

**MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC
DIRECTION DU SAGUENAY – LAC-SAINT-JEAN – CHIBOUGAMAU
JONQUIÈRE (QUÉBEC)**

**RAPPORT ET RECOMMANDATIONS
INVESTIGATION GÉOTECHNIQUE
KM 197+500 À 208+500, ROUTE 175
RÉSERVE FAUNIQUE DES LAURENTIDES (QUÉBEC)
CONTRAT : 3630-04-QZ01
V/DOSSIERS : 20-3671-0143I ET J
N/DOSSIER : 1210405.1**

FÉVRIER 2005

Distribution : Ministère des Transports du Québec (2 + CD-Rom)
Direction du Saguenay Lac-St-Jean Chibougamau
3950, boul. Harvey
1^{er} étage
Jonquièrre (Québec)
G7X 8L6

À l'attention de Monsieur Jean-Pierre Boivin, ing.

TABLE DES MATIÈRES

1.0	<u>INTRODUCTION</u>	1
1.1	<u>Objectifs de l'étude</u>	1
1.2	<u>Portée du mandat</u>	1
1.3	<u>Contenu du rapport</u>	2
2.0	<u>DESCRIPTION DU PROJET ET DU SITE</u>	3
3.0	<u>MÉTHODE DE RECONNAISSANCE</u>	5
3.1	<u>Type, nombre et profondeur des sondages réalisés</u>	5
3.2	<u>Procédures de sondages</u>	5
3.2.1	Puits d'exploration	6
3.2.2	Forages dans la chaussée existante	6
3.2.3	Forages à percussion à l'air comprimé	7
3.2.4	Sondages au marteau mécanique	9
3.2.5	Sondages à la tarière mécanique	9
3.2.6	Tige métallique	10
3.3	<u>Essais en laboratoire</u>	10
3.4	<u>Limitations inhérentes aux méthodes de sondage</u>	11
3.4.1	Puits d'exploration	11
3.4.2	Forages dans la chaussée existante	11
3.4.3	Forages à percussion à l'air comprimé	11
3.4.4	Sondages au marteau mécanique	12
3.4.5	Sondages à la tarière mécanique	12
3.4.6	Sondages à la tige métallique	12
3.5	<u>Arpentage (mode de sélection de la localisation des sondages)</u>	12
4.0	<u>NATURE ET PROPRIÉTÉS DES DÉPÔTS MEUBLES (ROUTE PROJETÉE)</u> ... 13	
4.1	<u>Géologie régionale des dépôts meubles et du socle rocheux</u>	13
4.1.1	Dépôts meubles	13
4.1.2	Socle rocheux	14
4.2	<u>Sommaire de la nature et des propriétés des dépôts meubles</u>	15
4.2.1	Généralités	15
4.2.2	Les savanes	15
4.2.3	Loam sableux	16
4.2.4	Secteurs en remblai entre les chaînages 1197+500 à 1198+671 (voie nord) et entre les chaînages 2198+330 et 2199+320 (voie sud)	17
4.2.4.1	<u>Dépôts de sols à grains fins</u>	17
4.2.4.2	<u>Dépôts fluvioglaciers</u>	18
4.2.4.3	<u>Dépôts de till</u>	19

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

4.2.5	Secteur 2199+320 à 2200+410 (voie projetée en direction sud)	20
4.2.5.1	<u>Cas particulier: couche granulaire intercalée dans un dépôt de till probable</u>	21
4.2.5.2	<u>Dépôts de till</u>	21
4.2.6	Secteur 2200+410 à 2202+185 (voie en direction sud)	22
4.2.6.1	<u>Dépôt de sols à grains fins</u>	23
4.2.6.2	<u>Dépôts fluvioglaciaires</u>	24
4.2.6.3	<u>Dépôts de till</u>	26
4.2.7	Secteur 2202+185 à 2203+850 (voie en direction sud)	27
4.2.7.1	<u>Dépôt de sols à grains fins</u>	28
4.2.7.2	<u>Dépôts fluvioglaciaires</u>	29
4.2.7.3	<u>Dépôts de till</u>	31
4.2.8	Secteur entre les chaînages 2203+850 à 2205+280 (voie en direction sud)	31
4.2.8.1	<u>Dépôts fluvioglaciaires</u>	31
4.2.8.2	<u>Dépôts de till</u>	32
4.2.9	Secteur entre les chaînages 2205+280 à 2206+370 (voie en direction sud)	33
4.2.10	Secteur entre les chaînages 2206+370 à 2208+500 (secteur Lecompte)	35
4.2.11	<u>Cas particulier : gélivité des sols</u>	37
4.2.12	<u>Socle rocheux</u>	38
5.0	<u>STRUCTURE DE LA CHAUSSÉE DE LA ROUTE EXISTANTE</u>	39
6.0	<u>EAU SOUTERRAINE</u>	41
7.0	<u>RECOMMANDATIONS PERTINENTES À LA CONSTRUCTION</u>	43
7.1	<u>Généralités</u>	43
7.2	<u>Terrassements</u>	43
7.2.1	Les déblais dans les dépôts meubles	43
7.2.1.1	<u>Déblais de deuxième classe</u>	43
7.2.1.2	<u>Tapis drainant</u>	45
7.3.1	Les remblais	46
7.3	<u>Susceptibilité au gel des dépôts morainiques</u>	47
7.3.1	Surface spécifique	47
7.3.2	Potentiel de ségrégation SP	48
7.4	Structure de la nouvelle chaussée au niveau des sols gélifs	49

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

7.4	<u>Structure de la nouvelle chaussée au niveau des sols gélifs</u>	49
7.5	<u>Drainage</u>	49
	7.5.1 Ponceaux	49
	7.5.2 Fossés	50
7.6	<u>Cas problématiques</u>	50
	7.6.1 Les savanes	50
	7.6.2 Tapis drainant spécial dans le secteur Normand (secteur en déblai) . 51	
	7.6.3 Élargissement des remblais existants	52
7.7	<u>Contrôle de la qualité</u>	52
8.0	<u>PERSONNEL</u>	52
	<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	54

ANNEXE I

Journaux des sondages

ANNEXE II

Figures 2.1 à 2.14 – Courbes granulométriques

ANNEXE III

Dossier photographique

ANNEXE IV

Dessin no 1210405.1-01 - Plan de localisation des sondages et profil stratigraphique

Jonquière, le 4 février 2005

Ministère des Transports du Québec
Direction du Saguenay – Lac-Saint-Jean – Chibougamau
3950, boul. Harvey
1^{er} étage
Jonquière (Québec)
G7X 8L6

À l'attention de M. Jean-Pierre Boivin, ing.

Objet: Rapport et recommandations
Investigation géotechnique
Km 197,50 à 208,50, route 175
Réserve faunique des Laurentides
Contrat no: 3630-094-QZ01
V/Dossiers: 20-3671-0143I et J
N/Dossier: 1210405.1

Monsieur,

Vous trouverez ci-joint notre rapport traitant des résultats de l'étude géotechnique réalisée pour le tronçon localisé entre les kilomètres 197,50 et 208,50 de la route provinciale 175 de la Réserve faunique des Laurentides, dans le cadre du projet d'élargissement à quatre voies divisées parrainé conjointement par le gouvernement du Québec et le gouvernement du Canada.

Pour conserver l'intégrité et la portée de ce rapport et ainsi permettre de l'interpréter adéquatement, nous recommandons de n'en retirer ni extraire aucune donnée, valeur ou résultat.

Nous espérons que ce rapport vous donnera entière satisfaction et nous demeurons à votre disposition pour tout renseignement additionnel.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur Boivin, l'expression de nos salutations distinguées.

TECHMAT INC.

Pierre Jean, ing., M. Sc.
Directeur de la division géotechnique

PJ/nf

1.0 **INTRODUCTION**

1.1 **Objectifs de l'étude**

Les services professionnels de Techmat Inc. ont été retenus par le ministère des Transports du Québec (MTQ) pour effectuer une investigation géotechnique d'un projet de réaménagement d'un tronçon localisé entre les kilomètres 197,50 et 208,50 de la route 175, dans la Réserve faunique des Laurentides, entre Québec et Saguenay.

Le but de l'étude est de déterminer la nature et les propriétés des sols en place ainsi que la présence éventuelle du socle rocheux au droit des sondages réalisés. Par ailleurs, l'étude doit inclure la position des savanes et l'épaisseur des sols organiques à tous les 20 m d'intervalle de distance sur la ligne de centre. Des recommandations pertinentes à la construction des nouvelles voies de circulation sont ensuite présentées, sans toutefois aborder les critères de conception géotechnique déjà en vigueur auprès du MTQ.

Ce rapport géotechnique a été rédigé en tenant compte non seulement des informations obtenues lors de la campagne effectuée entre le 21 juillet et le 28 octobre 2004, mais aussi des renseignements obtenus d'un vaste programme d'analyses granulométriques et de mesures de teneur en eau sur des échantillons de sols prélevés sur le terrain. Notre rapport traite de toutes les informations géotechniques requises pour la nouvelle route dont la construction prévoit la mise en place de remblais, l'excavation de déblais et de fossés de drainage et la construction d'une structure de chaussée respectant les critères de conception du MTQ.

1.2 **Portée du mandat**

L'étude géotechnique pour laquelle Techmat Inc. a été mandatée doit rencontrer les objectifs suivants :

- localiser les savanes dont l'épaisseur des sols organiques atteint plus de 1 m ;
- déterminer la nature et les propriétés géotechniques des dépôts meubles rencontrés;
- identifier le potentiel de ségrégation des sols gélifs, à partir d'essais normalisés au bleu de méthylène ;
- déterminer la présence du socle rocheux dans les secteurs en déblai, jusqu'à trois mètres sous la surface de la chaussée projetée;

- identifier la stratigraphie détaillée de la chaussée existante, là où le profil de la route sera abaissé;
- mesurer la profondeur de la nappe d'eau lorsque rencontrée dans les sondages.

Les recommandations émises par Techmat Inc. portent sur les points suivants :

- la réutilisation des déblais;
- l'inclinaison des pentes dans les secteurs en déblai;
- la structure de la nouvelle chaussée;
- le drainage;
- les secteurs où la nature et les propriétés des sols en place nécessitent l'utilisation d'un concept particulier (tapis drainant dans les pentes, transitions, surexcavations, membrane de stabilisation de pente, etc.).

1.3 **Contenu du rapport**

Ce rapport présente, dans l'ordre, une description du projet et du site (chapitre 2.0), la méthode de reconnaissance utilisée lors des travaux de terrain (chapitre 3.0), la nature et les propriétés des dépôts meubles incluant la position du socle rocheux lorsque rencontré (chapitre 4.0), la description de la structure de la chaussée de la route existante aux emplacements dont le profil est appelé à être abaissé (chapitre 5.0) puis les conditions de l'eau souterraine rencontrées sur le tracé de la route projetée (chapitre 6.0).

Ensuite, le chapitre 7.0 présente toutes les recommandations jugées pertinentes à la construction de la nouvelle route, tels que déjà décrites à la section précédente.

Au chapitre 8.0, nous avons identifié le personnel ayant contribué aux travaux de terrain, aux essais de laboratoire et à la réalisation de ce rapport.

À l'annexe I, nous avons regroupé les journaux des sondages pertinents aux tracés de la route à quatre voies divisées après y avoir inséré les résultats de la stratigraphie rencontrée au droit de la chaussée existante (là où le profil de la route sera abaissé). Nous avons regroupé à l'annexe II les courbes granulométriques résultant des essais effectués en laboratoire sur tous les échantillons récupérés dans les sondages. À l'annexe III, le lecteur pourra consulter les photographies prises lors de l'exécution des puits d'exploration, ainsi que quelques photographies illustrant l'état des lieux lors des travaux de terrain. Enfin, à l'annexe IV, le dessin no 1210405.1-01 montre le plan de localisation des sondages et le profil stratigraphique dans le sens longitudinal des voies projetées en directions sud et nord.

2.0 DESCRIPTION DU PROJET ET DU SITE

La route projetée constitue en fait un réaménagement de la route 175 existante à deux voies en une nouvelle route à quatre voies divisées, de manière à améliorer la circulation routière et la sécurité des usagers à l'intérieur de la Réserve faunique des Laurentides, entre les kilomètres 197,50 et 208,50.

La route 175 est orientée principalement selon un axe nord-sud, tel que montrée sur la figure 1 ci-dessous.

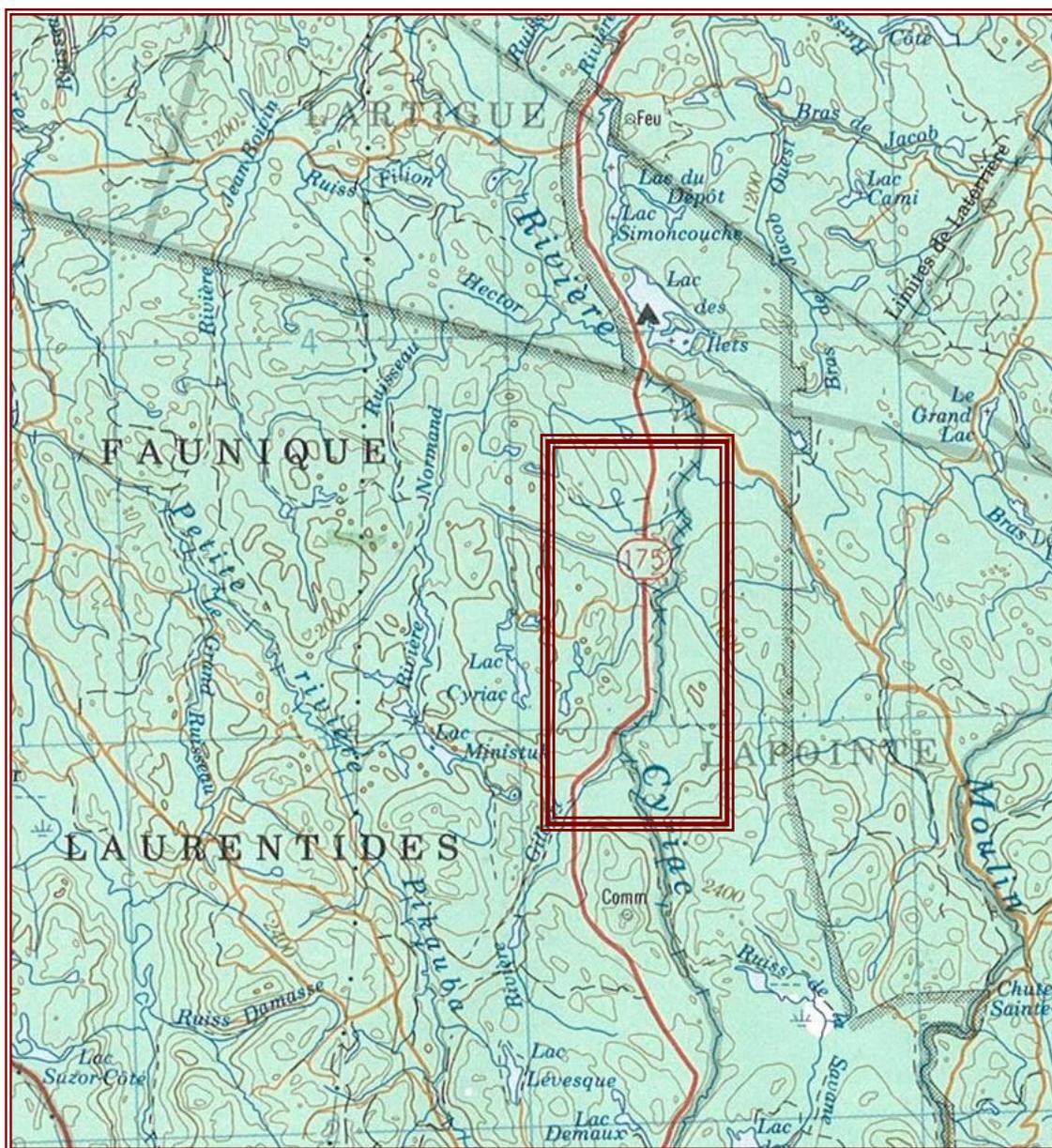


Figure 1- Localisation générale du site à l'étude

Ce projet amènera l'élargissement du corridor actuel de part et d'autre de la route existante, en accordant de l'importance à la construction d'une nouvelle voie en direction sud, principalement (soit sur le côté ouest de la route existante) et en privilégiant la route existante comme voie de circulation en direction nord. À des fins de distinction pour le projet de route à quatre voies divisées, le chaînage de la voie en direction nord est précédé du chiffre «1» et le chaînage en direction sud est précédé du chiffre «2».

Toutefois, dans le cas du tronçon étudié ici, la voie en direction nord fera l'objet de construction à l'extrémité sud uniquement, soit entre les kilomètres 197,50 et 198,33 (distance de 830 m).

Le tronçon de la route projeté en direction sud longera la route existante (du côté ouest) entre les chaînages 2 201+700 et 2 208+200 (limite nord du projet). Toutefois, la voie projetée en direction sud s'éloigne de la route existante entre les chaînages 2 198+500 et 2 201+700 (c'est le secteur Normand), selon un tracé relativement rectiligne de 1,22 km de longueur. C'est à cet endroit que les déblais et les remblais de la nouvelle voie seront les plus importants.

La construction de la nouvelle voie (qu'elle soit en direction sud ou nord) impliquera le déblaiement des sols en place jusqu'à 12 m d'épaisseur au chaînage 2 199+600 (voie en direction sud, fond des fossés inclus) et jusqu'à 10 m d'épaisseur au chaînage 1 197+980 (voie en direction nord, fond des fossés inclus).

Le tronçon étudié ici appartient au sous-bassin versant de la rivière Cyriac, qui longe d'ailleurs le côté est de la route existante entre les kilomètres 200 et 207. Le ruisseau Gilbert, qui est un affluent de la rivière Cyriac enjambe la route existante au kilomètre 198,13, alors que deux de ses affluents traversent la route 175 aux kilomètres 198,68 et 198,96. Le terrain présente une topographie relativement vallonnée et principalement boisée de végétation résineuse et, à l'occasion, feuillue. La route existante culmine entre les élévations géodésiques 520 et 500 m entre les kilomètres 197,5 et 200,0 puis elle devient descendante vers le nord entre les élévations 500 et 460 m entre les kilomètres 200,0 et 201,4. Ensuite, le tronçon entre les kilomètres 201,4 et 208,5 devient à peu près rectiligne et son profil varie entre les élévations 460 et 385 m. À l'extrémité nord du tronçon, on y désigne le secteur Lecompte.

Des savanes ont été répertoriées principalement du côté ouest de la route existante, au droit de la voie projetée en direction sud. Quelques ruisseaux impliquant la reconstruction ou le prolongement de 20 ponceaux ou portiques ont également été observés.

3.0 **MÉTHODE DE RECONNAISSANCE**

3.1 **Type, nombre et profondeur des sondages réalisés**

La majeure partie des travaux de reconnaissance sur le terrain a été réalisée durant la période comprise entre le 21 juillet et le 28 octobre 2004. Plusieurs méthodes ont été mises en œuvre pour la cueillette sur le terrain des informations nécessaires à cette investigation géotechnique. Le tableau 1 suivant présente le type, le nombre et la profondeur maximale atteinte dans les sondages réalisés:

TYPE DE SONDAGE	NOMBRE	PROFONDEUR MAXIMALE (m)
Puits d'exploration	47	7,0
Forages dans la chaussée existante	53	1,85
Forage à percussion à l'air comprimé	32	18,0
Sondage au marteau mécanique	55	5,3
Sondage à la tarière mécanique	13	2,0
Sondage à la tige métallique	10	1,8

Tableau 1- Type, nombre et profondeur maximale atteinte des sondages

Au total, 210 emplacements de sondage ont été répartis sur la ligne de centre et sur les côtés gauche et droit du tracé projeté. Bien que la plupart des sondages aient été effectués sur la ligne de centre de la voie projetée, des sondages à gauche et à droite de la ligne de centre ont aussi été effectués, au droit des fossés projetés. Par côté gauche et droit, nous entendons les directions lorsque l'observateur se place sur la ligne de centre et porte son regard vers les chaînages croissants.

Ces sondages ont été réalisés principalement dans les secteurs des déblais projetés (puits d'exploration et forages à percussion à l'air comprimé) et à l'intérieur des limites des savanes (tiges métalliques). Toutefois, certains secteurs impliquant la construction de remblais ont été aussi sondés (sondages au marteau mécanique et sondages à la tarière mécanique).

La profondeur atteinte par les sondages est indiquée dans les journaux de sondages de l'annexe I.

3.2 **Procédures de sondages**

Les sondages ont été réalisés à l'aide d'équipements habituellement utilisés en pratique géotechnique. Dans cette section, nous présentons les procédures utilisées.

3.2.1 Puits d'exploration

Des puits d'exploration ont été réalisés à l'aide d'une pelle hydraulique au droit de 47 emplacements, jusqu'à 7 m de profondeur maximale (4 m de profondeur moyenne) et à l'aide d'un godet de 1,5 m³ de capacité. Des échantillons remaniés ont été récupérés à l'occasion à la pelle ronde lors des excavations.

Les puits d'exploration ont été réalisés à l'aide d'une pelle hydraulique de marque Caterpillar, modèle 320BL (voir figure 2 ci-dessous), louée en sous-traitance chez Terrassement Saint-Louis Inc. (entrepreneur spécialisé en excavation de Jonquière).

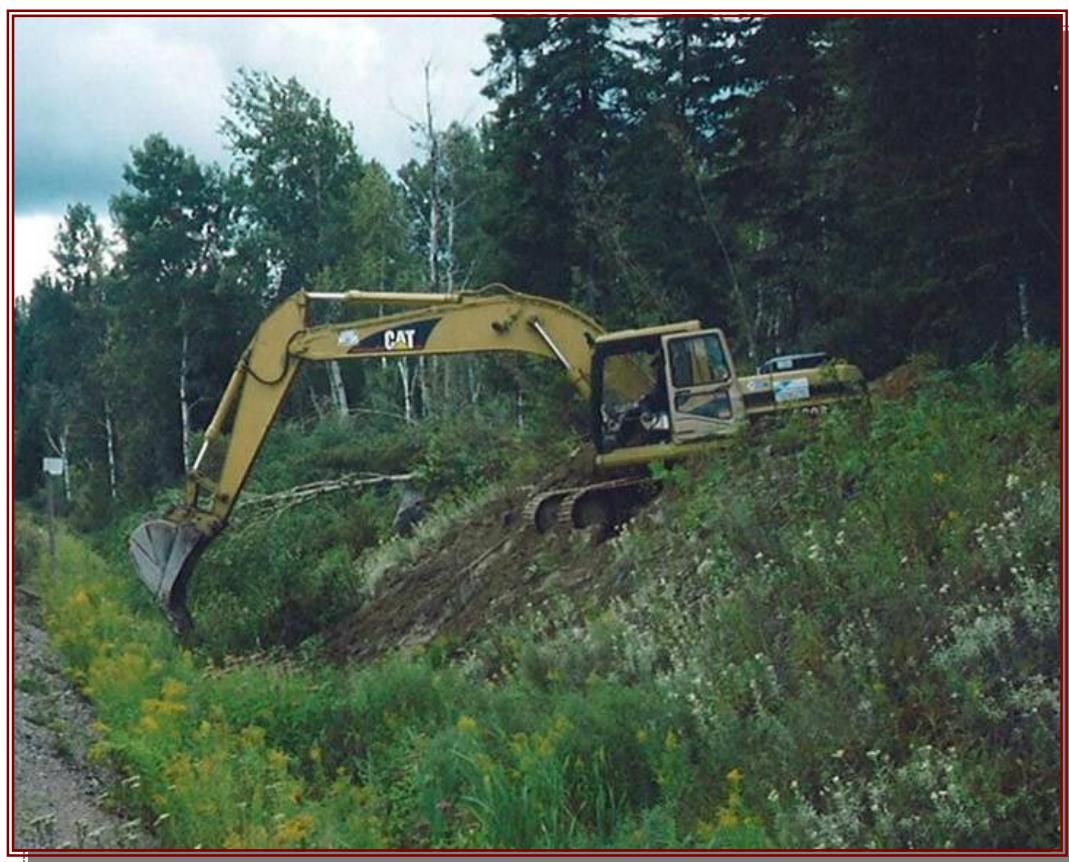


Figure 2- Pelle hydraulique Caterpillar 320BL utilisée pour les puits d'exploration

3.2.2 Forages dans la chaussée existante

Au total, 53 forages d'une profondeur maximale de 1,85 m ont été réalisés dans la chaussée existante afin d'établir les caractéristiques physiques de la structure puis des sols d'infrastructure sous-jacents (épaisseur et granulométrie).

Une foreuse à tarière de marque Diedrich, modèle D50 (voir figure no 3, page suivante) et munie de tous les accessoires requis pour le prélèvement d'échantillons remaniés, a été opérée à cette fin par un foreur d'expérience et par un aide-foreur. Pour ce faire, une tarière pleine de 102 mm de diamètre et de 1,52 m de longueur a été d'abord avancée dans la structure de chaussée jusqu'à

environ 200 mm de profondeur. Ensuite, le prélèvement des sols remaniés a été accompli en mode continu à l'aide d'un carottier fendu de calibre H (90 mm de diamètre extérieur), foncé par battage à l'aide d'un marteau cylindrique de 159 kg, tombant en chute libre sur une hauteur de 760 mm.

Les échantillons récupérés ont été examinés sur place par l'inspecteur surveillant, puis le matériau observé de chaque couche distincte a été mis dans des sacs de plastique scellés et identifiés selon une procédure en conformité avec les normes d'échantillonnage en géotechnique. Les échantillons ont été ensuite transportés jusqu'à notre laboratoire à Jonquière pour y être entreposés provisoirement. Le 25 octobre 2004 et à la demande du Ministère, tous les échantillons ont été livrés aux bureaux de la direction territoriale. Aucun essai en laboratoire n'a été réalisé sur ces échantillons par Techmat.



Figure 3 – Forage dans la chaussée existante à l'aide de la foreuse Diedrich D 50

3.2.3 Forages à percussion à l'air comprimé

Des forages à percussion à l'air comprimé ont été réalisés au droit de 32 sites de sondages sur une profondeur maximale de 18 m. Une foreuse de type *Air Track* de marque DTH, a été louée en sous-traitance auprès de l'entreprise *Forage et Dynamitage de la Rive-Sud Inc.*, provenant de Pintendre, sur la rive sud de la région métropolitaine de Québec (voir figure 4, page suivante).



Figure 4- Foreuse à air comprimé utilisée pour les forages à percussion dans les secteurs à déblais importants

Le remorquage de la foreuse à air comprimé sur un site de sondage a d'abord été tenté à l'aide d'un bulldozer de type Caterpillar D4C entre le chemin d'accès du secteur Normand et le premier emplacement de forage. Cependant, à cause de la présence de savanes dans ce secteur et les risques d'enlèvement du bulldozer dans la terre noire, nous avons alors opté pour l'utilisation d'une pelle hydraulique de marque Komatsu, modèle 128US. Ces équipements de remorquage ont été loués auprès de Terrassement Saint-Louis Inc.

Pour chaque forage, l'inspecteur a observé la nature des sols extraits par l'air comprimé durant les opérations, ce qui a permis de déduire approximativement la stratigraphie en place. Des échantillons ont également été récupérés à la pelle ronde dans le monticule formé sur la surface du terrain et autour de la cavité. Ils ont été ensuite transportés le jour même à notre laboratoire de Jonquière pour y être examinés. Tous ces échantillons ont fait l'objet d'analyses granulométriques et de mesures de la teneur en eau.

3.2.4 Sondages au marteau mécanique

Au total, 55 sondages au marteau mécanique ont été réalisés sur ce tronçon, sur la ligne de centre de la voie projetée en direction sud, essentiellement là où des remblais sont prévus. L'objectif de ces sondages a été d'évaluer sommairement la nature et la compacité des dépôts meubles en place.

Ces sondages ont été effectués à l'aide d'un marteau mécanique, de marque Pionjär (modèle 120), permettant d'enfoncer par percussion un train de tiges de 23 mm de diamètre, dont l'extrémité inférieure est munie d'une pointe arrondie en acier de haute résistance. Aucun échantillon n'est prélevé avec cet équipement. Lorsque le refus est rencontré à moins de 2 m de profondeur sous la surface du terrain, trois sondages supplémentaires sont réalisés autour du sondage préliminaire à 1,5 m de distance, formant les sommets d'un triangle imaginaire (voir figure 5 ci-dessous):

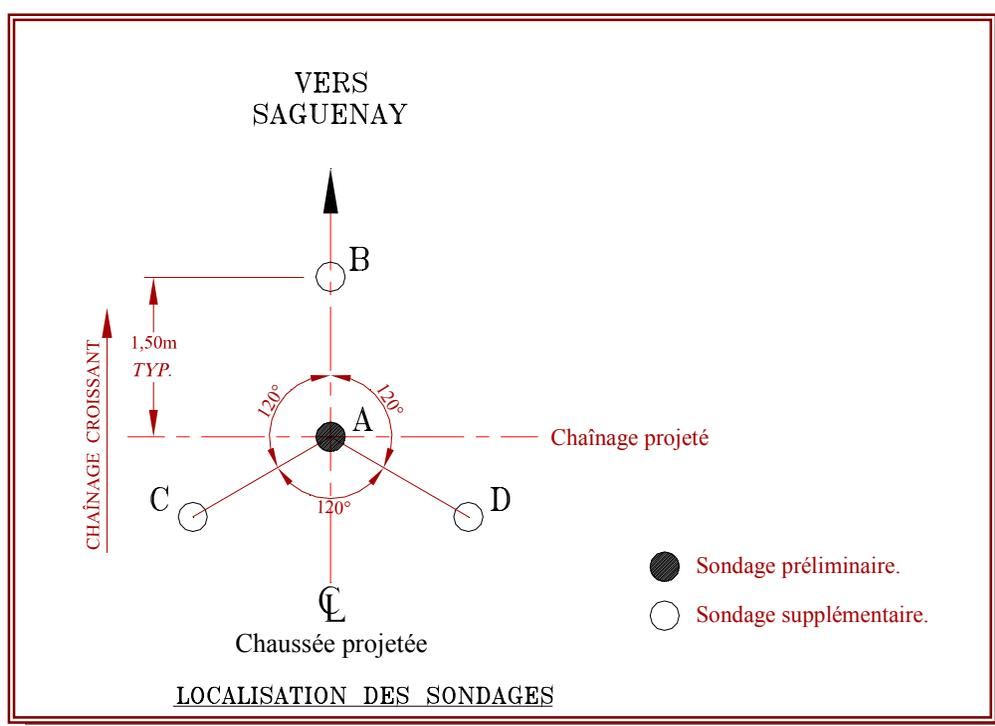


Figure 5 – Disposition des sondages au marteau mécanique supplémentaires autour du sondage préliminaire

3.2.5 Sondages à la tarière mécanique

Des sondages à la tarière mécanique ont été exécutés au droit de 13 emplacements jusqu'à des profondeurs pouvant atteindre 2 m. Cet appareil, de marque Stihl, est opéré à l'aide de mèches hélicoïdales de 102 mm de diamètre et de 1 m de longueur. La tarière mécanique permet de déterminer approximativement la stratigraphie des sols de surface au droit des secteurs en remblai et déblai et de récupérer des échantillons remaniés.

Des échantillons ont été récupérés puis examinés sur place par l'inspecteur en géotechnique. Ils ont été ensuite placés dans des sacs de plastique scellés puis identifiés. Ils ont été transportés le jour même à notre laboratoire de Jonquière pour y être examinés. Tous ces échantillons ont fait l'objet d'analyses granulométriques et de mesures de la teneur en eau.

3.2.6 Tige métallique

Ce procédé consiste à enfoncer à la main un train de tiges d'acier de 23 mm de diamètre dans les secteurs à savane pour déterminer approximativement l'épaisseur de tourbe en place.

Lors de la campagne de reconnaissance de 2004, dix sondages ont été effectués selon cette méthode, jusqu'à 1,8 m de profondeur maximale.

3.3 Essais en laboratoire

Des échantillons remaniés ont été prélevés dans plusieurs sondages et rapportés à notre laboratoire de Jonquière pour y être examinés et identifiés. Pour la plupart des échantillons récupérés dans les couches de sol jugées représentatives des dépôts rencontrés, nous avons réalisé des essais géotechniques de laboratoire. La description et le nombre de ces essais sont reportés au tableau 2 suivant :

ESSAI	NORME APPLIQUÉE	NOMBRE
Analyse granulométrique par tamisage	BNQ 2560-040	55
Sédimentométrie	BNQ 2501-025	10
Teneur en eau naturelle, W	BNQ 2501-170	36
Essai au bleu de méthylène	BNQ 2560-255	5

Tableau 2- Liste des essais géotechniques en laboratoire

Les résultats des essais de laboratoire peuvent être consultés à l'annexe II sur les figures 2.1 à 2.14.

Les échantillons prélevés qui n'ont pas été utilisés seront conservés dans notre entrepôt durant un an après la date de parution de ce rapport. Cette période de temps écoulée, les échantillons seront détruits à moins d'un avis contraire de la part des représentants du Ministère.

3.4 **Limitations inhérentes aux méthodes de sondage**

3.4.1 **Puits d'exploration**

Les puits d'exploration permettent de déterminer avec exactitude la stratigraphie des dépôts meubles, tout changement de lithologie étant facilement observable sur les parois de l'excavation. Toutefois, dans le cas de blocs de très grande dimension (plus de 1,5 m de diamètre moyen) observés en fond de fouille, ces obstacles peuvent être confondus avec le socle rocheux.

Pour réduire le risque de confusion, l'inspecteur des sondages demandait à l'opérateur d'agrandir le fond des fouilles.

3.4.2 **Forages dans la chaussée existante**

Cette procédure permet de déterminer en principe la stratigraphie en mode continu de la structure de la chaussée existante et d'évaluer qualitativement la compacité des sols lors de l'enfoncement par battage du carottier fendu. Cependant, l'indice de pénétration standard N ne peut être mesuré, parce que le carottier fendu et le marteau de battage utilisés ne sont pas conformes à la norme BNQ 2501-140.

Comme la structure de chaussée est en général constituée de couches superposées de gravier concassé de nature très similaire (calibres MG 20, fondation supérieure, et MG 56, fondation inférieure), il est possible que l'inspecteur ait été contraint à évaluer une profondeur approximative du contact entre ces deux matériaux.

3.4.3 **Forages à percussion à l'air comprimé**

Les forages à percussion à l'air comprimé permettent d'atteindre des profondeurs importantes. Toutefois, la stratigraphie déterminée dans ces forages reste approximative, voire indicative, parce qu'elle est déduite à partir des observations relevées par l'inspecteur lors de l'extraction des sols à la surface du terrain par le pression générée par l'air comprimé lors des opérations de forage.

Toutefois, la position du socle rocheux, lorsque rencontré, a pu être confirmée après le forage au trépan sur une profondeur minimale de 3 m à l'intérieur du massif rocheux.

3.4.4 Sondage au marteau mécanique

L'enfoncement du train de tiges du marteau mécanique est possible tant que l'énergie de battage générée par un mécanisme de percussion mû par un piston est supérieure à la résistance du sol au droit de la pointe conique et à la résistance du frottement contre le train de tiges.

Dans le cas où la pointe conique rencontre un caillou ou un bloc, le refus d'enfoncement peut être obtenu ; cependant, si le bloc ou le caillou est de faible compacité ou si le sol entourant le bloc est de compacité lâche, le train de tiges peut dévier et réussir à contourner l'obstacle. Dans le cas où le socle rocheux ou un bloc important est rencontré, le refus d'enfoncement est aussitôt obtenu. Ainsi, tous les refus d'enfoncement obtenus ne correspondent pas nécessairement au socle rocheux.

Pour mieux interpréter le type d'obstacle rencontré en cas de refus d'enfoncement, trois sondages additionnels sont effectués dans un rayon de 1,50 m de diamètre autour du sondage préliminaire, tel que montré sur la figure 5 de la section 3.2.4 précédente.

3.4.5 Sondages à la tarière mécanique

Tout comme dans le cas des sondages à percussion à l'air comprimé, la stratigraphie rencontrée dans les sondages à la tarière mécanique a été déduite approximativement par l'inspecteur, à partir de l'identification des sols extraits par le train de mèches. Ainsi, les profondeurs des limites entre les différentes couches identifiées doivent être interprétées avec précaution.

3.4.6 Sondages à la tige métallique

Les sondages à la tige métallique permettent de déterminer l'épaisseur des savanes avec un niveau de précision jugé satisfaisant. Cependant, il est important de mentionner que la position de la limite inférieure de la savane mesurée à la tige métallique peut varier de quelques centimètres par rapport à la réalité, en particulier lorsque la couche de sol sous-jacente est saturée et de faible consistance.

3.5 Arpentage (mode de sélection de la localisation des sondages)

La sélection des emplacements des sondages a été effectuée par M. Pierre Jean, ing. M.Sc. et directeur de la division géotechnique de Techmat Inc., en tenant

compte à la fois des besoins du Ministère et du consultant, Roche Ltée, division Groupe-conseil Saguenay. Il est important de mentionner que le consultant nous a fourni avant le début des travaux de terrain un programme de sondages détaillé, de manière à ce que ses besoins géotechniques soient comblés pour l'élaboration de son concept routier. Nous avons choisi de respecter la majeure partie de ce programme. Des sondages additionnels ont de plus été effectués en sus de ce programme après la tenue d'une réunion le 21 octobre 2004 à laquelle ont participé les représentants du Ministère, du consultant et de Techmat.

Notre choix a porté d'abord sur les secteurs en déblais, puis sur les savanes et, enfin, sur les secteurs en remblais de plus de 8 m d'épaisseur.

Notre programme d'investigation consistait, dans un premier temps, à exécuter des puits d'exploration dans les secteurs en déblais en choisissant un écart coïncidant avec la position du fossé projeté du côté extérieur de la nouvelle voie projetée. En général, deux sondages par section de 60 mètres ont été exécutés, soit un au droit de la ligne de centre de la nouvelle voie de circulation et l'autre, au droit du fossé extérieur.

Ensuite, nous avons exploré les savanes à la tige métallique à tous les 20 m d'intervalle de distance et nous en avons mesuré l'épaisseur des sols organiques en place.

Sur le terrain, l'arpentage de la ligne de centre a été effectué par d'autres sur un corridor déboisé d'environ 2 m de largeur, tout juste avant la reconnaissance géotechnique. Des piquets ont été laissés par d'autres à tous les 20 m d'intervalle de distance, sur la ligne de centre.

4.0 **NATURE ET PROPRIÉTÉS DES DÉPÔTS MEUBLES (ROUTE PROJETÉE)**

4.1 **Géologie régionale des dépôts meubles et du socle rocheux**

4.1.1 **Dépôts meubles**

La diversité des dépôts meubles est étroitement liée à l'histoire de la déglaciation de la région nord de la Réserve faunique des Laurentides. Il y a environ 18 000 ans, les glaciers du Wisconsin recouvraient toute la partie nord du continent nord-américain.

