

Le 13 mars 2007

Madame Maryse Hamann, ing., M.Ing.
Tecsult inc.
2001, rue University
12^e étage
Montréal (Québec) H3A 2A6

Notre dossier n° : G06268
Référence n° : rap-007

**Objet : Étude géotechnique
Relocalisation de la route 236, entre l'autoroute 30 et la route 132 -
Réaménagement de la route 132 à son intersection avec la route 236
Beauharnois, Québec**

Madame,

Veuillez trouver ci-joint le rapport concernant l'étude géotechnique effectuée par Qualitas Géoconseil inc., dans le cadre du projet mentionné en titre.

Nous espérons le tout à votre entière satisfaction et vous prions d'agréer Madame Hamann, l'expression de nos sentiments les meilleurs.



Gilles Dussault, ing. M.S.
Président
GD/jb

p.j.

c.c. M. Pierre Seutin, ing. (Groupement CBR)
M. René Séguin, ing. (Groupe Séguin, Experts-Conseils)
M. Daniel Robert, ing. (MTQ)

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

RELOCALISATION DE LA ROUTE 236, ENTRE
L'AUTOROUTE 30 ET LA ROUTE 132

RÉAMÉNAGEMENT DE LA ROUTE 132 À SON
INTERSECTION AVEC LA ROUTE 236
BEAUHARNOIS, QUÉBEC

COENTREPRISE TECSULT - SÉGUIN
301, BOULEVARD INDUSTRIEL
CHÂTEAUGUAY (QUÉBEC) J6J 4Z2

Dossier n° : G06268

Mars 2007

Référence n° : rap-007

DISTRIBUTION : Mme Maryse Hamann, ing., M.Ing. (Tecsult inc.) (2 copies)
M. Pierre Seutin, ing. (Groupement CBR) (1 copie)
M. René Séguin, ing. (Groupe Séguin, Experts-Conseils) (1 copie)
M. Daniel Robert, ing. (MTQ) (1 copie)

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Page</u>
1 INTRODUCTION.....	1
2 DESCRIPTION DU SITE.....	2
3 MÉTHODE DE LA RECONNAISSANCE.....	4
3.1 Forages.....	4
3.2 Travaux d'arpentage.....	5
3.3 Travaux en laboratoire.....	6
4 NATURE ET CARACTÉRISTIQUES DES SOLS ET DU ROC.....	7
4.1 Chaussée routière.....	7
4.2 Remblai hétérogène.....	9
4.3 Till.....	9
4.4 Roc.....	10
5 COMMENTAIRES ET RECOMMANDATIONS.....	12
5.1 Travaux projetés.....	12
5.2 Excavations temporaires.....	13
5.2.1 Nature des matériaux à excaver.....	13
5.2.2 Pentes d'excavation.....	13
5.2.3 Infiltration de l'eau souterraine dans les excavations.....	14
5.3 Mise en place des conduites.....	15
5.4 Remblayage des tranchées.....	15
5.5 Pentes de transition.....	16
5.6 Préparation de l'infrastructure.....	16
5.7 Chaussée routière.....	17
5.7.1 Informations disponibles.....	17
5.7.2 Hypothèses de conception.....	18
5.7.3 Épaisseur de chaussée requise.....	20
5.7.4 Commentaires et recommandations pour la chaussée routière de la route 132.....	21
6 VALIDITÉ DES RÉSULTATS DE L'ÉTUDE.....	29

LISTE DES ANNEXES

	<u>Nombre de pages</u>
ANNEXE 1 - Portée de l'étude.....	1
ANNEXE 2 - Rapports de sondage.....	6
ANNEXE 3 - Résultats des essais de laboratoire.....	5
ANNEXE 4 - Dessins – Résultats des essais en laboratoire – Localisation et rapports des sondages.....	2

1 INTRODUCTION

Les services de Qualitas Géoconseil inc. ont été retenus par la coentreprise Tecsalt-Séguin pour effectuer une étude géotechnique sur un tronçon de 395 m de la route 132, à son intersection avec la route 236 projetée, dans le cadre global du projet de relocalisation de la route 236, entre l'autoroute 30 et la route 132, à Beauharnois, Québec. L'étude a été effectuée conformément aux termes de la proposition de service professionnel n° PG-6081-rév.1 du 18 septembre 2006.

Cette étude a été effectuée dans le but de déterminer la nature et les propriétés géotechniques des sols en place afin d'orienter, dans une perspective géotechnique, l'ingénieur-concepteur dans l'élaboration des plans et devis pour le réaménagement du tronçon de la route 132, à son intersection avec la route 236 projetée, ainsi que la réfection ou la reconstruction de la chaussée existante de ce tronçon.

Le présent rapport comprend une description de la méthode de travail utilisée lors de la reconnaissance des sols, les résultats de l'étude ainsi que les commentaires et recommandations d'ordre géotechnique relatifs aux travaux projetés.

Ce rapport a été préparé spécifiquement et seulement pour la coentreprise Tecsalt-Séguin, mandataire du MTQ dans le cadre du projet ci-haut décrit. Toute modification au projet doit être soumise à Qualitas Géoconseil, afin que soient réexaminées la portée et la pertinence de la reconnaissance des sols et des recommandations contenues dans ce rapport. La portée de l'étude est présentée à l'annexe 1.

2 DESCRIPTION DU SITE

Le réaménagement d'un tronçon de la route 132 fait partie du projet global de la relocalisation de la route 236, entre l'autoroute 30 et la route 132. Ce tronçon est situé au nord de la route 236 projetée au point kilométrique 43+890.

Le tronçon de la route 132, concerné par les travaux d'aménagement, est délimité de façon spécifique par les points kilométriques (P.K.) 10+035 à 10+440. Il comporte 4 voies séparées au centre par un terre-plein recouvert de gazon et entouré d'une bordure en béton, tel qu'illustré à la photo n° 1.

PHOTO N° 1



Le secteur du site est en pente générale vers le nord-ouest alors que le tronçon de la route 132 à l'étude est généralement en pente descendante vers l'ouest.

Un trottoir recouvert d'enrobé bitumineux, muni d'une bordure de béton de hauteur pouvant atteindre 50 mm environ, longe la voie la plus au nord de la route. Cette bordure est absente à plusieurs endroits (photo n° 2). Un accotement en enrobé bitumineux est à signaler du côté sud (photo n° 3).

PHOTO N° 2



PHOTO N° 3



Au sud de la route se trouve un espace gazonné situé approximativement au même niveau que la route, sauf dans le secteur est où la surface de la route est légèrement en contrebas. Un mur en pierres cimentées longe le côté nord de la route (photo n° 2). Selon la topographie des lieux, la route serait construite en remblai.

Plusieurs regards sont présents dans l'emprise de la route, particulièrement du côté sud. De plus, un fossé profond longe le côté sud de la route, sur une certaine distance à l'est de l'entrée vers la centrale de Beauharnois (Hydro-Québec). Un second fossé peu profond est également présent du côté sud, à l'extrémité est du tronçon (photo n° 1).

3 MÉTHODE DE LA RECONNAISSANCE

3.1 FORAGES

Les travaux sur le terrain se sont déroulés le 6 novembre 2006. Ceux-ci ont consisté en l'exécution de 4 forages, identifiés F-51 à F-54, sous la surveillance constante d'un technicien expérimenté en géotechnique. Les rapports individuels des forages sont présentés à l'annexe 2 du présent rapport. Le tableau 1 ci-après présente les principales informations au sujet des forages effectués.

TABLEAU 1
INFORMATIONS SUR LES FORAGES

SONDAGE N°	COORDONNÉES SCOPQ (NAD 1983)		NIVEAU DE LA SURFACE DU TERRAIN (m)	PROFONDEUR ATTEINTE (m)
	EST (x)	NORD (y)		
F-51	273 452	5 019 437	26,60	2,90
F-52	273 547	5 019 417	28,04	2,21
F-53	273 645	5 019 414	29,35	2,57
F-54	273 744	5 019 419	29,03	2,69

Les forages F-51 à F-54 ont été exécutés à l'aide d'une foreuse hydraulique de marque CME, modèle 55. L'avancement des forages a été effectué par la rotation simultanée de tubes de calibre « NW » et d'un trépan à molettes.

Sous l'enrobé bitumineux, dans chacun des 4 forages, le premier échantillon a été prélevé au moyen d'un échantillonneur de chaussée de 127 mm de diamètre intérieur et de 910 mm de longueur. Par la suite, entre les descentes des sections des tubes, des échantillons de sol ont été prélevés au moyen d'un carottier fendu normalisé de 51 mm de diamètre extérieur et de 600 mm de longueur,

conformément aux exigences de la norme NQ 2501-140 décrivant l'essai de pénétration standard servant à déterminer l'indice « N » qui indique l'état de compacité des sols pulvérulents. Le roc a été échantillonné à l'aide d'un carottier diamanté de calibre « NQ » dans les forages F-52 et F-54 sur des longueurs respectives de 0,94 et 1,63 m.

Suite à leur exécution, les trous des forages ont été remplis de pierre concassée et la surface a été scellée à l'aide d'un mélange bitumineux posé à froid.

3.2 TRAVAUX D'ARPENTAGE

La localisation et le nivellement des 4 forages ont été effectués sur le terrain, en coordonnées x, y et z, par le personnel de Qualitas Géoconseil.

La localisation, en coordonnées x et y, a été effectuée à l'aide d'un appareil de positionnement GPS de marque Trimble, modèle Geoxt, à partir d'un plan d'implantation fourni par Tecsalt - Séguin. Ce plan porte le numéro d'identification technique TA20-5400-9301-X2-3, dessin 5/10 et est daté du 19 mai 2006.

Le niveau de la surface du terrain à l'emplacement de chacun des forages, coordonnée z, se réfère à un repère de niveau géodésique du Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Le repère utilisé est localisé du côté sud de la route 132, au sud-est de son intersection avec la route d'accès à la centrale Beauharnois d'Hydro-Québec. Ce repère porte le numéro 99KSU49 et son niveau géodésique est de 28,95 m.

Les emplacements des sondages sont indiqués sur les dessins *Résultats des essais en laboratoire; localisation et rapports des sondages* à l'annexe 4, préparé à partir d'un fichier informatique transmis par le représentant de Tecsalt - Séguin. Les coordonnées x, y et z des sondages sont présentées au tableau 1 ci-dessus.

3.3 TRAVAUX EN LABORATOIRE

Tous les échantillons prélevés dans les sondages ont été transportés au laboratoire de géotechnique, où ils ont fait l'objet d'un examen visuel et d'une description détaillée. Des échantillons représentatifs des matériaux en place ont été soumis aux analyses en laboratoire indiquées au tableau 2.

TABLEAU 2
ESSAIS EN LABORATOIRE

TYPE	NOMBRE
Analyse granulométrique	10
Teneur en eau	2
Limites d'Atterberg	1

Les résultats de ces essais ont été utilisés pour l'identification des sols et leur description et apparaissent sur les rapports de forage de l'annexe 2. Les résultats sous forme graphique, sont présentés aux figures 1 à 5 de l'annexe 3.

Les échantillons n'ayant pas servi aux essais, seront conservés jusqu'au mois d'avril 2006. Après cette date, ils seront éliminés à moins d'avis contraire de la part de Tecslut - Séguin ou du MTQ.

4 NATURE ET CARACTÉRISTIQUES DES SOLS ET DU ROC

La description détaillée des sols rencontrés dans les forages F-51 à F-54 est présentée sur les rapports de sondage joints à l'annexe 2. La stratigraphie observée dans les forages est résumée au tableau 3 et consiste principalement en une chaussée routière en surface, recouvrant un remblai hétérogène qui prend appui sur un dépôt naturel de till ou directement sur le roc. La nature et les caractéristiques des matériaux en place sont décrites ci-après.

