

Annexe Vol 1-2

Étude de faisabilité Rivière Trois Saumons

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

Numéro du document : EEX16327-STCP-C-RP-0005-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	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 Trois-Saumons 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. Les considérations de conception et de faisabilité sont discutées dans ce rapport. 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 1 km au sud-est de Saint-Aubert au Québec. À cet emplacement, la rivière mesure approximativement 7 m de largeur et elle coule au fond d'une vallée de 25 m de profondeur. Le côté nord-est et le côté sud-ouest sont constitués de terrains agricoles généralement plats.

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-120 et QEEP-121), 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-120

Profondeur (m)	Description du sous-sol
0	
0,7	Aucun matériel récupéré
2,29	Gravier sablonneux, présence de silt
8,4	Silt, traces de gravier
10,6	Silt, gravier
16,3	Siltstone
23,3	Mudshale, quelques rocs fracturés
25,4	Mudshale, Mudslate
27,5	Siltstone, fracturé
31,2	Flysch
48,9	Mudshale, Mudslate

Tableau 2. Forage QEEP-121

Profondeur (m)	Description du sous-sol
0	
	Aucun matériel récupéré
0,8	
	Gravier sablonneux
2,3	
	Silt
8,1	
	Mudshale, fracturé
14,0	
	Argile, avec Siltstone, mudslate, zones fracturées
22,7	
	Grès, mudshale, mudslate, siltstone
24,7	
	Shale noir (blackshale)
32,0	
	Argile, flysch
36,3	
	Siltstone, mudshale
37,1	
	Flysch, argile, roche fracturée
43,8	
	Mudslate
51,3	

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	1067	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-120 du côté sud-ouest de la rivière a mis à jour le socle rocheux fracturé à 8,6 m de profondeur. Les relevés d'exploration indiquent des fractures naturelles près de la surface et des fractures mécaniques dans l'ensemble du socle rocheux. Un essai de pression effectué entre 10 et 15 m de profondeur a eu pour résultat une perte de fluide. Le forage QEEP-121 du côté nord-est de la rivière a mis à jour un socle rocheux stratifié à 8,1 m de profondeur. Le socle rocheux est fracturé sur l'ensemble des profondeurs explorées et les valeurs de qualité de roche (ROD) sont faibles, allant jusqu'à 0. Une perte de fluide a été enregistrée dans la plupart des essais de pression effectués. 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. De plus, il est improbable que le socle rocheux de piètre qualité ait la capacité de maintenir un trou de forage ouvert. Un effondrement du trou de forage entraînant le coincement du tuyau est probable. Le sommet du socle rocheux mis à jour par le forage QEEP-120 se situe à une élévation qui est supérieure de 15 m à celle de la rivière. Il est par conséquent impossible de forer sous la rivière tout en demeurant au-dessus du socle rocheux fracturé et de piètre qualité. Puisque ces obstacles géologiques ne peuvent être contournés 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

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

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 assez 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. La qualité variable de la roche et la nature stratifiée du socle rocheux à cet emplacement contribueront au risque de guidage imprécis et aux difficultés à respecter les tolérances de guidage. 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 hautement fissurée du socle rocheux. La 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. 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.

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 socle rocheux de piètre qualité est susceptible de s'effondrer et d'entraîner le coincement du tuyau. Les fractures augmentent aussi le 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 Trois-Saumons est jugée techniquement infaisable en raison du socle rocheux fracturé et de piètre qualité révélé par l'étude géotechnique. Les risques encourus à l'emplacement de cette traverse 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 recommandé, car cela entraînerait fort probablement des retards, une hausse des coûts et des impacts environnementaux, ainsi qu'un risque élevé d'échec du projet. En guise d'alternative, un plan préliminaire de traverse en tranchée est inclus à l'annexe C. Un plan final sera émis lors de l'ingénierie détaillée.

