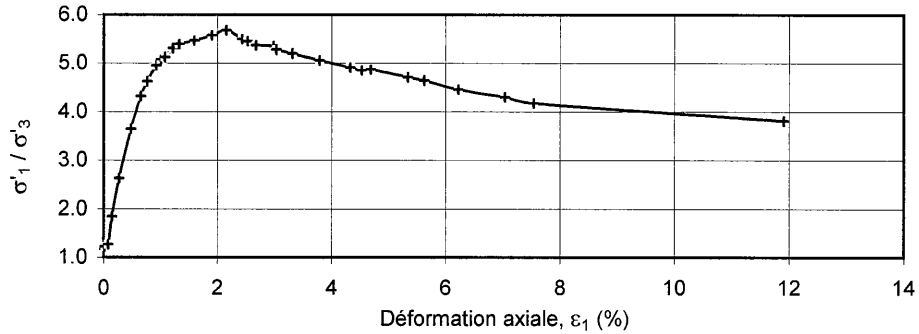
Effectué par :
H. Bilodeau, ing. 05-04-05
Vérifié par
Jean Tardif, ing.
Date : 05-04-11

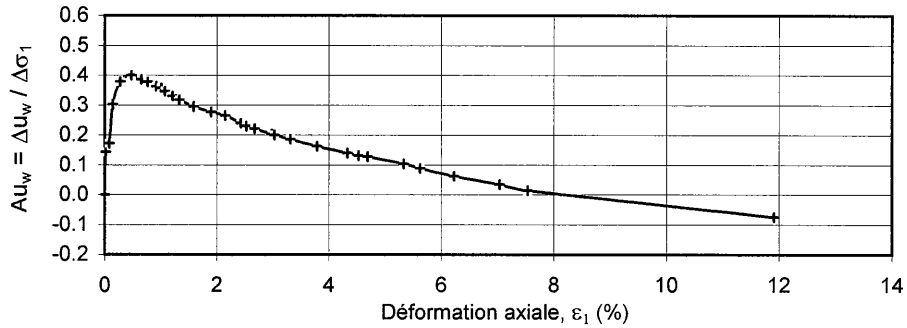
ΔL_o : 478.0 Fp_o : 0.0 Vi : 221.50 cc Li : 103.30 mm Déformation : Baril

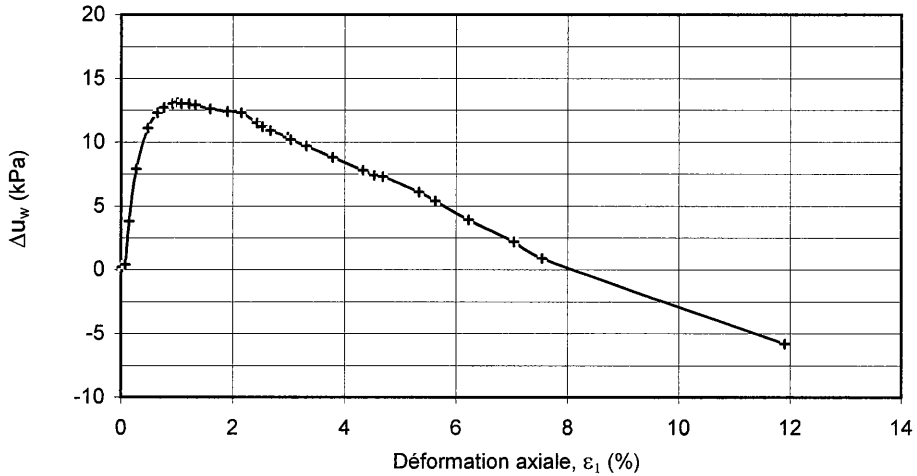
	Données expérimentales									Membrane		Contraintes corrigées								
Ligne	Date	Heure	σ_3	ΔL	u_w	Fa	ε_1	Section	Δu_w	σ_{3m}	σ_{1m}	σ'_3	$\sigma_1 - \sigma_3$	σ'_1	σ'_1 / σ'_3	Au_w	$(\sigma'_1+\sigma'_3)/2$	$(\sigma_1-\sigma_3)/2$		Observ.
	aa-mm-jj	hh:mm	kPa	0.01mm	kPa	Newton	%	cm²	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	1/1	1/1	kPa	kPa		
1	05-04-07	08:00	325	485	302.0	8.0	0.00	21.442	0.0	0.0	0.0	23.0	3.7	26.7	1.162	0.000	24.9	1.9		
2				487	302.2	11.0	0.02	21.449	0.2	0.0	0.0	22.8	5.1	27.9	1.225	0.143	25.4	2.6		
3				493	302.4	13.0	0.08	21.467	0.4	0.0	0.0	22.6	6.1	28.7	1.268	0.172	25.6	3.0		
4				500	305.8	35.0	0.15	21.489	3.8	0.0	0.0	19.2	16.3	35.5	1.848	0.303	27.3	8.1		
5		08:17	325	513	309.9	53.0	0.27	21.530	7.9	0.0	0.0	15.1	24.6	39.7	2.630	0.378	27.4	12.3		
6				534	313.1	68.0	0.47	21.596	11.1	0.0	0.0	11.9	31.5	43.4	3.646	0.400	27.6	15.7		
7				552	314.3	77.0	0.65	21.652	12.3	0.0	0.0	10.7	35.6	46.3	4.324	0.386	28.5	17.8		
8		08:45	325	564	314.7	81.0	0.76	21.690	12.7	0.0	0.0	10.3	37.3	47.6	4.626	0.378	29.0	18.7		
9				580	315.0	86.0	0.92	21.741	13.0	0.0	0.0	10.0	39.6	49.6	4.956	0.363	29.8	19.8		
10		09:06	325	589	315.1	88.0	1.01	21.769	13.1	0.0	0.0	9.9	40.4	50.3	5.083	0.357	30.1	20.2		
11				596	315.0	90.0	1.07	21.792	13.0	0.0	0.0	10.0	41.3	51.3	5.130	0.346	30.6	20.6		
12				610	315.0	94.0	1.21	21.836	13.0	0.0	0.0	10.0	43.0	53.0	5.305	0.331	31.5	21.5		
13				622	314.9	97.0	1.33	21.875	12.9	0.0	0.0	10.1	44.3	54.4	5.390	0.318	32.3	22.2		
14				649	314.6	102.0	1.59	21.961	12.6	0.0	0.0	10.4	46.4	56.8	5.466	0.295	33.6	23.2		
15				681	314.4	107.0	1.90	22.064	12.4	0.0	0.0	10.6	48.5	59.1	5.575	0.277	34.8	24.2		
16				707	314.3	111.0	2.15	22.149	12.3	0.0	0.0	10.7	50.1	60.8	5.684	0.265	35.8	25.1		
17				736	313.5	115.0	2.43	22.243	11.5	0.0	0.0	11.5	51.7	63.2	5.496	0.240	37.4	25.9		
18		10:40	325	746	313.2	117.0	2.53	22.276	11.2	0.0	0.0	11.8	52.5	64.3	5.451	0.230	38.1	26.3		
19				761	312.9	118.0	2.67	22.325	10.9	0.0	0.0	12.1	52.9	65.0	5.368	0.222	38.5	26.4		
20				793	312.4	123.0	2.98	22.431	10.4	0.0	0.0	12.6	54.8	67.4	5.352	0.204	40.0	27.4		
21				798	312.2	123.0	3.03	22.447	10.2	0.0	0.0	12.8	54.8	67.6	5.281	0.200	40.2	27.4		
22				827	311.7	126.0	3.31	22.544	9.7	0.0	0.0	13.3	55.9	69.2	5.202	0.186	41.2	27.9		
23				876	310.8	131.0	3.79	22.708	8.8	0.0	0.0	14.2	57.7	71.9	5.063	0.163	43.0	28.8		
24				932	309.8	136.0	4.33	22.897	7.8	0.0	0.0	15.2	59.4	74.6	4.908	0.140	44.9	29.7		
25				953	309.4	138.0	4.53	22.969	7.4	0.0	0.0	15.6	60.1	75.7	4.851	0.131	45.6	30.0		
26				969	309.3	140.0	4.69	23.023	7.3	0.0	0.0	15.7	60.8	76.5	4.873	0.128	46.1	30.4		
27				1036	308.1	146.0	5.33	23.255	6.1	0.0	0.0	16.9	62.8	79.7	4.715	0.103	48.3	31.4		
28				1066	307.4	150.0	5.62	23.359	5.4	0.0	0.0	17.6	64.2	81.8	4.649	0.089	49.7	32.1		
29				1128	305.9	156.0	6.22	23.577	3.9	0.0	0.0	19.1	66.2	85.3	4.464	0.062	52.2	33.1		
30				1212	304.2	164.0	7.04	23.877	2.2	0.0	0.0	20.8	68.7	89.5	4.302	0.034	55.1	34.3		
31		16:01	325	1264	302.9	169.0	7.54	24.066	0.9	0.0	0.0	22.1	70.2	92.3	4.178	0.014	57.2	35.1		
32		20:39	325	1715	296.2	209.0	11.91	25.790	-5.8	0.0	0.0	28.8	81.0	109.8	3.814	-0.075	69.3	40.5		

Planche B-7


Déviateur, $\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)
Déformation axiale, ε_1 (%)


σ'_1 / σ'_3
Déformation axiale, ε_1 (%)


$Au_w = \Delta u_w / \Delta\sigma_1$
Déformation axiale, ε_1 (%)


Δu_w (kPa)
Déformation axiale, ε_1 (%)

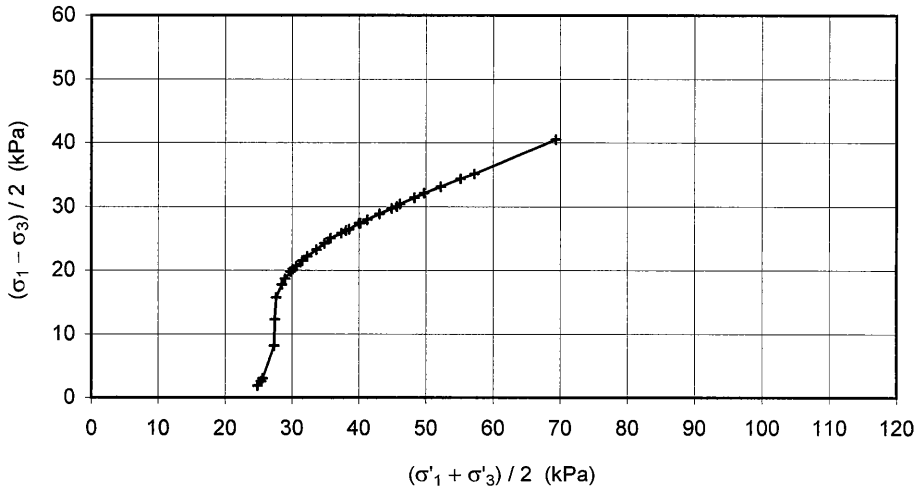

$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)
$(\sigma'_1 + \sigma'_3) / 2$ (kPa)

Planche B-8

QUÉFORMAT LTÉE

COMPRESSION TRIAXIALE NON DRAINÉE (CIU) ASTM D4767-95

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

ÉCHANT. : **F-14 TS-4B**
PROF. (m) **3.15 - 3.25**

ESSAI No **CIU-05** **Page 1 de 3**
FICHIER : S-12341-1G-05.CIU

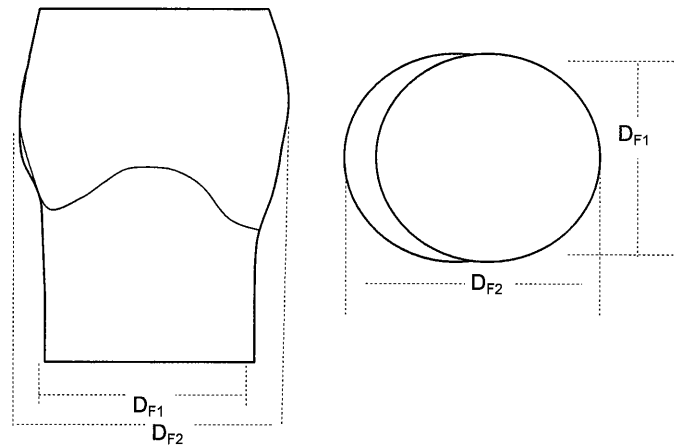
Échantillon : Intact
Description : Remblai (mélange d'argile silteuse et de till fin)

Unité : 1
Cellule : Tx-50A

ÉTAT INITIAL						ÉTAT FINAL					
Caractéristiques physiques			Géométrie			Caractéristiques physiques			Géométrie		
Masse initiale humide :	468	g	Longueur:	103.82	mm	Masse finale humide :	461.15	g	Déform :	Baril	
Teneur en eau initiale :	21.06	%	Diamètre :	52.45	mm	Masse finale sèche :	386.59	g	D_{F1} :	52.3	mm
Masse volum. sèche :	1723	kg/m^3	Section :	21.61	cm^2	Teneur en eau finale :	19.29	%	D_{F2} :	58.9	mm
Degré de saturation :	100	%	Volume :	224.32	cm^3	Masse volum. sèche :	1790	kg/m^3	Kt_F :		1/1 (1)

CONDITIONS D'ESSAI								
Consolidation isotrope			Cisaillement			Membranes		
Pression cellulaire, σ_{3C} :	500	kPa	Engrenages .WF :		AB4	Nb -Type :	2	WF-10510
Contrepression, CP :	300	kPa	v_{axiale} :	0.0152	mm / min	Épaisseur :	0.325	mm
Pression effective, σ'_{3C} :	**200**	kPa	$d\varepsilon_1/dt$:	0.89	% / heure	Circonf.	156.0	mm
Condition de drainage :		Bas	ε_1 max :	12.43	%	Module :	0.91	N / mm
						Comportement :		Aucun

Croquis du spécimen au démontage



PRINCIPAUX RÉSULTATS D'ESSAI									
Paramètre B (2)			Cisaillement						
Initial (σ_{3C} = 25 kPa) :	0.47		Paramètres		$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$	$(\sigma'_1/\sigma'_3)_{max}$	Final		
Sous contrepression :	0.99		ε_1	(%)		9.03	12.43		
Après consolidation :	ND		$\sigma_1 - \sigma_3$	(kPa)		85	87		
Consolidation			σ'_1 / σ'_3	(1/1)		3.13	3.04		
ΔV_c :	8.30	cm^3	Δu_W	(kPa)		158.30	155.60		
ε_{VC} :	3.70	%	A_{Uw} (3)	(1/1)		1.909	1.828		
C_V :	ND	cm^2/s	ϕ' (4)	(deg)		31.0	30.4		

Remarques :

D_{RS} : 2.72*

(1) $Kt_F = (D_{F2} - D_{F1}) \text{ Tan } (\beta) / \Delta L$ (2) $B = \Delta u / \Delta\sigma_3$ (3) $A_{Uw} = \Delta u_W / \Delta(\sigma_1 - \sigma_3)$ (4) $\phi' = \sin^{-1}[(\sigma_1 - \sigma_3) / (\sigma'_1 + \sigma'_3)]$ pour c' = 0

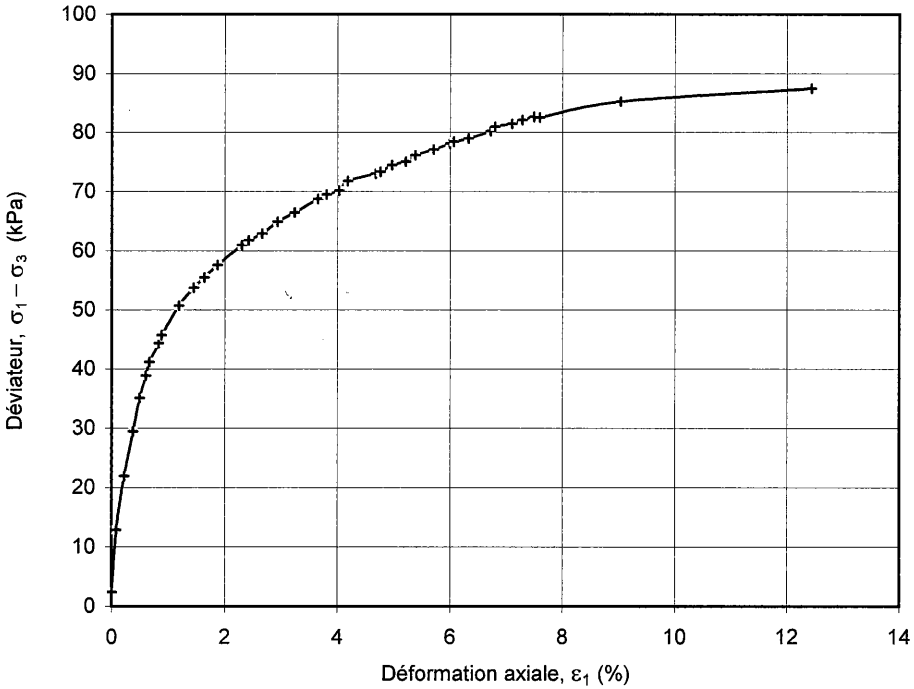
* Valeur estimée

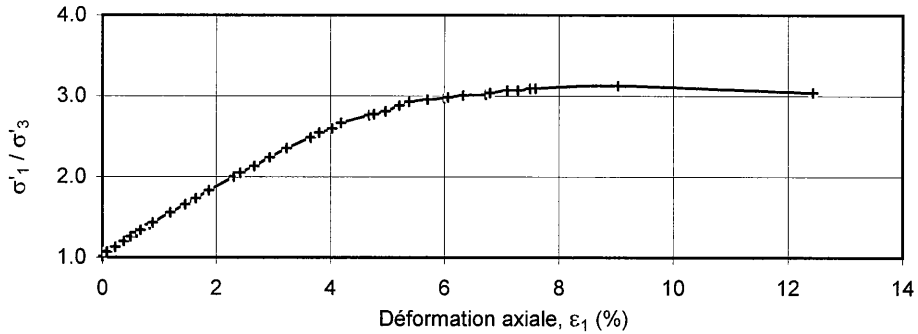
Effectué par :
H. Bilodeau, ing. 05-04-01
Vérifié par
Jean Tardif, ing.
Date : 05-04-11

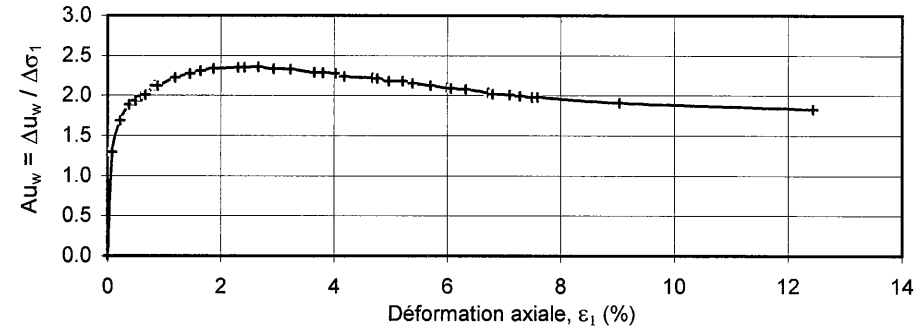
Planche B-9

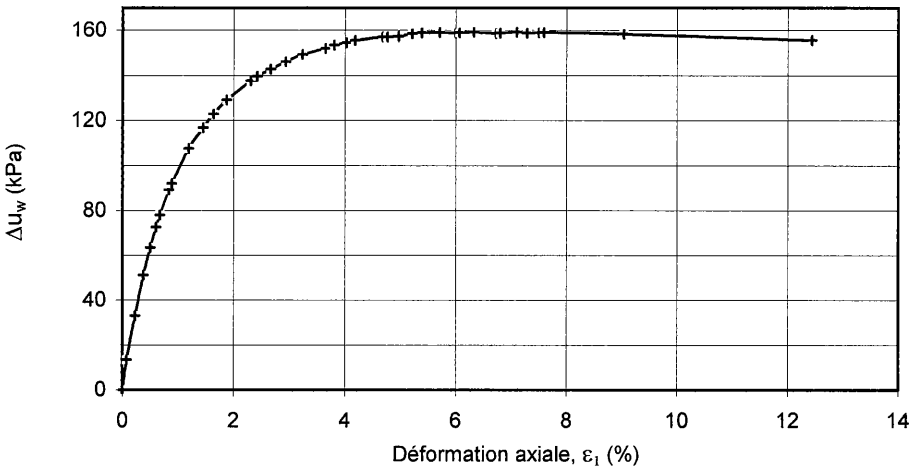
ΔL_o : 517.0 Fp_o : 0.0 Vi : 216.02 cc Li : 103.27 mm Déformation : Baril

	Données expérimentales									Membrane		Contraintes corrigées								
Ligne	Date	Heure	σ_3	ΔL	u_w	Fa	ε_1	Section	Δu_w	σ_{3m}	σ_{1m}	σ'_3	$\sigma_1 - \sigma_3$	σ'_1	σ'_1 / σ'_3	Au_w	$(\sigma'_1+\sigma'_3)/2$	$(\sigma_1-\sigma_3)/2$		Observ.
	aa-mm-jj	hh:mm	kPa	0.01mm	kPa	Newton	%	cm²	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	1/1	1/1	kPa	kPa		
1	05-04-04	07:25	500	572	301.6	5.0	0.00	20.918	0.0	0.0	0.0	198.4	2.4	200.8	1.012	0.000	199.6	1.2		
2				580	315.2	27.0	0.08	20.942	13.6	0.0	0.0	184.8	12.9	197.7	1.070	1.295	191.2	6.4		
3				595	334.6	46.0	0.22	20.988	33.0	0.0	0.0	165.4	21.9	187.3	1.133	1.690	176.4	11.0		
4				611	352.8	62.0	0.38	21.037	51.2	0.0	0.0	147.2	29.5	176.7	1.200	1.891	161.9	14.7		
5		08:00	500	623	365.0	74.0	0.49	21.073	63.4	0.0	0.0	135.0	35.1	170.1	1.260	1.937	152.6	17.6		
6				634	374.2	82.0	0.60	21.107	72.6	0.0	0.0	125.8	38.8	164.6	1.309	1.991	145.2	19.4		
7				641	379.5	87.0	0.67	21.129	77.9	0.0	0.0	120.5	41.2	161.7	1.342	2.008	141.1	20.6		
8				658	390.8	94.0	0.83	21.181	89.2	0.0	0.0	109.2	44.4	153.6	1.406	2.124	131.4	22.2		
9				663	393.7	97.0	0.88	21.197	92.1	0.0	0.0	106.3	45.8	152.1	1.430	2.124	129.2	22.9		
10		08:43	500	695	409.2	108.0	1.19	21.296	107.6	0.0	0.0	90.8	50.7	141.5	1.559	2.227	116.2	25.4		
11				722	418.4	115.0	1.45	21.380	116.8	0.0	0.0	81.6	53.8	135.4	1.659	2.272	108.5	26.9		
12				741	424.4	119.0	1.64	21.440	122.8	0.0	0.0	75.6	55.5	131.1	1.734	2.312	103.4	27.8		
13				765	430.7	124.0	1.87	21.515	129.1	0.0	0.0	69.3	57.6	126.9	1.832	2.337	98.1	28.8		
14				810	439.3	132.0	2.30	21.658	137.7	0.0	0.0	60.7	60.9	121.6	2.004	2.352	91.2	30.5		
15				822	441.3	134.0	2.42	21.696	139.7	0.0	0.0	58.7	61.8	120.5	2.052	2.353	89.6	30.9		
16				847	444.4	137.0	2.66	21.776	142.8	0.0	0.0	55.6	62.9	118.5	2.132	2.359	87.1	31.5		
17		10:35	500	875	447.6	142.0	2.93	21.866	146.0	0.0	0.0	52.4	64.9	117.3	2.239	2.334	84.9	32.5		
18				906	451.0	146.0	3.23	21.966	149.4	0.0	0.0	49.0	66.5	115.5	2.356	2.332	82.2	33.2		
19				949	453.7	152.0	3.65	22.107	152.1	0.0	0.0	46.3	68.8	115.1	2.485	2.292	80.7	34.4		
20				965	455.0	154.0	3.81	22.159	153.4	0.0	0.0	45.0	69.5	114.5	2.544	2.286	79.7	34.7		
21				988	456.1	156.0	4.03	22.235	154.5	0.0	0.0	43.9	70.2	114.1	2.598	2.280	79.0	35.1		
22				1004	457.0	160.0	4.18	22.288	155.4	0.0	0.0	43.0	71.8	114.8	2.670	2.239	78.9	35.9		
23				1055	458.6	164.0	4.68	22.457	157.0	0.0	0.0	41.4	73.0	114.4	2.764	2.223	77.9	36.5		
24				1064	458.7	165.0	4.76	22.487	157.1	0.0	0.0	41.3	73.4	114.7	2.777	2.213	78.0	36.7		
25				1085	458.9	168.0	4.97	22.558	157.3	0.0	0.0	41.1	74.5	115.6	2.812	2.182	78.3	37.2		
26		13:00	500	1110	460.1	170.0	5.21	22.642	158.5	0.0	0.0	39.9	75.1	115.0	2.882	2.180	77.4	37.5		
27				1128	460.5	173.0	5.38	22.703	158.9	0.0	0.0	39.5	76.2	115.7	2.929	2.153	77.6	38.1		
28				1161	460.6	176.0	5.70	22.815	159.0	0.0	0.0	39.4	77.1	116.5	2.958	2.127	78.0	38.6		
29				1191	460.4	179.0	5.99	22.918	158.8	0.0	0.0	39.6	78.1	117.7	2.972	2.097	78.7	39.1		
30				1198	460.5	180.0	6.06	22.942	158.9	0.0	0.0	39.5	78.5	118.0	2.986	2.089	78.7	39.2		
31				1225	460.7	182.0	6.32	23.036	159.1	0.0	0.0	39.3	79.0	118.3	3.010	2.077	78.8	39.5		
32				1266	460.2	186.0	6.72	23.178	158.6	0.0	0.0	39.8	80.2	120.0	3.016	2.037	79.9	40.1		
33				1274	460.3	188.0	6.80	23.206	158.7	0.0	0.0	39.7	81.0	120.7	3.041	2.018	80.2	40.5		
34		15:00	500	1305	460.7	190.0	7.10	23.315	159.1	0.0	0.0	39.3	81.5	120.8	3.074	2.011	80.0	40.7		
35				1324	460.4	192.0	7.28	23.382	158.8	0.0	0.0	39.6	82.1	121.7	3.074	1.992	80.7	41.1		
36				1346	460.5	194.0	7.49	23.460	158.9	0.0	0.0	39.5	82.7	122.2	3.094	1.979	80.8	41.3		
37				1356	460.6	194.0	7.59	23.495	159.0	0.0	0.0	39.4	82.6	122.0	3.096	1.983	80.7	41.3		
38		17:05	500	1505	459.9	205.0	9.03	24.034	158.3	0.0	0.0	40.1	85.3	125.4	3.127	1.909	82.7	42.6		
39		20:42	500	1856	457.2	222.0	12.43	25.373	155.6	0.0	0.0	42.8	87.5	130.3	3.044	1.828	86.5	43.7		


Déviateur, $\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)
Déformation axiale, ε_1 (%)


σ'_1 / σ'_3
Déformation axiale, ε_1 (%)


$Au_w = \Delta u_w / \Delta\sigma_1$
Déformation axiale, ε_1 (%)


Δu_w (kPa)
Déformation axiale, ε_1 (%)

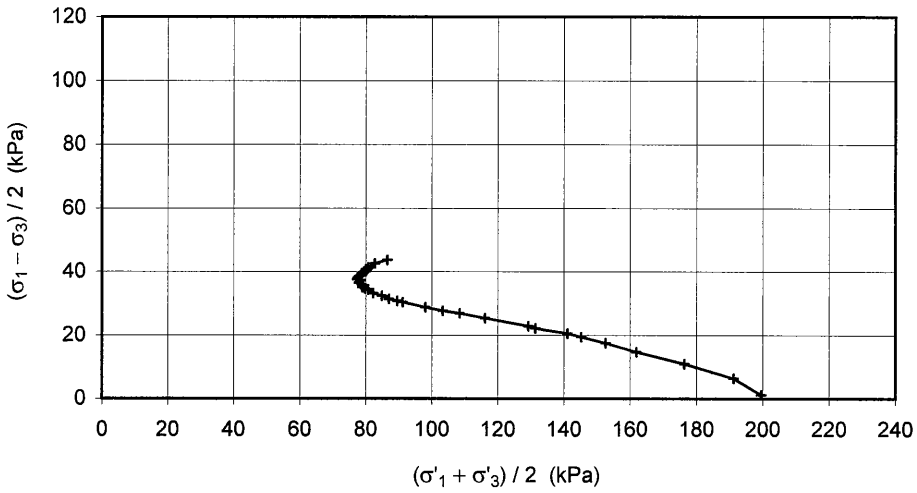

$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)
$(\sigma'_1 + \sigma'_3) / 2$ (kPa)