TABLEAU 3
RÉSUMÉ DE LA STRATIGRAPHIE À
L'EMPLACEMENT DES FORAGES

SONDAGE N°	CHAUSSÉE		REMBLAI HÉTÉROGÈNE		TILL		ROC	
	Niveau supérieur (m)	Épaisseur (m)	Niveau supérieur (m)	Épaisseur (m)	Niveau supérieur (m)	Épaisseur (m)	Niveau supérieur (m)	Longueur forée (m)
F-51	26,60	0,66	25,94	1,47	24,47	0,77	23,70 ⁽¹⁾	-
F-52	28,04	0,63	27,41	0,64	-	-	26,77	0,94
F-53	29,35	0,66	28,69	1,39	27,30	0,52	26,78 ⁽¹⁾	-
F-54	29,03	0,99	-	-	28,04	0,07	27,97	1,63

Note 1 : Niveau probable du roc suite à l'obtention d'un refus à l'enfoncement des outils de forage. Ces niveaux doivent être interprétés avec prudence

4.1 CHAUSSÉE ROUTIÈRE

À l'emplacement des 4 forages, la chaussée routière est constituée d'une couche d'enrobé bitumineux, recouvrant une fondation supérieure de pierre concassée 20-0 mm et une fondation inférieure de pierre concassée 56-0 mm. Les épaisseurs des différentes composantes de la chaussée sont indiquées au tableau 4.

TABLEAU 4
COMPOSANTES DE LA CHAUSSÉE

FORAGE N°	ÉPAISSEUR (mm)				SOLS D'INFRASTRUCTURE
	Revêtement bitumineux	Fondation supérieure	Fondation inférieure	Chaussée	
F-51	170	170	320	660	Sable silteux et graveleux, un peu d'argile (SM)
F-52	280	80	270	630	Gravier sableux et silteux, traces d'argile (GM)
F-53	210	200	250	660	Silt sableux et graveleux, un peu d'argile (ML)
F-54	200	210	580	990	Sable silteux (SM)

À l'examen du tableau 4, il ressort que l'épaisseur de la chaussée est généralement comprise entre 630 et 660 mm, sauf au forage F-54 où son épaisseur atteint 990 mm. Selon le système unifié de classification des sols (ASTM D2487), les sols d'infrastructure peuvent être considérés comme gélifs puisque la proportion de particules fines (< 80 µm) est supérieure à 30 %.

Des échantillons prélevés dans la fondation de la chaussée ont été soumis à 6 analyses granulométriques. Les résultats sont présentés sous forme graphique aux figures 1 et 2 de l'annexe 3, respectivement, pour la fondation supérieure et la fondation inférieure.

Les matériaux de la fondation supérieure ne satisfont pas aux exigences granulométriques d'un matériau MG 20. Les déficiences principales sont observées au tamis 80 µm où les résultats obtenus excèdent de 3,2 % à 4,0 % la valeur maximale de 7,0 % admissible à ce tamis. Il en est de même pour les matériaux de la fondation inférieure qui ne satisfont pas aux exigences granulométriques d'un matériau MG 56. Le pourcentage de particules fines (< 80 µm) excède la limite permise de 7,0 % dans des proportions comprises entre 0,6 % et 6,9 %.

4.2 REMBLAI HÉTÉROGÈNE

Des matériaux hétérogènes de remblai ont été rencontrés sous la chaussée routière dans 3 des 4 forages, soit les forages F-51 à F-53. L'épaisseur du remblai dans ces 3 forages est comprise entre un minimum de 0,64 m au forage F-52 et un maximum de 1,47 m au forage F-51.

Des analyses granulométriques ont été effectuées sur 3 échantillons prélevés dans le remblai. Les résultats sont présentés sous forme graphique à la figure 3 de l'annexe 3. De façon générale, la composition granulométrique du remblai varie entre celle d'un silt sableux et graveleux avec un peu d'argile du côté fin à celle d'un gravier sableux et silteux avec des traces d'argile du côté grossier. Des mottes d'argile et des traces de matières organiques ont été rencontrées dans le remblai. Par ailleurs, dans les forages F-51 et F-53, à partir de la profondeur d'environ 1,06 et 1,00 m, les matériaux de remblai consistent en de l'argile silteuse de plasticité élevée (CH) mélangée avec un peu de gravier et de sable.

4.3 TILL

Le remblai hétérogène aux forages F-51 et F-53 et le remblai de la chaussée routière au forage F-54 reposent sur un dépôt naturel de till. L'épaisseur du dépôt de till est comprise entre un minimum de 0,07 m (F-54) et un maximum de 0,77 m (F-51).

L'échantillon CF-4, prélevé au forage F-53, a été soumis à une analyse granulométrique et les résultats sont présentés à la figure 4 de l'annexe 3. Il s'agit d'un sable silteux avec un peu de gravier et des traces d'argile. Selon le système unifié de classification (ASTM D 2487), le matériau analysé est classé SM.

Les indices de pénétration « N » mesurés dans le dépôt de till sont de 24 au forage F-51 et 90 au forage F-53. Ces valeurs sont indicatives de sols de compacité moyenne à très dense.

4.4 ROC

Le roc a été carotté dans les 2 forages F-52 et F-54 alors qu'un refus à l'enfoncement du tube de forage ou du carottier fendu, probablement sur le roc, a été obtenu aux forages F-51 et F-53. Le tableau 5 présente des informations au sujet de la profondeur de la surface du roc et un aperçu de sa qualité sur la longueur forée.

TABLEAU 5
NIVEAU SUPÉRIEUR ET CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES DU ROC

FORAGE	SURFACE DU ROC		LONGUEUR FORÉE (m)	QUALITÉ DU ROC (RQD)	ESPACEMENT DES JOINTS
	PROF. (m)	NIVEAU (m)			
F-52	1,27	26,77	0,94	Moyenne	Très rapprochés à rapprochés
F-54	1,06	27,97	1,63	Mauvaise	Très rapprochés à moyennement espacés

Par ailleurs, le niveau du refus à l'enfoncement du tube de forage ou du carottier fendu aux forages F-51 et F-53 est respectivement de 23,70 et 26,78 m. Il s'agit probablement d'un refus obtenu à la surface du roc.

Ces résultats indiquent que le socle rocheux serait situé entre les niveaux 23,70 et 27,97 m dans les forages F-51 à F-54. Ainsi, le socle rocheux serait situé entre des profondeurs comprises entre 2,90 m et 1,06 m.

Le roc consiste en une roche sédimentaire constituée d'un grès à grain fin à moyen, localement calcareux. Le massif de roc est fracturé et les joints sont généralement très rapprochés à moyennement espacés. De plus, ils sont inclinés de façon variable mais sont, le plus souvent, sub-horizontaux.

L'indice de qualité du roc (RQD) est une mesure indirecte du nombre de fractures et de l'ampleur de l'altération du massif rocheux. Les valeurs mesurées sur les carottes de calibre NQ, soit de 47,6 mm de diamètre, prélevées dans les forages F-52 et F-54, indiquent que le roc est de qualité mauvaise à moyenne.

5 COMMENTAIRES ET RECOMMANDATIONS

5.1 TRAVAUX PROJETÉS

Plusieurs informations ont été obtenues auprès du représentant de Tecsalt - Séguin ainsi que des plans fournis concernant les travaux projetés sur le tronçon de la route 132 à l'étude. Voici un résumé des principaux points à ce sujet :

- le projet consiste en une réfection ou reconstruction d'un tronçon de la route 132, sur une longueur de l'ordre de 400 m, à son intersection avec la route 236 projetée;
- un élargissement de la route 132 est prévu du côté sud où se trouve l'espace gazonné et les 2 fossés, tel qu'illustré aux photos 1 et 3. L'élargissement pour la voie de virage à gauche de la chaussée nord et une nouvelle ouverture dans le mail central à l'emplacement de l'intersection font également partie des travaux projetés.;
- un trottoir est projeté du côté nord du tronçon de la route 132 à l'étude;
- un égout pluvial provenant de la route 236 projetée, traversera la route 132 sur un petit tronçon pour aboutir à l'émissaire qui sera implanté entre la route 132 et le lac Saint-Louis;
- l'intervention sur le tronçon de la route 132 existante devrait consister en une réfection de la chaussée. Une reconstruction de la chaussée pourrait cependant être envisagée si les conditions géotechniques du site sont défavorables et la fondation de la chaussée existante insuffisante ;
- le profil de la route 132 existante devrait être maintenu le plus possible au niveau actuel mais un faible rehaussement de 200 mm ou moins pourrait être envisagé si requis;
- le niveau du profil de la route 132 à son intersection avec la route 236 projetée n'est pas connu actuellement et sera établi lorsque les conditions de construction et de niveau de la route 236 seront définis.

5.2 EXCAVATIONS TEMPORAIRES

5.2.1 Nature des matériaux à excaver

Dans le cas d'une reconstruction complète de la chaussée de la route 132, les excavations devraient être effectuées dans les matériaux de la chaussée ainsi que dans le remblai sous-jacent. Il est cependant utile de rappeler que la profondeur la plus faible du socle rocheux a été obtenue au droit du forage F-54, soit à 1,06 m à partir de la surface de la route existante. Par ailleurs, dans le tracé de la conduite d'égout pluvial traversant la route 132, la profondeur de la surface du roc au forage F-53 est de 2,05 m. C'est ainsi que selon la profondeur qui sera retenue pour la conduite souterraine à cet endroit, des excavations dans le dépôt de till et dans le roc pourraient éventuellement être requises. Enfin, dans la bande de terrain prévue pour l'élargissement de la route 132, du côté sud, les excavations seront effectuées dans le mort-terrain et probablement dans le roc.

Il est peu probable que le roc puisse être excavé avec une pelle hydraulique ou autre équipement généralement utilisé dans les excavations dans le mort-terrain. L'excavation à l'aide d'un marteau piqueur hydraulique de type « Tramac » pourrait également s'avérer difficile. À cet effet, l'utilisation d'explosifs pourrait s'avérer nécessaire.

5.2.2 Pentés d'excavation

Il est recommandé que les pentes des excavations temporaires requises pour la mise en place des conduites respectent les exigences du *Code de sécurité pour les travaux de construction (2001, S-21, r.6)* de la CSST. En effet, compte tenu que la méthode de travail qui sera utilisée est présentement inconnue et qu'il s'agit de pentes d'excavation temporaires, la stabilité de celles-ci et la sécurité des travailleurs, des ouvrages à construire ainsi que des structures existantes sont sous l'entière responsabilité de l'entrepreneur.

À titre indicatif, pour les pentes des excavations temporaires, il est suggéré que des inclinaisons de 2 V : 1 H soient utilisées dans le mort-terrain non saturé.

Dans le roc, les pentes temporaires peuvent être profilées quasi-verticalement. L'entrepreneur doit prendre toutes les précautions pour éviter que des morceaux de roc détachables soient laissés sur les parois de la tranchée. De plus, pour les excavations de plus de 1,2 m dans le roc, il est recommandé de prévoir l'aménagement de banquettes d'au moins 1 m de largeur à la surface du roc, soit entre le sommet de l'excavation dans le roc et le pied du talus excavé dans le mort-terrain.

La circulation des véhicules et équipements en haut des excavations doit être évitée sur une distance au moins égale à 1,5 m du sommet de l'excavation dans le mort-terrain.