Il y a environ 10 500 ans, la déglaciation (représentée par le recul des glaces) a favorisé la déposition de sédiments fluvioglaciaires le long de certains corridors

vallonés. Des kettles, liés à la fonte de masses de glace résiduelles, puis des dépôts de contact de glace et des moraines se sont formés aléatoirement à l'intérieur de la région; ces dépôts sont généralement constitués de sables, de graviers et de tills. L'épaisseur de chacun de ces dépôts varie selon les conditions locales de déposition.

D'après notre étude faite sur les photographies aériennes et selon les plans et les profils transmis par le consultant, la topographie du terrain au droit du tracé proposé apparaît généralement vallonnée, avec une répartition des dépôts meubles en fonction de la forte glaciation passée il y a environ 10 000 ans.

Dans les secteurs situés sur les flancs des crêtes rocheuses et fréquemment au sommet des buttes de faible hauteur, les dépôts morainiques (tills de fond) recouvrent en général le socle rocheux. Ces tills sont principalement constitués de sable et gravier à graveleux avec un peu de silt à silteux et des traces d'argile. Ces sols glaciaires contiennent des proportions généralement élevées de cailloux et de blocs d'origine précambrienne, de forme angulaire à sub-angulaire. La compacité de ces dépôts, qui sont principalement discontinus, est en général dense à très dense.

Par ailleurs, dans les secteurs intercalés entre les crêtes rocheuses, le mort-terrain est constitué à l'occasion de dépôts de sols à grains fins, tels des silts sableux et des sables silteux, dont la compacité semble moyenne. Des dépôts granulaires fins (des silts et des sables fins uniformes), des dépôts grossiers (de sable et gravier) et même des dépôts morainiques denses peuvent y être rencontrés. Dans ces secteurs, ces dépôts sont souvent recouverts d'une couche végétale (mousse de lichen, terre végétale ou tourbe brun-noir).

Il est important de mentionner qu'à l'occasion la couche végétale observée au droit de plusieurs emplacements du tronçon projeté recouvre directement le socle rocheux.

4.1.2 Socle rocheux

Le socle rocheux régional est formé des roches plutoniques et métamorphiques de la Province géologique du Grenville, formée entre 1 160 et 970 millions d'années avant aujourd'hui. Elles incluent les charnockites, les mangérites et les dykes d'amphibolites.

Cependant, les anorthosites ne font pas partie de la répartition des roches dans la Réserve faunique des Laurentides, en particulier dans le secteur étudié ici.

4.2 Sommaire de la nature et des propriétés des dépôts meubles

4.2.1 Généralités

Le journal des sondages de l'annexe I présente la répartition des sondages, ainsi que le sommaire stratigraphique décrit par couches rencontrées au droit de chaque sondage. Cette stratigraphie a été décrite selon la classification des sols telle que définie dans la norme 1101 du Tome VII, *Matériaux*, des *Normes* du MTQ, édition 2002.

Les sections suivantes résument la description des principaux dépôts rencontrés au droit des sondages, soit les savanes, les dépôts fluvioglaciers et les dépôts morainiques. Pour mieux comprendre et mieux suivre la lecture de ces descriptions, nous présenterons dans l'ordre, la terre végétale (à l'extérieur des limites des savanes), les savanes elles-mêmes, les dépôts morainiques et les dépôts fluvioglaciers, en orientant les informations aux chaînages inhérents aux voies en directions nord et sud de la route projetée.

4.2.2 Les savanes

Dans tous les sondages réalisés, une couche de terre végétale contenant des racines a été rencontrée sur des épaisseurs généralement comprises entre 0,1 à 0,3 m. La plupart des sondages effectués indiquent la présence, en surface, d'une couche de sols organiques, de la terre noire, dont la nature et l'épaisseur dépendent de la localisation du sondage (sur les flancs des crêtes rocheuses ou dans les dépressions topographiques). Dans les cas où la couche de terre noire atteint plus de 0,30 m d'épaisseur, qu'elle est saturée et située sur un terrain plat, nous avons identifié le secteur de savane.

Donc, dans le cas des savanes, nous avons observé la présence d'une terre noire, de texture généralement amorphe et complètement décomposée. Les structures fibreuses sont peu visibles à invisibles. D'après la classification Von Post, ce sol organique appartient à la classe H9 ou H10. À l'occasion, des cailloux et des blocs ont été rencontrés dans ce sol organique.

Le tableau 3 suivant présente la localisation des savanes (par chaînage), ainsi que la profondeur maximale de la couche de terre noire rencontrée dans chaque savane. Les épaisseurs maximales de remblai requis pour atteindre le profil retenu du nouveau tracé de la route y sont également indiquées.

CHAÎNAGE		ÉPAISSEUR DE REMBLAI PRÉVUE*		ÉPAISSEUR DE TOURBE	
DE (m)	À (m)	MAX (m)	CHAÎNAGE (m)	MAX (m)	CHAÎNAGE (m)
1197+840	1197+890	0	1197+890	0,7	1197+860
2199+000	2199+120	6,5	2199+120	0,7	--
2200+040	2200+070	9,0	2200+070	1,5	2202+050
2201+550	2201+580	9,5	2201+550	0,3	--
2201+880	2202+000	0	2201+930	0,8	2201+930
2202+470	2202+500	0,5**	2202+500	0,4	--
2202+820	2202+960	7,0	2202+860	1,1	--
2204+255	2204+505	9,5	2204+265	0,7	--
2204+685	2204+835	4,5	2204+820	1,0	--
2204+845	2204+960	7,5	2204+940	>1,8	2204+940
2205+335	2205+380	0,7	2205+365	0,5	--
2206+760	2206+880	4,5	2206+770	1,0	--
2206+930	2206+950	0,7	2206+945	0,3	--
2207+350	2207+360	0,5	3307+360	0,5	--
2207+870	2207+985	2,5	2207+875	1,1	--

NOTES : * Épaisseur de remblai maximale prévue sans tenir compte de l'épaisseur de savane à ce chaînage
 ** Épaisseur de déblai prévue selon le profil de chaussée projetée

Tableau 3- Positions et épaisseurs des savanes du tronçon 197,50 à 208,50 km

Sur le tronçon étudié, 15 zones de savane dont l'épaisseur de terre noire est comprise entre 0,3 et 1,5 m ont été rencontrées. Cependant, entre les chaînages 2 204+845 et 2 204+960, une savane d'une profondeur maximale supérieure à 1,8 m a été repérée (arrêt du sondage à l'intérieur de la couche de tourbe). L'épaisseur totale de la tourbe n'a pas pu être déterminée parce que la limite de sondage du train de tiges métalliques a été atteinte (1,8 m de profondeur).

4.2.3 Loam sableux

Immédiatement sous la terre végétale, une mince couche de silt et sable ou de sable et silt, contenant des traces d'argile et de gravier, a été rencontrée pratiquement à tous les sondages du tronçon à l'étude. L'épaisseur moyenne de cette couche est de 0,60 m.

D'après les analyses granulométriques réalisées en laboratoire sur cinq échantillons prélevés aux chaînages 2 203+020 (de 0,13 à 0,27 m de profondeur), 2 204+200 (de 0,33 à 0,63 m), 2 205+600 (de 0,19 à 0,79 m) et 2 207+500 (de 0,10 à 0,48 m et de 0,48 à 1,65 m de profondeur). Les loams sableux contiennent de 0 à 5 % de gravier, de 10 à 73 % de sable et de 22 à 90 % de particules de diamètre inférieur à 0,08 mm, dont 3 à 4 % sont des particules de moins de 2 µm de diamètre (argile). Le fuseau granulométrique de cette classe de matériel peut

être consulté à la figure 5 ci-dessous. Les échantillons ayant fait l'objet d'analyses granulométriques ont tous été prélevés à 16,5 m à gauche de la ligne de centre.

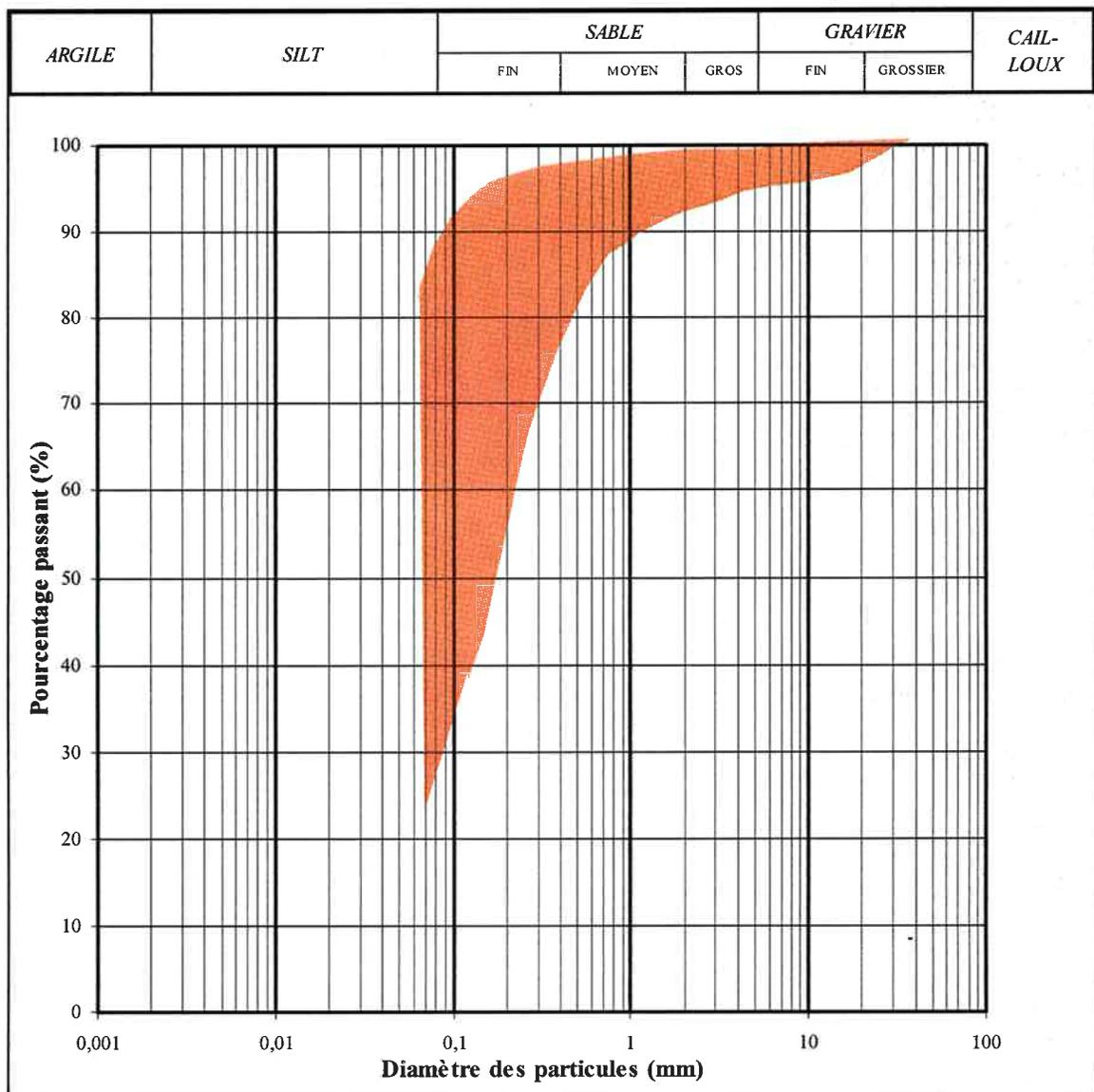


Figure 5- Fuseau granulométrique représentant l'ensemble des loams sableux échantillonnés entre les kilomètres 197,50 et 208,50

4.2.4 Secteurs en remblai entre les chaînages 1 197+500 à 1198+671 (voie nord) et entre les chaînages 2 198+330 et 2 199+320 (voie sud)

Au droit de ces secteurs, une couche de terre végétale a été rencontrée en surface jusqu'à une profondeur comprise entre 0,10 et 0,40 m (profondeur moyenne: 0,21 m). Une savane d'une épaisseur pouvant atteindre jusqu'à 0,70 m a également été observée entre les chaînages 1 197+840 et 1 197+890 (voir tableau 3 précédent).

4.2.4.1 Dépôt de sols à grains fins

Exceptionnellement, un dépôt de sols à grains fins composé majoritairement de silt avec un peu à traces d'argile et des traces de sable a été rencontré au droit du chaînage 1197+980, sur la ligne de centre (de 0,2 à 3,80 m de profondeur) et à 16 m à droite de la ligne de centre (de 4,80 à 7,00 m de profondeur).



Le regroupement des courbes granulométriques de la figure 6 indique des teneurs en sable de 0,5 et de 7,5%, en silt de 83,5 et de 88,5% et en argile de 9,0 et de 11,0%.

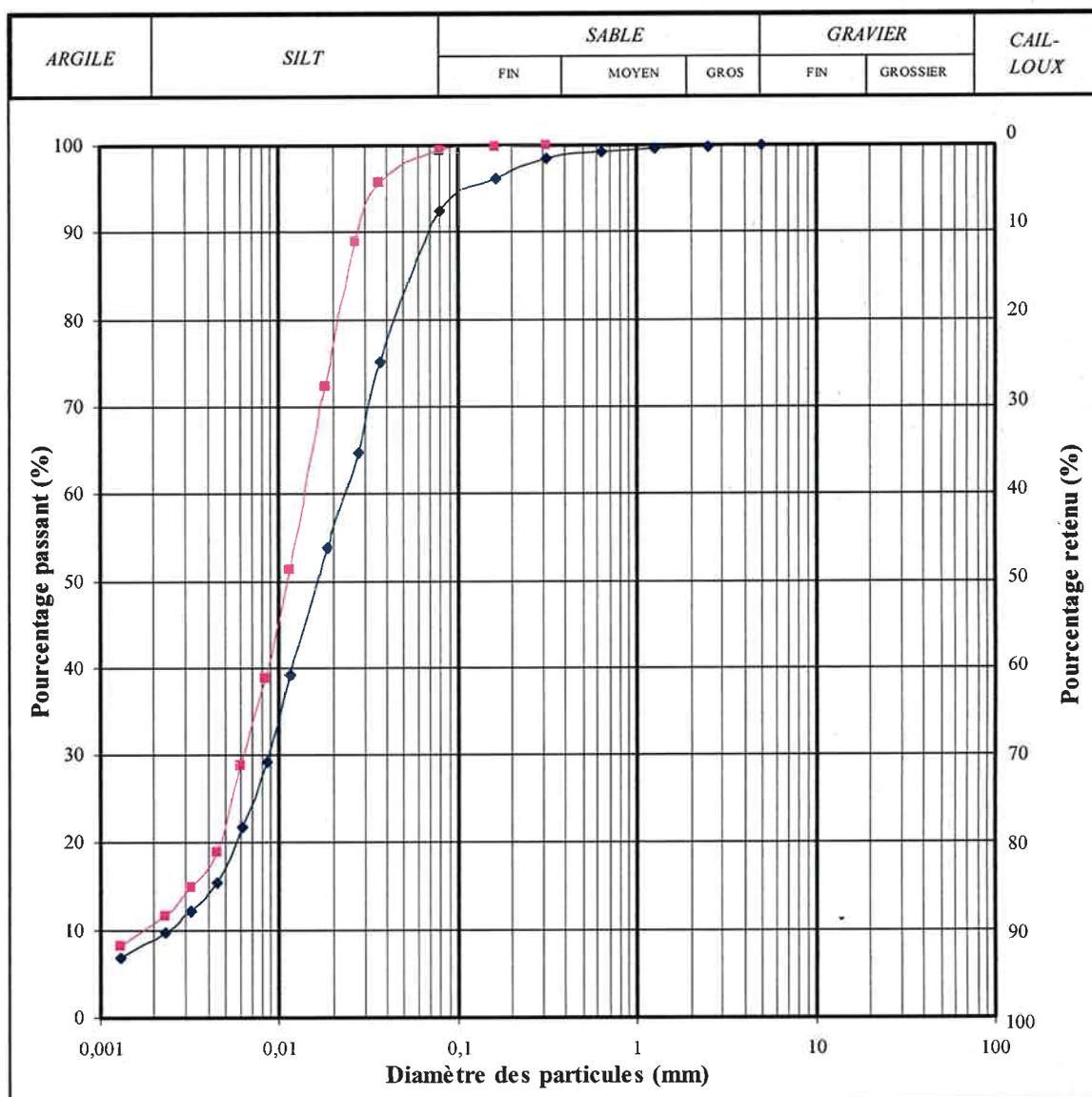


Figure 6 - Courbes granulométriques du dépôt de sols à grains fins rencontré au chaînage 1 197+980 (voie en direction nord)

4.2.4.2 Dépôts fluvioglaciaires

Localement, des dépôts fluvioglaciaires composés de sable fin à grossier, contenant des proportions variables de gravier et un peu à des traces de silt ont été observés à des profondeurs comprises entre 0,30 et 4,80 m (chaînage 1 197+980) et entre 0,35 et 2,20 m (chaînage 2 198+650). Les résultats des analyses granulométriques pour ce dépôt sont présentés à la figure 2.2 de l'annexe II alors que le fuseau granulométrique de ces sols l'est à la figure 7 ci-dessous. Ces sols granulaires incluent des teneurs en gravier variant de 3,0 à 51,5%, en sable de 42,1 à 80,9% et en silt de 6,4 à 16,1 %.



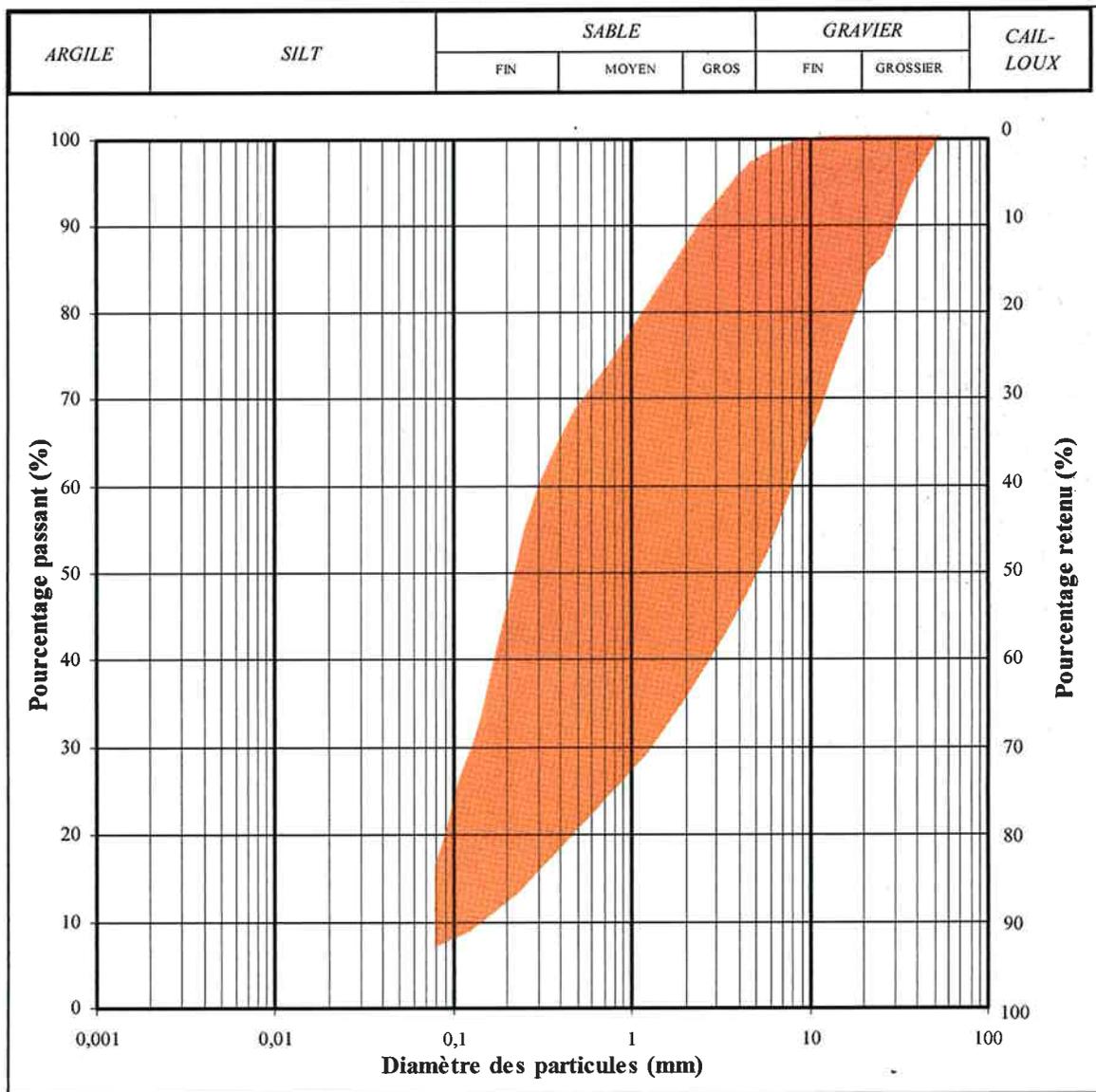


Figure 7- Fuseau granulométrique des dépôts fluvio-glaciaires entre les chaînages 1197+500 et 1198+671 (voie en direction nord) et entre 2198+330 et 2199+320 (voie en direction sud)

4.2.4.3 Dépôts de till

Les dépôts de till ont été rencontrés dans la plupart des puits d'exploration de ce secteur, sous la couche de terre végétale. L'épaisseur des dépôts de till rencontrés varie de 1,8 à 5,0 m. On les retrouve sous forme de sable fin à grossier contenant des proportions variables de gravier et de silt (par exemple, sable et silt avec un peu de gravier ou sable silteux et graveleux). Notre évaluation des cailloux et blocs dans ce till nous amène à qualifier de traces la présence de cailloux (0 à 10 %) et de blocs (diamètre maximal de 1,5 m).

Ce till est brun à brun jaunâtre jusqu'à des profondeurs variant de 0,60 à 1,05 m, puis il devient gris jusqu'à la profondeur maximale atteinte dans les sondages, soit 7,0 m.

Des analyses granulométriques ont été effectuées en laboratoire sur des échantillons jugés représentatifs des tills rencontrés. Les teneurs en gravier,



comprises entre 11,1 et 20,7 %, en sable variant de 44,3 à 58,3 % et en particules inférieures à 0,08 mm de diamètre comprises entre 21,0 et 44,6 % ont été déterminées à partir des analyses granulométriques effectuées en laboratoire et dont les courbes ont été regroupées à la figure 2.3 de l'annexe II. La figure 8 suivante montre un aperçu du fuseau granulométrique résultant.

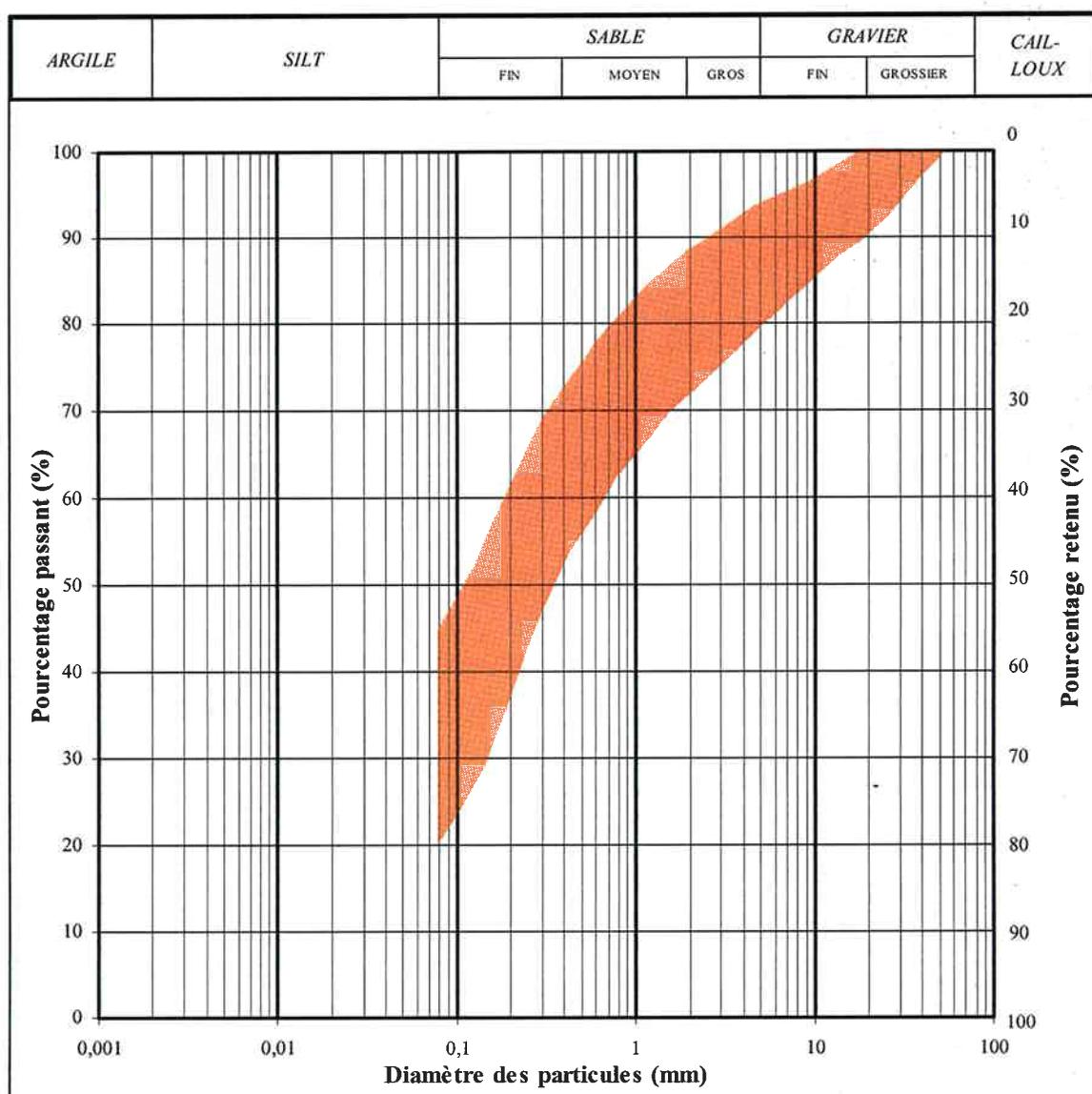


Figure 8- Fuseau granulométrique des dépôts de till rencontrés dans le secteur des chaînages 2 200+410 à 2202+185 (voie en direction sud, excluant les savanes)

4.2.5 Secteur 2199+320 à 2200+410 (voie projetée en direction sud)

Dans le secteur Normand, le déblaiement des sols en place est prévu entre les chaînages 2 199+320 et 2 199+710, alors que des remblais seront construits entre les chaînages 2 199+710 à 2 200+410. En surface, les observations indiquent la présence d'une couche de terre végétale d'une épaisseur variant de 0,10 à 0,60 m (épaisseur moyenne: 0,26 m). Une savane d'au moins 1,50 m d'épaisseur a été rencontrée entre les chaînages 2 200+040 et 2 200+070.



4.2.5.1 Cas particulier: couche granulaire intercalée dans un dépôt de till probable

Une couche de sol granulaire jugée très perméable a été rencontrée dans un important secteur appelé à être excavé (jusqu'à 12 m de profondeur). Cette couche a été observée à l'aide de la foreuse à air comprimé, à une profondeur approximative estimée entre 8 et 9 m, au droit du chaînage 2199+550 et à 5 m à gauche de la ligne de centre. La nature du sol granulaire est vague, puisque aucun échantillon n'a pu y être prélevé. Après le passage du trépan de la foreuse, cette couche a provoqué un effondrement des parois du forage contre les tiges d'acier, ce qui a contraint l'opérateur à stopper le forage à cet endroit à 12,30 m de profondeur.

Le débit d'eau souterraine à l'intérieur de cette couche drainante nous apparaît relativement élevé.

4.2.5.2 Dépôts de till

Généralement, les dépôts morainiques rencontrés dans ce secteur sont composés de sable fin à moyen contenant du silt et du gravier en proportions variables (par exemple, sable silteux et graveleux ou sable silteux avec des traces de gravier). Des cailloux et des blocs ont également été rencontrés (5 à 10 %), surtout dans la partie supérieure des dépôts.

Sous la couche de terre végétale et jusqu'à 0,45 m de profondeur maximale, le till nous est apparu oxydé (brun à brun jaunâtre). Ensuite, ce dépôt est gris jusqu'à la profondeur maximale atteinte dans les sondages, soit 18,0 m. La figure 2.4 de l'annexe II présente les courbes granulométriques provenant des analyses réalisées en laboratoire sur des échantillons de till jugés représentatifs de l'ensemble de ce secteur. Le fuseau granulométrique des tills de ce secteur est présenté à la figure 9 de la page suivante. Les proportions sont : 3,4 à 13,4% de gravier, 39,6 à 69,0% de sable et 23,3 à 57,0% de particules de diamètre inférieur à 0,08 mm.



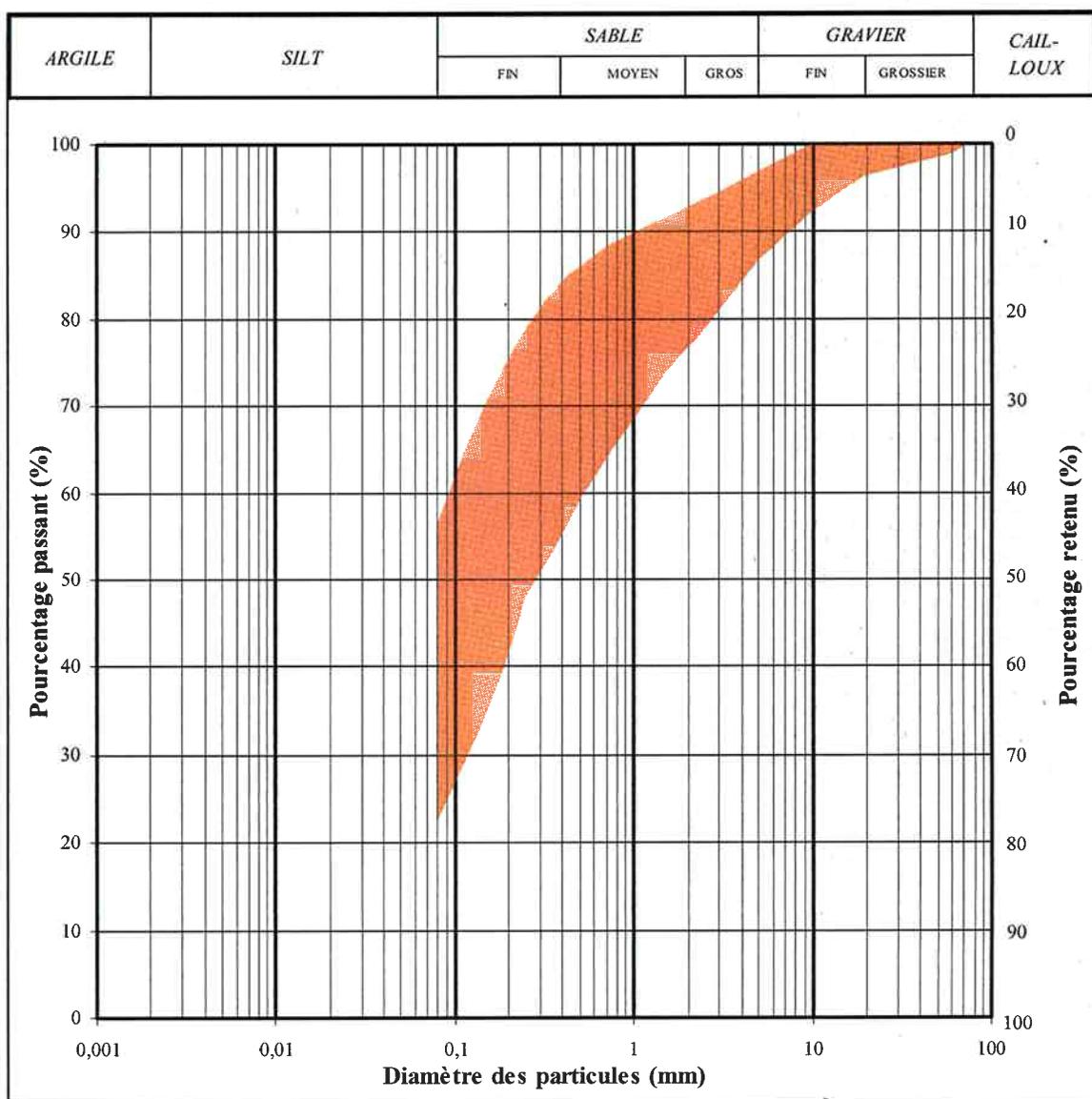


Figure 9- Fuseau granulométrique des dépôts de tills échantillonnés entre les chaînages 2 199+320 à 2 200+410

4.2.6 Secteur 2 200+410 à 2 202+185 (voie en direction sud)

Ce secteur est caractérisé par des sections relativement limitées de remblais alternant avec d'autres sections en déblais, dont les chaînages sont présentés dans le tableau suivant:

CHAÎNAGE		ZONE DE CONSTRUCTION
DE (m)	À (m)	
2200+410	2200+510	Déblai
2200+510	2200+640	Remblai
2200+640	2200+760	Déblai
2200+760	2200+780	Remblai
2200+780	2201+130	Déblai
2201+130	2201+175	Remblai
2201+175	2201+360	Déblai
2201+360	2202+185	Remblai

Tableau 4- Localisation des secteurs en remblais et en déblais entre les chaînages 2 200+410 à 2 202+185 (voie en direction sud)



En général, la surface du terrain montre la présence d'une couche de terre végétale d'une épaisseur comprise entre 0,15 et 0,35 m (épaisseur moyenne : 0,28 m).

Des savanes ont également été rencontrées au droit des chaînages 2 201+550 à 2 201+580 (épaisseur de 0,30 m), 2 201+880 à 2 202+000 (épaisseur variant de 0,30 à 0,80 m). Des ruisseaux traversent le tracé aux chaînages 2 201+880 et 2 201+915.

Les dépôts fluvioglaciaires et morainiques ont été les plus couramment rencontrés dans les sondages effectués. Le tableau 5 présente la nature des dépôts rencontrés selon les chaînages de ce secteur en excluant les savanes identifiées précédemment.

CHAÎNAGE		DÉPÔT RENCONTRÉ
DE (m)	À (m)	
2200+410	2200+530	Fluvioglaciaire
2200+530	2200+650	Morainique
2200+650	2200+900	Fluvioglaciaire
2200+900	2201+000	Morainique
2201+000	2201+200	Fluvioglaciaire
2201+200	2201+300	Morainique

Tableau 5- Identification géologique des dépôts rencontrés entre les chaînages 2200+410 à 2202+185

4.2.6.1 Dépôt de sols à grains fins

Une couche de sols à grains fins, composée de silt avec un peu d'argile et des traces de sable, a été rencontrée au droit du chaînage 2 200+800, de 2,90 à 4,60 m de profondeur. Ce silt contient 2,3% de sable, 86,7% de silt et 11,0% d'argile (figure 10 suivante et figure 2.5, annexe II).

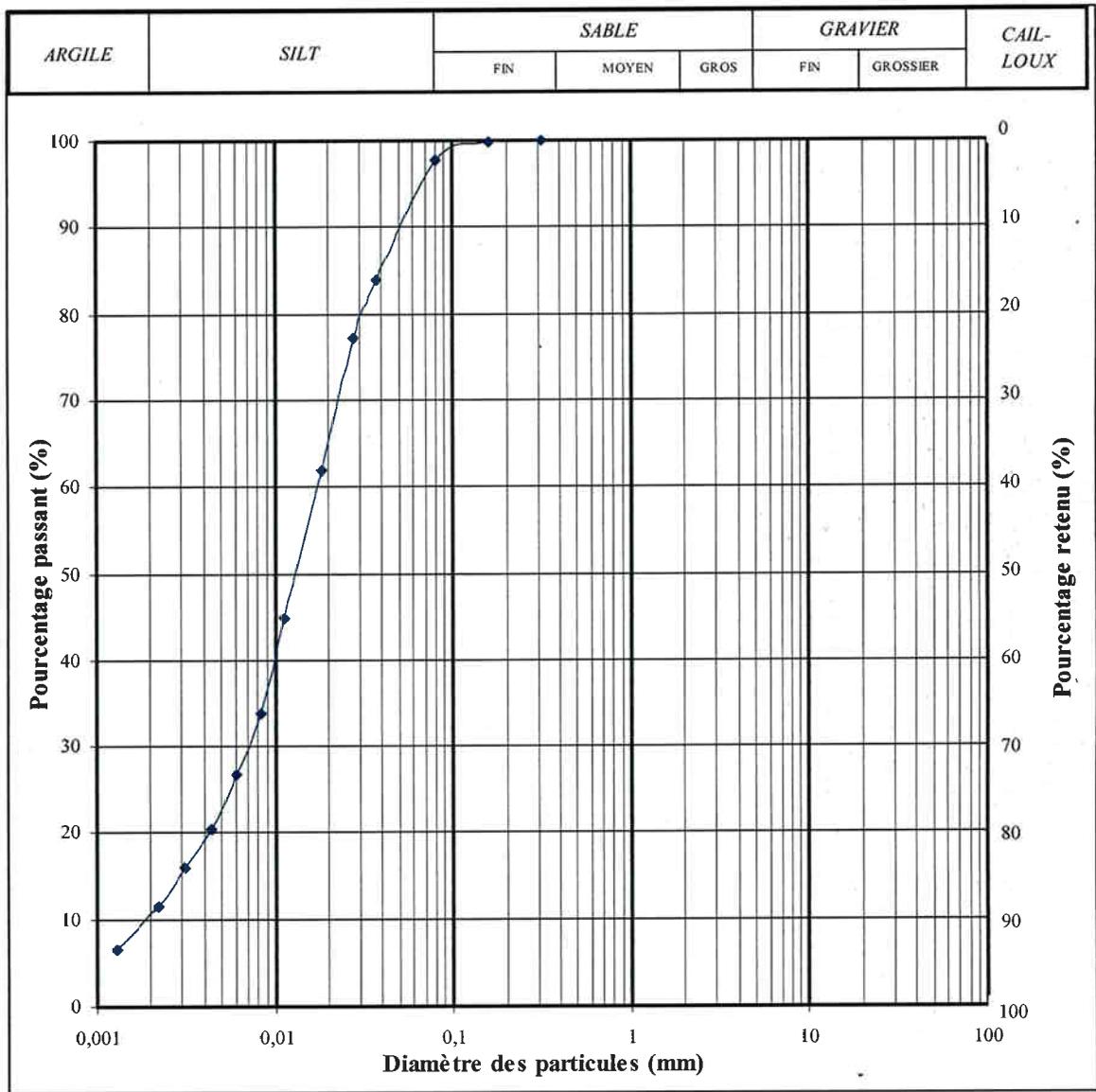


Figure 10- Courbe granulométrique du dépôt de sol à grains fins échantillonné au droit du chaînage 2 200+800

4.2.6.2 Dépôts fluvioglaciers

À quelques endroits de la route projetée en direction sud, des dépôts fluvioglaciers ont été rencontrés directement sous la couche de terre végétale. Ils sont composés de sable fin à grossier contenant des traces de silt et des proportions variables de gravier. Des cailloux et des blocs (5 à 10 %) ont également été observés localement. Les dépôts fluvioglaciers sont oxydés jusqu'à des profondeurs variant de 0,30 à 1,70 m.