Planche B-11

QUÉFORMAT LTÉE

COMPRESSION TRIAXIALE NON DRAINÉE (CIU) ASTM D4767-95

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

ÉCHANT. : **F-14 TS-4A**
PROF. : **3.05 - 3.15 m**

ESSAI No **CIU-06**
FICHIER : S-12341-1G-06.CIU

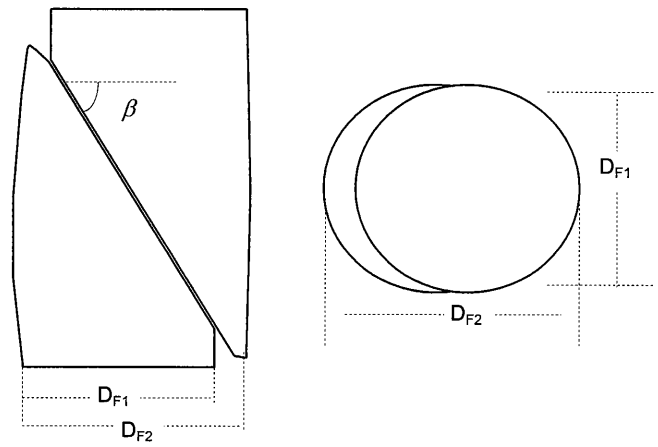
Échantillon : Intact
Description : Remblai (mélange d'argile silteuse et de till fin)

Unité : 1
Cellule : Tx-50A

ÉTAT INITIAL						ÉTAT FINAL					
Caractéristiques physiques			**Géométrie**			**Caractéristiques physiques**			**Géométrie**		
Masse initiale humide :	429.42	g	Longueur:	99.70	mm	Masse finale humide :	412.69	g	Déform :	Plan	**55°**
Teneur en eau initiale :	23.77	%	Diamètre :	51.81	mm	Masse finale sèche :	346.94	g	D_{F1} :	51.2	mm
Masse volum. sèche :	1651	kg/m^3	Section :	21.08	cm^2	Teneur en eau finale :	18.95	%	D_{F2} :	54.7	mm
Degré de saturation :	101	%	Volume :	210.19	cm^3	Masse volum. sèche :	1786	kg/m^3	Kt_F :	0.41	1/1 (1)

CONDITIONS D'ESSAI								
Consolidation isotrope			**Cisaillement**			**Membranes**		
Pression cellulaire, σ_{3C} :	800	kPa	Engrenages .WF :		AB4	Nb -Type :	2	WF-10510
Contrepression, CP :	300	kPa	v_{axiale} :	0.0152	mm / min	Épaisseur :	0.325	mm
Pression effective, σ'_{3C} :	**500**	kPa	$d\varepsilon_1/dt$:	0.94	% / heure	Circonf.	156.0	mm
Condition de drainage :		Bas	ε_1 max :	12.51	%	Module :	0.91	N / mm
						Comportement :		Aucun

Croquis du spécimen au démontage



PRINCIPAUX RÉSULTATS D'ESSAI									
Paramètre B (2)			**Cisaillement**						
Initial (σ_{3C} = 25 kPa) :	0.71		Paramètres		$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$	$(\sigma'_1/\sigma'_3)_{max}$	Final		
Sous contrepression :	0.95		ε_1	(%)	8.44	10.31	12.51		
Après consolidation :	ND		$\sigma_1 - \sigma_3$	(kPa)	417	412	400		
Consolidation			σ'_1 / σ'_3	(1/1)	3.08	3.12	3.07		
ΔV_c :	15.90	cm^3	Δu_W	(kPa)	297.40	303.20	305.00		
ε_{VC} :	7.56	%	A_{Uw} (3)	(1/1)	0.729	0.752	0.780		
C_V :	ND	cm^2/s	ϕ' (4)	(deg)	30.6	30.9	30.6		

Remarques :

D_{RS} : 2.72*

(1) $Kt_F = (D_{F2} - D_{F1}) \text{ Tan } (\beta) / \Delta L$ (2) $B = \Delta u / \Delta \sigma_3$ (3) $A_{Uw} = \Delta u_W / \Delta(\sigma_1 - \sigma_3)$ (4) $\phi' = \sin^{-1} [(\sigma_1 - \sigma_3) / (\sigma'_1 + \sigma'_3)]$ pour c' = 0

* Valeur estimée

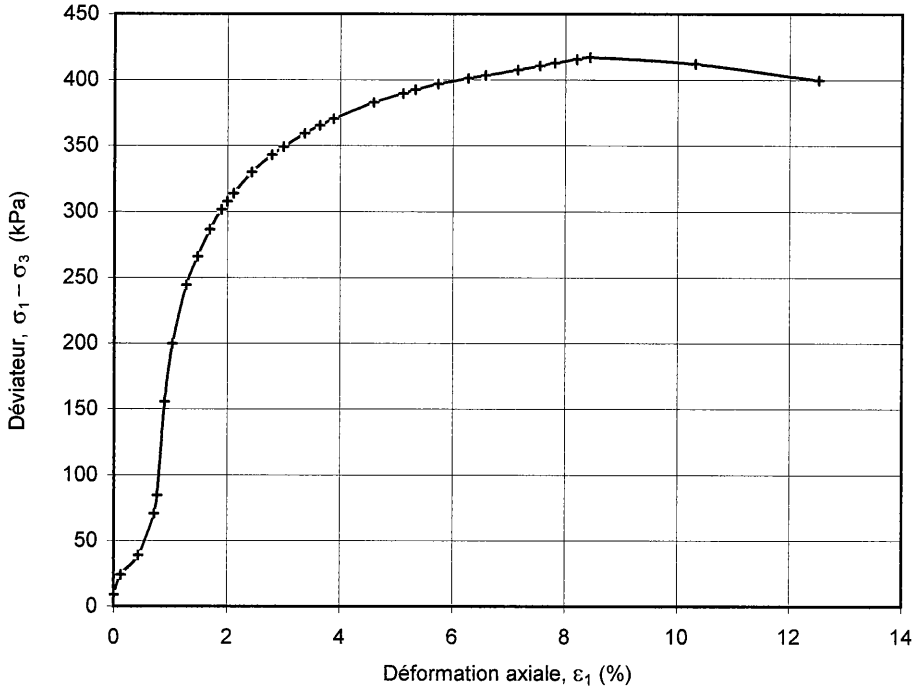
Effectué par :
H. Bilodeau, ing. 05-03-24
Vérifié par
Jean Tardif, ing.
Date : 05-04-11

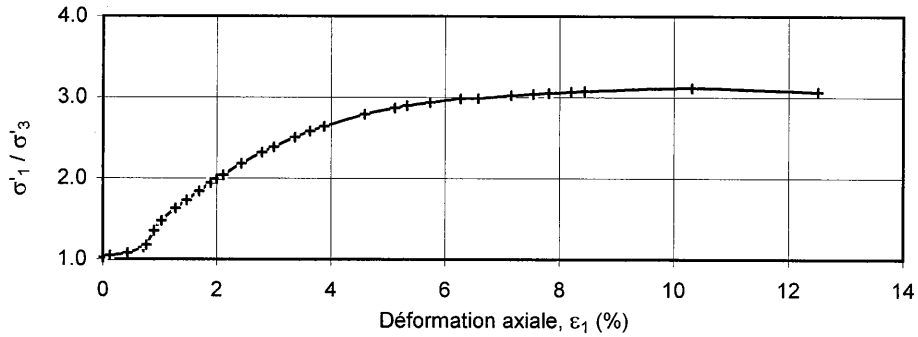
Planche B-12

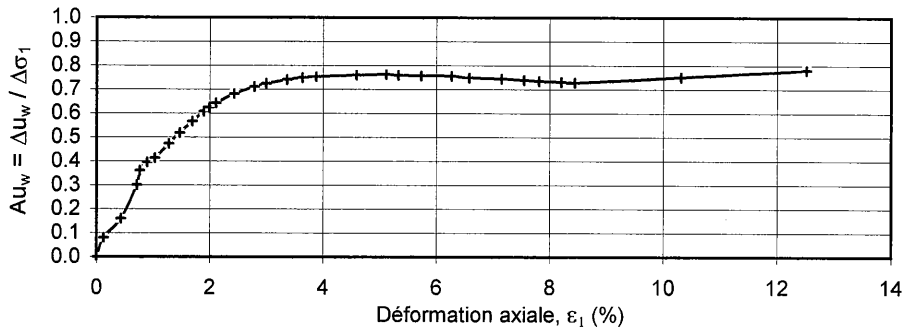
ΔL_o : 140.0 Fp_o : 0.0 Vi : 194.29 cc Li : 97.17 mm Déformation : Plan

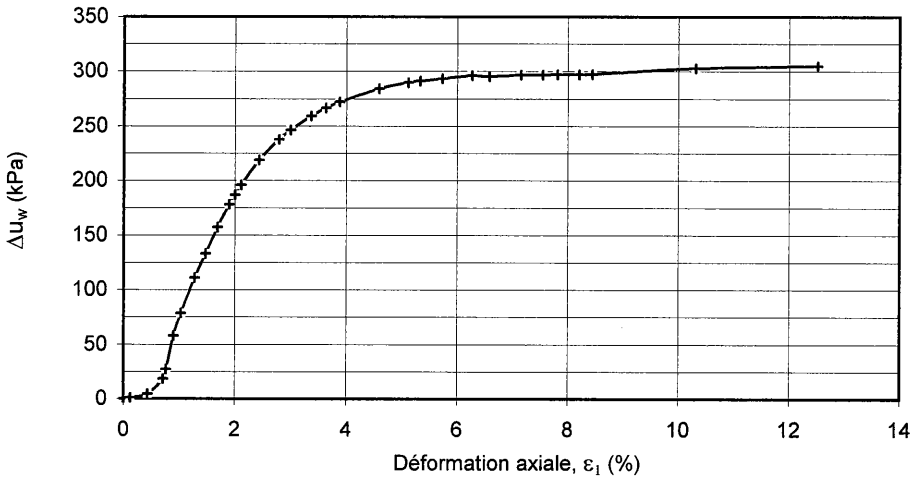
	Données expérimentales									Membrane		Contraintes corrigées								
Ligne	Date	Heure	σ_3	ΔL	u_w	Fa	ε_1	Section	Δu_w	σ_{3m}	σ_{1m}	σ'_3	$\sigma_1 - \sigma_3$	σ'_1	σ'_1 / σ'_3	Au_w	$(\sigma'_1+\sigma'_3)/2$	$(\sigma_1-\sigma_3)/2$		Observ.
	aa-mm-jj	hh:mm	kPa	0.01mm	kPa	Newton	%	cm²	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	1/1	1/1	kPa	kPa		
1	05-03-31	07:55	800	393	301.9	18.0	0.00	19.995	0.0	0.0	0.0	498.1	9.0	507.1	1.018	0.000	502.6	4.5		
2				405	303.1	48.0	0.12	19.992	1.2	0.0	0.0	496.9	24.0	520.9	1.048	0.080	508.9	12.0		
3				435	306.7	78.0	0.43	19.985	4.8	0.0	0.0	493.3	39.0	532.3	1.079	0.160	512.8	19.5		
4				462	320.4	141.0	0.71	19.979	18.5	0.0	0.0	479.6	70.6	550.2	1.147	0.300	514.9	35.3		
5				467	329.2	169.0	0.76	19.978	27.3	0.0	0.0	470.8	84.6	555.4	1.180	0.361	513.1	42.3		
6		08:46	800	480	360.0	311.0	0.90	19.975	58.1	0.0	0.0	440.0	155.7	595.7	1.354	0.396	517.8	77.8		
7				493	380.6	399.0	1.03	19.972	78.7	0.0	0.0	419.4	199.8	619.2	1.476	0.413	519.3	99.9		
8				517	413.2	488.0	1.28	19.966	111.3	0.0	0.0	386.8	244.4	631.2	1.632	0.473	509.0	122.2		
9		09:22	800	536	435.2	531.0	1.47	19.962	133.3	0.0	0.0	364.8	266.0	630.8	1.729	0.519	497.8	133.0		
10				557	459.2	572.0	1.69	19.957	157.3	0.0	0.0	340.8	286.6	627.4	1.841	0.567	484.1	143.3		
11				577	480.1	602.0	1.89	19.953	178.2	0.0	0.0	319.9	301.7	621.6	1.943	0.609	470.8	150.9		
12				587	488.8	614.0	2.00	19.951	186.9	0.0	0.0	311.2	307.8	619.0	1.989	0.626	465.1	153.9		
13				598	498.0	626.0	2.11	19.948	196.1	0.0	0.0	302.0	313.8	615.8	2.039	0.643	458.9	156.9		
14				629	520.8	658.0	2.43	19.941	218.9	0.0	0.0	279.2	330.0	609.2	2.182	0.682	444.2	165.0		
15		10:43	800	664	539.7	684.0	2.79	19.934	237.8	0.0	0.0	260.3	343.1	603.4	2.318	0.712	431.9	171.6		
16				684	548.4	696.0	2.99	19.929	246.5	0.0	0.0	251.6	349.2	600.8	2.388	0.725	426.2	174.6		
17				720	561.2	716.0	3.37	19.922	259.3	0.0	0.0	238.8	359.4	598.2	2.505	0.740	418.5	179.7		
18				746	568.6	728.0	3.63	19.916	266.7	0.0	0.0	231.4	365.5	596.9	2.580	0.748	414.2	182.8		
19				770	574.3	738.0	3.88	19.911	272.4	0.0	0.0	225.7	370.6	596.3	2.642	0.753	411.0	185.3		
20				839	586.1	762.0	4.59	19.897	284.2	0.0	0.0	213.9	383.0	596.9	2.790	0.760	405.4	191.5		
21				890	591.8	775.0	5.11	19.886	289.9	0.0	0.0	208.2	389.7	597.9	2.872	0.761	403.1	194.9		
22				911	593.2	781.0	5.33	19.882	291.3	0.0	0.0	206.8	392.8	599.6	2.899	0.759	403.2	196.4		
23				950	595.3	789.0	5.73	19.874	293.4	0.0	0.0	204.7	397.0	601.7	2.939	0.756	403.2	198.5		
24				1002	598.1	797.0	6.27	19.864	296.2	0.0	0.0	201.9	401.2	603.1	2.987	0.755	402.5	200.6		
25				1032	597.4	801.0	6.58	19.858	295.5	0.0	0.0	202.6	403.4	606.0	2.991	0.749	404.3	201.7		
26				1088	598.8	809.0	7.15	19.848	296.9	0.0	0.0	201.2	407.6	608.8	3.026	0.745	405.0	203.8		
27		15:30	800	1126	598.9	815.0	7.54	19.841	297.0	0.0	0.0	201.1	410.8	611.9	3.043	0.739	406.5	205.4		
28				1152	599.0	819.0	7.81	19.836	297.1	0.0	0.0	201.0	412.9	613.9	3.054	0.736	407.4	206.4		
29				1190	599.0	824.0	8.20	19.829	297.1	0.0	0.0	201.0	415.5	616.5	3.067	0.731	408.8	207.8		
30				1213	599.3	827.0	8.44	19.825	297.4	0.0	0.0	200.7	417.1	617.8	3.078	0.729	409.3	208.6		
31		18:18	800	1395	605.1	816.0	10.31	19.794	303.2	0.0	0.0	194.9	412.2	607.1	3.115	0.752	401.0	206.1		
32				1609	606.9	790.0	12.51	19.761	305.0	0.0	0.0	193.1	399.8	592.9	3.070	0.780	393.0	199.9		

Planche B-13


Déviateur, $\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)
Déformation axiale, ε_1 (%)


σ'_1 / σ'_3
Déformation axiale, ε_1 (%)


$Au_w = \Delta u_w / \Delta\sigma_1$
Déformation axiale, ε_1 (%)


Δu_w (kPa)
Déformation axiale, ε_1 (%)

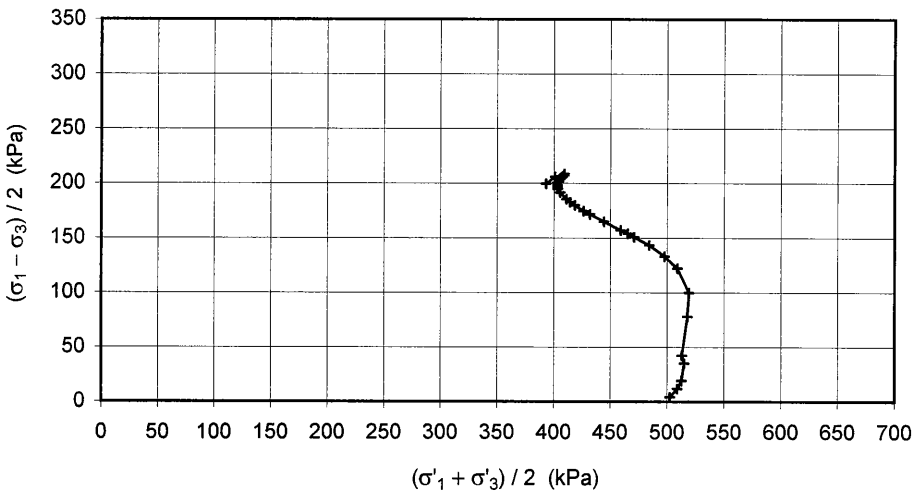

$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)
$(\sigma'_1 + \sigma'_3) / 2$ (kPa)

Planche B-14

QUÉFORMAT LTÉE

ESSAIS AU CÔNE DE LABORATOIRE

NQ-2501-110 et 092

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

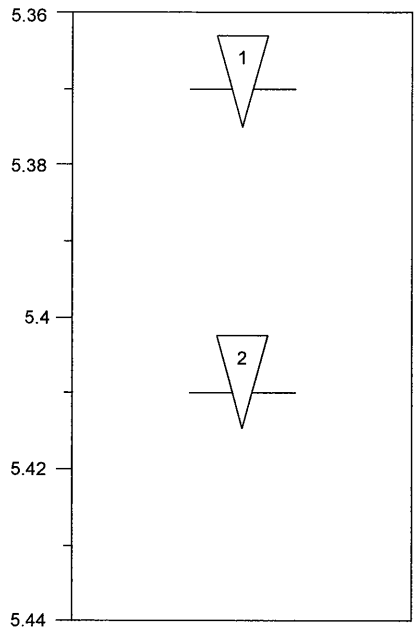
SONDAGE : **F-14**
ÉCHANT. : **TS-06A**
PROF. (m) : **5.35 - 5.45**

ÉCH. No : **14-06A**
FICHIER : 14-06A.CON

ESSAIS SUR SOL INTACT				
Détermination no :	1	2	3	4
Localisation (cm du haut)	1	5		
Cône (Masse - angle)	400 - 30	400 - 30		
Pénétration moyenne (mm)	5.0	4.5		
C_{UC} (kPa)	**157**	**194**		
Teneurs en eau naturelles				
Masse totale humide	69.41	69.69		
Masse totale sèche	51.14	51.57		
Tare no	214	1 117		
Masse de la tare	2.37	2.40		
Teneur en eau	**37.5**	**36.9**		

ESSAIS SUR SOL REMANIÉ				
Type de détermination				
Cône (Masse - angle)				
Pénétration moyenne (mm)				
C_{UR} (kPa)				
Teneurs en eau				
Masse totale humide				
Masse totale sèche				
Tare no				
Masse de la tare				
Teneur en eau				

Croquis du spécimen

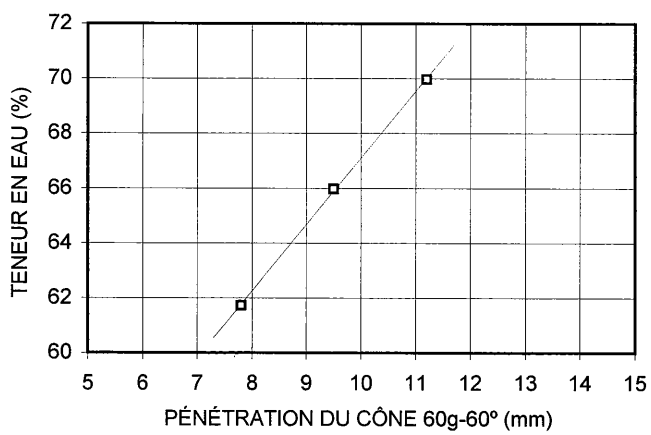


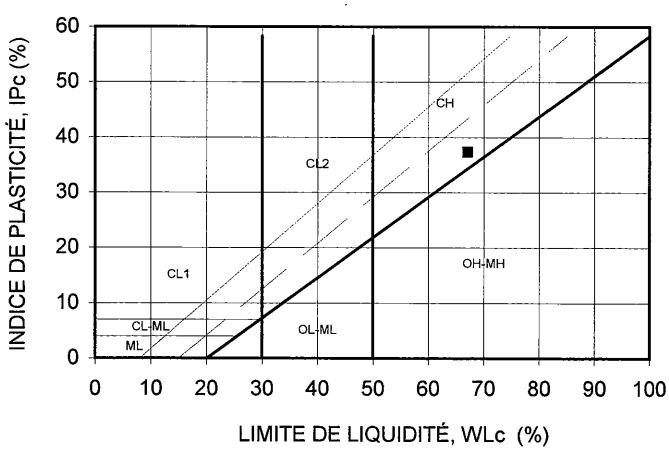
LIMITES DE CONSISTANCE						
	LIMITE DE LIQUIDITÉ				DE PLASTICITÉ	
Pénétration cône 60g-60°	**11.2**	**9.5**	**7.8**			
Masse totale humide	22.83	25.64	25.22		15.18	14.54
Masse totale sèche	14.42	16.41	16.50		12.29	11.71
Tare no	1 012	257	209		1 197	1 203
Masse de la tare	2.40	2.42	2.37		2.37	2.39
Teneur en eau	**70.0**	**66.0**	**61.7**		**29.1**	**30.4**

RÉSULTATS
C_{UC} : **175 kPa**
C_{UR} :
S_t :
w_N : **37.2**
w_{Lc} : **67.1**
w_P : **29.7**
I_{Pc} : **37.3**
I_{Lc} : **0.20**
USC : CH
Effectué par : M.P. - J.L. 05-03-11
Vérifié par : Hélène Bilodeau ing.
Date : 05-03-17

Remarques :

(*) Valeur estimée, ND: Non déterminé, NP = non Plastique





QUÉFORMAT LTÉE

ESSAI OEDOMÉTRIQUE

ASTM D2435-90

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

SONDAGE : **F-14**
ÉCHANT. : **TS-6B**
PROF. (m) : **5.45 - 5.55**

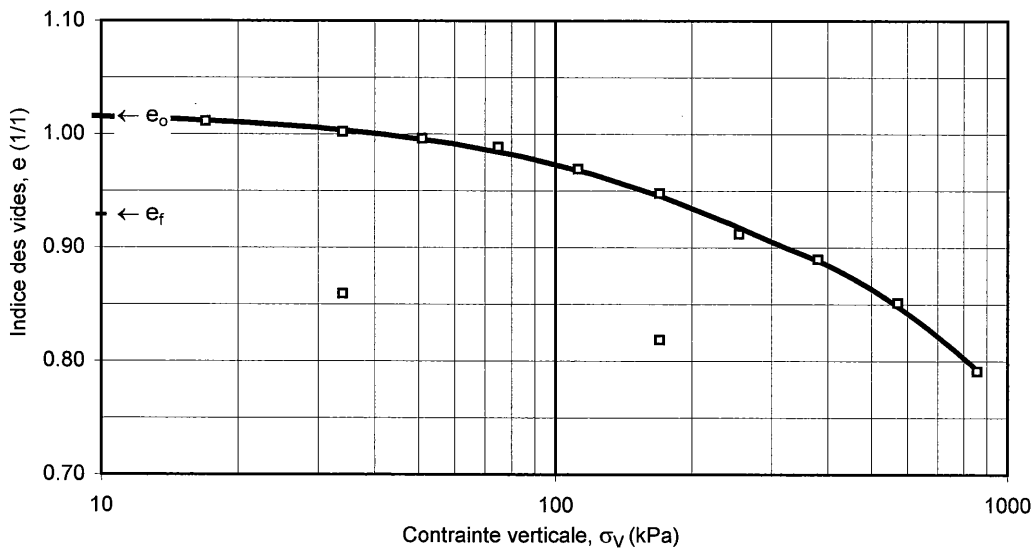
Échant. no. : **14-6B**
Fichier no. : 14-6B.OED

Caractéristiques volumiques		
Étape	**Initiale**	**Finale**
Épaisseur (mm) :	19.20	18.37
Volume (cc) :	60.84	58.21
M. humide + tare :	188.60	200.12
M. tare :	76.37	90.35
M. humide :	112.23	109.77
M. sèche :	81.85	
Densité solide :	2.72*	
Teneur en eau :	**37.1**	**34.1**
Ind. des vides :	**1.016**	**0.929**
Degr. de saturat. :	**99.4**	**99.9**

Équipement et constantes				
Chassis :	3	Levier :	10.99	1/1
Anneau :	3	Diam. :	63.52	mm
Cellule :	OC3	Fact. :	34.01	kPa / kg

Teneurs en eau et pesées				
Étape	**Initiale**		**Finale totale**	
	auxiliaire	**totale**	**humide**	**sec**
M. humide	140.87	112.23	200.12	
M. sèche	103.72	81.85		172.20
Tare no.	1106		A+tare	A+tare
M. tare	2.39		90.35	90.35
w (%)	**36.7**	**37.1**	**34.1**	

Chargements					Fin de chargement				Moyen dans l'intervalle			Rem.
Étape	Date	Charge	Lecture	Correc.	σ_v	ε_v	e	k_w	Module	C_c	C_v	
	aa-mm-jj	kg	0.002mm	0.002mm	kPa	%	1/1	cm/s	MPa	1/1	cm^2/s	
Io	2005-03-09	0.1	1488		3	0.00	1.016					
Co1	2005-03-10	0.2	1493	3	7	0.02	1.015		16.0	0.001		
Co2	2005-03-10	0.5	1520	11	17	0.22	1.011		5.0	0.010		
Co3	2005-03-11	1.0	1578	24	34	0.69	1.002		3.6	0.031		
Co4	2005-03-13	1.5	1618	36	51	0.98	0.996		5.8	0.033		
Co5	2005-03-14	2.2	1668	50	75	1.36	0.988		6.2	0.046		
Co6	2005-03-15	3.3	1779	70	112	2.31	0.969		3.9	0.109		
Co7	2005-03-16	5.0	1905	92	170	3.38	0.948		5.3	0.120		
Co8	2005-03-17	7.5	2100	116	255	5.17	0.912		4.7	0.204		
Co9	2005-03-18	11.2	2225	135	381	6.27	0.890		11.4	0.127		
Co10	2005-03-19	16.8	2427	154	571	8.18	0.851		9.9	0.219		
Co11	2005-03-20	25.2	2732	173	857	11.16	0.791		9.5	0.341	5.7E-04	Cv1
Do12	2005-03-21	5.0	2557	130	170	9.78	0.819					
Do13	2005-03-22	1.0	2314	80	34	7.77	0.859					
Do14	2005-03-22	0.1	1947	44	3	4.32	0.929					



Résultats d'essai		
$\sigma_{p\ min}$:	-	
$\sigma_{p\ max}$:	-	
$C_{rc\ moy}$:	**0.04**	**1/1**
$C_{c\ max}$:	**0.35**	**1/1**
γ_h :	**18.1**	**kN/m³**

Remarques

Crc moy. de 20 à 52 kPa
Cc max. à 853 kPa

C_v : Asaoka
(*) : Valeur estimée

Effectué par H. Bilodeau, ing.

Vérifié par : Jean Tardif, ing.

