

Annexe Vol 1-4

Étude de faisabilité Rivière Grande Rivière

Titre du document : Oléoduc Énergie Est de TransCanada PipeLines
Étude préliminaire de faisabilité de traverse par FD
Québec : Rivière Grande Rivière

Numéro du document : EEX16327-STCP-C-RP-0007-Fr

Numéro de révision : 0



Engineering Technology Inc.
#24, 12110 - 40 Street SE
Calgary, Alberta
Canada, T2Z 4K6



Johnston Vermette
625, boul. René-Lévesque Ouest, b. 801
Montréal, Québec
Canada, H3B 1R2



Stantec Consulting Ltd.
1200- 59th Avenue SE, Suite 340
Calgary, Alberta
Canada, T2H 2M4

Numéro de révision	D Date de révision A-M-J	Raison de l'émission	Auteur du document (entrepreneur)	Examineur (entrepreneur)	Examineur (entrepreneur)	Approbateur (entrepreneur)
0	2015-02-24	Émis pour information	Bertus Vos	Steve Federko	Gabriel Pop	Chuck Middleton

MISE EN GARDE

Ce document est une traduction du document original signé en anglais. Ce document traduit est fourni dans le but de rendre service aux parties intéressées et ne doit être utilisé qu'à des fins de consultation. Si le texte d'un document original officiel en anglais ne correspond pas au texte de ce document traduit, le document original en anglais a préséance.

Déclaration des limitations et qualifications

Le rapport ci-joint (le « Rapport ») a été préparé par Engineering Technology Inc. (le « Consultant ») au bénéfice du client (le « Client »), selon l'entente signée par le Consultant et le Client, incluant l'étendue des travaux détaillée dans celle-ci (« l'Entente »).

Les renseignements, les données, les recommandations et les conclusions contenus dans le Rapport :

- sont limités à l'étendue, au calendrier et aux autres contraintes et limitations de l'Entente ainsi qu'aux qualifications contenues dans le Rapport (les « Limitations »);
- représentent le jugement professionnel du Consultant en fonction des limitations et des normes de l'industrie pour la préparation de rapports similaires;
- peuvent être fondés sur des renseignements fournis au Consultant qui n'ont pas été vérifiés de façon indépendante;
- n'ont pas été mis à jour depuis la date de délivrance du Rapport et leur exactitude est limitée à la période et aux circonstances dans le cadre desquels ils ont été recueillis, traités, effectués ou soumis;
- doivent être lus comme un tout et des sections ne devraient pas être lues à l'extérieur de leur contexte;
- ont été préparés aux seules fins décrites dans le Rapport et l'Entente;
- pour ce qui est des conditions souterraines, environnementales ou géotechniques, elles peuvent être fondées sur des tests limités en supposant que ces conditions sont uniformes et ne varient pas géographiquement ou en fonction du temps.

Sauf dispositions expressément contraires dans le Rapport ou l'Entente, le Consultant:

- ne sera pas tenu responsable de tout événement ou circonstance qui puisse être survenu depuis la date de préparation du Rapport ou pour toute inexactitude contenue dans les renseignements fournis au Consultant;
- reconnaît que le Rapport représente son jugement professionnel tel que décrit ci-dessus aux seules fins décrites dans le Rapport et l'Entente, mais le Consultant n'émet aucune autre représentation quant au Rapport ou toute partie le composant;
- en ce qui a trait aux conditions souterraines, environnementales ou géotechniques, n'est pas responsable de la variabilité de ces conditions en fonction de la géographie ou du temps.

Le Rapport doit être traité de façon confidentielle et ne peut être utilisé ou invoqué par des tierces parties, sauf :

- tel que convenu par le Consultant et le Client;
- tel que requis par la loi;
- pour l'usage des agences de réglementation gouvernementales.

Tout usage de ce Rapport est assujéti à cette Déclaration des limitations et qualifications. Tout dommage causé par l'usage abusif de ce Rapport ou des sections le composant sera la responsabilité de la partie qui en fait cet usage.

Cette Déclaration des limitations et qualifications est jointe au Rapport et en fait partie intégrante.

Signatures Entec Inc.

Rapport préparé par :

Bertus Vos, ing. jr, CAPM
Directeur de projets, installations sans tranchée

Rapport révisé par :

Steve Federko, ing.
Directeur des opérations
No. OIQ PT01883

1. Introduction

Engineering Technology Inc. (Entec) a évalué un projet de traverse par forage directionnel (FD) de la rivière Grande Rivière au Québec pour le Projet Oléoduc Énergie Est. L'oléoduc projeté est en acier avec un diamètre extérieur de 1 067 mm (42 po). L'information géotechnique a été fournie par la firme Les Services exp inc. En se fondant sur les données géologiques, Entec considère qu'une traverse par FD n'est pas faisable à cet emplacement. La logique menant à cette conclusion est expliquée dans ce rapport.

2. Caractéristiques de l'emplacement

2.1 Topographie

La traverse projetée est située approximativement à 7 km à l'est de Saint-Onésime au Québec. La rivière mesure environ 25 m de largeur à cet emplacement et elle s'écoule parallèlement à la route Drapeau, qui est environ à 120 m du côté ouest. Le côté ouest de la traverse est un terrain boisé généralement plat, à environ 100 m devant un ruisseau. Le côté est aussi situé en forêt, mais le terrain est en pente et s'élève vers l'ouest. Il y a moins d'un (1) mètre de différence d'élévation entre les côtés ouest et est.

2.2 Conditions souterraines

L'étude géotechnique menée à l'emplacement de cette traverse consistait en deux forages. Après avoir évalué les deux forages (QEEP-105 et QEEP-106A), il a été déterminé qu'une traverse par FD n'est pas faisable à cet emplacement. Voir la section 3.2 pour plus de détails. La stratigraphie est présentée dans les tableaux ci-dessous. Le rapport géotechnique final est fourni à l'annexe D.

Tableau 1. Forage QEEP-105

Profondeur (m)	Description du sous-sol
0	
1,3	Aucun matériel récupéré
2,2	Sable silteux et graveleux
6,0	Till : grès, blocs, silt graveleux et sablonneux
23,4	Till : silt graveleux et sablonneux, traces de cailloux
40,2	Flysch : schale, schale ardoisier

Tableau 2 : Forage QEEP-106A

Profondeur (m)	Description du sous-sol
0	
	Aucun matériel récupéré
1,5	
	Sable silteux et graveleux
2,3	
	Till : grès, silt graveleux et sablonneux
9,1	
	Socle rocheux : grès, siltstone
14,3	
	Flysch : schale, schale ardoisier, faible récupération, fracturés
41,3	

3. Considérations sur la conception des FD

3.1 Contraintes exercées sur la canalisation

La traverse par FD étant jugée infaisable en raison des conditions géotechniques, cette section est sans objet. Les spécifications de l'oléoduc sont incluses ci-dessous afin de fournir les données de conception.

Tableau 3 : Spécifications de l'oléoduc et conditions de procédé

Propriété	Valeur	Unités
Diamètre extérieur	1 067	mm
Tolérance d'épaisseur (TÉ)	0	% de l'ÉPN
Épaisseur de paroi nominale	20,2	mm
Grade/Limite élastique minimale spécifiée (LEMS)	550	MPa
Catégorie	II	S. O.
T1 (température de conception minimale)	5	°C
T2 (température d'exploitation maximale)	60	°C
Pression maximale d'exploitation (PME) du projet	8 450	kPa
Pression maximale d'exploitation (PME*) spécifique du site	8 450	kPa
Pression d'essai (PE)	10 563	kPa
Rayon minimal	530	m
Rayon de conception	1 200	m

* La PME finale sera déterminée lors de l'ingénierie détaillée.

3.2 Géométrie

Le forage QEEP-106A du côté ouest de la rivière a mis à jour le socle rocheux fracturé à 9,1 m de profondeur. Des fractures multiples ont été indiquées à partir d'une profondeur de 11,2 m, ainsi que

des zones de faible qualité de roche (ROD; Rock Quality Designation) dans toutes les profondeurs du forage, incluant une zone de 14 à 24 m avec des valeurs ROD variant de 0 à 24. Le forage QEEP-105, du côté est de la rivière, a révélé un socle rocheux à 23,4 m de profondeur, contenant des fractures mécaniques et des valeurs ROD aussi basses que 0.

Il est peu probable qu'un forage puisse être complété après avoir traversé ces couches fracturées, en raison des pertes de fluide de forage incontrôlables attendues. Il est aussi improbable qu'un socle rocheux de cette qualité ait la capacité de maintenir un trou de forage ouvert. Des difficultés de guidage, d'effondrement du trou de forage et de coincement du tuyau sont susceptibles de se produire. Le terrain de couverture, d'une épaisseur approximative de 15 à 20 m sous la rivière, est constitué de sable et de till de silt, contenant du gravier, des cailloux et des blocs rocheux. Ce matériel non consolidé n'est pas désirable pour le forage et n'a pas la capacité de maintenir ouvert un trou de forage. Un forage à travers ces matériaux présenterait un risque élevé de coincement de tuyau, de difficultés de guidage et de pertes de fluide. Habituellement, ces matériaux sont isolés du trou de forage à l'aide d'une gaine de forage. Cette technique nécessiterait cependant que la trajectoire de forage passe par le socle rocheux fissuré et de piètre qualité. Puisque la géologie indésirable n'est pas évitable en raison de la géométrie nécessaire de la trajectoire de forage, un forage directionnel est jugé infaisable à cet emplacement.

3.3 Gaine de forage

Voir le commentaire sur les gaines de forage à la section 3.2.

3.4 Dimensions de l'équipement

La traverse par FD étant jugée infaisable, cette section est sans objet.

3.5 Diamètre du trou de forage

La traverse par FD étant jugée infaisable, cette section est sans objet.

3.6 Levage et insertion de la canalisation

La traverse par FD étant jugée infaisable, cette section est sans objet.

3.7 Contrôle de la flottabilité

La traverse par FD étant jugée infaisable, cette section est sans objet.

4. Faisabilité du FD, risques associés et mesures d'atténuation

4.1 Perte de contrôle du guidage

Les formations de sol meuble ou des changements majeurs dans les propriétés des formations peuvent engendrer des problèmes de guidage. Ces problèmes surviennent lorsque la formation n'offre pas suffisamment de résistance au trépan pour lui permettre d'effectuer un changement de direction. À l'intersection de formations plus dures, comme le socle rocheux, une géologie plus dure, des laminations ou des inclusions peuvent empêcher le trépan de répondre aux commandes de direction à un angle d'incidence peu élevé ou le faire dévier hors limite à un angle d'incidence plus élevé. Les

inclusions de gravier, de cailloux et de blocs rocheux à l'intérieur du terrain de couverture constitué de sable et de silt créeront probablement des difficultés de forage. Le socle rocheux de très faible qualité, affichant des valeurs de RQD aussi faibles que zéro, n'offrira pas assez de résistance pour que le trépan effectue efficacement un changement de direction. Si des déviations dépassant les tolérances sont mesurées, une courte portion du forage est habituellement forée à nouveau pour permettre d'effectuer des ajustements à la trajectoire du forage. Dans les cas extrêmes, il peut s'avérer nécessaire de forer à nouveau en élargissant le trou et, si nécessaire, de cimenter une partie du forage. Le déplacement de la foreuse à un autre endroit pour reprendre le forage, habituellement dans le même espace de travail, est aussi une possibilité.