Le tableau 6 identifie les emplacements des sondages réalisés au droit des chaînages où des dépôts fluvioglaciers ont été rencontrés sur la ligne de centre de la route projetée.



CHAÎNAGE	PROFONDEUR (m)	ZONE DE CONSTRUCTION
2200+450	0,35 – 1,10	Déblai
2200+450	1,35 – 4,00	Déblai
2200+800	0,35 – 2,90	Remblai
2200+800	0,00 – 7,00	Remblai
2200+900	0,75 – 4,00	Remblai
2201+200	1,70 – 5,00	Déblai
2201+200	0,00 – 12,00	Déblai

NOTE : *décalage : G = gauche, D = droite, CL = ligne de centre

Tableau 6- Localisation et profondeur des dépôts fluvioglaciers pour le secteur 2200+410 à 2202+185

Des échantillons jugés représentatifs des sols granulaires rencontrés ont été sélectionnés pour la réalisation d'analyses granulométriques. La figure 2.6 de l'annexe II présente le regroupement des courbes granulométriques pour ces échantillons.

Les teneurs en gravier sont comprises entre 0,0 et 22,0%, celles du sable, entre 61,3 et 99,2% et celles du silt, entre 0,3 et 8,8%.

La figure 11 de la page suivante présente le fuseau granulométrique du matériel fluvioglacière.

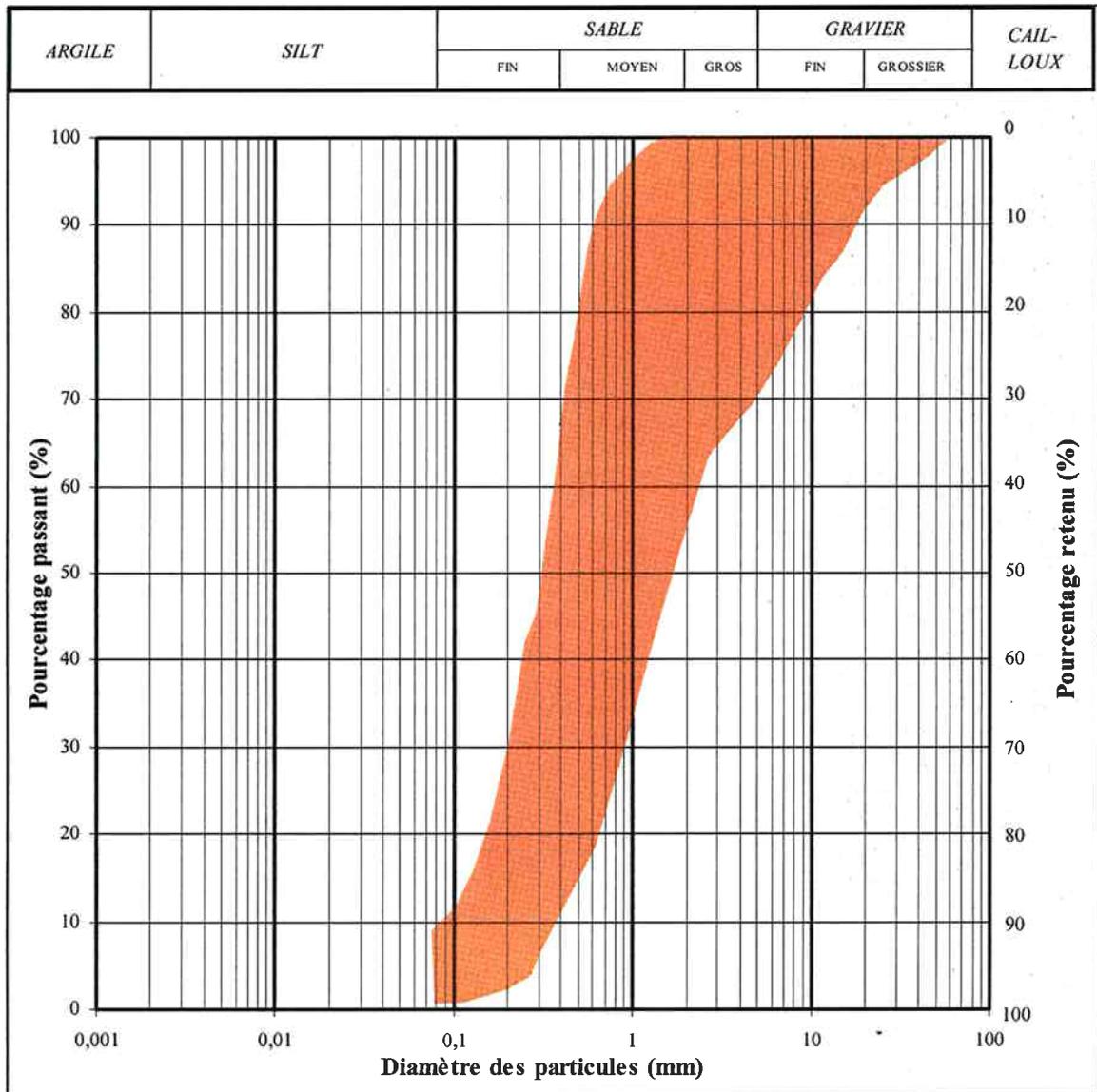


Figure 11- Fuseau granulométrique des dépôts fluvio-glaciaires échantillonnés entre les chaînages 2200+410 à 2202+185

4.2.6.3 Dépôts de till

Les dépôts de till ont été rencontrés au droit des chaînages indiqués au tableau 5 précédent et au tableau 7 ci-dessous :

CHAÎNAGE	PROFONDEUR (m)	ZONE DE CONSTRUCTION
2200+530	0,00 – 10,00	Remblai
2200+650	0,00 – 13,00	Déblai
2200+800	7,00 – 10,00	Déblai
2200+900	0,00 – 10,00	Déblai
2201+000	0,00 – 5,00	Déblai

NOTE : *décalage : G = gauche, D = droite, CL = ligne de centre

Tableau 7- Localisation et profondeur des dépôts de till pour le secteur 2200+410 à 2202+185

Les tills rencontrés sont composés de sable fin à grossier gris contenant des proportions variables de gravier, de silt et d'argile et de 5 à 10 % de cailloux et de blocs. Jusqu'à des profondeurs comprises entre 0,15 et 1,25 m, le till est généralement oxydé. Les analyses granulométriques réalisées sur des échantillons de till donnent les proportions suivantes : 4,9 à 29,5% de gravier, 43,6 à 63,1% de sable et 17,1 à 51,5% de silt. Le regroupement des courbes granulométriques des dépôts morainiques de ce secteur est présenté à la figure 2.7 de l'annexe II.

La figure 12 suivante présente le fuseau granulométrique réalisé à partir de ce regroupement.

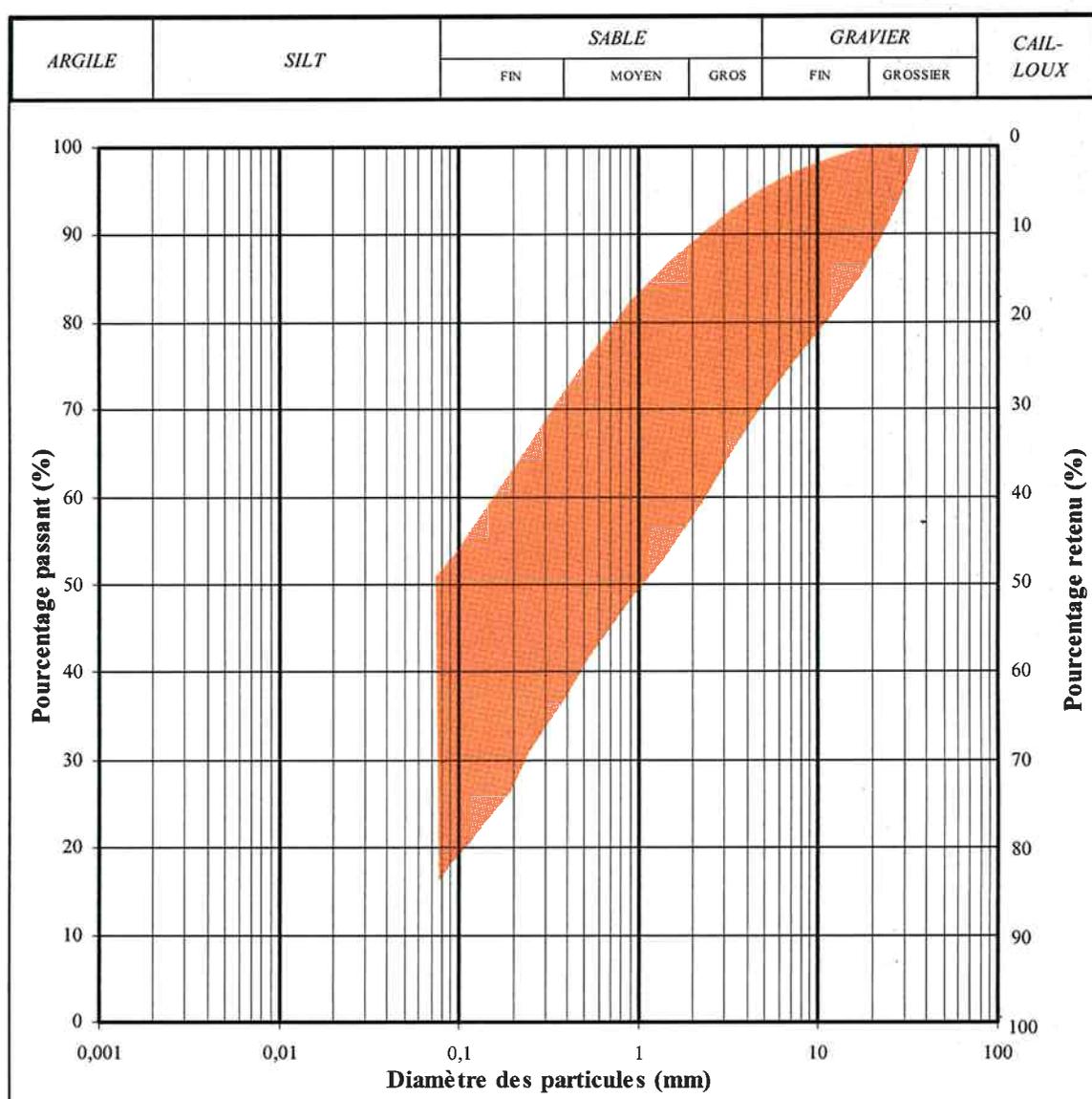


Figure 12- Fuseau granulométrique des dépôts de tills échantillonnés entre les chaînages 2 200+410 à 2 202+185

4.2.7 Secteur 2 202+185 à 2 203+850 (voie en direction sud)

Ce secteur requerra principalement la mise en place de remblais pour la route projetée en direction sud, entre les chaînages 2 202+360 et 2 202+650 et entre les chaînages 2 202+730 et 2 203+850. Les déblais prévus sont localisés entre les



chaînages 2 202+185 et 2 202+360 et entre les chaînages 2 202+650 et 2 202+730.

Là encore, les observations indiquent la présence d'une couche superficielle de terre végétale pouvant atteindre jusqu'à 0,45 m d'épaisseur (0,28 m en moyenne). Des savanes ont également été repérées entre les chaînages 2 202+470 et 2 202+500 (épaisseur comprise entre 0,25 et 0,40 m) et entre les chaînages 2 202+820 à 2 202+960 (épaisseur variant de 0,30 à 1,10 m).

4.2.7.1 Dépôt de sols à grains fins

Un sondage, réalisé au droit du chaînage 2 202+450 et sur la ligne de centre, indique la présence d'un dépôt de silt contenant un peu de sable, des traces d'argile et de 5 à 10 % de cailloux et de blocs, entre 0,25 et 4,50 m de profondeur. Ce matériau a été observé sous la couche de terre végétale de surface.

La figure 2.8 de l'annexe II et la figure 13 suivante présentent les résultats de l'analyse granulométrique réalisée sur un échantillon récupéré à l'intérieur de cette couche de sol. Ce silt, non plastique, est composé de 11,7% de sable, 82,4% de silt et 5,8% d'argile.



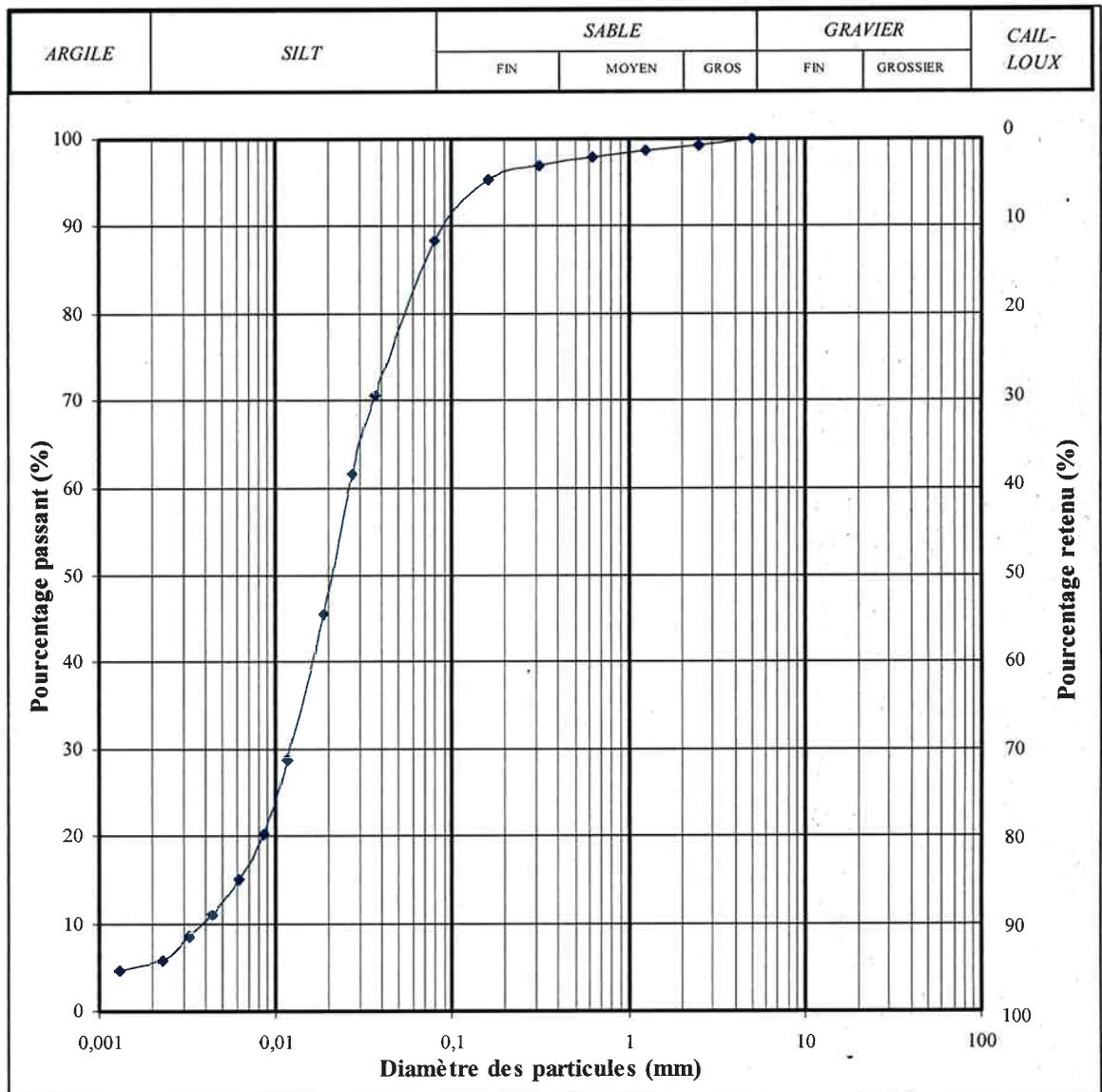


Figure 13- Fuseau granulométrique du dépôt de sols à grains fins échantillonné au chaînage 2 202+450

4.2.7.2 Dépôts fluvioglaciers

D'après les résultats au droit des sondages, les dépôts fluvioglaciers dominent le secteur localisé sur la voie projetée en direction sud et entre les chaînages 2 202+185 à 2 203+850. Ces sols granulaires sont composés de sable fin à grossier avec un peu à traces de gravier et des traces à un peu de silt. Le tableau 8 de la page suivante indique la localisation des sondages au droit desquels des dépôts fluvioglaciers ont été rencontrés, ainsi que la position en profondeur où ils ont été observés.



CHAÎNAGE	PROFONDEUR (m)	ZONE
2202+220	0,80 – 4,30	Déblai
2203+020	0,27 – 0,65	Remblai
2203+200	0,80 – 4,80	Remblai
2203+220	0,00 – 10,00	Remblai

NOTE : *décalage : G = gauche, D = droite, CL = ligne de centre

Tableau 8- Localisation et profondeur des sondages des couches de sols fluvioglaciales entre les chaînages 2 202+185 à 2 203+850

Le regroupement des courbes granulométriques présenté à la figure 2.9 de l'annexe II rapporte les teneurs suivantes : 9,0 à 23,3% de gravier, 64,6 à 88,1% de sable et 0,9 à 12,1% de silt. Le fuseau granulométrique des dépôts fluvioglaciales de ce secteur est présenté à la figure 14 ci-dessous :

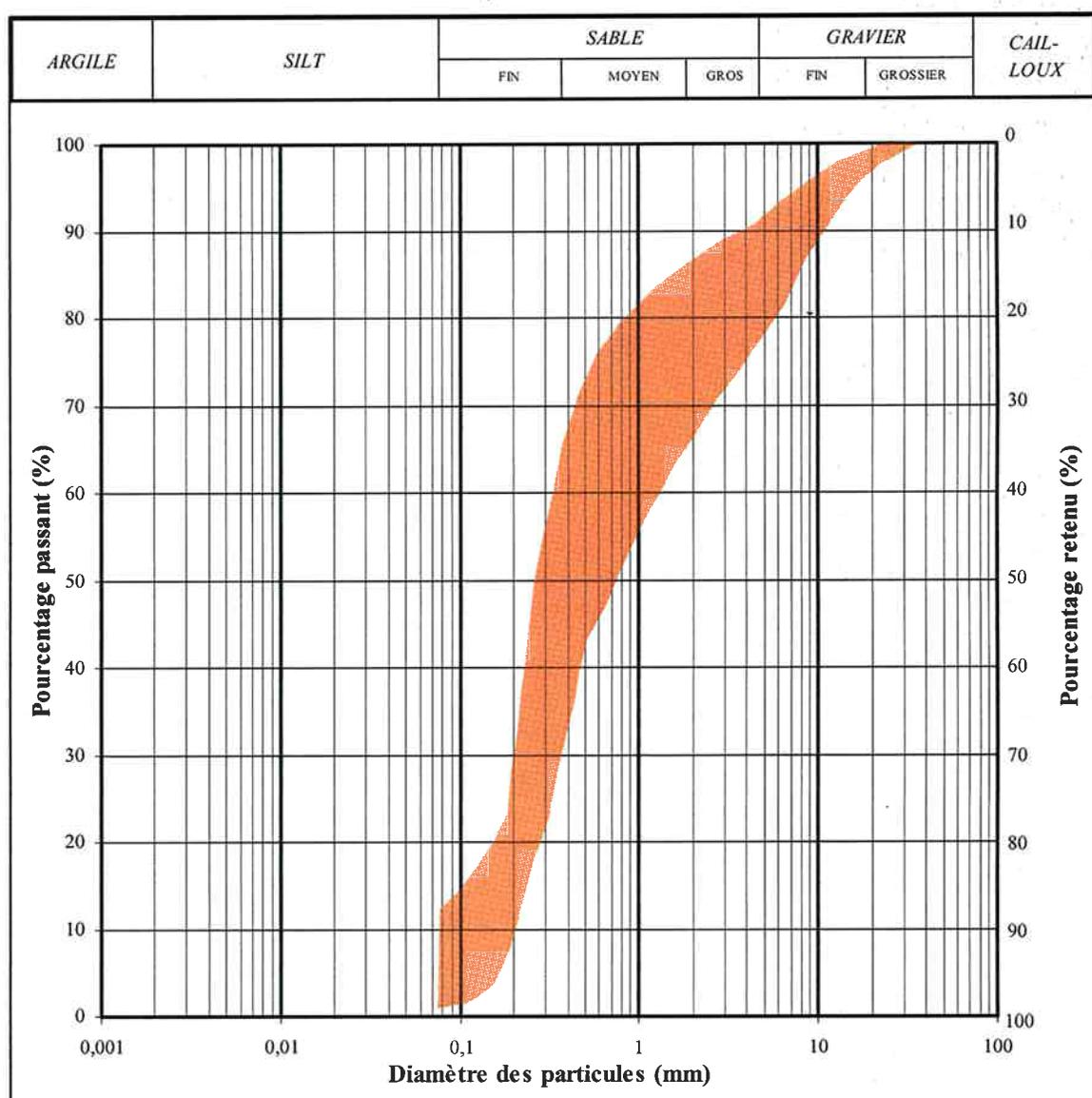


Figure 14- Fuseau granulométrique des dépôts fluvioglaciaux échantillonnés entre les chaînages 2 202+185 à 2 203+850



4.2.7.3 Dépôts de till

Les dépôts de till ont été rencontrés à peu d'occasions dans ce secteur. Ils n'ont fait l'objet d'aucun échantillonnage.

Toutefois, les observations visuelles relevées sur le terrain indiquent qu'ils sont composés de sable fin à grossier silteux avec traces de gravier à sable graveleux contenant un peu de silt. Encore une fois, ces tills contiennent de 5 à 10 % de cailloux et de blocs, localement. Localisés d'abord sous la couche superficielle de terre végétale, les dépôts morainiques sont généralement oxydés, jusqu'à 0,65 m de profondeur maximale, puis ces matériaux deviennent bruns à gris.

4.2.8 **Secteur entre les chaînages 2 203+850 à 2 205+280 (voie en direction sud)**

Ce secteur sera principalement construit en remblai entre les chaînages 2 204+060 et 2 205+020. Deux zones feront l'objet de déblaiement entre les chaînages 2 203+850 et 2 204+060 (210 m de longueur) et entre les chaînages 2 205+020 et 2 205+280 (260 m de longueur).

Essentiellement, une couche superficielle de terre végétale puis une couche de loam sableux et/ou silteux totalisent 1,0 m d'épaisseur et recouvrent les dépôts fluvioglaciaires et morainiques de ce secteur. Des cailloux et des blocs ont été observés fréquemment.

Trois savanes, dont la tourbe peut excéder 1,8 m d'épaisseur, ont été identifiées durant les travaux de terrain (voir tableau 3 précédent).

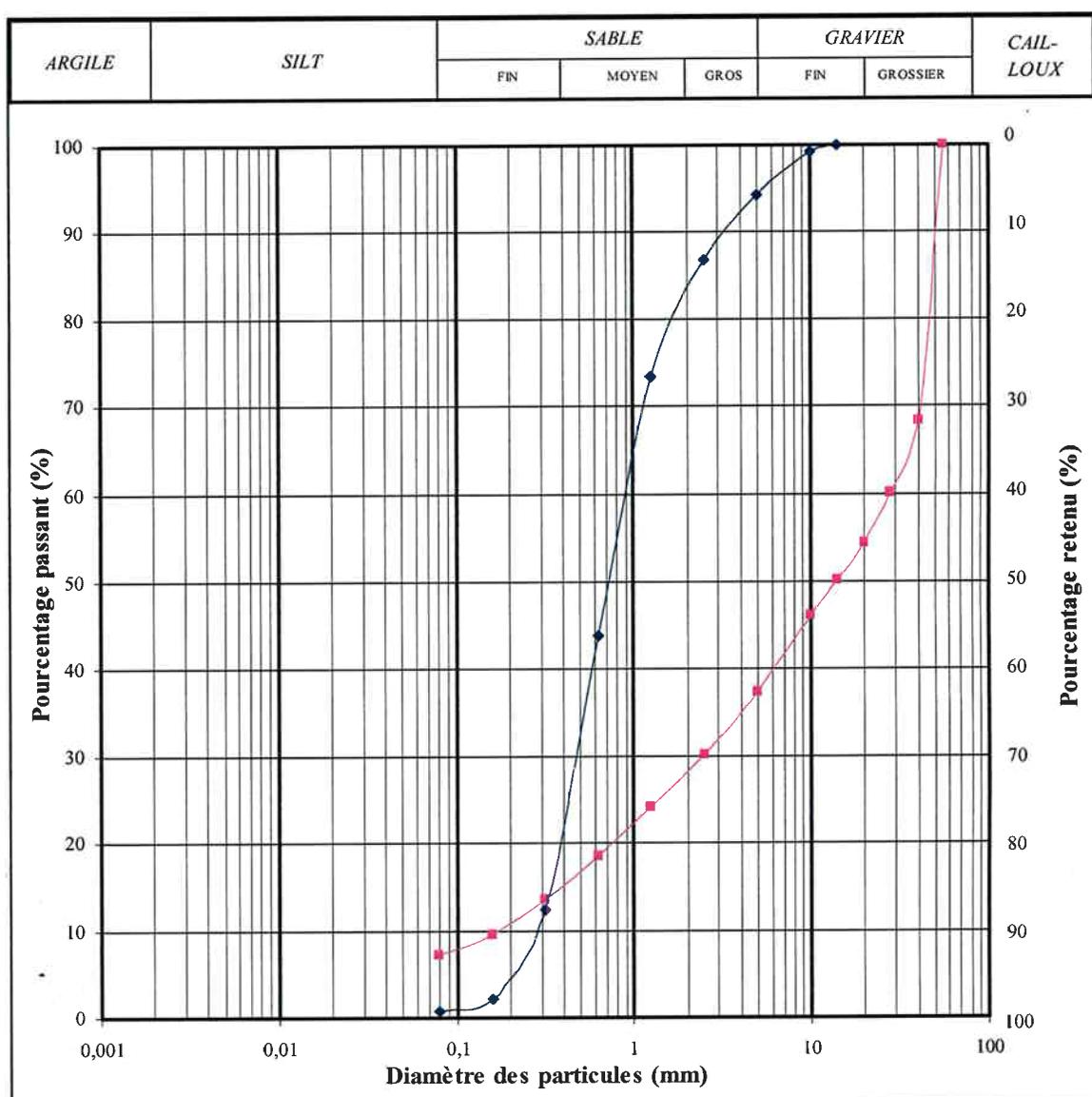
4.2.8.1 Dépôts fluvioglaciaires

Des dépôts fluvioglaciaires ont été rencontrés localement aux chaînages 2 204+000 (de 0,15 à 3,70 m de profondeur) et 2 204+550 (0,21 à 0,60 m de profondeur).

Ils sont constitués de sable fin à grossier et de gravier en proportions variables, incluant des traces de silt. À des profondeurs comprises entre 0,05 et 0,80 m, ces sols sont bruns à brun jaunâtre.

Les courbes granulométriques regroupées à la figure 2.10 de l'annexe II et à la figure 15 suivante présentent les résultats des analyses granulométriques exécutées sur deux échantillons jugés représentatifs de ces dépôts. La granulométrie de ces sols varie sensiblement d'un chaînage à l'autre avec des

teneurs en gravier de 5,8 et de 62,5 %, en sable de 30,3 et de 93,4 % et en silt de 0,8 et de 7,2 %.



4.2.8.2 Dépôts de till

Les dépôts morainiques sont majoritairement présents dans ce secteur, à partir de la surface du terrain (ou sous la couche de terre végétale) jusqu'à une profondeur pouvant atteindre 7,50 m. Ces tills sont composés de sable fin à grossier gris contenant des proportions variables de silt et de gravier. D'après les résultats des analyses granulométriques effectuées sur des échantillons prélevés dans ces dépôts, et dont les résultats sont présentés sur la figure 2.11 de l'annexe II et sur la figure 16 suivante, le till est composé, de 15,7 à 20,0% de gravier, de 28,4 à 68,2% de sable et de 16,1 à 51,6% de particules inférieures à 80 µm de diamètre.



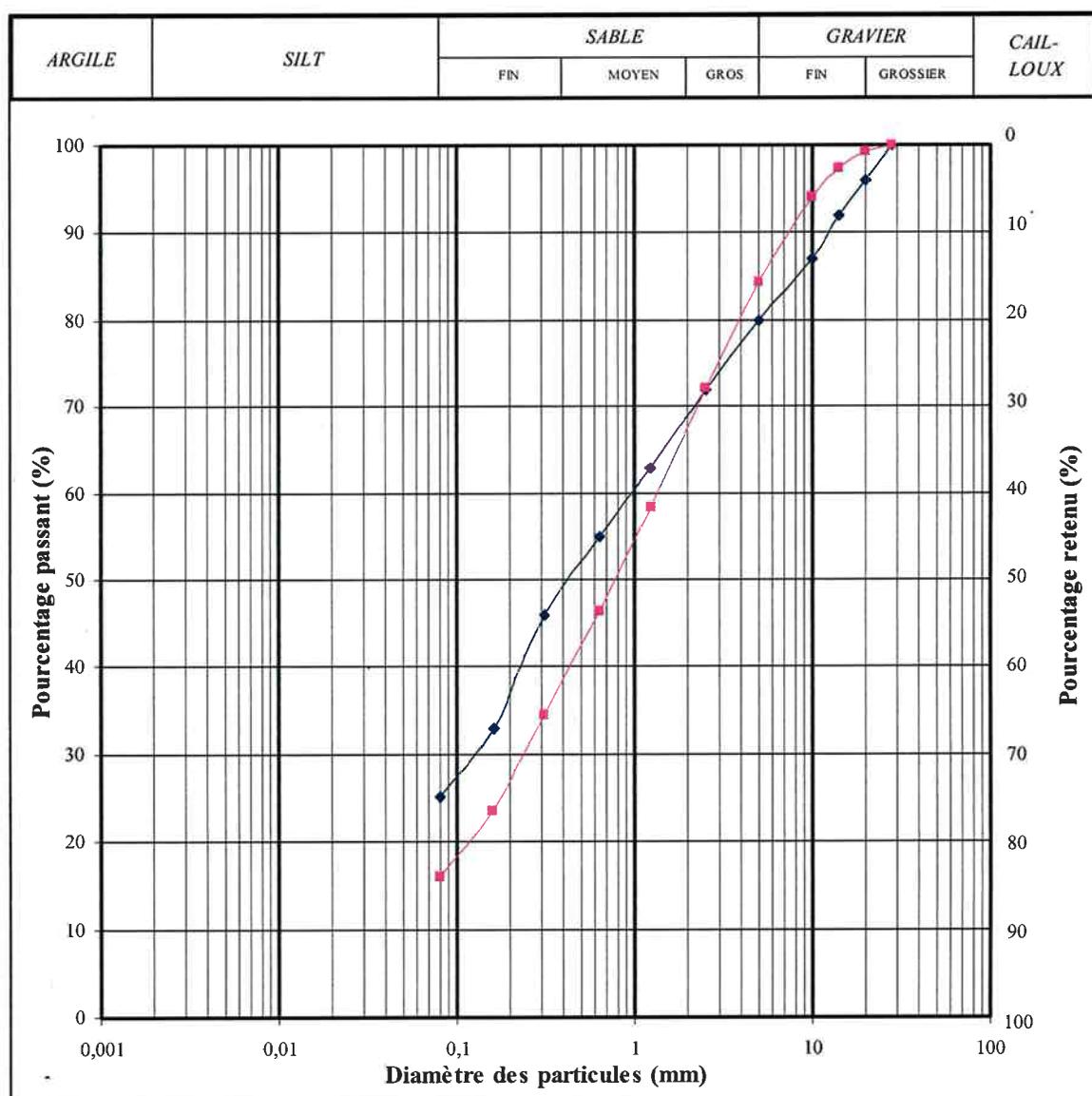


Figure 16 – Courbes granulométriques des dépôts de till échantillonnés entre les chaînages 2203+850 à 2205+280

La compacité de ces dépôts a été jugée généralement dense à très dense selon le taux de pénétration des tiges du marteau mécanique.

4.2.9 Secteur entre les chaînages 2 205+280 à 2 206+370 (voie en direction sud)

Ce secteur comprend quatre zones en remblai et quatre zones en déblai, identifiées au tableau 9 suivant :



CHAÎNAGE		ZONE DE CONSTRUCTION
DE (m)	À (m)	
2205+280	2205+380	Remblai
2205+380	2205+410	Déblai
2205+410	2205+600	Remblai
2205+600	2205+630	Déblai
2205+630	2205+790	Remblai
2205+790	2206+010	Déblai
2206+010	2206+330	Remblai
2206+330	2206+370	Déblai

Tableau 9 - Position des zones en remblais et en déblais entre les chaînages 2205+280 à 2206 +370

Les dépôts de ce secteur sont recouverts de couches superposées de terre végétale et de loam sableux et/ou silteux semblable à celui rencontré dans le secteur précédent (entre les chaînages 2 203+850 à 2 205+280), dont l'épaisseur n'excède pas 1 m. Une seule savane a été repérée entre les chaînages 2 205+335 à 2205+380; l'épaisseur de tourbe dans cette savane varie de 0,3 à 0,5 m.

Les sols rencontrés dans ce secteur sont essentiellement d'origine morainique; ils sont composés de sable fin à grossier contenant des proportions variables de silt et de gravier (par exemple, sable fin à grossier silto-graveleux ou sable fin grossier silteux avec un peu de gravier). Des cailloux (5 à 15 %) et des blocs (0-5 %) sont également présents.

Sous la couche de terre végétale et de loam sableux silteux, le till est oxydé jusqu'à une profondeur pouvant atteindre 1,20 m. Par la suite, un till gris est rencontré jusqu'à la limite du sondage.

Le till présente les proportions suivantes : 12,5 à 32,5% de gravier, 47,7 à 59,9% de sable et 11,4 à 30,6% de silt. Le regroupement des courbes granulométriques est présenté à la figure 2.12 de l'annexe II et le fuseau granulométrique, à la figure 17 de la page suivante :



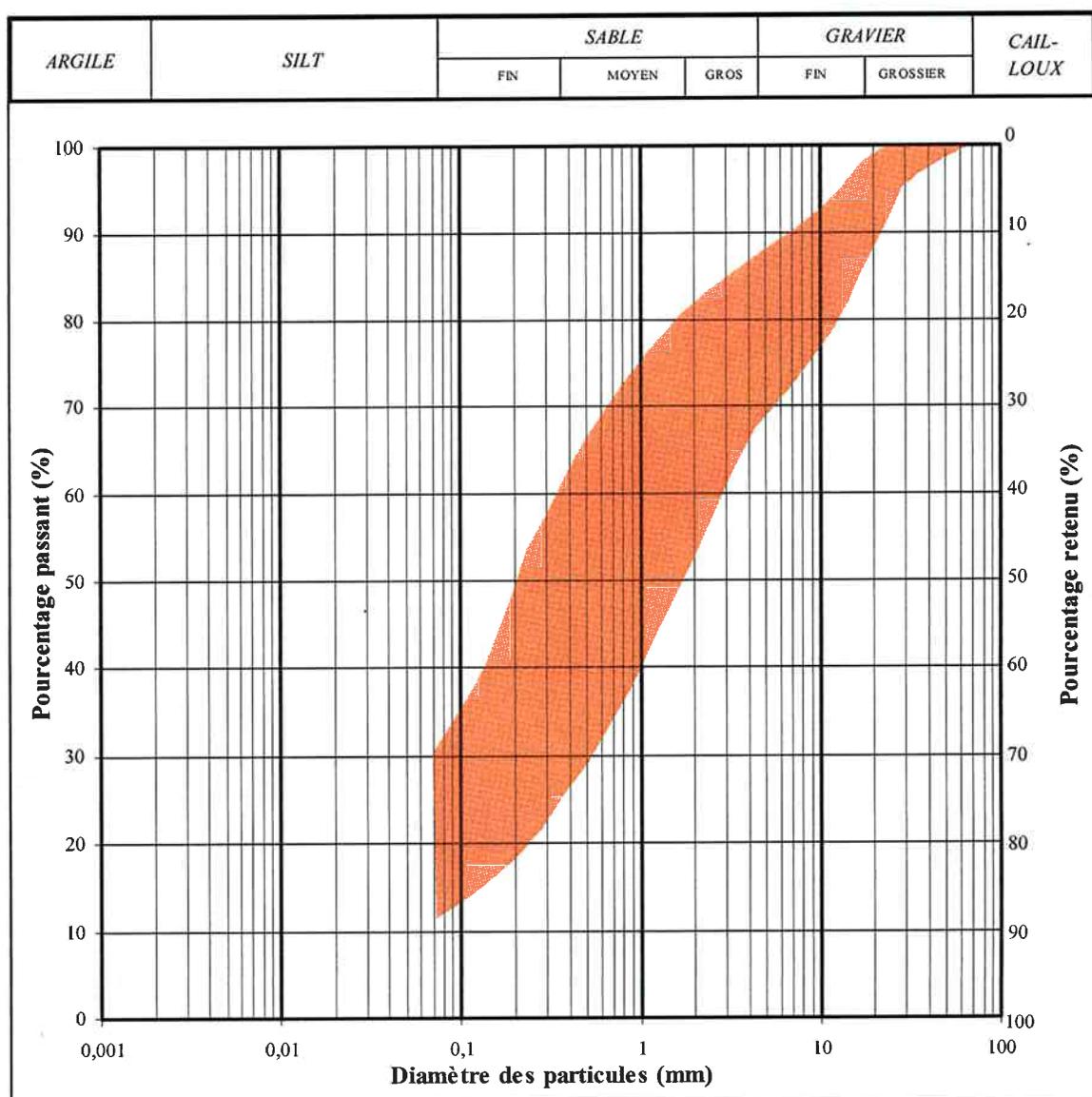


Figure 17- Fuseau granulométrique des dépôts de till échantillonnés entre les chaînages 2205+280 à 2206+370

4.2.10 Secteur entre les chaînages 2206+370 à 2208+500 (secteur Lecompte)

Une couche de terre végétale recouvre les sols de ce secteur en remblai sur une épaisseur moyenne de 0,31 m. Une savane a été observée entre les chaînages 2 206+760 et 2 206+880 (épaisseur des sols organiques variant de 0,30 à 1,0 m) et entre les chaînages 2 206+930 à 2 206+950 (épaisseur des sols organiques variant de 0,20 à 0,30 m).