Date : 2005-03-30

QUÉFORMAT LTÉE

ESSAI OEDOMÉTRIQUE

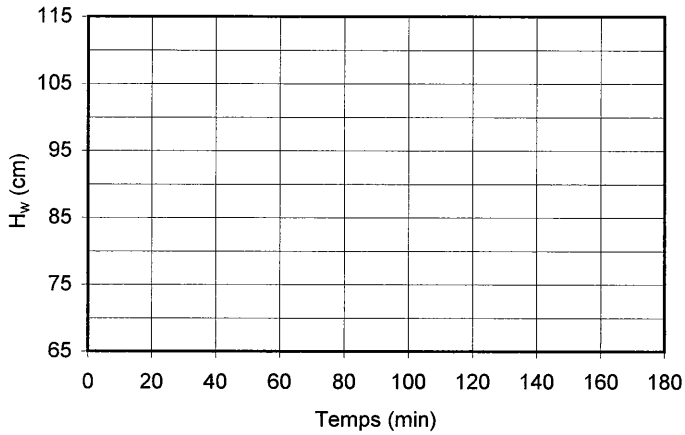
ASTM D2435-90

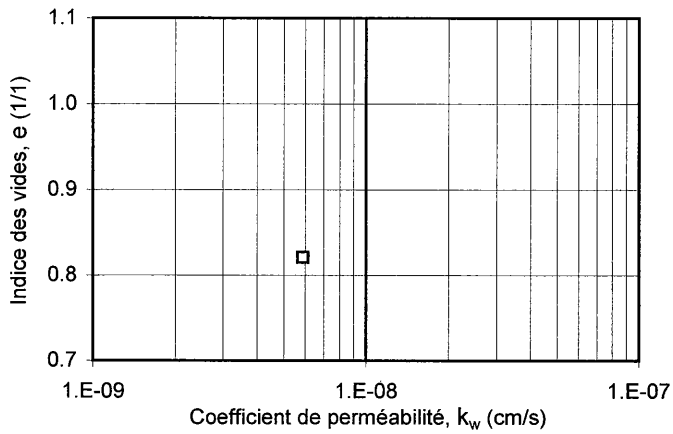
DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

SONDAGE : **F-14**
ÉCHANT. : **TS-6B**
PROF. (m) : **5.45 - 5.55**

Échant. no. : **14-6B**
Fichier no. : 14-6B.OED

Evaluation du coefficient de perméabilité



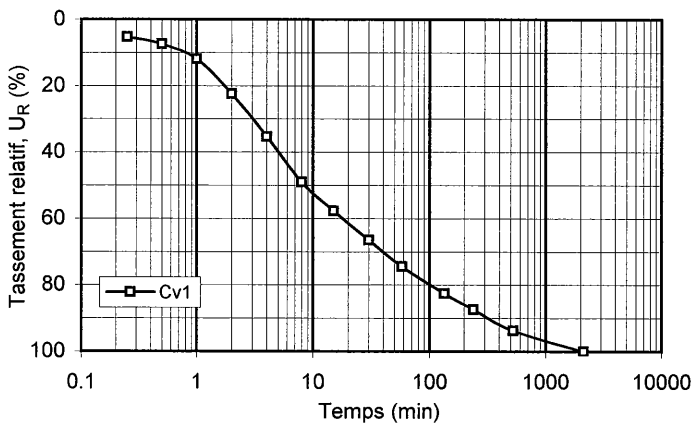


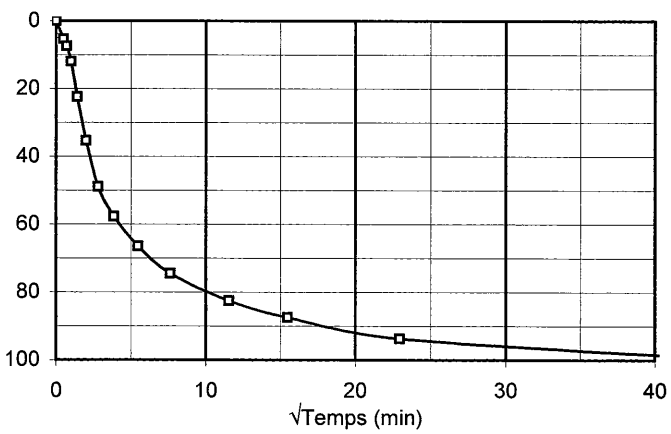
Mesure no	L_s (cm)	e (1/1)	A_t (cm2)	R^2 (1/1)	K_w* (cm/s)	Regression e - log(K_w)	
Cv1	1.734	0.821			5.9E-09	C_k :	$\Delta e/\Delta \log_{10}(K_w)$
						K_{weo} :	cm/s
						C_k / e_o :	1/1

$K_w = (A_t/A_s) \cdot L_s \cdot \Delta Ln(H_w)/\Delta t$ A_t : Section du tube A_s : Section du spécimen

$K_w^* = C_v \cdot m_v \cdot \gamma_w$ L_s : Épaisseur du spécimen

Evaluation graphique du coefficient de consolidation





Déterm. no	L_s (cm)	σ_v (kPa)	t_{50} (min)	t_{90} (min)	$\Delta t/\ln(\beta)$	Cv_{50} (cm^2/s)	Cv_{90} (cm^2/s)	Cv_{asa} (cm^2/s)	C_α (1/1)	C_α / C_c (1/1)
Cv1	1.734	857	5.4	25.0	0.11	4.6E-04	4.3E-04	5.7E-04	6.24E-03	0.012

Cv_{50} & $Cv_{90} = (T \cdot L_s^2) / (4 \cdot t)$ T = 0.20 pour t_{50} (Casagrande) T = 0.85 pour t_{90} (Taylor)

$Cv_{asa} = (L_e/\pi)^{2} \ln(\beta)/\Delta t$ $\beta = \Delta U_{R\,(n-1)} / \Delta U_{R\,(n)}$ (Asaoka)

QUÉFORMAT LTÉE

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DES SOLS INORGANIQUES

NQ 2501-025

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

SONDAGE : **F-15**
ÉCHANT. : **CF-2**
PROF. (m) : **1.30 - 1.91**

Échant. no. : **15-2**
Fichier no. : 15-2.GRN

Argile silteuse traces de sable fin à grossier, traces de gravier.

MÉTHODE : SÈCHE

Masse totale sèche (g)	:	498
Masse totale > 5mm	:	12
Pourcentage retenu 5mm	:	2.4
Diamètre maximum (mm)	:	

TENEUR EN EAU NATURELLE, w (%)

Fraction passant tamis	:	**Aucun**
Masse totale humide	:	707.7
Masse totale sèche	:	511.2
Tare no E-72	:	13.2
TENEUR EN EAU, w (%)	:	**39.46**

MÉTHODE : SÈCHE

Fraction passant tamis	:	**5**
Masse de sol humide utilisée (g)	:	
Masse de sol sec utilisée (g)	:	53.17
Densité relative	:	2.72
Pourcentage total passant	:	97.6
Hydromètre 151H	no	3742
Masse de l'hydromètre (g)	:	53.79
L = A.R + B	A (1/cm) :	-0.27
	B (cm) :	17.57
C = D + 0.2 (20-T)	D (1/1) :	4.0
Facteur d'échelle	F (1/1) :	1.00

Défloculant : 5 g hexametaphosphate / litre

TAMISAGE DES GRAVIERS

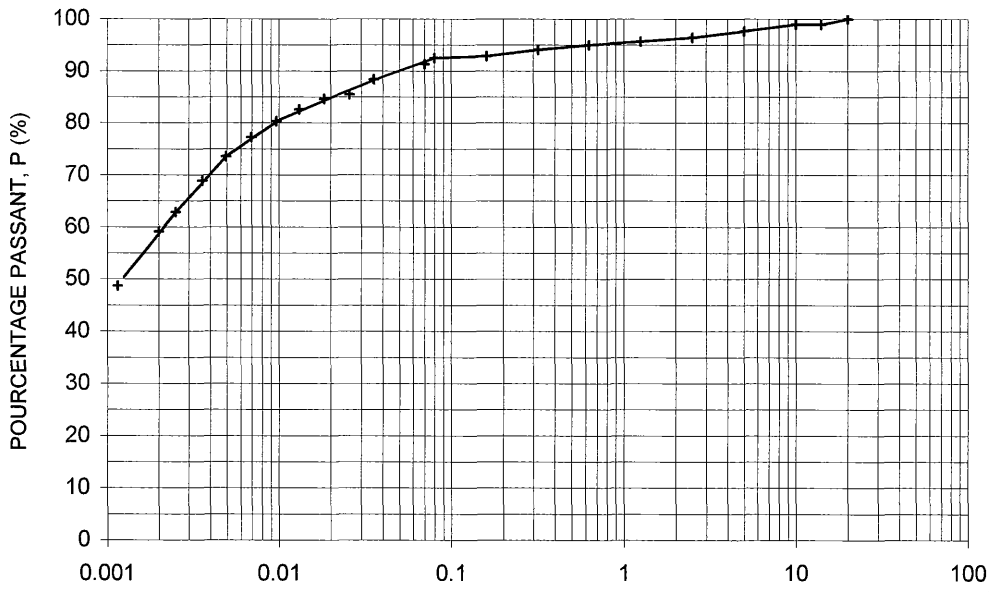
TAMIS (mm)	MASSES RETENUES INDIVID.	MASSES RETENUES CUMUL.	POURCENTAGES RETENU	POURCENTAGES PASSANT	POURCENT. TOTAL PASSANT
112					
80					
56					
40					
28					
20		0	0.0		**100.0**
14		5	1.1		**98.9**
10		5	1.1		**98.9**
5		12	2.4		**97.6**
Plateau		498			

TAMISAGE DU SABLE

2.50		2.3	1.2	98.8	**96.4**
1.25		3.7	2.0	98.0	**95.7**
0.63		5.0	2.7	97.3	**95.0**
0.32		6.8	3.6	96.4	**94.1**
0.16		9.2	4.9	95.1	**92.8**
0.08		9.9	5.3	94.7	**92.5**
Plateau		187.0			

SÉDIMENTOMÉTRIE

D (mm)	Temps (min)	Tempér. (C)	Lecture R	L (cm)	
0.0701	0.25	22.2	35.0	7.3	**91.3**
0.0357	1		34.0	7.5	**88.4**
0.0257	2	22.2	33.0	7.8	**85.5**
0.0182	4	22.2	32.7	7.9	**84.6**
0.0131	8	22.2	32.0	8.1	**82.6**
0.0096	15	22.3	31.2	8.3	**80.3**
0.0069	30	22.5	30.1	8.6	**77.3**
0.0049	61	22.7	28.8	8.9	**73.6**
0.0036	120	23.1	27.1	9.4	**68.9**
0.0025	257	23.7	24.9	10.0	**62.8**
0.0020	417	24.3	23.5	10.3	**59.1**
0.0011	1 435	22.4	20.3	11.2	**48.7**



DIAMÈTRE (mm)	POURCENT. PASSANT
20	100.0
5	97.6
0.4	94.4
0.08	92.5
0.002	59.1
0.0001	10
0.0004	30
0.0021	60

CU :	14.6
CC :	0.6
USC :	CL-CH
MF :	
Csi :	
Symbole :	AL3S1G1

Remarques :

Effect. par : J. Lemay 2005-03-11

Vérifié par Hélène Bilodeau, ing.

Date : 2005-03-29

QUÉFORMAT LTÉE

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DES SOLS INORGANIQUES

NQ 2501-025

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

SONDAGE : **F-15**
ÉCHANT. : **CF-4**
PROF. (m) : **4.35 - 4.96**

Échant. no. : **15-4**
Fichier no. : 15-4.GRN

Argile silteuse un peu de sable fin à grossier, traces de gravier.

MÉTHODE : **SÈCHE**

Masse totale sèche (g)	:	701
Masse totale > 5mm	:	17
Pourcentage retenu 5mm	:	2.4
Diamètre maximum (mm)	:	

TENEUR EN EAU NATURELLE, w (%)

Fraction passant tamis	:	**Aucun**
Masse totale humide	:	939.4
Masse totale sèche	:	715.4
Tare no L-27	:	13.9
TENEUR EN EAU, w (%)	:	**31.94**

MÉTHODE : **SÈCHE**

Fraction passant tamis	:	**5**
Masse de sol humide utilisée (g)	:	
Masse de sol sec utilisée (g)	:	52.99
Densité relative	:	2.72
Pourcentage total passant	:	97.6
Hydromètre 151H	no	3742
Masse de l'hydromètre (g)	:	53.79
L = A.R + B A (1/cm)	:	-0.27
B (cm)	:	17.57
C = D + 0.2 (20-T) D (1/1)	:	4.0
Facteur d'échelle F (1/1)	:	1.00

Défloculant : 5 g hexametaphosphate / litre

TAMISAGE DES GRAVIERS

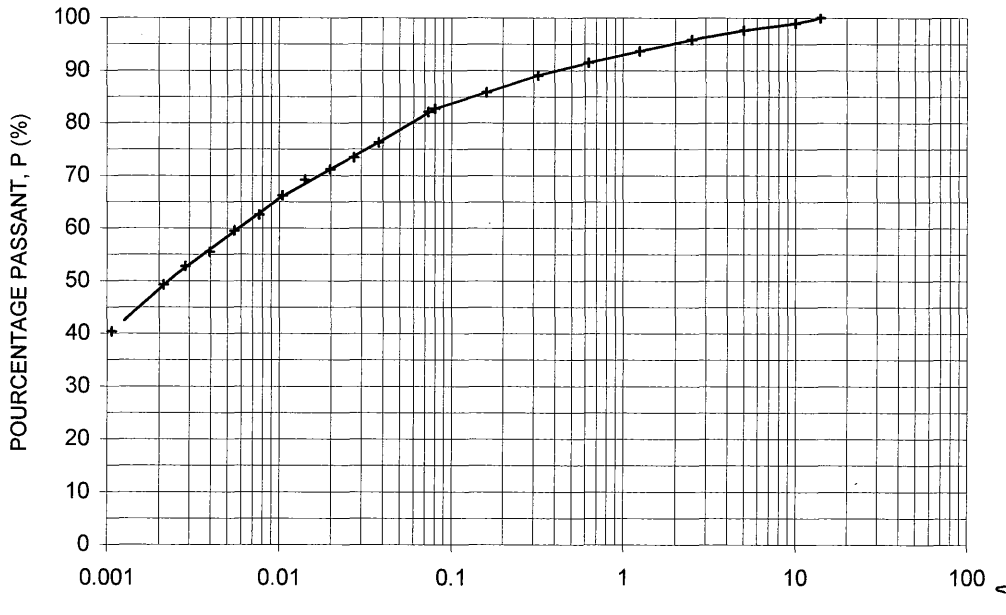
TAMIS (mm)	MASSES RETENUES INDIVID.	MASSES RETENUES CUMUL.	POURCENTAGES RETENU	POURCENTAGES PASSANT	POURCENT. TOTAL PASSANT
112					
80					
56					
40					
28					
20					
14		0	0.0		**100.0**
10		7	1.0		**99.0**
5		17	2.4		**97.6**
Plateau		701			

TAMISAGE DU SABLE

2.50		4.7	1.8	98.2	**95.8**
1.25		10.5	4.0	96.0	**93.7**
0.63		16.2	6.2	93.8	**91.5**
0.32		22.8	8.8	91.2	**89.0**
0.16		31.3	12.1	87.9	**85.8**
0.08		39.6	15.3	84.7	**82.7**
Plateau		259.5			

SÉDIMENTOMÉTRIE

D (mm)	Temps (min)	Tempér. (C)	Lecture R	L (cm)	
0.0733	0.25	23.5	31.5	8.2	**82.1**
0.0378	1		29.5	8.7	**76.3**
0.0272	2	23.5	28.5	9.0	**73.4**
0.0198	4	21.2	28.2	9.1	**71.2**
0.0142	8	21.2	27.5	9.3	**69.2**
0.0105	15	21.1	26.5	9.5	**66.2**
0.0076	30	19.9	25.5	9.8	**62.6**
0.0055	60	19.7	24.5	10.1	**59.5**
0.0039	120	19.8	23.1	10.4	**55.5**
0.0028	240	19.1	22.3	10.7	**52.8**
0.0021	420	21.5	20.6	11.1	**49.2**
0.0011	1 860	20.3	17.8	11.9	**40.4**



DIAMÈTRE (mm)	POURCENT. PASSANT
20	100.0
5	97.6
0.4	89.8
0.08	82.7
0.002	48.4
0.0001	10
0.0005	30
0.0058	60

CU :	59.4
CC :	0.4
USC :	CL-CH
MF :	
Csi :	
Symbole :	AL3S2G1

Remarques :

Effect. par :
J. Lemay 2005-03-11

Vérifié par
Hélène Bilodeau, ing.

Date : 2005-03-30

QUÉFORMAT LTÉE

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DES SOLS INORGANIQUES

NQ 2501-025

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

SONDAGE : **F-15**
ÉCHANT. : **CF-6**
PROF. (m) : **7.40 - 8.01**

Échant. no. : **15-6**
Fichier no. : 15-6.GRN

Silt et sable fin à grossier, un peu d'argile traces de gravier.

MÉTHODE : SÈCHE

Masse totale sèche (g)	:	428
Masse totale > 5mm	:	32
Pourcentage retenu 5mm	:	7.5
Diamètre maximum (mm)	:	

TENEUR EN EAU NATURELLE, w (%)

Fraction passant tamis	:	**Aucun**
Masse totale humide	:	485.2
Masse totale sèche	:	442.1
Tare no 2325	:	14.1
TENEUR EN EAU, w (%)	:	**10.08**

MÉTHODE : SÈCHE

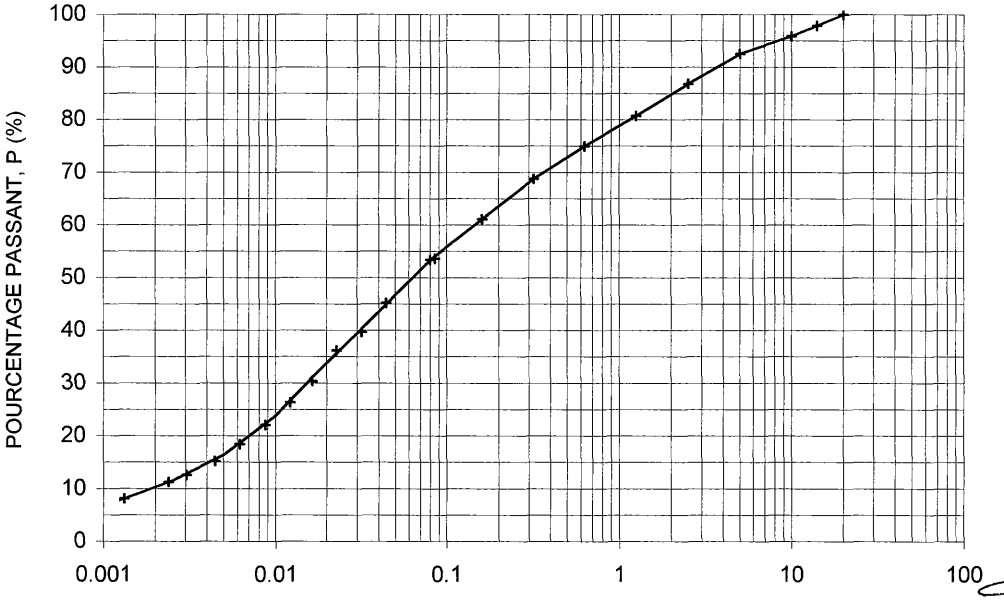
Fraction passant tamis	:	**5**
Masse de sol humide utilisée (g)	:	
Masse de sol sec utilisée (g)	:	50.35
Densité relative	:	2.72
Pourcentage total passant	:	92.5
Hydromètre 151H	no	3742
Masse de l'hydromètre (g)	:	53.79
L = A.R + B A (1/cm)	:	-0.27
B (cm)	:	17.57
C = D + 0.2 (20-T) D (1/1)	:	4.0
Facteur d'échelle F (1/1)	:	1.00

Défloculant : 5 g hexametaphosphate / litre

TAMIS (mm)	MASSES RETENUES INDIVID.	MASSES RETENUES CUMUL.	POURCENTAGES RETENU	POURCENTAGES PASSANT	POURCENT. TOTAL PASSANT
TAMISAGE DES GRAVIERS					
112					
80					
56					
40					
31.5					
20		0	0.0		**100.0**
14		9	2.1		**97.9**
10		18	4.2		**95.8**
5		32	7.5		**92.5**
Plateau		428			
TAMISAGE DU SABLE					
2.50		17.7	6.2	93.8	**86.8**
1.25		36.5	12.8	87.2	**80.7**
0.63		54.2	19.0	81.0	**75.0**
0.32		73.5	25.7	74.3	**68.7**
0.16		97.1	34.0	66.0	**61.1**
0.08		121.0	42.3	57.7	**53.3**
Plateau		285.8			

SÉDIMENTOMÉTRIE

D (mm)	Temps (min)	Tempér. (C)	Lecture R	L (cm)	
0.0852	0.25	22.2	22.0	10.7	**53.6**
0.0441	1		19.1	11.5	**45.2**
0.0319	2	22.2	17.2	12.0	**39.6**
0.0228	4	22.2	16.0	12.3	**36.2**
0.0165	8	22.2	14.0	12.9	**30.3**
0.0122	15	22.3	12.6	13.2	**26.3**
0.0087	30	22.5	11.1	13.6	**22.1**
0.0062	61	22.7	9.8	14.0	**18.4**
0.0044	120	23.1	8.6	14.3	**15.2**
0.0030	257	23.7	7.6	14.6	**12.6**
0.0024	415	24.3	7.0	14.7	**11.2**
0.0013	1 435	22.4	6.3	14.9	**8.1**



DIAMÈTRE (mm)	POURCENT. PASSANT
20	100.0
5	92.5
0.4	70.8
0.08	53.3
0.002	10.3
0.0019	10
0.0161	30
0.1452	60

CU :	76.4
CC :	0.9
USC :	ML
MF :	
Csi :	
Symbole :	LS4A2G1

Remarques :

Effect. par : J. Lemay 2005-03-11

Vérifié par Hélène Bilodeau, ing.

Date : 2005-03-29

QUÉFORMAT LTÉE

ESSAIS AU CÔNE DE LABORATOIRE

NQ-2501-110 et 092

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

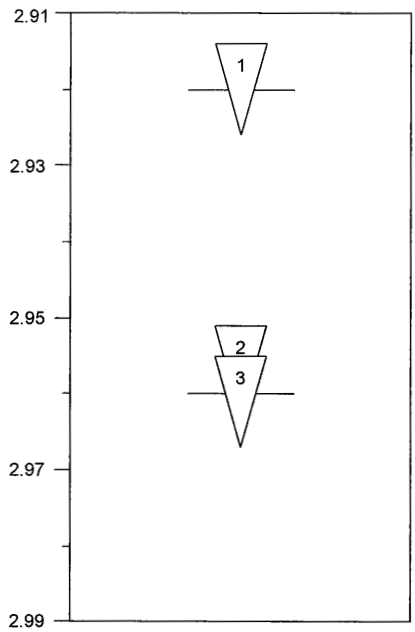
SONDAGE : **F-16**
ÉCHANT. : **TS-02A**
PROF. (m) : **2.90 - 3.00**

ÉCH. No : **16-2A**
FICHIER : 16-2A.CON

ESSAIS SUR SOL INTACT				
Détermination no :	**1**	**2**	**3**	**4**
Localisation (cm du haut)	1	5	5	
Cône (Masse - angle)	400 - 30	100 - 30	400 - 30	
Pénétration moyenne (mm)	6.0	3.0	7.0	
C_{UC} (kPa)	**109**	**109**	**80**	
Teneurs en eau naturelles				
Masse totale humide	61.44	39.65		
Masse totale sèche	54.22	35.38		
Tare no	261	1 132		
Masse de la tare	2.40	2.38		
Teneur en eau	**13.9**	**12.9**		

ESSAIS SUR SOL REMANIÉ				
Type de détermination				
Cône (Masse - angle)				
Pénétration moyenne (mm)				
C_{UR} (kPa)				
Teneurs en eau				
Masse totale humide				
Masse totale sèche				
Tare no				
Masse de la tare				
Teneur en eau				

Croquis du spécimen

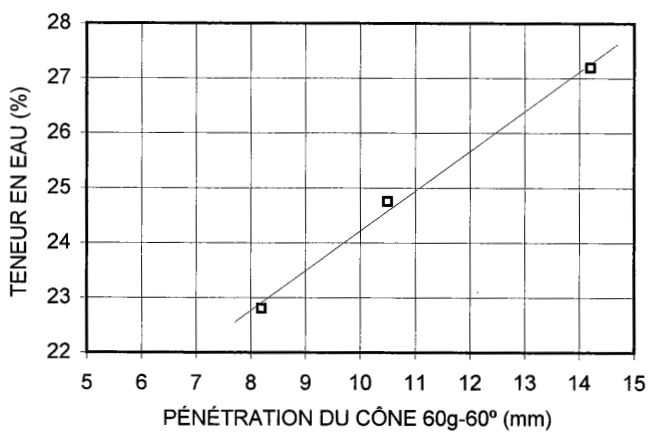


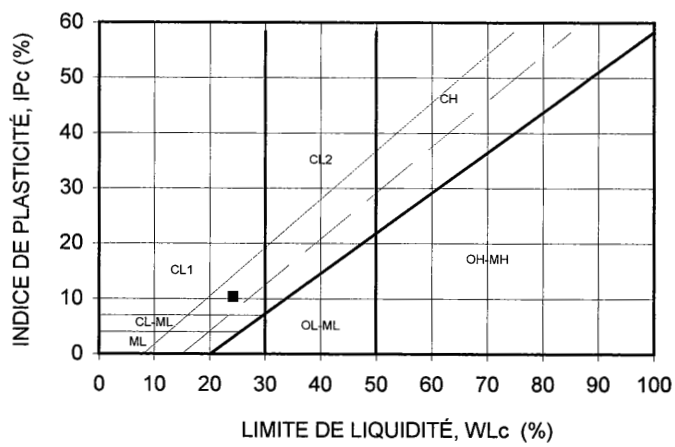
LIMITES DE CONSISTANCE						
	LIMITE DE LIQUIDITÉ				DE PLASTICITÉ	
Pénétration cône 60g-60°	**14.2**	**10.5**	**8.2**			
Masse totale humide	26.57	33.84	39.54		18.00	19.06
Masse totale sèche	21.40	27.60	32.64		16.10	17.02
Tare no	1 445	1 252	267		1 031	1 276
Masse de la tare	2.39	2.39	2.38		2.42	2.40
Teneur en eau	**27.2**	**24.8**	**22.8**		**13.9**	**14.0**

RÉSULTATS
C_{UC} : 99 kPa
C_{UR} :
S_t :
w_N : 13.4
w_{LC} : 24.2
w_P : 13.9
I_{Pc} : 10.3
I_{Lc} : -0.05
USC : CL1
Effectué par : M.P. - J.L. 05-03-11
Vérifié par Hélène Bilodeau ing.
Date : 05-03-17

Remarques :

(*) Valeur estimée, ND: Non déterminé, NP = non Plastique





QUÉFORMAT LTÉE

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DES SOLS INORGANIQUES

NQ 2501-025

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

SONDAGE : **F-16**
ÉCHANT. : **CF-3**
PROF. (m) : **3.12 - 3.73**

Échant. no. : **16-3**
Fichier no. : 16-3.GRN

Silt sableux et argileux traces de gravier.

MÉTHODE : SÈCHE

Masse totale sèche (g)	:	592
Masse totale > 5mm	:	22
Pourcentage retenu 5mm	:	3.7
Diamètre maximum (mm)	:	

TENEUR EN EAU NATURELLE, w (%)

Fraction passant tamis	:	**Aucun**
Masse totale humide	:	700.1
Masse totale sèche	:	606.3
Tare no 777	:	13.9
TENEUR EN EAU, w (%)	:	**15.83**

MÉTHODE : SÈCHE

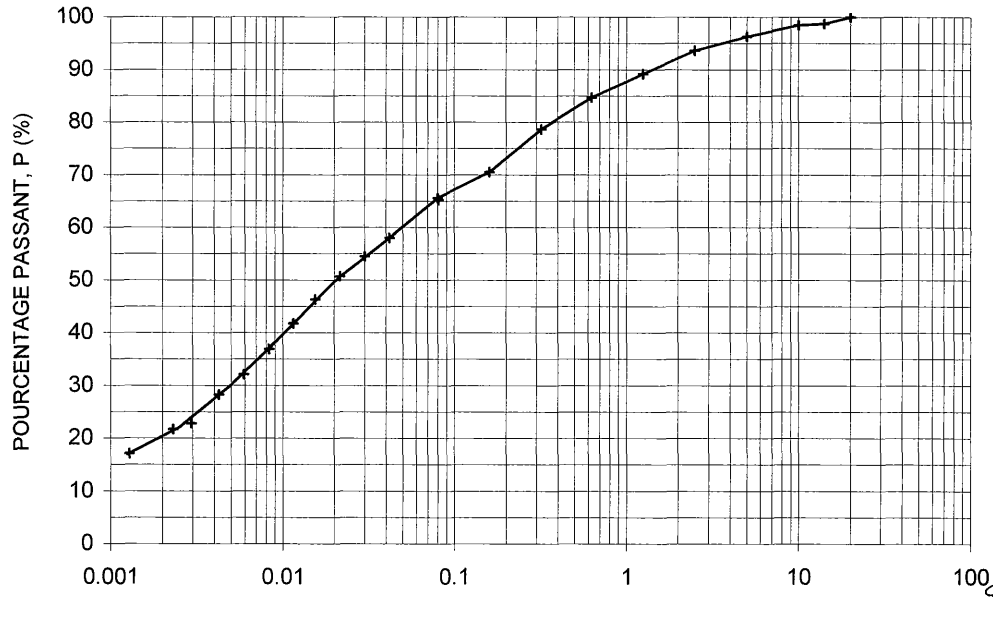
Fraction passant tamis	:	**5**
Masse de sol humide utilisée (g)	:	
Masse de sol sec utilisée (g)	:	52.37
Densité relative	:	2.72
Pourcentage total passant	:	96.3
Hydromètre 151H	no	3742
Masse de l'hydromètre (g)	:	53.79
L = A.R + B	A (1/cm) :	-0.27
	B (cm) :	17.57
C = D + 0.2 (20-T)	D (1/1) :	4.0
Facteur d'échelle	F (1/1) :	1.00

Défloculant : 5 g hexametaphosphate / litre

TAMIS (mm)	MASSES RETENUES INDIVID.	MASSES RETENUES CUMUL.	POURCENTAGES RETENU	POURCENTAGES PASSANT	POURCENT. TOTAL PASSANT
TAMISAGE DES GRAVIERS					
112					
80					
56					
40					
31.5					
20		0	0.0		**100.0**
14		7	1.3		**98.7**
10		9	1.5		**98.5**
5		22	3.7		**96.3**
Plateau		592			
TAMISAGE DU SABLE					
2.50		6.1	2.8	97.2	**93.6**
1.25		16.2	7.4	92.6	**89.2**
0.63		26.4	12.0	88.0	**84.7**
0.32		40.2	18.3	81.7	**78.7**
0.16		58.8	26.8	73.2	**70.5**
0.08		70.0	31.8	68.2	**65.6**
Plateau		219.8			

SÉDIMENTOMÉTRIE

D (mm)	Temps (min)	Tempér. (C)	Lecture R	L (cm)	
0.0808	0.25	22.2	26.0	9.7	**65.2**
0.0418	1		23.5	10.3	**58.0**
0.0300	2	22.2	22.3	10.7	**54.5**
0.0216	4	22.2	21.0	11.0	**50.7**
0.0155	8	22.2	19.5	11.4	**46.3**
0.0115	15	22.3	17.9	11.8	**41.7**
0.0083	30	22.5	16.2	12.3	**36.9**
0.0059	61	22.7	14.5	12.7	**32.1**
0.0043	120	23.1	13.1	13.1	**28.3**
0.0029	257	23.7	11.1	13.6	**22.8**
0.0023	415	24.3	10.6	13.8	**21.7**
0.0013	1 435	22.4	9.4	14.1	**17.1**



DIAMÈTRE (mm)	POURCENT. PASSANT
20	100.0
5	96.3
0.4	80.7
0.08	65.6
0.002	20.6
0.0005	10
0.0049	30
0.0503	60

CU :	96.8
CC :	0.9
USC :	ML
MF :	
Csi :	
Symbole :	LS3A3G1

Remarques :

Effect. par :
J. Lemay 2005-03-11

Vérifié par
Hélène Bilodeau, ing.