4.2 Perte de circulation et fuites de fluide

Le risque de perte de fluide est à son niveau le plus élevé pendant le forage du trou pilote, alors que la petite taille du trou de forage entraîne une pression circulatoire plus élevée et que ce trou plus petit peut être bouché plus facilement par les déblais. Le fluide peut se propager dans des failles du socle rocheux, des matériaux meubles déplacés ou le vide entre les matériaux non consolidés. Il y a un risque de perte de fluide à cet emplacement, en raison de la nature fissurée du socle rocheux mis à jour par les forages d'étude géotechnique. Les essais de pression effectués ont eu pour résultat des pertes de fluide. Une perte de circulation peut affecter les coûts et les échéanciers en augmentant les additifs pour fluide de forage nécessaires, le temps requis pour mélanger le nouveau fluide de forage, la quantité d'eau nécessaire et la fréquence des va-et-vient et des nettoyages du trou pour réduire la pression annulaire. Dans certains cas, une perte de circulation incontrôlée requiert qu'une partie du trou de forage soit cimentée et forée à nouveau. Dans d'autres cas, la perte de circulation dans le trou de forage ne peut être prévenue et entraîne des fuites dans la surface du sol ou une masse d'eau. C'est ce qu'on appelle communément une fracturation (frac-out).

4.3 Instabilité du trou de forage

Le socle rocheux de piètre qualité mis à jour par chacun des deux forages exploratoires devrait se comporter comme du gravier et contribuer aux risques d'instabilité du trou de forage et de coincement des outils de forage. Toutes les zones où l'on s'attend à retrouver du silt, du sable, du gravier et des cailloux (tous présents dans le terrain de couverture à cet emplacement) sont aussi source d'inquiétude. L'effondrement du trou de forage peut avoir pour conséquence le coincement de l'équipement lors de la procédure de tirage, la perte d'outils ainsi que l'abandon du trou. Nous estimons que, sur ce site, la probabilité d'effondrement du trou de forage est de modérée à élevée.

4.4 Infiltration d'eau

La traverse par FD étant jugée infaisable, cette section est sans objet.

4.5 Dommages au revêtement ou à la canalisation

La traverse par FD étant jugée infaisable, cette section est sans objet.

4.6 Canalisation coincée

Le sable, le silt et le gravier se détachant de la paroi peuvent entraîner un effondrement du trou de forage et le coincement du tuyau. Similairement, le socle rocheux de piètre qualité est susceptible de s'effondrer et d'entraîner le coincement du tuyau. Les fractures augmentent aussi ce risque de coincement du tuyau. Les fractures devraient causer des pertes de fluide et de circulation, ce qui limite la capacité de sortir les déblais du trou. Une accumulation de déblais peut mener au coincement des outils de forage et au coincement du tuyau pendant le tirage.

4.7 Usure et défaillance des outils de forage

La traverse par FD étant jugée infaisable, cette section est sans objet.

4.8 Risques environnementaux

La traverse par FD étant jugée infaisable, cette section est sans objet.

4.9 Autres risques à considérer

La traverse par FD étant jugée infaisable, cette section est sans objet.

5. Conclusion

La traverse par FD proposée de la rivière Grande Rivière est jugée techniquement infaisable en raison du socle rocheux fissuré et de piètre qualité, et du terrain de couverture non consolidé révélés par l'étude géotechnique. Les risques encourus à cet emplacement comprennent les difficultés de guidage, les pertes de fluide, les pertes par fracturation, l'effondrement du trou de forage et le coincement de la canalisation ou de l'outillage. Procéder à une traverse par FD à cet emplacement n'est pas recommandée, car cela entraînerait fort probablement des retards, une hausse des coûts et des impacts environnementaux, ainsi qu'un risque élevé d'échec du projet. Deux plans préliminaires de traverse alternative (sans tranchée et avec tranchée) sont fournis à l'annexe C. Un plan de traverse final sera émis lors de l'ingénierie détaillée.

Annexe A

Sommaire des calculs

La traverse par FD étant jugée infaisable, cette annexe est sans objet.

Annexe B

Plan de conception

La traverse par FD étant jugée infaisable, cette annexe est sans objet.

Annexe C

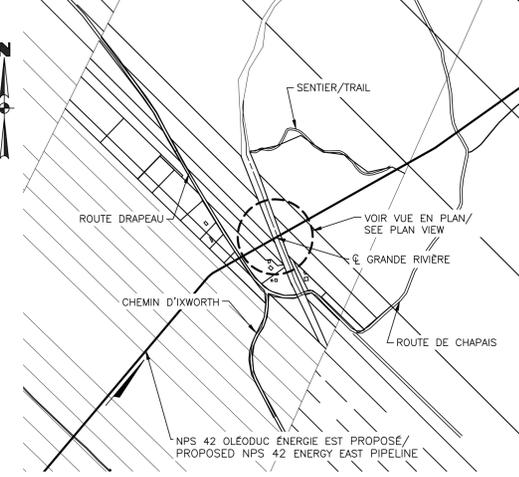
Plans de traverse alternative

NOTES:
ARPENTAGE / SURVEYING:
 1. TOUTES LES MESURES SONT EN MÈTRES SAUF INDICATION CONTRAIRE. / ALL MEASUREMENTS ARE IN METRES UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
 2. TOUTS LES CHAINAGES SONT HORIZONTAUX SAUF INDICATION CONTRAIRE. / ALL CHAINAGES ARE HORIZONTAL UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
GÉNÉRAL / GENERAL:
 3. LA TRAVERSE DEVRA ÊTRE CONSTRUITE ET ÉPROUVÉE EN RESPECTANT AU MINIMUM TOUTS LES RÉGLEMENTS FÉDÉRAUX, PROVINCIAUX, MUNICIPAUX ET RÉGIONAUX APPLICABLES. / AS A MINIMUM, THE CROSSING SHALL BE CONSTRUCTED AND TESTED IN ACCORDANCE WITH ALL APPLICABLE FEDERAL, PROVINCIAL, MUNICIPAL AND REGIONAL REGULATIONS.
 4. LA CONSTRUCTION DE LA CONDUITE ET LE PROGRAMME D'ESSAIS DE PRESSION HYDROSTATIQUE DOIVENT ÊTRE CONFORMES À LA NORME CSA Z662-11, AUX SPÉCIFICATIONS DE CONSTRUCTION TES-PROJ-PCS ET AUX EXIGENCES DU PERMIS DE TRAVERSE. / PIPELINE CONSTRUCTION AND HYDROSTATIC TESTING PROGRAM SHALL COMPLY WITH CSA Z662-11 STANDARD AND TRANSCANADA CONSTRUCTION SPECIFICATIONS TES-PROJ-PCS AND MEET REQUIREMENTS IN THE CROSSING AGREEMENTS.
 5. LA MÉTHODE DE TRAVERSÉ ET D'INSTALLATION DU PIPELINE SERA CONFIRMÉE À L'INGÉNIEUR DÉTAILLÉE. / METHOD FOR RIVER CROSSING AND PIPE INSTALLATION TO BE CONFIRMED DURING DETAILED ENGINEERING.
INSTALLATION DE LA CONDUITE ET ALIGNEMENT / PIPE ALIGNMENT AND INSTALLATION:
 6. L'ENTREPRENEUR PIPELINE DOIT VÉRIFIER LA PROFONDEUR ET L'EMPLACEMENT DES INSTALLATIONS SOUTERRAINES EXISTANTES AVANT LA CONSTRUCTION. / THE PIPELINE CONTRACTOR SHALL VERIFY THE LOCATION AND DEPTH OF EXISTING UNDERGROUND INSTALLATIONS PRIOR TO CONSTRUCTION.

7. EN AUCUN CAS LA CONDUITE NE PEUT ÊTRE INSTALLÉE À L'EXTÉRIEUR DE L'EMPRISE D'OLÉODUC ÉNERGIE EST. / UNDER NO CIRCUMSTANCES SHALL THE PIPELINE BE INSTALLED OUTSIDE OF THE ENERGY EAST R.O.W.
 8. LES ALIGNEMENTS DE LA CONDUITE, TELS QU'INDIQUÉS SUR LE PLAN ET PROFIL, INDIQUENT LES EXIGENCES MINIMALES REQUISES POUR L'OLÉODUC ÉNERGIE EST; L'ENTREPRENEUR PEUT À SA DISCRETION ET À SES FRAIS, PROPOSER UN PROFIL ALTERNATIF AU MOMENT DE LA SOUMISSION. LES PROPOSITIONS ALTERNATIVES DOIVENT ÊTRE APPROUVÉES PAR TRANSCANADA ET LES AUTORITÉS DE RÉGLEMENTATION CONCERNÉES. / PIPELINE ALIGNMENTS, AS INDICATED ON THE PLAN AND PROFILE, REFLECT ENERGY EAST PIPELINE MINIMUM REQUIREMENTS. THE CONTRACTOR MAY, AT THEIR DISCRETION AND COST, PROPOSE AN ALTERNATIVE PROFILE AT THE TIME OF TENDER, ALTERNATIVE PROPOSALS MUST BE APPROVED BY TRANSCANADA AND APPLICABLE REGULATORY AGENCIES.
 9. LA CONDUITE DOIT ÊTRE MISE EN PLACE SUR LE SOL NATUREL NON-REMANIÉ AVEC LA PROTECTION APPROPRIÉE. LES PENTES LATÉRALES D'EXCAVATION TEMPORAIRE DEVONT RESPECTER LA SPÉCIFICATION DE CONSTRUCTION TES-PROJ-PCS DE TRANSCANADA. / PIPELINE SHALL BE PLACED ON NATURAL, UNDISTURBED SOIL WITH APPROPRIATE PROTECTION. TEMPORARY SIDE SLOPES SHALL MEET TRANSCANADA CONSTRUCTION SPECIFICATION TES-PROJ-PCS.
 10. L'ANGLE DE COURBURE MAXIMALE DE LA CONDUITE SUR LE TERRAIN EST DE 1.0 DEGRÉ PAR DIAMÈTRE DE LONGUEUR. / THE MAXIMUM PIPE FIELD BEND ANGLE IS 1.0 DEGREE PER DIAMETER LENGTH.
 11. UN PLAN ET UN PROFIL «TEL-QUE-CONSTRUIT» DOIVENT ÊTRE FOURNIS À OLÉODUC ÉNERGIE EST APRÈS L'ACHEVEMENT DES TRAVAUX. / A FINAL «AS-BUILT» PLAN AND PROFILE SHALL BE PROVIDED TO ENERGY EAST PIPELINE AFTER THE COMPLETION OF THE WORK.
 12. LA PROFONDEUR DE RECouvreMENT SERA DÉTERMINÉE À LA PHASE D'INGÉNIEURIE DE DÉTAIL. / DEPTH OF COVER WILL BE FINALIZED DURING THE DETAILED ENGINEERING PHASE.

GESTION DES DÉBLAIS ET REMBLAIS TEMPORAIRES / SOIL PLACEMENT-TEMPORARY:
 13. LES PENTES DU DÉBLAIS D'EXCAVATION DOIVENT ÊTRE CONFORMES AUX NORMES TES-DV31-2333 ET TES-PROJ-EXC DE TRANSCANADA ET AUX NORMES LOCALE. / TEMPORARY SPOIL SLOPE FROM EXCAVATION SHALL CONFORM TO TRANSCANADA SPECIFICATIONS TES-DV31-2333, TES-PROJ-EXC AND LOCAL REQUIREMENTS.
 14. L'LAIRE D'ENTREPOSAGE DES DÉBLAIS DOIT ÊTRE NIVELÉE POUR S'ASSURER QUE L'EAU NE S'ACCUMULE PAS À LA SURFACE ET QUE LES DÉBLAIS MIS EN TAS N'EMPECHENT PAS L'ÉCOULEMENT DE L'EAU. / SPOIL AREAS SHALL BE GRADED TO ENSURE THE WATER WILL NOT POND ON THE SURFACE OR BE TRAPPED BY THE SPOIL PILE.
GESTION DES DÉBLAIS ET REMBLAIS PERMANENTS / SOIL PLACEMENT-PERMANENT:
 15. LA TRANCHÉE DE LA CONDUITE TRAVERSANT LE COURS D'EAU DOIT ÊTRE REMBLAYÉE AVEC LES MATÉRIAUX EN PLACE JUSQU'AU NIVEAU APPROXIMATIF DU LIT ORIGINAL DE LA RIVIÈRE. / PIPE DITCH ACROSS MAIN CHANNEL SHALL BE BACKFILLED WITH NATIVE MATERIAL TO APPROXIMATELY THE ORIGINAL GRADE.
 16. LES MATÉRIAUX DES BERGES DOIVENT ÊTRE REPLACÉS DE FAÇON PERMANENTE PAR COUCHES DE 300mm D'ÉPAISSEUR DÔMENT COMPACTÉES. CES MATÉRIAUX DOIVENT ÊTRE EXEMPTS DE MATIÈRES ORGANIQUES ET DE DÉBRIS LIGNEUX. AVANT LE REMBLAYAGE SUR UNE SURFACE EN PENTE GELÉE, LA SURFACE GELÉE DEVRA ÊTRE SCARIFIÉE POUR FAVORISER L'ADHÉSION ENTRE CELLE-CI ET LE REMBLAI. / BANK MATERIALS MUST BE PERMANENTLY REPLACED IN LAYERS OF 300mm MAXIMUM, AND PROPERLY COMPACTED. THESE MATERIALS MUST BE FREE OF ORGANIC MATTER AND WOODY DEBRIS. PRIOR TO PLACING FILL ON FROZEN SLOPED SURFACES, THESE SURFACES MUST BE SCARIFIED TO MAXIMIZE ADHESION OF MATERIALS.