Mentionnons qu'un champ de blocs (2,0 m de diamètre maximum et 0,80 m de diamètre moyen) a été observé à la surface du terrain dans le secteur inclus entre les chaînages 2 206+000 et 2 207+000, approximativement. Sous ce champ de blocs, les sols rencontrés contiendraient environ 10 % en volume de blocs, jusqu'à environ 7 m de profondeur.

Sous la couche de terre végétale, les observations indiquent la présence de dépôts morainiques uniquement. Ces dépôts sont constitués principalement de sable fin à



grossier contenant du gravier et du silt en proportions variables et des traces d'argile (par exemple, sable fin à grossier gravelo-silteux ou sable fin à grossier silteux avec traces d'argile et traces de gravier). Le contenu en volume de cailloux et de blocs varie de 0 à 5 %. Jusqu'à des profondeurs pouvant atteindre 1,80 m, les sols sont oxydés. Par la suite, ils deviennent gris à gris brunâtre.

Les tills échantillonnés dans ce secteur sont composés de 5,3 à 30,1 % de gravier, de 45,8 à 56,7 % de sable, de 20,8 à 42,4 % de particules inférieures à 80 µm de diamètre (9,7 % d'argile dans un seul cas). Le regroupement des courbes granulométriques d'échantillons de sol jugés représentatifs des dépôts morainiques est présenté à la figure 2.13 de l'annexe II alors que nous montrons le fuseau granulométrique correspondant à la figure 18 suivante :

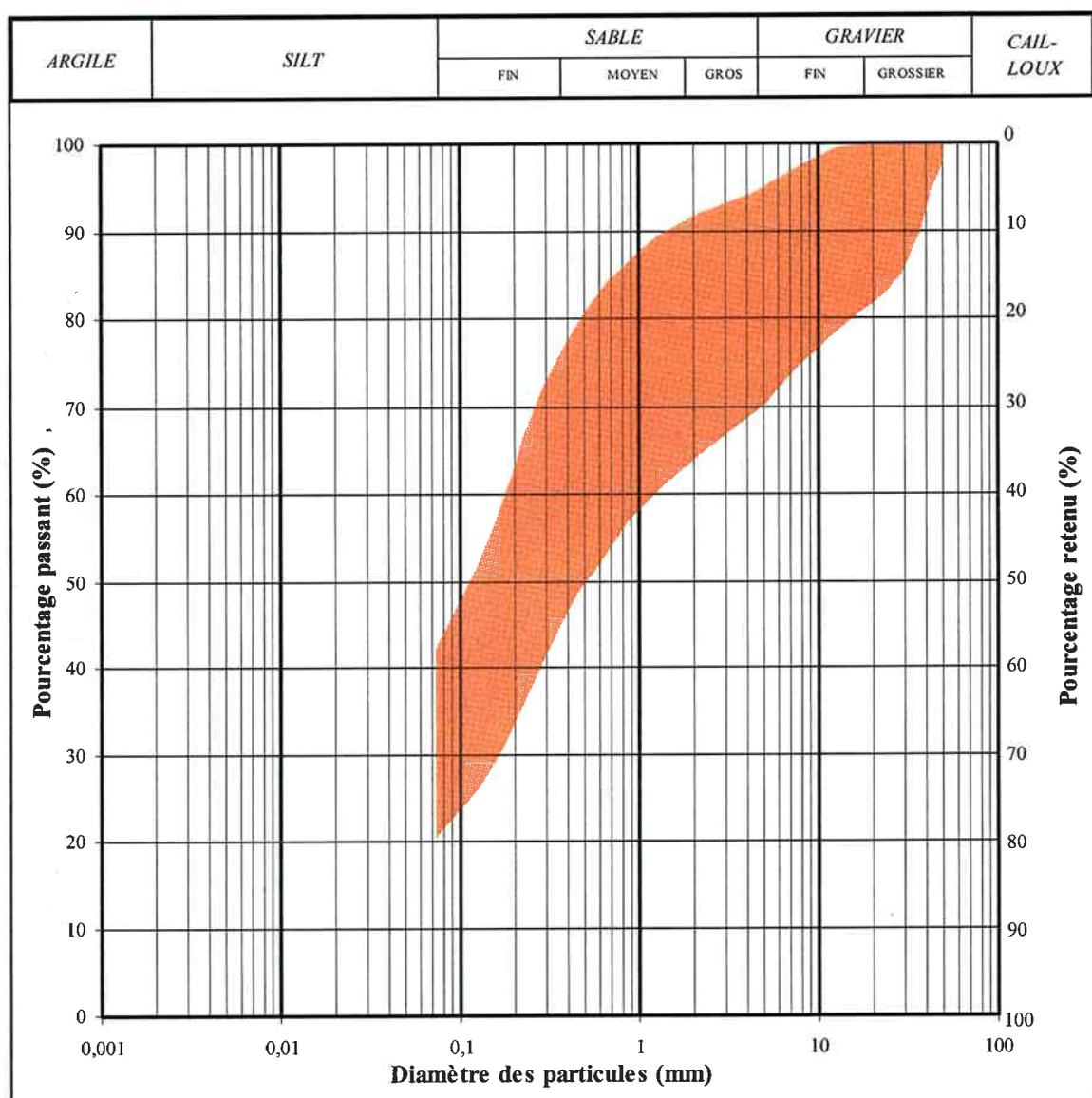


Figure 18 - Fuseau granulométrique des dépôts de till échantillonnés entre les chaînages 2 206+370 à 2 208+500



4.2.11 Cas particuliers: gélivité des sols

Des essais au bleu de méthylène (norme BNQ 2560-255) ont été réalisés sur cinq échantillons de sol pour en évaluer la susceptibilité au gel. Ces échantillons ont été sélectionnés en fonction de leur contenu élevé en silt et en tenant compte de leur répartition sur toute la longueur du tronçon étudié. Les résultats des essais au bleu de méthylène sont présentés au tableau 10 suivant:

CHAÎNAGE (m)	PROFONDEUR (m)	DESCRIPTION (TILL)	% < 0,075 mm (%)	D ₅₀ (FF) (µm)	VB	VB ₄₀₀
2199+300	2,30-2,40	Sable et silt, un peu de gravier et traces d'argile	43,0	19	0,00229	0,00156
2199+450	0,15-0,25	Silt et sable, traces de gravier et d'argile	55,0	27	NULLE	NULLE
2200+800	3,80-3,90	Silt, un peu d'argile et traces de sable	96,5	12	0,00728	0,00728
2202+450	2,50-3,00	Silt, un peu de sable et traces d'argile	87,0	18	0,00119	0,00115
2206+600	2,00-7,00	Sable silteux, traces d'argile et de gravier	41,8	13	0,00535	0,00364

NOTES : % < 0,075 mm (%) : pourcentage passant inférieur à 0,075 mm de diamètre;
*D*₅₀ (FF) (mm) : diamètre des particules à 50 % du poids de la fraction fine du sol (dont le diamètre à 100 % passant est égal à 0,075 mm);
 VB : valeur au bleu mesuré selon la norme BNQ 2560-255;
 VB₄₀₀ : valeur au bleu ajustée pour les particules passant le tamis 400 µm.

Tableau 10 - Description des échantillons sélectionnés et résultats des essais au bleu de méthylène (susceptibilité au gel)

La susceptibilité au gel de ces sols est fonction du pourcentage de particules fines contenues dans les sols. En particulier, le critère de gélivité est relié au diamètre *D*₅₀ (FF) des particules de la fraction fine du sol (soit les particules dont le diamètre est inférieur à 0,075 mm); le paramètre *D*₅₀ (FF) correspond au diamètre des particules fines à 50% passant la fraction fine, inférieure à 0,075 mm. Les résultats des essais au bleu de méthylène consistent en une mesure de la valeur au bleu VB (adimensionnelle), à laquelle une correction est incluse pour tenir compte de la présence des particules de sol de diamètre inférieur à 400 µm.

L'essai au bleu est basé sur le taux d'absorption des particules d'argile contenues dans le sol par les particules de bleu de méthylène. Les particules plus fines absorberont une plus grande quantité de bleu que les particules plus grossières. Par conséquent, le paramètre VB₄₀₀ sera plus grand lorsque le matériau se composera de particules très fines. Les résultats du tableau 10 indiquent que le sol montrant le plus petit *D*₅₀ (FF) au chaînage 2 200+800 correspond à une valeur de VB₄₀₀ la plus grande. Cependant, le sol au chaînage 2 199+450 indique un *D*₅₀ (FF) plus grand, ce qui signifie que l'absorption de bleu par les particules fines est nul.

Notre interprétation de ces résultats porte sur la susceptibilité au gel des tills en place et cette analyse est présentée au chapitre 7.0.

4.2.12 Socle rocheux

Le socle rocheux a été rencontré sur le tronçon étudié au droit de 19 emplacements de sondage, à des profondeurs comprises entre 0,25 et 13,0 m, peu importe que le zone de construction soit en remblai ou en déblai. Le tableau 11 présente la position des sondages où le socle rocheux a été rencontré ainsi qu'une brève description des dépôts sus-jacents identifiés dans les sondages.

CHAÎNAGE (m)	DÉCALAGE P/R LIGNE DE CENTRE (m)	PROFONDEUR DU SOCLE ROCHEUX (m)	NATURE ABRÉGÉE DES DÉPÔTS SUS-JACENTS*	ZONE DE CONSTRUCTION (PROFONDEUR, m)
1197+600	13 m droite	2,50	SM	Déblai (3,0 m)
1197+980		3,80	ML	Déblai (7,0 m)
2198+050	12 m gauche	2,80	SM + SP	Déblai (5,0 m)
2200+650	5 m gauche	13,00	SM	Déblai (7,5 m)
2200+900		10,00	SP + SM	Déblai (9,0 m)
2201+000		5,00	SM	Déblai (11,0 m)
2201+200		12,00	SP	Déblai (10,0 m)
2202+400	15 m gauche	6,50	SM	Déblai (0,5 m)
2202+450	15 m gauche	5,50	SM ou ML	Déblai (1,0 m)
2202+545		3,35	SM	Déblai (1,0 m)
2202+550	15 m gauche	5,00	SM	Déblai (1,0 m)
2202+700		1,35	SP + SM	Déblai (4,0 m)
2202+700	15 m gauche	7,00	SP + SM	Déblai (4,0 m)
2204+200		0,61 – 0,63 **	SP	Remblai (3,0 m)
2204+550		0,25 - 1,00 **	SM + B	Déblai (2,0 m)
2205+050		0,66 – 2,10 **	Pt/SM/R ou B	Déblai (3,0 m)
2205+050		3,00	SM	Déblai (3,0 m)
2205+200		0,25 – 1,86 **	Pt/SM/R	Déblai (4,5 m)
2205+200	5 m gauche	7,50	SM	Déblai (4,5 m)
2205+410		11,0	SM	Déblai (0,5 m)
2205+600		0,65 – 1,19 **	Pt/SM/R	Déblai (3,0 m)
2205+835		6,00	SM+B	Déblai (2,0 m)
2206+820		0,65 – 1,97 **	Pt/R ou B	Remblai (3,0 m)
2206+995		3,90	R	Déblai (0,5 m)
2207+350	15 m gauche	2,10	SM	--
2207+700		1,80	B + SM	Déblai (1,0 m)

NOTES : * les dépôts meubles de moins de 0,30 m d'épaisseur n'ont pas été décrits;
 ** roc probable après refus d'enfoncement au marteau mécanique.

Tableau 11 - Position et profondeur du socle rocheux et description des dépôts sus-jacents

Le socle rocheux se situe à des profondeurs comprises entre 3,35 et 13,00 m dans la zone délimitée par les chaînages 2 200+600 et 2 202+550 et au droit des chaînages 2 205+410, 2 205+835 et 2 206+995. Cependant, le socle rocheux nous apparaît sub-affleurant entre les chaînages 2 204+200 et 2 205+200 et au droit des chaînages 2 205+600 et 2 206+820. Toutefois, ces résultats proviennent des sondages au marteau mécanique, de sorte que leur interprétation doit être prise avec précaution. Dans le cas des sondages réalisés au droit des chaînages 2 205+050 et 2 205+200, des forages à percussion à l'air comprimé ont permis de confirmer par percussion la profondeur du roc à ces emplacements. Les profondeurs ainsi obtenues sont nettement supérieures à celles obtenues à partir des sondages au marteau mécanique.

La surface du socle rocheux est de composition granitique (voir section 4.1) et sa qualité est généralement de qualité moyenne à bonne. Cependant, le contact *dépôt meuble/socle rocheux* nous est apparu fortement altéré en plusieurs endroits. Comme le prélèvement de carottes de roche n'a pas été effectué au cours de cette investigation, le degré de fracturation et d'altération du massif rocheux ne peut pas être déterminé en profondeur. Le massif rocheux appelé à être excavé dans ces secteurs en remblais n'a fait l'objet d'aucune description, de sorte qu'il est impossible de déterminer la conformité des propriétés du roc à des fins de production de matériaux de fondation ou d'enrobé bitumineux.

5.0 **STRUCTURE DE LA CHAUSSÉE DE LA ROUTE EXISTANTE**

L'élargissement de la nouvelle route nécessitera, à certains endroits, l'excavation de la chaussée existante et la réfection de la structure de chaussée. Les limites des secteurs de la chaussée existante à refaire sont situées entre les chaînages 197+500 et 198+671, soit sur environ 1,1 km de longueur.

Nous avons déterminé les caractéristiques de la structure de la chaussée existante à partir de trois sondages réalisés aux chaînages 197+500, 197+700 et 197+900. La stratigraphie observée dans ces sondages ainsi que les résultats des essais de laboratoire réalisés sur des échantillons de sol récupérés sont présentés dans le journal de sondage, à l'annexe I.

Ainsi, un tronçon de 1,1 km de longueur devra être excavé. La structure de la chaussée existante au droit des sondages effectués a été schématisée à la figure 19 de la page suivante et elle se divise en quatre parties distinctes : le revêtement en enrobé bitumineux, les fondations granulaires, la sous-fondation et les sols d'infrastructure.

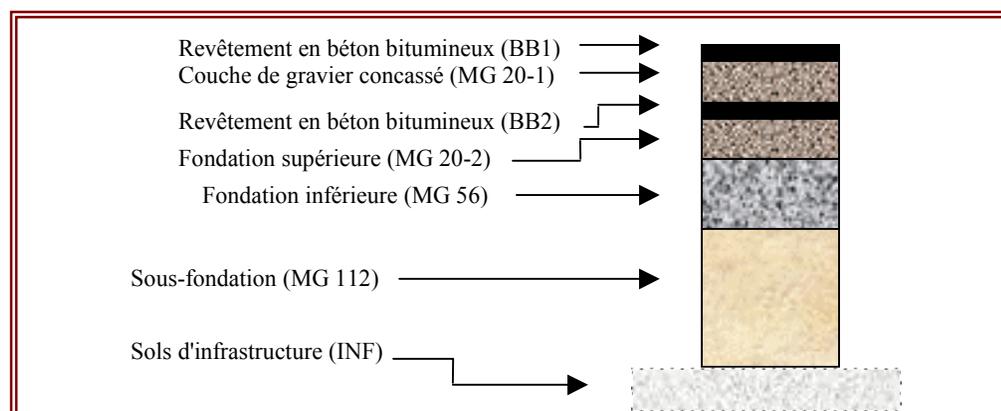


Figure 19 – Schéma illustrant la structure de la chaussée existante telle qu’observée lors des opérations de forage

La nomenclature des granulats servant à la description des matériaux granulaires de fondation de la chaussée (MG20, MG56 et MG120) a été utilisée à titre indicatif seulement parce qu’aucune analyse n’a été réalisée pour déterminer la conformité des sols en regard des normes granulométriques actuelles du Ministère. Ainsi, l’interprétation de la nature des granulats en regard de cette nomenclature doit être faite avec précaution.

La composition de la structure de la chaussée rencontrée dans les sondages de la chaussée existante a été résumée comme suit :

COUCHE RENCONTRÉE	SONDAGE 197+500		SONDAGE 197+700		SONDAGE 197+900	
	DE (m)	À (m)	DE (m)	À (m)	DE (m)	À (m)
Béton bitumineux	0,00	0,15	0,00	0,10	0,00	0,15
Gravier concassé MG 20	0,15	0,30	0,10	0,28	0,15	0,36
Béton bitumineux	0,30	0,45	0,28	0,50	0,36	0,60
Fondation supérieure (gravier concassé MG 20)	0,45	0,55	0,50	0,55	0,60	0,77
Fondation inférieure (gravier concassé MG 56)	0,55	0,65	0,55	1,35	0,77	0,82
Sable (sous-fondation)	0,65	1,20	absente		0,82	1,05
Sol d’infrastructure	1,20	1,65	1,35	1,70	non observé (refus d’enfoncement à 1,05 m de profondeur)	

Tableau 12- Composition et profondeurs de la structure au droit des sondages de la chaussée existante à reconstruire

La partie *revêtement en enrobé bitumineux* de la chaussée existante est d’abord composée de deux couches de béton bitumineux de 0,10 m à 0,35 m espacées l’une par rapport à l’autre d’une couche de gravier concassé dont le calibre ressemble au MG 20 spécifié dans le tome VII, *Matériaux*, des *Normes* du MTQ ; l’épaisseur de cette couche de

gravier concassé, intercalée entre les deux revêtements [désignée *structure en sandwich*], varie de 0,15 et 0,24m et elle a été rencontrée dans tous les sondages réalisés dans les secteurs de réfection de la route existante.

Sous cette structure dite *en sandwich*, les observations indiquent la présence de la fondation supérieure (constituée de gravier concassé apparemment de calibre MG 20) dont l'épaisseur est comprise entre 0,05 et 0,17 m. Ensuite, nous avons rencontré la fondation inférieure de la chaussée, qui est composée de gravier concassé dont le calibre semble correspondre à un emprunt granulaire MG 56 et dont l'épaisseur varie de 0,05 à 0,80 m. Enfin, dans deux des trois forages réalisés, la sous-fondation localisée à la base de la structure de chaussée est composée d'un emprunt granulaire de type MG 112 et elle atteint des épaisseurs de 0,55 m au chaînage 197,500 et 0,23 m au chaînage 197+900. Aucune sous-fondation n'a été rencontrée au droit du chaînage 197+700.

Les forages au droit des chaînages 197+500 et 197+700 ont permis d'observer la présence de till sous la ligne d'infrastructure; ce matériau est constitué d'un sable silteux gris, avec traces à un peu de gravier. Au droit du kilomètre 197+900, un refus sur bloc a été constaté à 1,05 m de profondeur, tout juste sous la structure de chaussée.

Les résultats des forages réalisés dans la chaussée en déblai ont été intégrés dans le journal de sondages de l'annexe I. Ils apparaissent par ordre croissant de chaînage, en caractère italique et portent le préfixe *F* pour les distinguer des sondages réalisés au droit des voies projetées.

6.0 EAU SOUTERRAINE

La profondeur de la nappe d'eau souterraine a été mesurée par rapport à la surface actuelle du terrain au droit de tous les sondages, là elle a été observée avant d'atteindre le fond des fouilles. La nappe d'eau souterraine a aussi été observée à quelques reprises dans les forages dans la chaussée existante.

Le tableau 13 présente la profondeur de la nappe d'eau souterraine au droit des sondages où elle a été observée en indiquant s'il s'agit d'une zone de construction en remblai ou en déblai :

CHAÎNAGE (m)	ZONE DE CONSTRUCTION	STRATIGRAPHIE	PROFONDEUR DE LA NAPPE OBSERVÉE (m)
1197+520	Remblai (≈1,0 m)	Pt/SM	1,60
1197+560	Remblai (≈1,0 m)	Pt/SM ou ML	0,60
1197+600	Remblai (≈1,0 m)	Pt/B/SM	Surface
1197+700	Remblai (≈1,0 m)	Pt/SM	Surface
1197+800	Remblai (≈1,0 m)	Pt/ML/SM	Surface
1197+875	Remblai (≈1,0 m)	Pt	0,30
2198+050	Remblai (1,5 m)	Pt/SP/SM	Surface
2198+650	Remblai (3,0 m)	Pt+B/SM+B	0,50
2199+300	Remblai (1,5 m)	SM/SW	6,00
2199+450	Déblai (5,5 m)	Pt/ML/SM	3,90
2199+550	Déblai (9,5 m)	Pt/SM	4,50
2199+550 (5 m G CL)*	Déblai (9,5 m)	SM/CL ou ML/SP	9,00
2199+650	Déblai (4,0 m)	Pt/SM	3,20
2199+650 (5 m G CL)*	Déblai (4,0 m)	SM	1,10
2199+850	Remblai (3,0 m)	Pt/SM	3,60
2200+040	Remblai (8,5 m)	Pt	0,30
2200+530	Remblai (2,0 m)	Pt/SM/SP/SM	1,40
2200+530 (10 m GLC)*	Remblai (2,0 m)	SM	2,50
2202+220	Déblai (2,0 m)	Pt/SP	3,70
2202+400	Déblai (0,5 m)	Pt/SW/SM	0,40
2202+450	Déblai (1,0 m)	Pt/SW/ML	0,50
2202+545	Déblai (1,0 m)	Pt/SM/R	0,25
2202+550	Déblai (1,0 m)	SM/R	5,00
2205+835	Déblai (3,0 m)	Pt/SM	2,30
2206+000	Déblai (4,0 m)	SM/SW	1,90
2206+005	Déblai (3,5 m)	Pt/SM	2,00
2206+215	Remblai (0,5 m)	SM+B/SM	1,50
2206+215 (15 m G CL)*	Remblai (0,5 m)	Pt/SM	2,20
2206+590	Remblai (1,0 m)	Pt/SM	0,75
2206+600	Remblai (1,0 m)	SM+B/SM	1,50
2206+820	Remblai (3,0 m)	Pt	surface
2206+995	Déblai (0,5 m)	Pt/SM/R	3,20
2207+345	Remblai (0,5 m)	Pt/SM+B	1,30
2207+350 (12 m G CL)*	Remblai (0,5 m)	Pt/SM	surface
2207+350 (15 m G CL)*	Remblai (0,5 m)	Pt/SM	1,20
2207+500	Remblai (0,25 m)	Pt/SM	1,30
2208+000	Remblai (0,5 m)	Pt/SM	2,00
2208+140	Remblai (1,5 m)	Pt/SM/ML	0,48

NOTE : * GLC : décalage à gauche par rapport à la ligne de centre de la chaussée projetée

Tableau 13 - Position de la nappe d'eau souterraine au droit des sondages

Il est important de mentionner que les observations de l'eau souterraine durant la reconnaissance géotechnique ne sont représentatives que de la période durant laquelle elles ont été relevées (juillet à octobre 2004). En effet, la nappe d'eau souterraine peut fluctuer de plusieurs décimètres selon les saisons et les précipitations.

7.0 **RECOMMANDATIONS PERTINENTES À LA CONSTRUCTION**

7.1 **Généralités**

Nous présentons dans ce chapitre les recommandations pertinentes à la construction de la nouvelle route. Cependant, pour l'ensemble du projet, nous recommandons que le choix des matériaux et leur mise en place soit fait selon les procédures décrites dans le *Cahier des charges et Devis généraux* (CCDG), édition 2003, et du *Cahier des Clauses générales* (CCG), édition la plus récente émise par le ministère.

Les recommandations présentées dans ce chapitre admettent l'hypothèse que les résultats des sondages effectués sont représentatifs des conditions géotechniques de l'ensemble du tronçon étudié.

7.2 **Terrassements**

Les données concernant la qualité et le niveau d'altération du massif rocheux ne sont actuellement pas disponibles. Sous toute réserve, il est possible que le massif rocheux soit à ce point altéré que son excavation par dynamitage devienne prohibitive.

7.2.1 **Les déblais dans les dépôts meubles**

7.2.1.1 **Déblais de deuxième classe**

Les déblais de deuxième classe (*art. 11.4.5, CCDG, 2003*) comprennent tous les matériaux n'appartenant pas aux déblais de première classe. Ces matériaux sont essentiellement composés de terre végétale, de sable et gravier et de till. Les secteurs en déblais sont indiqués à la section 4.2.

La terre végétale décapée ne peut servir uniquement qu'à l'aménagement paysager réalisé à la fin des travaux de construction de la route.

Les déblais de deuxième classe réutilisables impliquent d'abord les dépôts fluvioglaciers composés de sable et de gravier. Les déblais à privilégier pour la

réutilisation en tant que remblais devront d'abord être non saturés (situés au-dessus du niveau de la nappe d'eau). Les sols saturés (situés sous le niveau de la nappe d'eau souterraine) peuvent être réutilisés sous réserve qu'ils soient compactables et inorganiques.

Les déblais de deuxième classe concernent aussi les tills. Une partie des dépôts de till situés au-dessus de la nappe d'eau souterraine peuvent être réutilisés pour la construction des remblais. La plupart des tills situés sous la nappe d'eau ne sont pas réutilisables (parce que saturés et instables au compactage), à moins d'être asséchés. À titre indicatif et sous réserve que les résultats des sondages soient représentatifs de l'ensemble du tronçon étudié, nous sommes d'avis qu'environ 25 % en volume des tills contenant plus de 25 % de particules fines et situés au-dessus de la nappe d'eau sont réutilisables sans traitement particulier. Pour des tills situés sous la nappe et contenant moins de 25 % de particules fines, nous estimons qu'environ 25 % en volume de ces sols pourront être réutilisés sans traitement. Également, les sols contaminés ou gelés ne peuvent pas être réutilisés comme matériau de remblai.

Les principaux déblais seront exécutés dans les tills. La nappe d'eau dans ces dépôts est située en général à faible profondeur. En l'absence de mesure de mitigation permettant de contrôler le ruissellement dans les talus (comme la construction de fossés de captage en crête ou l'aménagement de tapis drainant au pied et dans la pente), la pente du talus de déblai dans de tels dépôts doit être de 3,0 H:1,0 V (pour amenuiser le ravinement par ruissellement de surface) au-dessus de la nappe et de 4,0 H:1,0 V sous la nappe.

Les dépôts d'origine fluvioglaciaire présents localement pourront être excavés, sous réserve que l'épaisseur de ces sols soit suffisante pour représenter une valeur économique intéressante. Pour ce type de matériau, les pentes des talus de déblai doivent être de 2,0 H:1,0 V.

En fond de coupe, il sera plausible de rencontrer localement des blocs et des cailloux de plus de 200 mm de diamètre, ce qui amènera un abaissement du fond de coupe de 300 mm ou encore, d'enlever tous les cailloux et les blocs de 200 mm et plus de diamètre.

Le drainage au niveau des déblais doit être bon et les pentes régulières.

7.2.1.2 Tapis drainant

Les déblais en till peuvent présenter des instabilités superficielles lorsque le niveau de la nappe d'eau est peu profond par rapport à la surface actuelle du terrain. Les sols morainiques contiennent une matrice de sable silteux à sable et silt sensible à l'érosion, en particulier en conditions de saturation et de ruissellement de surface; les sols fins sont alors entraînés vers le bas de la pente et favorisent alors l'obstruction des fossés de captage en bordure de la chaussée. Pis encore, des décrochements superficiels, désignés *glissements de peau*, de l'ordre de 200 à 300 mm d'épaisseur peuvent se produire lorsque les conditions de saturation et de décompression des tills à la surface des talus en déblai sont combinées.

L'utilisation d'un tapis drainant dans ce type de talus devient alors une solution efficace et économique. Le tapis drainant est composé d'un enrochement, d'une membrane géotextile et d'un drain. Il permet de capter les venues d'eau dans le talus, il élimine le risque d'érosion des sols à grains fins en surface dans les talus de déblai et il accroît la stabilité de la pente. De plus, l'inclinaison de la pente au droit de l'enrochement peut être accentuée à 2,0 H:1,0 V.

La figure 20 ci-dessous indique le schéma type d'un tapis drainant.

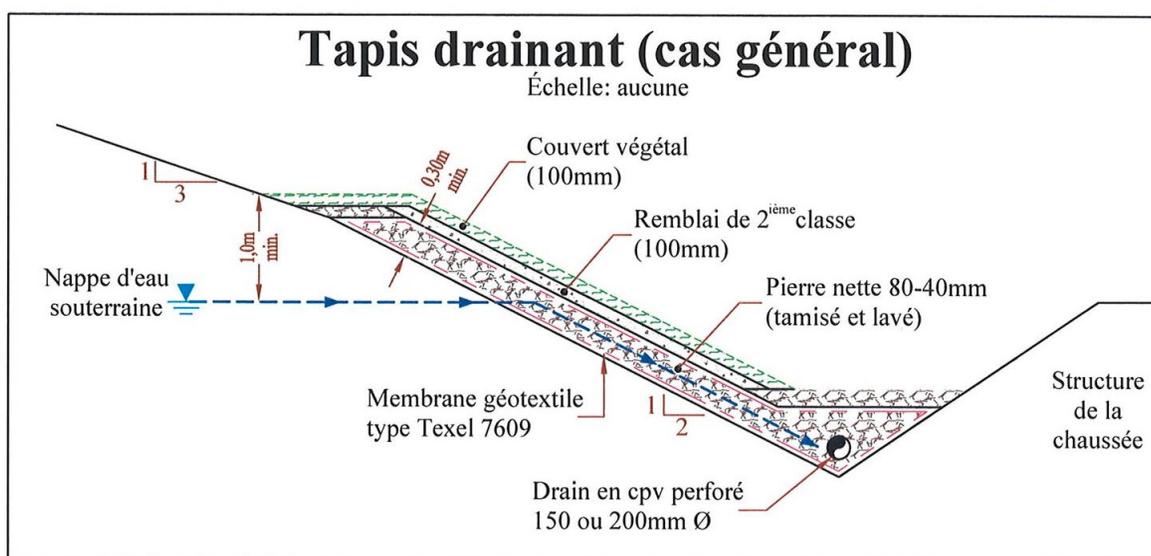


Figure 20 – Schéma de conception du tapis drainant (aucune échelle)

La construction du tapis drainant doit respecter la procédure suivante :

- rabattre la surface d'écoulement libre dans les secteurs où le tapis drainant sera mis en place à l'aide d'un système de pompage approprié;

- excaver les sols en place selon une pente inclinée à 2,0 H:1,0 V, tel que spécifié par le consultant. L'excavation doit également être poursuivie jusqu'au fond du fossé drainant;
- mettre en place un géotextile de type Texel, modèle 7609 (ou l'équivalent) dans le fond incliné et les parois de l'excavation;
- placer des drains en CPV de 150 à 200 mm de diamètre (selon les spécifications du devis) dans le sens longitudinal de la chaussée;
- épandre une couche de pierre nette de calibre 80-40 mm, préalablement tamisée et lavée sur le géotextile et autour des drains. L'épaisseur de cette couche de matériau devra être constante et atteindre un minimum de 300 mm (l'épaisseur devra être choisie en fonction des débits maximaux des venues d'eau et en admettant une conductivité hydraulique de la pierre nette de 1 cm/s);
- recouvrir cette couche d'un deuxième géotextile, identique à celui placé sous la couche drainante;
- recouvrir le géotextile d'une couche de 100 mm d'épaisseur d'un matériau provenant d'un déblai de deuxième classe;
- recouvrir le géotextile d'une couche de terre végétale de 100 mm d'épaisseur puis procéder à l'ensemencement selon les procédures proposées par le consultant.

7.3.1 Les remblais

Les remblais de pierre provenant des déblais de première classe et les matériaux granulaires provenant des déblais de deuxième classe peuvent être réutilisés dans les secteurs en remblai sous réserve, dans ce dernier cas, de respecter les restrictions mentionnées à la section 7.2.1.

Les pierres utilisées dans les remblais devront présenter des diamètres inférieurs à 1,0 m. Les remblais devront être construits en couches ne dépassant pas 1,5 m d'épaisseur jusqu'à une profondeur de 3 m sous le niveau de la sous-fondation. À partir de ce niveau, chacune des couches ne devra pas excéder 1 m d'épaisseur.

Les remblais de sols granulaires (déblai de deuxième classe) devront inclure des particules dont le diamètre sera inférieur à 300 mm et ils seront construits en couches n'excédant pas 300 mm d'épaisseur. À moins de 300 mm sous la ligne d'infrastructure, les particules ne doivent pas excéder 100 mm de diamètre. La pente des talus des remblais dans ces sols granulaires ne devra pas être plus raide que 2,0 H:1,0 V. La protection de la surface des talus de remblai contre l'érosion doit être assurée de manière à éviter le lessivage des particules fines (silt et argile) contenues dans les tills.

À la suite d'une averse abondante, la surface des remblais de sols granulaires fins sera vraisemblablement saturée. La mince couche saturée devra être alors enlevée puis la surface devra être scarifiée à l'aide du passage des chenilles d'un bulldozer, de manière à favoriser l'imbrication de la couche subséquente de remblai dans la couche scarifiée.

Les transitions entre le socle rocheux et les dépôts meubles doivent présenter des caractéristiques géométriques permettant de limiter les différences de comportement de la chaussée, causés par un comportement géomécanique différent entre les sols de gélivité différente ou encore, entre les sols et le massif rocheux. Ainsi, selon la norme 1.7 du Tome II, *Construction routière*, des Normes [2003] du Ministère, les transitions devront respecter des pentes appropriées selon les axes longitudinal et transversal de la route projetée ou de la route existante.

7.3 Susceptibilité au gel des dépôts morainiques

Les lentilles de glace dans les sols sous la ligne d'infrastructure d'une chaussée provoquent de nombreux dommages. En effet, les lentilles créent un soulèvement de la chaussée en période de gel, puis un affaissement lors du dégel. Comme certains dépôts d'origine morainique contenant des sols à grains fins gélifs seront réutilisés lors de la construction de la route projetée, il devient important d'évaluer la susceptibilité au gel de ces sols.

La susceptibilité au gel des dépôts morainiques a été évaluée à l'aide de la relation proposée par Konrad [1999] reliant le paramètre D_{50} (FF) présenté au tableau 20 de la section 4.3 et la surface spécifique au potentiel de ségrégation (SP). À partir de ce paramètre, il est possible de déterminer le déplacement vertical dû au gonflement des sols lors de la formation de lentilles de glace.

7.3.1 Surface spécifique

La surface spécifique S_s (mm^2/g) représente le rapport entre la surface d'une particule de sol et sa masse. Elle est calculée à l'aide de la valeur au bleu VB_{400} mesurée lors des essais au bleu de méthylène (voir section 4.3). Une modification à la norme BNQ 2560-255 est cependant apportée dans le calcul du paramètre S_s . Il est admis d'utiliser le pourcentage de particules passant le tamis 400 μm plutôt que celui passant le tamis 75 μm . Konrad [1999] déduit de ses travaux une relation linéaire entre les surfaces spécifiques S_{s400} et S_{s75} , comme suit :

$$S_{s75} = \frac{S_{s400} \times (\% < 400 \mu\text{m})}{(\% < 75 \mu\text{m})} \quad [1]$$

Le tableau 22 présente les valeurs de surface spécifique pour les sols analysés en laboratoire. Elles ont été calculées à l'aide de l'équation 2 suivante :

$$Ss_{400} = VB_{400} \times f \times 1000^2 \quad [2]$$

où f est le facteur de conversion égal à 2 100 m²/g. Les valeurs de surface spécifique Ss_{75} pour le pourcentage de particules inférieures à 75 µm du tableau 14 ont été utilisées pour le calcul du potentiel de ségrégation décrit à la section suivante.

CHAÎNAGE (m)	Ss_{400} (mm ² /g)	Ss_{75} (mm ² /g)	SP_0 (mm ² /°C.s)	SP (mm ² /°C.s)
2199+300	3,276E+06	5,181E+06	3,879E-03	2,992E-03
2200+800	1,529E+07	1,584E+07	2,213E-03	1,751E-03
2202+450	<i>2,415E+06</i>	<i>2,693E+06</i>	<i>8,117E-03</i>	<i>6,281E-03</i>
2206+600	7,644E+06	1,244E+07	2,610E-03	2,053E-03

* les valeurs en italiques ont été jugées douteuses

Tableau 14- Valeurs de surface spécifique et du potentiel de ségrégation

7.3.2 Potentiel de ségrégation SP

Le potentiel de ségrégation SP est le paramètre permettant de caractériser la gélivité d'un sol. Il est lié à la présence de particules fines (< 75 µm de diamètre) influençant la teneur en eau non gelée d'un sol. En effet, dans un sol gelé, une partie de l'eau entre les particules grossières est gelée, alors qu'entre les vides laissés par les particules fines, l'eau non gelée circule par capillarité dans le sol. La convergence d'un tel écoulement à l'intérieur d'un sol en conditions de gel amènera la formation de lentilles de glace orientées normalement à la direction de propagation du gel.

Selon Konrad [1999], l'augmentation du pourcentage de particules fines et la diminution du diamètre D_{50} (FF) auront pour effet d'augmenter la valeur du paramètre SP . De même, la minéralogie, la texture des sols et les pressions de préconsolidation sont autant de facteurs influençant SP . La relation empirique proposée par Konrad [1999] permet, en premier lieu, le calcul du paramètre SP_0 (équation 3 ci-dessous). Il s'agit du potentiel de ségrégation sans pression appliquée au niveau de la formation de glace dans le sol. Il est à noter que cette relation a été développée pour les matériaux argileux, de sorte qu'elle convient difficilement aux tills contenant très peu de particules inférieures à 0,08 mm de diamètre.

$$SP_0 \times Ss = [116 - 75 \log (D_{50}(FF))] \times 10^3 \quad [3]$$

Des valeurs de SP_0 supérieures à $5 \text{ mm}^2/^\circ\text{C}\cdot\text{s}$ ont été jugées douteuses. Dans le tableau 14, de telles valeurs se retrouvent au chaînage 2202+450. Par la suite, une correction est apportée à la valeur SP_0 pour tenir compte des contraintes transmises par la chaussée aux sols gélifs sous-jacents (équation 4 ci-dessous). Cette correction aura pour effet de diminuer la valeur du potentiel de ségrégation. Cette diminution est expliquée par le fait qu'une pression donnée appliquée à la base de la frange gelée peut contrer le soulèvement lié à la formation des lentilles de glace.

$$SP = SP_0 e^{-\alpha P_e} \quad [4]$$

où les paramètres SP_0 et SP sont exprimés en $\text{mm}^2/^\circ\text{C}\cdot\text{s}$, S_s en mm^2/g et D_{50} (FF) en μm . Le coefficient α est un paramètre expérimental de pression en MPa^{-1} (voir figure 19 de l'article de Konrad [1999]) et P_e représente le poids des terres (en MPa). Le paramètre P_e résulte du produit entre la profondeur X de pénétration au gel sous la surface de la chaussée (en m) et le poids volumique de la structure de la chaussée sus-jacente du sol, en kN/m^3 . Dans ce cas, le poids des terres P_e a été estimé à 20,35 kPa pour une structure de chaussée incluant des épaisseurs de 165 mm de béton bitumineux, de 250 mm de gravier concassé MG20 et de 725 mm d'emprunt granulaire de calibre MG112.