Date : 2005-03-29

QUÉFORMAT LTÉE

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DES SOLS INORGANIQUES

NQ 2501-025

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

SONDAGE : **F-16**
ÉCHANT. : **CF-4**
PROF. (m) : **4.35 - 4.96**

Échant. no. : **16-4**
Fichier no. : 16-4.GRN

Sable fin à grossier silteux et argileux un peu de gravier.

MÉTHODE : SÈCHE

Masse totale sèche (g)	:	477
Masse totale > 5mm	:	59
Pourcentage retenu 5mm	:	12.4
Diamètre maximum (mm)	:	

TENEUR EN EAU NATURELLE, w (%)

Fraction passant tamis	:	**Aucun**
Masse totale humide	:	582.0
Masse totale sèche	:	490.8
Tare no L-218	:	13.9
TENEUR EN EAU, w (%)	:	**19.13**

MÉTHODE : SÈCHE

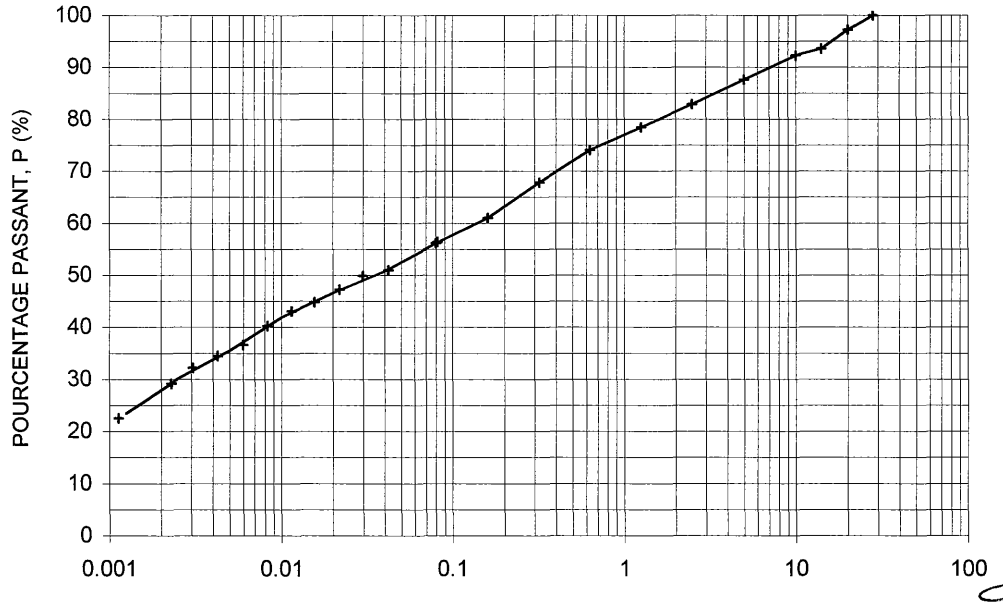
Fraction passant tamis	:	**5**
Masse de sol humide utilisée (g)	:	
Masse de sol sec utilisée (g)	:	50.84
Densité relative	:	2.72
Pourcentage total passant	:	87.6
Hydromètre 151H	no	3742
Masse de l'hydromètre (g)	:	53.79
L = A.R + B A (1/cm)	:	-0.27
B (cm)	:	17.57
C = D + 0.2 (20-T) D (1/1)	:	4.0
Facteur d'échelle F (1/1)	:	1.00

Défloculant : 5 g hexametaphosphate / litre

TAMIS (mm)	MASSES RETENUES INDIVID.	MASSES RETENUES CUMUL.	POURCENTAGES RETENU	POURCENTAGES PASSANT	POURCENT. TOTAL PASSANT
TAMISAGE DES GRAVIERS					
112					
80					
56					
40					
28		0	0.0		**100.0**
20		13	2.8		**97.2**
14		30	6.4		**93.6**
10		37	7.7		**92.3**
5		59	12.4		**87.6**
Plateau		477			
TAMISAGE DU SABLE					
2.50		16.5	5.4	94.6	**82.9**
1.25		32.1	10.5	89.5	**78.4**
0.63		47.4	15.5	84.5	**74.1**
0.32		69.1	22.5	77.5	**67.9**
0.16		93.1	30.4	69.6	**61.0**
0.08		110.1	35.9	64.1	**56.2**
Plateau		306.8			

SÉDIMENTOMÉTRIE

D (mm)	Temps (min)	Tempér. (C)	Lecture R	L (cm)	
0.0818	0.25	23.5	24.0	10.2	**56.4**
0.0420	1		22.0	10.7	**51.0**
0.0298	2	23.5	21.6	10.8	**49.9**
0.0218	4	21.2	21.1	11.0	**47.3**
0.0156	8	21.2	20.2	11.2	**44.8**
0.0115	15	21.1	19.6	11.4	**43.1**
0.0083	30	19.9	18.8	11.6	**40.3**
0.0060	60	19.7	17.5	11.9	**36.6**
0.0043	120	19.8	16.7	12.1	**34.5**
0.0031	240	19.1	16.0	12.3	**32.2**
0.0023	420	21.5	14.4	12.8	**29.2**
0.0011	1 860	20.3	12.2	13.4	**22.5**



DIAMÈTRE (mm)	POURCENT. PASSANT
20	97.2
5	87.6
0.4	69.9
0.08	56.2
0.002	27.9
0.0003	10
0.0025	30
0.1382	60

CU :	464.1
CC :	0.1
USC :	ML
MF :	
Csi :	
Symbole :	SfgL3A3G2

Remarques :

Effect. par : J. Lemay 2005-03-11

Vérifié par Hélène Bilodeau, ing.

Date : 2005-03-29

QUÉFORMAT LTÉE

ESSAIS AU CÔNE DE LABORATOIRE

NQ-2501-110 et 092

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

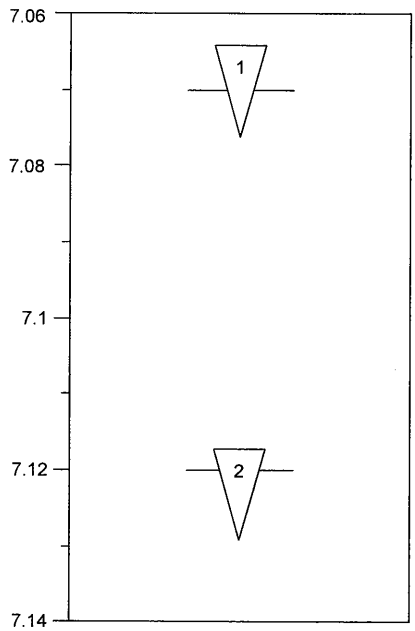
SONDAGE : **F-16**
ÉCHANT. : **TS-06B**
PROF. (m) : **7.05 - 7.15**

ÉCH. No : **16-06B**
FICHIER : 16-06B.CON

ESSAIS SUR SOL INTACT				
Détermination no :	**1**	**2**	**3**	**4**
Localisation (cm du haut)	1	6		
Cône (Masse - angle)	100 - 30	400 - 30		
Pénétration moyenne (mm)	6.2	9.1		
C_{UC} (kPa)	**25**	**47**		
Teneurs en eau naturelles				
Masse totale humide	45.82	65.32		
Masse totale sèche	30.49	46.32		
Tare no	10	235		
Masse de la tare	2.42	2.37		
Teneur en eau	**54.6**	**43.2**		

ESSAIS SUR SOL REMANIÉ				
Type de détermination	**Wn**	**Wn**		
Cône (Masse - angle)	60 - 60	100 - 30		
Pénétration moyenne (mm)	**2.5**	**6.5**		
C_{UR} (kPa)	**28.2**	**23.2**		
Teneurs en eau				
Masse totale humide	20.39			
Masse totale sèche	14.90			
Tare no	1 095			
Masse de la tare	2.37			
Teneur en eau	**43.8**			

Croquis du spécimen

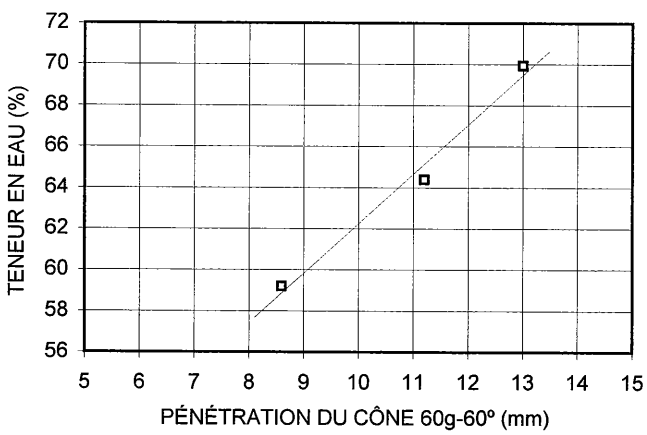


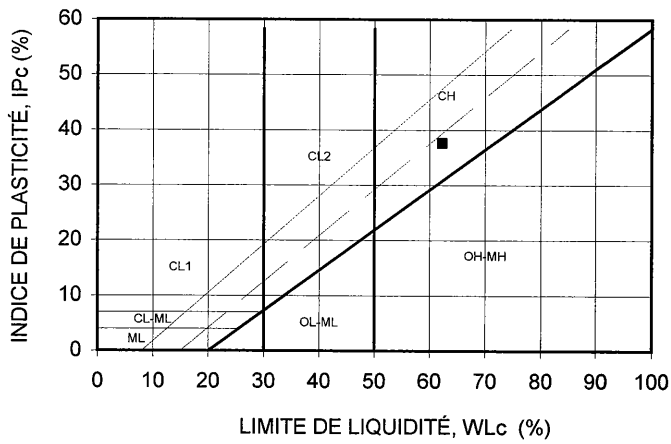
LIMITES DE CONSISTANCE						
	LIMITE DE LIQUIDITÉ				DE PLASTICITÉ	
Pénétration cône 60g-60°	**13.0**	**11.2**	**8.6**			
Masse totale humide	26.19	27.79	30.61		12.97	16.19
Masse totale sèche	16.38	17.85	20.11		10.95	13.37
Tare no	420	1 292	1 210		1 236	1 431
Masse de la tare	2.35	2.41	2.37		2.39	2.39
Teneur en eau	**69.9**	**64.4**	**59.2**		**23.6**	**25.7**

RÉSULTATS
C_{UC} : 36 kPa
C_{UR} : 25.7 kPa
S_t : 1
w_N : 43.8
w_{LC} : 62.2
w_P : 24.6
I_{PC} : 37.6
I_{LC} : 0.51
USC : CH
Effectué par : M.P. - J.L. 05-03-11
Vérifié par : Hélène Bilodeau ing.
Date : 05-03-17

Remarques :

(*) Valeur estimée, ND: Non déterminé, NP = non Plastique





QUÉFORMAT LTÉE

ESSAI OEDOMÉTRIQUE

ASTM D2435-90

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

SONDAGE : **F-16**
ÉCHANT. : **TS-6C**
PROF. (m) : **7.15 - 7.25**

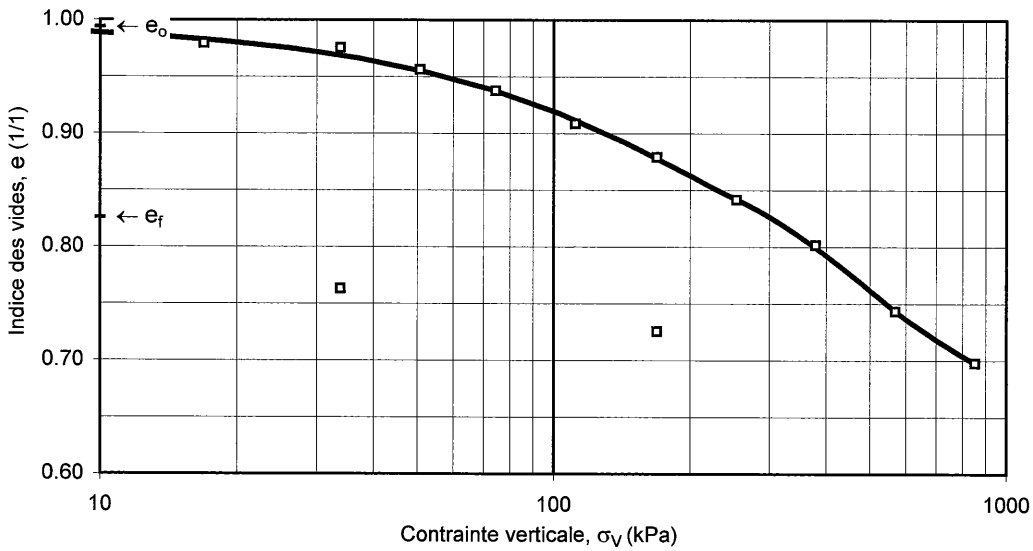
Échant. no. : **16-6C**
Fichier no. : 16-6C.OED

Caractéristiques volumiques		
Étape	Initiale	Finale
Épaisseur (mm) :	19.20	17.58
Volume (cc) :	60.92	55.79
M. humide + tare :	189.35	197.61
M. tare :	76.02	89.41
M. humide :	113.33	108.20
M. sèche :	82.86	
Densité solide :	2.72*	
Teneur en eau :	**36.8**	**30.6**
Ind. des vides :	**0.994**	**0.826**
Degr. de saturat. :	**100.6**	**100.7**

Équipement et constantes				
Chassis :	1	Levier :	10.95	1/1
Anneau :	1	Diam. :	63.56	mm
Cellule :	OC1	Fact. :	33.84	kPa / kg

Teneurs en eau et pesées				
Étape	Initiale		Finale totale	
	auxiliaire	totale	humide	sec
M. humide	116.90	113.33	197.61	
M. sèche	86.38	82.86		172.27
Tare no.	350		A+tare	A+tare
M. tare	2.38		89.41	89.41
w (%)	**36.3**	**36.8**	**30.6**	

Chargements					Fin de chargement				Moyen dans l'intervalle			Rem.
Étape	Date	Charge	Lecture	Correc.	σ_v	ε_v	e	k_w	Module	C_c	C_v	
	aa-mm-jj	kg	0.002mm	0.002mm	kPa	%	1/1	cm/s	MPa	1/1	cm^2/s	
Io	2005-03-09	0.1	317		3	0.00	0.994					
Co1	2005-03-10	0.2	337	2	7	0.19	0.990		1.8	0.012		
Co2	2005-03-10	0.5	391	5	17	0.72	0.979		1.8	0.027		
Co3	2005-03-11	1.0	412	7	34	0.92	0.976		8.4	0.013		
Co4	2005-03-13	1.5	507	9	51	1.89	0.956		1.7	0.110		
Co5	2005-03-14	2.2	598	11	74	2.82	0.938		2.5	0.111		
Co6	2005-03-15	3.3	742	14	112	4.29	0.908		2.5	0.166		
Co7	2005-03-16	5.0	887	18	169	5.75	0.879		3.9	0.162		
Co8	2005-03-17	7.5	1073	22	254	7.64	0.841		4.4	0.214		
Co9	2005-03-18	11.2	1271	29	379	9.63	0.802		6.3	0.228		
Co10	2005-03-19	16.8	1562	38	569	12.57	0.743		6.4	0.333	3.3E-03	Cv1
Co11	2005-03-20	25.2	1793	51	853	14.85	0.698		12.4	0.258		
Do12	2005-03-21	5.0	1634	25	169	13.46	0.725					
Do13	2005-03-22	1.0	1443	15	34	11.57	0.763					
Do14	2005-03-22	0.1	1134	8	3	8.43	0.826					



Résultats d'essai		
$\sigma_{p\ min}$:	-	
$\sigma_{p\ max}$:	-	
$C_{rc\ moy}$:	**0.06**	**1/1**
$C_{c\ max}$:	**0.33**	**1/1**
γ_h :	**18.2**	**kN/m³**

Remarques

Crc moy. de 20 à 52 kPa
Cc max. à 533 kPa

Cv : Asaoka
(*) : Valeur estimée

Effectué par H. Bilodeau, ing.

Vérifié par : Jean Tardif, ing.

Date : 2005-03-30

QUÉFORMAT LTÉE

ESSAI OEDOMÉTRIQUE

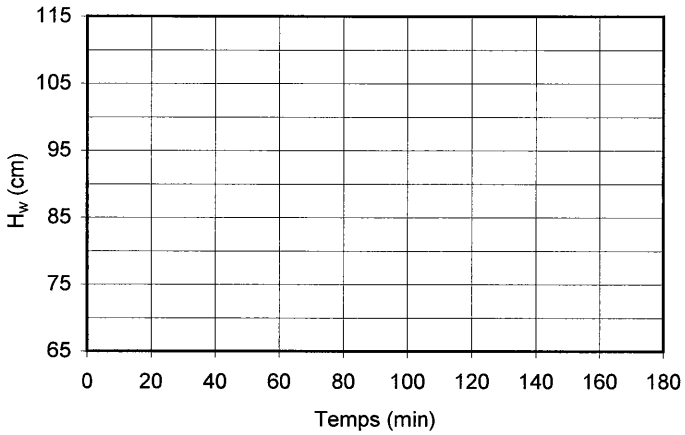
ASTM D2435-90

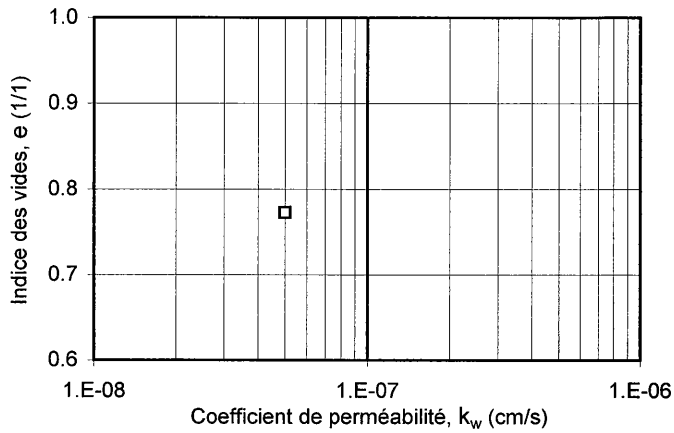
DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

SONDAGE : **F-16**
ÉCHANT. : **TS-6C**
PROF. (m) : **7.15 - 7.25**

Échant. no. : **16-6C**
Fichier no. : 16-6C.OED

Évaluation du coefficient de perméabilité



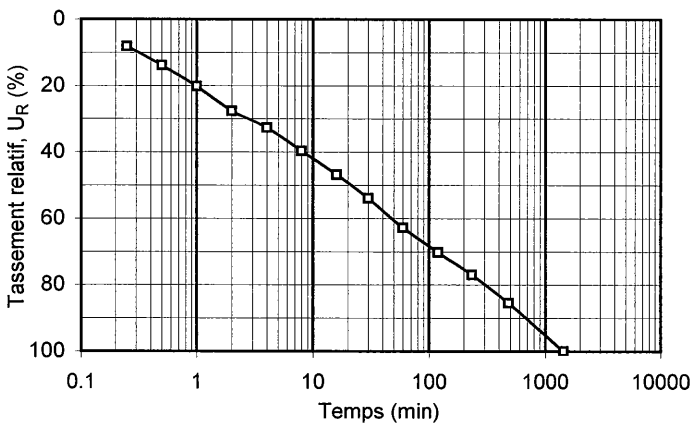


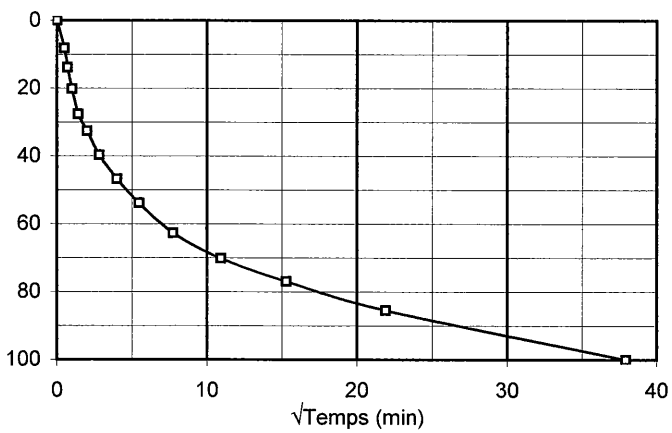
Mesure no	L_s (cm)	e (1/1)	A_t (cm2)	R^2 (1/1)	K_w* (cm/s)	Regression e - log(K_w)	
Cv1	1.707	0.772			5.0E-08	C_k :	$\Delta e/\Delta \log_{10}(K_w)$
						K_{weo} :	cm/s
						C_k / e_o :	1/1

$K_w = (A_t/A_s) \cdot L_s \cdot \Delta Ln(H_w)/\Delta t$ A_t : Section du tube A_s : Section du spécimen

$K_w^* = C_v \cdot m_v \cdot \gamma_w$ L_s : Épaisseur du spécimen

Evaluation graphique du coefficient de consolidation





Déterm. no	L_s (cm)	σ_v (kPa)	t_{50}	t_{90} (min)	$\Delta t/\ln(\beta)$	Cv_{50}	Cv_{90} (cm^2/s)	Cv_{asa}	C_α (1/1)	C_α / C_c (1/1)
Cv1	1.707	569		3.1	0.67		3.4E-03	3.3E-03	1.78E-02	0.054

Cv_{50} & $Cv_{90} = (T \cdot L_s^2) / (4 \cdot t)$ T = 0.20 pour t_{50} (Casagrande) T = 0.85 pour t_{90} (Taylor)

$Cv_{asa} = (L_e/\pi)^{2i} \ln(\beta)/\Delta t$ $\beta = \Delta U_{R\,(n-1)} / \Delta U_{R\,(n)}$ (Asaoka)

APPENDICE C

RÉSULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE (SOLS NATURELS)

(planches C-1 à C-20)

QUÉFORMAT

QUÉFORMAT LTÉE

Résumé des propriétés physiques et mécaniques des sols

Projet : Prolongement de l'autoroute 30, secteur des haldes de Ciment Lafarge

Dossier : S-12341-1G

Identification				Teneur en eau et Plasticité					Résistance au cisaillement			Compressibilité et consolidation			Granulométrie (pourcentage passant)				Poids volumique	Essais CIU	Classe USC
Sondage no	Éch. no	Prof. (m) de	Prof. (m) à	w_n (%)	w_L (%)	w_P (%)	I_P (%)	I_L	c_{uc} (kPa)	c_r (kPa)	St	σ'_p (kPa)	C_c	c_v (cm²/s)	20 mm	5 mm	0,08 mm	0,002 mm	γ (kN/m³)	c', kPa (ϕ', degrés)	
F-14	TS-8	6,83	6,85	41,1															(17,86)		
		6,95	7,05	42,4	77,0	25,7	51,3	0,33	181,4	62,81	2,9	(667,2)	(0,57)						(17,73)		CH
		7,05	7,07	43,4															(17,63)		
	TS-10	9,13	9,15	67,3															(15,83)		
		9,35	9,45	63,3								192,0	1,40	1,00E-04					(16,07)		
		9,45	9,55	65,0	65,4	24,3	41,1	0,99	47,4	3,71	12,8	(183,9)	(1,87)						(15,96)		CH
		9,55	9,57	58,0															(16,42)		
	TS-11	10,65	10,67	58,0															(16,42)		
		10,67	10,77	51,8	46,4	22,6	23,8	1,23	35,8	1,76	20,3	(153,4)	(1,05)						(16,89)		CL2
		10,77	10,87	54,9															(16,64)	9,8 (21)	
		10,87	10,97	48,7															(17,14)	9,8 (21)	
		10,97	11,07	50,8															(16,96)	9,8 (21)	
		11,07	11,09	46,1															(17,37)		
	TS-12	12,11	12,13	41,5															(17,83)		
		12,23	12,33	39,0	38,5	21,1	17,4	1,03	27,7	2,18	12,7	(123,4)	(0,42)						(18,09)		CL2
	CF-13	13,56	14,17	11,2											98,2	91,1	54,8	11,5	(22,94)		ML
	CF-14	15,08	15,69												(combiné avec CF-13)						
F-16	CF-12	14,33	14,94	8,5											95,4	78,8	34,0	4,5	(23,71)		SM

Gs = 2,75

2005-05-27

Note : Les valeurs entre parenthèses sont déduites des essais réalisés

Planche C-1

Prolongement de l'autoroute 30
Secteur des haldes de Ciment Lafarge
Résumé des essais triaxiaux (Argile)

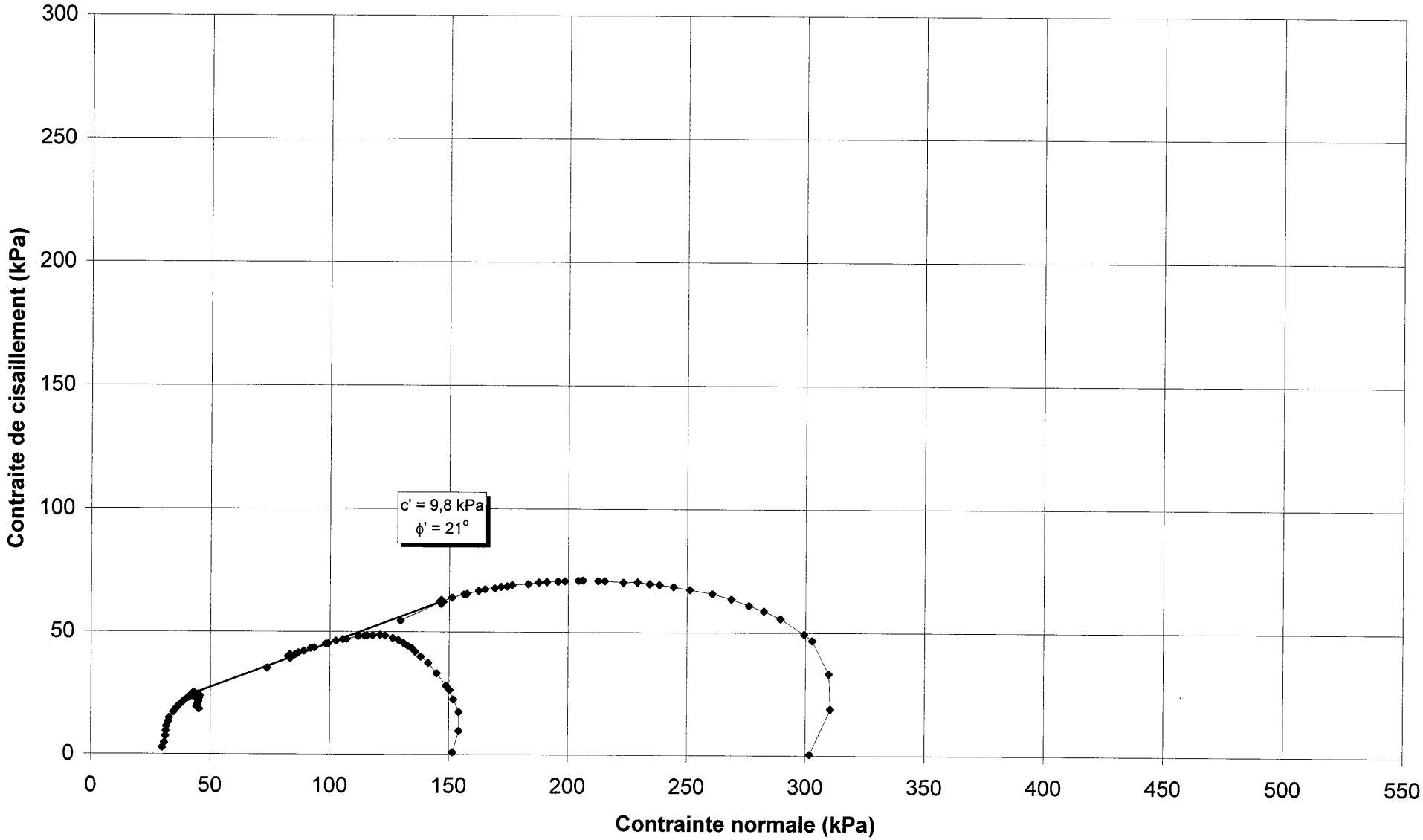


Planche C-2

QUÉFORMAT LTÉE

ESSAIS AU CÔNE DE LABORATOIRE

NQ-2501-110 et 092

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

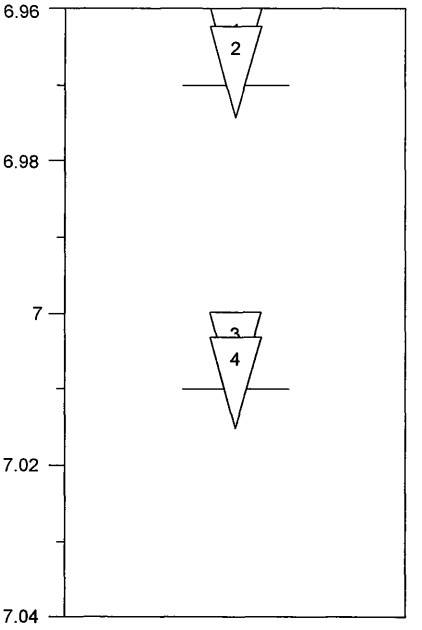
SONDAGE : **F-14**
ÉCHANT. : **TS-08B**
PROF. (m) : **6.95 - 7.05**

