

**Annexe Vol 1-5**

**Étude de faisabilité Rivière du Loup**

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

**Numéro du document :** EEX16327-STCP-C-RP-0008-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- 59<sup>th</sup> 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 (Précédemment émis en tant que 543-RPT-126 rev OA en annexe à EEX16327-STCP-TCPL-A-MM-0005)	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 du Loup (Saint-Bruno) 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. À la lumière des informations disponibles au moment de la rédaction, Entec considère qu'une traverse par FD n'est pas réalisable 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 4 km au sud-est de Saint-Bruno-de-Kamouraska, au Québec. Elle est parallèle et juste l'est d'une route. La rivière mesure approximativement 20 m de largeur à l'emplacement de la traverse. La traverse projetée est située sur des terres principalement boisées qui s'élèvent généralement vers l'est et vers l'ouest.

### 2.2 Conditions souterraines

L'étude géotechnique menée à l'emplacement de cette traverse consistait en deux forages. La stratigraphie est présentée dans les tableaux ci-dessous. Le rapport géotechnique final est fourni à l'annexe D.

**Tableau 1. Forage QEEP-123**

Profondeur (m)	Description du sous-sol
0	Aucun matériel récupéré
1,4	Sable silteux et gravier
2,4	Socle rocheux, couches de schale ardoisier, schale et schiste interstratifiées
10,3	Flysch
20,0	Schale ardoisier, schale et schiste
31,0	Sable, un peu de silt

Tableau 2 : Forage QEEP-124

Profondeur (m)	Description du sous-sol
0	
	<b>Aucun matériel récupéré</b>
1,4	
	<b>Sable graveleux</b>
2,1	
	<b>Socle rocheux, schale ardoisier, schale et schiste</b>
17,8	
	<b>Siltstone, argilite</b>
30,5	

### 3. Considérations sur la conception des FD

#### 3.1 Contraintes exercées sur la canalisation

Les conditions d'exploitation de la canalisation de produit ont été spécifiées par TransCanada. La pression maximale d'exploitation (PME) du projet est de 8 450 kPa, aux sorties des stations de pompage. Les calculs de FD pour cette traverse sont cependant basés sur la PME spécifique de cet emplacement, qui est de 9 326 kPa et qui a été déterminée par la différence d'élévation entre la station de pompage en amont de la traverse et le point le plus bas de la traverse. La température de conception minimale est de 5 °C et la température d'exploitation maximale est de 60 °C. Une pression d'essai de 11 658 kPa (1,25 x la PME) a aussi été spécifiée pour la canalisation. L'épaisseur de paroi minimale requise pour cette installation, sur la base des conditions d'exploitation fournies, a été déterminée par Entec à 20,2 mm, avec l'utilisation d'un acier de grade 550 MPa pour le tuyau. Un rayon de courbure minimum admissible pour l'installation de l'oléoduc a été déterminé sur la base de la contrainte maximale admissible combinant les effets de pression, de température et de cintrage.

**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	9 326	kPa
Pression d'essai (PE)	11 658	kPa
Rayon minimal	530	m
Rayon de conception	1 200	m

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

Puisqu'une traverse par forage directionnel utilise une section de tuyau préassemblée tirée dans un trou de forage courbé, la technique avec FD utilise la déformation élastique admissible de la canalisation pour permettre l'installation de l'oléoduc. Pour accommoder cette contrainte de déformation, les matériaux utilisés pour la portion de FD de l'oléoduc possèdent généralement une paroi plus épaisse ou un grade d'acier plus élevé que le reste de l'oléoduc.

Un rayon minimal de 530 m a été déterminé en fonction des déviations de guidage enregistrées lors de projets précédents de FD à grand diamètre. Un rayon de conception de 1 200 m a été choisi pour accommoder une géométrie de trajectoire de forage et des tolérances de guidage de FD pratiques. La contrainte maximale attendue pendant l'exploitation correspond à environ 94,07 % de la contrainte de cisaillement admissible. Selon la norme CSA Z662-11, la contrainte de cisaillement admissible est égale à 50 % de la limite élastique minimale spécifiée (LEMS). Cette contrainte maximale serait observée à n'importe quel emplacement le long de la trajectoire de forage où le tuyau est assujéti au rayon minimal de 530 m. La canalisation choisie satisfait toutes les exigences de la norme CSA Z662-11 sous les conditions spécifiées. La détermination finale des conditions d'exploitation de l'oléoduc et des matériaux de la canalisation sera effectuée lors de l'ingénierie détaillée. Reportez-vous à l'annexe A pour les calculs sur les contraintes exercées sur la canalisation.