Annexe A

Sommaire des calculs

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

Annexe B

Plan de conception

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

Annexe C

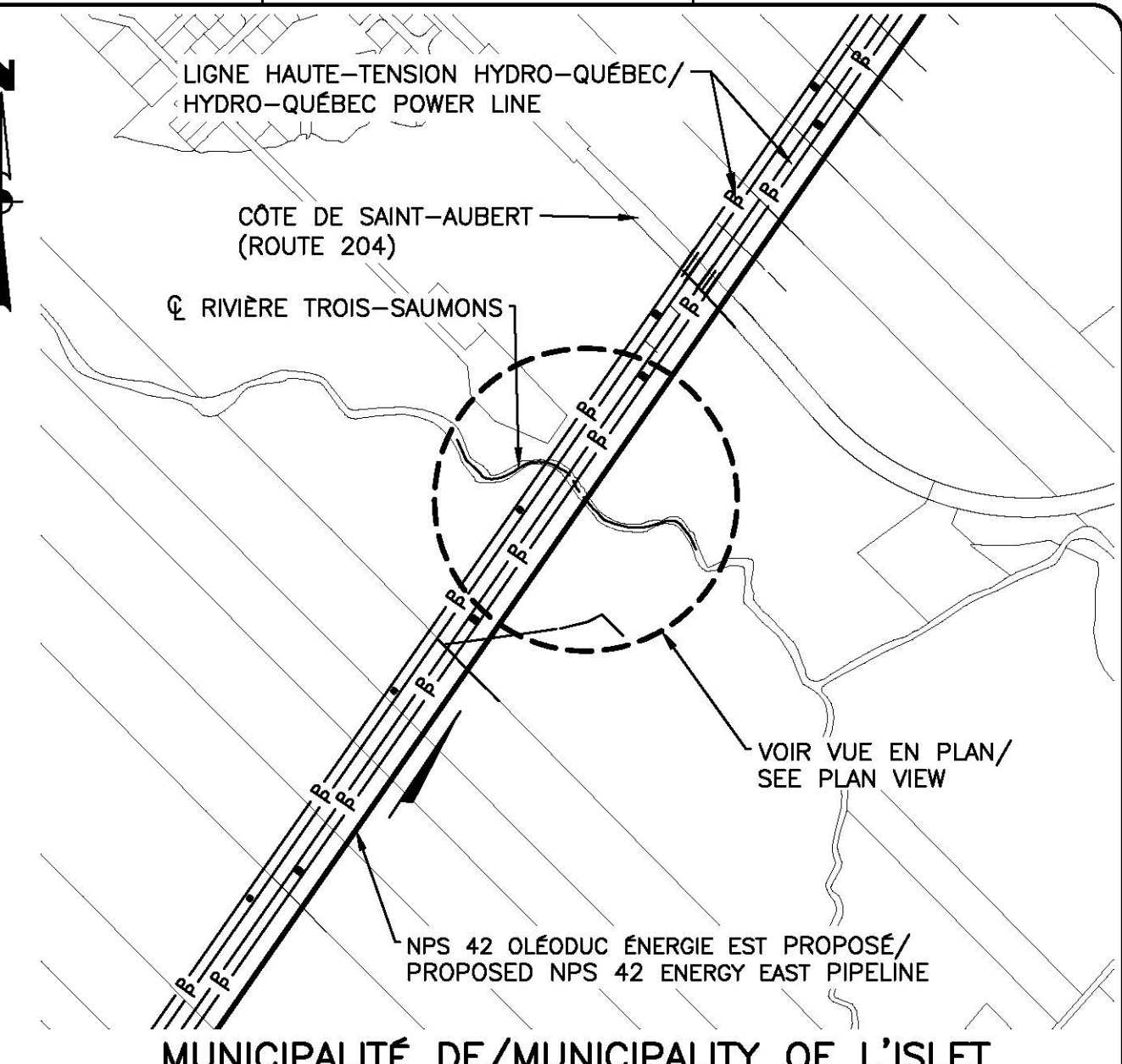
Plan de traverse alternative

- NOTES:**
ARPENTAGE / SURVEYING:
- TOUTES LES MESURES SONT EN MÈTRES SAUF INDICATION CONTRAIRE. / ALL MEASUREMENTS ARE IN METRES UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
 - TOUTS LES CHAINAGES SONT HORIZONTAUX SAUF INDICATION CONTRAIRE. / ALL CHAINAGES ARE HORIZONTAL UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
- GÉNÉRAL / GENERAL:**
- LA TRAVERSE DEVRA ÊTRE CONSTRUITE ET ÉPROUVÉE EN RESPECTANT AU MINIMUM TOUS 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.
 - 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.
 - LA MÉTHODE DE TRAVERSÉ ET D'INSTALLATION DU PIPELINE SERA CONFIRMÉE À L'INGÉNIERIE DÉTAILLÉE. / METHOD FOR RIVER CROSSING AND PIPE INSTALLATION TO BE CONFIRMED DURING DETAILED ENGINEERING.
- INSTALLATION DE LA CONDUITE ET ALIGNEMENT / PIPE ALIGNMENT AND INSTALLATION:**
- 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.

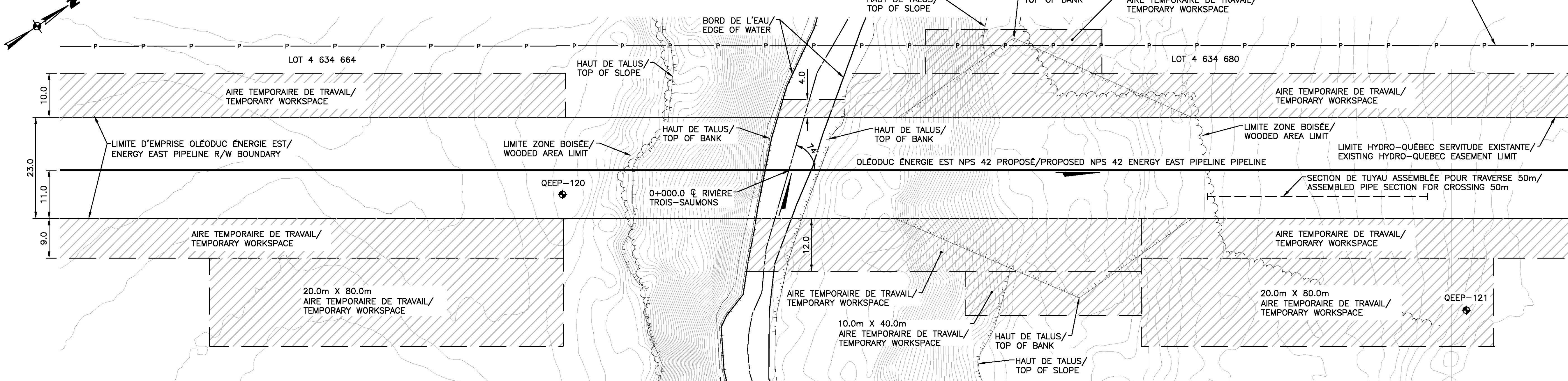
- EN AUCUN CAS LA CONDUITE NE PEUT ÊTRE INSTALLÉE À L'EXTÉRIEUR DE L'EMPRISE D'OLÉODUC ÉNERGIE EST. / UNDER NO CIRCUMSTANCES SHALL THE PIPELINE BE INSTALLED OUTSIDE OF THE ENERGY EAST R.O.W.
- LES ALIGNEMENTS DE LA CONDUITE, TELS QU'INDIQUÉS SUR LE PLAN ET PROFIL, INDIQUENT LES EXIGENCES MINIMALES REQUISES POUR L'OLÉODUC ÉNERGIE EST; L'ENTREPRENEUR PEUT À SA DISCRÉTION 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.
- 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.
- 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.
- UN PLAN ET UN PROFIL «TEL-QUE-CONSTRUIT» DOIVENT ÊTRE FOURNIS À 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.
- LA PROFONDEUR DE RECOUVREMENT SERA DÉTERMINÉE À LA PHASE D'INGÉNIERIE DE DÉTAIL. / DEPTH OF COVER WILL BE FINALIZED DURING THE DETAILED ENGINEERING PHASE.