Les parois rocheuses doivent faire l'objet d'une inspection régulière et d'une approbation de la part d'un personnel qualifié, et ce au cours et à la fin des travaux d'excavation des tranchées. Le but est de détecter la présence éventuelle de plans de rupture préférentiels ou de toute autre anomalie pouvant être nuisible à la stabilité de la tranchée et à la sécurité des travailleurs et des biens. Des mesures de correction ou de confortement des parois rocheuses pourraient alors être requises.

Il est important de souligner que les inclinaisons mentionnées précédemment sont destinées uniquement au concepteur pour les calculs de volume pour l'estimation des coûts de construction.

5.2.3 Infiltration de l'eau souterraine dans les excavations

En présence d'infiltration d'eau dans les excavations, un système d'assèchement efficace, adapté aux conditions présentes au moment des travaux, doit être prévu par l'entrepreneur, de façon à recueillir les eaux de ruissellement s'accumulant au fond des excavations.

5.3 MISE EN PLACE DES CONDUITES

Les matériaux utilisés pour l'assise et l'enrobage des conduites ainsi que la mise en place de ceux-ci doivent respecter les exigences de la norme BNQ 1809-300/2004 intitulée *Travaux de construction – Clauses techniques générales – Conduites d'eau potable et d'égout*.

Pour les conduites dont l'assise se situera sur le roc, une attention toute particulière doit être apportée au compactage des matériaux d'enrobage jusqu'à la mi-hauteur de la conduite. En effet, lorsqu'une tranchée est creusée dans le roc avec des parois quasi-verticales, il devient alors difficile, voire impossible, de compacter adéquatement les matériaux d'enrobage en raison de l'espace restreint entre la paroi de roc et la conduite, qui ne permet pas l'utilisation efficace des engins de compactage. Il pourrait alors être nécessaire d'avoir recours à une conduite d'une classe supérieure en tenant compte uniquement du fait que les matériaux de remblai sous la conduite peuvent être compactés et non ceux mis en place de part et d'autre de la moitié inférieure de la conduite.

5.4 REMBLAYAGE DES TRANCHÉES

Les matériaux granulaires provenant des excavations, ainsi que le roc dynamité s'il y a lieu, peuvent être utilisés pour le remblayage des tranchées au-dessus des conduites et jusqu'au niveau de la ligne d'infrastructure, à condition d'être libérés des éléments de diamètre supérieur aux $\frac{2}{3}$ de l'épaisseur d'une levée de remblayage.

La réutilisation des matériaux excavés dans le remblai sous-jacent à la chaussée en place pourrait nécessiter une attention particulière. En effet, les matériaux contenant plus de 25 % de particules fines ($< 80 \mu\text{m}$), ce qui est le cas pour les matériaux du remblai en place, deviennent difficiles sinon pratiquement impossibles à compacter lorsque trop humides ou gelés. Ainsi, il pourrait être nécessaire de stocker temporairement les sols excavés pour réduire leur teneur en eau avant de les réutiliser pour le remblayage de la tranchée. Il est important de souligner que ces

conditions pourraient également être rencontrées lors de la réutilisation des matériaux provenant de la bande de terrain longeant le côté sud de la route 132.

Les sols organiques se trouvant en surface de la bande gazonnée, située au sud de la route 132 actuelle, ne pourront être réutilisés pour le remblayage des excavations.

Advenant le manque de matériaux de remblayage provenant des excavations, un matériau d'emprunt classe « B » (matériau compactable dépourvu de sol organique) peut être utilisé.

Les matériaux de remblai dans les tranchées doivent être mis en place en couches successives de 300 mm d'épaisseur maximale et être compactés au moins à 90 % du Proctor modifié.

5.5 PENTES DE TRANSITION

Pour une tranchée, si des sols de géivité différente de ceux des sols en place sont utilisés pour le remblayage, une pente de transition est nécessaire afin d'éviter des différences de soulèvement lorsqu'ils gèlent. La pente de transition dans les sols doit avoir une inclinaison de 1 V : 3 H et ce jusqu'à 1,5 m de profondeur par rapport à la surface finie de la chaussée. Au contact du sol et du roc, la valeur de l'inclinaison de la transition doit être de 1 V : 4 H.

Des transitions avec les chaussées existantes doivent être aménagées pour atténuer les comportements différentiels.

5.6 PRÉPARATION DE L'INFRASTRUCTURE

Les résultats des sondages, exécutés dans la chaussée de la route 132 existante, indiquent que la chaussée prend appui sur un remblai composé d'un mélange de silt, de sable et de gravier, combinés en proportions variables, avec un pourcentage de particules fines (< 80 µm) supérieur à 30 % dans les échantillons analysés. Dans le cas d'une reconstruction de la chaussée existante ou à l'emplacement de

l'élargissement de la chaussée du côté sud, les sols sous la ligne d'infrastructure doivent être compactés sur toute la surface de la chaussée à une densité égale à au moins 90 % de la masse volumique sèche maximale déterminée à l'essai Proctor modifié.

La surface de l'infrastructure doit être débarrassée convenablement de toutes matières organiques, de boue ou autre débris, particulièrement dans l'espace gazonné et les fossés observés du côté sud et au-dessus desquels un élargissement de la chaussée est prévu. Toute zone molle ou instable doit être éliminée et remplacée par un matériau approprié. La surface doit être inspectée et acceptée par un personnel qualifié avant la poursuite des travaux.

La surface de l'infrastructure doit être bien drainée et avoir une pente suffisante pour permettre un drainage adéquat et permanent.

5.7 CHAUSSÉE ROUTIÈRE

Il est utile de rappeler que selon les informations recueillies auprès du représentant de Tecsum - Séguin, le projet de réaménagement de la route 132 fait partie du projet global de relocalisation de la route 236. Les travaux sur la route 132 existante sont prévus sur un tronçon de 395 m de longueur situé de part et d'autre de son intersection avec la route 236 projetée. Ils consistent principalement en une réfection de la chaussée existante ou sa reconstruction si requis. De plus, un élargissement pour la voie de virage à gauche de la chaussée nord, une nouvelle ouverture dans le mail central à l'emplacement de l'intersection ainsi qu'un élargissement de la route 132 existante du côté sud sont projetés dans le tracé concerné par les travaux.

5.7.1 Informations disponibles

Plusieurs informations ont été fournies par les représentants de Tecsum - Séguin relativement à l'intensité du trafic sur la route 132 existante ainsi que sur la route 236 projetée. Il faut noter à cet effet que la route 132 sera fortement sollicitée

durant la construction de l'autoroute 30, soit durant les 3 premières années suivant sa réfection. Le trafic lourd devrait devenir moins intense suite à la mise en service de cette dernière. Par ailleurs, des informations relatives à la route 236 ont été obtenues du rapport d'avant-projet produit par SM Pelletier et associés. Celui-ci porte le numéro de projet 20-5400-9301-X2 et est daté du 19 mai 2006. Les principales informations obtenues sont résumées ci-après.

Route 132

DJMA actuel : 11 200

% de véhicules lourds : 7 à 8 %

passage de 160 000 camions (50% chargés et 50% vides) au cours des 3 premières années (années : 2008-2009-2010)

DJMA après la mise en service de l'autoroute 30 (année : 2011) : 6 500

Route 236

Mise en service : 2008

DJMA de conception (2008) : 6 000

% de véhicules lourds : 12 %

Accroissement du trafic : 3%

Période de conception : 15 ans

Enfin, le passage de 160 000 camions (50 % chargés et 50 % vides) au cours des 3 premières années (années 2008, 2009, 2010) sur un tronçon de la route 236 a également été souligné par le représentant de Tecsuit-Séguin.

5.7.2 Hypothèses de conception

Plusieurs hypothèses ont été retenues relativement à la conception de la chaussée de la route 132 et la détermination de l'épaisseur de chaussée requise. Les hypothèses concernant les aspects structural et thermique sont présentées distinctement ci-après.

5.7.2.1 Hypothèses retenues pour la conception structurale de la chaussée

Le tableau 6 suivant résume les hypothèses relatives à l'aspect structural de la conception.

TABLEAU 6
HYPOTHÈSES DE CONCEPTION STRUCTURALE

PARAMÈTRES	HYPOTHÈSES RETENUES
Classe de la route	Route nationale
Période de conception (après ouverture de l'A30)	15 ans
Voies de circulation	4
% de véhicules lourds	8 %
Coefficient d'agressivité moyen	2,0
Nombre de camions pleins (2008-2010)	90 camions /jour ⁽¹⁾
Coefficient d'agressivité des camions pleins	3,0
Nombre de camions vides (2008-2010)	90 camions /jour ⁽²⁾
Coefficient d'agressivité des camions vides	0,8
% du trafic dans la voie de design	80 %
Augmentation annuelle du trafic	3 %
Nombre de jours annuels	300 jours
Notes 1 : 160 000 camions / 3 ans / 2 (50 % pleins) / 300 jours/an = 89 camions pleins / jour 2 : 160 000 camions / 3 ans / 2 (50 % vides) / 300 jours/an = 89 camions vides /jour	

Selon ces hypothèses de conception, la route 132 sera sollicitée par un trafic équivalent à environ 1 million d'ÉCAS entre 2007 et 2010, soit l'été 2007 et les 3 premières années durant lesquelles il y aura une circulation intense de camions. Lors de l'ouverture de l'autoroute 30, le DJMA de la route 132 diminuera de façon importante. C'est ainsi qu'au cours des 15 années suivantes, le trafic total de la route 132 devrait être de l'ordre de 2,3 millions d'ÉCAS. La chaussée de la

route 132 devra donc être conçue pour un trafic équivalent d'environ 3,3 millions d'ÉCAS et ce pour l'ensemble des 2 étapes prévues.

5.7.2.2 Hypothèses retenues pour la conception thermique

Le tableau 7 suivant résume les hypothèses relatives à l'aspect thermique de la conception.

TABLEAU 7
HYPOTHÈSES DE CONCEPTION THERMIQUE

Classe de la route	Route nationale
Nature des sols d'infrastructure	ML ou SM _{fin}
Station météorologique de référence	Ormstown
Indice de gel normal	930 °C - jours
Indice de gel rigoureux	1 290 °C - jours

5.7.3 Épaisseur de chaussée requise

Les hypothèses de conception structurale et thermique décrites précédemment ont permis de déterminer l'épaisseur minimale totale de la chaussée, formée de matériaux non gélifs, requise pour satisfaire aux critères de protection partielle contre le gel recommandés par le ministère des Transports du Québec (MTQ) pour une chaussée construite sur une infrastructure gélive.

L'épaisseur de chaussée totale requise pour la route 132 serait normalement de 975 mm. Celle-ci a été établie selon la méthode de dimensionnement des chaussées du MTQ, adaptée de la méthode AASHTO *Design of Pavement Structure*, à l'aide du logiciel « Chaussée 2 ». Cette protection partielle contre le gel a pour but de limiter les effets du gel sur l'ouverture des fissures et sur l'uni, de maintenir un soulèvement de la chaussée dû au gel inférieur à celui admissible,

mais aussi pour éloigner de la surface les horizons de sol qui subissent des pertes de capacité de support au moment du dégel.

5.7.4 Commentaires et recommandations pour la chaussée routière de la route 132

Selon les résultats des 4 forages effectués sur le tronçon à l'étude de la route 132, l'épaisseur de la chaussée est généralement comprise entre 630 mm et 660 mm. Exceptionnellement, au forage F-54, son épaisseur est de 990 mm. Il en ressort qu'à l'emplacement de 3 des 4 forages, l'épaisseur de la chaussée de la route 132 est insuffisante pour assurer une protection minimale de la chaussée contre le gel. Par ailleurs, l'épaisseur du revêtement bitumineux mesurée au droit des 4 forages, soit 170, 280, 210 et 200 mm, est importante et supérieure à l'épaisseur minimale exigée pour l'intensité du trafic actuel. Ces épaisseurs importantes de revêtement sont possiblement le résultat de nombreuses interventions de resurfaçage effectuées au cours des années. Enfin, en plus d'être de faible épaisseur, la fondation de la chaussée de la route 132 est constituée de matériaux granulaires qui ne satisfont pas aux exigences granulométriques actuellement en vigueur.