Les valeurs de SP_0 et SP sont présentées au tableau 14 précédent.

7.4 **Structure de la nouvelle chaussée au niveau des sols gélifs**

D'après les résultats des analyses effectuées sur quelques échantillons le long du tracé de la nouvelle chaussée, le gel pourrait engendrer de façon générale des soulèvements dont l'amplitude reste à déterminer par les Service des chaussées du ministère des Transports du Québec. Il est donc nécessaire d'adapter la conception de la structure de chaussée de manière à satisfaire aux critères de protection contre le gel.

7.5 **Drainage**

7.5.1 **Ponceaux**

Aux emplacements où des ponceaux seront requis, nous recommandons d'apporter une attention particulière à la préparation de l'assise des fondations des ouvrages.

Dans le cas des tills instables (sensibles au remaniement, surtout en conditions saturées), nous recommandons d'excaver complètement la couche de sol impropre au compactage et de la remplacer par un coussin d'emprunt granulaire de type MG 20 ou encore (selon les conditions de mise en place à convenir avec le représentant du Ministère), par une couche de pierre nette de calibre 20-5 mm recouverte d'un géotextile de type III (selon les *Normes* sur les ouvrages routiers du Ministère, Tome VII, *Matériaux - volume 2*, norme 30101).

Pour ces deux conditions, nous recommandons qu'au autre géotextile de type III soit placé en fond d'excavation sur toute la superficie d'assise de la fondation plus deux fois l'épaisseur du coussin ajouté. Ce géotextile servira de séparateur et devra être centré par rapport à l'axe central de l'ouvrage.

7.5.2 Fossés

Les fossés gauche et droit du nouveau tronçon devront être construits en respectant des pentes régulières et, autant que possible, au début des travaux de terrassement, dans le but de favoriser l'égouttement des sols d'infrastructure dans les dépressions topographiques. La section transversale des fossés devra être de forme trapézoïdale, avec une largeur et une profondeur suffisante pour permettre l'évacuation de l'écoulement superficiel hors des emprises de la route.

La pente minimale absolue des fossés devra atteindre 0,2 %, alors que la pente minimale souhaitable sera de 0,5 %. Cependant, la pente maximale recommandée ne devra pas excéder 3 %, pour éviter l'érosion des sols à grains fins dans le fossé, requérant ainsi une protection préalable en enrochement.

Dans le cas où la pente longitudinale dépasse 3 % et pour des vitesses d'écoulement supérieures à 0,9 m/s, nous recommandons la mise en place d'une couche de cailloux sub-anguleux à sub-arrondis sur les parois et le fond du fossé, dont le calibre sera établi par le concepteur en fonction de la vitesse maximale d'écoulement et du contenu en grains fins du dépôt meuble en fond de fossé.

7.6 Cas problématiques

7.6.1 Les savanes

Les zones de savane ont été identifiées à la section 4.2.2, au tableau 3. Le *Cahier des charges et Devis généraux* propose à l'article 11.3 des procédures à suivre concernant le traitement des sols organiques rencontrés dans les savanes. Ces zones représentent des cas problématiques lorsqu'un remblai doit être construit

dans ces secteurs. Dans ce cas, la tourbe ne peut supporter la charge appliquée par le remblai. Des procédures sont donc adaptées en fonction de l'épaisseur de la tourbe en place, de l'épaisseur des remblais à construire et de la superficie et de l'état des savanes (intactes ou endommagées).

Cependant et de façon générale, nous recommandons que les savanes rencontrées sur le tronçon étudié ici soient complètement excavées puis remplacées par un remblai granulaire compacté. La tourbe excavée pourra être entreposée et réutilisée à des fins d'aménagement paysager.

Il n'est pas requis de pomper l'eau contenue dans les savanes après excavation. De façon générale, les exigences inscrites dans le *Cahier des charges et Devis généraux* tolèrent le remblayage l'aide d'un emprunt granulaire sableux en milieu submergé.

Cependant, dans les savanes, l'eau en place peut contenir de la matière organique en suspension. Il est alors recommandé de remblayer les fouilles à l'aide de déblai de première classe (pierre dynamitée) jusqu'à 1 m au-dessus du niveau de l'eau.

7.6.2 Tapis drainant spécial dans le secteur Normand (secteur en déblai)

Le forage à air comprimé réalisé au chaînage 2 199+550 a permis de détecter une couche granulaire apparemment très perméable de l'ordre de 1 m d'épaisseur, entre 8 et 9 mètres de profondeur. On doit excaver les sols en place jusqu'à environ 12 m de profondeur pour la confection des fossés longitudinaux de la voie sud projetée (selon le profil de la chaussée projetée du consultant).

Nous recommandons de drainer les venues d'eau vraisemblablement importante et provenant de cette couche granulaire à l'aide d'un tapis drainant spécifique à ce secteur. Nous sommes d'avis que la conductivité hydraulique du matériau drainant à mettre en place soit plus grande que celle de la couche perméable, de manière à éviter tout risque d'accumulation d'eau dans le tapis et ainsi affecter son intégrité par la formation de glace durant l'hiver.

Il est donc recommandé d'utiliser une épaisseur de tapis drainant au haut du talus, au niveau de l'horizon perméable, égale à l'épaisseur de l'horizon, soit 1 m. La pente du tapis doit être telle que l'épaisseur du tapis correspondra au double de l'épaisseur de l'horizon perméable en pied de talus. Ces spécifications sont présentées à la figure 21 suivante :

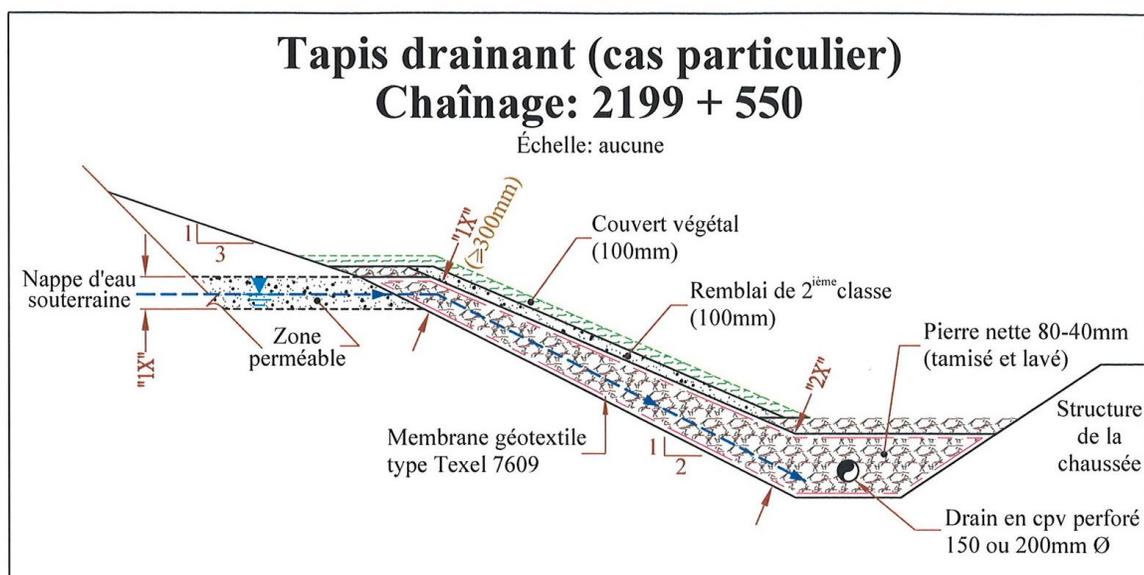


Figure 21 - Schéma de conception du tapis drainant spécifique au secteur du forage réalisé au chaînage 2 199+550 (aucune échelle)

La procédure de construction de ce tapis doit respecter celle déjà présentée à la section précédente 7.2.1.2.

7.6.3 Élargissement des remblais existants

L'élargissement des remblais existants doit être effectué en principe à l'aide un matériau de nature similaire. L'élargissement du remblai doit se faire selon la méthode en gradins, de manière à limiter les comportements différentiels entre deux sols distincts. Le dessin normalisé 005, présenté au chapitre 1 du tome II (*Construction routière*) des *Normes* du Ministère, illustre bien le concept.

Il s'agit d'une conception guide qui s'applique aux élargissements supérieurs à 1 m. Par ailleurs, l'application du concept des gradins n'est pas requise si les pentes existantes sont inférieures à 3,0 H:1,0 V ou encore, si l'ingénieur concepteur juge que les conditions sur le terrain démontrent que ce n'est pas utile.

7.7 Contrôle de la qualité

Que ce soit pour la construction des remblais, l'aménagement des pentes des secteurs en déblai ou pour la mise en place des ponceaux et de la structure de la chaussée, nous recommandons que le contrôle qualitatif des matériaux et leur mise en place soit assuré par un ingénieur spécialisé en ce domaine.

8.0 PERSONNEL

Les travaux effectués dans le cadre de cette étude ont été supervisés à nos bureaux de Jonquière par M. Pierre Jean, ing. M.Sc. et directeur de la division géotechnique de

Techmat, qui a également coordonné l'exécution des essais en laboratoire. Les travaux de terrain ont été supervisés par MM. Marc Munger et Martin Dolbec, tous deux ingénieurs juniors géologues, Alain Duchesne, B.Sc. en génie géologique, Hugues Potvin, ingénieur géologue et Mme Christine Gagnon, auxiliaire technique.

Les puits d'exploration ont été réalisés en sous-traitance par Terrassement Saint-Louis Inc., de Jonquière. Les sondages au marteau mécanique au droit de la route projetée et les forages conventionnels dans la chaussée existante ont été réalisés par Fortech Québec Inc., filiale de Techmat Inc.

La compilation des données a été effectuée par M. Duchesne. Le rapport a été préparé par Mme Valérie Michaud, ing. M.Sc. junior et MM. Duchesne et Jean. MM. Dolbec et Jean et Mme Michaud en ont également effectué la révision.

Les plans de localisation des forages, le profil stratigraphique et le schéma du tapis drainant ont été réalisés par M. Michel Vachon, dessinateur senior. Le traitement de la mise en forme du texte a été accompli par Mme Nathalie Fortin, secrétaire.

Nous espérons que ce rapport donnera entière satisfaction aux intervenants concernés par ce projet et demeurons à leur disposition pour tout renseignement additionnel.

TECHMAT INC.

Valérie Michaud, ing. jr. M. Sc.
Assistante au projet

Pierre Jean, ing. M. Sc.
Directeur de la division géotechnique

VM/PJ/nf

BIBLIOGRAPHIE

- BESKOW, G [1935]. *Soil Freezing and Frost Heaving with Special Application to Roads and Railroads*. The Swedish Geological Society, Série C, n° 375, 26th Year Book, n° 3, traduit par J. O. Osterberg, Northwestern University, **1947**, 145 p.
- HOLTZ, R.D., et KOVACS, W.D [1991]. *Introduction à la géotechnique*. Traduction par Jean Lafleur. Éditions de l'École polytechnique de Montréal. 808 p.
- KONRAD, J.M [1999]. *Frost susceptibility related to soil index properties*. Revue canadienne de géotechnique, **36**: p. 403-417.
- LANDANYI, B [1994]. *La conception et la réhabilitation des infrastructures de transport en régions nordiques*. Éd. par la Direction des communications, MTQ. Québec. 123 p.
- MARTEL, D., et TURGEON, D [2004]. *Amélioration de la route 175 à quatre voies et à chaussées séparées du km 84 au km 227*. Diaporama de 36 diapositives.
En ligne (2004-12-10);
http://www.mtq.gouv.qc.ca/fr/publications/regions/saguenay/175_presentation.pdf
- Ministère des Transports du Québec [2003]. *Normes*. Tome II, *Conception routière*. Les Publications du Québec, Sainte-Foy (Québec).
- Société canadienne de géotechnique [1994]. *Manuel canadien d'ingénierie des fondations*. Société canadienne de géotechnique. Richmond, BC, 558 p.

ANNEXE I

Journaux des sondages

Dossier TECHMAT: 1210405

Sondages supervisés par: Pierre Jean, ing. M.Sc.

Sondages exécutés par: Christine Gagnon, tech. et Marc Munger, ing. jr.

Type de sondage

1- Observation visuelle (roc)	5- Marteau mécanique	9- Relevé sismique
2- Manuel (pelle ronde)	6- Carottier fendu (indice N)	10- Tige métallique
3- Tarière manuelle	7- Puits d'exploration	11- Forage destructif à l'air (Air Track)
4- Tarière mécanique	8- Forage aux diamants	12- Forage conventionnel (carottier fendu H)

Projet

Route 175 à 4 voies divisées
Réserve des Laurentides
MRC du-Fjord-du-Saguenay
Projets nos: 20-3671-01431 et J

* Les sondages indiqués en caractères gras ont été ajoutés à la demande du consultant et du ministère.

** Les forages dans la chaussée sont indiqués en caractères italiques. Ils ont été implantés à partir du chaînage de la route existante.

Localisation	Décalage			Profondeur		Type	Analyse no.	Description	Granulométrie				W%	Limites			Classification unifiée	Remarques	
	G	CL	D	de	à				5 mm	1,25mm	315 um	80 um		LL	IP	IL			
197 + 500			2.20	0.00	0.15	12		Béton bitumineux									--	Forage F-166	
				0.15	0.30			Gravier concassé (matériau de fondation)										Échantillon TA-1. Conformité inconnue	
				0.30	0.45			Béton bitumineux											
				0.45	0.55			Gravier concassé (matériau de fondation)										Échantillon CF-2. Conformité inconnue.	
				0.55	0.65			Gravier concassé (matériau de fondation)										Échantillon CF-3. Conformité inconnue.	
				0.65	1.20			Gravier concassé (matériau de sous-fondation)										Échantillons CF-4 et CF-5. Conformité inconnue.	
				1.20	1.45			Till probable										Échantillon CF-6	
				1.45	1.65			Sable fin à grossier, un peu de gravier, traces de silt										Échantillon CF-7	
1197+520			16.5	0.00	0.35	7		Terre végétale									Pt	Au droit du fossé projeté sur le côté est.	
				0.35	0.85			Sable et silt à silt sableux gris									SM ou ML		
				0.85	1.05			Sable silteux brun jaunâtre (loam sableux)									SM		
				1.05	4.00			Till à cailloux et blocs (0,8 m ϕ max)									SM		0-5% de cailloux, 0-5% de blocs
1197+560			16.5	0.00	1.00	7		Terre végétale									Pt	Au droit du fossé projeté sur le côté est.	
				1.00	4.00			Till à cailloux et blocs (1,5 m ϕ max)									SM ou ML		5-10% cailloux, 0-5% blocs
1197+600			13	0.00	0.20	7		Terre végétale									Pt	Sondage S-101	
				0.20	0.60			Cailloux et blocs ($\phi = 0,6m$)									B		0-5% de cailloux et de blocs
				0.60	2.50			Till : sable silteux, cailloux et blocs									SM		
				2.50				Roc											Refus sur roc à 2,5 m
1197+700	x			0.00	0.30	7		Terre végétale									Pt		
				0.30	0.40			Loam sableux									SM		
				0.40	0.80			Loam silteux, cailloux et blocs									SM		
				0.80	2.00		40728	Sable silteux, cailloux et blocs	79.3	67.3	47.7	21.0	8.8						SM

Dossier TECHMAT: 1210405

Sondages supervisés par: Pierre Jean, ing. M.Sc.

Sondages exécutés par: Christine Gagnon, tech. et Marc Munger, ing. jr.

Type de sondage

1- Observation visuelle (roc)	5- Marteau mécanique	9- Relevé sismique
2- Manuel (pelle ronde)	6- Carottier fendu (indice N)	10- Tige métallique
3- Tarière manuelle	7- Puits d'exploration	11- Forage destructif à l'air (Air Track)
4- Tarière mécanique	8- Forage aux diamants	12- Forage conventionnel (carottier fendu H)

Projet

Route 175 à 4 voies divisées
Réserve des Laurentides
MRC du-Fjord-du-Saguenay
Projets nos: 20-3671-0143I et J

* Les sondages indiqués en caractères gras ont été ajoutés à la demande du consultant et du ministère.

** Les forages dans la chaussée sont indiqués en caractères italiques. Ils ont été implantés à partir du chaînage de la route existante.

Localisation	Décalage			Profondeur		Type	Analyse no.	Description	Granulométrie				W%	Limites			Classification unifiée	Remarques		
	G	CL	D	de	à				5 mm	1,25mm	315 um	80 um		LL	IP	IL				
197 + 700	2.00			0.00	0.10	12		Béton bitumineux									--	Forage F-167		
				0.10	0.28			Gravier concassé (matériau de fondation)										Échantillon TA-1. Conformité inconnue.		
				0.28	0.50			Béton bitumineux												
				0.50	0.55			Gravier concassé (matériau de fondation)											Échantillon CF-2. Conformité inconnue.	
				0.55	1.35			Gravier concassé (matériau de fondation)											Échantillons CF-3 et CF-4. Conformité inconnue.	
				1.35	1.70			Sable, un peu de silt. Matières organiques.											Échantillon CF-5	
1197+800		x		0.00	0.40	7		Terre végétale									0.00	Pt	Perois très instables	
				0.40	0.60			Silt oxydé un peu de sable										ML		
				0.60	0.80			Silt											ML	Lentille présente au coin NW
				0.80	2.00			Till : sable silteux, cailloux et blocs											SM	
1197+875		x		0.00	1.20	10	Savane de 1197+840 à 1197+890 (Pt de 0,3 à 0,7 m d'épaisseur)								0.30	Pt/SM				
197 + 900			1.50	0.00	0.15	12		Béton bitumineux										--	Forage F-168	
				0.15	0.36			Gravier concassé (matériau de fondation)										Échantillon TA-1. Conformité inconnue.		
				0.36	0.60			Béton bitumineux												
				0.60	0.77			Gravier concassé (matériau de fondation)											Échantillon CF-2. Conformité inconnue.	
				0.77	0.82			Gravier concassé (matériau de fondation)											Échantillon CF-3. Conformité inconnue.	
				0.82	1.05			Gravier concassé (matériau de sous-fondation)											Échantillon CF-4. Conformité inconnue.	
				1.05				Refus												
1197+980		x		0.00	0.10	7		Terre végétale									x	Pt	Sondage S-103	
				0.10	0.20			Loam sableux gris cendré										SM		
				0.20	0.60			Silt oxydé, tr. de sable											ML	
				0.60	3.80		40729	Silt, tr. de sable, blocs (φ max = 0,7 m)	100.0	99.7	98.5	92.5	25.5						ML	0-5% de cailloux et blocs. Échantillon 1.
				3.80				Roc											R	Refus sur roc à 3,8
1197+980			16	0.00	0.20	7		Terre végétale										Pt	S-103B	
				0.20	0.30			Loam sableux gris cendré										SM		
				0.30	0.70			Loam sableux, tr. de gravier											SW	
				0.70	4.80		40734	Sable, un peu de silt et tr. de gravier	97.0	80.2	60.2	16.1							SM	Échantillon 1
				4.80	7.00		40735	Silt, tr. de sable, compact	100.0	100.0	100.0	99.5	24.2						ML	<1% de cailloux. Échantillon 2

Dossier TECHMAT: 1210405

Sondages supervisés par: Pierre Jean, ing. M.Sc.

Sondages exécutés par: Christine Gagnon, tech. et Marc Munger, ing. jr.

Type de sondage

1- Observation visuelle (roc)	5- Marteau mécanique	9- Relevé sismique
2- Manuel (pelle ronde)	6- Carottier fendu (indice N)	10- Tige métallique
3- Tarière manuelle	7- Puits d'exploration	11- Forage destructif à l'air (Air Track)
4- Tarière mécanique	8- Forage aux diamants	12- Forage conventionnel (carottier fendu H)

Projet

Route 175 à 4 voies divisées
Réserve des Laurentides
MRC du-Fjord-du-Saguenay
Projets nos: 20-3671-0143I et J

* Les sondages indiqués en caractères gras ont été ajoutés à la demande du consultant et du ministère.

** Les forages dans la chaussée sont indiqués en caractères italiques. Ils ont été implantés à partir du chaînage de la route existante.

Localisation	Décalage			Profondeur		Type	Analyse no.	Description	Granulométrie				W%	Limites			Classification unifiée	Remarques	
	G	CL	D	de	à				5 mm	1,25mm	315 um	80 um		LL	IP	IL			
2198+050	12			0.00	0.10	7		Terre végétale									Pt		
				0.10	1.60			Remblai : sable, un peu de cailloux									SP		
				1.60	2.80			Till : Sable silteux, cailloux et blocs										SM	
				2.80				Roc											R
2198+650		X		0.00	0.10	2		Terre végétale									Pt	Sondage S-105 (éch. nos. 1 et 2)	
				0.10	0.35			Loam sableux gris cendré, racines										SM	
				0.35	1.00		40448	Gravier et sable brun terreux, tr. de silt	48.5	29.0	15.5	6.4	10.9					GW-GM	Tr. de cailloux et de blocs
2198+650		X		0.00	1.50	7		Blocs dans une matrice de terre noire									Pt+B		
				1.50	2.20		40758	Sable et gravier, un peu de silt	63.5	40.4	20.7	12.2						SM+B	Échantillon no. 1.
2198+650	17			0.00	1.60	7		Blocs dans une matrice de terre noire									Pt+B	Sondage S-105A (par Techmat)	
				1.60	2.10			Sable et gravier, un peu de silt										SM+B	
2198+800		X		0.00	0.20	7		Terre végétale									Pt	Sondage S-106	
				0.20	1.80			Sable brun oxydé, un peu de silt										SM	Cailloux (5%), blocs (10%)
2198+930		X		0.00	0.30	5		Terre végétale sur blocs									Pt/B	Refus sur blocs	
2198+980		X						Ruisseau											
2199+000		X						Savane de 2199+000 à 2199+120 (Pt de 0,3 à 0,7 m d'épaisseur)											
2199+300		X		0.00	0.12	7		Terre végétale									Pt	Sondage S-109	
				0.12	0.65			Loam sableux silteux, traces de gravier										SM	Till, 5-10% C. 0-5% B., S-109, éch. no. 1
				0.65	3.20		40389	Silt et sable, un peu de gravier	88.9	79.0	65.1	44.6	13.5					ML	Refus sur roc probable ou bloc >2m
2199+300			6	0.00	5.00	11		Till probable									SM		
				5.00	9.00			Sable et gravier à graveleux										SW	Pas de socle rocheux rencontré.
2199+450		X		0.00	0.10	7		Terre végétale									Pt	Sondage S-110	
				0.10	0.30		40387	Loam sableux silteux, traces de gravier	96.6	90.8	81.6	57.0						ML	S-110, échantillon no. 1
				0.30	5.20		40388	Sable silteux et graveleux	77.3	67.9	49.3	23.3	8.7					SM	0-5% C. et B., S-110, éch. no. 2
2199+450	5			0.00	13.00	11		Till probable									SM	Trois blocs 30 - 40 cm ø de 9 à 12 m	
				13.00	18.00			Sable et gravier probable										SP	Pas de socle rocheux rencontré.

Dossier TECHMAT: 1210405

Sondages supervisés par: Pierre Jean, ing. M.Sc.

Sondages exécutés par: Christine Gagnon, tech. et Marc Munger, ing. jr.

Type de sondage

1- Observation visuelle (roc)	5- Marteau mécanique	9- Relevé sismique
2- Manuel (pelle ronde)	6- Carottier fendu (indice N)	10- Tige métallique
3- Tarière manuelle	7- Puits d'exploration	11- Forage destructif à l'air (Air Track)
4- Tarière mécanique	8- Forage aux diamants	12- Forage conventionnel (carottier fendu H)

Projet

Route 175 à 4 voies divisées
Réserve des Laurentides
MRC du-Fjord-du-Saguenay
Projets nos: 20-3671-0143I et J

* Les sondages indiqués en caractères gras ont été ajoutés à la demande du consultant et du ministère.

** Les forages dans la chaussée sont indiqués en caractères italiques. Ils ont été implantés à partir du chaînage de la route existante.

Localisation	Décalage			Profondeur		Type	Analyse no.	Description	Granulométrie				W%	Limites			Classification unifiée	Remarques			
	G	CL	D	de	à				5 mm	1,25mm	315 um	80 um		LL	IP	IL					
2199+550		X		0.00	0.15	7		Terre végétale									Pt	Sondage S-111			
				0.15	0.45														SM		
				0.45	5.00		40386	Sable silteux, un peu de gravier	86.6	71.7	52.9	24.0	8.7							SM	0-5% de C. et B.éch. no. 1
2199+550	5			0.00	6.00	11	40462	Till probable : sable silteux, tr. de gravier	90.7	71.0	51.4	28.8						SM	Échantillon no. 1 (forage à l'air)		
				6.00	8.00														CL ou ML		
				8.00	9.00															SP	Venue d'eau importante à 8 ou 9 m.
				9.00	12.30															CL ou ML	Arrêt forcé du forage (blocage tiges)
2199+650		X		0.00	0.15	7		Terre végétale										Pt	Sondage S-112		
				0.15	0.35														SM		
				0.35	4.50														SM	5-10 % C, 0-5% B, refus sur blocs	
2199+650	5			0.00	14.80	11	40463	Sable et silt, tr. de gravier	90.5	80.5	65.1	37.6	12.3					SM	Pas de socle rocheux rencontré.		
																					Nappe artésienne possible.
2199+850		X		0.00	0.15	7		Terre végétale										Pt	Sondage S-113		
				0.15	0.50														SM		
				0.50	4.50														SM	0-5% de cailloux et de blocs. Arrêt volontaire: effondrement des parois	
2199+850	12			0.00	6.50	11		Till à cailloux et à blocs probable									SM	Pas de socle rocheux rencontré			
2200+040		X				10		Savane de 2200+040 à 2200+070 (Pt ± 1,5 m d'épaisseur)									0.30	Sondage S-114			
2200+200		X		0.00	0.30	2, 4		Terre végétale										Pt	Sondage S-115		
				0.30	0.90														ML	Échantillon no. 1	
				0.90	1.75		40449	Sable silteux brun, tr. de gravier, humide, tr. de cailloux et de blocs	92.4	84.4	65.1	23.4	22.7						SM	Échantillon no. 2	
2200+200		X		0.00	0.60	5		Terre noire										Refus sur blocs			
2200+205		X						Ruisseau													
2200+450		X		0.00	0.35	7		Terre végétale										Pt	Sondage S-117		
				0.35	1.10		40384	Sable graveleux oxydé, tr. de silt	78.0	39.6	6.6	1.5						SW	Échantillon no. 1		
				1.10	1.35														SM	Parois instables, 0-5% de C. et B.,	
				1.35	4.00		40385	Sable fin à moyen, tr. de silt	100	99.1	49.7	2.7							SP	échantillon no. 2.	

Dossier TECHMAT: 1210405

Sondages supervisés par: Pierre Jean, ing. M.Sc.

Sondages exécutés par: Christine Gagnon, tech. et Marc Munger, ing. jr.

Type de sondage

1- Observation visuelle (roc)	5- Marteau mécanique	9- Relevé sismique
2- Manuel (pelle ronde)	6- Carottier fendu (indice N)	10- Tige métallique
3- Tarière manuelle	7- Puits d'exploration	11- Forage destructif à l'air (Air Track)
4- Tarière mécanique	8- Forage aux diamants	12- Forage conventionnel (carottier fendu H)

Projet

Route 175 à 4 voies divisées
Réserve des Laurentides
MRC du-Fjord-du-Saguenay
Projets nos: 20-3671-0143I et J

* Les sondages indiqués en caractères gras ont été ajoutés à la demande du consultant et du ministère.

** Les forages dans la chaussée sont indiqués en caractères italiques. Ils ont été implantés à partir du chaînage de la route existante.

Localisation	Décalage			Profondeur		Type	Analyse no.	Description	Granulométrie				W%	Limites			Classification unifiée	Remarques	
	G	CL	D	de	à				5 mm	1,25mm	315 um	80 um		LL	IP	IL			
2200+450	5			0.00	8.00	11		Sable probable								SP	Pas de socle rocheux rencontré.		
2200+530		X		0.00	0.30	7		Terre végétale							1.40	Pt	Sondage S-118		
				0.30	1.10			Loam sableux						SM					
				1.10	1.30			Sable fin à moyen						SP					
				1.30	5.80			Till à cailloux et à blocs						SM		0-5% cailloux, 0-5% blocs			
2200+530	10			0.00	10.00	11	40464	Sable graveleux, un peu de silt	71.2	52.7	34.1	17.1	10.2			SM	Till à cailloux et à blocs		
2200+650	2			0.00	0.15	7		Terre végétale							2.50	Pt	Sondage S-119		
				0.15	0.35			Loam sableux						SM					
				0.35	0.50			Sable fin à moyen, silteux						SM					
				0.50	4.00			Till à cailloux et à blocs						SM		5-10% C. et C., refus sur blocs			
2200+650	5			0.00	13.00	11		40465	Sable graveleux, un peu de silt	77.1	55.0	37.5	19.1			SM	Till à cailloux et à blocs		
				13.00	16.00			Roc foré sur 3 m de profondeur.						R	Échantillon no. 1, de 0 à 13 m de prof.				
2200+800		X		0.00	0.35	7		Terre végétale								Pt	Sondage S-120		
				0.35	1.10			40390	Loam sableux, un peu de gravier, tr. de silt	86.8	54.0	8.5	1.0				SP	S-120, échantillon no. 1	
				1.10	2.90			40391	Sable fin à moyen (granulométrie serrée)	99.5	96.3	6.1	0.3				SP	0-5% C., éch no. 2	
				2.90	4.60			40392	Silt, un peu d'argile, tr. de sable			100.0	97.7	27.6		non plastique		ML	S-120, échantillon no. 3
				4.60	5.50			Till avec blocs											
2200+800		X		0.00	7.00	11		40466	Sable, tr. de gravier, tr. de silt	90.9	64.8	16.5	6.7			SP-SM	Échantillon no. 1, de 0 à 7 m de prof.		
				7.00	10.00			40467	Sable et silt, tr. d'argile et de gravier	95.1	85.0	69.3	51.5	15.9			SM	Échantillon no. 2, de 7 à 10 m de prof. Pas de refus	
2200+900		x		0.00	0.25	7		Terre végétale								Pt	Sondage S-121		
				0.25	0.75			Loam sableux						SM					
				0.75	4.00			40393	Sable graveleux, tr. de silt	70.1	53.3	27.8	8.8				SP-SM	Refus sur blocs (5-10%), éch. no. 1	
2200+900		X		0.00	10.00	11		40468	Sable graveleux, un peu de silt	70.5	51.4	35.0	17.4	9.1			SM	Éch. no. 1	
				10.00	13.00			Roc foré sur 3 m de profondeur.								R			
2201+000		X		0.00	0.20	7		Terre végétale								Pt	Sondage S-122		
				0.20	0.45			Loam sableux						SM					
				0.45	4.20			Till						SM		0-5% C. et B., refus sur blocs			
2201+000		X		0.00	5.00	11		40469	Sable silteux, un peu de gravier, cailloux et blocs	88.3	72.9	49.4	25.2			SM	Échantillon no.1, forage à l'air		
				5.00	8.50			Roc foré sur 3,5 m de profondeur.								R			

Dossier TECHMAT: 1210405

Sondages supervisés par: Pierre Jean, ing. M.Sc.

Sondages exécutés par: Christine Gagnon, tech. et Marc Munger, ing. jr.

Type de sondage

1- Observation visuelle (roc)	5- Marteau mécanique	9- Relevé sismique
2- Manuel (pelle ronde)	6- Carottier fendu (indice N)	10- Tige métallique
3- Tarière manuelle	7- Puits d'exploration	11- Forage destructif à l'air (Air Track)
4- Tarière mécanique	8- Forage aux diamants	12- Forage conventionnel (carottier fendu H)

Projet

Route 175 à 4 voies divisées
Réserve des Laurentides
MRC du-Fjord-du-Saguenay
Projets nos: 20-3671-01431 et J

* Les sondages indiqués en caractères gras ont été ajoutés à la demande du consultant et du ministère.

** Les forages dans la chaussée sont indiqués en caractères italiques. Ils ont été implantés à partir du chaînage de la route existante.

Localisation	Décalage			Profondeur		Type	Analyse no.	Description	Granulométrie				W%	Limites			Classification unifiée	Remarques				
	G	CL	D	de	à				5 mm	1,25mm	315 um	80 um		LL	IP	IL						
2201+200		X		0.00	0.30	7		Terre végétale									Pt	Sondage S-123				
				0.30	1.70			Loam sableux										SP				
				1.70	5.00		40394	Sable fin à grossier, tr. de silt	97.5	85.3	48.7	5.7								SP	Arrêt volontaire: effondrement des parois. S-123, éch. nos. 1 et VR-2.	
							40768	Sable fin à moyen, tr. de gravier et de silt	96.6	90.9	39.8	2.1								SP		
2201+200		X		0.00	12.00	11	40470	Sable, un peu de gravier, tr. de silt	88.3	71.1	29.5	5.3					SP	Échantillon no. 1, de 0 à 5 m de prof.				
				12.00	14.50			Roc foré sur 2,5 m de profondeur.											R			
2201+300		X		0.00	0.35	7		Terre végétale									Pt	Sondage S-124				
				0.35	1.25			Loam sableux										SM				
				1.25	4.20			Sable, un peu de gravier, tr de silt											SM	Arrêt volontaire : effondrement des parois		
2201+300		X		0.00	13.00	11		Till probable									SM					
2201+550		X					Savane de 2201+550 à 2201+580 (Pt 0,3 m d'épaisseur)								Pt/SM	Refus sur sol dense						
2201+880		X					Savane de 2201+880 à 2202+000 (Pt de 0,3 à 0,8 m d'épaisseur)								Pt/SM	Sondage S-127						
2201+915		X					Ruisseau															
2201+965		X					Ruisseau															
2202+220		X		0.00	0.30	7		Terre végétale										Pt	Sondage S-128			
				0.30	0.80			Loam sableux											SP			
				0.80	4.30		40397	Sable, un peu de gravier, tr. de silt	89.8	69.1	21.5	0.9								SP	Venue d'eau: 0,5 l/sec. S-128,	
																						Venue d'eau: 0,5 l/sec. S-128, échantillon VR-1
2202+220	10			0.00	7.00	11		Sable, un peu de gravier									SP					
2202+400		X		0.00	0.25	7		Terre végétale										Pt	Sondage S-129			
				0.25	0.60			Loam sableux											SW	Venue d'eau: 1 l/min		
				0.60	1.65			Sable												SW		
				1.65	4.40			Till brun à cailloux et à blocs													SM	5-10% de cailloux et de blocs
				4.40	5.20			Till gris à cailloux et à blocs													SM	5-10% de cailloux et de blocs
2202+400		X		0.00	6.50	11		Sable ou till probable										SM				
				6.50	9.50			Roc foré sur 3,0 m de profondeur.											R			

Dossier TECHMAT: 1210405

Sondages supervisés par: Pierre Jean, ing. M.Sc.

Sondages exécutés par: Christine Gagnon, tech. et Marc Munger, ing. jr,

Type de sondage

1- Observation visuelle (roc)	5- Marteau mécanique	9- Relevé sismique
2- Manuel (pelle ronde)	6- Carottier fendu (indice N)	10- Tige métallique
3- Tarière manuelle	7- Puits d'exploration	11- Forage destructif à l'air (Air Track)
4- Tarière mécanique	8- Forage aux diamants	12- Forage conventionnel (carottier fendu H)

Projet

Route 175 à 4 voies divisées
Réserve des Laurentides
MRC du-Fjord-du-Saguenay
Projets nos: 20-3671-0143I et J

* Les sondages indiqués en caractères gras ont été ajoutés à la demande du consultant et du ministère.

** Les forages dans la chaussée sont indiqués en caractères italiques. Ils ont été implantés à partir du chaînage de la route existante.

Localisation	Décalage			Profondeur		Type	Analyse no.	Description	Granulométrie				W%	Limites			Classification unifiée	Remarques	
	G	CL	D	de	à				5 mm	1,25mm	315 um	80 um		LL	IP	IL			
2202+400	13			0.00	0.10	7		Terre végétale									Pt	Aucune venue d'eau	
				0.10	0.20			Loam cendré									SM		
				0.20	0.50			Loam cendré, tr de gravier										SW	
				0.50	1.50			Sable et silt, tr de gravier										SM	
				1.50	2.80			Silt, tr de sable et de gravier										ML	
				2.80	6.00			Till à cailloux et à blocs										SM	Till dense
2202+450		X		0.00	0.25	7		Terre végétale									Pt	Sondage S-130	
				0.25	1.80			Sable									SW	Venue d'eau: 1 à 2 l/min	
				1.80	4.50			40395 Silt gris, un peu de sable	100	98.6	96.9	88.3	30.9	non plastique	0.50	ML	Parois instables, éch no. 1, 5-10% C. et B.		
2202+450	15			0.00	5.50	11		Sable ou silt probable									SM ou ML		
				5.50	8.50			Roc foré sur 3,0 m de profondeur.									R		
2202+470		X						Savane de 2202+470 à 2202+500 (Pt de 0,25 à 0,4 m d'épaisseur)											
2202+545		X		0.00	0.45	7		Terre végétale									Pt	Venue d'eau 2 à 3 l/sec	
				0.45	2.60			Till									SM	Sondage S-131	
				2.60	3.35			Sable et silt, un peu de gravier									SM	5-10% cailloux et 0-5% blocs	
				3.35				Roc									R	Refus sur roc	
2202+550	15			0.00	5.00	11		Till probable									SM		
				5.00	8.00			Roc foré sur 3,0 m de profondeur.									R		
2202+700		X		0.00	0.20	7		Terre végétale									Pt	Sondage S-132	
				0.20	0.65			Loam sableux									SP		
				0.65	1.33			Sable									SP		
				1.33	1.35			Till									SM		
				1.35				Roc									R	Refus sur roc	
2202+700	15			0.00	7.00	11		Till probable									SM		
				7.00	10.00			Roc foré sur 3,0 m de profondeur.									R		
2202+820		x				10		Savane de 2202+820 à 2202+960 (Pt de 0,3 à 1,1 m d'épaisseur)										Pt/SM	Refus sur sol dense

Dossier TECHMAT: 1210405

Sondages supervisés par: Pierre Jean, ing. M.Sc.

Sondages exécutés par: Christine Gagnon, tech. et Marc Munger, ing. jr.

Type de sondage

1- Observation visuelle (roc)	5- Marteau mécanique	9- Relevé sismique
2- Manuel (pelle ronde)	6- Carottier fendu (indice N)	10- Tige métallique
3- Tarière manuelle	7- Puits d'exploration	11- Forage destructif à l'air (Air Track)
4- Tarière mécanique	8- Forage aux diamants	12- Forage conventionnel (carottier fendu H)

Projet

Route 175 à 4 voies divisées
Réserve des Laurentides
MRC du-Fjord-du-Saguenay
Projets nos: 20-3671-0143I et J

* Les sondages indiqués en caractères gras ont été ajoutés à la demande du consultant et du ministère.