- GESTION DES DÉBLAIS ET REMBLAIS TEMPORAIRES / SOIL PLACEMENT-TEMPORARY:**
- 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.
 - 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.
- GESTION DES DÉBLAIS ET REMBLAIS PERMANENTS / SOIL PLACEMENT-PERMANENT:**
- 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.
 - 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.

- 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.
 - LORS DE TRAVAUX HIVERNAUX, DES TASSEMENTS CONSIDÉRABLES PEUVENT SE PRODUIRE DANS LES BERGES REMBLAYÉES L'ÉTÉ SUIVANT LA CONSTRUCTION ET LES BERGES POURRAIENT NECESSITER 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:**
- LE CONTRÔLE DE LA FLOTTABILITÉ SERA DÉTERMINÉE À L'INGÉNIERIE DÉTAILLÉE. / BUOYANCY CONTROL WILL BE DETERMINED IN DETAILED ENGINEERING.
- ENVIRONNEMENT / ENVIRONMENTAL:**
- VOIR LES CLAUSES ENVIRONNEMENTALES DÉTAILLÉES (À ÊTRE COMPLÉTÉES À L'INGÉNIERIE DÉTAILLÉE). / SEE DETAILED ENVIRONMENTAL CONDITIONS (TO BE DEFINED IN DETAILED ENGINEERING)



PLAN DE LOCALISATION / LOCATION PLAN
 ÉCHELLE/SCALE 1:10,000
 LAT. 47° 10' 16.36\"/>



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

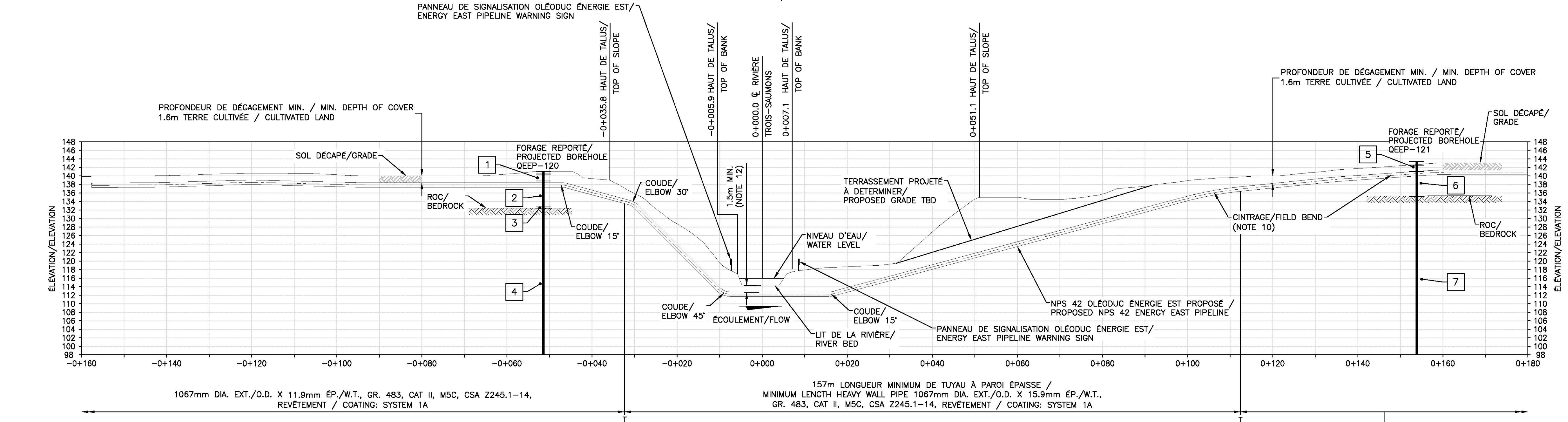
RAPPORT DE FORAGE / BOREHOLE LOG

No. FORAGE / BOREHOLE No.	REPERE / TAG	DESCRIPTION
QEEP-120	1	SABLE GRAVELEUX GRIS-BRUN, UN PEU DE SILT / GREY-BROWN GRAVELLY SAND, SOME SILT
	2	SILT ARGILEUX ET SABLEUX ROUGEÂTRE À GRIS, TRACES DE GRAVIER À GRAVELEUX / REDDISH TO GREY SANDY AND CLAYEY SILT, TRACES OF GRAVEL TO GRAVELLY
	3	SILT SABLEUX ET GRAVELEUX GRIS-BRUN, TRACES D'ARGILE / GREY-BROWN GRAVELLY AND SANDY SILT, TRACES OF CLAY
	4	ROC / BEDROCK
QEEP-121	5	SABLE GRAVELEUX GRIS-BRUN, UN PEU DE SILT / GREY-BROWN GRAVELLY SAND, SOME SILT
	6	SILT BRUN ROUGEÂTRE, UN PEU D'ARGILE, UN PEU DE SABLE, TRACES DE GRAVIER / REDDISH BROWN SILT, SOME CLAY, SOME SAND, TRACES OF GRAVEL
	7	ROC / BEDROCK