17. SI REQUIS, LE REMBLAI DANS LE TALUS DOIT ÊTRE MIS EN PLACE AVEC UNE PENTE MAXIMALE DE 2H:1V POUR OPTIMISER LA STABILITÉ DU TALUS. / IF REQUIRED, THE SOILS IN THE SAG BEND AND BANK AREA SHALL BE PLACED WITH A MAXIMUM SLOPE OF 2H:1V TO OPTIMIZE BANK STABILITY.
 18. LORS DE TRAVAUX HIVERNAUX, DES TASSEMENTS CONSIDÉRABLES PEUVENT SE PRODUIRE DANS LES BERGES REMBLAYÉES L'ÉTÉ SUIVANT LA CONSTRUCTION ET LES BERGES POURRAIENT NÉCESSITER UN REPROFILAGE FINAL SELON LA PENTE SPÉCIFIÉE. UNE QUANTITÉ DE REMBLAI SUPPLÉMENTAIRE POURRAIT ÊTRE REQUISE POUR COMPENSER CES TASSEMENTS. LES BERGES DEVRONT ÊTRE PROFILÉES AFIN QUE L'EAU NE S'ACCUMULE PAS EN HAUT DE TALUS. / FOR WINTER CONSTRUCTION, CONSIDERABLE SETTLEMENT OF THE BANK FILL MAY OCCUR THE FIRST SUMMER AFTER CONSTRUCTION, AND THE BANK MAY REQUIRE FINAL GRADING TO THE SPECIFIED SLOPE. ADDITIONAL FILL MAY BE REQUIRED TO COMPENSATE FOR THE BACKFILL SETTLEMENT. BANKS SHALL BE GRADED SUCH THAT WATER DOES NOT POND AT THE TOP OF THE BANK.
CONTRÔLE DE LA FLOTTABILITÉ / BUOYANCY CONTROL:
 19. LE CONTRÔLE DE LA FLOTTABILITÉ SERA DÉTERMINÉE À L'INGÉNIEUR DÉTAILLÉE. / BUOYANCY CONTROL WILL BE DETERMINED IN DETAILED ENGINEERING.
ENVIRONNEMENT / ENVIRONMENTAL:
 20. VOIR LES CLAUSES ENVIRONNEMENTALES DÉTAILLÉES (À ÊTRE COMPLÉTÉES À L'INGÉNIEUR DÉTAILLÉE). / SEE DETAILED ENVIRONMENTAL CONDITIONS (TO BE DEFINED IN DETAILED ENGINEERING)

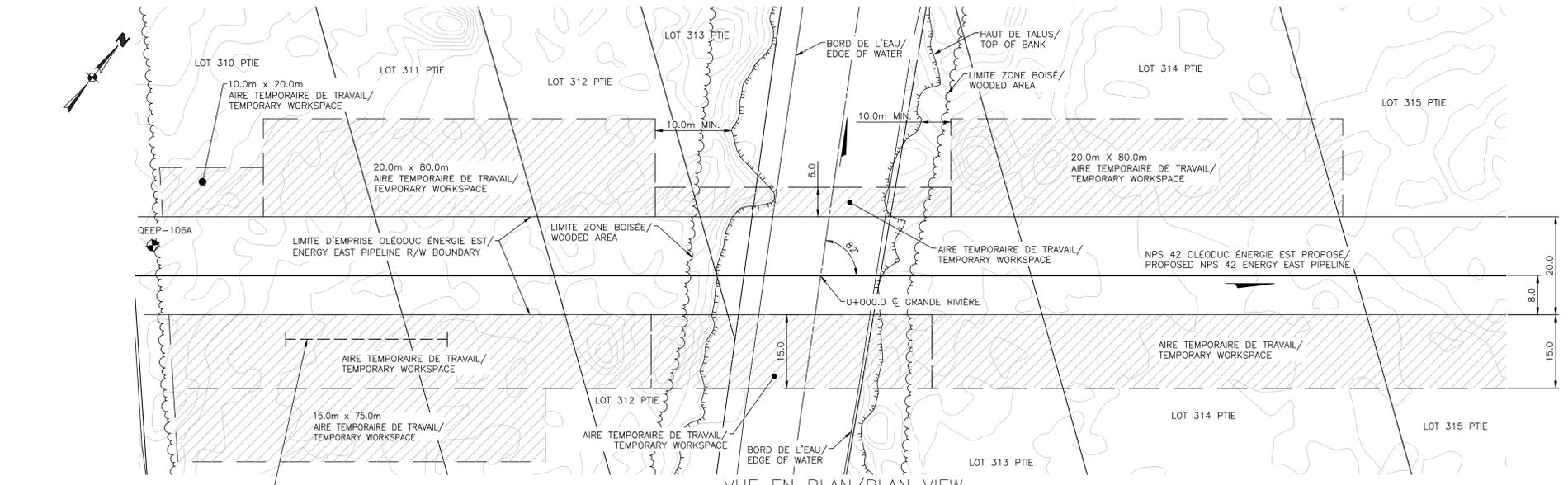


MUNICIPALITÉ DE/MUNICIPALITY OF SAINT-ONÉSIME
 LAT. 47° 17' 56.06" LONG. -69° 54' 05.41"
 AU/AT   GRANDE RIVIÈRE
PLAN DE LOCALISATION / LOCATION PLAN
 ÉCHELLE/SCALE 1:10,000

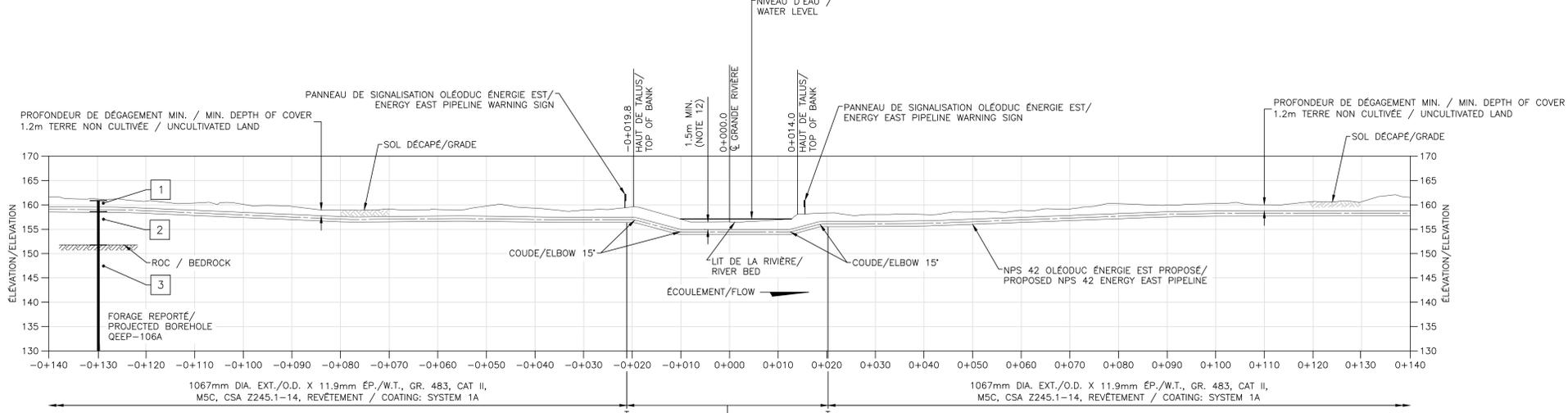
SPÉCIFICATIONS DE L'OLÉODUC / PIPELINE SPECIFICATIONS

- CONDUITE / LINE PIPE: 1067mm DIA. EXT. / O.D. (NPS 42) x 11.9mm ÉP./W.T. GR. 483, CAT II, MSC CSA Z245.1-14
 TUYAU À PAROI ÉPAISSE / HW PIPE: 1067mm DIA. EXT. / O.D. (NPS 42) x 15.9mm ÉP./W.T. GR. 483, CAT II, MSC CSA Z245.1-14
- TEMPÉRATURE D'OPÉRATION MAX. / MAX. OPERATING TEMPERATURE: 60°C
- TEMPÉRATURE D'OPÉRATION MIN. / MIN. OPERATING TEMPERATURE: -5°C
- TYPE DE JOINT / TYPE OF JOINT: SOUDÉ / WELDED
- REVÊTEMENT CONDUITE / LINE PIPE COATING: SYSTÈME / SYSTEM 1A
 TUYAU À PAROI ÉPAISSE / HW PIPE: SYSTÈME / SYSTEM 1A
- MÉTHODE DE TRAVERSE / CROSSING METHOD: TRANCHÉE / TRENCHED
- TEST DE PRESSION MIN. (SECTION DE TRAVERSE)/MIN. TEST PRESSURE (CROSSING SECTION): 10 563 kPa
- PRESSION MAX. D'EXPLOITATION* / MAX. OPERATING PRESSURE*: 8 450 kPa
- PRODUIT TRANSPORTÉ / PRODUCT CARRIED: PÉTROLE BRUT / CRUDE OIL

*LA VALEUR FINALE DE LA PME SERA DÉTERMINÉE À LA PHASE D'INGÉNIEURIE DÉTAILLÉE / FINAL MOP WILL BE DETERMINED DURING DETAILED ENGINEERING.