ÉCH. No : **14-08B**
FICHIER : 14-08B.CON

ESSAIS SUR SOL INTACT				
Détermination no :	**1**	**2**	**3**	**4**
Localisation (cm du haut)	1	1	5	5
Cône (Masse - angle)	100 - 30	400 - 30	100 - 30	400 - 30
Pénétration moyenne (mm)	1.9	4.3	1.9	5.1
C_{UC} (kPa)	**271**	**212**	**271**	**151**
Teneurs en eau naturelles				
Masse totale humide	70.44	70.44	78.68	78.68
Masse totale sèche	49.74	49.74	55.42	55.42
Tare no	1 142	1 142	1 119	1 119
Masse de la tare	2.41	2.41	2.38	2.38
Teneur en eau	**43.7**	**43.7**	**43.9**	**43.9**

ESSAIS SUR SOL REMANIÉ				
Type de détermination	**Wn**	**Wn**		
Cône (Masse - angle)	100 - 30	400 - 30		
Pénétration moyenne (mm)	**3.2**	**7.9**		
C_{UR} (kPa)	**95.7**	**62.8**		
Teneurs en eau				
Masse totale humide	15.72			
Masse totale sèche	11.94			
Tare no	1 371			
Masse de la tare	2.42			
Teneur en eau	**39.7**			

Croquis du spécimen

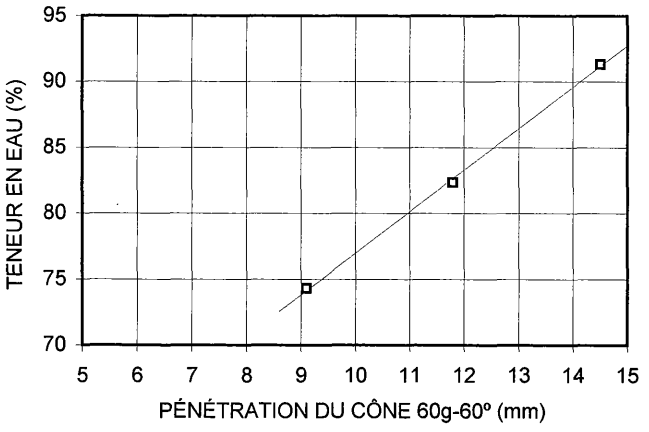


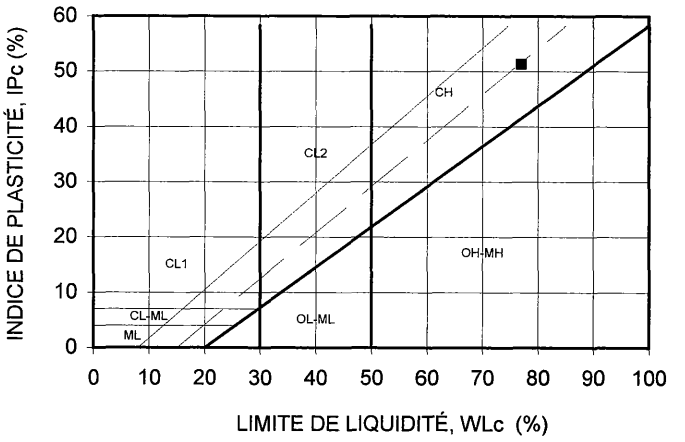
LIMITES DE CONSISTANCE						
	LIMITE DE LIQUIDITÉ				DE PLASTICITÉ	
Pénétration cône 60g-60°	**14.5**	**11.8**	**9.1**			
Masse totale humide	19.40	21.20	19.80		12.31	13.48
Masse totale sèche	11.29	12.71	12.37		10.29	11.21
Tare no	407	367	1 259		202	232
Masse de la tare	2.41	2.40	2.37		2.38	2.40
Teneur en eau	**91.3**	**82.3**	**74.3**		**25.5**	**25.8**

RÉSULTATS
C_{UC} : 226 kPa
C_{UR} : 79.3 kPa
S_t : 3
w_N : 39.7
w_{LC} : 77.0
w_P : 25.7
I_{PC} : 51.3
I_{LC} : 0.27
USC : CH
Effectué par : M.P. - J.L. 05-03-11
Vérifié par : Hélène Bilodeau ing.
Date : 05-03-17

Remarques :

(*) Valeur estimée, ND: Non déterminé, NP = non Plastique





QUÉFORMAT LTÉE

ESSAI OEDOMÉTRIQUE

ASTM D2435-90

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

SONDAGE : **F-14**
ÉCHANT. : **TS-10C**
PROF. (m) : **9.35 - 9.45**

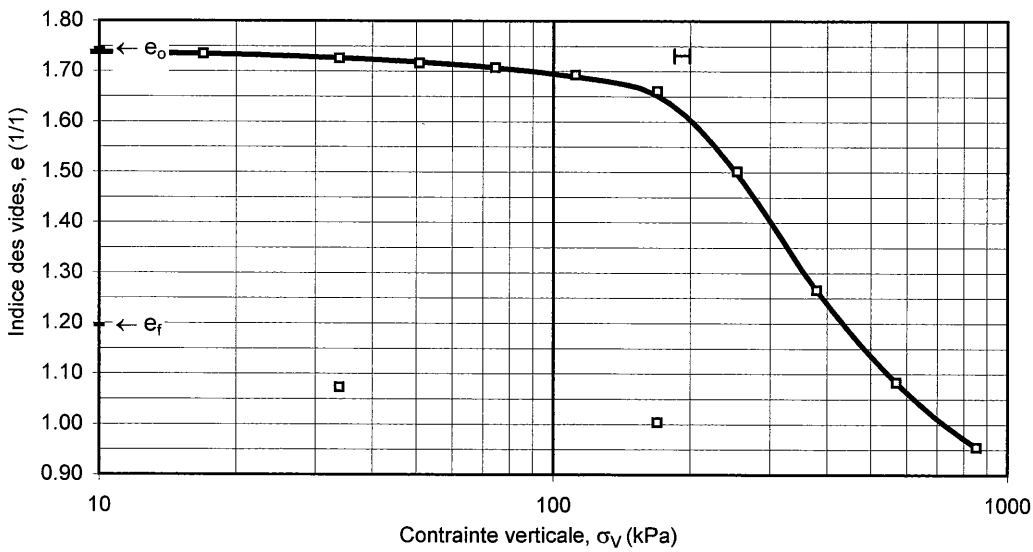
Échant. no. : **14-10C**
Fichier no. : 14-10C.OED

Caractéristiques volumiques		
Étape	Initiale	Finale
Épaisseur (mm) :	19.20	15.36
Volume (cc) :	60.90	48.72
M. humide + tare :	175.89	177.56
M. tare :	76.50	90.08
M. humide :	99.39	87.48
M. sèche :	60.85	
Densité solide :	2.75*	
Teneur en eau :	**63.3**	**43.8**
Ind. des vides :	**1.744**	**1.195**
Degr. de saturat. :	**99.9**	**100.7**

Équipement et constantes				
Chassis :	2	Levier :	10.96	1/1
Anneau :	2	Diam. :	63.55	mm
Cellule :	OC2	Fact. :	33.89	kPa / kg

Teneurs en eau et pesées				
Étape	Initiale		Finale totale	
	auxiliaire	totale	humide	sec
M. humide	147.27	99.39	177.56	
M. sèche	89.70	60.85		150.93
Tare no.	369		A+tare	A+tare
M. tare	2.36		90.08	90.08
w (%)	**65.9**	**63.3**	**43.8**	

Chargements					Fin de chargement				Moyen dans l'intervalle			Rem.
Étape	Date	Charge	Lecture	Correc.	σ_v	ε_v	e	k_w	Module	C_c	C_v	
	aa-mm-jj	kg	0.002mm	0.002mm	kPa	%	1/1	cm/s	MPa	1/1	cm^2/s	
Io	2005-03-09	0.1	280		3	0.00	1.744					
Co1	2005-03-10	0.2	292	3	7	0.09	1.741		3.5	0.009		
Co2	2005-03-10	0.5	323	9	17	0.35	1.734		3.8	0.018		
Co3	2005-03-11	1.0	365	20	34	0.68	1.725		5.1	0.029		
Co4	2005-03-13	1.5	405	28	51	1.01	1.716		5.1	0.052		
Co5	2005-03-14	2.2	445	37	75	1.34	1.707		7.2	0.054		
Co6	2005-03-15	3.3	508	48	112	1.87	1.693		6.9	0.083		
Co7	2005-03-16	5.0	632	60	169	3.04	1.661		4.9	0.178		
Co8	2005-03-17	7.5	1200	71	254	8.84	1.501		1.5	0.904		
Co9	2005-03-18	11.2	2033	80	380	17.43	1.266		1.5	1.353	1.0E-04	Cv1
Co10	2005-03-19	16.8	2682	89	569	24.09	1.083		2.8	1.038		
Co11	2005-03-20	25.2	3142	101	854	28.76	0.955		6.1	0.728		
Do12	2005-03-21	5.0	2943	72	169	26.99	1.003					
Do13	2005-03-22	1.0	2673	45	34	24.46	1.073					
Do14	2005-03-22	0.1	2212	12	3	20.00	1.195					



Résultats d'essai		
$\sigma_{p\ min}$:	**185**	**kPa**
$\sigma_{p\ max}$:	**199**	**kPa**
$C_{rc\ moy}$:	**0.04**	**1/1**
$C_{c\ max}$:	**1.40**	**1/1**
γ_h :	**16.0**	**kN/m³**

Remarques

Crc moy. de 20 à 52 kPa
Cc max. à 315 kPa

C_v : Asaoka
(*) : Valeur estimée

Effectué par H. Bilodeau, ing.

Vérifié par : Jean Tardif, ing.

Date : 2005-03-30

QUÉFORMAT LTÉE

ESSAI OEDOMÉTRIQUE

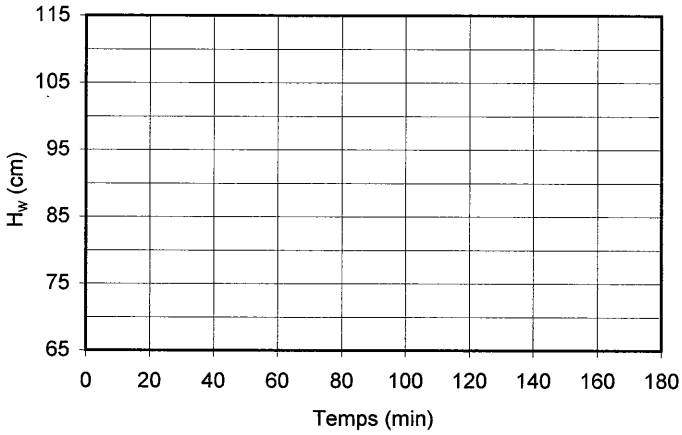
ASTM D2435-90

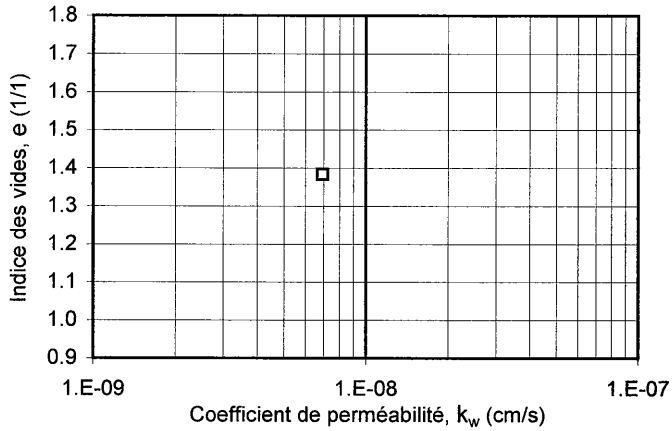
DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

SONDAGE : **F-14**
ÉCHANT. : **TS-10C**
PROF. (m) : **9.35 - 9.45**

Échant. no. : **14-10C**
Fichier no. : 14-10C.OED

Evaluation du coefficient de perméabilité



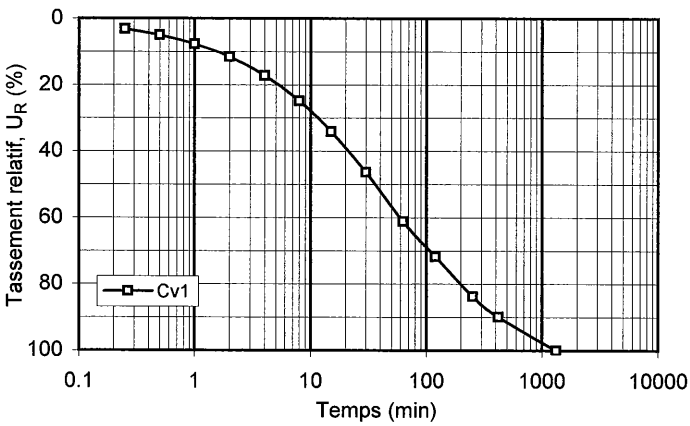


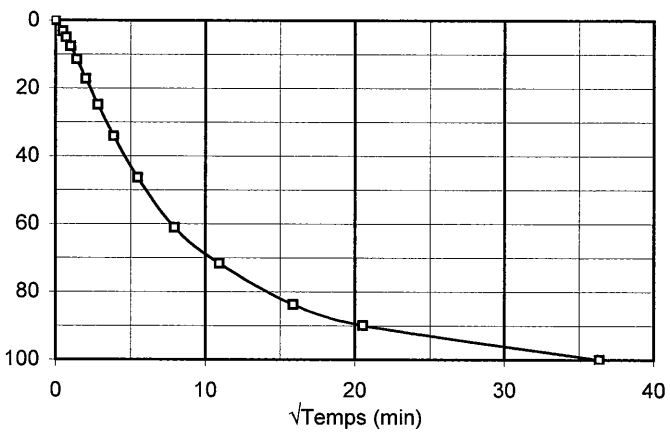
Mesure no	L_s (cm)	e (1/1)	A_t (cm2)	R^2 (1/1)	K_w* (cm/s)	Regression e - log(K_w)	
Cv1	1.668	1.384			6.9E-09	C_k :	$\Delta e/\Delta \log_{10}(K_w)$
						K_{weo} :	cm/s
						C_k / e_o :	1/1

$K_w = (A_t/A_s) \cdot L_s \cdot \Delta Ln(H_w)/\Delta t$ A_t : Section du tube A_s : Section du spécimen

$K_w^* = C_v \cdot m_v \cdot \gamma_w$ L_s : Épaisseur du spécimen

Evaluation graphique du coefficient de consolidation





Déterm. no	L_s (cm)	σ_v (kPa)	t_{50} (min)	t_{90} (min)	$\Delta t/\ln(\beta)$	Cv_{50} (cm^2/s)	Cv_{90} (cm^2/s)	Cv_{asa} (cm^2/s)	C_α (1/1)	C_α / C_c (1/1)
Cv1	1.668	380	20.9	89.7	0.02	1.1E-04	1.1E-04	1.0E-04	5.23E-02	0.029

Cv_{50} & $Cv_{90} = (T \cdot L_s^2) / (4 \cdot t)$ T = 0.20 pour t_{50} (Casagrande) T = 0.85 pour t_{90} (Taylor)

$Cv_{asa} = (L_e/\pi)^{2I} \ln(\beta)/\Delta t$ $\beta = \Delta U_{R\,(n-1)} / \Delta U_{R\,(n)}$ (Asaoka)

QUÉFORMAT LTÉE

ESSAIS AU CÔNE DE LABORATOIRE

NQ-2501-110 et 092

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

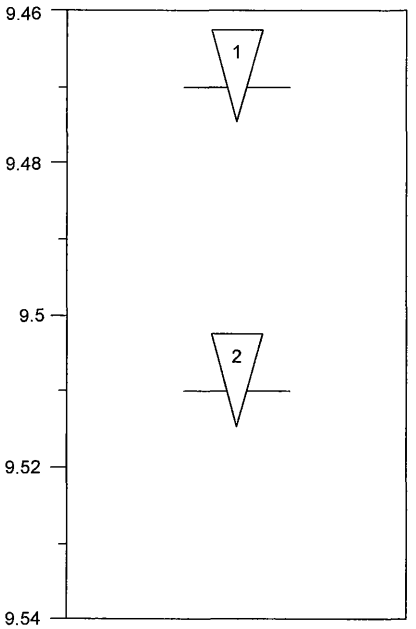
SONDAGE : **F-14**
ÉCHANT. : **TS-10D**
PROF. (m) : **9.45 - 9.55**

ÉCH. No : **14-10D**
FICHIER : 14-10D.CON

ESSAIS SUR SOL INTACT				
Détermination no :	**1**	**2**	**3**	**4**
Localisation (cm du haut)	1	5		
Cône (Masse - angle)	100 - 30	100 - 30		
Pénétration moyenne (mm)	4.6	4.5		
C_{UC} (kPa)	**46**	**48**		
Teneurs en eau naturelles				
Masse totale humide	57.25	60.07		
Masse totale sèche	34.68	38.03		
Tare no	1 205	1 254		
Masse de la tare	2.39	2.40		
Teneur en eau	**69.9**	**61.9**		

ESSAIS SUR SOL REMANIÉ				
Type de détermination	**Wn**			
Cône (Masse - angle)	60 - 60			
Pénétration moyenne (mm)	**6.9**			
C_{UR} (kPa)	**3.7**			
Teneurs en eau				
Masse totale humide	23.59			
Masse totale sèche	15.37			
Tare no	234			
Masse de la tare	2.39			
Teneur en eau	**63.3**			

Croquis du spécimen

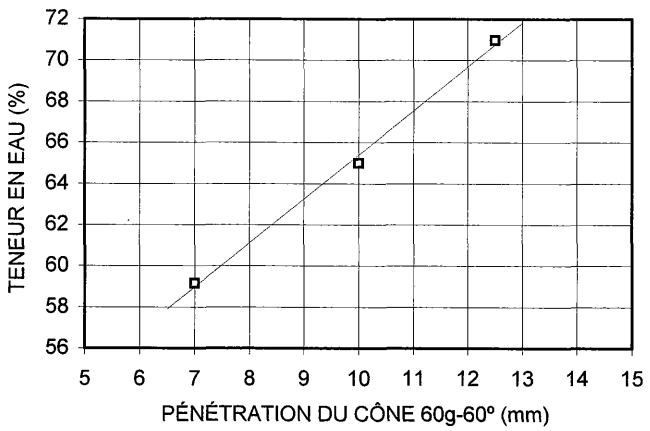


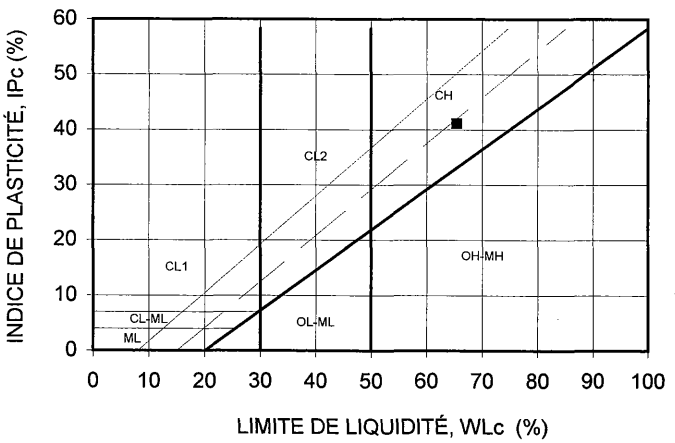
LIMITES DE CONSISTANCE						
	LIMITE DE LIQUIDITÉ				DE PLASTICITÉ	
Pénétration cône 60g-60°	**12.5**	**10.0**	**7.0**			
Masse totale humide	24.25	25.10	24.11		14.77	15.15
Masse totale sèche	15.18	16.15	16.03		12.38	12.63
Tare no	301	1 204	1 209		1 019	1 023
Masse de la tare	2.40	2.38	2.37		2.43	2.41
Teneur en eau	**71.0**	**65.0**	**59.2**		**24.0**	**24.7**

RÉSULTATS
C_{UC} : 47 kPa
C_{UR} : 3.7 kPa
S_t : 13
w_N : 63.3
w_{LC} : 65.4
w_P : 24.3
I_{PC} : 41.1
I_{LC} : 0.95
USC : CH
Effectué par : M.P. - J.L. 05-03-11
Vérifié par Hélène Bilodeau ing.
Date : 05-03-17

Remarques :

(*) Valeur estimée, ND: Non déterminé, NP = non Plastique





QUÉFORMAT LTÉE

ESSAIS AU CÔNE DE LABORATOIRE

NQ-2501-110 et 092

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

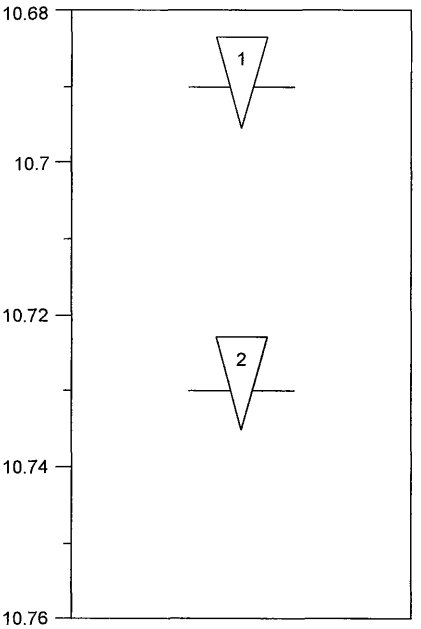
SONDAGE : **F-14**
ÉCHANT. : **TS-11A**
PROF. (m) : **10.67 - 10.77**

ÉCH. No : **14-11A**
FICHIER : 14-11A.CON

ESSAIS SUR SOL INTACT				
Détermination no :	**1**	**2**	**3**	**4**
Localisation (cm du haut)	1	5		
Cône (Masse - angle)	100 - 30	100 - 30		
Pénétration moyenne (mm)	5.5	5.0		
C_{UC} (kPa)	**32**	**39**		
Teneurs en eau naturelles				
Masse totale humide	66.21	58.37		
Masse totale sèche	44.60	38.61		
Tare no	1 396	334		
Masse de la tare	2.41	2.43		
Teneur en eau	**51.2**	**54.6**		

ESSAIS SUR SOL REMANIÉ				
Type de détermination	**Wn**			
Cône (Masse - angle)	60 - 60			
Pénétration moyenne (mm)	**10.0**			
C_{UR} (kPa)	**1.8**			
Teneurs en eau				
Masse totale humide	33.07			
Masse totale sèche	22.89			
Tare no	1 241			
Masse de la tare	2.38			
Teneur en eau	**49.6**			

Croquis du spécimen

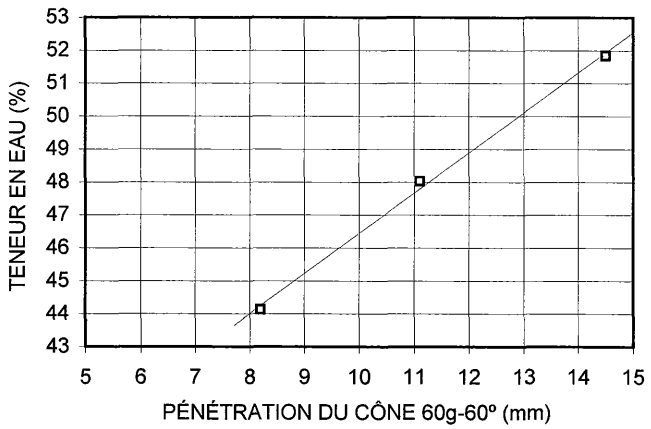


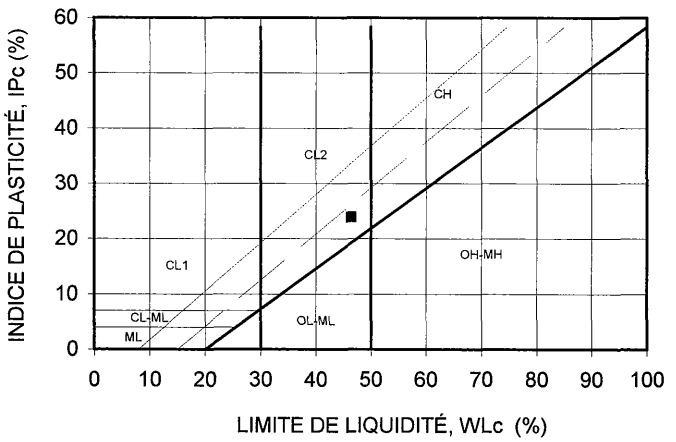
LIMITES DE CONSISTANCE						
	LIMITE DE LIQUIDITÉ				DE PLASTICITÉ	
Pénétration cône 60g-60°	**14.5**	**11.1**	**8.2**			
Masse totale humide	31.31	28.62	28.49		14.94	16.87
Masse totale sèche	21.44	20.12	20.49		12.64	14.19
Tare no	1 086	1 047	1 247		327	408
Masse de la tare	2.40	2.42	2.36		2.41	2.37
Teneur en eau	**51.8**	**48.0**	**44.1**		**22.5**	**22.7**

RÉSULTATS
C_{UC} : 36 kPa
C_{UR} : 1.8 kPa
S_t : 20
w_N : 49.6
w_{Lc} : 46.4
w_P : 22.6
I_{Pc} : 23.9
I_{Lc} : 1.13
USC : CL2
Effectué par : M.P. - J.L. 05-03-11
Vérifié par : Hélène Bilodeau ing.
Date : 05-03-17

Remarques :