Il est important de souligner que, malgré les conditions de chaussée décrites précédemment, les observations effectuées sur le terrain indiquent que l'état actuel du revêtement bitumineux de la route 132 peut être qualifié de relativement bon. Le revêtement, vraisemblablement récent, présente des fissures transversales, espacées de façon régulière, sur l'ensemble du tronçon à l'étude. Très peu de fissures longitudinales ont été observées et l'orniérage y est mineur, tel qu'illustré respectivement sur les photos 4 et 5.

PHOTO N° 4



PHOTO N° 5



En conséquence, compte tenu de l'épaisseur totale insuffisante de la chaussée, il ressort qu'une reconstruction complète devrait être envisagée pour une mise à niveau de cette infrastructure. Cependant, en plus de l'option de la reconstruction de la chaussée, 2 autres options plus économiques sont également présentées dans ce rapport. Les 3 options analysées ne sont pas présentées par ordre d'importance. L'option à mettre en œuvre devra donc être choisie en fonction de différents facteurs.

5.7.4.1 Option A : conservation de la chaussée actuelle et resurfaçage, élargissement du côté sud et autres aménagements

Cette option consiste à conserver la chaussée actuelle de la route 132 existante et à procéder à l'élargissement de cette chaussée du côté sud, tel que prévu. Il s'agit d'entreprendre, parmi les autres aménagements, l'élargissement pour la nouvelle voie de virage à gauche de la chaussée nord et de construire une nouvelle ouverture dans le mail central à l'intersection avec la route 236 projetée. Les interventions sur la chaussée existante pourraient alors être limitées à la reconstruction du trottoir nord et de sa bordure, à l'installation de la conduite pluviale qui devrait rejoindre l'émissaire projeté et à quelques réparations mineures des

fissures et autres. Il est utile de rappeler que le trottoir nord actuel est dans un état de détérioration avancé. De plus, la bordure est inexistante à plusieurs endroits.

Par ailleurs, l'élargissement de la chaussée est prévu sur une bande de quelques mètres de largeur du côté sud afin de faciliter l'accès à la route 236 projetée. Dans cette option, l'épaisseur de la structure de chaussée de l'élargissement devrait être similaire à celle observée au droit des 4 forages effectués sur le tronçon de la route 132 et ce dans le but de limiter les comportements différentiels éventuels. La structure de chaussée proposée pour l'élargissement de la chaussée est présentée au tableau 8 ci-après.

TABLEAU 8
STRUCTURE DE CHAUSSÉE PROPOSÉE
ÉLARGISSEMENT DE LA ROUTE 132
(Aucune intervention sur la route 132 actuelle)

ÉLÉMENT DE LA CHAUSSÉE	MATÉRIAU	ÉPAISSEUR (mm)
Revêtement :		
Couche de roulement	ESG-10 (bitume PG 70-28)	60
Couche de base	GB-20 (bitume PG 64-28)	95
Fondation	MG 20	200
Sous-fondation	MG 56 ⁽¹⁾	300
Épaisseur totale :		655
Note 1 : Un matériau granulaire MG 56 est recommandé pour conserver l'uniformité de la section transversale de la chaussée et de limiter le plus possible les comportements différentiels de la chaussée.		

L'épaisseur du revêtement proposé au tableau 8 est inférieure à l'épaisseur du revêtement de la chaussée existante. En effet, compte tenu du trafic futur, une épaisseur de revêtement de 155 mm est suffisante pour l'élargissement projeté. L'épaisseur de la fondation a cependant été augmentée afin d'obtenir une épaisseur totale de chaussée comparable à celle de la chaussée actuelle.

Les travaux d'élargissement de la chaussée et de réfection mineurs, décrits précédemment dans cette option, pourraient être complétés par la pose d'un nouveau revêtement bitumineux en surface de l'ensemble de la chaussée après la fin des travaux de construction de l'autoroute 30 (60 mm de ESG-10). Cette couche permettrait d'uniformiser les caractéristiques de la surface de roulement. De plus, le planage du revêtement existant sur 60 mm ou la pose d'une mince couche de correction ainsi que des travaux mineurs pourraient être effectués pour corriger des dépressions, fissures ou autres et ce préalablement à la mise en place de cette couche de revêtement finale.

5.7.4.2 Option B : traitement et chargement de la chaussée actuelle, élargissement du côté sud et autres aménagements

Cette option présente la possibilité d'intervenir de façon plus importante sur la chaussée existante afin d'améliorer ses conditions et son comportement en tenant compte du trafic prévu. En effet, si une intervention plus importante est souhaitée pour restaurer les caractéristiques de surface de la chaussée de la route 132 actuelle, uniformiser son comportement et augmenter sa durée de vie, il pourrait être envisagé de traiter en place la chaussée existante. Il s'agit de décohesionner le revêtement en place, de procéder à l'élargissement et autres aménagements prévus, de faire un rechargement granulaire et de poser un nouveau revêtement bitumineux sur la totalité de la surface. Les nouveaux ouvrages de béton seraient construits avant la pose du revêtement bitumineux. Voici les principales étapes et travaux à effectuer dans le cadre de cette option :

- planage à froid du revêtement existant sur 100 mm d'épaisseur pour en réduire l'épaisseur;
- décohesionnement du revêtement et d'une partie de la fondation existante sur 250 mm d'épaisseur;
- mise en forme, nivellement et compactage de la fondation décohesionnée pour atteindre les profils spécifiés aux plans;

- rechargement granulaire avec une couche de 150 mm d'épaisseur de matériaux MG 20;
- mise en place d'un nouveau revêtement bitumineux en 2 couches de 155 mm d'épaisseur totale :
 - base : 95 mm d'enrobé GB-20 (PG 64-28);
 - roulement : 60 mm d'enrobé ESG-10 (PG 70-28).

L'épaisseur de revêtement bitumineux proposée, soit 155 mm, est adaptée au trafic calculé de 3,3 millions d'ÉCAS. Selon les informations recueillies, le revêtement bitumineux pourrait être mis en place en 2 étapes et que la dernière application coïnciderait avec la fin des travaux sur l'autoroute 30. Dans le cas où cette procédure est retenue, le rechargement granulaire devrait être suivi de la mise en place d'un revêtement bitumineux de 145 mm d'épaisseur, soit une couche de base de 95 mm d'enrobé GB-20 (bitume PG 64-28) et une couche de roulement de 50 mm d'enrobé ESG-10 (bitume PG 70-28). Le but est de procurer à la chaussée une résistance suffisante au trafic prévu au cours des premières années en plus de conserver suffisamment de résistance pour supporter les charges, bien que réduites, prévues au cours des 15 années suivant la fin des travaux de l'autoroute 30. Une couche de roulement de 40 mm d'épaisseur devrait en outre être mise en place en 2010 ou 2011.

L'intervention dans cette option conduirait, de façon générale, à un rehaussement du profil de la chaussée d'environ 200 mm, permettant d'augmenter par la même occasion l'épaisseur de la chaussée, laquelle deviendrait relativement proche de l'épaisseur minimale souhaitable. Cependant, les matériaux granulaires déficients présents dans la chaussée actuelle demeureraient en place et pourraient toujours entraîner l'apparition de déficiences en surface à court ou moyen terme.

5.7.4.3 Option C : reconstruction de la chaussée avec un élargissement du côté sud et autres aménagements

La reconstruction complète de la chaussée est traitée dans cette option. C'est ainsi que, pour une mise aux normes du tronçon à l'étude de la chaussée de la route 132 existante, une reconstruction complète de la chaussée avec une épaisseur totale

d'environ 975 mm tel que mentionné précédemment dans ce rapport serait nécessaire. Ceci inclut également l'élargissement pour la voie de virage à gauche de la chaussée nord, d'une nouvelle ouverture dans le mail central à l'endroit de l'intersection avec la route 236 projetée ainsi que l'élargissement de la route prévu sur quelques mètres de larguer du côté sud. Aussi, la reconstruction complète de la chaussée permettrait d'uniformiser la structure de chaussée sur l'ensemble de la largeur prévue pour la route et de remplacer les matériaux en place qui ne satisfont pas aux normes actuellement en vigueur. La structure de chaussée présentée au tableau 9 ci-après est prévue pour un trafic maximal de 3,3 millions d'ÉCAS.

TABLEAU 9
STRUCTURE DE CHAUSSÉE PROPOSÉE
RECONSTRUCTION DE LA ROUTE 132

ÉLÉMENT DE LA CHAUSSÉE	MATÉRIAU	ÉPAISSEUR MINIMUM (mm)
Revêtement : ⁽¹⁾		
Couche de roulement	ESG-10 (bitume PG 70-28)	60
Couche de base	GB-20 (bitume PG 64-28)	95
Fondation	MG 20	250
Sous-fondation	MG 112	575
Épaisseur totale :		980
Note 1 : Si une troisième et dernière couche d'enrobé de 40 mm d'épaisseur est prévue après la fin des travaux de l'autoroute 30, l'épaisseur de la couche de roulement initiale pourrait être de 50 mm.		

Enfin, dans le cas où la couche d'enrobé bitumineux est mise en place en 2 étapes, soit une première couche en 2007 et une seconde couche en 2010 ou 2011, lors de l'ouverture de l'autoroute 30, l'épaisseur totale requise est alors de 185 mm. Un premier revêtement de 145 mm d'épaisseur, constitué de 2 couches serait mis en place lors des travaux initiaux et une nouvelle couche de roulement de 40 mm d'épaisseur serait mise en place en 2010 ou 2011.

5.7.4.4 Recommandations générales

Quelques recommandations générales sont présentées ci-après. Celles-ci doivent être mises en oeuvre afin de favoriser un comportement adéquat des chaussées à construire.

La surface de l'infrastructure doit être exempte de matières organiques ou autres débris avant la mise en place des différentes couches composant la structure de chaussée.

Les sols sous la ligne d'infrastructure doivent être compactés au moins à 90 % du Proctor modifié.

Les matériaux MG 112 de la sous-fondation et MG 20 et MG 56 de la fondation, doivent satisfaire aux exigences de la norme NQ 2560-114/2002. Il est à noter que les spécifications de la partie II de la dite norme, s'appliquent après le transport, la mise en oeuvre et le compactage des granulats, conformément aux exigences du *Cahier des charges et devis généraux* (CCDG). Ces matériaux doivent être mis en place en couches d'une épaisseur maximale de 300 mm, chacune des couches étant compactée séparément. Les matériaux MG 112 de la sous-fondation doivent respecter les critères de couche anticontaminante de la norme NQ-2560-114-III/2002 et être compactés à une densité au moins égale à 90 % de la masse volumique sèche maximale déterminée à l'essai Proctor modifié (CAN/BNQ 2501-255). Les matériaux de la fondation MG 20 et MG 56 doivent être compactés au moins à 98 % du Proctor modifié, ou de la masse volumique maximale obtenue avec une planche de référence.

Les enrobés bitumineux ESG-10 et GB-20 doivent satisfaire aux exigences de la norme 4202 du MTQ. Les bitumes doivent être conformes à la norme 4101 du MTQ.

La mise en place des matériaux des chaussées doit être conforme aux normes et exigences du MTQ, telles que contenues dans le *Cahier des charges et devis généraux* (CCDG).