SPÉCIFICATIONS DE L'OLÉODUC / PIPELINE SPECIFICATIONS

- CONDUITE / LINE PIPE: 1067mm DIA. EXT. / O.D. (NPS 42) x 11.9mm EP./W.T. GR. 483, CAT II, M5C, 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: 1067mm DIA. EXT. / O.D. (NPS 42) x 15.9mm EP./W.T. GR. 483, CAT II, M5C, CSA Z245.1-14
- 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'INGÉNIERIE DÉTAILLÉE / FINAL MOP WILL BE DETERMINED DURING DETAILED ENGINEERING.



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

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
STDS-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
STDS-03-ML-05-295	PONCEAU TEMPORAIRE AVEC BUSE / TEMPORARY FLUME CULVERT CROSSING
STDS-03-ML-05-296	TRAVERSE DE COURS D'EAU AVEC BUSE / FLUME WATERCOURSE CROSSING
STDS-03-ML-05-297	TRAVERSES DE COURS D'EAU PAR BARRAGE ET POMPAGE / DAM AND PUMP WATERCOURSE CROSSINGS

REVISION / REVISION

REV / REV	DATE / DATE	DESCRIPTION / DESCRIPTION
A	2014-03-07	ÉMIS POUR RÉVISION INTERNE / ISSUED FOR INTERNAL REVIEW
B	2014-04-25	ÉMIS POUR RÉVISION (CLIENT) / ISSUED FOR REVIEW (CLIENT)
C	2014-05-16	ÉMIS POUR RÉVISION (CLIENT) / ISSUED FOR REVIEW (CLIENT)
D	2014-06-09	ÉMIS POUR INGÉNIERIE DE BASE / ISSUED FOR FEED
E	2014-12-12	ÉMIS POUR RÉVISION CLIENT / ISSUED FOR CLIENT REVIEW
F	2015-02-12	ÉMIS POUR INFORMATION / ISSUED FOR INFORMATION

APPROBATION / APPROVAL

CODE PROJET / PROJECT CODE	DESSINATEUR / DRAFTER	VÉRIFICATEUR / CHECKER	CONCEPTEUR / DESIGNER	VÉRIF. CONCEP. / 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	GT	AB	SM	JOHNSTON-VERMETTE
2.229206	MT	CS	NG	AB	SM	JOHNSTON-VERMETTE
2.229206	MT	CS	NG	AB	GP	JOHNSTON-VERMETTE
2.229206	JCS	CS	NG	AB	GP	JOHNSTON-VERMETTE

**PRÉLIMINAIRE
 NON POUR CONSTRUCTION /
 PRELIMINARY ONLY
 NOT FOR CONSTRUCTION**

INGÉNIEUR / RPT. PROFESSIONAL ENGINEER / RPT. PERMIS / APP. ING. PERMIT / ENG. APPROVAL

DATE / DATE

TransCanada

INFORMATION GÉNÉRALE OLÉODUC ÉNERGIE EST / ENERGY EAST GENERAL INFORMATION PIPELINE

FIA / FIA 16327 CHAINAGE / CHAINAGE DISCIPLINE / DISCIPLINE 03

RIVIÈRE TROIS-SAUMONS
 TRAVERSE EN TRANCHÉE (ISOLÉE) / TRENCHED CROSSING (ISOLATED)
 QUÉBEC

ÉCH./SCALE 1:500 DESSIN / DRAWING 16327-03-ML-03-008 REV / REV F

Annexe D

Information géotechnique

K1. 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> <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_t) 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_t)</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>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	<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_t)</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>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> <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_t</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> <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>			Argile		Gravier		Silt		Sols organiques		Sable		Calcaire ou dolomie		Roche ignée		Shale ou ardoise		Grès		Roche métamorphique	N	:	Essai de pénétration standard	C_u	:	Résistance au cisaillement	C_{ur}	:	Résistance au cisaillement (remanié)	S_t	:	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>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																																																																																																																													
<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_t)</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 %																																																																																																																												
	Argile		Gravier																																																																																																																											
	Silt		Sols organiques																																																																																																																											
	Sable		Calcaire ou dolomie																																																																																																																											
	Roche ignée		Shale ou ardoise																																																																																																																											
	Grès		Roche métamorphique																																																																																																																											
N	:	Essai de pénétration standard																																																																																																																												
C_u	:	Résistance au cisaillement																																																																																																																												
C_{ur}	:	Résistance au cisaillement (remanié)																																																																																																																												
S_t	:	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																																																																																																																												