SECTION DE TUYAU ASSEMBLÉE POUR TRAVERSE 33m / ASSEMBLED PIPE SECTION FOR CROSSING 33m
VUE EN PLAN / PLAN VIEW
 ÉCHELLE/SCALE 1:500



VUE EN PROFIL / PROFILE VIEW
 ECH. HOR./HOR. SCALE 1:500

RAPPORT DE FORAGE / BOREHOLE LOG

No. FORAGE / BOREHOLE No.	REPERE / TAG	DESCRIPTION
QEEP-106A	1	SABLE / SAND
	2	SABLE (TILL) / SAND (TILL)
	3	ROC / BEDROCK

DESSINS DE RÉFÉRENCE / REFERENCE DRAWINGS

DESSIN/DRAWING No	TITRE/TITLE
4930-03-ML-SK-524F	PANNEAU DE SIGNALISATION POUR OLÉODUC À HAUTE PRESSION/HIGH PRESSURE OIL PIPELINE WARNING SIGN
4930-03-ML-SK-517F	DÉTAIL TYPIQUE DE TRANSITION DE TUYAU/TYPICAL PIPE TRANSITION DETAIL
STD5-03-ML-05-608F	REMBLAI TRAVERSE DE RIVIÈRE, PROTECTION CONTRE L'ÉROSION/WATERCROSSING BANK EROSION PROTECTION
4930-03-ML-SK-514F	DESSIN TYPIQUE DE COUDE 3D/TYPICAL DRAWING 3D ELBOW DETAIL
STD5-03-ML-05-295	PONCEAU TEMPORAIRE AVEC BUSE / TEMPORARY FLUME CULVERT CROSSING
STD5-03-ML-05-296	TRAVERSE DE COURS D'EAU AVEC BUSE / FLUME WATERCOURSE CROSSING
STD5-03-ML-05-297	TRAVERSES DE COURS D'EAU PAR BARRAGE ET POMPAGE / DAM AND PUMP WATERCOURSE CROSSINGS
16327-03-ML-03-032	GRANDE RIVIÈRE - TRAVERSE PAR FORAGE HORIZONTAL / BORE CROSSING (ALTERNATIVE)

RÉVISION / REVISION

REV/REV	DATE/DATE	DESCRIPTION/DESCRIPTION
A	2014-04-25	EMIS POUR RÉVISION (JOHNSTON-VERMETTE) / ISSUED FOR REVIEW (JOHNSTON-VERMETTE)
B	2014-04-29	EMIS POUR RÉVISION (STANTEC) / ISSUED FOR REVIEW (STANTEC)
C	2014-05-16	EMIS POUR RÉVISION (CLIENT) / ISSUED FOR REVIEW (CLIENT)
D	2014-06-09	EMIS POUR INGÉNIEURIE DE BASE / ISSUED FOR FEED
E	2014-12-12	EMIS POUR RÉVISION CLIENT / ISSUED FOR CLIENT REVIEW
F	2015-02-12	EMIS POUR INFORMATION / ISSUED FOR INFORMATION

APPROBATION / APPROVAL

CODE PROJET / PROJECT CODE	DESSINATEUR / DRAWER	VÉRIFICATEUR / CHECKER	CONCEPTEUR / DESIGNER	VÉRIF. CONCEPT / DESIGN CHK.	CHARGE PROJET / PROJECT MGR	COMPAGNIE / COMPANY
2223824	GD	MT	CT	AB	SM	JOHNSTON-VERMETTE
2223824	GD	MT	CT	AB	SM	JOHNSTON-VERMETTE
2.229206	GD	MT	CT	AB	SM	JOHNSTON-VERMETTE
2.229206	MT	CS	NG	AB	SM	JOHNSTON-VERMETTE
2.229206	JCS	CS	NG	AB	GP	JOHNSTON-VERMETTE
2.229206	JCS	CS	NG	AB	GP	JOHNSTON-VERMETTE

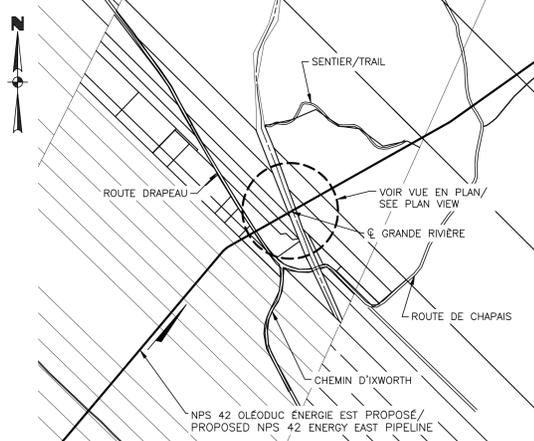
INGÉNIEUR/RPT PROFESSIONAL ENGINEER/RPT
 PERMIS/APP. ING. PERMIT/ENG. APPROVAL
 DATE/DATE
**PRÉLIMINAIRE
 NON POUR CONSTRUCTION/
 PRELIMINARY ONLY
 NOT FOR CONSTRUCTION**

TransCanada
Stantec
 JOHNSTON-VERMETTE
 INFORMATION GÉNÉRALE OLÉODUC ÉNERGIE EST / ENERGY EAST GENERAL INFORMATION PIPELINE
 FIA/FIA 16327 CHAINAGE/CHAINAGE DISCIPLINE/DISCIPLINE 03
 GRANDE RIVIÈRE
 TRAVERSE EN TRANCHÉE (ISOLÉE)/TRENCHED CROSSING (ISOLATED) (ALTERNATIVE)
 QUÉBEC
 ECH./SCALE 1:0.1/A.S. DESSIN/DRAWING 16327-03-ML-03-012 REV/REV F

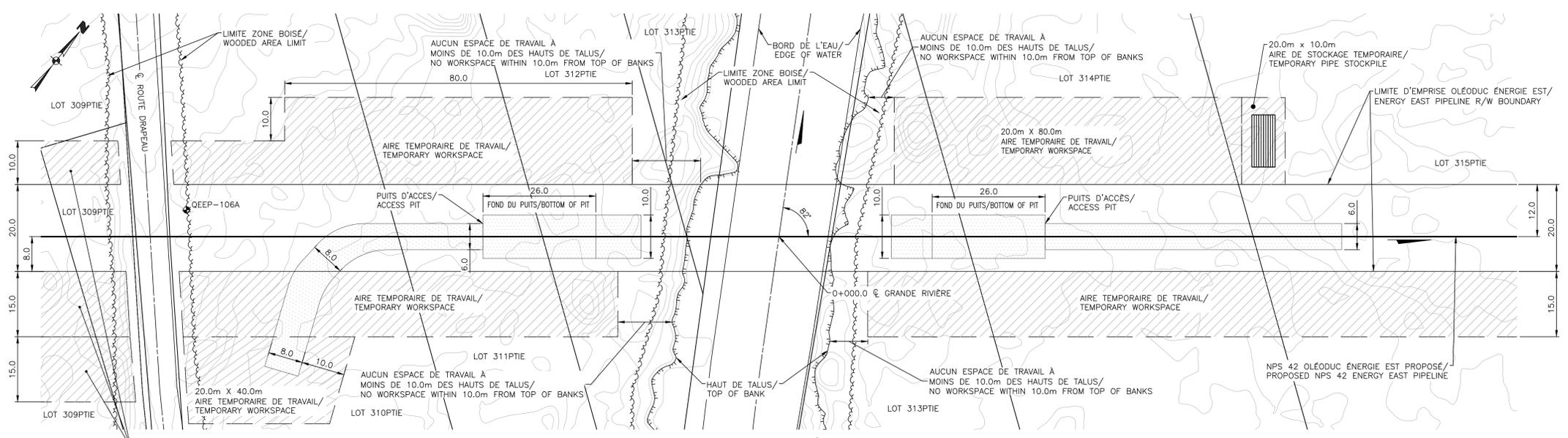
- NOTES:**
ARPENTAGE / SURVEYING:
- TOUTES LES MESURES SONT EN MÈTRES SAUF INDICATION CONTRAIRE. / ALL MEASUREMENTS ARE IN METERS UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
 - TOUTS LES CHANGEMENTS SONT HORIZONTAUX SAUF INDICATION CONTRAIRE. / ALL CHANGES ARE HORIZONTAL UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
- GÉNÉRAL / GENERAL:**
- LA TRAVERSE DEVRA ÊTRE CONSTRUITE ET ÉPROUVÉE EN RESPECTANT AU MINIMUM TOUS LES RÈGLEMENTS FÉDÉRAUX, PROVINCIAUX, MUNICIPAUX ET RÉGIONAUX APPLICABLES. / AS A MINIMUM, THE CROSSING SHALL BE CONSTRUCTED AND TESTED IN ACCORDANCE WITH ALL APPLICABLE FEDERAL, PROVINCIAL, MUNICIPAL AND REGIONAL REGULATIONS.
 - LA CONSTRUCTION DE LA CONDUITE ET LE PROGRAMME D'ESSAIS DE PRESSION HYDROSTATIQUE DOIVENT ÊTRE CONFORMES À LA NORME CSA Z662-11, AUX SPÉCIFICATIONS DE CONSTRUCTION TES-PROJ-PCS DE TRANSCANADA ET AUX EXIGENCES DU PERMIS DE TRAVERSE. / PIPELINE CONSTRUCTION AND HYDROSTATIC TESTING PROGRAM SHALL COMPLY WITH CSA Z662-11 STANDARD, TRANSCANADA CONSTRUCTION SPECIFICATION TES-PROJ-PCS AND MEET REQUIREMENTS IN THE CROSSING AGREEMENTS.
 - LES ALIGNEMENTS DE LA CONDUITE, TELS QU'INDIQUÉS SUR LE PLAN ET PROFIL, INDIQUENT LES EXIGENCES MINIMALES REQUISES POUR L'OLÉODUC ÉNERGIE EST; L'ENTREPRENEUR PEUT À SA DISCRETION ET À SES FRAIS, PROPOSER UN PROFIL ALTERNATIF AU MOMENT DE LA SOUMISSION. LES PROPOSITIONS ALTERNATIVES DOIVENT ÊTRE APPROUVÉES PAR TRANSCANADA ET LES AUTORITÉS DE RÉGLEMENTATION CONCERNÉES. / PIPELINE ALIGNMENTS, AS INDICATED ON THE PLAN AND PROFILE, REFLECT ENERGY EAST PIPELINE MINIMUM REQUIREMENTS. THE CONTRACTOR MAY, AT THEIR DISCRETION AND COST, PROPOSE AN ALTERNATIVE PROFILE AT THE TIME OF TENDER; ALTERNATIVE PROPOSALS MUST BE APPROVED BY TRANSCANADA AND APPLICABLE REGULATORY AGENCIES.
 - EN AUCUN CAS LA CONDUITE NE PEUT ÊTRE INSTALLÉE À L'EXTÉRIEUR DE L'EMPRISE D'OLÉODUC ÉNERGIE EST. / UNDER NO CIRCUMSTANCES SHALL THE PIPELINE BE INSTALLED OUTSIDE OF THE ENERGY EAST R.O.W.
 - LA CONDUITE DOIT ÊTRE MISE EN PLACE SUR LE SOL NATUREL NON-REMANIÉ AVEC LA PROTECTION APPROPRIÉE. LES PENTES LATÉRALES D'EXCAVATION TEMPORAIRE DEVRONT RESPECTER LA SPÉCIFICATION DE CONSTRUCTION TES-PROJ-PCS DE TRANSCANADA. / PIPELINE SHALL BE PLACED ON NATURAL UNDISTURBED SOIL WITH APPROPRIATE PROTECTION. TEMPORARY SIDE SLOPES SHALL MEET TRANSCANADA CONSTRUCTION SPECIFICATION TES-PROJ-PCS.

- ALIGNEMENT DE LA CONDUITE ET INSTALLATION / PIPE ALIGNMENT AND INSTALLATION:**
- L'ENTREPRENEUR DU FORAGE HORIZONTAL DOIT VÉRIFIER LA PROFONDEUR ET L'EMPLACEMENT DES INSTALLATIONS SOUTERRAINES EXISTANTES AVANT LA CONSTRUCTION. / THE BORING CONTRACTOR SHALL VERIFY THE LOCATION AND DEPTH OF EXISTING UNDERGROUND INSTALLATIONS PRIOR TO CONSTRUCTION.
 - UN PLAN ET UN PROFIL «TEL-QUE-CONSTRUITS» DOIVENT ÊTRE FOURNIS À L'OLÉODUC ÉNERGIE EST APRÈS L'ACHÈVEMENT DES TRAVAUX. / A FINAL «AS-BUILT» PLAN AND PROFILE SHALL BE PROVIDED TO ENERGY EAST PIPELINE AFTER THE COMPLETION OF THE WORK.
 - L'ENTREPRENEUR DU PIPELINE FOURNIRA L'ASSISTANCE À LA PRÉPARATION DU SITE ET À SON ACCÈS, À LA MISE EN PLACE DE L'ÉQUIPEMENT DE FORAGE, À L'INSTALLATION DU TUYAU, AU RETRAIT DE L'ÉQUIPEMENT DE FORAGE, ET À LA REMISE EN ÉTAT DU SITE. / THE PIPELINE CONTRACTOR WILL PROVIDE ASSISTANCE IN PREPARING THE SITE, GRADING FOR SITE ACCESS, SETTING UP BORING EQUIPMENT, INSTALLATION OF THE PIPE, REMOVAL OF BORING EQUIPMENT, AND RESTORATION OF THE SITE.
 - LA PROFONDEUR DE RECouvreMENT SERA DÉTERMINÉE À LA PHASE D'INGÉNIERIE DÉTAILLÉE. / DEPTH OF COVER WILL BE FINALIZED DURING THE DETAILED ENGINEERING PHASE.