(*) Valeur estimée, ND: Non déterminé, NP = non Plastique



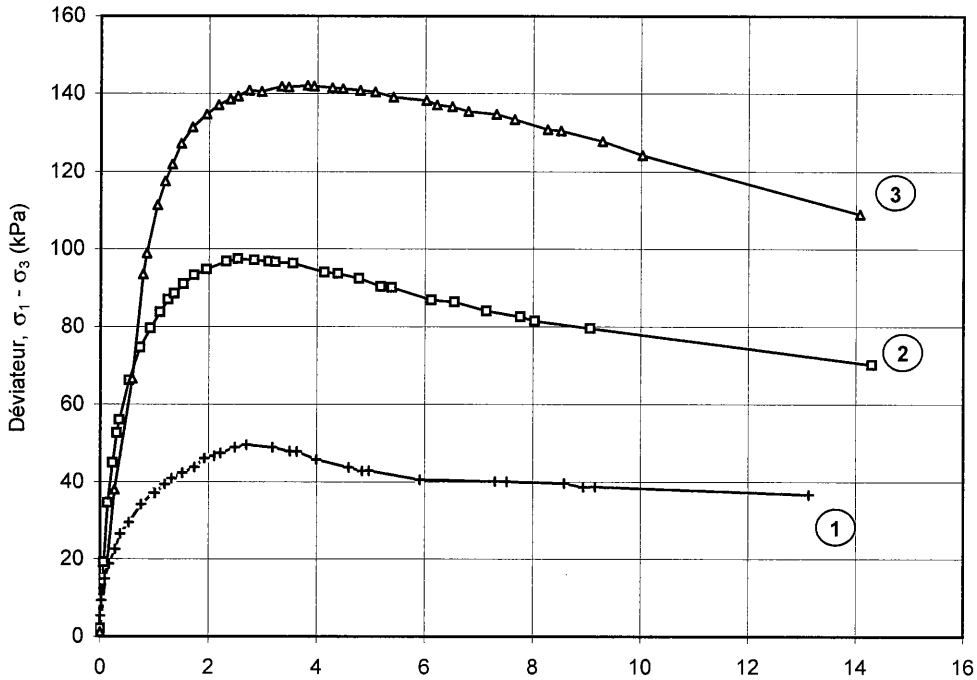


QUÉFORMAT LTÉE

COMPRESSIONS TRIAXIALES NON DRAINEES ASTM D4767-95

DOSSIER **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

Fichier : **S-12341-1G-A**

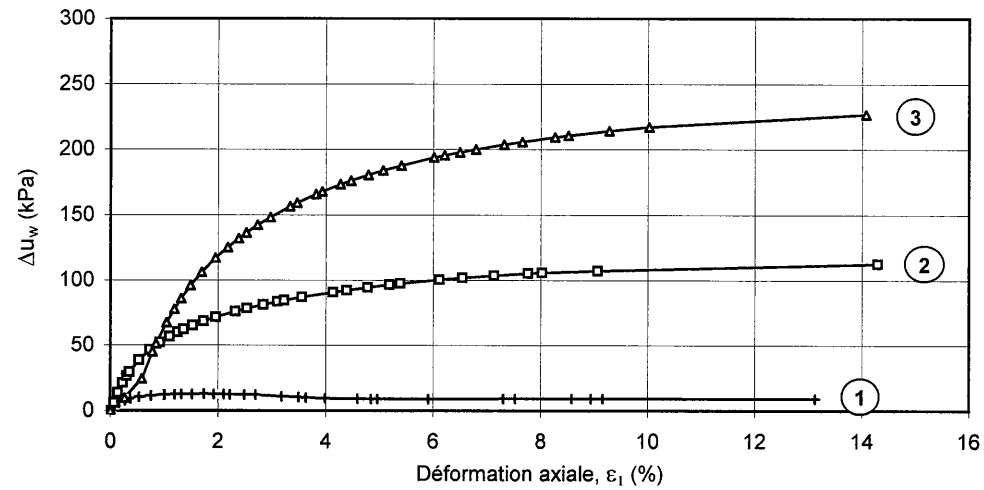


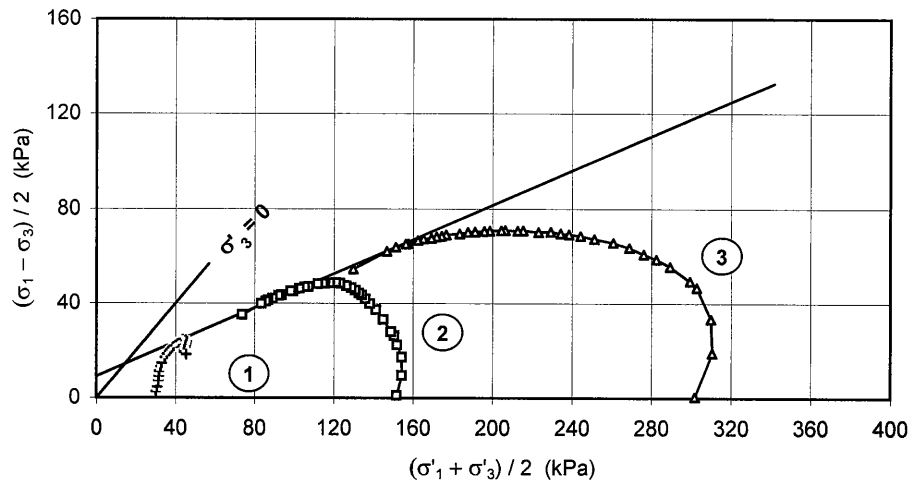
PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES ET RÉSULTATS D'ESSAIS					
Identif.	Essai no.		1	2	3
	Fichier		12341-1G-01	12341-1G-02	12341-1G-03
	Échantillon		F-14 TS-11D	F-14 TS-11C	F-14 TS-11B
	Profondeur	(m)	11.0	10.9	10.8
Initital	Teneur en eau	w_o : (%)	50.8	48.7	54.9
	Masse volumique humide	ρ_{ho} : (kg/m^3)	1717	1739	1697
	Masse volumique sèche	ρ_{do} : (kg/m^3)	1138	1169	1095
	Degré de saturation (1)	S_{ro} : (%)	100	100	101
Consolidé	Pression cellullaire effective	σ'_{3C} : (kPa)	**25**	**150**	**300**
	Déformation volumique	ε_{VC} : (%)	0.1	3.4	10.6
	Coeff. de consolidation	C_v : (cm^2/s)	ND	ND	ND
	Coeff. de perméabilité	k : (cm/s)	ND	ND	ND
En cisaillement	$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$	$(\sigma_1 - \sigma_3)$: (kPa)	50	97	142
		ε_1 : (%)	2.7	2.5	3.8
		ϕ' (2) : (°)	34.6	23.7	20.1
	$(\sigma'_1 / \sigma'_3)_{max}$	$(\sigma_1 - \sigma_3)$: (kPa)	49	80	124
		ε_1 : (%)	2.5	9.1	10.0
		ϕ' (2) : (°)	34.6	28.5	25.1
	ε_1 = 13 %	$(\sigma_1 - \sigma_3)$: (kPa)	37	73	113
		σ'_1 / σ'_3 : (1/1)	2.36	2.82	2.46
		ϕ' (2) : (°)	23.9	28.5	24.9

ND : Non déterminé.

(1) Degré de saturation calculé pour D_{RS} = 2.72

(2) $\phi' = \sin^{-1} [(\sigma_1 - \sigma_3) / (\sigma'_1 + \sigma'_3)]$ pour c' = 0





QUÉFORMAT LTÉE

COMPRESSION TRIAXIALE NON DRAINÉE (CIU) ASTM D4767-95

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

ÉCHANT. : **F-14 TS-11D**
10.97 - 11.07 m

ESSAI No **CIU-01**
FICHIER : S-12341-1G-01.CIU

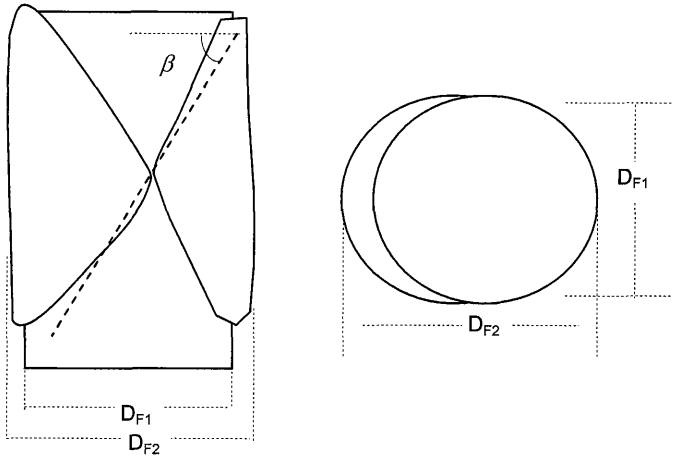
Échantillon : Intact
Description : Argile silteuse, traces de sable

Unité : 1
Cellule : Tx-50A

ÉTAT INITIAL						ÉTAT FINAL					
Caractéristiques physiques			**Géométrie**			**Caractéristiques physiques**			**Géométrie**		
Masse initiale humide :	166.14	g	Longueur:	81.70	mm	Masse finale humide :	166.24	g	Déform :	Plan	**55°**
Teneur en eau initiale :	50.84	%	Diamètre :	38.83	mm	Masse finale sèche :	110.14	g	D_{F1} :	38.5	mm
Masse volum. sèche :	1138	kg/m^3	Section :	11.84	cm^2	Teneur en eau finale :	50.94	%	D_{F2} :	43.6	mm
Degré de saturation :	100	%	Volume :	96.75	cm^3	Masse volum. sèche :	1140	kg/m^3	Kt_F :	0.69	1/1 (1)

CONDITIONS D'ESSAI								
Consolidation isotrope			**Cisaillement**			**Membranes**		
Pression cellulaire, σ_{3C} :	325	kPa	Engrenages .WF :		BA5	Nb -Type :	2	Ramses00
Contrepression, CP :	300	kPa	v_{axiale} :	0.0122	mm / min	Épaisseur :	0.080	mm
Pression effective, σ'_{3C} :	**25**	kPa	$d\varepsilon_1/dt$:	0.90	% / heure	Circonf.	102.0	mm
Condition de drainage :	Radial et bas		ε_1 max :	13.13	%	Module :	0.22	N / mm
						Comportement :		Plis

Croquis du spécimen au démontage



PRINCIPAUX RÉSULTATS D'ESSAI									
Paramètre B (2)			**Cisaillement**						
Initial (σ_{3C} = 25 kPa) :	0.64		Paramètres		$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$	$(\sigma'_1/\sigma'_3)_{max}$	Final		
Sous contrepression :	0.94		ε_1	(%)	2.70	2.49	13.13		
Après consolidation :	ND		$\sigma_1 - \sigma_3$	(kPa)	50	49	37		
Consolidation			σ'_1 / σ'_3	(1/1)	3.62	3.63	2.36		
ΔV_c :	0.14	cm^3	Δu_W	(kPa)	12.20	12.30	9.20		
ε_{VC} :	0.14	%	A_{Uw} (3)	(1/1)	0.276	0.283	0.294		
C_V :	ND	cm^2/s	ϕ' (4)	(deg)	34.6	34.6	23.9		

Remarques :

D_{RS} : 2.72*

(1) $Kt_F = (D_{F2} - D_{F1}) \tan(\beta) / \Delta L$ (2) $B = \Delta u / \Delta\sigma_3$ (3) $A_{Uw} = \Delta u_W / \Delta(\sigma_1 - \sigma_3)$ (4) $\phi' = \sin^{-1}[(\sigma_1 - \sigma_3) / (\sigma'_1 + \sigma'_3)]$ pour c' = 0

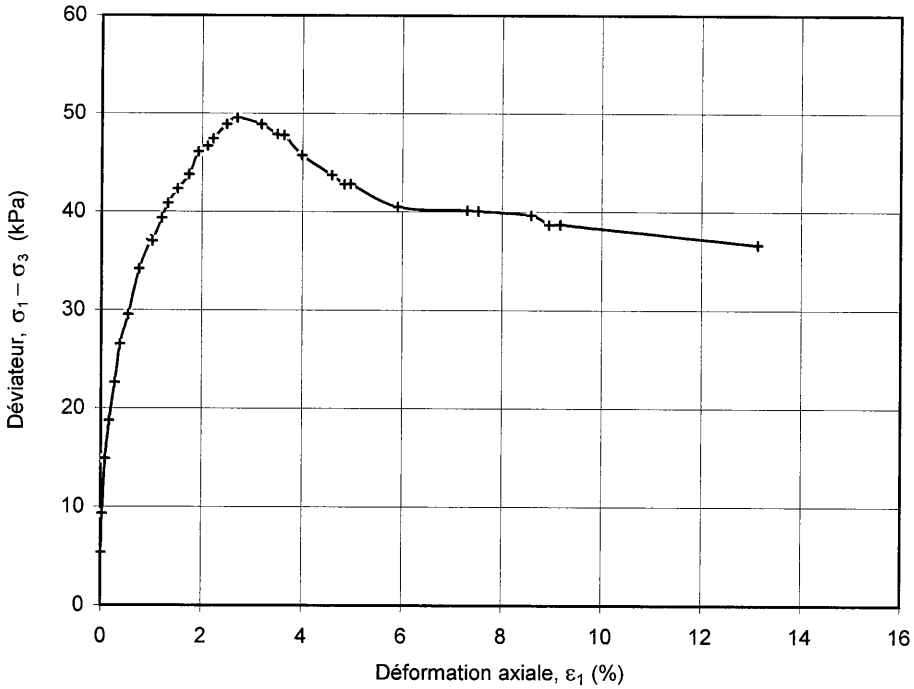
* Valeur estimée

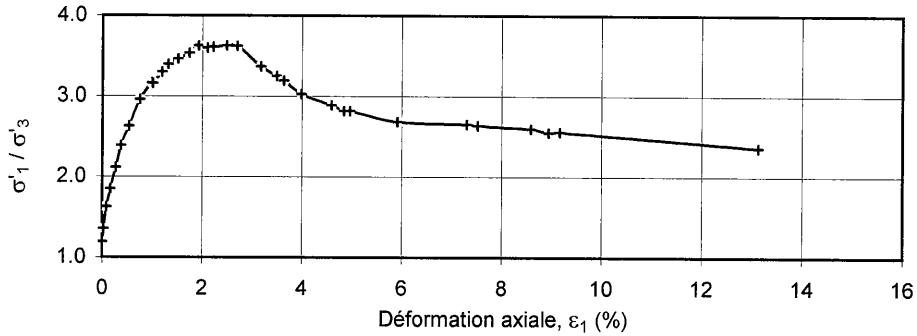
Effectué par :
H. Bilodeau, ing. 05-03-15

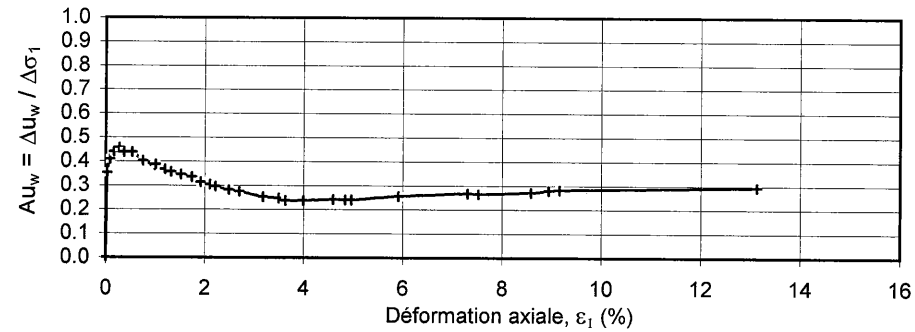
Vérifié par
Jean Tardif, ing.
Date : 05-04-04

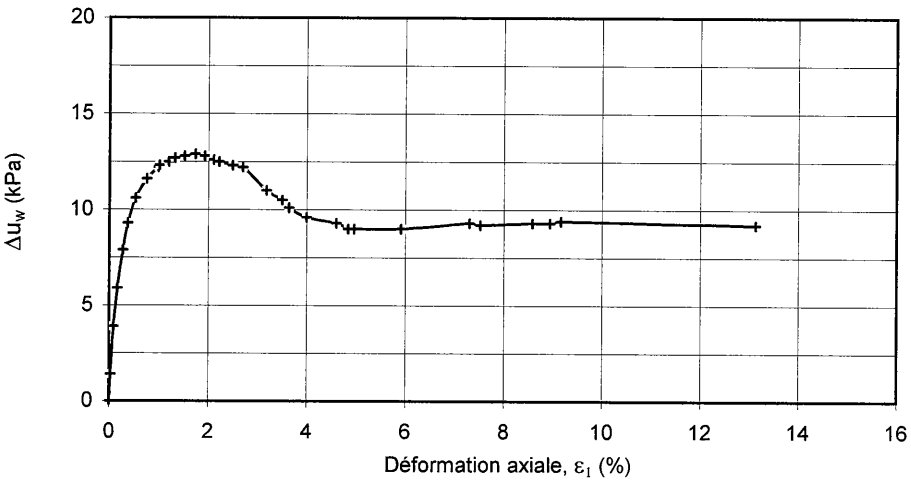
ΔL_o : 28.0 Fp_o : 0.0 Vi : 96.61 cc Li : 81.20 mm Déformation : Plan

	Données expérimentales									Membrane		Contraintes corrigées								
Ligne	Date	Heure	σ_3	ΔL	u_w	Fa	ε_1	Section	Δu_w	σ_{3m}	σ_{1m}	σ'_3	$\sigma_1 - \sigma_3$	σ'_1	σ'_1 / σ'_3	Au_w	$(\sigma'_1+\sigma'_3)/2$	$(\sigma_1-\sigma_3)/2$		Observ.
	aa-mm-jj	hh:mm	kPa	0.01mm	kPa	Newton	%	cm²	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	1/1	1/1	kPa	kPa		
1	2005-03-18	06:47	325	78	300.5	7.0	0.00	11.898	0.0	2.8	2.3	27.3	5.3	32.7	1.196	0.000	30.0	2.7		
2				80	301.9	12.0	0.02	11.895	1.4	3.0	2.2	26.1	9.3	35.4	1.357	0.353	30.7	4.7		
3				85	304.4	19.0	0.09	11.888	3.9	3.2	2.1	23.8	14.9	38.7	1.625	0.409	31.3	7.4		
4				91	306.4	24.0	0.16	11.879	5.9	3.5	2.0	22.1	18.7	40.8	1.849	0.440	31.4	9.4		
5				100	308.4	29.0	0.27	11.867	7.9	3.7	1.9	20.3	22.6	42.9	2.113	0.458	31.6	11.3		
6				108	309.8	34.0	0.37	11.855	9.3	3.9	1.8	19.1	26.5	45.7	2.386	0.439	32.4	13.3		
7				121	311.1	38.0	0.53	11.837	10.6	4.2	1.6	18.1	29.5	47.6	2.631	0.438	32.9	14.8		
8				139	312.1	44.0	0.75	11.812	11.6	4.5	1.5	17.4	34.2	51.6	2.964	0.402	34.5	17.1		
9		07:48	325	158	312.7	48.0	0.99	11.785	12.2	4.8	1.3	17.1	37.1	54.3	3.166	0.384	35.7	18.6		
10				160	312.8	48.0	1.01	11.782	12.3	4.9	1.2	17.1	37.0	54.2	3.161	0.388	35.6	18.5		
11				175	313.0	51.0	1.19	11.761	12.5	5.1	1.1	17.1	39.4	56.5	3.301	0.368	36.8	19.7		
12				185	313.2	53.0	1.32	11.747	12.7	5.2	1.0	17.0	40.9	57.9	3.397	0.358	37.5	20.4		
13				201	313.3	55.0	1.51	11.724	12.8	5.5	0.9	17.2	42.3	59.5	3.467	0.346	38.3	21.2		
14				219	313.4	57.0	1.74	11.699	12.9	5.7	0.7	17.3	43.8	61.0	3.536	0.336	39.1	21.9		
15				234	313.3	60.0	1.92	11.677	12.8	5.9	0.6	17.6	46.1	63.7	3.626	0.314	40.6	23.0		
16				249	313.1	61.0	2.11	11.656	12.6	6.1	0.4	18.0	46.7	64.7	3.599	0.305	41.3	23.3		
17				258	313.0	62.0	2.22	11.643	12.5	6.2	0.4	18.2	47.4	65.6	3.613	0.297	41.9	23.7		
18				280	312.8	64.0	2.49	11.612	12.3	6.4	0.2	18.6	48.9	67.5	3.628	0.283	43.0	24.4		
19				297	312.7	65.0	2.70	11.588	12.2	6.6	0.0	18.9	49.5	68.4	3.624	0.276	43.7	24.8		
20				336	311.5	65.0	3.18	11.533	11.0	7.1	-0.4	20.6	48.9	69.5	3.371	0.253	45.1	24.4		
21				362	311.0	64.0	3.50	11.496	10.5	7.3	-0.5	21.3	47.9	69.2	3.250	0.247	45.2	23.9		
22				373	310.6	64.0	3.63	11.480	10.1	7.4	-0.6	21.8	47.8	69.6	3.197	0.238	45.7	23.9		
23				402	310.1	62.0	3.99	11.439	9.6	7.6	-0.8	22.5	45.7	68.3	3.030	0.238	45.4	22.9		
24				451	309.8	60.0	4.59	11.370	9.3	7.9	-1.1	23.1	43.7	66.9	2.889	0.242	45.0	21.9		
25				471	309.5	59.0	4.84	11.341	9.0	8.0	-1.2	23.5	42.8	66.3	2.819	0.240	44.9	21.4		
26				481	309.5	59.0	4.96	11.327	9.0	8.0	-1.2	23.5	42.8	66.3	2.820	0.240	44.9	21.4		
27		12:55	325	558	309.5	57.0	5.91	11.217	9.0	8.6	-1.7	24.1	40.5	64.6	2.684	0.256	44.3	20.3		
28				671	309.8	57.0	7.30	11.056	9.3	9.1	-2.3	24.3	40.1	64.4	2.654	0.267	44.3	20.1		
29				689	309.7	57.0	7.52	11.031	9.2	9.2	-2.4	24.5	40.1	64.5	2.638	0.265	44.5	20.0		
30				775	309.8	57.0	8.58	10.908	9.3	9.6	-3.0	24.8	39.7	64.5	2.598	0.271	44.7	19.8		
31				804	309.8	56.0	8.94	10.867	9.3	9.7	-3.1	24.9	38.7	63.6	2.551	0.279	44.3	19.3		
32				822	309.9	56.0	9.16	10.841	9.4	9.7	-3.2	24.8	38.7	63.6	2.559	0.282	44.2	19.4		
33	2005-03-18	20:30	325	1144	309.7	55.0	13.13	10.380	9.2	11.7	-4.6	27.0	36.7	63.6	2.358	0.294	45.3	18.3		


Déviateur, $\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)
Déformation axiale, ε_1 (%)


σ'_1 / σ'_3
Déformation axiale, ε_1 (%)


$Au_w = \Delta u_w / \Delta\sigma_1$
Déformation axiale, ε_1 (%)


Δu_w (kPa)
Déformation axiale, ε_1 (%)

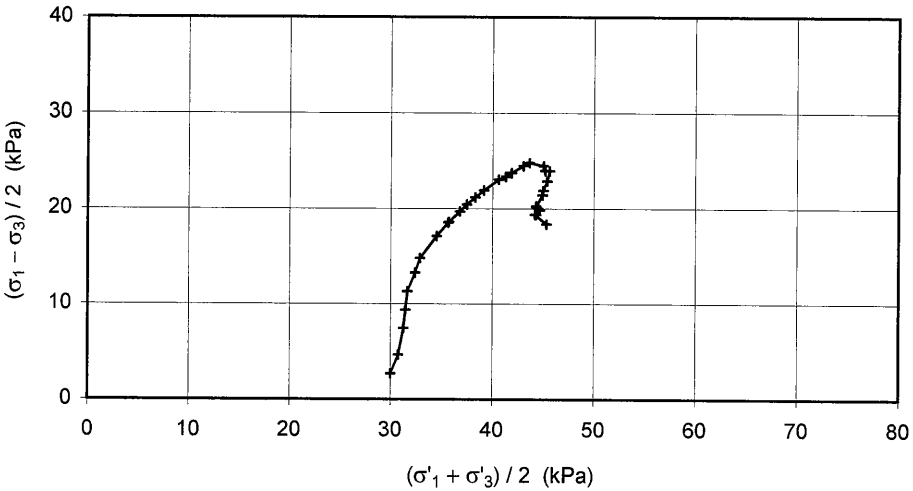

$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)
$(\sigma'_1 + \sigma'_3) / 2$ (kPa)

Planche C-11

QUÉFORMAT LTÉE

COMPRESSION TRIAXIALE NON DRAINÉE (CIU) ASTM D4767-95

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

ÉCHANT. : **F-14 TS-11C**
10.87 - 10.97 m

ESSAI No **CIU-02**
FICHIER : S-12341-1G-02.CIU

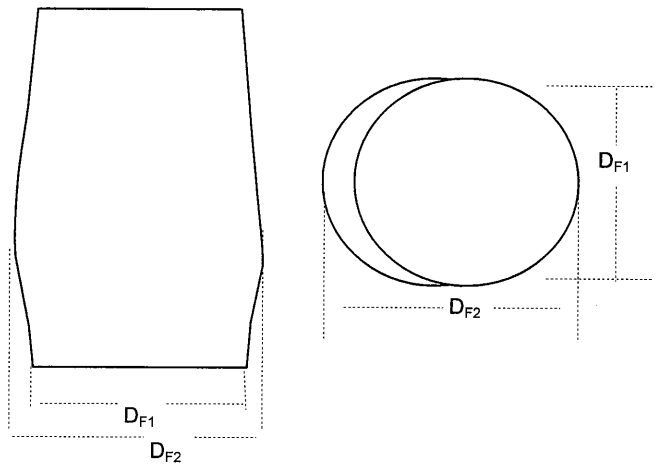
Échantillon : Intact
Description : Argile silteuse, traces de sable

Unité : 1
Cellule : Tx-50A

ÉTAT INITIAL						ÉTAT FINAL					
Caractéristiques physiques			Géométrie			Caractéristiques physiques			Géométrie		
Masse initiale humide :	167.4	g	Longueur:	81.26	mm	Masse finale humide :	164.61	g	Déform :	Cylindre	
Teneur en eau initiale :	48.68	%	Diamètre :	38.84	mm	Masse finale sèche :	112.59	g	D_{F1} :	38.8	mm
Masse volum. sèche :	1169	kg/m^3	Section :	11.85	cm^2	Teneur en eau finale :	46.20	%	D_{F2} :	43.8	mm
Degré de saturation :	100	%	Volume :	96.28	cm^3	Masse volum. sèche :	1211	kg/m^3	Kt_F :		1/1 (1)

CONDITIONS D'ESSAI								
Consolidation isotrope			Cisaillement			Membranes		
Pression cellulaire, σ_{3C} :	450	kPa	Engrenages .WF :		BA5	Nb -Type :	2	Ramses00
Contrepression, CP :	300	kPa	v_{axiale} :	0.0122	mm / min	Épaisseur :	0.080	mm
Pression effective, σ'_{3C} :	**150**	kPa	$d\varepsilon_1/dt$:	0.92	% / heure	Circonf.	102.0	mm
Condition de drainage :	Radial et bas		ε_1 max :	14.29	%	Module :	0.22	N / mm
						Comportement :		Plis

Croquis du spécimen au démontage



PRINCIPAUX RÉSULTATS D'ESSAI									
Paramètre B (2)			Cisaillement						
Initial (σ_{3C} = 25 kPa) :	0.81		Paramètres		$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$	$(\sigma'_1/\sigma'_3)_{max}$	Final		
Sous contrepression :	0.90		ε_1	(%)	2.53	9.06	14.29		
Après consolidation :	ND		$\sigma_1 - \sigma_3$	(kPa)	97	80	70		
Consolidation			σ'_1 / σ'_3	(1/1)	2.35	2.83	2.82		
ΔV_c :	3.30	cm^3	Δu_W	(kPa)	78.30	107.20	112.50		
ε_{VC} :	3.43	%	A_{Uw} (3)	(1/1)	0.821	1.382	1.650		
C_V :	ND	cm^2/s	ϕ' (4)	(deg)	23.7	28.5	28.5		

Remarques :

D_{RS} : 2.72*

(1) $Kt_F = (D_{F2} - D_{F1}) \text{ Tan } (\beta) / \Delta L$ (2) $B = \Delta u / \Delta\sigma_3$ (3) $A_{Uw} = \Delta u_W / \Delta(\sigma_1 - \sigma_3)$ (4) $\phi' = \sin^{-1} [(\sigma_1 - \sigma_3) / (\sigma'_1 + \sigma'_3)]$ pour c' = 0

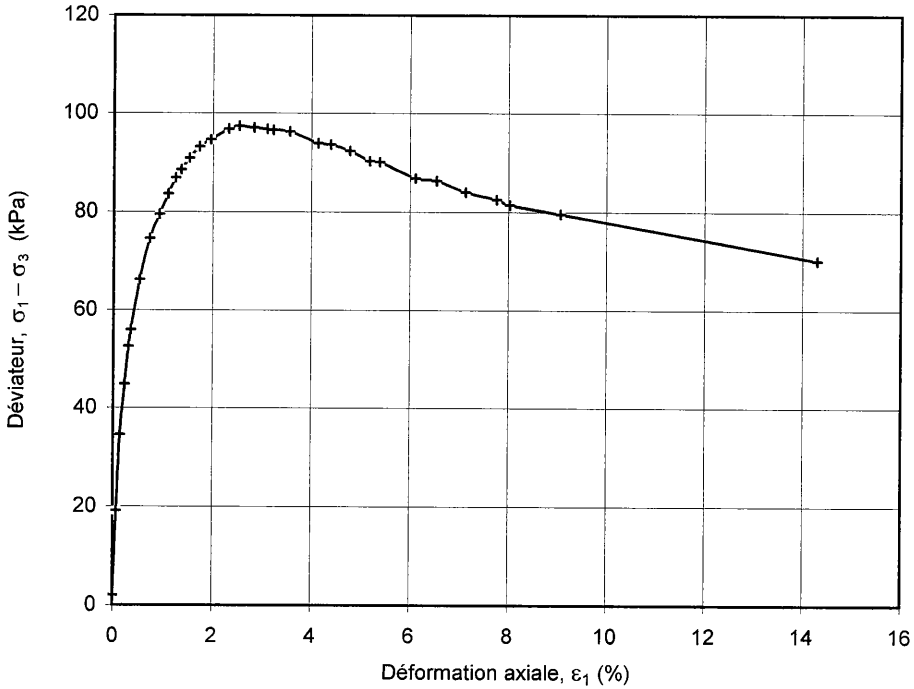
* Valeur estimée

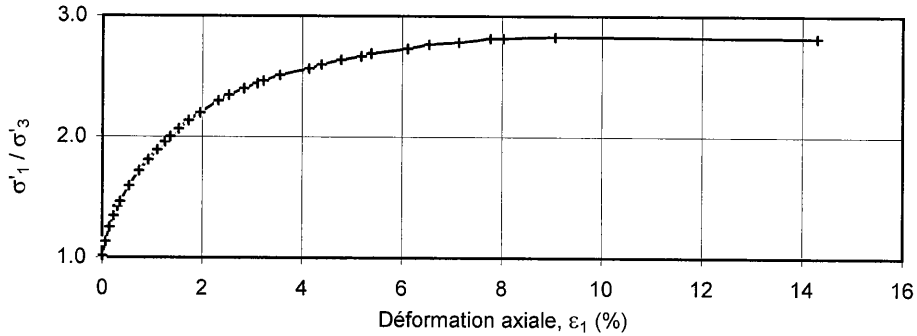
Effectué par :
H. Bilodeau, ing. 05-03-22
Vérifié par
Jean Tardif, ing.
Date : 05-04-04