RAPPORT DE FORAGE

Forage N° : QEEP-120
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	
			plus fréquents à partir de 10,60 mètres de profondeur. Roc très fracturé (mécaniquement et naturellement) jusqu'à environ 12,85 mètres de profondeur.																	
12	40						CR-9	100	40											
13			Alternance de lits réguliers de mudshale/mudslate (shale ardoisier) gris foncé à noir et de lits de siltstone gris-bleu. Lits de 0,5 à 3 centimètres d'épaisseur à pendage de 20 à 30°.																	
14	45		Roc plus sain mais se délite facilement au contact de l'eau.				CR-10	100	65											
15	50																			
16							CR-11	100	81											
17	55	124.83 16.25	L'épaisseur des lits de mudshale augmente (jusqu'à 10 centimètres. Roc moins résistant, plus friable. Présence de quelques veines de calcite. Fracture mécaniques et désintégration du roc au contact des veines de calcite durant le carottage.				CR-12	61	19											
18	60																			
19							CR-13	85	22											
20	65																			
21	70						CR-14	100	47											
22																				
23	75		Abondance de veines de calcite de 22,45 à 23,15 mètres de profondeur.																	
24	80	117.83 23.25	Alternance régulière de lits centimétriques de mudshale à mudslate gris à noir et de lits millimétriques de siltstone gris-bleu, légèrement plus résistant. Lits à pendage variant de 40 à 50° en général.				CR-16	100	56											
25							CR-17	100	91											



RAPPORT DE FORAGE

Forage N° : QEEP-120
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		
85	26	25.40	Lits tronqués de siltstone. Fracture mécanique. Lits argileux plus épais (10-15 cm).																		
							CR-18	100	97												
90	27	113.55	zone de flysch : Segments au litage perturbé et veines de calcite (fracture mécanique) de 27,53 à 27,62 m et de 27,90 à 28,10 mètres de profondeur. À partir de 28,40 mètres de profondeur : Le litage devient très variable. Zone de pli avec veines de calcite. Dominance de mudshale/mudslate à 80-90%. Fractures mécaniques fréquentes.												0.02						
		27.53					CR-19	100	63												
95	28																				
							CR-20	100	46												
100	29																				
							CR-21	100	61						0.24						
105	30	109.88	Alternance de mudshale/mudslate gris à noir et lits de siltstone gris-bleu. Lits minces à pendage variable de 15 à 40°.																		
		31.20					CR-22	100	88												
110	31																				
							CR-23	100	44												
115	32	107.88	Séquence plissée et perturbée de flysch à matrice de mudshale/mudslate gris foncé à noir. Abondance de veines de calcite. Rares lits plus épais de siltstone gris-bleu. Pendage variable, devenant subvertical entre 33,50 et 34,49 mètres de profondeur. Mudslate gris, fracturé au carottage entre 34,00 et 34,49 m et entre 35,20 et 36,00 mètres de profondeur.																		
		33.20					CR-24	100	66				Com = 60,2 MPa		0.00						
120	33																				
							CR-25	100	77												
125	34		Fracture mécanique élevée et abondance de calcite de 37,15 à 37,60 m et de 39,10 à 39,65 mètres de profondeur.																		
							CR-26	100	74						0.00						
125	35																				
125	36																				
125	37																				
125	38																				
125	39																				



RAPPORT DE FORAGE

Forage N° : QEEP-120
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		
40			À partir de 39,39 mètres de profondeur : Le flysch devient plus argileux avec matrice de mudshale gris plissée, perturbée. Litage et foliation subverticaux. Séquence très fracturée entre 39,80 à 40,60 mètres de profondeur.				CR-27	100	56												
41									CR-28	100	92										
135			Zone de calcite de 42,05 à 42,25 mètres de profondeur. Roc généralement sain entre 40,60 et 43,20 mètres de profondeur.																		
42									CR-29	100	62										
140			Calcite et fracture mécanique entre 43,20 et 43,40 mètres de profondeur.																		
43									CR-30	95	44				Com = 23,6 MPa						
145			Mudslate plissé avec veines de calcite, fracturé mécaniquement entre 44,25 et 44,65 mètres de profondeur.																		
45	96.08 45.00								CR-31	90	75										
150			À partir de 45,0 mètres de profondeur : Mudslate gris généralement sain, moyennement résistant avec rares lits millimétriques de siltstone.																		
46									CR-32	100	72										
155			Lits à pendage variant entre 50 et 70°.																		
47									CR-33	100	100										
160			Roc très sain de 46,95 à 48,84 mètres de profondeur.																		
48																					
165			Fin du forage à 48,9 mètres de profondeur.																		
49	92.22 48.86																				
170																					
51																					
175																					
52																					
53																					
175																					



RAPPORT DE FORAGE

Forage N° : QEEP-121
Dossier : JOVS-00216917-115500

Projet : Oléoduc Énergie Est - Exploration géotechnique
Traverses de rivières majeures - Segment II
Endroit : Rivière aux Trois-Saumons
Foreur : Forage SL inc.
Date du forage : 2014-06-28

Compilé par : M. Létourneau
Technicien : P. Tétreault
Approuvé par : D. Giguère
Date du rapport : 2014-09-23