- GESTION DES DÉBLAIS ET DES REMBLAIS TEMPORAIRES / SOIL PLACEMENT-TEMPORARY:**
- LES PENTES DU DÉBLAIS D'EXCAVATION DOIVENT ÊTRE CONFORMES À LES NORMES TES-DV31-2333 ET TES-PROJ-EXC DE TRANSCANADA ET AUX NORMES LOCALE. / TEMPORARY SPOIL SLOPE FROM EXCAVATION SHALL CONFORM TO TRANSCANADA SPECIFICATIONS TES-DV31-2333, TES-PROJ-EXC AND LOCAL REQUIREMENTS.
 - L'AIRE D'ENTREPOSAGE DES DÉBLAIS DOIT ÊTRE NIVELÉE POUR S'ASSURER QUE L'EAU NE S'ACCUMULE PAS À LA SURFACE ET QUE LES DÉBLAIS MIS EN TAS N'EMPECHENT PAS L'ÉCOULEMENT DE L'EAU. / SPOIL AREAS SHALL BE GRADED TO ENSURE THE WATER WILL NOT POND ON THE SURFACE OR BE TRAPPED BY THE SPOIL PILE.
- ENVIRONNEMENT / ENVIRONMENTAL:**
- VOIR LES CLAUSES ENVIRONNEMENTALES DÉTAILLÉES (À ÊTRE COMPLÉTÉES À L'INGÉNIERIE DÉTAILLÉE) / SEE DETAILED ENVIRONMENTAL CONDITIONS (TO BE DEFINED IN DETAILED ENGINEERING)



MUNICIPALITÉ DE/MUNICIPALITY OF SAINT-ONÉSIME
 LAT. 47° 17' 56" LONG. -69° 54' 5.41"
 AU/AT Q GRANDE RIVIÈRE
PLAN DE LOCALISATION / LOCATION PLAN
 ÉCHELLE/SCALE 1:10,000

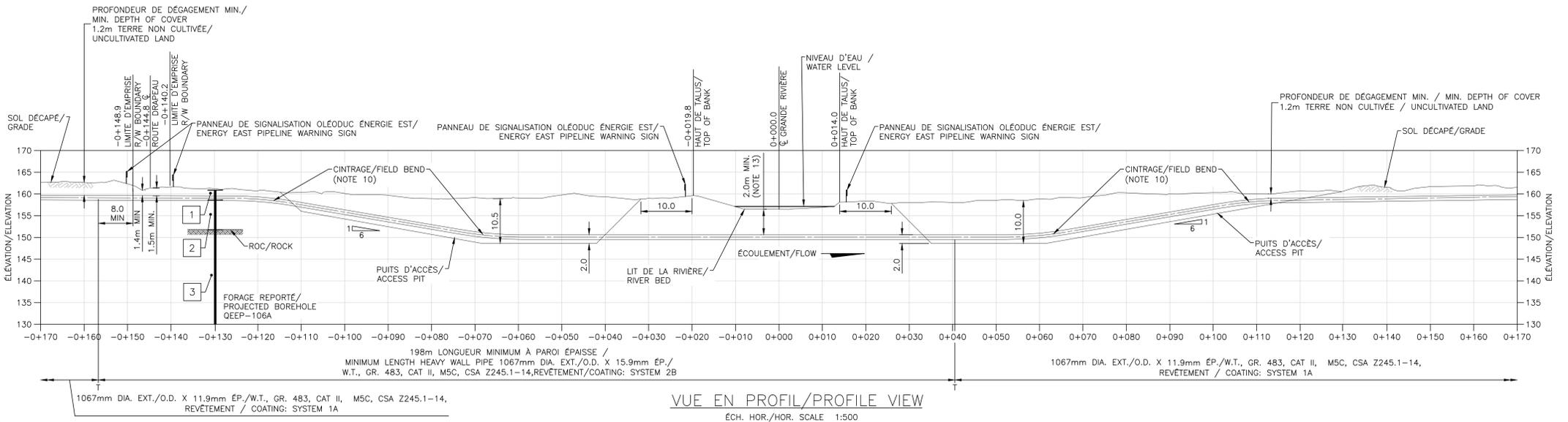


VUE EN PLAN/PLAN VIEW
 ÉCHELLE/SCALE 1:500

SPÉCIFICATIONS DE L'OLÉODUC / PIPELINE SPECIFICATIONS

- CONDUITE / LINE PIPE: 1067mm DIA. EXT. / O.D. (NPS 42) x 11.9mm ÉP./W.T. GR. 483, CAT II, MSC CSA Z245.1-14
- TUYAU À PAROI ÉPAISSE / HW PIPE: 1067mm DIA. EXT. / O.D. (NPS 42) x 15.9mm ÉP./W.T. GR. 483, CAT II, MSC CSA Z245.1-14
- TEMPÉRATURE D'OPÉRATION MAX. / MAX. OPERATING TEMPERATURE: 60°C
- TEMPÉRATURE D'OPÉRATION MIN. / MIN. OPERATING TEMPERATURE: -5°C
- TYPE DE JOINT / TYPE OF JOINT: SOUDÉ / WELDED
- REVÊTEMENT CONDUITE / LINE PIPE COATING: SYSTÈME / SYSTEM 1A
- TUYAU À PAROI ÉPAISSE / HW PIPE: SYSTÈME / SYSTEM 2B
- MÉTHODE DE TRAVERSE / CROSSING METHOD: FORAGE HORIZONTAL / BORE
- MÉTHODE DE TRAVERSE ALTERNATIVE / ALTERNATE CROSSING METHOD: TRANCHÉE / TRENCHED
- TEST DE PRESSION MIN. (SECTION DE TRAVERSE)/MIN. TEST PRESSURE (CROSSING SECTION): 10 563 kPa
- PRESSION MAX. D'EXPLOITATION* / MAX. OPERATING PRESSURE*: 8 450 kPa
- PRODUIT TRANSPORTÉ / PRODUCT CARRIED: PÉTROLE BRUT / CRUDE OIL

*LA VALEUR FINALE DE LA PME SERA DÉTERMINÉE À LA PHASE D'INGÉNIERIE DÉTAILLÉE / FINAL MOP WILL BE DETERMINED DURING DETAILED ENGINEERING.



VUE EN PROFIL/PROFILE VIEW
 ECH. HOR./HOR. SCALE 1:500

RAPPORT DE FORAGE / BOREHOLE LOG

No. FORAGE/ BOREHOLE No.	REPERE / TAG	DESCRIPTION
QEEP-106A	1	SABLE / SAND
	2	SABLE (TILL) / SAND (TILL)
	3	ROC / BEDROCK

DESSINS DE RÉFÉRENCE/REFERENCE DRAWINGS

DESSIN/DRAWING No	TITRE/TITLE
4930-03-ML-SK-524F	PANNEAU DE SIGNALISATION POUR OLÉODUC À HAUTE PRESSION/HIGH PRESSURE OIL PIPELINE WARNING SIGN
4930-03-ML-SK-517F	DÉTAIL TYPIQUE DE TRANSITION DE TUYAU/TYPICAL PIPE TRANSITION DETAIL
4930-03-ML-SK-514F	DESSIN TYPIQUE DE COUDE 3D/TYPICAL DRAWING 3D ELBOW DETAIL
16327-03-ML-03-012	GRANDE RIVIÈRE - TRAVERSE EN TRANCHÉE (ISOLÉE) / TRENCHED CROSSING (ISOLATED) (ALTERNATIVE)

RÉVISION/REVISION

REV/REV	DATE/DATE	DESCRIPTION/DESCRIPTION
A	2014-12-12	ÉMIS POUR RÉVISION CLIENT / ISSUED FOR CLIENT REVIEW
B	2015-02-12	ÉMIS POUR INFORMATION / ISSUED FOR INFORMATION

APPROBATION/APPROVAL

CODE PROJET / PROJECT CODE	DESSINATEUR / DRAWER	VÉRIFICATEUR / CHECKER	CONCEPTEUR / DESIGNER	VÉRIF. DESIGN / CHK.	CHARGE PROJET / PROJECT MGR.	COMPAGNIE / COMPANY
2.229206	JCS	CS	NG	AB	GP	JOHNSTON-VERMETTE
2.229206	JCS	CS	NG	AB	GP	JOHNSTON-VERMETTE

INGÉNIEUR/RPT PROFESSIONAL ENGINEER/RPT
 PERMIS/APP. IND. PERMIT/ENG. APPROVAL
 DATE/DATE
**PRÉLIMINAIRE
 NON POUR CONSTRUCTION/
 PRELIMINARY ONLY
 NOT FOR CONSTRUCTION**
 REV/REV DATE/DATE PERMIS/PERMIT No:

TransCanada
Stantec
 JOHNSTON-VERMETTE
 INFORMATION GÉNÉRALE OLÉODUC ÉNERGIE EST / ENERGY EAST GENERAL INFORMATION PIPELINE
 FIA/FA 16327 CHANGEMENT/CHANGE DISCIPLINE/DISCIPLINE 03
 GRANDE RIVIÈRE
 TRAVERSE PAR FORAGE HORIZONTAL / BORE CROSSING (ALTERNATIVE)
 QUÉBEC
 ECH./SCALE 1:0.1/A.S. DESSIN/DRAWING 16327-03-ML-03-032 REV/REV B

Annexe D

Information géotechnique

H1. Rapports de forage

Géotechnique et environnement

Notes explicatives sur les rapports de sondage



Les rapports de forages et/ou sondage, placés en annexe, contiennent une description des sols et du roc rencontrés, incluant la profondeur et l'élévation de chacune des couches et le type, la profondeur et la récupération de chacun des échantillons prélevés lors des travaux sur le terrain.