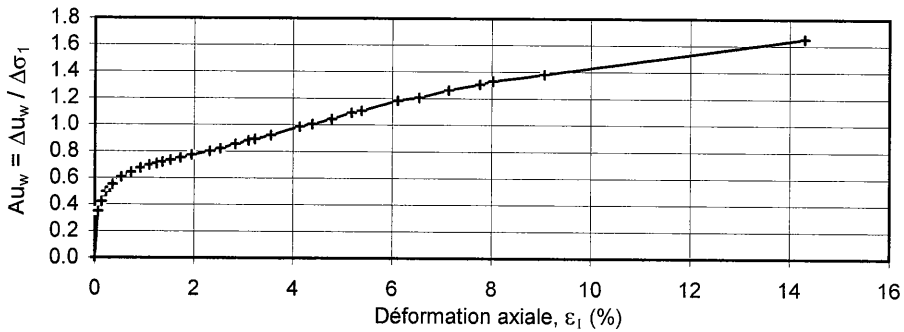
Planche C-12

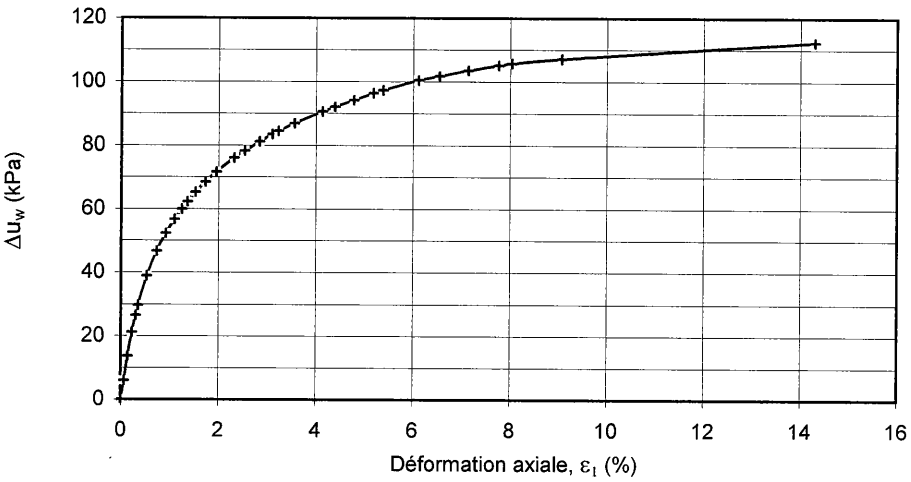
ΔL_o : 29.0 Fp_o : 0.0 Vi : 92.98 cc Li : 79.33 mm Déformation : Cylindre

	Données expérimentales									Membrane		Contraintes corrigées								
Ligne	Date	Heure	σ_3	ΔL	u_w	Fa	ε_1	Section	Δu_w	σ_{3m}	σ_{1m}	σ'_3	$\sigma_1 - \sigma_3$	σ'_1	σ'_1 / σ'_3	Au_w	$(\sigma'_1+\sigma'_3)/2$	$(\sigma_1-\sigma_3)/2$		Observ.
	aa-mm-jj	hh:mm	kPa	0.01mm	kPa	Newton	%	cm²	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	1/1	1/1	kPa	kPa		
1	05-03-23	07:00	450	222	302.0	6.0	0.00	11.720	0.0	2.7	-0.4	150.7	2.0	152.7	1.013	0.000	151.7	1.0		
2				227	308.0	26.0	0.06	11.728	6.0	2.7	-0.3	144.7	19.2	163.8	1.132	0.350	154.2	9.6		
3				233	315.7	44.0	0.14	11.737	13.7	2.7	-0.2	137.0	34.6	171.6	1.253	0.421	154.3	17.3		
4				240	323.2	56.0	0.23	11.747	21.2	2.7	-0.1	129.5	44.9	174.3	1.347	0.495	151.9	22.4		
5				246	328.6	65.0	0.30	11.756	26.6	2.7	-0.1	124.1	52.6	176.6	1.424	0.526	150.3	26.3		
6				250	331.8	69.0	0.35	11.762	29.8	2.7	0.0	120.9	56.0	176.9	1.463	0.552	148.9	28.0		
7				264	340.9	81.0	0.53	11.783	38.9	2.7	0.1	111.8	66.2	177.9	1.592	0.606	144.9	33.1		
8				280	348.7	91.0	0.73	11.807	46.7	2.7	0.2	104.0	74.6	178.6	1.718	0.643	141.3	37.3		
9				295	354.3	97.0	0.92	11.829	52.3	2.7	0.2	98.4	79.6	177.9	1.809	0.674	138.1	39.8		
10				309	358.7	102.0	1.10	11.850	56.7	2.7	0.3	94.0	83.7	177.6	1.891	0.694	135.8	41.8		
11		08:22	450	321	362.0	106.0	1.25	11.868	60.0	2.7	0.3	90.7	86.9	177.6	1.959	0.707	134.1	43.5		
12				330	364.3	108.0	1.36	11.882	62.3	2.7	0.3	88.4	88.5	176.9	2.002	0.720	132.6	44.3		
13				343	367.3	111.0	1.53	11.902	65.3	2.7	0.3	85.4	90.9	176.3	2.065	0.735	130.8	45.5		
14				359	370.5	114.0	1.73	11.926	68.5	2.7	0.3	82.2	93.2	175.4	2.135	0.751	128.8	46.6		
15				377	373.6	116.0	1.95	11.954	71.6	2.7	0.3	79.1	94.7	173.8	2.198	0.773	126.4	47.3		
16				406	378.0	119.0	2.32	11.999	76.0	2.7	0.3	74.7	96.8	171.5	2.297	0.802	123.1	48.4		
17				423	380.3	120.0	2.53	12.025	78.3	2.7	0.3	72.4	97.4	169.8	2.346	0.821	121.1	48.7		
18				447	383.2	120.0	2.84	12.062	81.2	2.7	0.3	69.5	97.1	166.5	2.398	0.854	118.0	48.5		
19				468	385.5	120.0	3.10	12.095	83.5	2.7	0.2	67.2	96.8	163.9	2.441	0.881	115.6	48.4		
20				478	386.5	120.0	3.23	12.111	84.5	2.7	0.2	66.2	96.6	162.8	2.461	0.893	114.5	48.3		
21				504	388.9	120.0	3.55	12.152	86.9	2.7	0.2	63.8	96.3	160.0	2.510	0.922	111.9	48.1		
22				550	392.6	118.0	4.13	12.226	90.6	2.7	0.1	60.1	94.0	154.0	2.565	0.985	107.0	47.0		
23		11:32	450	570	394.1	118.0	4.39	12.258	92.1	2.7	0.1	58.6	93.7	152.2	2.600	1.005	105.4	46.8		
24				601	396.3	117.0	4.78	12.308	94.3	2.7	0.0	56.4	92.4	148.8	2.640	1.043	102.6	46.2		
25				633	398.5	115.0	5.18	12.361	96.5	2.7	-0.1	54.2	90.3	144.5	2.668	1.093	99.3	45.2		
26				649	399.4	115.0	5.38	12.387	97.4	2.7	-0.1	53.3	90.1	143.3	2.692	1.106	98.3	45.0		
27				707	402.5	112.0	6.11	12.484	100.5	2.7	-0.2	50.2	86.8	137.0	2.731	1.185	93.6	43.4		
28				741	403.8	112.0	6.54	12.541	101.8	2.7	-0.3	48.9	86.3	135.2	2.767	1.207	92.0	43.2		
29		14:22	450	788	405.6	110.0	7.13	12.621	103.6	2.7	-0.4	47.1	84.1	131.1	2.787	1.263	89.1	42.0		
30				838	407.2	109.0	7.77	12.707	105.2	2.7	-0.6	45.5	82.6	128.0	2.816	1.306	86.7	41.3		
31				859	407.8	108.0	8.03	12.744	105.8	2.7	-0.6	44.9	81.5	126.3	2.816	1.332	85.6	40.7		
32				941	409.2	107.0	9.06	12.888	107.2	2.7	-0.7	43.5	79.6	123.1	2.830	1.382	83.3	39.8		
33		21:40	450	1356	414.5	101.0	14.29	13.675	112.5	3.1	-0.6	38.6	70.2	108.7	2.821	1.650	73.7	35.1		


Déviateur, $\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)
Déformation axiale, ε_1 (%)


σ'_1 / σ'_3
Déformation axiale, ε_1 (%)


$Au_w = \Delta u_w / \Delta\sigma_1$
Déformation axiale, ε_1 (%)


Δu_w (kPa)
Déformation axiale, ε_1 (%)

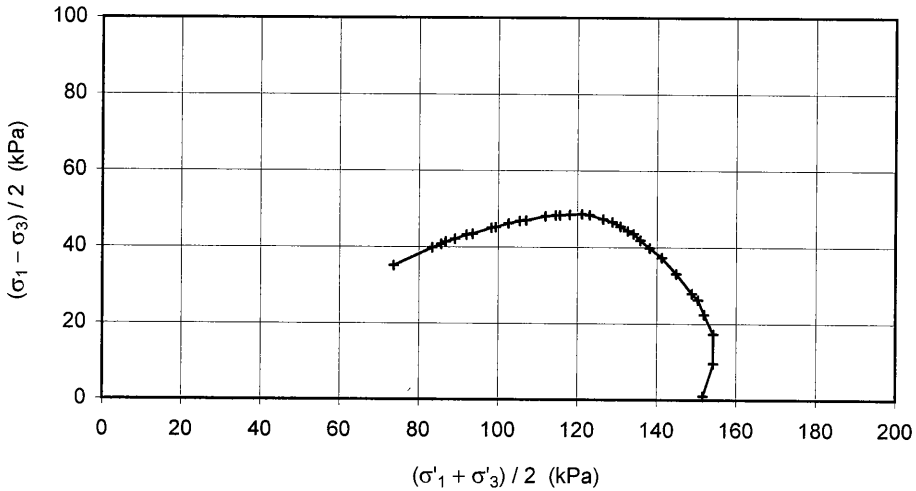

$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)
$(\sigma'_1 + \sigma'_3) / 2$ (kPa)

Planche C-14

QUÉFORMAT LTÉE

COMPRESSION TRIAXIALE NON DRAINÉE (CIU) ASTM D4767-95

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

ÉCHANT. : **F-14 TS-11B**
10.77 - 10.87 m

ESSAI No **CIU-03**
FICHIER : S-12341-1G-03.CIU

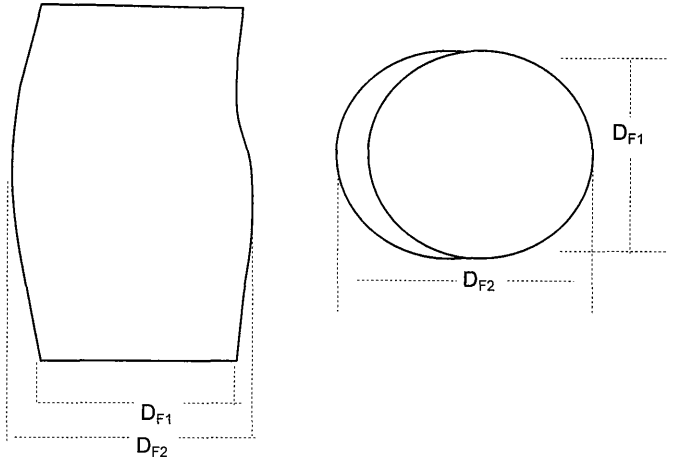
Échantillon : Intact
Description : Argile silteuse, traces de sable

Unité : 1
Cellule : Tx-50A

ÉTAT INITIAL						ÉTAT FINAL					
Caractéristiques physiques			**Géométrie**			**Caractéristiques physiques**			**Géométrie**		
Masse initiale humide :	162.52	g	Longueur:	81.02	mm	Masse finale humide :	151.76	g	Déform :	Cylindre	
Teneur en eau initiale :	54.93	%	Diamètre :	38.80	mm	Masse finale sèche :	104.9	g	D_{F1} :	38.6	mm
Masse volum. sèche :	1095	kg/m^3	Section :	11.82	cm^2	Teneur en eau finale :	44.67	%	D_{F2} :	40.9	mm
Degré de saturation :	101	%	Volume :	95.80	cm^3	Masse volum. sèche :	1226	kg/m^3	Kt_F :		1/1 (1)

CONDITIONS D'ESSAI								
Consolidation isotrope			**Cisaillement**			**Membranes**		
Pression cellulaire, σ_{3C} :	600	kPa	Engrenages .WF :		BA5	Nb -Type :	2	Ramses00
Contrepression, CP :	300	kPa	v_{axiale} :	0.0122	mm / min	Épaisseur :	0.080	mm
Pression effective, σ'_{3C} :	**300**	kPa	$d\varepsilon_1/dt$:	0.95	% / heure	Circonf.	102.0	mm
Condition de drainage :	Radial et bas		ε_1 max :	14.07	%	Module :	0.22	N / mm
						Comportement :		Plis

Croquis du spécimen au démontage



PRINCIPAUX RÉSULTATS D'ESSAI									
Paramètre B (2)			**Cisaillement**						
Initial (σ_{3C} = 25 kPa) :	0.88		Paramètres		$(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$	$(\sigma'_1/\sigma'_3)_{max}$	Final		
Sous contrepression :	0.92		ε_1	(%)	3.81	10.02	14.07		
Après consolidation :	ND		$\sigma_1 - \sigma_3$	(kPa)	142	124	109		
Consolidation			σ'_1 / σ'_3	(1/1)	2.05	2.47	2.45		
ΔV_c :	10.20	cm^3	Δu_W	(kPa)	166.00	217.10	226.80		
ε_{VC} :	10.65	%	A_{Uw} (3)	(1/1)	1.178	1.765	2.102		
C_V :	ND	cm^2/s	ϕ' (4)	(deg)	20.1	25.1	24.9		

Remarques :

D_{RS} : 2.72*

(1) $Kt_F = (D_{F2} - D_{F1}) \text{ Tan } (\beta) / \Delta L$ (2) $B = \Delta u / \Delta\sigma_3$ (3) $A_{Uw} = \Delta u_W / \Delta(\sigma_1 - \sigma_3)$ (4) $\phi' = \sin^{-1} [(\sigma_1 - \sigma_3) / (\sigma'_1 + \sigma'_3)]$ pour c' = 0

* Valeur estimée

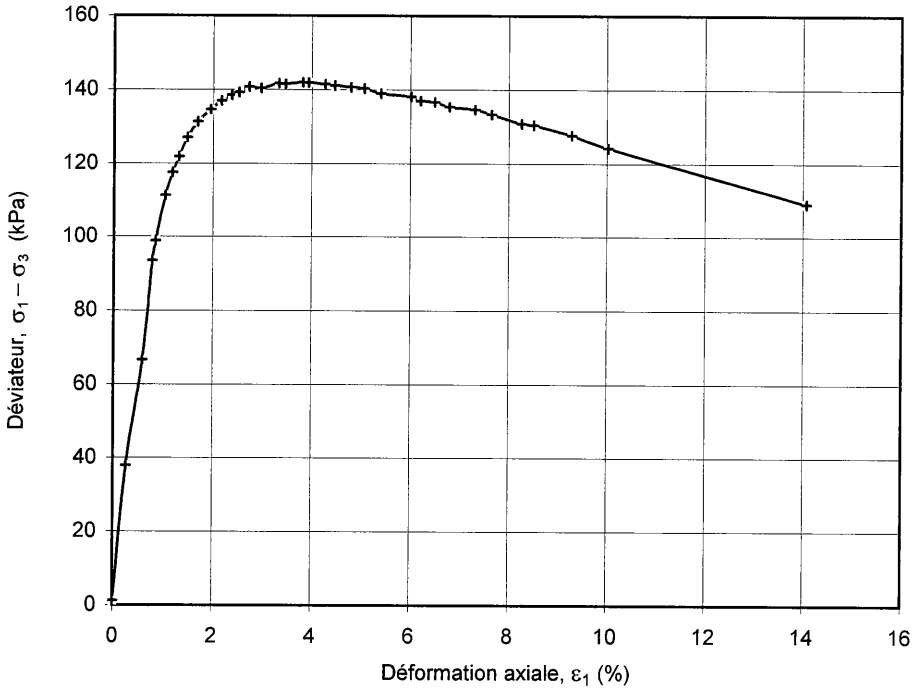
Effectué par :
H. Bilodeau, ing. 05-03-09
Vérifié par
Jean Tardif, ing.
Date : 05-04-04

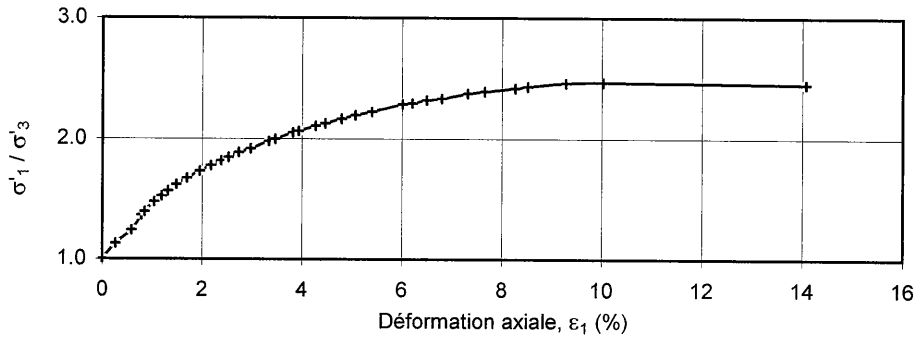
Planche C-15

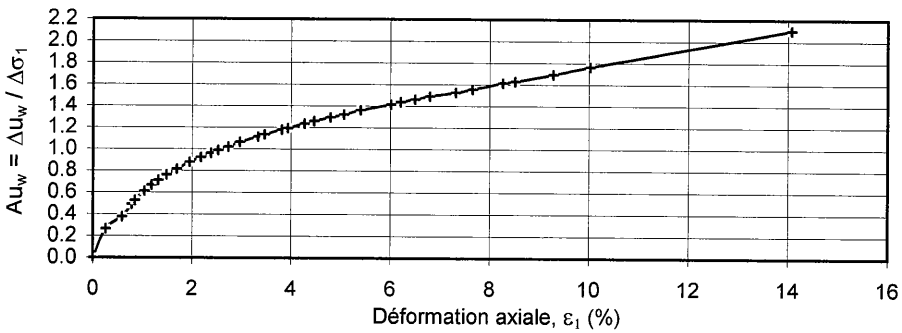
ΔL_o : 85.0 Fp_o : 0.0 Vi : 85.60 cc Li : 76.82 mm Déformation : Cylindre

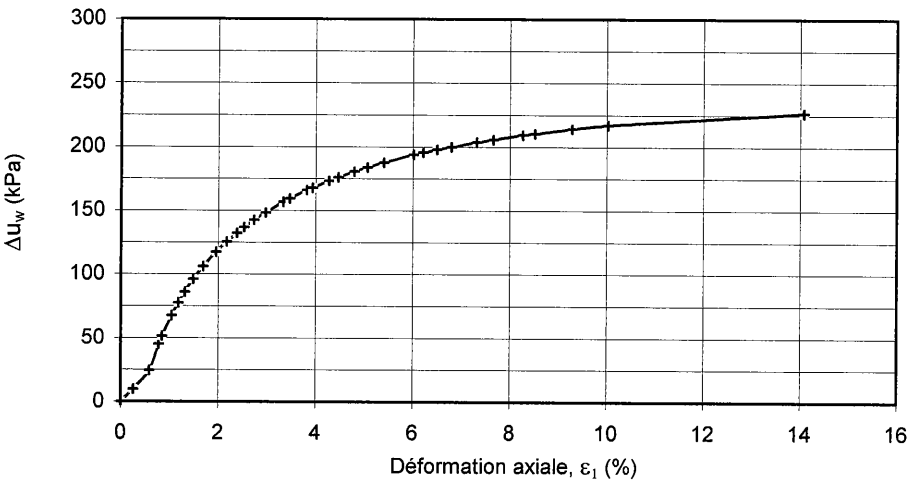
	Données expérimentales									Membrane		Contraintes corrigées								
Ligne	Date	Heure	σ_3	ΔL	u_w	Fa	ε_1	Section	Δu_w	σ_{3m}	σ_{1m}	σ'_3	$\sigma_1 - \sigma_3$	σ'_1	σ'_1 / σ'_3	Au_w	$(\sigma'_1+\sigma'_3)/2$	$(\sigma_1-\sigma_3)/2$		Observ.
	aa-mm-jj	hh:mm	kPa	0.01mm	kPa	Newton	%	cm²	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	1/1	1/1	kPa	kPa		
1	05-03-14	06:45	600	505	301.0	9.0	0.00	11.142	0.0	2.2	-4.7	301.2	1.2	302.4	1.004	0.000	301.8	0.6		
2				525	310.7	50.0	0.26	11.171	9.7	2.2	-4.6	291.5	38.0	329.5	1.130	0.264	310.5	19.0		
3		07:18	600	550	325.7	82.0	0.59	11.208	24.7	2.2	-4.4	276.5	66.6	343.1	1.241	0.378	309.8	33.3		
4		07:30	600	565	346.2	112.0	0.78	11.230	45.2	2.2	-4.1	256.0	93.5	349.5	1.365	0.490	302.7	46.7		
5				570	352.3	118.0	0.85	11.237	51.3	2.2	-4.0	249.9	98.8	348.7	1.396	0.525	299.3	49.4		
6		07:45	600	585	368.5	132.0	1.04	11.260	67.5	2.2	-3.7	233.7	111.3	345.0	1.476	0.613	289.4	55.7		
7				596	378.6	139.0	1.18	11.276	77.6	2.2	-3.6	223.6	117.5	341.1	1.526	0.667	282.3	58.8		
8		08:03	600	606	387.0	144.0	1.31	11.291	86.0	2.2	-3.4	215.2	121.9	337.1	1.566	0.712	276.1	60.9		
9				619	397.0	150.0	1.48	11.310	96.0	2.2	-3.3	205.2	127.1	332.3	1.620	0.762	268.8	63.6		
10				635	407.2	155.0	1.69	11.334	106.2	2.2	-3.2	195.0	131.4	326.4	1.674	0.816	260.7	65.7		
11		08:41	600	655	418.3	159.0	1.95	11.364	117.3	2.2	-3.0	183.9	134.7	318.6	1.732	0.879	251.2	67.3		
12				672	426.4	162.0	2.17	11.390	125.4	2.2	-2.9	175.8	137.1	312.9	1.780	0.923	244.3	68.5		
13				688	433.1	164.0	2.38	11.414	132.1	2.2	-2.9	169.1	138.6	307.7	1.820	0.961	238.4	69.3		
14		09:15	600	699	437.6	165.0	2.53	11.431	136.6	2.2	-2.8	164.6	139.3	303.9	1.846	0.989	234.3	69.7		
15				715	443.4	167.0	2.73	11.456	142.4	2.2	-2.8	158.8	140.8	299.6	1.887	1.020	229.2	70.4		
16				733	449.3	167.0	2.97	11.483	148.3	2.2	-2.7	152.9	140.5	293.4	1.919	1.065	223.1	70.2		
17		10:02	600	761	457.7	169.0	3.33	11.526	156.7	2.2	-2.6	144.5	141.8	286.3	1.981	1.115	215.4	70.9		
18				771	460.4	169.0	3.46	11.542	159.4	2.2	-2.6	141.8	141.6	283.4	1.999	1.135	212.6	70.8		
19		10:30	600	798	467.0	170.0	3.81	11.584	166.0	2.2	-2.5	135.2	142.1	277.3	2.050	1.178	206.3	71.0		
20				807	468.9	170.0	3.93	11.598	167.9	2.2	-2.4	133.3	141.9	275.3	2.064	1.193	204.3	71.0		
21				833	474.4	170.0	4.27	11.639	173.4	2.3	-2.3	127.9	141.5	269.3	2.106	1.236	198.6	70.7		
22		11:10	600	848	477.1	170.0	4.46	11.663	176.1	2.3	-2.3	125.2	141.2	266.4	2.128	1.258	195.8	70.6		
23				873	481.6	170.0	4.79	11.703	180.6	2.3	-2.2	120.7	140.8	261.5	2.166	1.294	191.1	70.4		
24				894	484.9	170.0	5.06	11.737	183.9	2.3	-2.1	117.4	140.4	257.8	2.196	1.321	187.6	70.2		
25				920	488.6	169.0	5.40	11.779	187.6	2.3	-2.1	113.7	139.1	252.8	2.223	1.361	183.3	69.5		
26		12:30	600	967	495.0	169.0	6.01	11.855	194.0	2.4	-1.9	107.4	138.2	245.6	2.287	1.416	176.5	69.1		
27				982	496.6	168.0	6.21	11.880	195.6	2.4	-1.9	105.8	137.1	242.9	2.296	1.439	174.4	68.6		
28				1004	499.0	168.0	6.50	11.916	198.0	2.4	-1.9	103.4	136.7	240.1	2.322	1.461	171.8	68.3		
29				1027	501.0	167.0	6.80	11.955	200.0	2.4	-1.8	101.4	135.4	236.9	2.335	1.490	169.2	67.7		
30				1067	504.7	167.0	7.32	12.022	203.7	2.5	-1.8	97.8	134.7	232.5	2.377	1.526	165.1	67.3		
31				1093	506.8	166.0	7.65	12.066	205.8	2.5	-1.7	95.7	133.4	229.1	2.393	1.557	162.4	66.7		
32				1140	510.4	164.0	8.27	12.146	209.4	2.5	-1.7	92.1	130.8	223.0	2.420	1.615	157.6	65.4		
33				1159	511.5	164.0	8.51	12.179	210.5	2.6	-1.6	91.1	130.5	221.5	2.433	1.628	156.3	65.2		
34				1218	515.2	162.0	9.28	12.282	214.2	2.6	-1.6	87.4	127.7	215.1	2.461	1.693	151.3	63.9		
35				1275	518.1	159.0	10.02	12.384	217.1	2.7	-1.5	84.6	124.2	208.8	2.469	1.765	146.7	62.1		
36				1586	527.8	147.0	14.07	12.967	226.8	3.0	-1.3	75.2	109.1	184.2	2.451	2.102	129.7	54.5		
37																				
38																				

Planche C-16


Déviateur, $\sigma_1 - \sigma_3$ (kPa)
Déformation axiale, ε_1 (%)


σ'_1 / σ'_3
Déformation axiale, ε_1 (%)


$Au_w = \Delta u_w / \Delta\sigma_1$
Déformation axiale, ε_1 (%)


Δu_w (kPa)
Déformation axiale, ε_1 (%)

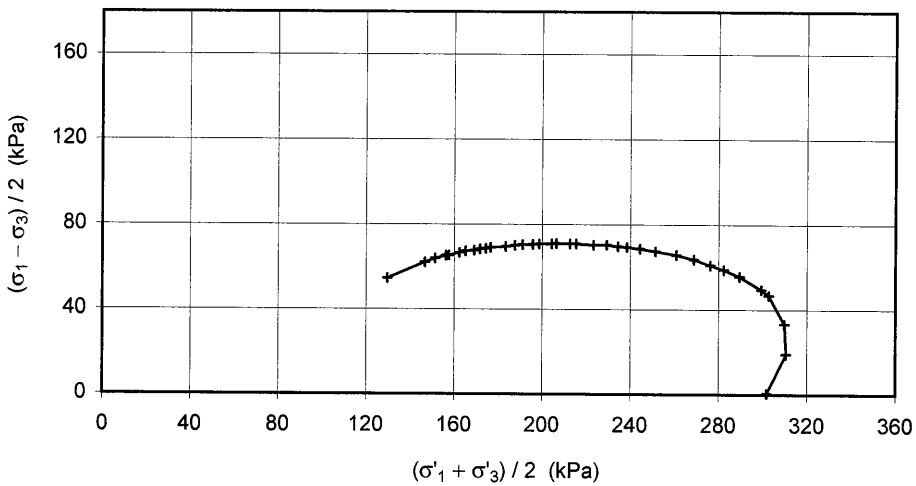

$(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ (kPa)
$(\sigma'_1 + \sigma'_3) / 2$ (kPa)