** Les forages dans la chaussée sont indiqués en caractères italiques. Ils ont été implantés à partir du chaînage de la route existante.

Localisation	Décalage			Profondeur		Type	Analyse no.	Description	Granulométrie				W%	Limites			Classification unifiée	Remarques		
	G	CL	D	de	à				5 mm	1,25mm	315 um	80 um		LL	IP	IL				
2202+825				0.00	0.70	5														
2203+020		A		0.00	1.10	5		Terre végétale/sable et gravier/blocs probables (refus rencontré au marteau mécanique)									Pt/SG+B	Sondage S-133		
		B		0.00	0.65	5													Sondage S-134	
		C		0.00	1.68	5														
			D	0.00	0.74	5														
2203+020		X		0.00	0.13	2, 4		Terre végétale									Pt	Bloc erratique en surface		
			0.13	0.27	40769		Loam sableux et silteux gris, lâche	94.6	89.9	66.6	27.4	17.4					SM	S-134, échantillon no. 1		
			0.27	0.65	40770		Sable graveleux, un peu de silt	76.7	58	33.7	12.1	15.0					SM	S-134, échantillon no. 2		
2203+200		X		0.00	0.40	7		Terre végétale									Pt	Arrêt volontaire: effondrement des parois. Sondage S-135		
			0.40	0.80			Loam sableux										SP	S-135, échantillon VR-1		
			0.80	4.80	40396		Sable, un peu de gravier, tr. de silt	88.3	69.8	25.5	1.4						SP	S-135, échantillon VR-1		
2203+200		X		0.00	6.00	11		Sable probable									SP			
2203+450		X		0.00	0.20	7		Terre végétale									Pt	Sondage S-136		
			0.20	0.55			Loam sableux										SP			
			0.55	5.90			Sable fin à moyen, tr. gravier et silt										SP	Limite de capacité atteinte par la pelle		
2203+590		X		0.00	0.20	7		Terre végétale									Pt	Sondage S-137		
			0.20	0.65			Loam sableux										SP			
			0.65	3.80	40398		Sable, un peu de gravier, tr. de silt	91.0	82.9	56.1	3.3						SP	S-137, échantillon VR-1		
			3.80	4.20			Sable, un peu de gravier à graveleux										SP			
			4.20	5.40			Sable, tr. de gravier, un peu de silt										SP			
2203+695		X		0.00	0.45	7		Terre végétale									Pt	Sondage S-138		
			0.45	1.10			Loam sableux										SP	Arrêt volontaire: effondrement des parois.		
			1.10	4.45			Sable fin à moyen, tr. de silt										SP			
2203+700		X		0.00	7.00	11		Sable probable									SP			
2203+850		X		0.00	0.35	7		Terre végétale									Pt	Sondage S-139		
			0.35	0.95			Loam sableux											SP		
			0.95	4.50			Sable fin à moyen, tr. de silt										SP	Arrêt volontaire: effondrement des parois.		
2203+850		X		0.00	10.00	11		Sable probable									SP			

Dossier TECHMAT: 1210405

Sondages supervisés par: Pierre Jean, ing. M.Sc.

Sondages exécutés par: Christine Gagnon, tech. et Marc Munger, ing. jr.

Type de sondage

1- Observation visuelle (roc)	5- Marteau mécanique	9- Relevé sismique
2- Manuel (pelle ronde)	6- Carottier fendu (indice N)	10- Tige métallique
3- Tarière manuelle	7- Puits d'exploration	11- Forage destructif à l'air (Air Track)
4- Tarière mécanique	8- Forage aux diamants	12- Forage conventionnel (carottier fendu H)

Projet

Route 175 à 4 voies divisées
Réserve des Laurentides
MRC du-Fjord-du-Saguenay
Projets nos: 20-3671-01431 et J

* Les sondages indiqués en caractères gras ont été ajoutés à la demande du consultant et du ministère.

** Les forages dans la chaussée sont indiqués en caractères italiques. Ils ont été implantés à partir du chaînage de la route existante.

Localisation	Décalage			Profondeur		Type	Analyse no.	Description	Granulométrie				W%	Limites			Classification unifiée	Remarques	
	G	CL	D	de	à				5 mm	1,25mm	315 µm	80 µm		LL	IP	IL			
2203+900	X			0.00	0.50	7		Terre végétale									Pt	Sondage S-140	
				0.50	0.80			Loam sableux									SP		
				0.80	2.50			Sable fin à moyen, tr. de silt									SP		
				2.50	4.30			Sable moyen à grossier, un peu de silt									SP	Arrêt volontaire: effondrement des parois.	
2203+900		X			0.00	12.00	11	Sable probable									SP		
2204+000	10			0.00	0.05	7		Terre végétale									Pt	Sondage S-141	
				0.05	0.15			Loam sableux									SP		
				0.15	2.10			Sable fin à moyen, tr. de silt									SP	Arrêt volontaire: effondrement des parois. Échantillon no. 1.	
				2.10	3.70		40399	Sable, un peu de gravier	94.2	73.5	12.5	0.8						SP	
2204+000		15			0.00	15.00	11	Sable probable									SP		
2204+200	A			0.00	0.50	5		Terre végétale/loam sableux/roc probable (refus rencontré au marteau mécanique)									Pt/SM/R	Sondage S-142	
				0.00	0.53				Blocs en surface. S-145, éch. no. 1.										
				0.00	0.62														
				0.00	0.61														
2204+200	X			0.00	0.18	4		Terre végétale									Pt		
				0.18	0.63		40771	Loam sableux et silteux	99.1	98.4	95.3	45.3	34.0					SM	S-142. Échantillon no. 1
				0.63				Roc probable									R		
2204+255		x						Savane de 2204+255 à 2204+505 (Pt de 0,3 à 0,7 m d'épaisseur)									Sondage S-144		
2204+270		X						Ruisseau											
2204+400	X			0.00	0.30	4		Terre végétale (humus)									Pt	Refus sur cailloux. Accès difficile.	
				0.30	0.60		40404	Sable silteux et graveleux	80.0	63.0	46.0	25.1	51.6					SM	Sondage S-143, échantillon no. 1
2204+400		X				11		Till probable et blocs									SM+B		
2204+550	A			0.00	1.00	5		Terre végétale et loam sableux									Pt/SM/B	Sondage S-145	
				1.00				Refus sur bloc probable										Blocs erratiques en surface	
2204+550	B			0.00	0.42	5		Terre végétale et loam sableux									Pt/SM/B		
				0.42	1.15			Till dense probable sur bloc probable											

Dossier TECHMAT: 1210405

Sondages supervisés par: Pierre Jean, ing. M.Sc.

Sondages exécutés par: Christine Gagnon, tech. et Marc Munger, ing. jr.

Type de sondage

1- Observation visuelle (roc)	5- Marteau mécanique	9- Relevé sismique
2- Manuel (pelle ronde)	6- Carottier fendu (indice N)	10- Tige métallique
3- Tarière manuelle	7- Puits d'exploration	11- Forage destructif à l'air (Air Track)
4- Tarière mécanique	8- Forage aux diamants	12- Forage conventionnel (carottier fendu H)

Projet

Route 175 à 4 voies divisées
Réserve des Laurentides
MRC du-Fjord-du-Saguenay
Projets nos: 20-3671-01431 et J

* Les sondages indiqués en caractères gras ont été ajoutés à la demande du consultant et du ministère.

** Les forages dans la chaussée sont indiqués en caractères italiques. Ils ont été implantés à partir du chaînage de la route existante.

Localisation	Décalage			Profondeur		Type	Analyse no.	Description	Granulométrie				W%	Limites			Classification unifiée	Remarques
	G	CL	D	de	à				5 mm	1,25mm	315 um	80 um		LL	IP	IL		
2204+550	C			0.00	0.33	5		Terre végétale et loam sableux									Pt/SM/B	
					0.33			Refus sur bloc probable										
2204+550			D	0.00	0.25	5		Terre végétale et loam sableux									Pt/SM/B	
					0.25			Refus sur bloc probable										
2204+550		X		0.00	0.12	4		Terre végétale									Pt	
				0.12	0.21			Loam sableux									SM	
				0.21	0.60		40772	Gravier et sable, tr. de silt	37.5	24.3	13.6	7.2					GW-GM	Refus sur blocs probables
2204+685		x				10		Savane de 2204+685 à 2204+835 (Pt de ±1 m d'épaisseur)										
2204+845		x				10		Savane de 2204+845 à 2204+960 (Pt de 1,3 à > 1,8 m)										
2205+050		A		0.00	0.66	5		Terre végétale et loam sableux									Pt/SM/R ou B	Bloc erratique en surface ou
					0.66			Refus sur roc ou bloc probable										affleurement rocheux
2205+050		B		0.00	0.65	5		Terre végétale et loam sableux									Pt/SM/R ou B	Sondage S-147
				0.65	2.00			Till probable sur bloc probable										
2205+050		C		0.00	1.00	5		Terre végétale et loam sableux									Pt/SM/R ou B	
				1.00	2.20			Till probable sur bloc probable										
2205+050			D	0.00	0.53	5		Terre végétale et loam sableux									Pt/SM/R ou B	
				0.53	2.10			Till probable sur bloc probable										
2205+050		X		0.00	3.00	11		Till probable									SM	
				3.00	6.00			Roc foré sur 3,0 m de profondeur									R	
2205+200		A		0.00	0.60	5		Terre végétale et loam sableux									Pt/SM/R	Sondage S-148
					0.60			Roc probable										
2205+200		B		0.00	1.00	5		Terre végétale et loam sableux									Pt/SM/R	
				1.00	1.86			Till probable sur roc probable										
2205+200		C		0.00	0.56	5		Terre végétale et loam sableux									Pt/SM/R	
					0.56			Roc probable										

Dossier TECHMAT: 1210405

Sondages supervisés par: Pierre Jean, ing. M.Sc.

Sondages exécutés par: Christine Gagnon, tech. et Marc Munger, ing. jr.

Type de sondage

1- Observation visuelle (roc)	5- Marteau mécanique	9- Relevé sismique
2- Manuel (pelle ronde)	6- Carottier fendu (indice N)	10- Tige métallique
3- Tarière manuelle	7- Puits d'exploration	11- Forage destructif à l'air (Air Track)
4- Tarière mécanique	8- Forage aux diamants	12- Forage conventionnel (carottier fendu H)

Projet

Route 175 à 4 voies divisées
Réserve des Laurentides
MRC du-Fjord-du-Saguenay
Projets nos: 20-3671-01431 et J

* Les sondages indiqués en caractères gras ont été ajoutés à la demande du consultant et du ministère.

** Les forages dans la chaussée sont indiqués en caractères italiques. Ils ont été implantés à partir du chaînage de la route existante.

Localisation	Décalage			Profondeur		Type	Analyse no.	Description	Granulométrie				W%	Limites			Classification unifiée	Remarques		
	G	CL	D	de	à				5 mm	1,25mm	315 um	80 um		LL	IP	IL				
2205+200			D	0.00	0.25	5		Terre végétale et loam sableux									Pt/SM/R			
				0.25				Roc probable												
2205+200	5			0.00	7.50	11	40494	Sable, un peu de gravier et de silt	84.3	58.4	34.5	16.1	4.8				SM	Till à cailloux et blocs.		
				7.50	10.50			Roc foré sur 3,0 m de profondeur									R			
2205+335		x				10		Savane de 2205+335 à 2205+380 (Pt 0,3 à 0,5 m d'épaisseur)										Refus sur sol dense		
2205+400		A		0.00	1.00	5		Terre végétale et loam sableux									Pt/SM	Sondage S-149		
				1.00	3.60			Till probable dense à très dense												
2205+400		B		0.00	0.85	5		Terre végétale et loam sableux									Pt/SM			
				0.85	2.44			Till probable dense à très dense												
2205+400		C		0.00	0.60	5		Terre végétale et loam sableux									Pt/SM			
				0.60	2.30			Till probable dense à très dense												
2205+400			D	0.00	0.76	5		Terre végétale et loam sableux									Pt/SM			
				0.76	4.10			Till probable dense à très dense												
2205+410		X		0.00	11.00	11	40495	Sable et gravier, un peu de silt	67.5	55.1	39.2	19.8	14.7				SM	Till à cailloux et à blocs.		
				11.00	14.00			Roc foré sur 3,0 m de profondeur									R			
2205+600		A		0.00	0.65	5		Terre végétale sur loam sableux sur roc probable (refus au marteau mécanique)									Pt/SM/R	Sondage S-150		
		B		0.00	0.75	5														
		C		0.00	1.00	5														
			D	0.00	0.72	5														
2205+600				0.00	0.12	2, 4		Terre végétale									Pt	Paroi rocheuse au bord de la route		
				0.12	0.19			Loam sableux gris										SM		
		X		0.19	1.19		40773	Silt, un peu de sable, tr. d'argile	99.2	98.0	96.0	84.6	26.5					ML	Loam silteux oxydé brun orangé	
				1.19				Roc probable										R		
2205+690		X						Ruisseau												
2205+835				0.00	6.00	11	40496	Sable silteux, un peu de gravier et blocs	80.9	65.5	45.5	21.0	17.6				SM+B	Sondage S-152		
		X		6.00	9.00			Roc foré sur 3,0 m de profondeur									R			

Dossier TECHMAT: 1210405

Sondages supervisés par: Pierre Jean, ing. M.Sc.

Sondages exécutés par: Christine Gagnon, tech. et Marc Munger, ing. jr.

Type de sondage

1- Observation visuelle (roc)	5- Marteau mécanique	9- Relevé sismique
2- Manuel (pelle ronde)	6- Carottier fendu (indice N)	10- Tige métallique
3- Tarière manuelle	7- Puits d'exploration	11- Forage destructif à l'air (Air Track)
4- Tarière mécanique	8- Forage aux diamants	12- Forage conventionnel (carottier fendu H)

Projet

Route 175 à 4 voies divisées
Réserve des Laurentides
MRC du-Fjord-du-Saguenay
Projets nos: 20-3671-01431 et J

* Les sondages indiqués en caractères gras ont été ajoutés à la demande du consultant et du ministère.

** Les forages dans la chaussée sont indiqués en caractères italiques. Ils ont été implantés à partir du chaînage de la route existante.

Localisation	Décalage			Profondeur		Type	Analyse no.	Description	Granulométrie				W%	Limites			Classification unifiée	Remarques	
	G	CL	D	de	à				5 mm	1,25mm	315 um	80 um		LL	IP	IL			
2205+835	X		0.00	0.20	7		Terre végétale										Pt		
			0.20	0.50			Loam sableux, un peu de gravier										SM		
			0.50	2.20		40400	Sable graveleux, un peu de silt	72.4	59.7	39.7	15.4	11.8				2.30	SM	S-152, échantillon no. VR-1	
			2.20	2.80			Sable graveleux											SG	Venue d'eau: 1 l/sec
			2.80	4.30			Till : sable graveleux, un peu de silt											SM	Refus roc probable ou bloc >2,3 m
2206+000	X		0.00	2.00	11		Sable silteux probable											SM	
			2.00	8.00		40497	Sable et gravier, un peu de silt	68.2	42.0	22.0	11.4	9.8				1.90	SW	Sol saturé	
2206+000	X		0.00	0.35	7		Terre végétale											Pt	
			0.35	0.90			Loam sableux, traces de silt										SM	10-15% C. et 0-5% B. Parois instables.	
			0.90	4.50			Till : sable graveleux, un peu de silt										SM		
2206+215	A		0.00	0.63	5		Terre végétale/loam sableux/till (refus au marteau mécanique sur blocs probables)											Pt/SM	Sondage S-154
			0.00	1.20															
			0.00	1.30															
			0.00	3.68															
2206+215	X		0.00	0.10	2, 4		Terre végétale											Pt	
			0.10	0.22			Loam sableux											SM	
			0.22	1.30		40774	Sable silteux, tr. de gravier	87.5	76.2	56.5	30.6						SM	Nombreux cailloux (100 mm φ)	
2206+215	X		0.00	2.00	11		Till probable et blocs											SM+B	
			2.00	7.00		40498	Sable silteux, un peu de gravier	84.2	69.5	51.7	26.3	10.0					SM	Till à blocs. Éch. 1	
2206+215	15		0.00	0.10	7		Terre végétale											Pt	
			0.10	0.20			Loam sableux											SM	
			0.20	1.20			Sable silteux oxydé, cailloux et blocs											SM	
			1.20	6.00			Till : sable silteux, cailloux et blocs											SM	

Dossier TECHMAT: 1210405

Sondages supervisés par: Pierre Jean, ing. M.Sc.

Sondages exécutés par: Christine Gagnon, tech. et Marc Munger, ing. jr.

Type de sondage

1- Observation visuelle (roc)	5- Marteau mécanique	9- Relevé sismique
2- Manuel (pelle ronde)	6- Carottier fendu (indice N)	10- Tige métallique
3- Tarière manuelle	7- Puits d'exploration	11- Forage destructif à l'air (Air Track)
4- Tarière mécanique	8- Forage aux diamants	12- Forage conventionnel (carottier fendu H)

Projet

Route 175 à 4 voies divisées
Réserve des Laurentides
MRC du-Fjord-du-Saguenay
Projets nos: 20-3671-01431 et J

* Les sondages indiqués en caractères gras ont été ajoutés à la demande du consultant et du ministère.

** Les forages dans la chaussée sont indiqués en caractères italiques. Ils ont été implantés à partir du chaînage de la route existante.

Localisation	Décalage			Profondeur		Type	Analyse no.	Description	Granulométrie				W%	Limites			Classification unifiée	Remarques	
	G	CL	D	de	à				5 mm	1,25mm	315 um	80 um		LL	IP	IL			
2206+350	X		0.00	0.35	7		Terre végétale									Pt	Sondage S-155		
			0.35	0.75			Loam sableux									SM			
			0.75	5.80			Till										SM	0-5% cailloux et blocs	
2206+350	15		0.00	9.00	11	40499	Sable graveleux et silteux	78.1	62.0	45.2	20.9	6.8				SM	Till à blocs. Éch. 1		
2206+590	X		0.00	0.20	7		Terre végétale										Pt	Sondage S-156	
			0.20	0.75			Loam sableux, un peu de gravier										SM	Venue d'eau: 0,1 l/sec	
			0.75	1.60			Till brun : sable graveleux, un peu de silt										SM	0-5%C, 0-5%B, refus sur blocs et sol extrêmement dense. S-156, éch no. VR 1.	
			1.60	3.40		40405	Till gris : sable et silt, un peu de gravier	85.0	75.0	61.0	39.2	7.6					SM		
2206+600	15		0.00	2.00	11		Till probable et blocs										SM+B		
			2.00	7.00		40500	Sable et silt, tr. de gravier, cailloux et blocs	93.4	81.4	64.6	42.4	15.7					SM	Échantillon no. 1. Sol saturé	
2206+760		x			10		Savane de 2206+760 à 2206+880 (Pt de 0,3 à 1,0 m d'épaisseur)												
2206+820	A		0.00	1.97	5														Sondage S-157
			0.00	0.65	5		Terre noire sur roc probable (savane) (refus au marteau mécanique sur roc probable ou sur blocs probables)											Pt/R ou B	
			0.00	0.72	5														
			0.00	0.75	5														
2206+820		X	0.00	0.62	2, 4		Terre noire et racines (savane)								0.00		Pt		
2206+930		x			10		Savane de 2206+930 à 2206+950 (Pt de 0,2 à 0,3 m d'épaisseur)												
2206+995	X		0.00	0.25	7		Terre végétale										Pt	Sondage S-158	
			0.25	0.55			Loam sableux, un peu de gravier										SM		
			0.55	1.90			Sable et silt brun, tr. de gravier										SM		
			1.90	3.90			Till : sable et silt graveleux gris										SM	0-5% cailloux, 0-5% blocs	
			3.90				Roc probable (ou bloc >2,5 m φ)											R	Venue d'eau: 0,5 l/sec
2207+130	X		0.00	0.30	7		Terre végétale										Pt	Sondage S-158A	
			0.30	0.70			Loam sableux, un peu de silt										SM		
			0.70	4.70			Till brun-gris : sable silteux										SM	0-5% C. et B., refus sur blocs	

Dossier TECHMAT: 1210405

Sondages supervisés par: Pierre Jean, ing. M.Sc.

Sondages exécutés par: Christine Gagnon, tech. et Marc Munger, ing. jr.

Type de sondage

1- Observation visuelle (roc)	5- Marteau mécanique	9- Relevé sismique
2- Manuel (pelle ronde)	6- Carottier fendu (indice N)	10- Tige métallique
3- Tarière manuelle	7- Puits d'exploration	11- Forage destructif à l'air (Air Track)
4- Tarière mécanique	8- Forage aux diamants	12- Forage conventionnel (carottier fendu H)

Projet

Route 175 à 4 voies divisées
Réserve des Laurentides
MRC du-Fjord-du-Saguenay
Projets nos: 20-3671-01431 et J

* Les sondages indiqués en caractères gras ont été ajoutés à la demande du consultant et du ministère.

** Les forages dans la chaussée sont indiqués en caractères italiques. Ils ont été implantés à partir du chaînage de la route existante.

Localisation	Décalage			Profondeur		Type	Analyse no.	Description	Granulométrie				W%	Limites			Classification unifiée	Remarques
	G	CL	D	de	à				5 mm	1,25mm	315 um	80 um		LL	IP	IL		
2207+345		A		0.00	3.73	5		Terre noire sableuse/sable silteux compact à dense et cailloux (refus au marteau mécanique sur blocs probables)									Pt/SM+B	Sondage S-159
		B		0.00	4.30	5												
		C		0.00	3.71	5												
2207+345			D	0.00	1.60	5												
2207+345		X		0.00	1.30	2, 4	40775	Gravier et sable silteux terreux	69.9	59.9	41.1	20.8				1.30	Pt/SM+B	Présence de matières organiques
2207+350	12			0.00	1.20	7		Terre noire et racines								0.00	Pt	S-159A
				1.20	4.00		40501	Sable et silt, un peu de gravier	81.6	66.9	47.2	24.7	8.5				SM	Till à cailloux et blocs. Éch. no. 1.
2207+350	15			0.00	0.30	7		Terre végétale								1.20	Pt	
				0.30	0.40			Loam sableux									SM	
				0.40	1.80			Loam sableux silteux, cailloux et blocs									SM	
				1.80	2.10			Sable silteux, cailloux et blocs									SM	0-5% cailloux et 0-5% blocs
2207+350			2.10				Roc									R	Refus sur roc à 2,1 m	
2207+350		x			10		Savane de 2207+350 à 2207+360 (Pt de 0,3 à 0,5 m d'épaisseur)											
2207+500		A		0.00	1.30	5		Terre végétale/sable silteux probable/blocs (refus au marteau mécanique)								Pt/SM	Sondage S-160	
		B		0.00	2.70	5												
		C		0.00	2.30	5												
2207+500			D	0.00	1.30	5		Terre végétale							1.30	Pt	Beaucoup de cailloux et de blocs (150 à 600 mm de diamètre)	
		X		0.10	0.48	2, 4	40776	Loam sableux silteux, traces de gravier	96.6	91.8	74.2	30.0	37.6			SM		
				0.48	1.65		40777	Loam sableux silteux, traces de gravier	94.0	89.0	75.5	22.2	x			SM		S-160, échantillons no.s 1 et 2
2207+700		A		0.00	0.80	5		Sol lâche (marteau mécanique)								Pt/SM/S/SM	Sondage S-161	
				0.80	2.40			Sol compact (refus sur blocs probables)										
2207+700		B		0.00	0.65	5		Sol lâche (marteau mécanique)								Pt/SM/S/SM		
				0.65	1.30			Sol compact (refus sur blocs probables)										
2207+700	C			0.00	1.30	5		Sol lâche (marteau mécanique)								Pt/SM/S/SM		
				1.30	2.43			Sol compact (refus sur blocs probables)										
2207+700			D	0.00	0.50	5		Sol lâche (marteau mécanique)								Pt/SM/S/SM		
				0.50	1.97			Sol compact (refus sur blocs probables)										

Dossier TECHMAT: 1210405

Sondages supervisés par: Pierre Jean, ing. M.Sc.

Sondages exécutés par: Christine Gagnon, tech. et Marc Munger, ing. jr.

Type de sondage

1- Observation visuelle (roc)	5- Marteau mécanique	9- Relevé sismique
2- Manuel (pelle ronde)	6- Carottier fendu (indice N)	10- Tige métallique
3- Tarière manuelle	7- Puits d'exploration	11- Forage destructif à l'air (Air Track)
4- Tarière mécanique	8- Forage aux diamants	12- Forage conventionnel (carottier fendu H)

Projet

Route 175 à 4 voies divisées
Réserve des Laurentides
MRC du-Fjord-du-Saguenay
Projets nos: 20-3671-0143I et J

* Les sondages indiqués en caractères gras ont été ajoutés à la demande du consultant et du ministère.

** Les forages dans la chaussée sont indiqués en caractères italiques. Ils ont été implantés à partir du chaînage de la route existante.

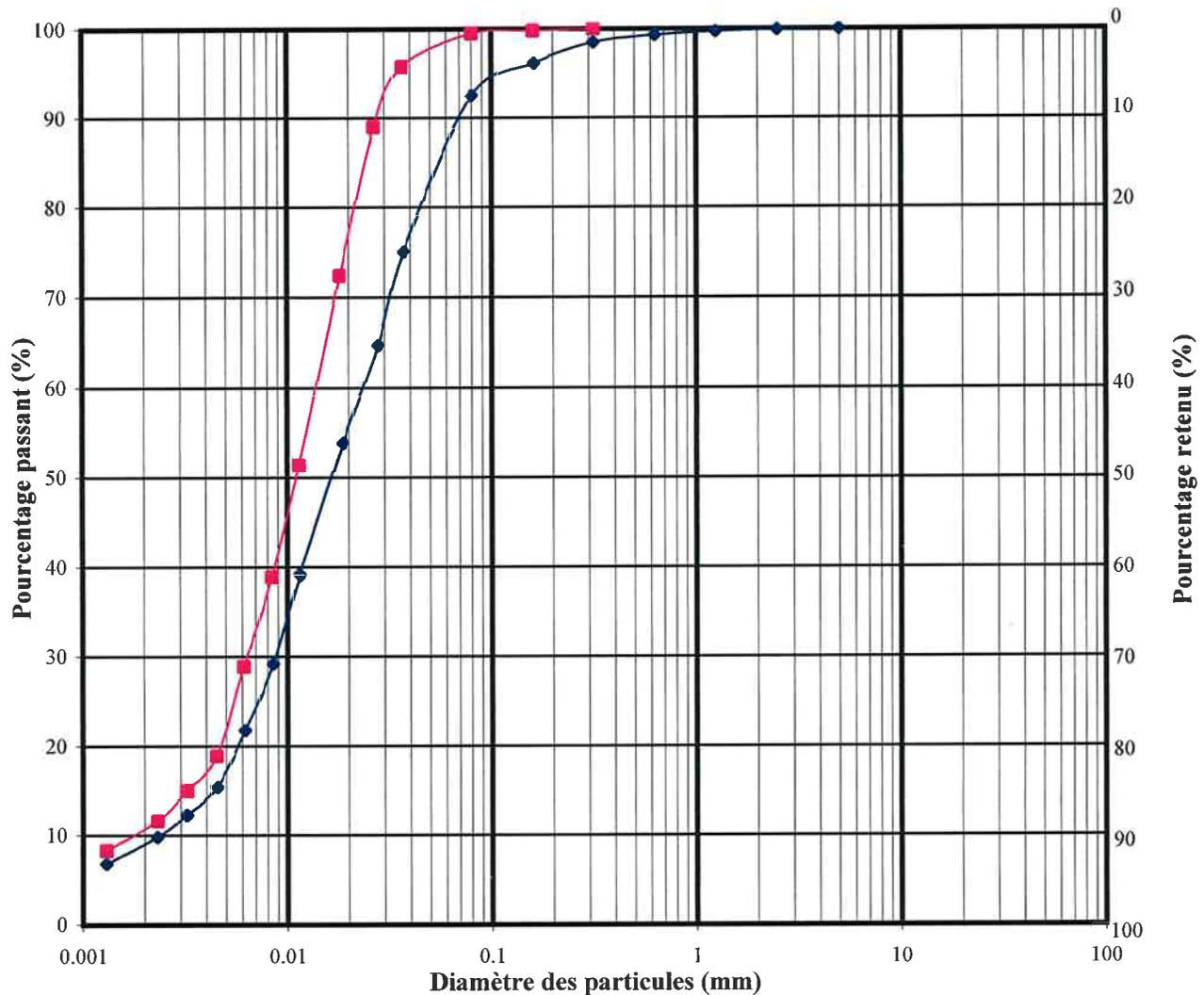
Localisation	Décalage			Profondeur		Type	Analyse no.	Description	Granulométrie				W%	Limites			Classification unifiée	Remarques			
	G	CL	D	de	à				5 mm	1,25mm	315 um	80 um		LL	IP	IL					
2207+700		X		0.00	0.15	2, 4		Terre végétale et loam sableux gris									Pt				
				0.15	0.20			Loam sableux gris									SM				
				0.20	0.43			Sable oxydé										SM			
				0.43	1.22			40778	Sable fin et silt, tr. de gravier	94.7	88.9	72.4	38.3	12.8				SM	S-161, échantillon no. 1		
2207+700		X		0.00	1.50	11		Champ de blocs									B				
				1.50	1.80			Sable silteux									SM				
				1.80	6.50			Roc foré sur 4,7 m de profondeur									R				
2207+870		x			10		Savane de 2207+870 à 2207+985 (Pt de 0,4 à 1,1 m d'épaisseur)														
2208+000		X		0.00	2.00	2, 4		Terre noire sablonneuse (pas de refus)					102.1				2.00	Pt/SM	Sondage S-162, échantillon no. 1		
																				SM	Sondage S-162, échantillon no. 2
2208+140		A		0.00	4.30	5		Sol organique/loam sableux gris/loam sableux oxydé brun orangé/silt ou argile (refus au marteau mécanique sur blocs probables)										Pt/SM/ML	Sondage S-163		
				0.00	1.95																
				0.00	5.30																
				0.00	2.20																
2208+140		X		0.00	0.15	2, 4		Terre végétale										Pt			
				0.15	0.30			Loam sableux gris										SM			
				0.30	0.48			40779	Sable et silt, tr. de gravier, oxydé	81.8	72.1	56	33.5	16.9				SM	S-163, échantillon no. 1		
				0.48	1.22				Sol à grains fins (sable ou silt)									ML			
0+460 (accès au secteur Normand)		X		0.00	0.10	7		Terre végétale										Pt	Sondage S-165		
				0.10	0.20			Loam sableux gris cendré										SM			
				0.20	0.65			Loam sableux silteux (induré de 0,20 à 0,45 m)										SM			
				0.65	0.80				Sable fin silteux brun									SM			
				0.80	4.00			40527	Sable fin à moyen silteux, un peu de gravier, cailloux et blocs.	85.0	71.0	54.6	34.2					SM	0-5% cailloux et blocs, éch. no. 1. Pas de refus		

ANNEXE II

Figures 2.1 à 2.14 – Courbes granulométriques

Projet: ÉTUDE GÉOTECHNIQUE, RECONNAISSANCE DES SOLS KM 197,5 À 208,5, ROUTE 175
DÉPÔTS DE SOLS À GRAINS FINS, KM 1197+500 À 1198+671 ET 2198+330 À 2199+320
Date(s) d'essai(s): août-octobre 2004 N/dossier: 1210405 ANNEXE II Figure: 2.1

ARGILE	SILT	SABLE			GRAVIER		CAILLOUX
		FIN	MOYEN	GROS	FIN	GROSSIER	



Symbole	Chamage	Profondeur (m)	Echantillon no.	Description de l'échantillon
◆	1197+980	0,6 à 3,8	40729	Silt, traces de sable et d'argile
■	1197+980	4,8 à 7	40735	Silt, un peu d'argile, traces de sable

NOTE: les profondeurs indiquées correspondent aux limites d'échantillonnage plutôt qu'aux limites des couches de sol identifiées dans les journaux de sondages

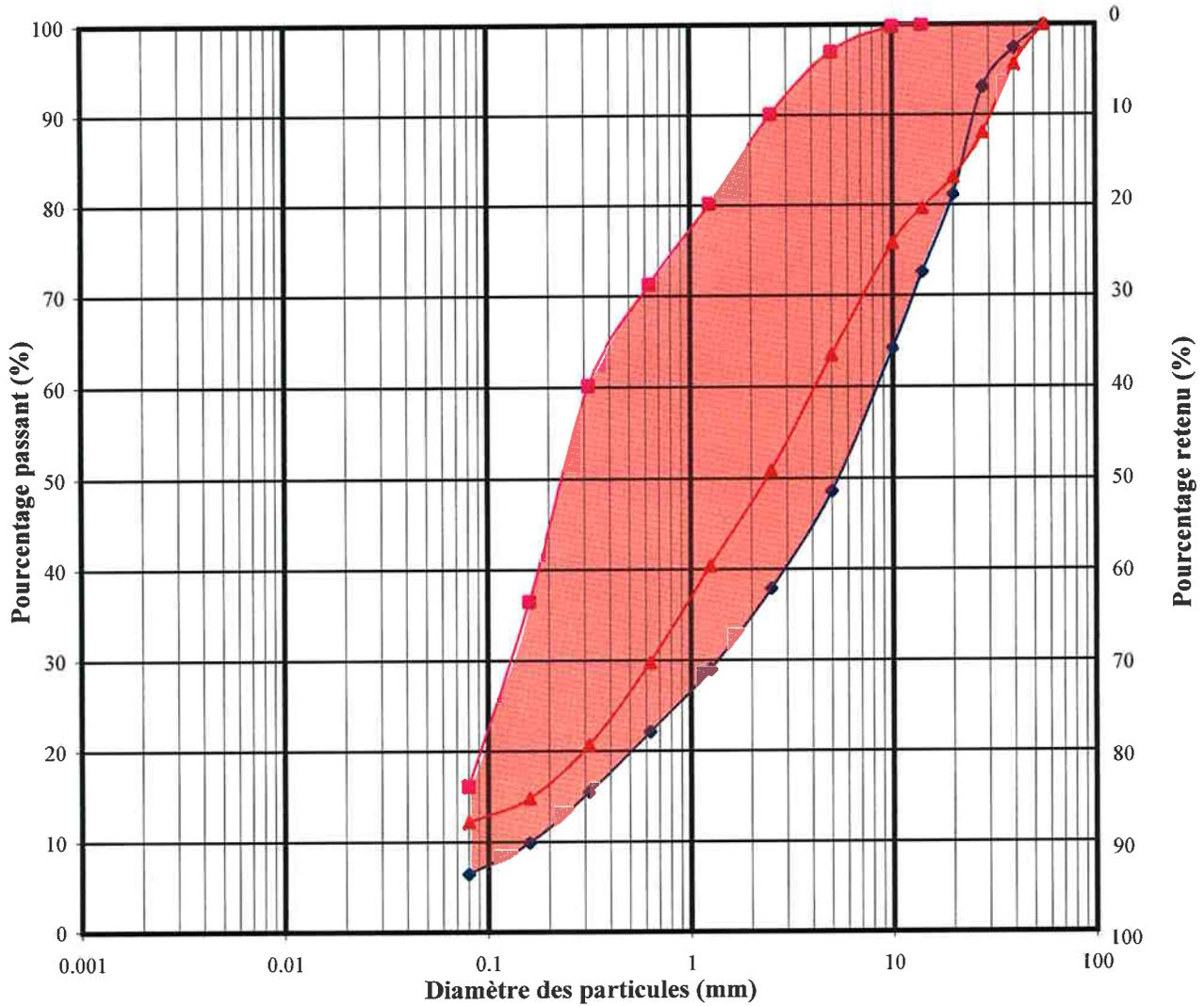
Approuvé par: Pierre Jean, ing. M. Sc.
Date: 05-04-02 Init.:



Projet: ÉTUDE GÉOTECHNIQUE, RECONNAISSANCE DES SOLS KM 197,5 À 208,5, ROUTE 175
DÉPÔTS FLUVIOGLACIAIRES, KM 1197+500 À 1198+671 ET 2198+330 À 2199+320

Date(s) d'essai(s): août-octobre 2004 N/dossier: 1210405 ANNEXE II Figure: 2.2

ARGILE	SILT	SABLE			GRAVIER		CAIL- LOUX
		FIN	MOYEN	GROS	FIN	GROSSIER	



Symbole	Chainage	Profondeur (m)	Echantillon no.	Description de l'échantillon
◆	2198+650	0,35 à 1	40448	Gravier et sable brun terreux, traces de silt
■	1197+980	0,7 à 4,8	40734	Sable, un peu de silt et traces de gravier
▲	2198+650	1,5 à 2,2	40758	Sable et gravier, un peu de silt

NOTE: les profondeurs indiquées correspondent aux limites d'échantillonnage plutôt qu'aux limites des couches de sol identifiées dans les journaux de sondages

Approuvé par: Pierre Jean, ing. M. Sc.
Date: 05-04-02 Init.:



Projet: ÉTUDE GÉOTECHNIQUE, RECONNAISSANCE DES SOLS KM 197,5 À 208,5, ROUTE 175
DÉPÔTS DE TILL, KM 1197+500 À 1198+671 ET 2198+330 À 2199+320

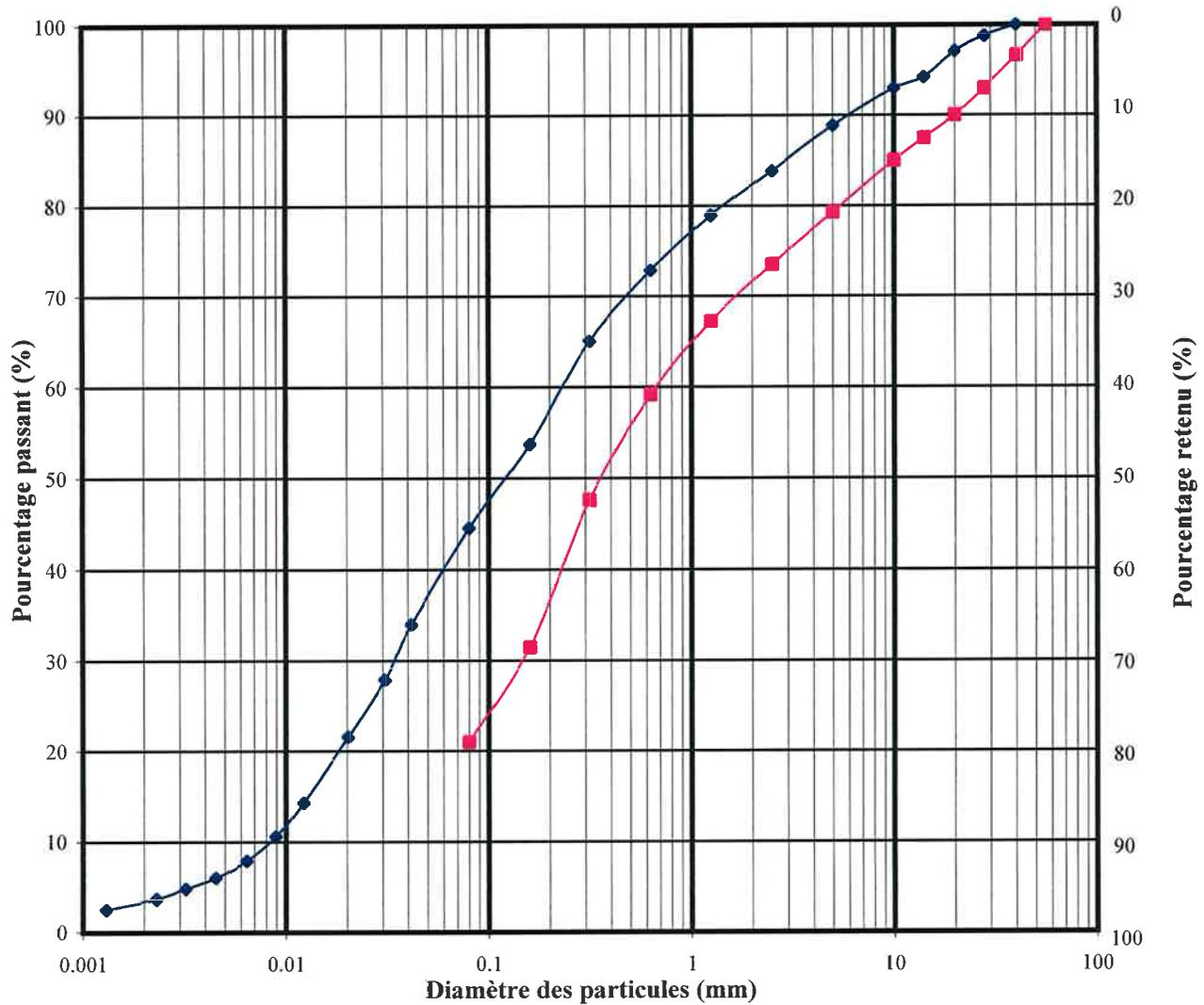
Date(s) d'essai(s): août-octobre 2004

N/dossier: 1210405

ANNEXE II

Figure: 2.3

ARGILE	SILT	SABLE			GRAVIER		CAIL- LOUX
		FIN	MOYEN	GROS	FIN	GROSSIER	



Symbole	Chainage	Profondeur (m)	Echantillon no.	Description de l'échantillon
—◆—	2199+300	2,3 à 2,4	40389	Silt et sable, un peu de gravier, traces d'argile
—■—	1197+700	1,2 à 2	40728	Sable silteux

NOTE: les profondeurs indiquées correspondent aux limites d'échantillonnage plutôt qu'aux limites des couches de sol identifiées dans les journaux de sondages

Approuvé par: Pierre Jean, ing. M. Sc.