Des transitions avec les chaussées existantes doivent être aménagées pour atténuer les comportements différentiels.

Les structures de chaussée proposées ne sont pas conçues pour résister à la circulation de la machinerie durant les travaux.

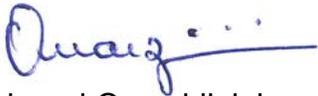
La densité après compactage des matériaux doit être vérifiée par des essais exécutés au chantier au moment des travaux.

6 VALIDITÉ DES RÉSULTATS DE L'ÉTUDE

L'emplacement et le nombre de forages ont été déterminés de façon à obtenir les conditions de sol les plus représentatives possibles, pour le site étudié. Les recommandations ont été formulées en posant l'hypothèse que les résultats obtenus sont effectivement représentatifs de l'ensemble du site pour les besoins de la présente étude effectuée en vue de la conception du projet et de la préparation des plans et devis. Il convient également de souligner que les recommandations sont formulées en fonction des informations et des hypothèses en ce qui a trait aux travaux projetés et qui étaient connues au moment de la rédaction de ce rapport. Qualitas Géoconseil devra être informée de toute modification du projet ou advenant que des conditions de terrain différentes soient rencontrées au cours des travaux afin que des révisions, modifications ou confirmations des présentes recommandations puissent être formulées.

Espérant le tout à votre satisfaction, nous demeurons à votre service pour toute information additionnelle qui pourrait être requise.

QUALITAS GÉOCONSEIL INC.



Ahmed Ouarzidini, ing., M.Sc.
Ingénieur en géotechnique



Gilles Dussault, ing., M.S.
Ingénieur en géotechnique

(Ce rapport est composé de 48 pages et ne peut être reproduit en partie sans l'autorisation de Qualitas Géoconseil inc.)

A N N E X E 1

PORTÉE DE L'ÉTUDE

PORTÉE DE L'ÉTUDE

1. UTILISATION DU RAPPORT

A. Modifications au projet : les données factuelles, les interprétations et les recommandations contenues dans ce rapport ont trait au projet spécifique tel que décrit dans le rapport et ne s'appliquent à aucun autre projet ni autre site. Si le projet est modifié du point de vue conception, dimensionnement, emplacement ou niveau, Qualitas Géoconseil inc. devra être consultée de façon à confirmer que les recommandations déjà données demeurent valides et applicables.

B. Nombre de sondages : les recommandations données dans ce rapport n'ont pour but que de servir de guide à l'ingénieur en conception. Le nombre de sondages pour déterminer toutes les conditions souterraines qui peuvent affecter les travaux de construction (coûts, techniques, matériel, échéancier), devrait normalement être plus élevé que celui pour les besoins du dimensionnement. Les entrepreneurs qui soumissionnent ou qui sous-traitent le travail, devraient compter sur leurs propres études ainsi que sur leurs propres interprétations des résultats factuels des sondages, pour apprécier de quelle façon les conditions souterraines peuvent affecter leur travail.

2. RAPPORTS DE SONDAGE ET INTERPRÉTATION DES CONDITIONS SOUTERRAINES

A. Description des sols et du roc : les descriptions des sols et du roc données dans ce rapport proviennent de méthodes de classification et d'identification communément acceptées et utilisées dans la pratique de la géotechnique. La classification et l'identification du sol et du roc font appel à un jugement. Ces descriptions peuvent être différentes de celles que ferait un autre géotechnicien possédant des connaissances similaires des règles de l'art en géotechnique.

B. Conditions des sols et du roc à l'emplacement des sondages : les rapports de sondage ne fournissent que des conditions du sous-sol à l'emplacement des sondages seulement. Les limites entre les différentes couches sur les rapports de sondage sont souvent approximatives, correspondant plutôt à des zones de transition, et ont donc fait l'objet d'une interprétation. La précision avec laquelle les conditions souterraines sont indiquées, dépend de la méthode de sondage, de la fréquence et de la méthode d'échantillonnage ainsi que de l'uniformité du terrain rencontré. L'espacement entre les sondages, la fréquence d'échantillonnage et le type de sondage sont également le reflet de considérations budgétaires et d'échéancier qui sont hors du contrôle de Qualitas Géoconseil inc..

C. Conditions des sols et du roc entre les sondages : les formations de sol et de roc sont variables sur une plus ou moins grande étendue. Les conditions souterraines entre les sondages peuvent varier par rapport aux conditions rencontrées à l'endroit des sondages. Toute interprétation des conditions présentées entre les sondages comporte des risques. Ces interprétations peuvent conduire à la découverte de conditions différentes de celles qui étaient prévues. Qualitas Géoconseil inc. ne peut être tenue responsable de la découverte de conditions de sol et de roc différentes de celles décrites ailleurs qu'à l'endroit des sondages effectués.

D. Niveaux de l'eau souterraine : les niveaux de l'eau souterraine donnés dans ce rapport correspondent seulement à ceux observés à l'endroit et à la date indiqués dans le rapport. Ces conditions peuvent varier de façon saisonnière ou suite à des travaux de construction sur le site ou sur des sites adjacents. Ces variations sont hors du contrôle de Qualitas Géoconseil inc..

3. SUIVI DE L'ÉTUDE ET DES TRAVAUX

A. Vérification en phase finale : tous les détails de conception et de construction ne sont pas connus au moment de l'émission du rapport. Il est donc recommandé que les services de Qualitas Géoconseil inc. soient retenus pour apporter toute la lumière sur les conséquences que pourraient avoir les travaux de construction sur l'ouvrage final.

B. Inspection durant l'exécution : il est recommandé que les services de Qualitas Géoconseil inc. soient retenus pendant la construction, pour vérifier et confirmer d'une part que les conditions souterraines sur toute l'étendue du site ne diffèrent pas de celles données dans le rapport et d'autre part, que les travaux de construction n'aient pas un effet défavorable sur les conditions du site.

4. CHANGEMENT DES CONDITIONS : les conditions de sol décrites dans ce rapport sont celles observées au moment de l'étude. À moins d'indication contraire, ces conditions forment la base des recommandations du rapport. Les conditions de sol peuvent être modifiées de façon significative par les travaux de construction (trafic, excavation, etc.) sur le site ou sur les sites adjacents. Une excavation peut exposer les sols à des changements dus à l'humidité, au séchage ou au gel. Sauf indication contraire, le sol doit être protégé de ces changements ou remaniements pendant la construction.

Lorsque les conditions rencontrées sur le site diffèrent de façon significative de celles prévues dans ce rapport, dues à la nature hétérogène du sous-sol ou encore à des travaux de construction, il est du ressort du client et de l'utilisateur de ce rapport de prévenir Qualitas Géoconseil inc. des changements et de fournir à Qualitas Géoconseil inc. l'opportunité de réviser les recommandations de ce rapport. Reconnaître un changement des conditions de sol demande une certaine expérience. Il est donc recommandé qu'un ingénieur géotechnicien expérimenté soit dépêché sur le site afin de vérifier si les conditions ont changé de façon importante.

5. DRAINAGE : le drainage de l'eau souterraine est souvent requis aussi bien pour des installations temporaires que permanentes du projet. Une conception ou exécution impropre du drainage peut avoir de sérieuses conséquences. Qualitas Géoconseil inc. ne peut en aucun cas prendre la responsabilité des effets du drainage à moins que Qualitas Géoconseil inc. ne soit spécifiquement impliqué dans la conception détaillée et le suivi des travaux de construction du système de drainage.

6. CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES : dans certains cas, les terrains sur lesquels Qualitas Géoconseil inc. effectue des reconnaissances peuvent avoir subi des déversements de contaminants ou encore la nappe phréatique peut contenir des polluants provenant d'un site à l'extérieur des terrains à étudier. De telles conditions requièrent une étude de caractérisation environnementale. La présente étude géotechnique n'a pas été effectuée en fonction d'une telle étude. Il convient de souligner que les lois et les règlements relatifs à l'environnement peuvent avoir des effets importants sur la viabilité, l'orientation et les coûts d'un projet. Ces lois et règlements sont susceptibles d'amendement et devront être vérifiés et pris en compte au moment de la conception et la préparation du projet.

A N N E X E 2

RAPPORTS DE SONDAGE

NOTES EXPLICATIVES

RAPPORT DE SONDAGE

(page 1 de 2)

Un rapport de sondage permet de résumer la stratigraphie des sols et du roc, leurs propriétés ainsi que les conditions d'eau souterraine. Cette note a pour but d'expliquer la terminologie, les symboles et abréviations utilisés.

COUPE STRATIGRAPHIQUE

1. PROFONDEUR – NIVEAU

La profondeur et le niveau des différents contacts stratigraphiques sont donnés par rapport à la surface du terrain à l'endroit des sondages au moment de leur exécution. Les niveaux sont indiqués en fonction d'un système indiqué dans l'entête du rapport de sondage.

2. DESCRIPTION DES SOLS

Les sols sont décrits selon leur nature et leurs propriétés géotechniques.

Les dimensions des particules constituant un sol sont les suivantes :

NOM	DIMENSION (mm)	
Argile	<	0,002
Silt	0,002 -	0,08
Sable	0,08 -	5
Gravier	5 -	80
Caillou	80 -	300
Bloc	>	300

La proportion des divers éléments de sol, définis selon la dimension des particules, est donnée d'après la terminologie descriptive suivante :

TERMINOLOGIE DESCRIPTIVE	PROPORTION DE PARTICULES (%)	
Traces	1 -	10
Un peu	10 -	20
Adjectif (ex. : sableux, silteux)	20 -	35
Et (ex. : sable et gravier)	>	35

2.1 COMPACTITÉ DES SOLS PULVÉRULENTS

La compacité des sols pulvérulents est évaluée à l'aide de l'indice de pénétration « N » obtenu par l'essai de pénétration standard :

COMPACTITÉ	INDICE DE PÉNÉTRATION « N » (coups / 300 mm)	
Très lâche	<	4
Lâche	4 -	10
Compacte ou moyenne	10 -	30
Dense	30 -	50
Très dense	>	50

2.2 CONSISTANCE ET PLASTICITÉ DES SOLS COHÉRENTS

La consistance des sols cohérents est évaluée à partir de la résistance au cisaillement. La résistance au cisaillement non drainé de l'argile intacte (c_u) et de l'argile remaniée (c_r) est mesurée en chantier ou en laboratoire.

CONSISTANCE	RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT, c_u (kPa)	
Très molle	<	12
Molle	12 -	25
Ferme	25 -	50
Raide	50 -	100
Très raide	100 -	200
Dure	>	200

PLASTICITÉ	LIMITE DE LIQUIDITÉ, w_L %	
Faible	<	30
Moyenne	30 -	50
Élevée	>	50

3. DESCRIPTION DU ROC

Le roc est décrit en fonction de sa nature géologique, de ses caractéristiques structurales et de ses propriétés mécaniques.