Coordonnées géographiques
Latitude : 47.1722°
Longitude : -70.2052°

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			Strat.	Échantillons				Odeur			Essais	Graphique						
	m	Élev. Prof.	Description		Eau	État	Type - No	Réc. %	N / RQD	FAIBLE	MOYENNE		FORTE	Cu Cur Nc	20	40	60	80	100
		143.33	Niveau actuel du sol																
		0.00	Descente des tubages en destruction jusqu'à 0,81 mètre de profondeur.																
1		142.52	Sable graveleux gris-brun, un peu de silt.			CF-1	58	23											
		0.81																	
2			Silt brun rougeâtre, un peu d'argile, un peu de sable, traces de gravier.			CF-2	67	30											
3		140.99																	
		2.34																	
4			Socle rocheux : Mudshale gris foncé, mou, s'effritant facilement au contact de l'eau et au carottage. Très fracturé et désintégré jusqu'à environ 12,40 mètres de profondeur.			CF-3	67	28											
5																			
6																			
7																			
8			Socle rocheux : Mudshale gris foncé, mou, s'effritant facilement au contact de l'eau et au carottage. Très fracturé et désintégré jusqu'à environ 12,40 mètres de profondeur.			CF-4	50	22											
5																			
6																			
8			Socle rocheux : Mudshale gris foncé, mou, s'effritant facilement au contact de l'eau et au carottage. Très fracturé et désintégré jusqu'à environ 12,40 mètres de profondeur.			CF-5	63	75											
25																			
8		135.25																	
9		8.08	Socle rocheux : Mudshale gris foncé, mou, s'effritant facilement au contact de l'eau et au carottage. Très fracturé et désintégré jusqu'à environ 12,40 mètres de profondeur.			CR-6	56	0											
30																			
9																			
10			Socle rocheux : Mudshale gris foncé, mou, s'effritant facilement au contact de l'eau et au carottage. Très fracturé et désintégré jusqu'à environ 12,40 mètres de profondeur.			CR-7	62	19											
35																			

K = 8,6 x 10⁻⁷ m/s

Remarques :



RAPPORT DE FORAGE

Forage N° : QEEP-121
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	
	12																			
	40																			
	13		À 12,40 mètres de profondeur, le roc est un peu plus résistant. Alternance de mudshale gris foncé, mudslate, et lits fins de siltstone. Fracturé longitudinalement le long des plans de litage subverticaux.				CR-8	100	38											
	45		Pendage des lits variable, devenant incliné à 40° entre 13,15 et 14,0 mètres de profondeur.																	
	14	129.33 14.00	La séquence argileuse est très plissée. Litage convoluté, lits de mudslate et siltstone discontinus, abondance de veines de calcite. Flysch tectonique à matrice argileuse.				CR-9	100	33											5.19
	15																			
	50						CR-10	100	44											
	16																			
	55		Séquence très fracturée de 16,43 à 17,70 mètres de profondeur, dans la matrice peu résistante au carottage.				CR-11	67	11											
	17																			
	18																			
	60																			
	19		De 18,75 à 18,85 mètres de profondeur : Lit fragmenté de grès calcaireux à grain fin, gris clair.				CR-12	100	44											0.00
	65																			
	20						CR-13	86	41											
	21																			
	70		Séquence de flysch à matrice argileuse peu résistante jusqu'à 22,70 mètres de profondeur.				CR-14	100	54											
	22																			
	75	120.63 22.70	Fragment de grès gris calcaireux à la base à 22,65 mètres de profondeur.																	
	23		Séquence litée : Alternance de lits de grès à grain fin gris, mudshale, mudslate gris foncé à noir, siltstone gris en lits minces. Litage incliné variable.				CR-15	100	49											5.22
	24																			
	80		Trace de pyrite (petite masse) dans lit mince de grès à 24,20 mètres de profondeur.																	
	25	118.63 24.70	Reprise de la séquence très perturbée de flysch à matrice de shale noir, fracturé facilement au				CR-16	70	16											



RAPPORT DE FORAGE

Forage N° : QEEP-121

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	
			carottage.																	
85	26						CR-17	100	0						5.22					
27			La séquence de flysch représente une zone de plissement intense avec zone de tension (veiné de calcite) et blocs de roc de résistance variable. Généralement peu résistant au carottage.				CR-18	99	22											
90																				
28							CR-19	66	0											
95	29		La zone de plissement inclut quelques passages de grès fin et de mudshale et/ou mudslat lités, plus sains ou plus résistant au carottage.				CR-20	75	8											
30																				
100							CR-21	62	8											
31		111.98	Alternance de grès fin et de mudshale et/ou mudslate lités.																	
		31.35																		
105	32	111.38	Flysch à matrice argileuse, lits convolutés, veines de calcite. Peu résistant.				CR-22	90	11											
		31.95																		
33							CR-23	62	15						0.04					
110																				
34			Très fracturé (mécaniquement) de 33,90 à 34,10 m et de 34,70 à 36,00 mètres de profondeur (faibles récupération dû à la désintégration du roc).				CR-24	100	43				Com = 24,5 MPa							
115	35																			
36							CR-25	90	38											
120																				
37		107.03	Alternance de grès fin et de mudshale et/ou mudslate lités. Pendage à 15°.																	
		36.30																		
125	38	106.28	Flysch à matrice argileuse, très plissée, à litage subvertical à incliné. Abondance de veines de calcite. Roc fracturé mécaniquement ou désintégré au carottage sur plusieurs intervalles : de 37,55 à 37,80 m, de 38,45 à 38,65 m, de 39,15 à 39,32 m et de 39,60 à 40,75 mètres de profondeur. Quelques horizons lités : de 37,80 à 38,20 m et de 41,85 à 42,45 mètres de profondeur. Lits de grès plus abondants de 36,70 à 42,25 mètres de profondeur.												0.08					
		37.05																		
39																				