Date: 05-04-02 Init.: _____



Projet: ÉTUDE GÉOTECHNIQUE, RECONNAISSANCE DES SOLS KM 197,5 À 208,5, ROUTE 175
DÉPÔTS DE TILL, KM 2199+320 À 2200+410

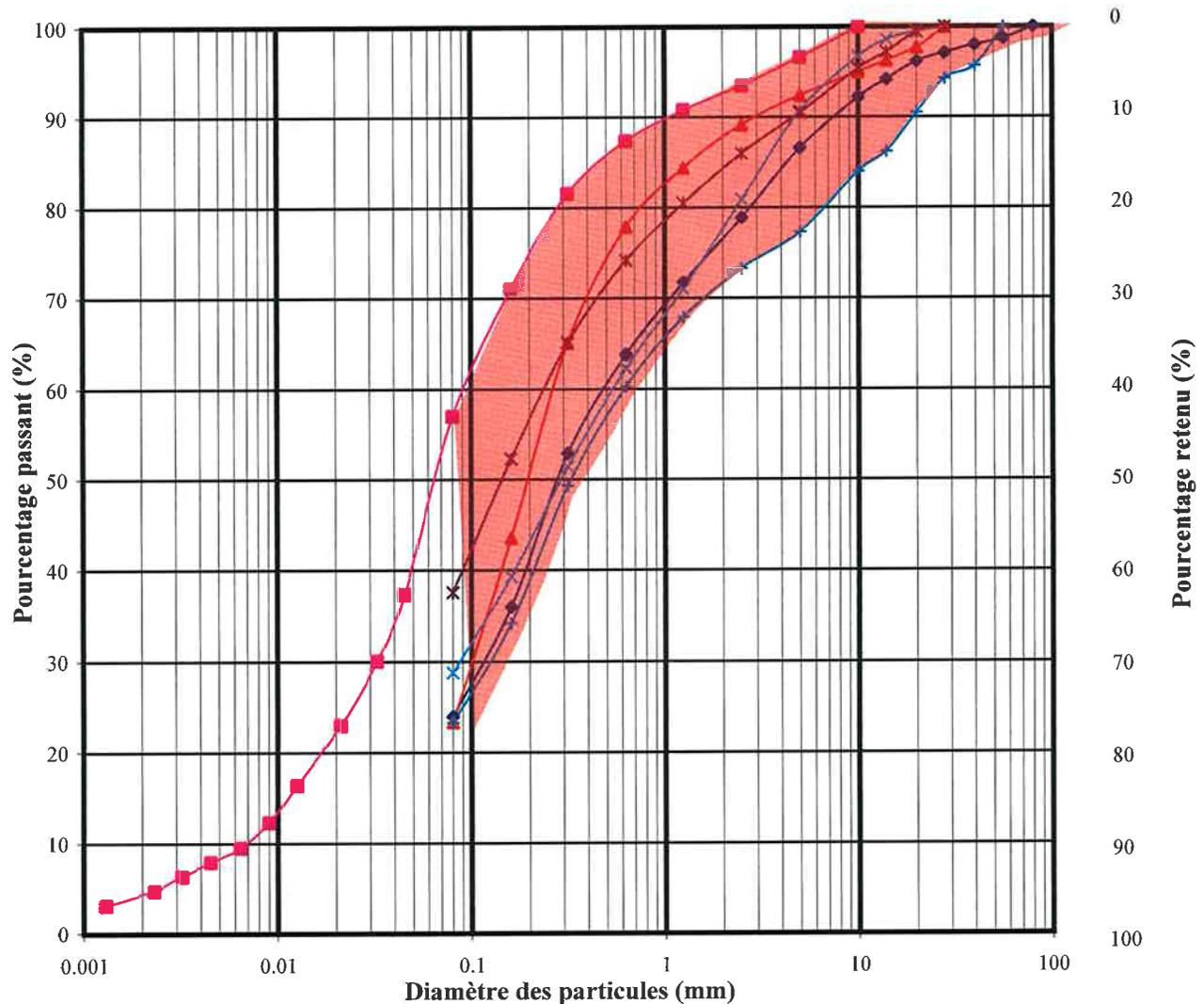
Date(s) d'essai(s): août-octobre 2004

N/dossier: 1210405

ANNEXE II

Figure: 2.4

ARGILE	SILT	SABLE			GRAVIER		CAIL- LOUX
		FIN	MOYEN	GROS	FIN	GROSSIER	



Symbole	Chainage	Profondeur (m)	Echantillon no.	Description de l'échantillon
◆	2199+550	3,5 à 5	40386	Sable silteux, un peu de gravier
■	2199+450	0,15 à 0,25	40387	Silt et sable oxydé, traces d'argile et de gravier
▲	2200+200	0,9 à 1,75	40449	Sable silteux brun, traces de gravier
×	2199+550	0 à 6	40462	Sable silteux, traces de gravier
*	2199+650	0 à 14,8	40463	Sable et silt, traces de gravier
+	2199+450	1,5 à 2	40388	Sable silteux et graveleux

NOTE: les profondeurs indiquées correspondent aux limites d'échantillonnage plutôt qu'aux limites des couches de sol identifiées dans les journaux de sondages

Approuvé par: Pierre Jean, ing. M. Sc.

Date: 05-04-02 Init.:

Projet: ÉTUDE GÉOTECHNIQUE, RECONNAISSANCE DES SOLS KM 197,5 À 208,5, ROUTE 175
DÉPÔTS DE SOLS À GRAINS FINS, KM 2200+410 À 2202+185

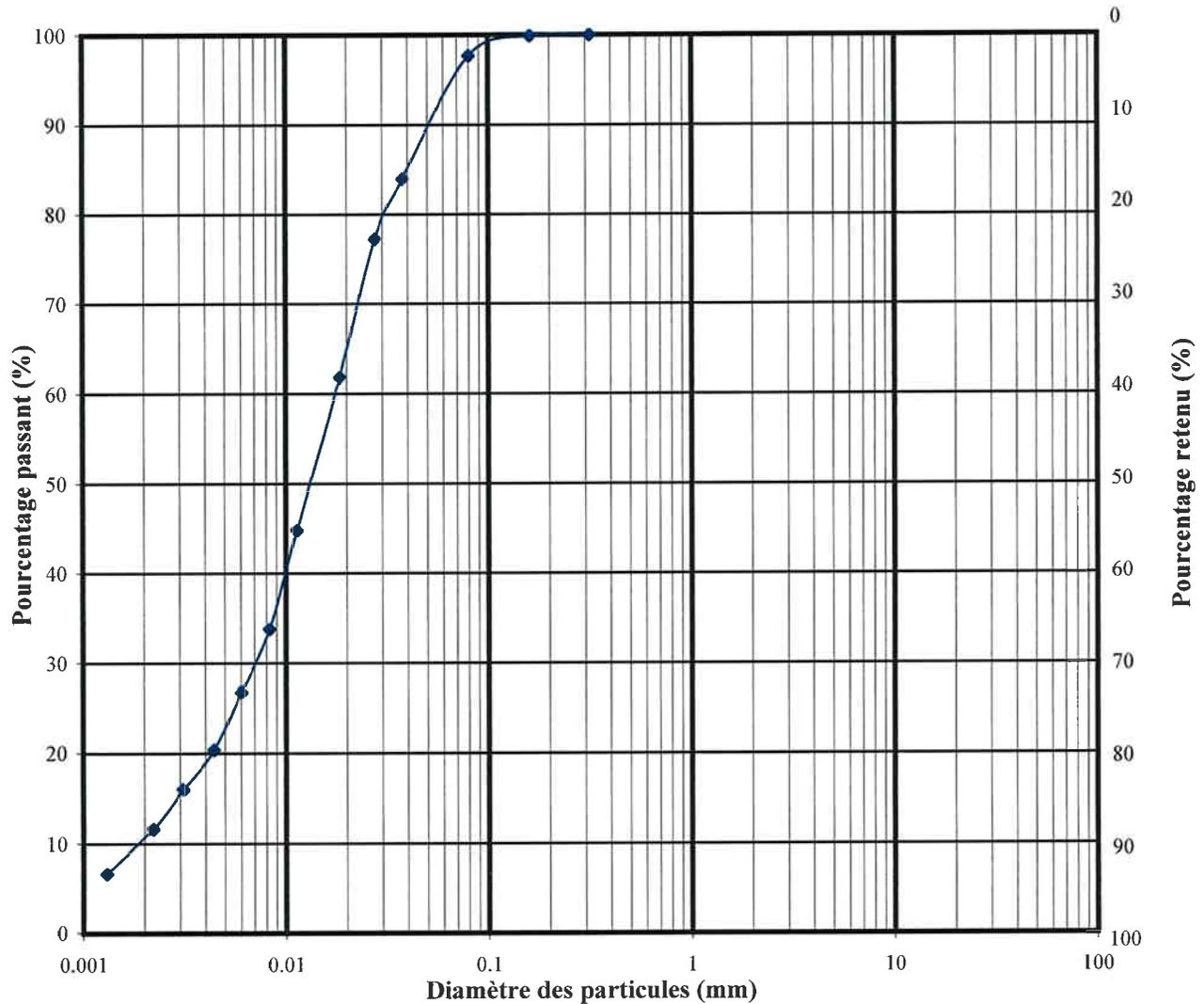
Date(s) d'essai(s): août-octobre 2004

N/dossier: 1210405

ANNEXE II

Figure: 2.5

ARGILE	SILT	SABLE			GRAVIER		CAIL- LOUX
		FIN	MOYEN	GROS	FIN	GROSSIER	



Symbole	Chainage	Profondeur (m)	Echantillon no.	Description de l'échantillon
—●—	2200+800	3,8 à 3,9	40392	Silt, un peu d'argile, traces de sable

NOTE: les profondeurs indiquées correspondent aux limites d'échantillonnage plutôt qu'aux limites des couches de sol identifiées dans les journaux de sondages

 Approuvé par: Pierre Jean, ing. M. Sc.

 Date: 05-04-02 Init.: _____



Projet: ÉTUDE GÉOTECHNIQUE, RECONNAISSANCE DES SOLS KM 197,5 À 208,5, ROUTE 175
DÉPÔTS FLUVIOGLACIAIRES, KM 2200+410 À 2202+185

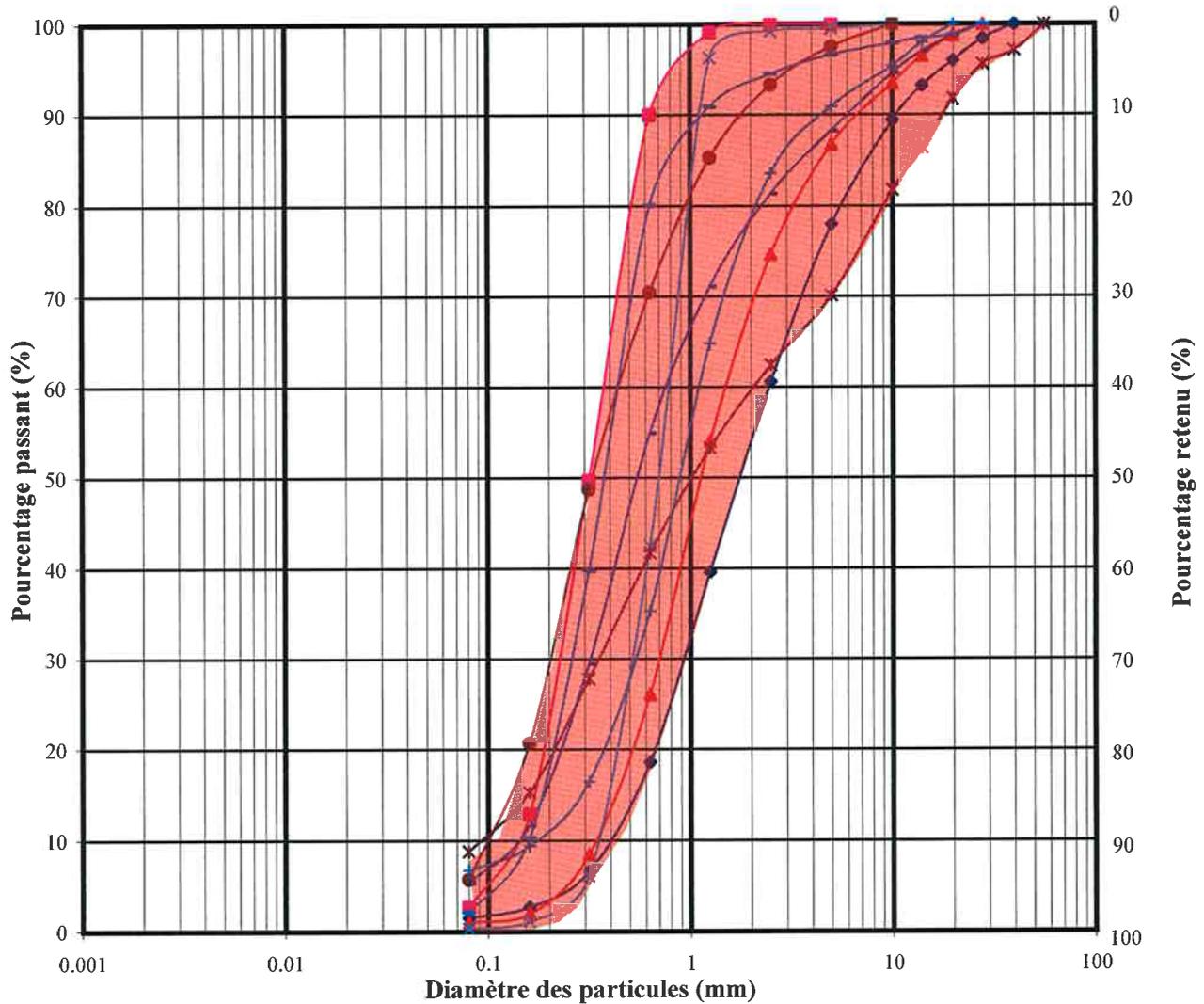
Date(s) d'essai(s): août-octobre 2004

N/dossier: 1210405

ANNEXE II

Figure: 2.6

ARGILE	SILT	SABLE			GRAVIER		CAIL- LOUX
		FIN	MOYEN	GROS	FIN	GROSSIER	



Symbole	Chainage	Profondeur (m)	Echantillon no	Description de l'échantillon
◆	2200+450	0,6 à 0,8	40384	Sable graveleux oxydé, traces de silt
■	2200+450	1,5 à 1,8	40385	Sable fin à moyen, traces de silt
▲	2200+800	0,8 à 1	40390	Sable oxydé, un peu de gravier, traces de silt
×	2200+800	1,4 à 1,7	40391	Sable fin à moyen
*	2200+900	2,9 à 3,1	40393	Sable graveleux, traces de silt
●	2201+200	2,5 à 3	40394	Sable fin à grossier, traces de silt
+	2200+800	0 à 7	40466	Sable, traces de silt et de gravier
~	2201+200	0 à 12	40470	Sable, un peu de gravier, traces de silt
~	2201+200	1,9 à 2,1	40768	Sable fin à moyen, traces de gravier et de silt

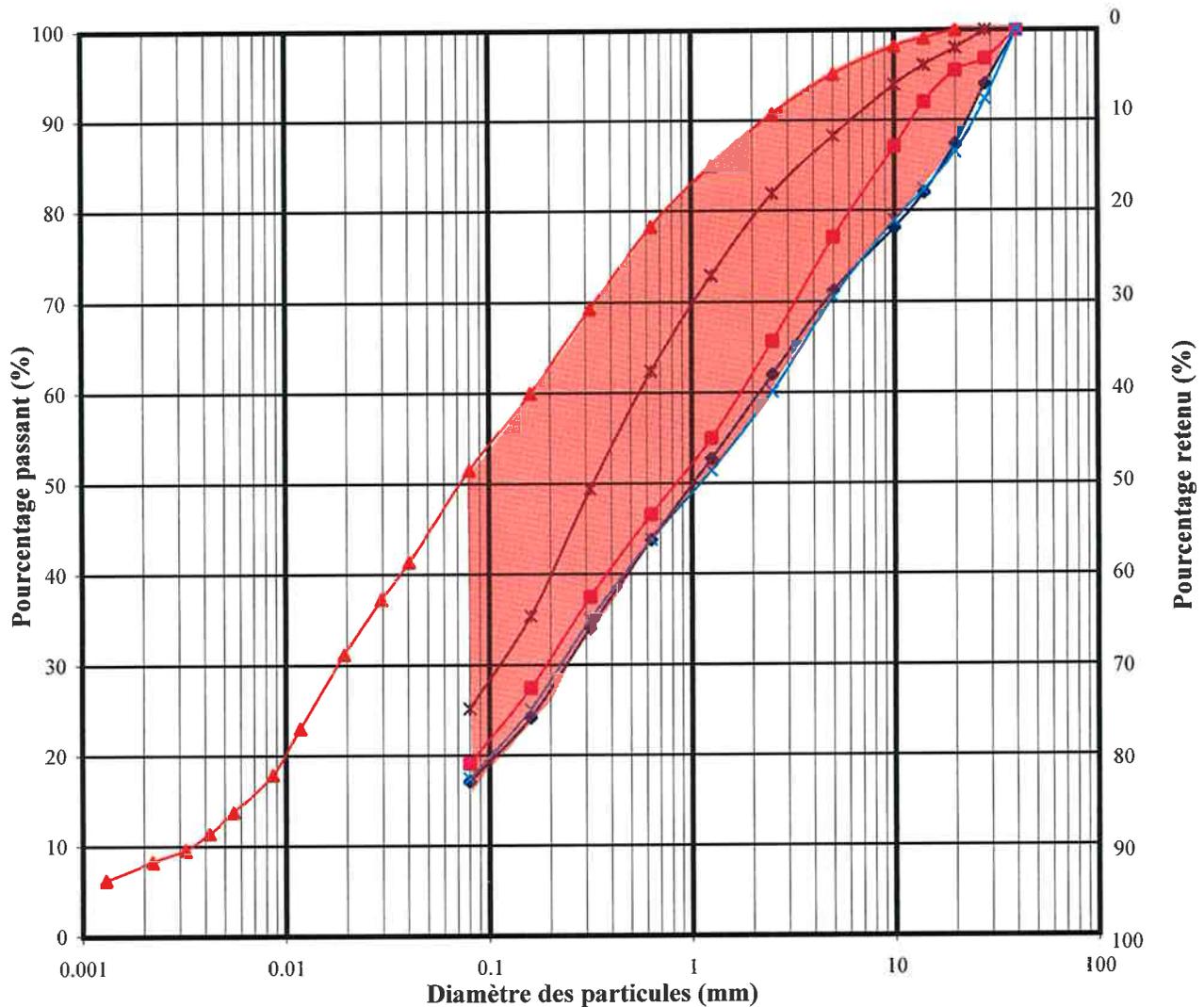
NOTE: les profondeurs indiquées correspondent aux limites d'échantillonnage plutôt qu'aux limites des couches de sol identifiées dans les journaux de sondages

Approuvé par: Pierre Jean, ing. M. Sc.

Date: 05-04-02 Init.: _____

Projet: ÉTUDE GÉOTECHNIQUE, RECONNAISSANCE DES SOLS KM 197,5 À 208,5, ROUTE 175
 DÉPÔTS DE TILL, KM 2200+410 À 2202+185
 Date(s) d'essai(s): août-octobre 2004 N/dossier: 1210405 ANNEXE II Figure: 2.7

ARGILE	SILT	SABLE			GRAVIER		CAIL-LOUX
		FIN	MOYEN	GROS	FIN	GROSSIER	



Symbole	Chainage	Profondeur (m)	Echantillon no.	Description de l'échantillon
◆	2200+530	0 à 10	40464	Sable graveleux, un peu de silt
■	2200+650	0 à 13	40465	Sable graveleux, un peu de silt
▲	2200+800	7 à 10	40467	Sable et silt, traces d'argile et de gravier
×	2200+900	0 à 10	40468	Sable graveleux, un peu de silt
*	2201+000	0 à 5	40469	Sable silteux, un peu de gravier

NOTE: les profondeurs indiquées correspondent aux limites d'échantillonnage plutôt qu'aux limites des couches de sol identifiées dans les journaux de sondages

Approuvé par: Pierre Jean, ing. M. Sc.
 Date: 05-04-02 Init.: _____

Projet: ÉTUDE GÉOTECHNIQUE, RECONNAISSANCE DES SOLS KM 197,5 À 208,5, ROUTE 175
 DÉPÔTS DE SOLS À GRAINS FINS, KM 2202+185 À 2203+850

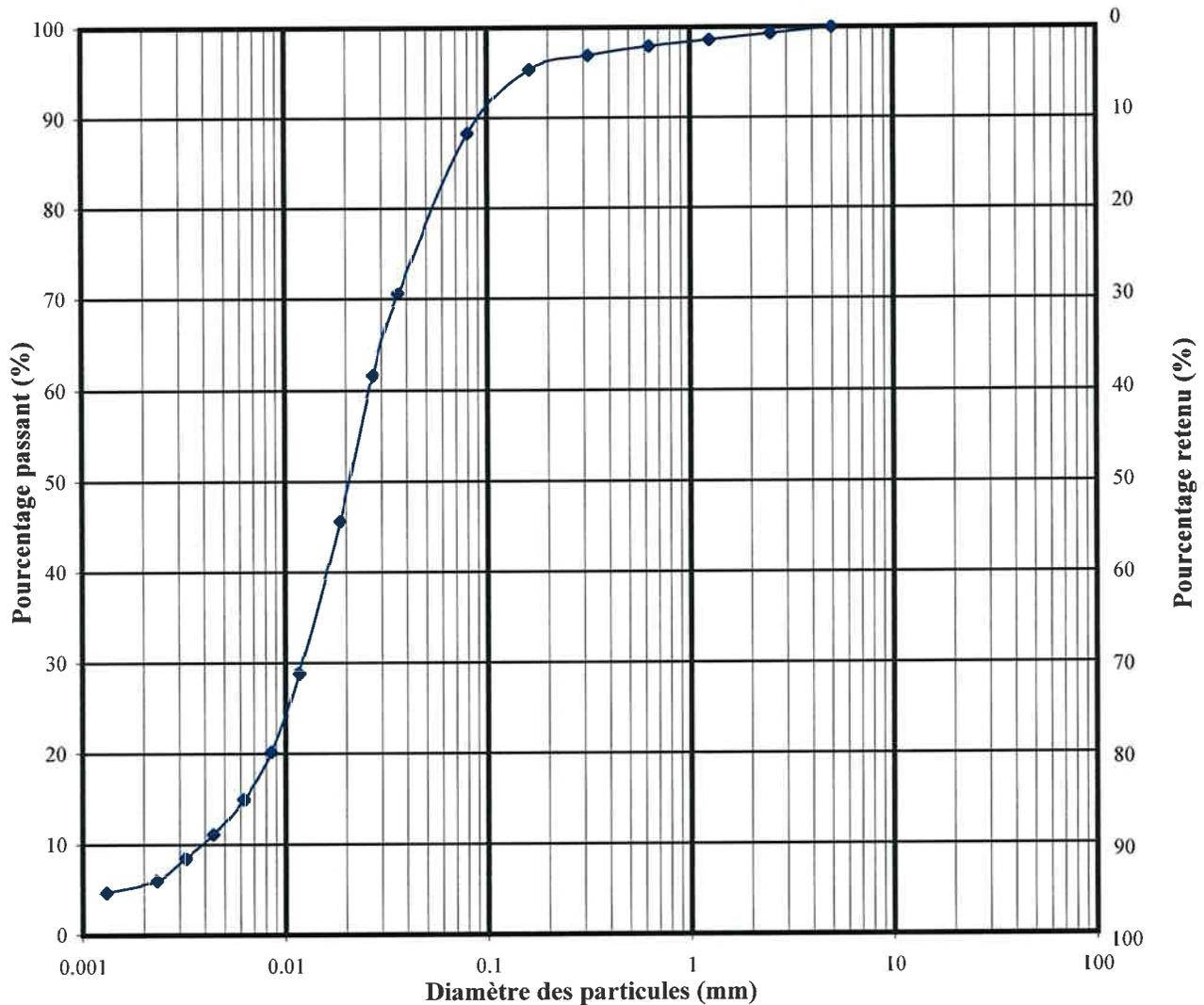
Date(s) d'essai(s): août-octobre 2004

N/dossier: 1210405

ANNEXE II

Figure: 2.8

ARGILE	SILT	SABLE			GRAVIER		CAIL- LOUX
		FIN	MOYEN	GROS	FIN	GROSSIER	



Symbole	Chainage	Profondeur (m)	Echantillon no.	Description de l'échantillon
—◆—	2202+450	2,5 à 3	40395	Silt gris, un peu de sable, traces d'argile

NOTE: les profondeurs indiquées correspondent aux limites d'échantillonnage plutôt qu'aux limites des couches de sol identifiées dans les journaux de sondages

 Approuvé par: Pierre Jean, ing. M. Sc.

 Date: 05-04-02 Init.: _____

Projet: ÉTUDE GÉOTECHNIQUE, RECONNAISSANCE DES SOLS KM 197,5 À 208,5, ROUTE 175

DÉPÔTS FLUVIOGLACIAIRES, KM 2202+185 À 2203+850

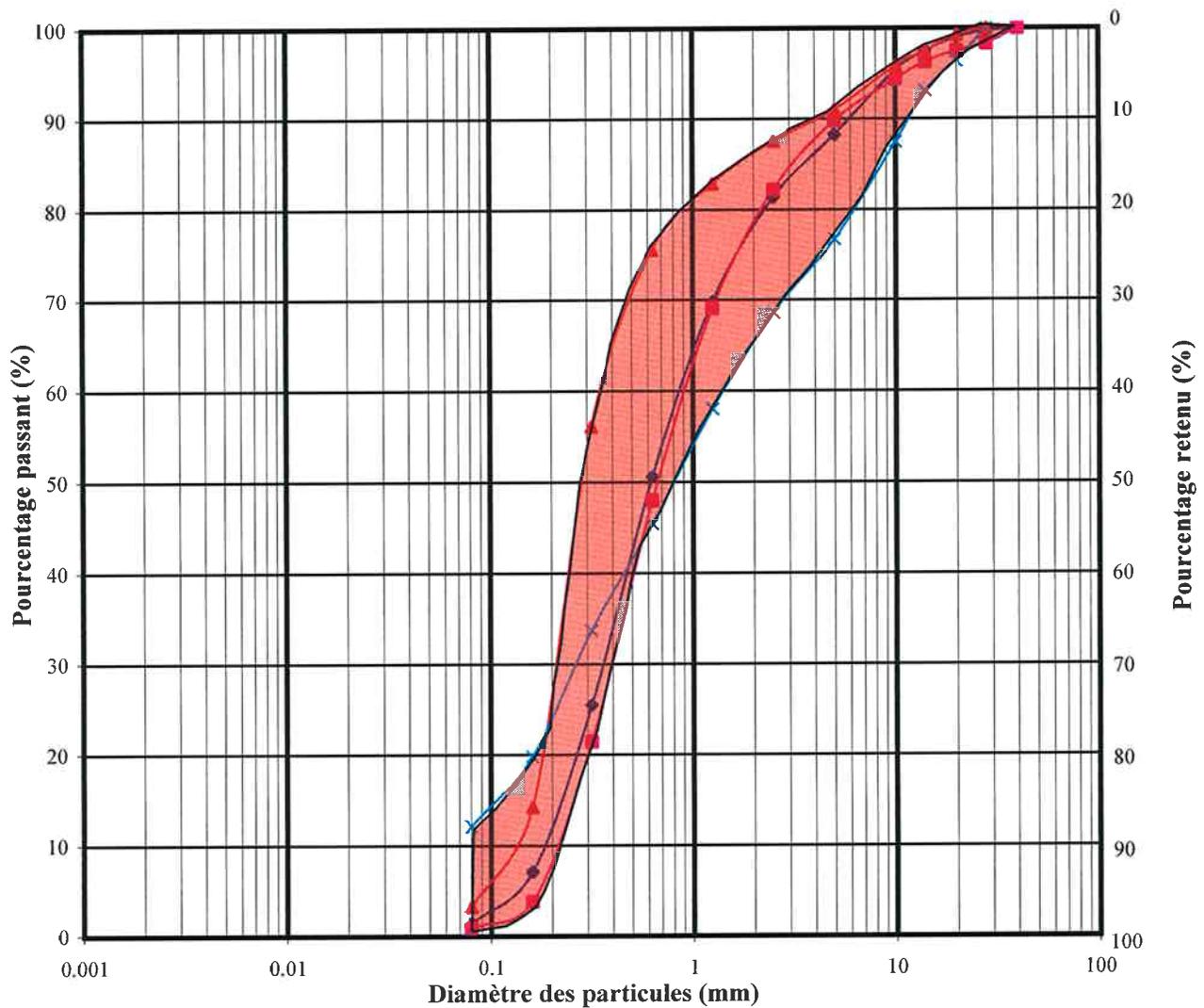
Date(s) d'essai(s): août-octobre 2004

N/dossier: 1210405

ANNEXE II

Figure: 2.9

ARGILE	SILT	SABLE			GRAVIER		CAIL-LOUX
		FIN	MOYEN	GROS	FIN	GROSSIER	



Symbole	Chainage	Profondeur (m)	Echantillon no.	Description de l'échantillon
◆	2203+200	2,3 à 3	40396	Sable, un peu de gravier, traces de silt
■	2202+220	3 à 3,5	40397	Sable, un peu de gravier, traces de silt
▲	2203+590	3 à 3,4	40398	Sable, un peu de gravier, traces de silt
×	2203+020	0,4 à 0,65	40770	Sable graveleux, un peu de silt

NOTE: les profondeurs indiquées correspondent aux limites d'échantillonnage plutôt qu'aux limites des couches de sol identifiées dans les journaux de sondages

 Approuvé par: Pierre Jean, ing. M. Sc.

 Date: 05-04-02 Init.: _____

Projet: ÉTUDE GÉOTECHNIQUE, RECONNAISSANCE DES SOLS KM 197,5 À 208,5, ROUTE 175
 DÉPÔTS FLUVIOGLACIAIRES, KM 2203+850 À 2205+280

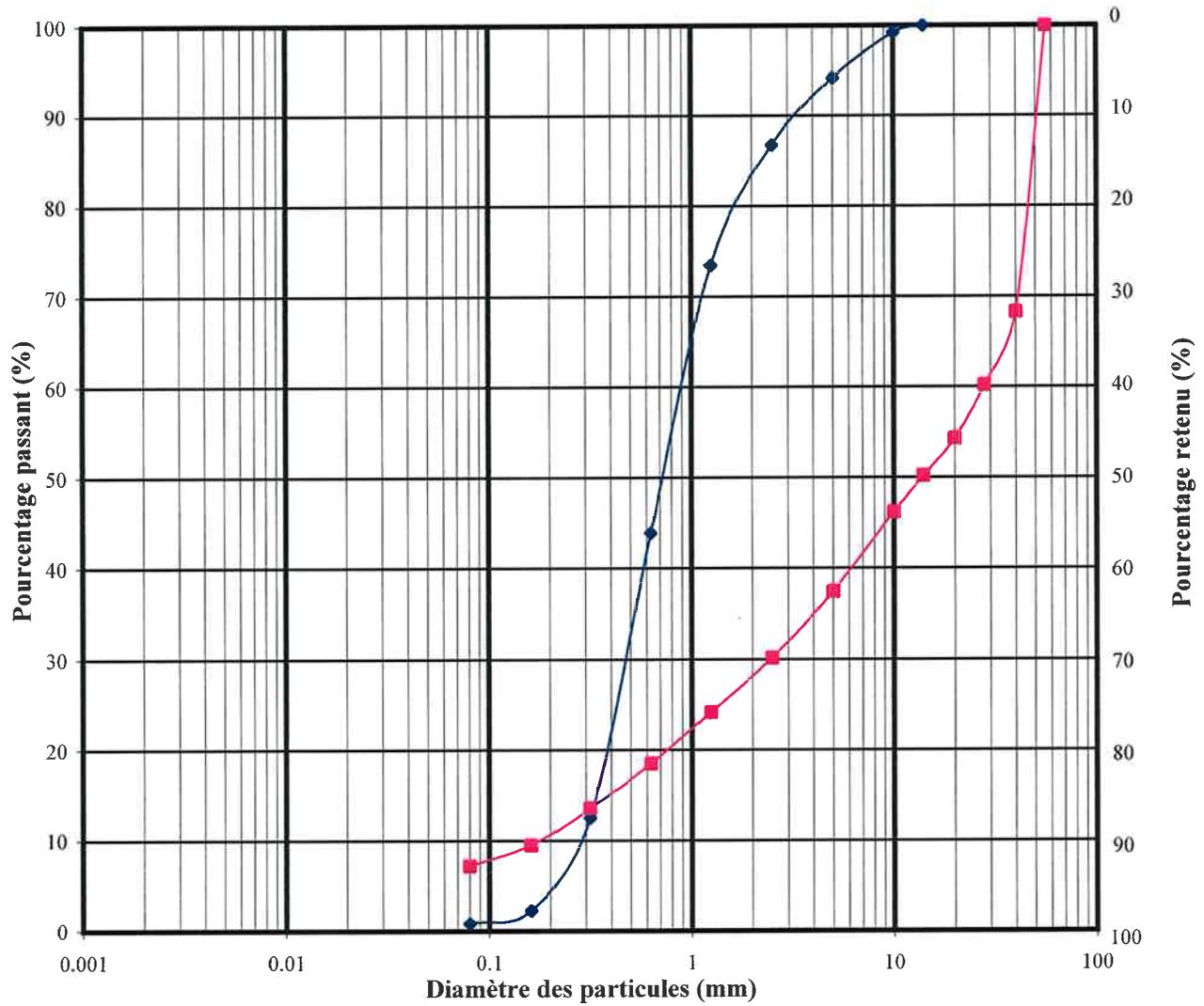
Date(s) d'essai(s): août-octobre 2004

N/dossier: 1210405

ANNEXE II

Figure: 2.10

ARGILE	SILT	SABLE			GRAVIER		CAIL- LOUX
		FIN	MOYEN	GROS	FIN	GROSSIER	



Symbole	Chainage	Profondeur (m)	Echantillon no.	Description de l'échantillon
—◆—	2204+000	2,7 à 3,1	40399	Sable, un peu de gravier
—■—	2204+550	0,21 à 0,6	40772	Gravier et sable, traces de silt

NOTE: les profondeurs indiquées correspondent aux limites d'échantillonnage plutôt qu'aux limites des couches de sol identifiées dans les journaux de sondages

 Approuvé par: Pierre Jean, ing. M. Sc.