L'indice de qualité du roc (RQD) est obtenu par la sommation des longueurs de carotte égales ou supérieures à 100 mm par rapport à la course du carottier de calibre NX ou NQ dans le roc. Le résultat s'exprime en pourcentage :

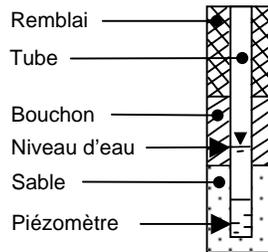
CLASSIFICATION	INDICE DE QUALITÉ RQD (%)	
Très mauvaise qualité	<	25
Mauvaise qualité	25 -	50
Qualité moyenne	50 -	75
Bonne qualité	75 -	90
Excellente qualité	90 -	100

JOINTS	ESPACEMENT MOYEN (mm)	
Très rapprochés	0 -	60
Rapprochés	60 -	200
Moyennement espacés	200 -	600
Espacés	600 -	2000
Très espacés	>	2000

RÉSISTANCE	RÉSISTANCE À LA COMPRESSION SIMPLE, q_u (MPa)	
Extrêmement faible	<	1
Très faible	1 -	5
Faible	5 -	25
Moyennement forte	25 -	50
Forte	50 -	100
Très forte	100 -	250
Extrêmement forte	>	250

NIVEAU D'EAU

La colonne « Niveau d'eau » indique le niveau de l'eau souterraine mesuré dans un tube d'observation, un piézomètre, un puits d'observation ou directement dans un sondage. La date du relevé est également indiquée dans cette colonne. Le croquis ci-contre illustre les différents symboles utilisés.



ABRÉVIATIONS

<p>A Absorption, L/min-m (essai d'eau sous pression)</p> <p>AC Analyses chimiques</p> <p>C Essai de consolidation</p> <p>C_c Coefficient de courbure</p> <p>C_U Coefficient d'uniformité</p> <p>c_u Résistance au cisaillement à l'état intact, mesurée au scissomètre de chantier, kPa</p> <p>c_r Résistance au cisaillement à l'état remanié, mesurée au scissomètre de chantier, kPa</p> <p>c_{us} Résistance au cisaillement à l'état intact, mesurée au pénétromètre à cône (cône suédois), kPa</p> <p>c_{rs} Résistance au cisaillement à l'état remanié, mesurée au pénétromètre à cône (cône suédois), kPa</p> <p>c_{up} Résistance au cisaillement à l'état intact, mesurée au scissomètre portatif, kPa</p> <p>c_{rp} Résistance au cisaillement à l'état remanié, mesurée au scissomètre portatif, kPa</p> <p>D_r Densité relative des particules solides</p> <p>E_M Module pressiométrique, kPa ou MPa</p> <p>G Analyse granulométrique par tamisage et lavage</p> <p>I_L Indice de liquidité</p> <p>I_p Indice de plasticité, %</p> <p>k_c Coefficient de perméabilité (conductivité hydraulique) mesuré en chantier, m/s</p> <p>k_L Coefficient de perméabilité (conductivité hydraulique) mesuré en laboratoire, m/s</p> <p>N_{dc} Indice de pénétration (essai de pénétration dynamique au cône, DCPT)</p> <p>N Indice de pénétration (essai de pénétration standard, SPT)</p> <p>P_{80} Analyse granulométrique par lavage au tamis 80 μm</p> <p>P_L Pression limite de l'essai pressiométrique, kPa</p> <p>P_r Essai Proctor</p> <p>PV Poids volumique, kN/m^3</p> <p>PV' Poids volumique déjaugé, kN/m^3</p> <p>q_c Résistance de pointe, kPa (essai de pénétration statique portatif au cône, CPT)</p> <p>q_u Résistance à la compression simple de la roche, MPa</p> <p>S Analyse granulométrique par sédimentométrie</p> <p>S_t Sensibilité (c_u/c_r)</p> <p>w Teneur en eau, %</p> <p>w_L Limite de liquidité, %</p> <p>w_p Limite de plasticité, %</p>
--

ÉCHANTILLONS

1. TYPE ET NUMÉRO

La colonne « Type et numéro » correspond à la numérotation de l'échantillon. Il comprend deux lettres identifiant le type d'échantillonnage, suivi d'un chiffre séquentiel. Les types d'échantillonnage sont les suivants :

CF : Carottier fendu	EL : Lavage
CG : Carottier grand diamètre	ET : Tarière
TM : Tube à paroi mince	VR : Vrac (puits)
CR : Carottier diamanté	

2. ÉTAT

La profondeur, la longueur et l'état de chaque échantillon sont indiqués dans cette colonne. Les symboles suivants illustrent l'état de l'échantillon :



3. RÉCUPÉRATION

La récupération de l'échantillon correspond à la longueur récupérée de l'échantillon par rapport à la longueur de l'enfoncement de l'échantillonneur, exprimée en pourcentage.

ESSAIS IN SITU ET EN LABORATOIRE

Les résultats des essais effectués en chantier et en laboratoire sont indiqués dans les colonnes « Essais in situ et en laboratoire » à la profondeur correspondante.

La liste d'abréviations suivante sert à identifier ces essais.

CLIENT : Coentreprise Tecsub-Séguin

FORAGE: F-51

PROJET : Route 236 - Réaménagement de la route 132 à son intersection avec la route 236

DATE: 2006-11-06 au 2006-11-06

ENDROIT : Beauharnois, Québec

DOSSIER : G06268-rap-007

COUPE STRATIGRAPHIQUE			NIVEAU D'EAU	ÉCHANTILLONS			ESSAIS IN-SITU ET EN LABORATOIRE								
PROFONDEUR (m)	NIVEAU (m) GÉODÉSIQUE	DESCRIPTION		TYPE ET NUMÉRO	ÉTAT	RÉCUPÉRATION (%)	N ou RQD (%)	LIMITES DE CONSISTANCE				AUTRES ESSAIS			
								W _p (%)	W _L (%)	W (%)			● N _{dc} (coups/300 mm)	▲ C _u (kPa)	△ C _r (kPa)
							20	40	60	80	20	40	60	80	
	26.60														
	0.17	26.43	ENROBÉ BITUMINEUX.												
	0.34	26.26	FONDATION SUPÉRIEURE : Pierre concassée 20-0 mm.	CG-1A											
	0.66	25.94	FONDATION INFÉRIEURE : Pierre concassée 56-0 mm.	CG-1B CG-1		95									
	1.06	25.54	REMBLAI : sable silteux et graveleux, un peu d'argile (SM).	CG-1C											
	2.13	24.47	REMBLAI HÉTÉROGÈNE : argile silteuse de plasticité élevée (CH) mélangée avec un peu de sable et de gravier.	CF-2		39	19	22	52	30					
	2.90	23.70	TILL : silt, un peu de sable et d'argile. Compacité moyenne.	CF-3 CF-4		38	8								
			Fin du forage. Refus à l'enfoncement du tube de forage, probablement sur le roc.												

REMARQUES:

MÉTHODE DE FORAGE: Rotation simultanée de tubes de calibre NW et d'un trépan à molettes.

CLIENT : Coentreprise Tecsubt-Séguin

FORAGE: F-52

PROJET : Route 236 - Réaménagement de la route 132 à son intersection avec la route 236

DATE: 2006-11-06 au 2006-11-06

ENDROIT : Beauharnois, Québec

DOSSIER : G06268-rap-007

COUPE STRATIGRAPHIQUE		NIVEAU D'EAU	ÉCHANTILLONS		ESSAIS IN-SITU ET EN LABORATOIRE				
PROFONDEUR (m)	NIVEAU (m) GÉODÉSIQUE		DESCRIPTION	TYPE ET NUMÉRO	ÉTAT	RÉCUPÉRATION (%)	N ou RQD (%)	LIMITES DE CONSISTANCE w _p (%) w _L (%) ┌──────────┴──────────┐ W (%)	AUTRES ESSAIS
	28.04						20 40 60 80		20 40 60 80
			ENROBÉ BITUMINEUX.						
0.28	27.76								
0.36	27.68		FONDATION SUPÉRIEURE : pierre concassée 20-0 mm.	CG-1A					
			FONDATION INFÉRIEURE : pierre concassée 56-0 mm.	CG-1B	87				
0.63	27.41		REMBLAI HÉTÉROGÈNE : gravier sableux, traces de silt (GM), contenant des mottes d'argile silteuse.	CG-1					
				CG-1C					
1.27	26.77		ROC : grès à grain fin à moyen, localement calcaireux. Le roc est de qualité moyenne. Les joints sont généralement sub-horizontaux et sont très rapprochés à rapprochés.	CF-2	100	R	32		
				CR-3	100		57		
				CR-4	92		69		
2.21	25.83		Fin du forage.						

REMARQUES: R = refus à l'enfoncement du carottier fendu.

MÉTHODE DE FORAGE: Rotation simultanée de tubes de calibre NW et d'un trépan à molettes ; carottage du roc avec un carottier de calibre NQ.

CLIENT : Coentreprise Tecsalt-Séguin

FORAGE: F-53

PROJET : Route 236 - Réaménagement de la route 132 à son intersection avec la route 236

DATE: 2006-11-06 au 2006-11-06

ENDROIT : Beauharnois, Québec

DOSSIER : G06268-rap-007

COUPE STRATIGRAPHIQUE			NIVEAU D'EAU	ÉCHANTILLONS			ESSAIS IN-SITU ET EN LABORATOIRE								
PROFONDEUR (m)	NIVEAU (m) GÉODÉSIQUE	DESCRIPTION		TYPE ET NUMÉRO	ÉTAT	RÉCUPÉRATION (%)	N ou RQD (%)	LIMITES DE CONSISTANCE				AUTRES ESSAIS			
								W _p (%)	W _L (%)	W (%)			● N _{dc} (coups/300 mm)	▲ C _u (kPa)	△ C _r (kPa)
							20	40	60	80	20	40	60	80	
	29.35														
	0.21	29.14	ENROBÉ BITUMINEUX.												
	0.41	28.94	FONDATION SUPÉRIEURE : pierre concassée 20-0 mm.	CG-1A											
	0.66	28.69	FONDATION INFÉRIEURE : pierre concassée 56-0 mm.	CG-1B CG-1		91						G			
	1.00	28.35	REMBLAI : silt sableux et graveleux, un peu d'argile.	CG-1C								G			
	2.05	27.30	REMBLAI HÉTÉROGÈNE : argile silteuse de plasticité élevée (CH) mélangée avec un peu de sable et de gravier.	CF-2		44	9								
	2.57	26.78	TILL : sable silteux, un peu de gravier, traces d'argile (SM). Compacité très dense.	CF-3 CF-4		57 70	85 90					G			
	3.		Fin du forage. Refus à l'enfoncement du carottier fendu, probablement sur le roc.												

REMARQUES:

MÉTHODE DE FORAGE: Rotation simultanée de tubes de calibre NW et d'un trépan à molettes.

CLIENT : Coentreprise Tecsubt-Séguin

FORAGE: F-54

PROJET : Route 236 - Réaménagement de la route 132 à son intersection avec la route 236

DATE: 2006-11-06 au 2006-11-06

ENDROIT : Beauharnois, Québec

DOSSIER : G06268-rap-007

COUPE STRATIGRAPHIQUE		NIVEAU D'EAU	ÉCHANTILLONS		ESSAIS IN-SITU ET EN LABORATOIRE				
PROFONDEUR (m)	NIVEAU (m) GÉODÉSIQUE		DESCRIPTION	TYPE ET NUMÉRO	ÉTAT	RÉCUPÉRATION (%)	N ou RQD (%)	LIMITES DE CONSISTANCE W _p (%) — W (%) — W _L (%)	AUTRES ESSAIS
	29.03						20 40 60 80		20 40 60 80
			ENROBÉ BITUMINEUX.						
0.20	28.83		FONDATION SUPÉRIEURE : pierre concassée 20-0 mm.	CG-1A	⊗				G
0.41	28.62		FONDATION INFÉRIEURE : pierre concassée 56-0 mm.	CG-1B	⊗				G
				CG-1	⊗	100			G
				CG-1C	⊗				
1.06	27.97		TILL : sable silteux et graveleux, traces d'argile. ROC : grès à grain fin à moyen.	CG-1D	⊗				
			Le roc est de qualité mauvaise.						
			Les joints sont généralement sub-horizontaux mais sont sub-verticaux entre les profondeurs de 2,00 et 2,69 m, où le roc est très fracturé. Il sont très rapprochés à moyennement espacés.	CR-2	⊗	95	45		
2.69	26.34		Fin du forage.						