Planche C-17

QUÉFORMAT LTÉE

ESSAIS AU CÔNE DE LABORATOIRE

NQ-2501-110 et 092

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

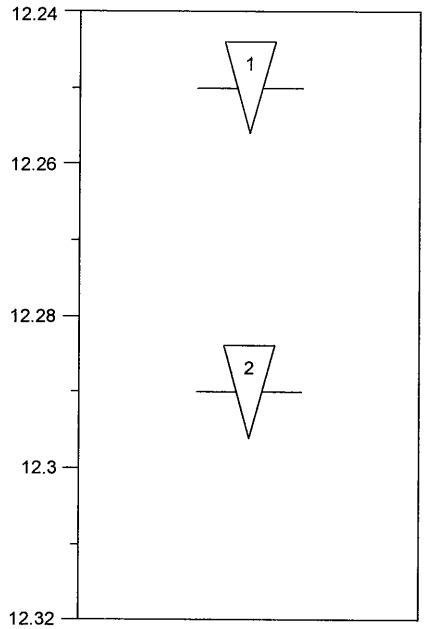
SONDAGE : **F-14**
ÉCHANT. : **TS-12B**
PROF. (m) : **12.23 - 12.33**

ÉCH. No : **14-12B**
FICHIER : 14-12B.CON

ESSAIS SUR SOL INTACT				
Détermination no :	**1**	**2**	**3**	**4**
Localisation (cm du haut)	1	5		
Cône (Masse - angle)	100 - 30	100 - 30		
Pénétration moyenne (mm)	6.0	5.9		
C_{UC} (kPa)	**27**	**28**		
Teneurs en eau naturelles				
Masse totale humide	65.45	67.53		
Masse totale sèche	47.12	49.65		
Tare no	328	1 221		
Masse de la tare	2.41	2.42		
Teneur en eau	**41.0**	**37.9**		

ESSAIS SUR SOL REMANIÉ				
Type de détermination	**Wn**			
Cône (Masse - angle)	60 - 60			
Pénétration moyenne (mm)	**9.0**			
C_{UR} (kPa)	**2.2**			
Teneurs en eau				
Masse totale humide	24.52			
Masse totale sèche	18.41			
Tare no	1 005			
Masse de la tare	2.39			
Teneur en eau	**38.1**			

Croquis du spécimen

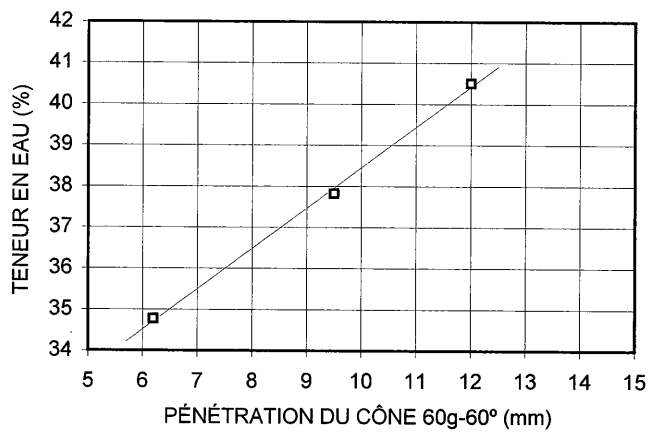


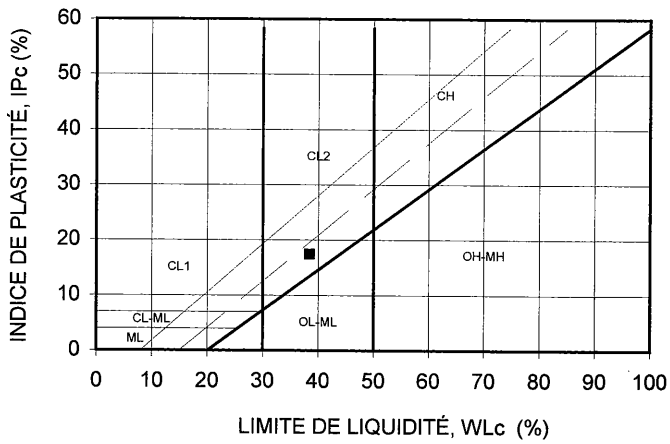
LIMITES DE CONSISTANCE						
	LIMITE DE LIQUIDITÉ				DE PLASTICITÉ	
Pénétration cône 60g-60°	**12.0**	**9.5**	**6.2**			
Masse totale humide	23.61	25.86	28.08		15.03	15.33
Masse totale sèche	17.49	19.42	21.46		12.86	13.05
Tare no	315	354	329		307	1 133
Masse de la tare	2.38	2.39	2.42		2.40	2.40
Teneur en eau	**40.5**	**37.8**	**34.8**		**20.7**	**21.4**

RÉSULTATS
C_{UC} : 28 kPa
C_{UR} : 2.2 kPa
S_t : 13
w_N : 38.1
w_{Lc} : 38.5
w_P : 21.1
I_{Pc} : 17.4
I_{Lc} : 0.98
USC : CL2
Effectué par : M.P. - J.L. 05-03-11
Vérifié par : Hélène Bilodeau ing.
Date : 05-03-17

Remarques :

(*) Valeur estimée, ND: Non déterminé, NP = non Plastique





QUÉFORMAT LTÉE

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DES SOLS INORGANIQUES

NQ 2501-025

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

SONDAGE : **F-14**
ÉCHANT. : **CF-13 et 14**
PROF. (m) : **13.56 - 14.17**
15.08 - 15.69
Échant. no. : **14-13 et 14**
Fichier no. : 14-13 et 14.GRN

Silt et sable fin à grossier, un peu d'argile traces de gravier.

MÉTHODE : SÈCHE

Masse totale sèche (g)	:	1 750
Masse totale > 5mm	:	156
Pourcentage retenu 5mm	:	8.9
Diamètre maximum (mm)	:	

TENEUR EN EAU NATURELLE, w (%)

Fraction passant tamis	:	**Aucun**
Masse totale humide	:	1 972.5
Masse totale sèche	:	1 777.4
Tare no 1105EB	:	27.3
TENEUR EN EAU, w (%)	:	**11.15**

MÉTHODE : SÈCHE

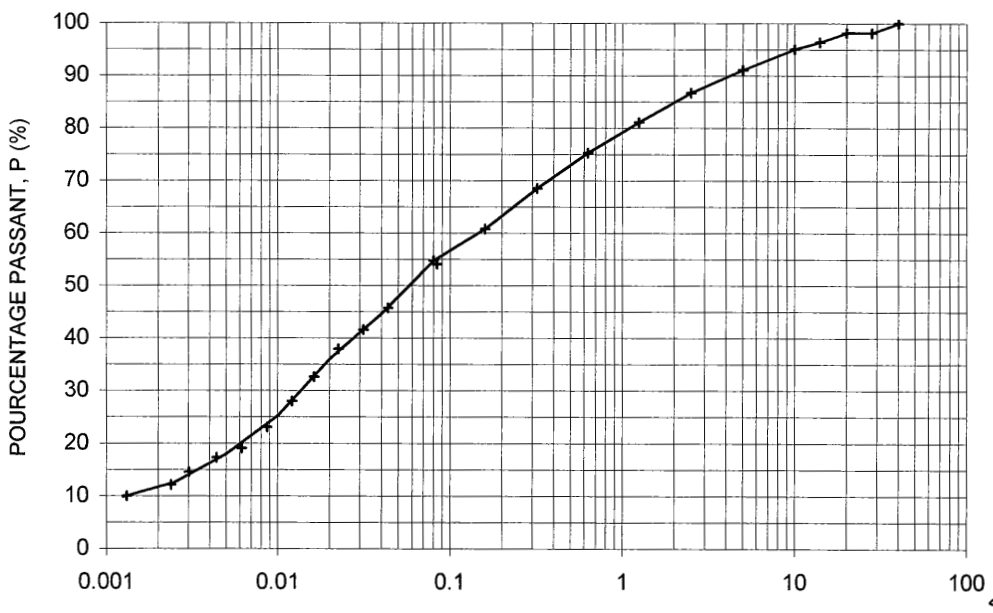
Fraction passant tamis	:	**5**
Masse de sol humide utilisée (g)	:	
Masse de sol sec utilisée (g)	:	51.77
Densité relative	:	2.72
Pourcentage total passant	:	91.1
Hydromètre 151H	no	3742
Masse de l'hydromètre (g)	:	53.79
L = A.R + B A (1/cm)	:	-0.27
B (cm)	:	17.57
C = D + 0.2 (20-T) D (1/1)	:	4.0
Facteur d'échelle F (1/1)	:	1.00

Défloculant : 5 g hexametaphosphate / litre

TAMIS (mm)	MASSES RETENUES INDIVID.	MASSES RETENUES CUMUL.	POURCENTAGES RETENU	POURCENTAGES PASSANT	POURCENT. TOTAL PASSANT
TAMISAGE DES GRAVIERS					
112					
80					
56					
40		0	0.0		**100.0**
28		32	1.8		**98.2**
20		32	1.8		**98.2**
14		63	3.6		**96.4**
10		87	4.9		**95.1**
5		156	8.9		**91.1**
Plateau		1 750			
TAMISAGE DU SABLE					
2.50		22.3	4.8	95.2	**86.7**
1.25		51.3	11.0	89.0	**81.1**
0.63		81.3	17.4	82.6	**75.3**
0.32		115.9	24.8	75.2	**68.5**
0.16		155.5	33.3	66.7	**60.8**
0.08		186.4	39.9	60.1	**54.8**
Plateau		467.5			

SÉDIMENTOMÉTRIE

D (mm)	Temps (min)	Tempér. (C)	Lecture R	L (cm)	
0.0841	0.25	22.2	23.0	10.5	**54.1**
0.0436	1		20.0	11.3	**45.7**
0.0314	2	22.2	18.5	11.7	**41.6**
0.0225	4	22.2	17.2	12.0	**38.0**
0.0163	8	22.2	15.3	12.5	**32.7**
0.0121	15	22.3	13.6	13.0	**28.0**
0.0087	30	22.5	11.8	13.5	**23.1**
0.0062	61	22.7	10.3	13.9	**19.0**
0.0044	120	23.1	9.6	14.0	**17.3**
0.0030	257	23.7	8.5	14.3	**14.6**
0.0024	415	24.3	7.5	14.6	**12.1**
0.0013	1 435	22.4	7.1	14.7	**10.0**



DIAMÈTRE (mm)	POURCENT. PASSANT
20	98.2
5	91.1
0.4	70.7
0.08	54.8
0.002	11.5
0.0013	10
0.0137	30
0.1460	60
CU :	110.0
CC :	1.0
USC :	ML
MF :	
Csi :	
Symbole :	LS4A2G1

Remarques :

Effect. par : J.L. - M.P. 2005-03-16

Vérifié par Hélène Bilodeau, ing.

Date : 2005-03-30

QUÉFORMAT LTÉE

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DES SOLS INORGANIQUES

NQ 2501-025

DOSSIER : **S-12341-1G**
CLIENT : **Consortium BPR-CIMA**
PROJET : **Autoroute 30**
Secteur des haldes

SONDAGE : **F-16**
ÉCHANT. : **CF-12**
PROF. (m) : **14.33 - 14.94**

Échant. no. : **16-12**
Fichier no. : 16-12.GRN

Sable fin à grossier silteux et graveleux, traces d'argile.

MÉTHODE : **SÈCHE**
Masse totale sèche (g) : 1 139
Masse totale > 5mm : 241
Pourcentage retenu 5mm : 21.2
Diamètre maximum (mm) :

TENEUR EN EAU NATURELLE, w (%)
Fraction passant tamis : **Aucun**
Masse totale humide : 1 249.6
Masse totale sèche : 1 152.5
Tare no E-66 : 13.4

TENEUR EN EAU, w (%) : **8.53**

MÉTHODE : **SÈCHE**
Fraction passant tamis : **5**
Masse de sol humide utilisée (g) :
Masse de sol sec utilisée (g) : 55.77
Densité relative : 2.72
Pourcentage total passant : 78.8
Hydromètre 151H no 3742
Masse de l'hydromètre (g) : 53.79

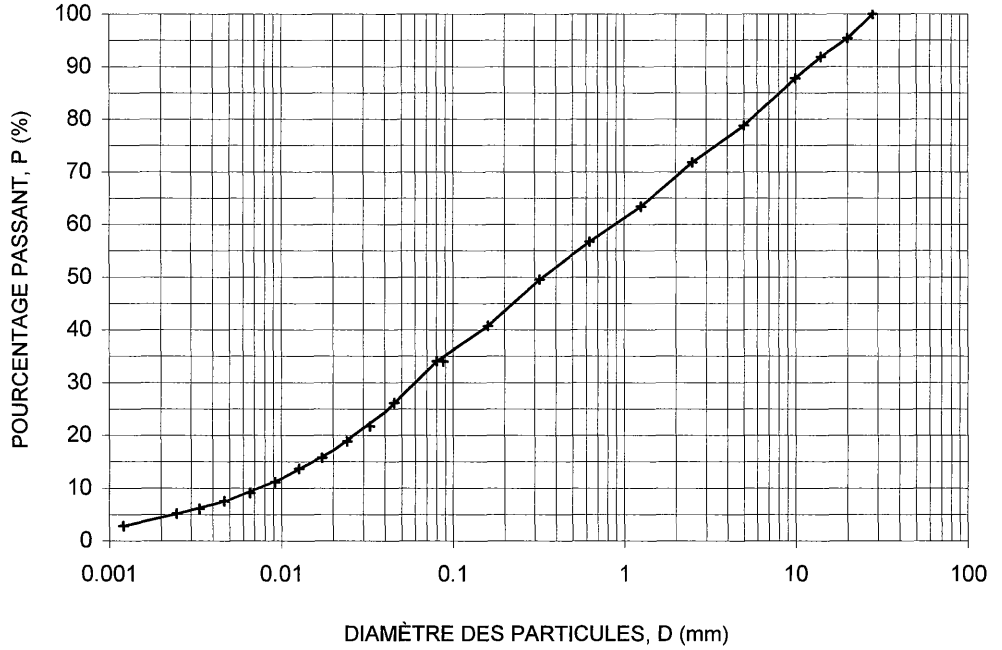
L = A.R + B A (1/cm) : -0.27
B (cm) : 17.57
C = D + 0.2 (20-T) D (1/1) : 4.0
Facteur d'échelle F (1/1) : 1.00

Défloculant : 5 g hexametaphosphate / litre

TAMIS (mm)	MASSES RETENUES INDIVID.	MASSES RETENUES CUMUL.	POURCENTAGES RETENU	POURCENTAGES PASSANT	POURCENT. TOTAL PASSANT
TAMISAGE DES GRAVIERS					
112					
80					
56					
40					
28		0	0.0		**100.0**
20		53	4.6		**95.4**
14		93	8.2		**91.8**
10		139	12.2		**87.8**
5		241	21.2		**78.8**
Plateau		1 139			
TAMISAGE DU SABLE					
2.50		23.6	8.9	91.1	**71.8**
1.25		52.0	19.5	80.5	**63.4**
0.63		74.6	28.0	72.0	**56.7**
0.32		98.7	37.1	62.9	**49.6**
0.16		128.5	48.3	51.7	**40.7**
0.08		151.1	56.8	43.2	**34.0**
Plateau		266.0			

SÉDIMENTOMÉTRIE

D (mm)	Temps (min)	Tempér. (C)	Lecture R	L (cm)	
0.0875	0.25	23.5	18.5	11.7	**34.0**
0.0455	1		15.0	12.6	**26.1**
0.0328	2	23.5	13.0	13.1	**21.7**
0.0240	4	21.2	12.2	13.4	**18.9**
0.0172	8	21.2	10.8	13.7	**15.7**
0.0127	15	21.1	9.9	14.0	**13.7**
0.0092	30	19.9	9.0	14.2	**11.1**
0.0066	60	19.7	8.1	14.4	**9.0**
0.0047	120	19.8	7.4	14.6	**7.5**
0.0033	240	19.1	6.9	14.8	**6.1**
0.0025	420	21.5	6.0	15.0	**5.1**
0.0012	1 860	20.3	5.2	15.2	**2.8**



DIAMÈTRE (mm)	POURCENT. PASSANT
20	95.4
5	78.8
0.4	51.9
0.08	34.0
0.002	4.5
0.0077	10
0.0628	30
0.8827	60

CU : 115.0
CC : 0.6
USC : SM
MF :
Csi :
Symbole : SfgL3G3A1

Remarques :

Effect. par :
J. Lemay 2005-03-11

Vérifié par
Hélène Bilodeau, ing.

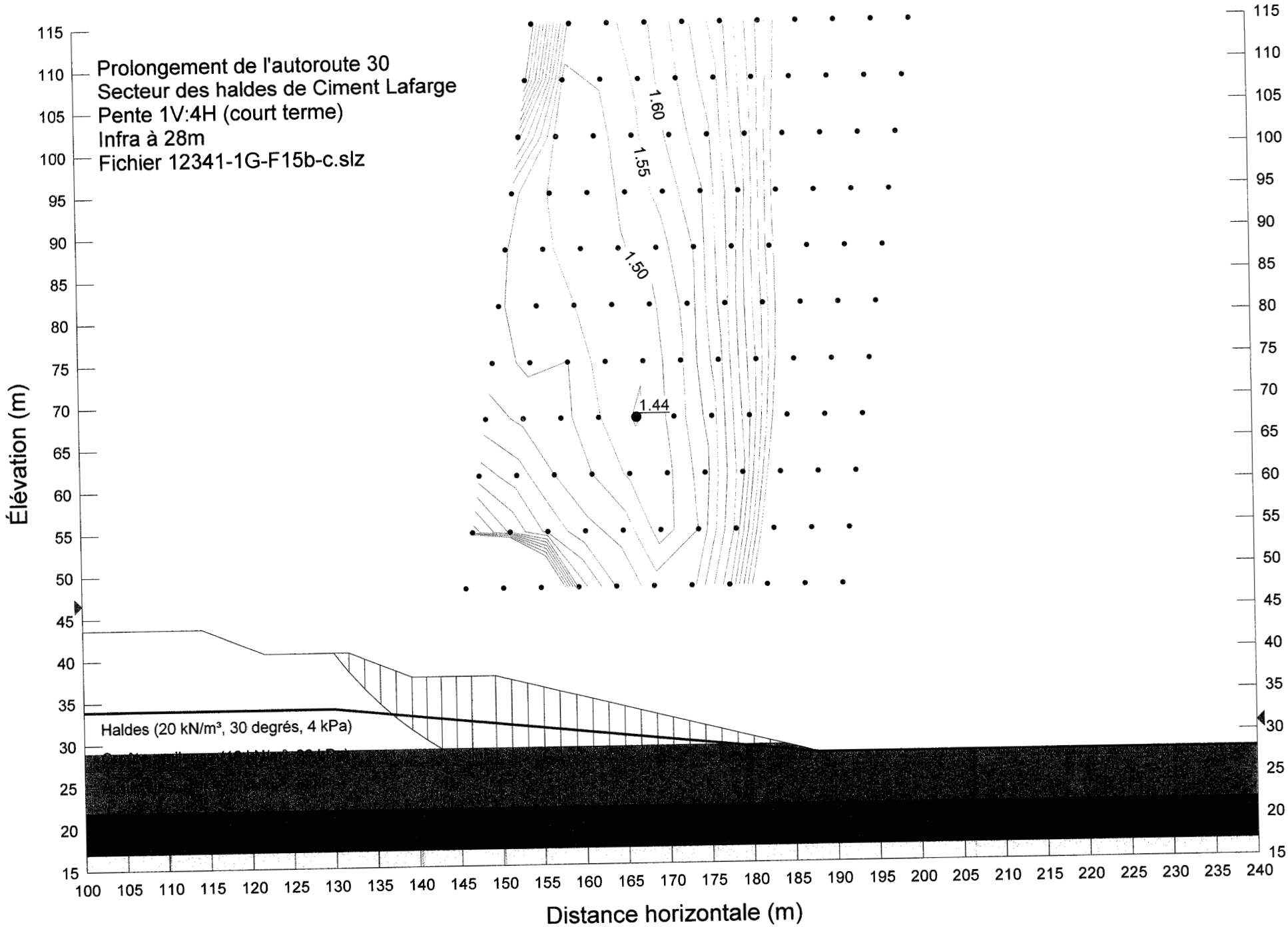
Date : 2005-03-29

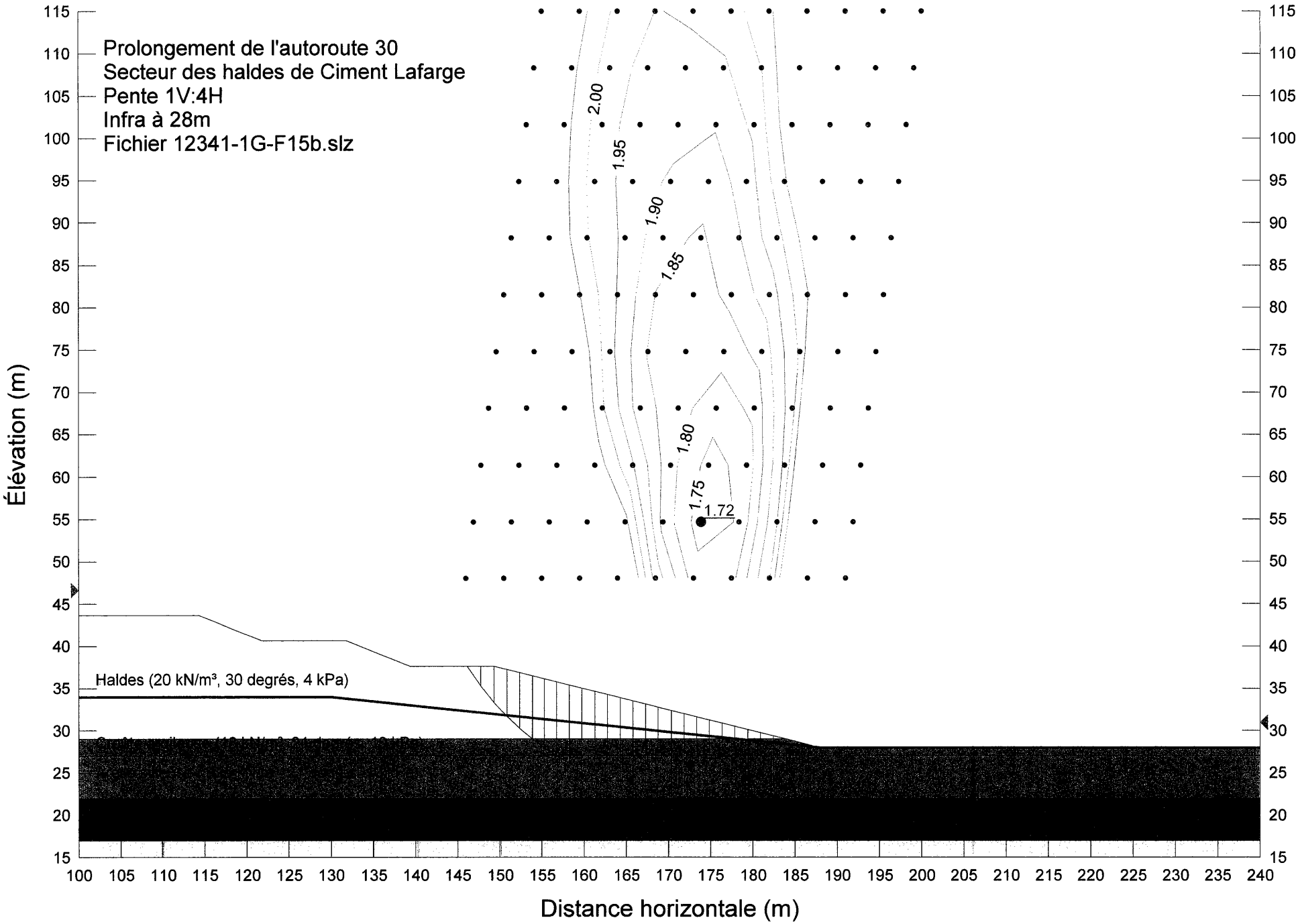
APPENDICE D

STABILITÉ DES PENTES D'EXCAVATION

(planches D-1 et D-2)

QUÉFORMAT

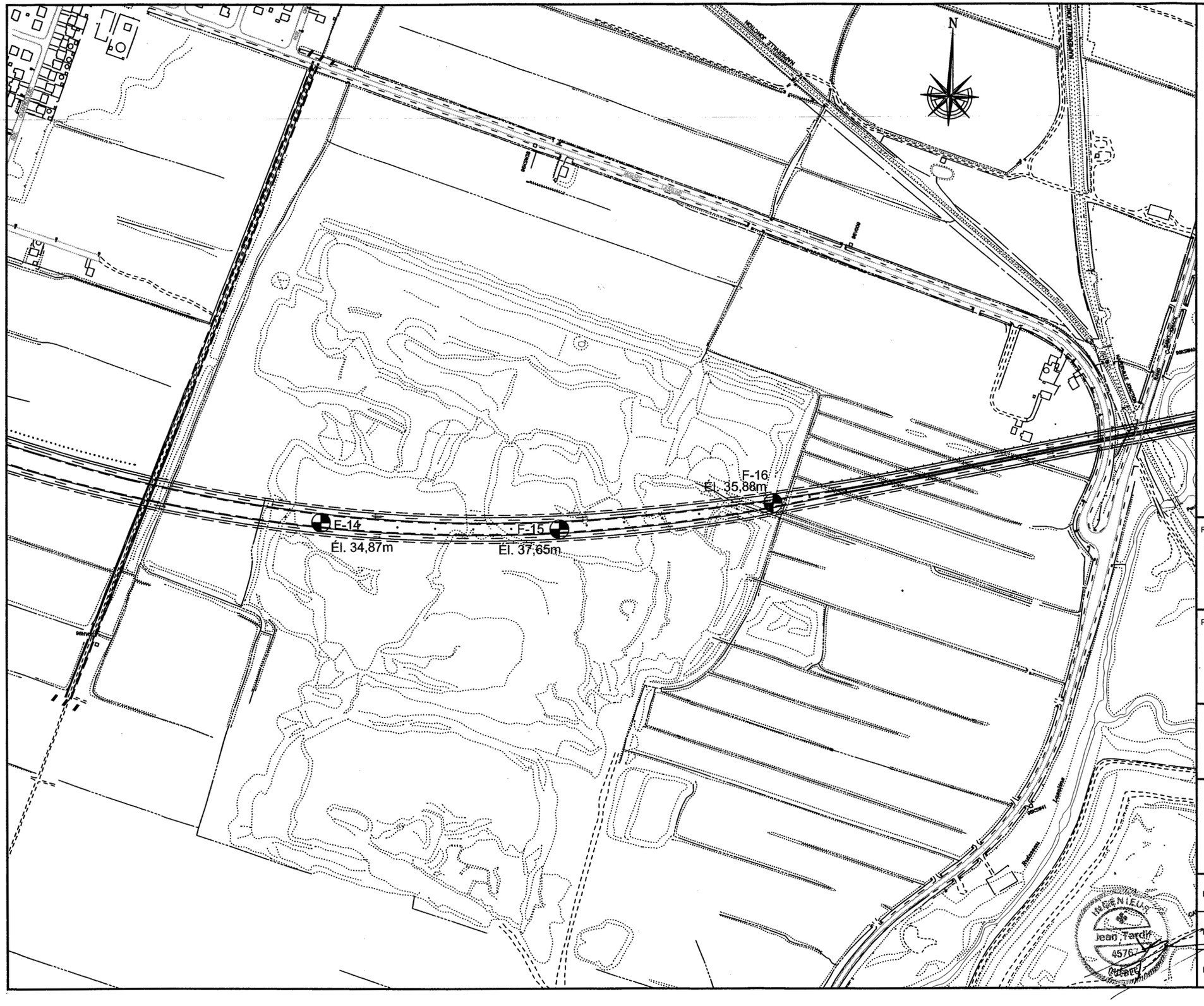

Prolongement de l'autoroute 30
Secteur des haldes de Ciment Lafarge
Pente 1V:4H (court terme)
Infra à 28m
Fichier 12341-1G-F15b-c.slz
1.60
1.55
1.50
1.44
Haldes (20 kN/m³, 30 degrés, 4 kPa)
Élévation (m)
Distance horizontale (m)


Prolongement de l'autoroute 30
Secteur des haldes de Ciment Lafarge
Pente 1V:4H
Infra à 28m
Fichier 12341-1G-F15b.slz
2.00
1.95
1.90
1.85
1.80
1.75
1.72
Haldes (20 kN/m³, 30 degrés, 4 kPa)
Élévation (m)
Distance horizontale (m)

DESSIN 12341-1

IMPLANTATION DES FORAGES

QUÉFORMAT



LÉGENDE

F-14
Él. 34,87m — Forage, numéro et élévation

0 25 50 75 100 150 200 300m

RÉFÉRENCE :
BPR Groupe-conseil
"A30(1 de 2)" et "A30 (2 de 2".zip,
transmis le 17 février 2005

PROJET :
Prolongement de l'autoroute 30
Secteur des haldes de Ciment Lafarge
St-Constant, (Québec)

TITRE :
Implantation des forages

QUÉFORMAT LTÉE

DESSINÉ :	J. P.	APPROUVÉ :	J. Tardif
DATE :	2002-02-17	ÉCHELLE :	1 : 5000
DOSSIER :	S-12341-G	DESSIN :	12341-1

INGÉNIEURS
Jean Tardif
4576
Québec