RAPPORT DE FORAGE

Forage N° : QEEP-121
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	
	40						CR-26	100	0						0.08					
	41																			
135							CR-27	100	40											
	42																			
	140		Flysch plus résistant au carottage de 42,45 à 43,75 mètres de profondeur. Abondance de veines de calcite.												0.00					
	43						CR-28	100	86											
	44	99.58 43.75	Alternance de lits réguliers de mudslate (shale ardoisier légèrement silteux) gris moyen à gris foncé en lits de 3 à 20 centimètres d'épaisseur et de lits minces (0,5 à 2 cm) de siltstone et grès à grain fin, gris clair, légèrement calcareux. Pendage des lits de 25 à 30°.																	
145							CR-29	100	87											
	45																			
	150																			
	46						CR-30	100												
	47																			
155			Roc généralement sain de 43,75 à 51,28 mètres de profondeur. Intervalle de 47,30 à 48,45 mètres de profondeur fracturé mécaniquement au carottage.												0.00					
	48		Le mudslate gris foncé domine la séquence à 70-80%.				CR-31	100	54											
	160																			
	49		Lits de siltstone et grès plus abondants entre 49,00 et 50,60 mètres de profondeur.																	
	50						CR-32	100	83											
165																				
	51																			
	170	92.05 51.28	Fin du forage à 51,3 mètres de profondeur.																	
	52																			
	53																			
175																				

K2. Photographies des carottes de roc

Photographies des carottes de roc (sec) : Riv. Trois-Saumons - Forage QEEP-120



Photo 1. Forage QEEP-120: boîtes 1 à 4 / 11 (8,64 m à 24,49 m)



Photo 2. Forage QEEP-120: boîtes 5 à 8 / 11 (24,49 m à 39,80 m)



Photo 3. Forage QEEP-120: boîtes 9 à 11 / 11 (39,80 m à 48,84 m)

Photographies des carottes de roc (humide) : Riv. Trois-Saumons - Forage QEEP-120



Photo 1. Forage QEEP-120: boîtes 1 à 4 / 11 (8,64 m à 24,49 m)



Photo 2. Forage QEEP-120: boîtes 5 à 8 / 11 (24,49 m à 39,80 m)



Photo 3. Forage QEEP-120: boîtes 9 à 11 / 11 (39,80 m à 48,84 m)

Photographies des carottes de roc (sec) : Trois-Saumons - Forage QEEP-121



Photo 1. Forage QEEP-121: boîtes 1 à 4 / 10 (7,92 m à 27,15 m)



Photo 2. Forage QEEP-121: boîtes 5 à 7 / 10 (27,15 m à 42,25 m)



Photo 3. Forage QEEP-121: boîtes 8 à 10 / 10 (42,25 m à 51,28 m)

Photographies des carottes de roc (humide) : Trois-Saumons - Forage QEEP-121



Photo 1. Forage QEEP-121: boîtes 1 à 4 / 10 (7,92 m à 27,15 m)



Photo 2. Forage QEEP-121: boîtes 5 à 7 / 10 (27,15 m à 42,25 m)



Photo 3. Forage QEEP-121: boîtes 8 à 10 / 10 (42,25 m à 51,28 m)

K3. Résultats d'essais in situ

Tableau K3.1. Synthèse des résultats d'essais de perméabilité dans les sols (Trois-Saumons)

Forage	Profondeur de l'essai (m)	Élévation de l'essai (m)	Perméabilité (m/s)
QEEP-120	7,20	133,88	1,2 E-8
QEEP-121	7,20	136,13	8,6 E-7

Tableau K3.2. Synthèse des résultats d'essais d'eau sous pression en rocher (Trois-Saumons)

Forage	Profondeur de l'essai (m)		Élévation de l'essai (m)		RQD (%)	Absorption ¹	
	Haut	Bas	Haut	Bas		(l/min-m)	(Lugeon) ²
QEEP-120	10,06	15,11	131,02	125,97	0 à 81	1,4	22,1
	14,63	19,68	126,45	121,40	19 à 81	0,2	1,2
	19,20	24,26	121,88	116,82	22 à 91	0,0	0,0
	23,77	28,83	117,31	112,25	46 à 97	0,0	0,0
	28,35	33,40	112,73	107,68	44 à 88	0,1	0,2
	32,92	37,97	108,16	103,11	44 à 88	0,0	0,0
	37,49	42,54	103,59	98,54	56 à 92	0,0	0,0
	42,31	47,36	98,77	93,72	44 à 75	2,7	4,9
QEEP-121	12,27	17,32	131,06	126,01	11 à 44	0,4	5,2
	16,84	21,89	126,49	121,44	11 à 54	0,0	0,0
	21,41	26,47	121,92	116,86	0 à 54	1,1	5,2
	25,98	31,04	117,35	112,29	0 à 22	1,2	4,1
	30,56	35,61	112,77	107,72	8 à 15	0,0	0,0
	35,13	40,18	108,20	103,15	0 à 43	0,0	0,1
	40,01	45,06	103,32	98,27	0 à 87	0,0	0,0
	44,88	49,94	98,45	93,39	54 à 92	0,0	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.