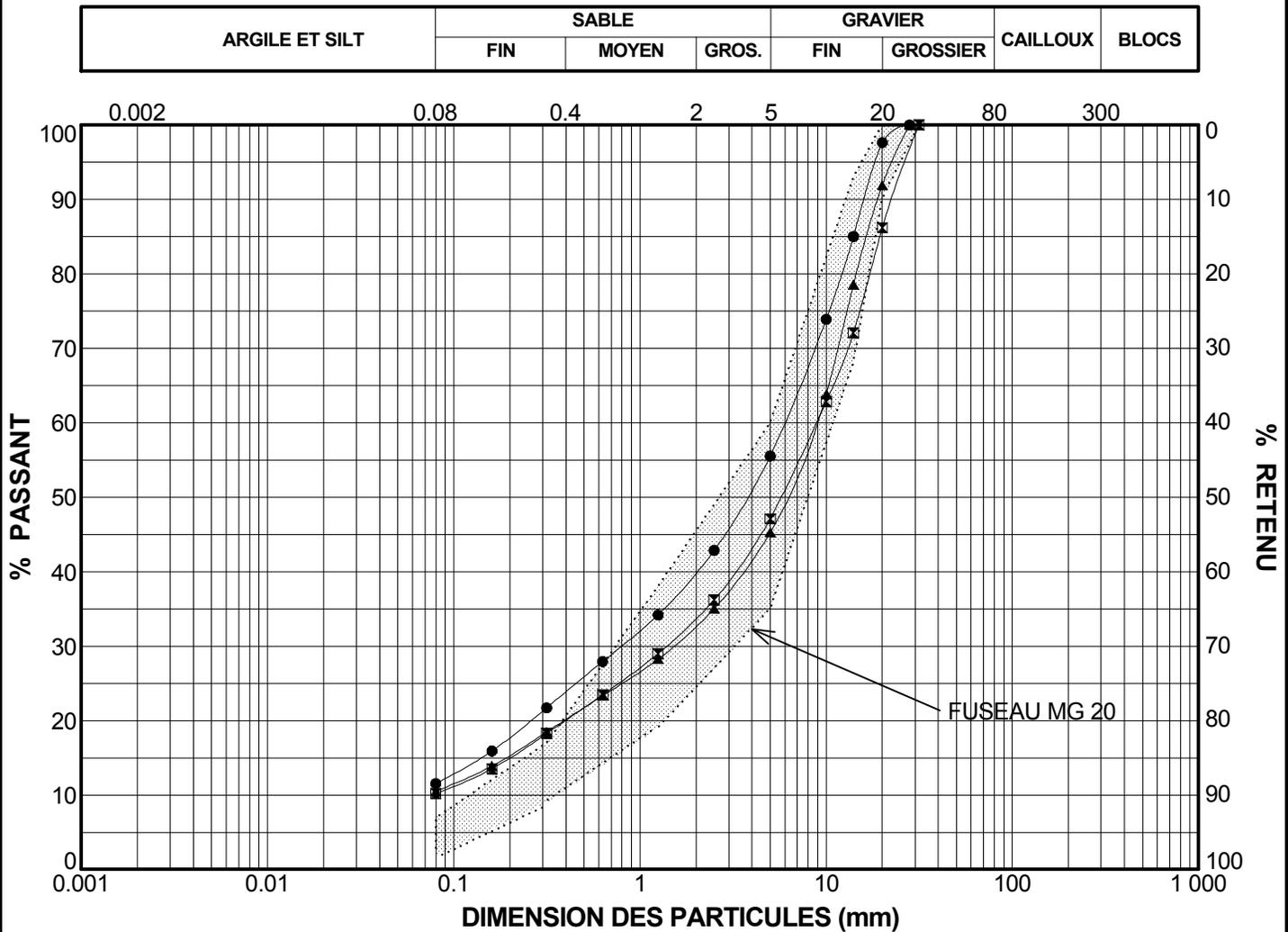
REMARQUES:

MÉTHODE DE FORAGE: Rotation simultanée de tubes de calibre NW et d'un trépan à molettes ; carottage du roc avec un carottier de calibre NQ.

A N N E X E 3

RÉSULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE

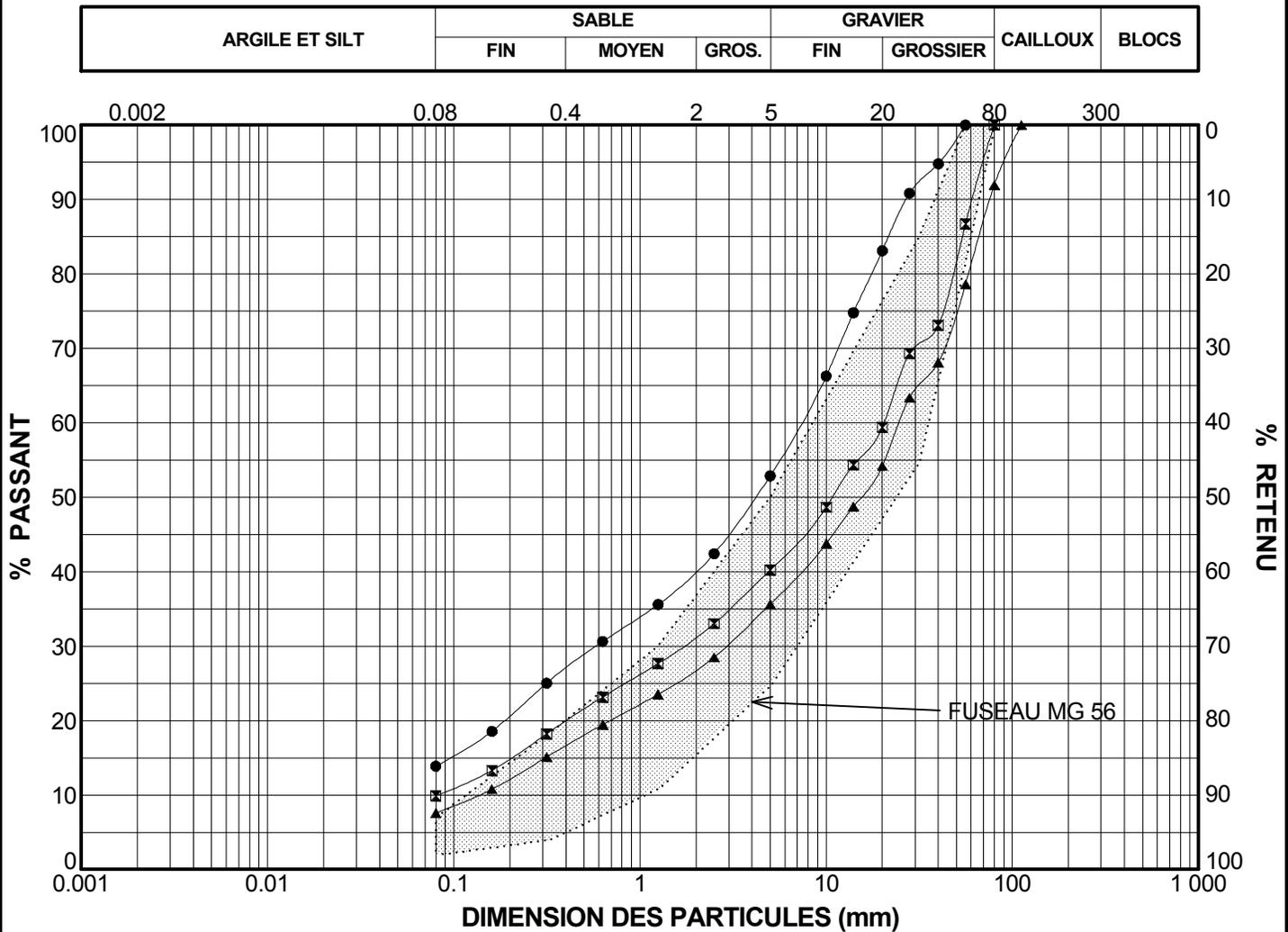
CLIENT : Coentreprise Tecsalt-Séguin
 PROJET : Route 236 - Réaménagement de la route 132 à son intersection avec la route 236
 ENDROIT : Beauharnois, Québec
 DOSSIER : G06268-rap-007



	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Gravier (%)	Sable (%)	Silt et argile (%)	Description
●	F-51	CG-1A	0.17 à 0.34	44	44	11.5	Fondation supérieure : pierre concassée 20-0 mm.
▣	F-52	CG-1A	0.28 à 0.36	53	37	10.2	Fondation supérieure : pierre concassée 20-0 mm.
▲	F-54	CG-1A	0.20 à 0.32	55	35	10.5	Fondation supérieure : pierre concassée 20-0 mm.

REMARQUES:

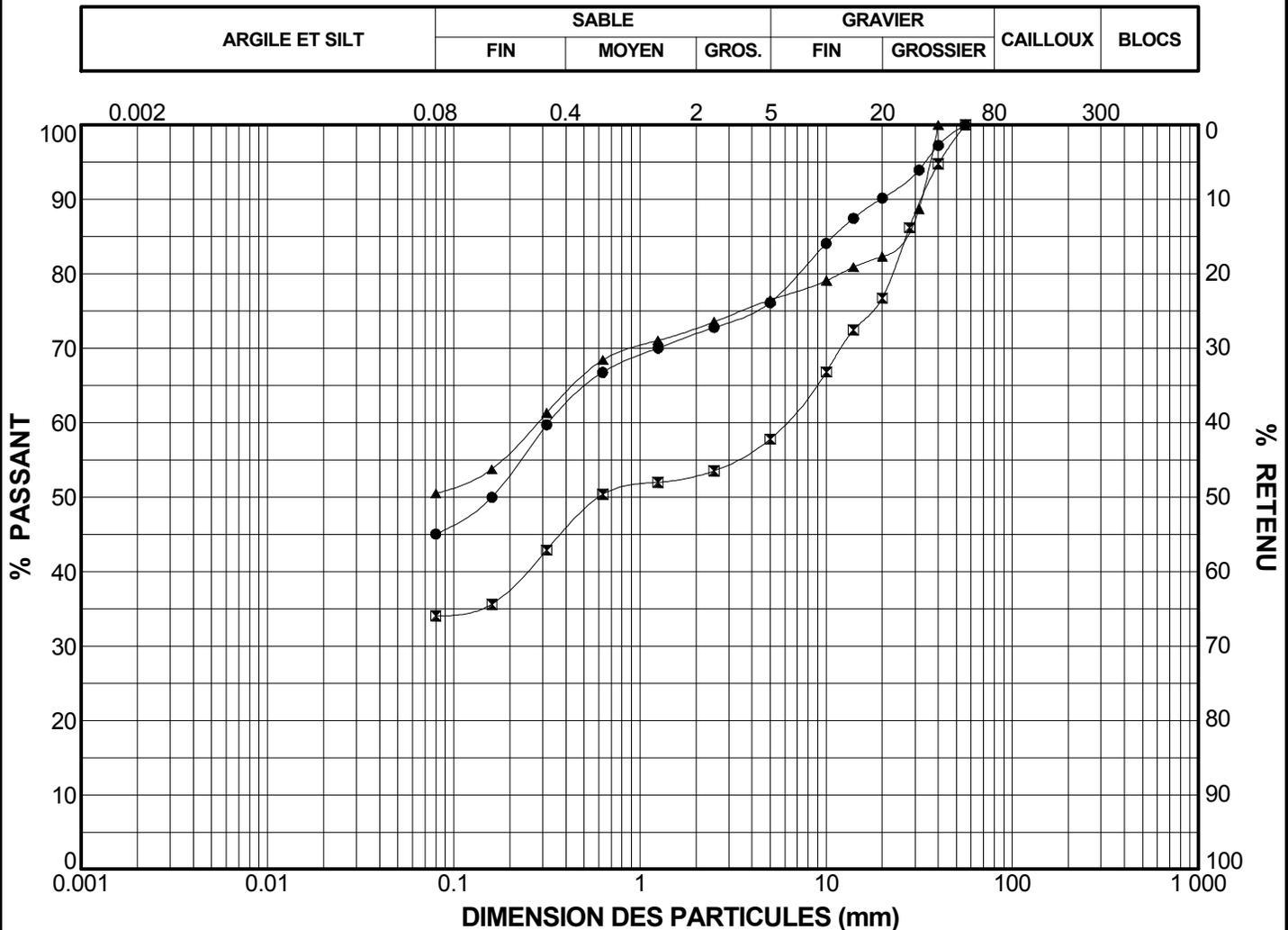
CLIENT : Coentreprise Tecsalt-Séguin
 PROJET : Route 236 - Réaménagement de la route 132 à son intersection avec la route 236
 ENDROIT : Beauharnois, Québec
 DOSSIER : G06268-rap-007