<u>DESCRIPTION</u>			<u>Socle rocheux</u>																																																																																											
<p>La description des sols est basée sur la classification selon la dimension des particules, l'importance relative de chacun des constituants et les résultats des divers essais réalisés sur le terrain ou en laboratoire.</p> <p>Classification et dimension des particules</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Terminologie</u></th> <th><u>Dimensions (mm)</u></th> <th><u>Proportion (en poids)</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Blocs</td> <td>> 300</td> <td>< 10 %</td> </tr> <tr> <td>Cailloux</td> <td>80 à 300</td> <td>10 % à 20 %</td> </tr> <tr> <td>Gravier</td> <td>5,0 à 80</td> <td>20 % à 35 %</td> </tr> <tr> <td>Sable</td> <td>0,080 à 5,0</td> <td>> 35 %</td> </tr> <tr> <td>Silt</td> <td>0,002 à 0,080</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Argile</td> <td>< 0,002</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Traces Un peu Adjectif (ex. : sableux) Nom (ex. : et sable)</p>			<u>Terminologie</u>	<u>Dimensions (mm)</u>	<u>Proportion (en poids)</u>	Blocs	> 300	< 10 %	Cailloux	80 à 300	10 % à 20 %	Gravier	5,0 à 80	20 % à 35 %	Sable	0,080 à 5,0	> 35 %	Silt	0,002 à 0,080		Argile	< 0,002		<p>La description du roc est le résultat de l'examen pétrographique des échantillons recueillis. Le degré de fracturation du roc est exprimé par l'indice de qualité du roc (RQD), qui est le résultat du rapport de la sommation des longueurs des échantillons de plus de 100 millimètres de longueur sur la longueur totale de la course.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Terminologie</u></th> <th><u>Indice RQD</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Très mauvaise</td> <td>0 % à 25 %</td> </tr> <tr> <td>Mauvaise</td> <td>25 % à 50 %</td> </tr> <tr> <td>Moyenne</td> <td>50 % à 75 %</td> </tr> <tr> <td>Bonne</td> <td>75 % à 90 %</td> </tr> <tr> <td>Excellente</td> <td>90 % à 100 %</td> </tr> </tbody> </table>		<u>Terminologie</u>	<u>Indice RQD</u>	Très mauvaise	0 % à 25 %	Mauvaise	25 % à 50 %	Moyenne	50 % à 75 %	Bonne	75 % à 90 %	Excellente	90 % à 100 %																																																									
<u>Terminologie</u>	<u>Dimensions (mm)</u>	<u>Proportion (en poids)</u>																																																																																												
Blocs	> 300	< 10 %																																																																																												
Cailloux	80 à 300	10 % à 20 %																																																																																												
Gravier	5,0 à 80	20 % à 35 %																																																																																												
Sable	0,080 à 5,0	> 35 %																																																																																												
Silt	0,002 à 0,080																																																																																													
Argile	< 0,002																																																																																													
<u>Terminologie</u>	<u>Indice RQD</u>																																																																																													
Très mauvaise	0 % à 25 %																																																																																													
Mauvaise	25 % à 50 %																																																																																													
Moyenne	50 % à 75 %																																																																																													
Bonne	75 % à 90 %																																																																																													
Excellente	90 % à 100 %																																																																																													
<p>Un matériau décrit comme un « till » ou « moraine » est susceptible de contenir des cailloux et/ou des blocs de façon erratique. La proportion de cailloux et de blocs est donc évaluée de façon distincte.</p> <p>Sols pulvérulents</p> <p>Dans le cas des sols pulvérulents (silt, sable et gravier), l'état de densité du sol, ou compacité, est qualifié d'après l'indice « N » de l'essai de pénétration standard.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Compacité</u></th> <th><u>Indice « N »</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Très lâche</td> <td>< 4</td> </tr> <tr> <td>Lâche</td> <td>4 à 10</td> </tr> <tr> <td>Compact ou moyenne</td> <td>10 à 30</td> </tr> <tr> <td>Dense</td> <td>30 à 50</td> </tr> <tr> <td>Très dense</td> <td>> 50</td> </tr> </tbody> </table>			<u>Compacité</u>	<u>Indice « N »</u>	Très lâche	< 4	Lâche	4 à 10	Compact ou moyenne	10 à 30	Dense	30 à 50	Très dense	> 50	<p>STRATIGRAPHIE</p> <p>Les symboles suivants sont utilisés, seuls ou associés, pour illustrer la stratigraphie; un X indique qu'il s'agit de matériaux de remblai.</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td></td> <td>Argile</td> <td></td> <td>Gravier</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Silt</td> <td></td> <td>Sols organiques</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sable</td> <td></td> <td>Calcaire ou dolomie</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Roche ignée</td> <td></td> <td>Shale ou ardoise</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Grès</td> <td></td> <td>Roche métamorphique</td> </tr> </tbody> </table>			Argile		Gravier		Silt		Sols organiques		Sable		Calcaire ou dolomie		Roche ignée		Shale ou ardoise		Grès		Roche métamorphique																																																										
<u>Compacité</u>	<u>Indice « N »</u>																																																																																													
Très lâche	< 4																																																																																													
Lâche	4 à 10																																																																																													
Compact ou moyenne	10 à 30																																																																																													
Dense	30 à 50																																																																																													
Très dense	> 50																																																																																													
	Argile		Gravier																																																																																											
	Silt		Sols organiques																																																																																											
	Sable		Calcaire ou dolomie																																																																																											
	Roche ignée		Shale ou ardoise																																																																																											
	Grès		Roche métamorphique																																																																																											
<p>Sols cohérents</p> <p>Pour les sols cohérents (silt argileux à argile), la consistance du sol est évaluée à partir des essais de résistance au cisaillement (C_u) ou, à défaut, de l'indice « N ». La sensibilité au remaniement (S_r) est définie par le rapport de la résistance au cisaillement du matériau intact (C_u) sur celle du matériau remanié (C_{ur}).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Consistance</u></th> <th><u>Résistance (C_u, kPa)</u></th> <th><u>Indice « N »</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Très molle</td> <td>< 12</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Molle</td> <td>12 à 25</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ferme</td> <td>25 à 50</td> <td>4 à 8</td> </tr> <tr> <td>Raide</td> <td>50 à 100</td> <td>8 à 15</td> </tr> <tr> <td>Très raide</td> <td>100 à 200</td> <td>15 à 30</td> </tr> <tr> <td>Dure</td> <td>> 200</td> <td>> 30</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Sensibilité (S_r)</u></th> <th><u>C_u / C_{ur}</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Insensible</td> <td>< 2</td> </tr> <tr> <td>Sensibilité moyenne</td> <td>2 à 4</td> </tr> <tr> <td>Sensible</td> <td>4 à 8</td> </tr> <tr> <td>Très sensible</td> <td>8 à 16</td> </tr> <tr> <td>Extrêmement sensible</td> <td>> 16</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Plasticité</u></th> <th><u>Limite de liquidité (w_l)</u></th> <th><u>Indice de plasticité (I_p)</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Faible</td> <td>< 30</td> <td>< 10 %</td> </tr> <tr> <td>Moyenne</td> <td>30 à 50</td> <td>10 % à 25 %</td> </tr> <tr> <td>Élevée</td> <td>> 50</td> <td>> 25 %</td> </tr> </tbody> </table>			<u>Consistance</u>	<u>Résistance (C_u, kPa)</u>	<u>Indice « N »</u>	Très molle	< 12		Molle	12 à 25		Ferme	25 à 50	4 à 8	Raide	50 à 100	8 à 15	Très raide	100 à 200	15 à 30	Dure	> 200	> 30	<u>Sensibilité (S_r)</u>	<u>C_u / C_{ur}</u>	Insensible	< 2	Sensibilité moyenne	2 à 4	Sensible	4 à 8	Très sensible	8 à 16	Extrêmement sensible	> 16	<u>Plasticité</u>	<u>Limite de liquidité (w_l)</u>	<u>Indice de plasticité (I_p)</u>	Faible	< 30	< 10 %	Moyenne	30 à 50	10 % à 25 %	Élevée	> 50	> 25 %	<p>ESSAIS</p> <p>Dans cette colonne sont indiqués les résultats des essais réalisés sur le terrain et en laboratoire, aux profondeurs correspondantes. Les symboles suivants indiquent les essais couramment réalisés.</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>N</td> <td>:</td> <td>Essai de pénétration standard</td> </tr> <tr> <td>C_u</td> <td>:</td> <td>Résistance au cisaillement</td> </tr> <tr> <td>C_{ur}</td> <td>:</td> <td>Résistance au cisaillement (remanié)</td> </tr> <tr> <td>S_r</td> <td>:</td> <td>Sensibilité au remaniement</td> </tr> <tr> <td>RQD</td> <td>:</td> <td>Indice de qualité du roc en laboratoire</td> </tr> <tr> <td>Inj</td> <td>:</td> <td>Injection d'eau sous pression</td> </tr> <tr> <td>w</td> <td>:</td> <td>Teneur en eau naturelle</td> </tr> <tr> <td>w_l / w_p</td> <td>:</td> <td>Limites d'Atterberg</td> </tr> <tr> <td>k</td> <td>:</td> <td>Perméabilité</td> </tr> <tr> <td>AG</td> <td>:</td> <td>Analyse granulométrique (tamisage)</td> </tr> <tr> <td>AC</td> <td>:</td> <td>Analyse chimique</td> </tr> <tr> <td>Com</td> <td>:</td> <td>Résistance en compression (roc)</td> </tr> <tr> <td>Dos</td> <td>:</td> <td>Dosage par lavage au tamis de 80 μm</td> </tr> <tr> <td>Oed</td> <td>:</td> <td>Consolidation oedométrique</td> </tr> <tr> <td>Sed</td> <td>:</td> <td>Sédimentométrie</td> </tr> </tbody> </table>		N	:	Essai de pénétration standard	C_u	:	Résistance au cisaillement	C_{ur}	:	Résistance au cisaillement (remanié)	S_r	:	Sensibilité au remaniement	RQD	:	Indice de qualité du roc en laboratoire	Inj	:	Injection d'eau sous pression	w	:	Teneur en eau naturelle	w_l / w_p	:	Limites d'Atterberg	k	:	Perméabilité	AG	:	Analyse granulométrique (tamisage)	AC	:	Analyse chimique	Com	:	Résistance en compression (roc)	Dos	:	Dosage par lavage au tamis de 80 μ m	Oed	:	Consolidation oedométrique	Sed	:	Sédimentométrie
<u>Consistance</u>	<u>Résistance (C_u, kPa)</u>	<u>Indice « N »</u>																																																																																												
Très molle	< 12																																																																																													
Molle	12 à 25																																																																																													
Ferme	25 à 50	4 à 8																																																																																												
Raide	50 à 100	8 à 15																																																																																												
Très raide	100 à 200	15 à 30																																																																																												
Dure	> 200	> 30																																																																																												
<u>Sensibilité (S_r)</u>	<u>C_u / C_{ur}</u>																																																																																													
Insensible	< 2																																																																																													
Sensibilité moyenne	2 à 4																																																																																													
Sensible	4 à 8																																																																																													
Très sensible	8 à 16																																																																																													
Extrêmement sensible	> 16																																																																																													
<u>Plasticité</u>	<u>Limite de liquidité (w_l)</u>	<u>Indice de plasticité (I_p)</u>																																																																																												
Faible	< 30	< 10 %																																																																																												
Moyenne	30 à 50	10 % à 25 %																																																																																												
Élevée	> 50	> 25 %																																																																																												
N	:	Essai de pénétration standard																																																																																												
C_u	:	Résistance au cisaillement																																																																																												
C_{ur}	:	Résistance au cisaillement (remanié)																																																																																												
S_r	:	Sensibilité au remaniement																																																																																												
RQD	:	Indice de qualité du roc en laboratoire																																																																																												
Inj	:	Injection d'eau sous pression																																																																																												
w	:	Teneur en eau naturelle																																																																																												
w_l / w_p	:	Limites d'Atterberg																																																																																												
k	:	Perméabilité																																																																																												
AG	:	Analyse granulométrique (tamisage)																																																																																												
AC	:	Analyse chimique																																																																																												
Com	:	Résistance en compression (roc)																																																																																												
Dos	:	Dosage par lavage au tamis de 80 μ m																																																																																												
Oed	:	Consolidation oedométrique																																																																																												
Sed	:	Sédimentométrie																																																																																												
<p>COLONNE QUADRILLÉE</p> <p>La colonne quadrillée de l'extrême droite du rapport de forage permet l'expression graphique des résultats de terrain ou de laboratoire tels que le profil de résistance au cisaillement ou l'essai de pénétration dynamique. Les valeurs de terrain sont généralement représentées par un cercle et les résultats de laboratoire par un triangle renversé. Le quadrillage peut être remplacé par un croquis d'installation de piézomètre et/ou de tube d'observation.</p>																																																																																														



RAPPORT DE FORAGE

Forage N° : QEEP-105
Dossier : JOVS-00216917-115500

Projet : Oléoduc Énergie Est - Exploration géotechnique
Traverses de rivières majeures - Segment II
Endroit : Rivière La Grande
Foreur : Forage SL inc.
Date du forage : 2014-06-06

Compilé par : M. Létourneau
Technicien : M. Boisvert
Approuvé par : D. Giguère
Date du rapport : 2014-07-11

Coordonnées géographiques
Latitude : 47.3015°
Longitude : -69.8953°

Niveau de référence
Géodésique

Niveau d'eau
Prof.: m Date:
Prof.: m Date:

Tubage : NW
Carottier : NQ
Marteau : Masse : 63.5 kg Chute : 0.76 m

Type d'échantillon	État de l'échantillon
CF : Cuillère fendue	Remanié
TM : Tube à paroi mince	Intact
CR : Carotte (forage au diamant)	Perdu
ET : Tarière	Forage au diamant
EM : Manuel	

Graphique
: Cu (scissomètre au chantier) (kPa)
: Cu (cône suédois) (kPa)
: Absorption (essai d'eau) (Lugeon)
: Teneur en eau (w)
: Limites (wp et wl)

Prof. pi	Coupe stratigraphique				Échantillons				Odeur			Essais		Graphique								
	Élév. Prof. m	Description	Strat.	Eau	État	Type - No	Réc. %	N / RQD	FAIBLE	MOYENNE	FORTE	Essais	Cu Cur Nc	20	40	60	80	100				
	179.38	Niveau actuel du sol																				
	0.00	Descente des tubages en destruction jusqu'à vers 1,3 mètre de profondeur. Présence de blocs, cailloux et graviers probables.																				
1	178.11	Sable silteux et graveleux brun rougeâtre.				CF-1	63															
5	1.27																					
2	177.14	Till : Bloc de grès feldspathique gris verdâtre (environ 0,56 m de diamètre) dans till à matrice de silt sableux graveleux (ou sable silteux graveleux) rouge. Présence de cailloux de grès et mudslate gris-vert-rouge et autres blocs et cailloux.				CR-2	94	71														
10	2.24					CR-3	65	0														
15						CR-4	48															
20						CR-5	55															
6	173.39	Till de silt sableux et graveleux, traces de cailloux entre 6,0 et 10,3 mètres de profondeur.				CR-6	78															
20	5.99					CR-7	45															
7						CR-8	30															
25																						
30																						
8																						
35																						
9																						
10																						
11																						

k = 1,9 x 10⁻⁸ m/s

Remarques :



RAPPORT DE FORAGE

Forage N° : QEEP-105
Dossier : JOVS-00216917-115500

Prof.		Coupe stratigraphique		Échantillons					Odeur			Essais		Graphique						
pi	m	Élev. Prof.	Description	Strat.	Eau	État	Type - No	Réc. %	N / RQD	FAIBLE	MOYENNE	FORTE	Essais	Cu Cur Nc	20	40	60	80	100	
			Présence de quelques cailloux de grès à 11,8 mètres de profondeur (min. 0,20 m de diamètre).				CR-9	65												
			Présence de quelques cailloux de grès à 13,3 mètres de profondeur (min. 0,10 m de diamètre).				CR-10	15												
			Présence de quelques cailloux de grès à 14,9 mètres de profondeur (min. 0,15 m de diamètre).				CR-11	40												
			Présence de plusieurs cailloux entre 16,4 et 19,4 m, entre 21,0 et 22,3 m et 22,6 et 22,9 mètres de profondeur.				CR-12	18												
							CR-13	20												
							CR-14	30												
							CR-15	53												
							CR-16	100	75											
		155,99 23,39	Socle rocheux : Mélange tectonique (flysch) à prédominance de mudslate ou shale et schiste ardoisier gris, gris verdâtre ou rouge avec laminations de siltstone et minces lits de grès fin gris à verdâtre. Le litage est généralement plissé, souvent sub-vertical, convoluté et les lits résistants de siltstone et grès sont discontinus ou fragmentés. Roc relativement sain jusqu'à environ 26,50 mètres de profondeur.				CR-17	100	55				com = 24,5 MPa							
							CR-18	100	91											
			Fracture mécanique intensifiée par la présence de veines de calcite et fragments de grès entre 26,50 et 29,12 mètres de profondeur et entre 29,90 et				CR-19	88	0											



RAPPORT DE FORAGE

Forage N° : QEEP-105
Dossier : JOVS-00216917-115500

Prof.		Coupe stratigraphique		Échantillons				Odeur			Essais		Graphique							
pi	m	Élev. Prof.	Description	Strat.	Eau	État	Type - No	Réc. %	N / RQD	FAIBLE	MOYENNE	FORTE	Essais	Cu Cur Nc	20	40	60	80	100	
28			30,70 mètres de profondeur. Fracture mécanique fréquente sur placages ardoisiers "luisants" obliques et sub-verticaux.																	
95	29						CR-20	74	23						0.00					
30							CR-21	95	56											
100							CR-22	100	78				com = 49,7 MPa		0.00					
31							CR-23	99	50											
105	32		Lithologie de flysch assez constante à dominance argileuse avec passées irrégulières de grès et siltstone en lit inclinés discontinus sur toute la longueur du forage.				CR-24	100	88											
33							CR-25	100	87						0.00					
110							CR-26	100	67											
34							CR-27	100	83				com = 80,6 MPa							
115	35	143.78 35.60	Minces interlits inclinés de shale ardoisier et siltstone et grès fin gris de 35,60 à 37,30 mètres de profondeur.																	
36																				
120																				
37																				
125	38	142.08 37.30	Reprise des lits convolutés de la séquence de flysch. Fracture mécanique fréquente. Fragments de grès et siltstone mélangés dans le mudslate vert à gris foncé-noir.																	
39																				
130																				
40																				
135	41	139.22 40.16	Fin du forage à 40,2 mètres de profondeur.																	
42																				
140																				
43																				



RAPPORT DE FORAGE

Forage N° : QEEP-106A
Dossier : JOVS-00216917-115500

Prof.		Coupe stratigraphique		Échantillons				Odeur			Essais		Graphique							
pi	m	Élev. Prof.	Description	Strat.	Eau	État	Type - No	Réc. %	N / RQD	FAIBLE	MOYENNE	FORTE	Essais	Cu Cur Nc	20	40	60	80	100	
	13		Le carottier bloque souvent durant le forage. Roc fracturé mécaniquement entre 12,45 et 14,00 mètres de profondeur dans les zones argileuses.				CR-9	85	42											
	45																			
	14	146.59 14.30	Le flysch est très convoluté et composé surtout de shale et argillite et ardoises avec d'abondantes veines de calcite. Se fracture facilement jusqu'à 17,35 mètres de profondeur.				CR-10	74	25											3.81
	50																			
	16		Carottier bloqué à 16,10 m et 16,38 m causant une faible récupération.				CR-11	86	0											
	55																			
	17		À partir de 17,35 m : Ardoise grise ou mudslate plus compétent. Moins de veines de calcite. Foliation à 130° avec l'axe de la carotte. Carottier bloqué à 17,93 mètres de profondeur.				CR-12	85	0											
	60		À 18,32 m : Changement graduel à un mudslate rouge, plutôt massif, avec lits minces de siltstone gris plissés.				CR-13	100	8											4.77
	19																			
	65		Présence d'un bloc de grès gris et schiste ardoisier fracturé avec calcite abondante entre 19,85 et 20,09 mètres de profondeur.				CR-14	98	13											
	21		À 21,0 m : le mudslate rouge devient plus fissile le long de la foliation (variant de 50 à 60° avec l'axe de la carotte). Fracture mécanique inclinée fréquente.				CR-15	87	24											
	70		Les interlits de siltstone gris deviennent plus épais entre 21,40 et 24,20 mètres de profondeur. Carottier bloqué à 22,38 mètres de profondeur.				CR-16	100	70											
	22																			
	75		Entre 24,20 et 27,30 m : Mudslate rouge avec interlits de siltstone gris. Fracture mécanique le long de la foliation. Mudslate rouge peu résistant.				CR-17	100	70											
	23																			
	24						CR-18	87	34											
	80												com = 11,6 MPa							
	25																			
	85																			
	26																			
	27	133.59 27.30	Perte de carotte dû à un blocage vers 27,30																	0.00
																				0.15



RAPPORT DE FORAGE

Forage N° : QEEP-106A
Dossier : JOVS-00216917-115500

Prof.		Coupe stratigraphique			Échantillons				Odeur	Essais	Graphique									
pi	m	Élev. Prof.	Description	Strat.	Eau	État	Type - No	Réc. %	N / RQD	FAIBLE	MOYENNE	FORTE	Essais	Cu Cur Nc	20	40	60	80	100	
		133.09	mètres de profondeur.																	
28		27.80	Siltstone argileux rougeâtre. Litage convoluté entre 27,30 et 27,80 mètres de profondeur.																	
			Mudshale rouge a laminations silteuses grises jusqu'à 29,0 mètres de profondeur.				CR-19	93	71											
95	29	131.89	Alternance de lits convolutés (flysch) de siltstone gris avec schiste ardoisier. Veines de calcite. Fracture mécanique.				CR-20	100	72						0.15					
		29.00																		
100		130.34	Reprise de la séquence de mudslate rouge avec laminations de siltstone gris. Pendage à 15° à 20°.										com = 50,0 MPa							
		30.55																		
105	32	129.39	Alternance de grès à grin fin, siltstone et argilite grise avec rares passages de mudshale rouge. Veines de calcite. Fracture mécanique.				CR-21	93	74											
		31.50																		
							CR-22	100	41						0.09					
110		127.06	Roc fracturé in-situ entre 33,83 et 34,88 mètres de profondeur. Perte, faille ou écart de 65 cm dans le roc. Grès et siltstone fragmentés et oxydés. Carottier bloque fréquemment.				CR-23	57	24											
		33.83																		
115	35	126.01	De 34,88 m jusqu'à la fin du forage : Lits convolutés de shale, argilite, siltstone et grès à grain fin, gris. Foliation et litage très variables. Veines de calcite. Fracture mécanique fréquente le long de la foliation, surtout dans les horizons argileux.				CR-24	92	53											
		34.88																		
							CR-25	100	67						0.00					
125	38		Lits plus épais de siltstone à 37,75 m (25 cm), à 38,38 m (30 cm), à 39,20 m (25 cm) et à 40,70 m (35 cm). Plans de foliation variables (mesurés par rapport à l'axe de la carotte) : 60° (35,80 m de profondeur), 40° (36,15 m de profondeur), 10-15° (entre 37,10 et 37,70 m de profondeur), 30° (39,20 m de profondeur) et 50° (41,0 m de profondeur).				CR-26	100	77											
130	40						CR-27	100	59				com = 51,8 MPa							
135	41	119.61	Fin du forage à 41,3 mètres de profondeur.																	
		41.28																		
140	43																			

H2. Photographies des carottes de roc

Photographies des carottes de roc (sec) : La Grande Rivière - Forage QEEP-105



Photo 1. Forage QEEP-105: boîtes 1 à 3 / 5 (23,39 m à 34,06 m)



Photo 2. Forage QEEP-105: boîtes 4 à 5 / 5 (34,06 m à 40,16 m)

Photographies des carottes de roc (humide) : La Grande Rivière - Forage QEEP-105



Photo 1. Forage QEEP-105: boîtes 1 à 3 / 5 (23,39 m à 34,06 m)



Photo 2. Forage QEEP-105: boîtes 4 à 5 / 5 (34,06 m à 40,16 m)

Photographies des carottes de roc (sec) : La Grande Rivière - Forage QEEP-106A



Photo 1. Forage QEEP-106A: boîtes 1 à 3 / 9 (9,12 m à 20,42 m)



Photo 2. Forage QEEP-106A: boîtes 4 à 6 / 9 (20,42 m à 31,27 m)



Photo 3. Forage QEEP-106A: boîtes 7 à 9 / 9 (31,27 m à 41,28 m)

Photographies des carottes de roc (humide) : La Grande Rivière - Forage QEEP-106A



Photo 1. Forage QEEP-106A: boîtes 1 à 3 / 9 (9,12 m à 20,42 m)



Photo 2. Forage QEEP-106A: boîtes 4 à 6 / 9 (20,42 m à 31,27 m)



Photo 32. Forage QEEP-106A: boîtes 4 à 6 / 9 (31,27 m à 41,28 m)

H3. Résultats d'essais in situ

Tableau H3.1. Synthèse des résultats d'essais de perméabilité dans les sols (La Grande Rivière)

Forage	Profondeur de l'essai (m)	Élévation de l'essai (m)	Perméabilité (m/s)
QEEP-105	8,8	170,6	1,9E-8
QEEP-106A	7,6	153,3	1,7E-8

Tableau H3.2. Synthèse des résultats d'essais d'eau sous pression en rocher (La Grande Rivière)

Forage	Profondeur de l'essai (m)		Élévation de l'essai (m)		RQD (%)	Absorption ¹	
	Haut	Bas	Haut	Bas		(l/min-m)	(Lugeon) ²
QEEP-105	25,0	29,8	154,4	149,6	0 à 91	0,00	0,0
	29,8	34,6	149,6	144,8	50 à 78	0,00	0,0
	34,1	39,0	145,3	140,4	67 à 88	0,00	0,0
QEEP-106A	11,3	16,2	149,6	144,7	0 à 49	0,26	3,8
	16,2	21,0	144,7	139,9	0 à 13	0,67	4,8
	21,0	25,8	139,9	135,1	13 à 70	0,00	0,0
	25,8	30,6	135,1	130,3	34 à 72	0,04	0,1
	30,6	35,5	130,3	125,4	24 à 74	0,03	0,1
	35,6	40,4	125,3	120,5	43 à 77	0,00	0,0

Note 1. Les résultats d'essais dans le roc ne fournissent qu'une valeur indicative de l'absorptivité du roc puisqu'un seul palier de pression est appliqué, au lieu des neuf paliers de pression de l'essai Lugeon complet.