 Date: 05-04-02 Init.: _____

Projet: ÉTUDE GÉOTECHNIQUE, RECONNAISSANCE DES SOLS KM 197,5 À 208,5, ROUTE 175
DÉPÔTS DE TILL, KM 2203+850 À 2205+280

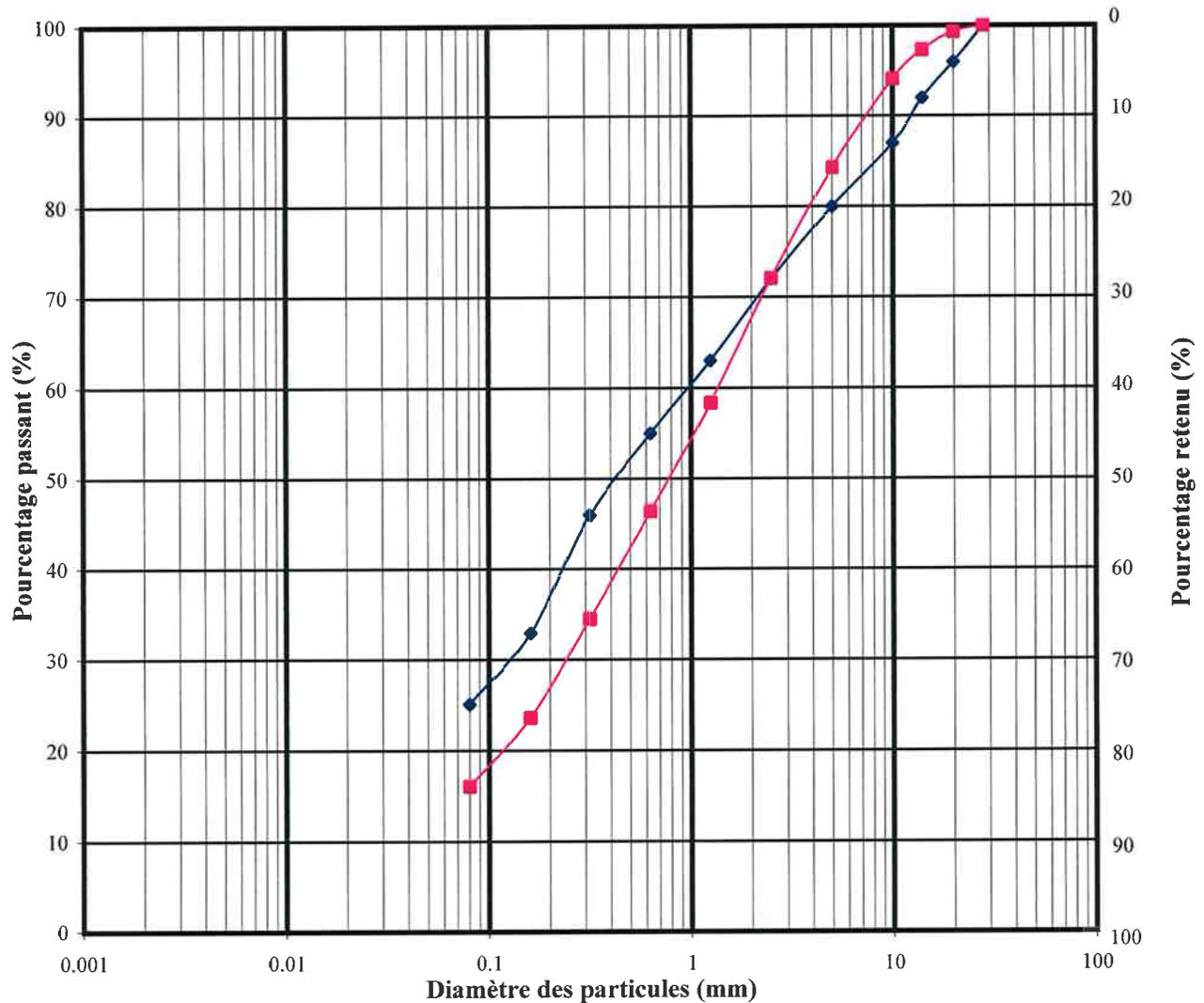
Date(s) d'essai(s): août-octobre 2004

N/dossier: 1210405

ANNEXE II

Figure: 2.11

ARGILE	SILT	SABLE			GRAVIER		CAIL- LOUX
		FIN	MOYEN	GROS	FIN	GROSSIER	



Symbole	Chainage	Profondeur (m)	Echantillon no.	Description de l'échantillon
—◆—	2204+400	0,42 à 0,6	40404	Sable silteux et graveleux
—■—	2205+200	0 à 7	40494	Sable, un peu de gravier et de silt

NOTE: les profondeurs indiquées correspondent aux limites d'échantillonnage plutôt qu'aux limites des couches de sol identifiées dans les journaux de sondages

 Approuvé par: Pierre Jean, ing. M. Sc.

 Date: 05-04-02 Init.: _____



Projet: ÉTUDE GÉOTECHNIQUE, RECONNAISSANCE DES SOLS KM 197,5 À 208,5, ROUTE 175
DÉPÔTS DE TILL, KM 2205+280 À 2206+370

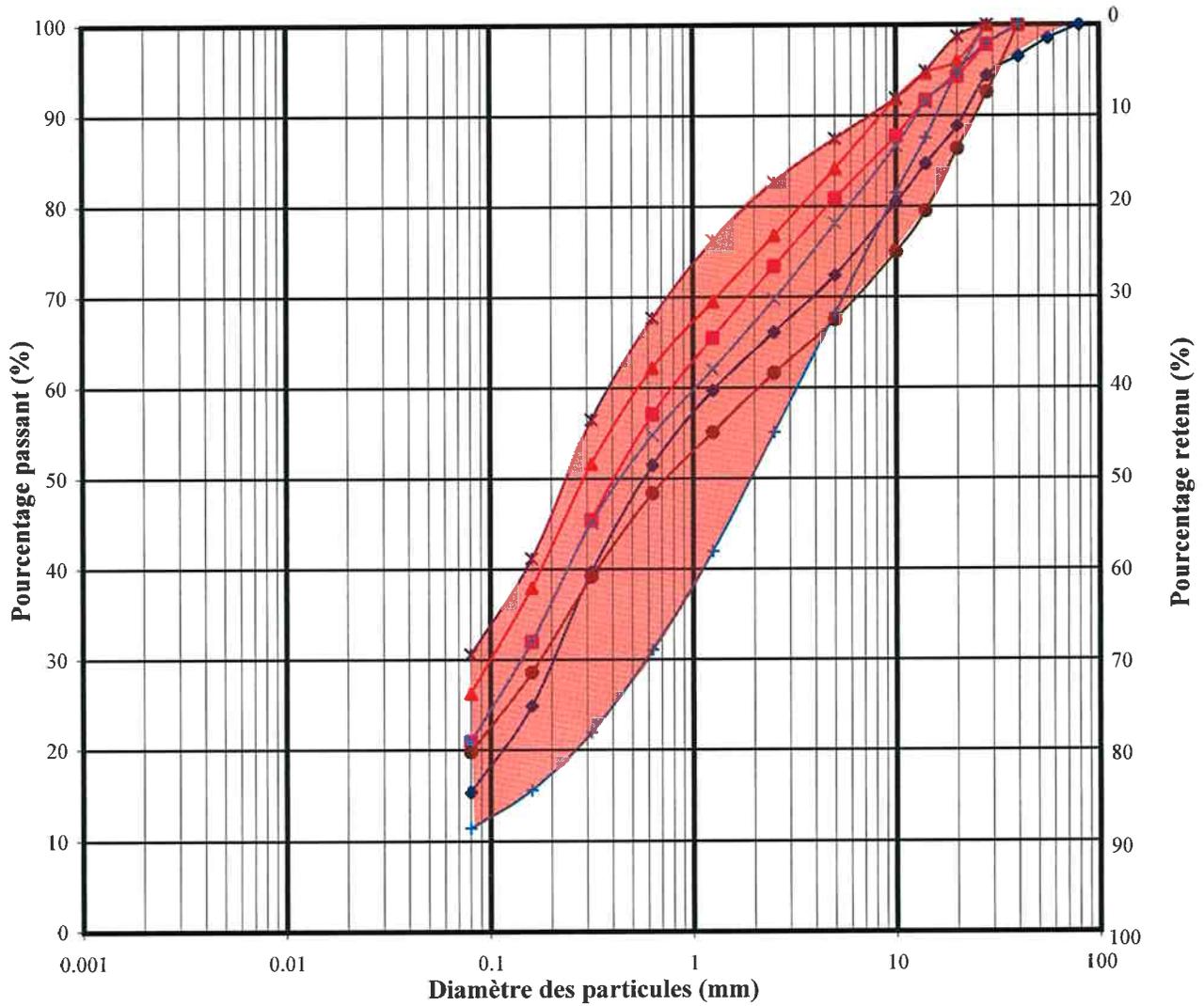
Date(s) d'essai(s): août-octobre 2004

N/dossier: 1210405

ANNEXE II

Figure: 2.12

ARGILE	SILT	SABLE			GRAVIER		CAIL- LOUX
		FIN	MOYEN	GROS	FIN	GROSSIER	



Symbole	Chainage	Profondeur (m)	Echantillon no.	Description de l'échantillon
◆	2205+835	1,6 à 1,9	40400	Sable graveleux, un peu de silt
■	2205+835	0 à 6	40496	Sable silteux, un peu de gravier
▲	2206+215	2 à 7	40498	Sable silteux, un peu de gravier
×	2206+350	0 à 9	40499	Sable graveleux et silteux
*	2206+215	0,5 à 1	40774	Sable silteux, traces de gravier
●	2205+410	0 à 11	40495	Sable et gravier, un peu de silt
+	2206+000	2 à 8	40497	Sable et gravier, un peu de silt

NOTE: les profondeurs indiquées correspondent aux limites d'échantillonnage plutôt qu'aux limites des couches de sol identifiées dans les journaux de sondages

Approuvé par: Pierre Jean, ing. M. Sc.

Date: 05-04-02 Init.: _____

Projet: ÉTUDE GÉOTECHNIQUE, RECONNAISSANCE DES SOLS KM 197,5 À 208,5, ROUTE 175
DÉPÔTS DE TILL, KM 2206+370 À 2208+500

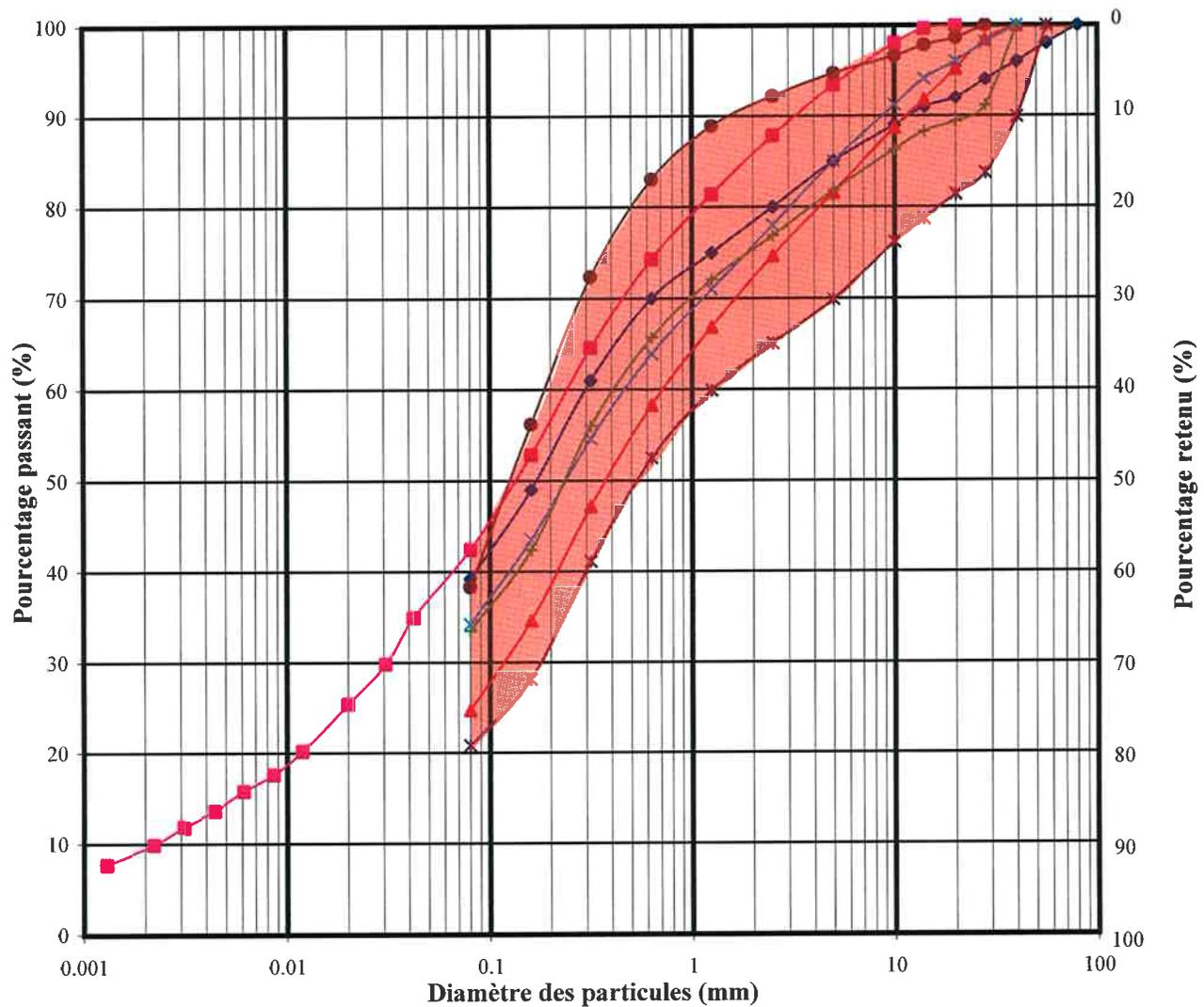
Date(s) d'essai(s): août-octobre 2004

N/dossier: 1210405

ANNEXE II

Figure: 2.13

ARGILE	SILT	SABLE			GRAVIER		CAIL-LOUX
		FIN	MOYEN	GROS	FIN	GROSSIER	



Symbole	Chainage	Profondeur (m)	Echantillon no.	Description de l'échantillon
◆	2206+590	2 à 2,2	40405	Sable et silt, un peu de gravier
■	2206+600	2 à 7	40500	Sable et silt, traces d'argile et de gravier
▲	2207+350	1,2 à 3,8	40501	Sable et silt, un peu de gravier
×	0+464	0,8 à 1,2	40527	Sable fin à moyen silteux, un peu de gravier.
*	2207+345	0 à 1,3	40775	Gravier et sable silteux terreux
●	2207+700	0,43 à 1,22	40778	Sable fin et silt, traces de gravier
✱	2208+140	0,3 à 0,5	40779	Sable et silt, traces de gravier, oxydé

NOTE: les profondeurs indiquées correspondent aux limites d'échantillonnage plutôt qu'aux limites des couches de sol identifiées dans les journaux de sondages

 Approuvé par: Pierre Jean, ing. M. Sc.

 Date: 05-04-02 Init.: _____



Projet: ÉTUDE GÉOTECHNIQUE, RECONNAISSANCE DES SOLS KM 197,5 À 208,5, ROUTE 175

ENSEMBLE DES LOAMS SABLEUX

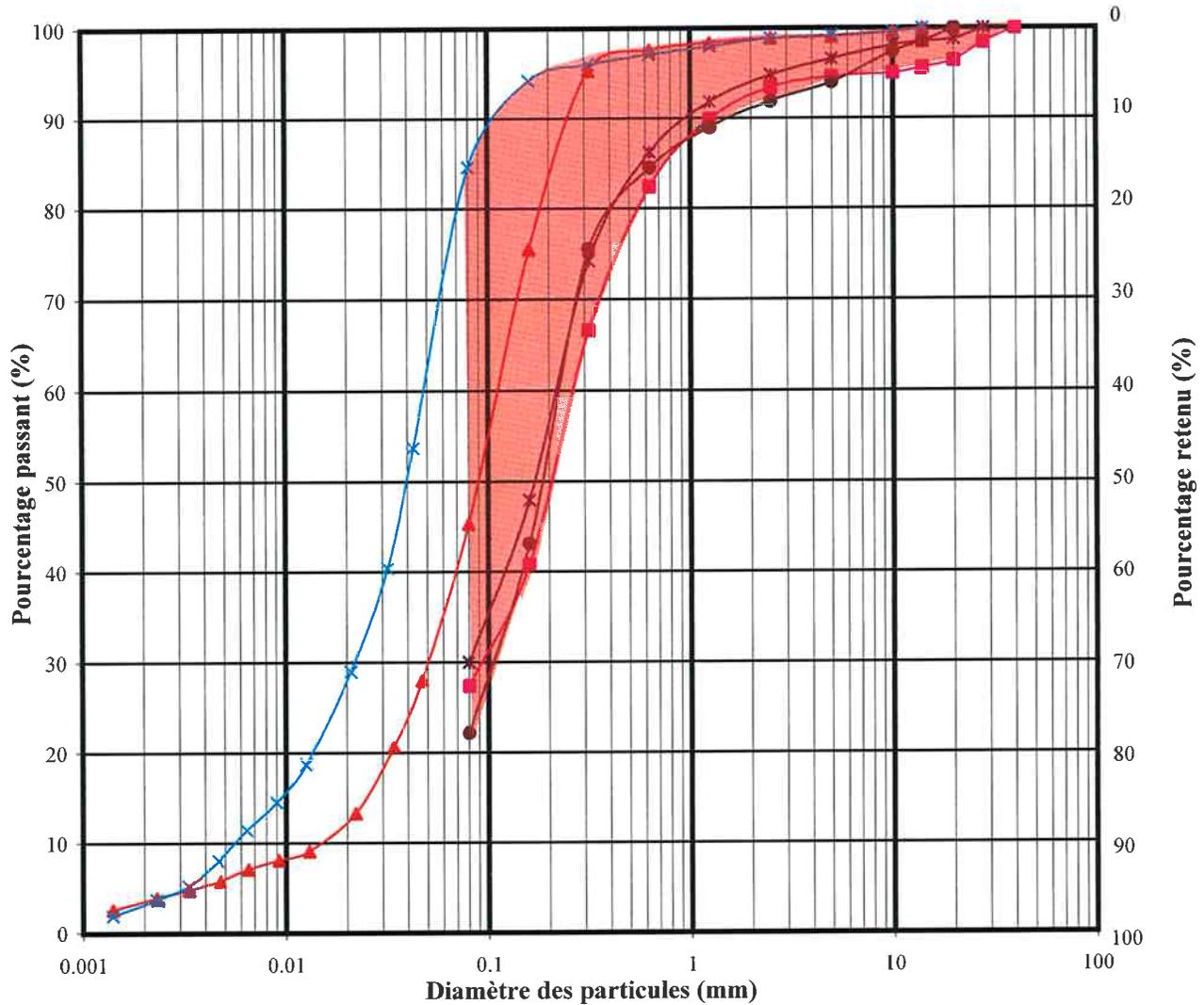
Date(s) d'essai(s): août-octobre 2004

N/dossier: 1210405

ANNEXE II

Figure: 2.14

ARGILE	SILT	SABLE			GRAVIER		CAIL-LOUX
		FIN	MOYEN	GROS	FIN	GROSSIER	



Symbole	Châirage	Profondeur (m)	Echantillon no.	Description de l'échantillon
■	2203+020	0,13 à 0,27	40769	Loam sableux et silteux gris
▲	2204+200	0,33 à 0,63	40771	Loam sableux et silteux, traces d'argile
×	2205+600	0,19 à 0,79	40773	Silt, un peu de sable, traces d'argile
*	2207+500	0,1 à 0,38	40776	Loam silteux, traces de gravier
●	2207+500	0,48 à 1,65	40777	Loam silteux, traces de gravier

NOTE: les profondeurs indiquées correspondent aux limites d'échantillonnage plutôt qu'aux limites des couches de sol identifiées dans les journaux de sondages

Approuvé par: Pierre Jean, ing. M. Sc.
Date: 05-04-02 Init.: _____

ANNEXE III

Dossier photographique



Photo 3.1
Chaînage 1197+520, 16,5 m au droit de la ligne de centre



Photo 3.2
Chaînage 1197+560, 16,5 m au droit de la ligne de centre



Photo 3.3
Chaînage 1197+600, 13 m au droit de la ligne de centre



Photo 3.4
Chaînage 1197+700, au droit de la ligne de centre



Photo 3.5
Chaînage 1197+800, au droit de la ligne de centre



Photo 3.6
Chaînage 1197+980, 16 m au droit de la ligne de centre



Photo 3.6b
Chaînage 1197+980, 16 m au droit de la ligne de centre



Photo 3.7
Chaînage 1197+980, au droit de la ligne de centre



Photo 3.8
Chaînage 2198+050, 12 m à gauche de la ligne de centre



Photos 3.9a et 3.9b
Chaînage 2198+650, au droit et 17 m à gauche de la ligne de centre



Photo 3.10
Chaînage 2198+800, au droit de la ligne de centre (vue vers le nord)



Photos 3.11a et 3.11b
Sondage réalisé au droit du chemin d'accès, secteur Normand



Photo 3.12
Chaînage 2199+300, tige métallique au droit de la ligne de centre



Photo 3.13
Chaînage 2199+300, au droit de la ligne de centre (vue vers le sud)



Photo 3.14
Chaînage 2199+450, au droit de la ligne de centre (vue vers le nord)



Photo 3.15
Chaînage 2199+550, au droit de la ligne de centre (vue vers le nord)



Photo 3.16
Chaînage 2199+650, au droit de la ligne de centre (vue vers le nord)

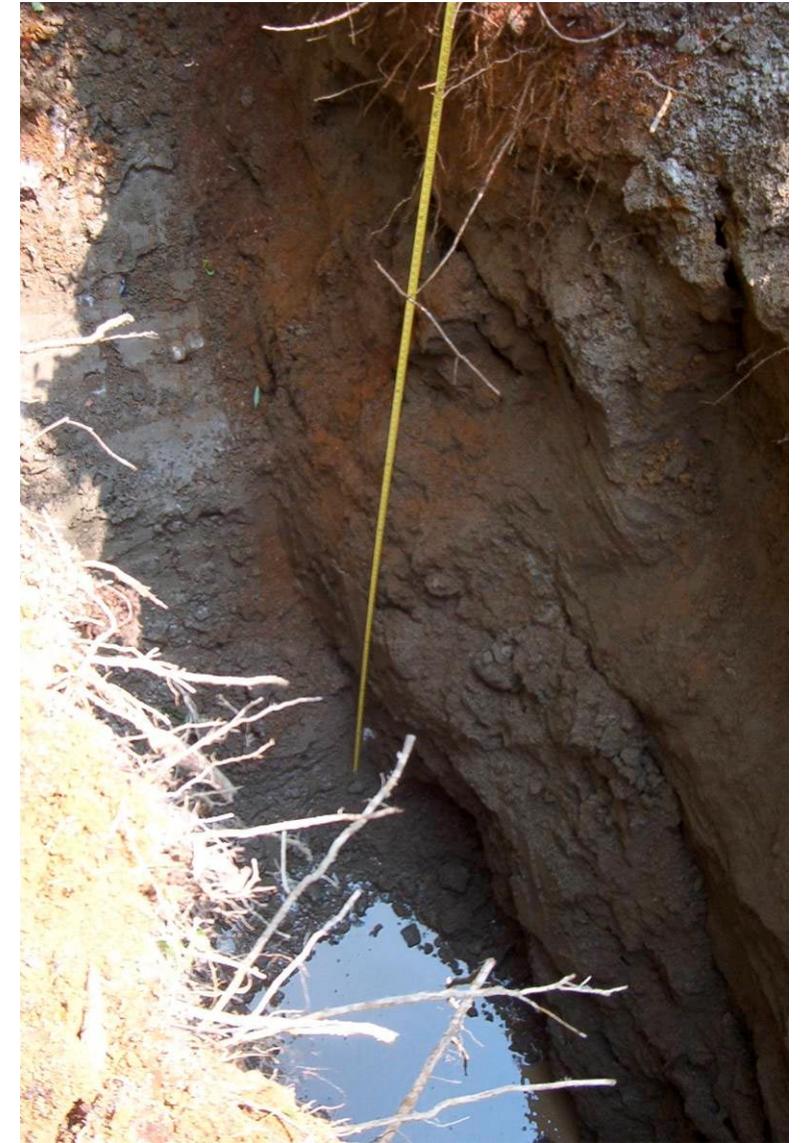


Photo 3.17
Chaînage 2199+850, au droit de la ligne de centre (vue vers le nord)



Photo 3.18
Chaînage 2200+450, au droit de la ligne de centre (vue vers l'est)



Photo 3.19
Chaînage 2200+525, au droit de la ligne de centre (vue vers le sud)

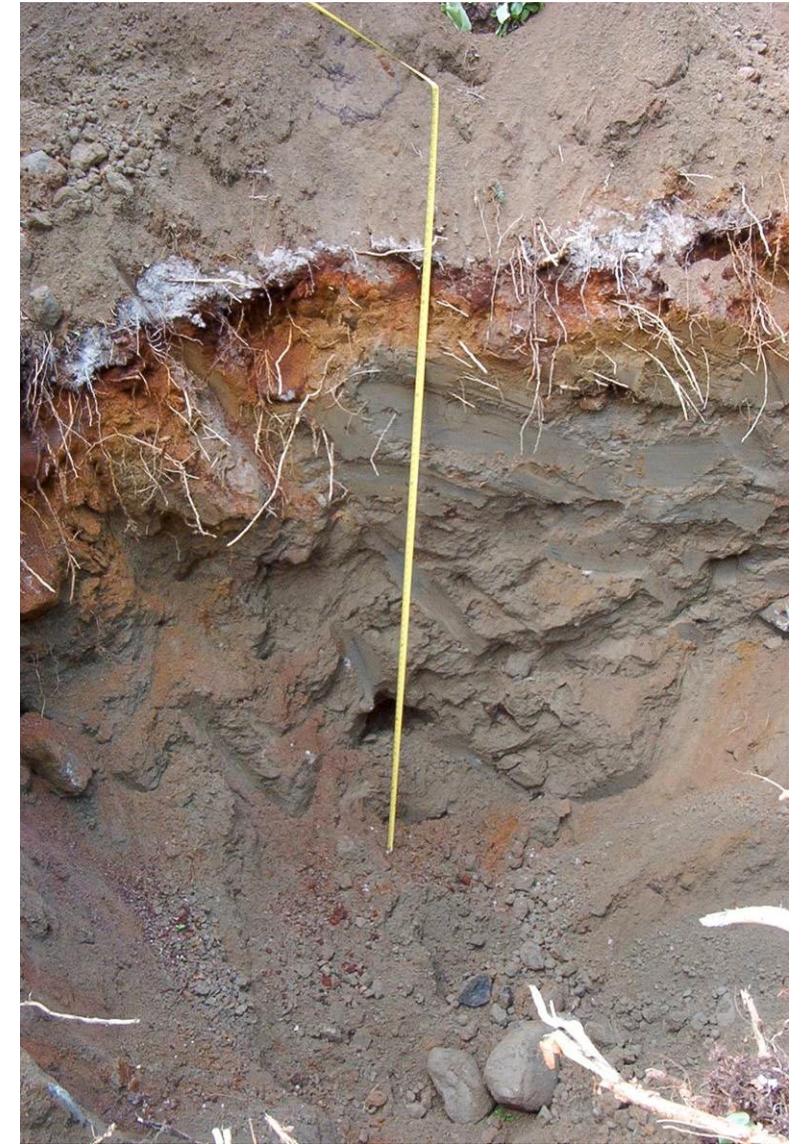


Photo 3.20
Chaînage 2200+650, 2 m à gauche de la ligne de centre



Photo 3.21
Chaînage 2200+800, au droit de la ligne de centre (vue vers le nord)



Photo 3.22
Chaînage 2200+900, tige métallique au droit de la ligne de centre



Photo 3.23
Chaînage 2200+900, au droit de la ligne de centre (vue vers l'ouest)



Photo 3.24
Chaînage 2201+000, au droit de la ligne de centre (vue vers l'est)



Photo 3.25
Chaînage 2201+200, au droit de la ligne de centre (vue vers le nord)



Photo 3.26
Sondage 2201+300, vue vers le nord



Photo 3.27
Chaînage 2202+220, 10 m à gauche de la ligne de centre



Photo 3.28
Chaînage 2202+400, au droit de la ligne de centre (vue vers le nord)



Photo 3.29
Chaînage 2202+400, 13 m à gauche de la ligne de centre



Photo 3.30
Chaînage 2202+450, au droit de la ligne de centre (vue vers l'ouest)



Photo 3.31
Chaînage 2202+550, 15 m à gauche de la ligne de centre



Photo 3.32
Chaînage 2202+700, au droit de la ligne de centre (vue vers l'ouest)



Photo 3.33
Chaînage 2202+825, tige métallique au droit de la ligne de centre



Photo 3.34
Chaînage 2203+200, au droit de la ligne de centre (vue vers le sud)



Photo 3.35
Chaînage 2203+450, au droit de la ligne de centre (vue vers le sud)



Photo 3.36
Chaînage 2203+600, au droit de la ligne de centre (vue vers le nord)

Photo 3.37
Chaînage 2203+695, au droit de la ligne de centre (vue vers l'ouest)

Photo 3.38
Chaînage 2203+850, vue vers le nord

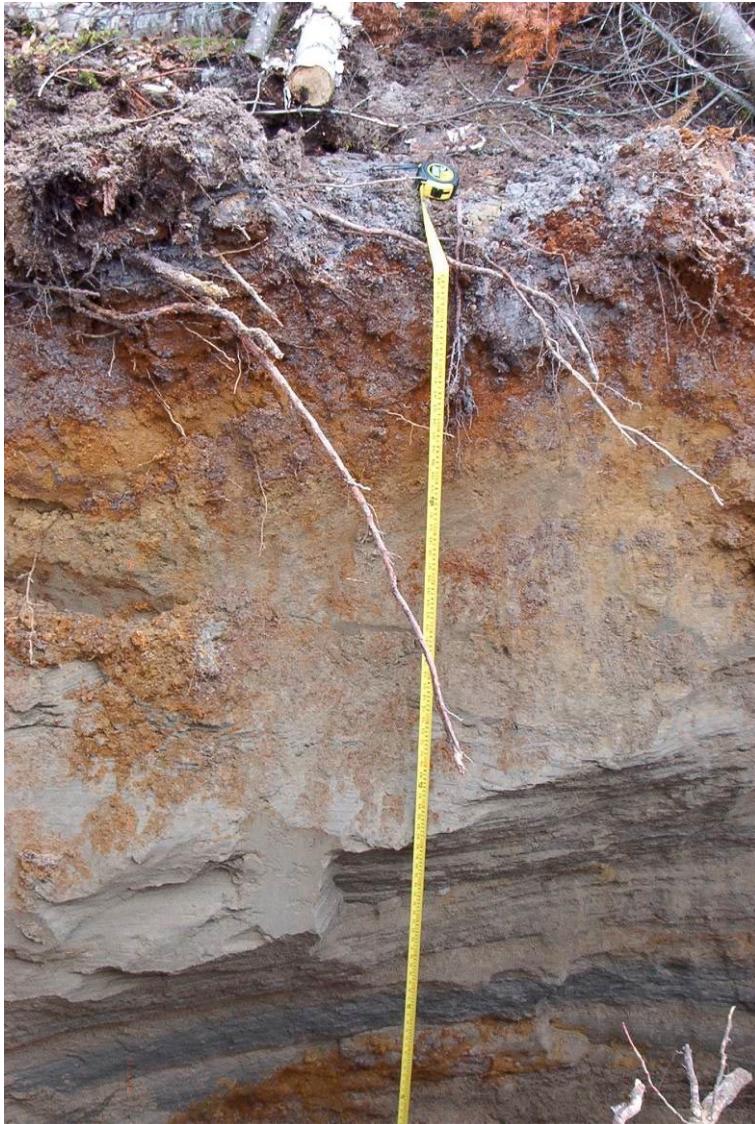


Photo 3.39
Chaînage 2203+900, au droit de la ligne de centre (vue vers l'est)



Photo 3.40
Chaînage 2204+000, 10 m de la ligne de centre (vue vers le nord)



Photo 3.41
Chaînage 2204+480, savane



Photo 3.42
Chaînage 2205+600, forage à l'air abandonné (la flèche pointe l'emplacement suggéré du sondage)



Photo 3.43
Chaînage 2205+800, au droit de la ligne de centre (vue vers l'ouest)

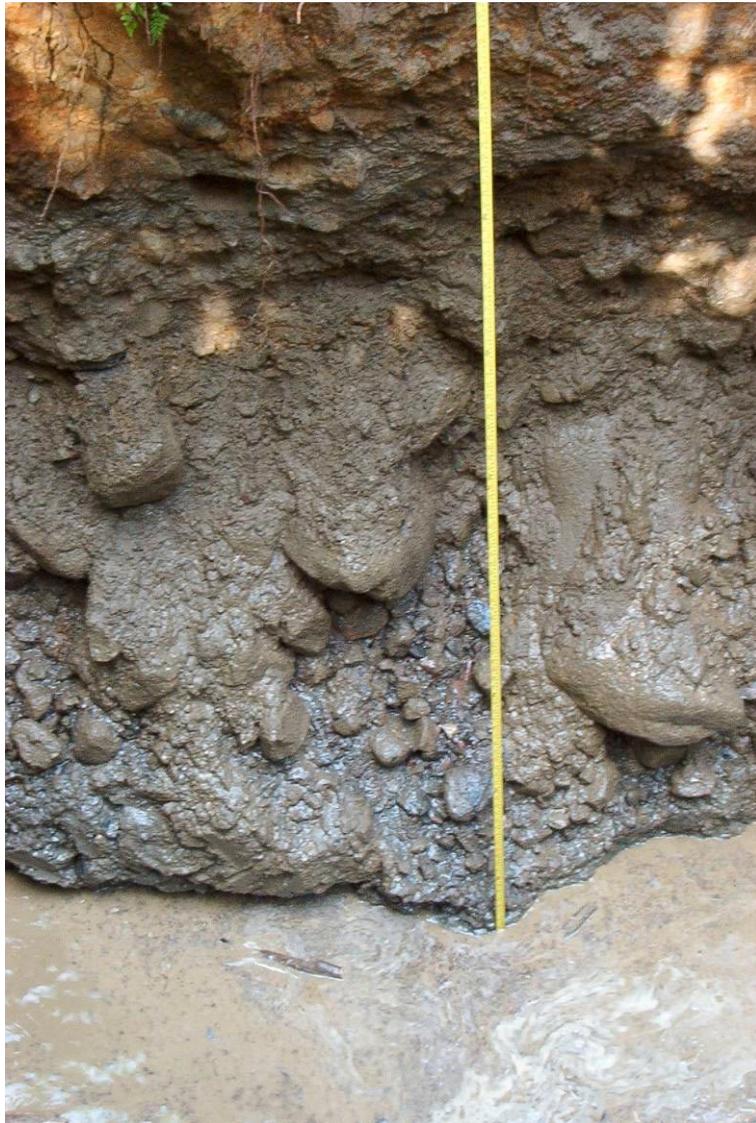


Photo 3.44
Chaînage 2206+000, au droit de la ligne de centre (vue vers l'ouest)

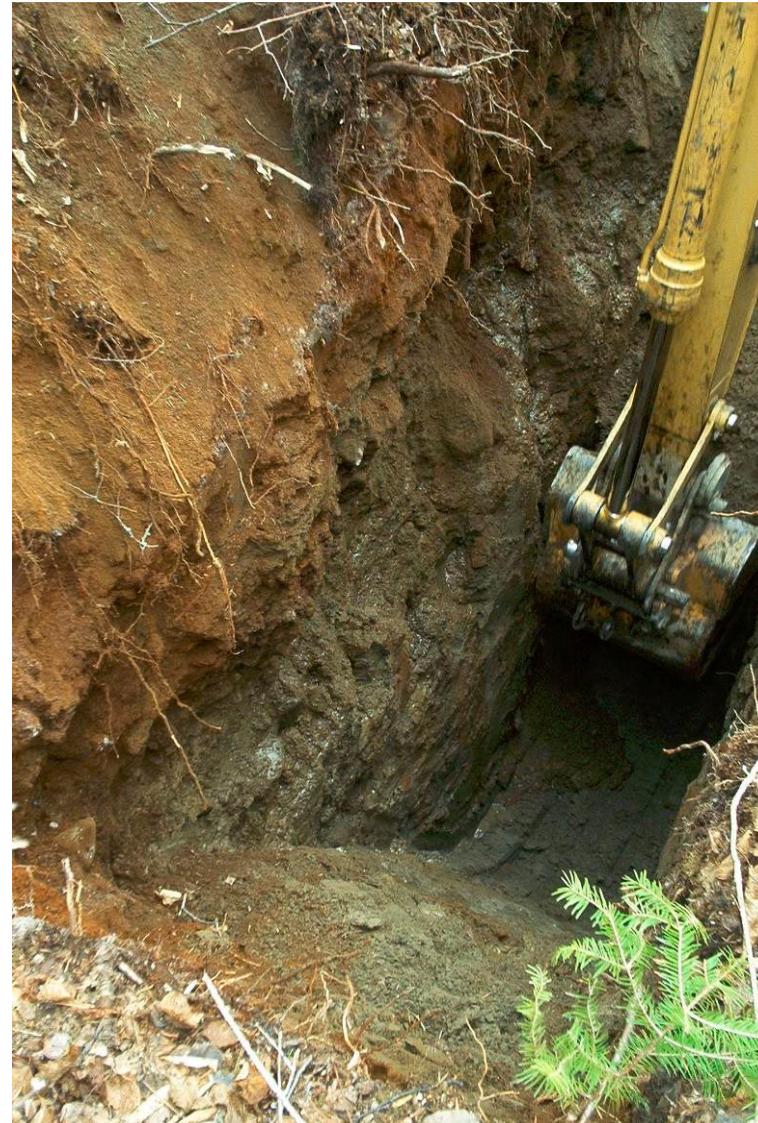


Photo 3.45
Chaînage 2206+215, 15 m à gauche de la ligne de centre



Photo 3.46
Chaînage 2206+350, au droit de la ligne de centre (vue vers le sud)



Photo 3.47
Sondage 2206+590, au droit de la ligne de centre (vue vers l'est)



Photo 3.48
Sondage 2206+995, au droit de la ligne de centre (vue vers le sud)



Photo 3.49
Sondage 2207+130, au droit de la ligne de centre



Photos 3.50a et 3.50b
Sondage 2207+350, 15 m à gauche de la ligne de centre

Photos 3.51a et 3.51b
Forage à l'air: enlèvement de la foreuse dans une savane et conditions d'accès

Photo 3.52
Forage à l'air, sondage S-161 accès par la route



Photo 3.53
Foreuse à l'air (Air Track) en opération

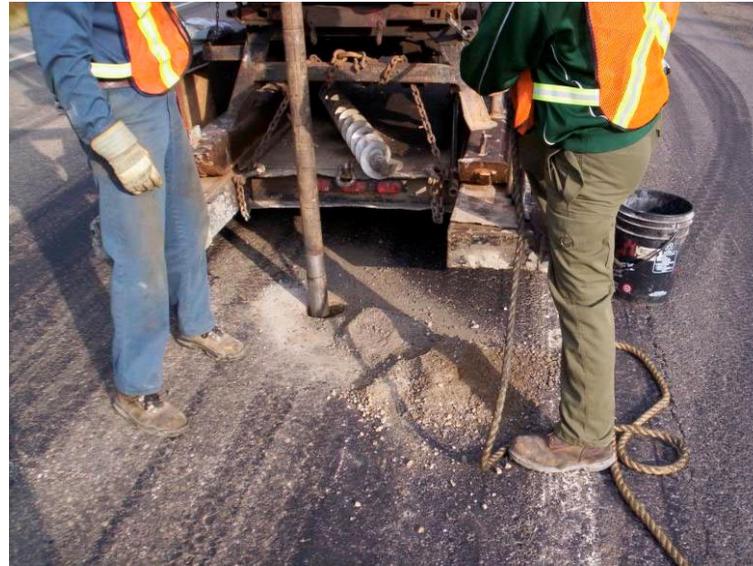


Photo 3.54
Forage dans la chaussée



Photo 3.55
Forage dans la chaussée



Photo 3.56
Forage dans la chaussée

ANNEXE IV

Dessin no 1210405.1-01 – Plan de localisation des sondages et profil stratigraphique