K4. Résultats d'essais en laboratoire



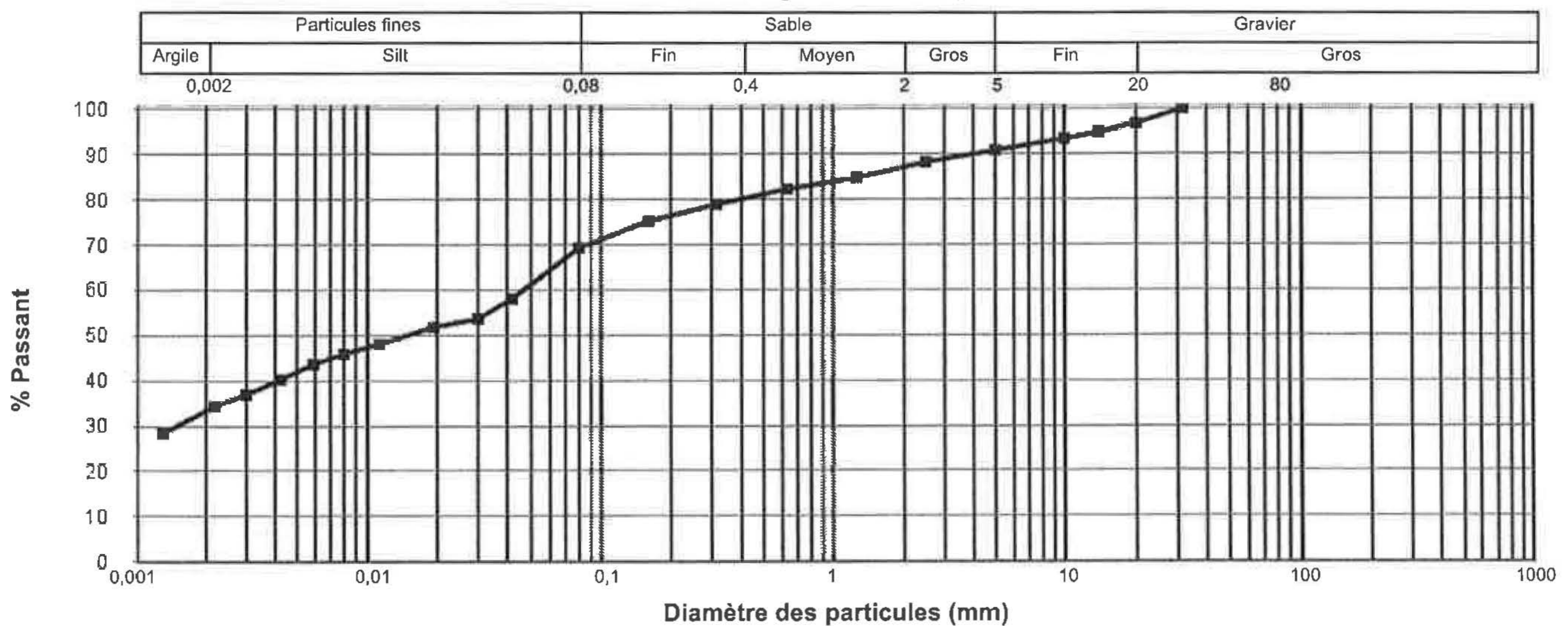
2555, rue Saint-Pierre
 Drummondville (QC) J2C 7Y2
 Téléphone: 819-477-3775
 www.exp.com

Certifié ISO 9001:2008

ESSAIS SUR SOLS FORAGE ET SONDAGE

Client :	Johnston-Vermette	Dossier n° :	JOVS-216917-115500
Projet :	Oléoduc Énergie Est Segment II	Échantillon n° :	DR-4001
Sondage n° :	QEEP-120	Prélevé le :	2014-06-20 par EXP
Échantillon :	CF-3	Reçu le :	2014-07-03
Profondeur :	3,8 à 4,4 mètres	Localisation :	Rivière Trois-Saumons
		Réf. client :	

Courbe granulométrique



Analyse granulométrique LC 21-040				Description
Tamis (mm)	Tamisat %passant mesuré	Tamis (mm)	Tamisat %passant mesuré	
112		0,0416	57,9	D ₁₀ :
80		0,03	53,6	D ₃₀ :
56		0,0192	51,7	D ₆₀ :
40		0,0113	48,2	Coefficient d'uniformité (Cu) :
31,5	100	0,0080	45,7	Coefficient de courbure (Cc) :
20	97	0,0059	43,5	Gravier: 9 %
14	95	0,0042	40,4	Sable: 22 %
10	93	0,0030	36,9	Silt: 36 %
5	91	0,0022	34,2	Argile: 33 %
2,5	88	0,0013	28,5	Description : Silt argileux sableux, traces de gravier
1,25	85			Classification unifiée :
0,630	82			Teneur en eau LC 21-201 15,6 %
0,315	79			
0,160	75			
0,080	69,3			

Remarques :

Vérifié par : 
 Genevieve Boisclair
 Auxiliaire technique

Approuvé par : 
 David Giguère, ing.

Date : 2014-07-14

**Tableau K4.1. Synthèse des résultats d'essais de compression sur carottes de roc
 (Trois-Saumons)**

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-120	13,78	13,90	129,55	129,43	- ⁽¹⁾	- ⁽²⁾
	24,33	24,44	119,00	118,89	2654	- ⁽²⁾
	34,55	34,66	108,78	108,67	2683	60,2
	44,96	45,07	98,37	98,26	2709	23,6
QEEP-121	19,25	19,35	124,08	123,98	2661	- ⁽²⁾
	37,30	37,41	106,03	105,92	2680	24,5
	49,88	50,00	93,45	93,33	2677	- ⁽²⁾

- (1) Échantillon fracturé lors de la préparation
 (2) Échec lors de la réalisation de l'essai en compression (aucune lecture)