	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Gravier (%)	Sable (%)	Silt et argile (%)	Description
●	F-51	CG-1B	0.34 à 0.66	47	39	13.9	Fondation inférieure : pierre concassée 56-0 mm.
■	F-53	CG-1B	0.41 à 0.66	60	30	9.9	Fondation inférieure : pierre concassée 56-0 mm.
▲	F-54	CG-1C	0.41 à 0.99	56	28	7.6	Fondation inférieure : pierre concassée 56-0 mm.

REMARQUES: * = gravier et cailloux

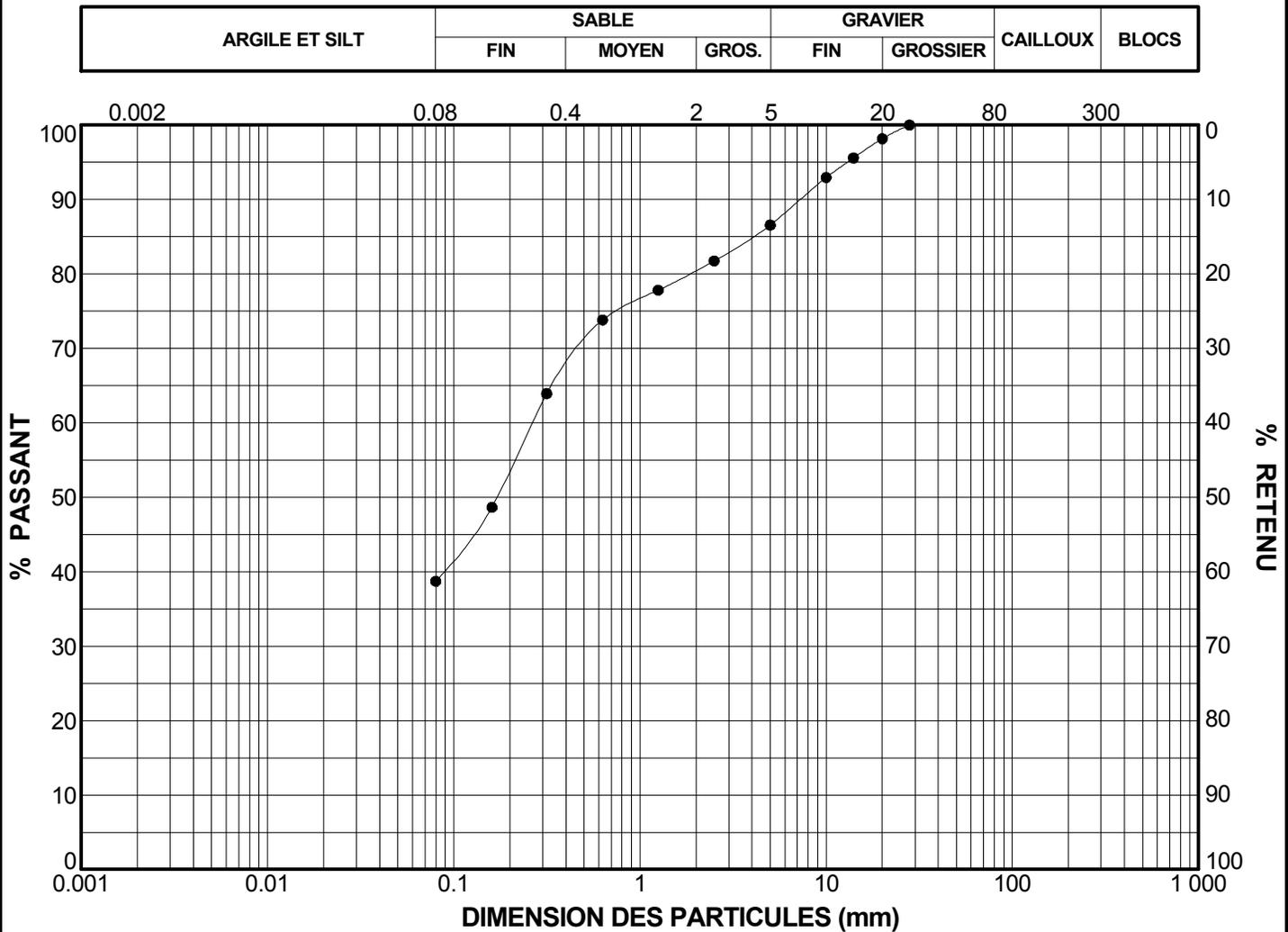
CLIENT : Coentreprise Tecsub-Séguin
 PROJET : Route 236 - Réaménagement de la route 132 à son intersection avec la route 236
 ENDROIT : Beauharnois, Québec
 DOSSIER : G06268-rap-007



	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Gravier (%)	Sable (%)	Silt et argile (%)	Description
●	F-51	CG-1C	0.66 à 1.02	24	31	45	Remblai hétérogène : sable silteux et graveleux, un peu d'argile (SM).
☒	F-52	CG-1C	0.63 à 1.02	42	24	34	Remblai hétérogène : gravier sableux et silteux, traces d'argile (GM).
▲	F-53	CG-1C	0.66 à 0.93	24	26	50	Remblai hétérogène : silt sableux et graveleux, un peu d'argile (ML).

REMARQUES:

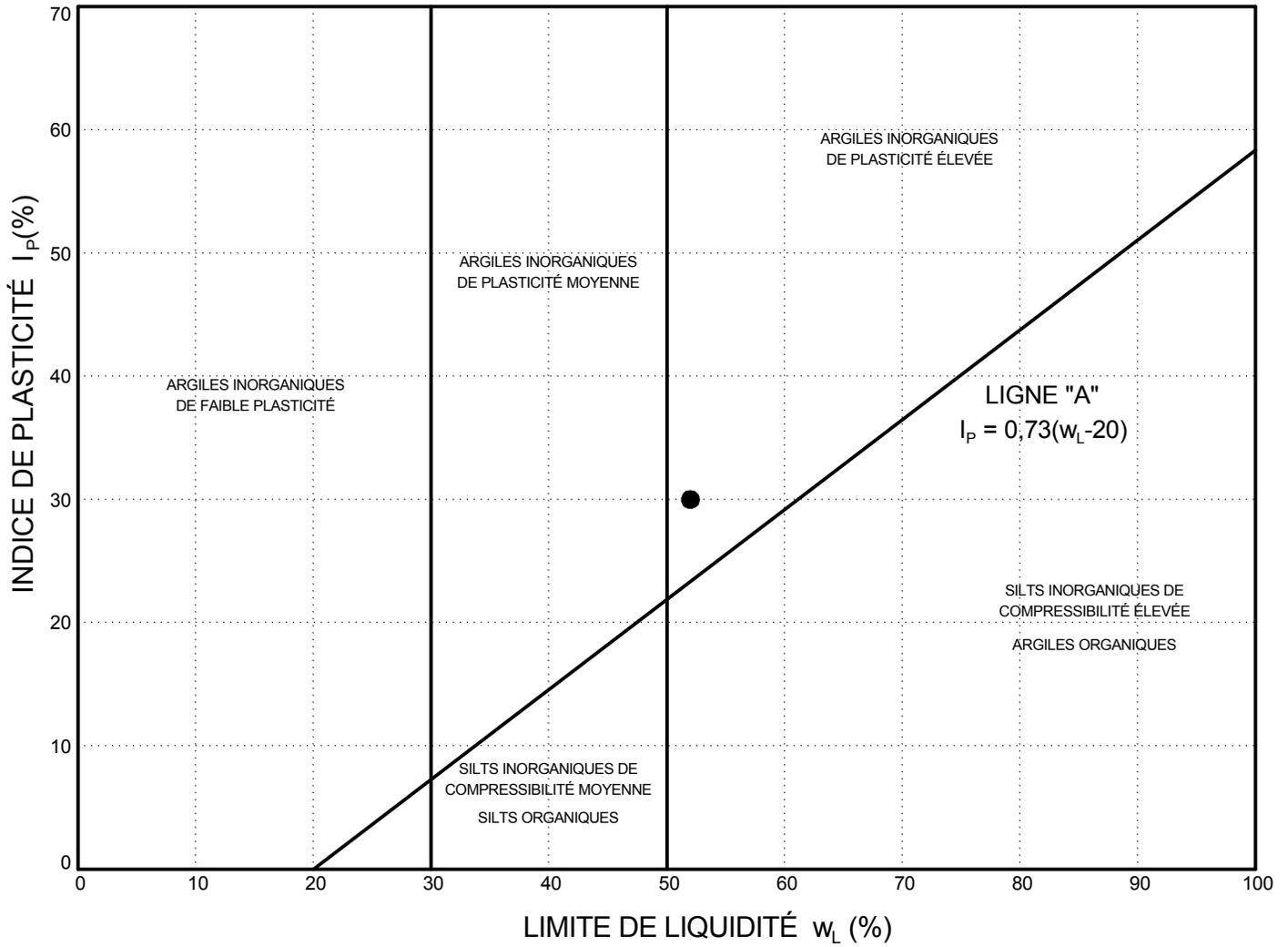
CLIENT : Coentreprise Tecsalt-Séguin
 PROJET : Route 236 - Réaménagement de la route 132 à son intersection avec la route 236
 ENDROIT : Beauharnois, Québec
 DOSSIER : G06268-rap-007



	Sondage	Éch.	Profondeur (m)	Gravier (%)	Sable (%)	Silt et argile (%)	Description
●	F-53	CF-4	2.06 à 2.56	13	48	39	Till : sable silteux, un peu de gravier, traces d'argile (SM).

REMARQUES:

CLIENT : Coentreprise Tecsalt-Séguin
 PROJET : Route 236 - Réaménagement de la route 132 à son intersection avec la route 236
 ENDROIT : Beauharnois, Québec
 DOSSIER : G06268-rap-007



Sondage	Éch.	Prof. (m)	W (%)	w_L (%)	w_p (%)	I_p (%)	I_L	DESCRIPTION
● F-51	CF-2	1.06 à 1.52	30	52	22	30	0.3	Remblai hétérogène : argile silteuse, plasticité élevée (CH).

Remarque:

A N N E X E 4

**DESSINS – RÉSULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE -
LOCALISATION ET RAPPORTS DES SONDAGES**