Note 2. Les valeurs exprimées en Lugeon permettent de normaliser les résultats par rapport à la pression d'injection utilisée. Toutefois, la pression d'injection étant mesurée seulement en surface dans cet essai, les valeurs fournies en Lugeon ne sont pas corrigées pour la pression nette d'injection au niveau testé et sont donc approximatives.

H4. Résultats d'essais en laboratoire



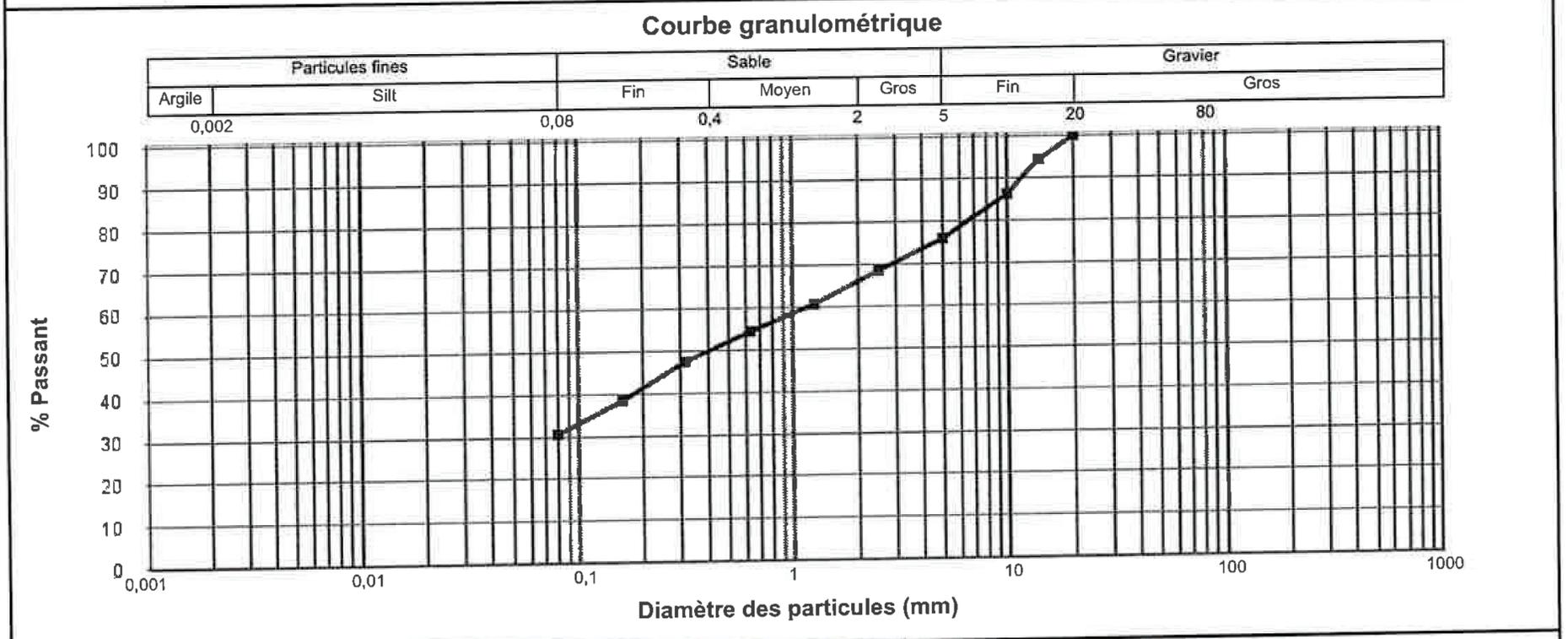
2555, rue Saint-Pierre
 Drummondville (QC) J2C 7Y2
 Téléphone: 819-477-3775
 www.exp.com

**ESSAIS SUR SOLS
 FORAGE ET SONDAGE**

Certifié: ISO 9001:2008

Client :	Johnston-Vermette	Dossier n° :	JOVS-216917-115500
Projet :	Oléoduc Énergie Est Segment II	Échantillon n° :	DR-3951
		Réf. client :	

Sondage n° :	QEEP-106 A	Prélevé le :	2014-06-06 par EXP
Échantillon :	CF-1	Reçu le :	2014-06-20
Profondeur :	1,5 à 2,1 mètres	Localisation :	Rivière La Grande



Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais	
Tamis (mm)	Tamisat %passant mesuré		Teneur en eau	LC 21-201
112		D ₁₀ :		8,6%
80		D ₃₀ :		
56		D ₆₀ :		
40		Coefficient d'uniformité (Cu) :		
31,5		Coefficient de courbure (Cc) :		
20	100			
14	94	Gravier:	24 %	
10	86	Sable:	45 %	
5	76	Silt et argile:	31 %	
2,5	68	Description :	Sable silteux graveleux	
1,25	61	Classification unifiée :	SM	
0,630	54			
0,315	47			
0,160	39			
0,080	30,5			

Remarques :

Vérifié par : Genevieve Boisclair
 Auxiliaire technique

Approuvé par : David Giguère, ing.

Date : 2014-06-23



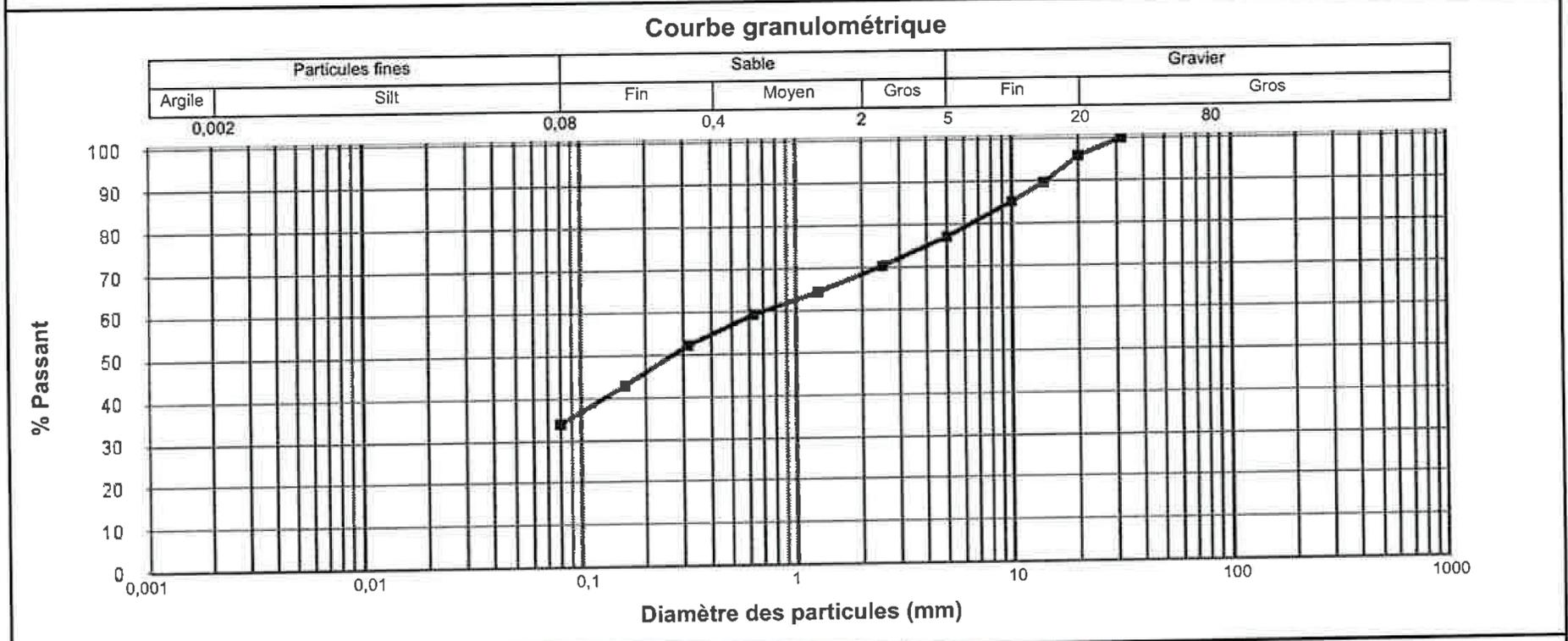
2555, rue Saint-Pierre
 Drummondville (QC) J2C 7Y2
 Téléphone: 819-477-3775
 www.exp.com

**ESSAIS SUR SOLS
 FORAGE ET SONDAGE**

Certifié: ISO 9001:2008

Client :	Johnston-Vermette	Dossier n° :	JOVS-216917-115500
Projet :	Oléoduc Énergie Est Segment II	Échantillon n° :	DR-3952
		Réf. client :	

Sondage n° :	QEEP-106 A	Prélevé le :	2014-06-06 par EXP
Échantillon :	CF-4	Reçu le :	2014-06-20
Profondeur :	6,1 à 6,7 mètres	Localisation :	Rivière La Grande



Analyse granulométrique LC 21-040		Description	Autres essais	
Tamais (mm)	Tamisat %passant mesuré	D ₁₀ : D ₃₀ : D ₆₀ : 0,743 mm Coefficient d'uniformité (Cu) : Coefficient de courbure (Cc) : Gravier: 23 % Sable: 43 % Silt et argile: 34 % Description : Sable silteux graveleux Classification unifiée : SM	Teneur en eau	LC 21-201 7,4%
112				
80				
56				
40				
31,5	100			
20	96			
14	90			
10	85			
5	77			
2,5	70			
1,25	64			
0,630	59			
0,315	52			
0,160	43			
0,080	33,7			

Remarques :

Vérifié par : *Genevieve Boisclair*
 Genevieve Boisclair
 Auxiliaire technique

Approuvé par : *David Giguère*
 David Giguère, ing.

Date : 2014-06-23

**Tableau H4.1. Synthèse des résultats d'essais de compression sur carottes de roc
 (La Grande Rivière)**

Forage	Profondeur de l'échantillon (m)		Élévation de l'échantillon (m)		Masse volumique (kg/m ³)	Résistance en compression (MPa)
	Haut	Bas	Haut	Bas		
QEEP-105	23,69	23,79	155,69	155,59	2 698	24,5
	31,81	31,92	147,57	147,46	2 700	49,7
	39,72	39,82	139,66	139,56	2 693	80,6
QEEP-106A	10,31	10,43	150,58	150,46	2 667	120,0
	24,03	24,15	136,86	136,74	2 690	11,6
	30,79	30,90	130,10	129,99	2 729	50,0
	40,84	40,95	120,05	119,94	2 689	51,8