Les calculs ci-dessus des contraintes exercées sur la canalisation sont inclus pour montrer le rayon de conception calculé selon les données de conception. Ce rayon est nécessaire à l'évaluation de la faisabilité, car il affecte la géométrie de la trajectoire de forage et limite le positionnement de la traverse.

## 3.2 Géométrie

À la lumière des spécifications de la canalisation et de la géométrie spécifique à l'emplacement, une traverse par FD est jugée non réalisable à cet emplacement. Il est impossible de concevoir une trajectoire de forage possédant une profondeur adéquate sous la rivière à l'aide du rayon de conception de 1 200 m déterminé à la section 3.1. La longueur et, par conséquent, la trajectoire de forage sont limitées par l'alignement de l'emprise.

## 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

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

## 4.2 Perte de circulation et fuites de fluide

Le risque de perte de fluide est à son niveau le plus élevé lors du forage du trou pilote, alors que la petite taille du trou de forage entraîne une pression circulatoire plus élevée et que les déblais peuvent plus facilement boucher le trou. Le fluide peut se propager dans des failles du socle rocheux, des matériaux meubles déplacés ou le vide entre les matériaux non consolidés. Raccourcir la trajectoire de forage du FD afin de l'adapter à l'alignement de l'emprise réduit l'épaisseur de couverture sous la rivière, ce qui provoque un risque élevé de pertes de fluide à cet emplacement. 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**

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

### **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**

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

### **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 projetée de la rivière du Loup est jugée techniquement infaisable en raison des contraintes géométriques de l'emprise sélectionnée. Un forage directionnel à cet emplacement aurait une épaisseur de couverture sous la rivière insuffisante, ce qui provoquerait un risque élevé de fracturation. Procéder à une traverse par FD à cet emplacement n'est pas recommandé, car cela entraînerait probablement une hausse des coûts, des retards et des impacts environnementaux, ainsi qu'un risque élevé d'échec de la traverse. 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.

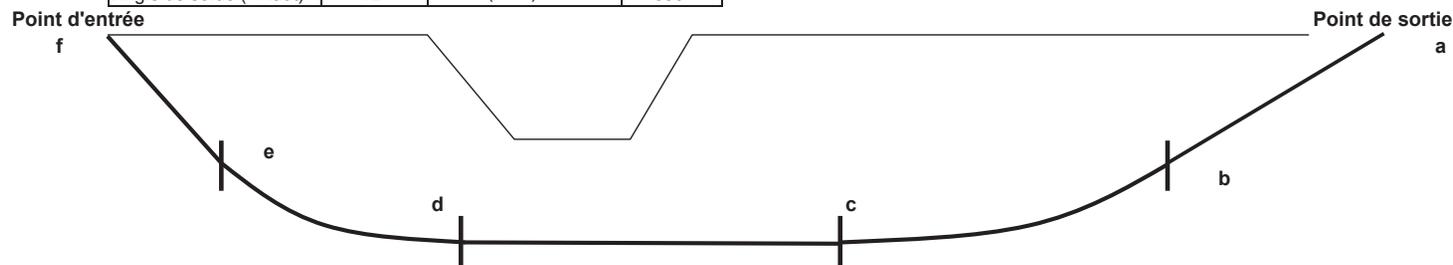
# Annexe A

## Sommaire des calculs

Le sommaire des calculs est fourni à des fins d'information pour illustrer la trajectoire de forage du FD proposée qui aurait été nécessaire à cet emplacement.

543-ENG-126  
RIVIÈRE DU LOUP

Données de conception		Données de tuyau		Données de procédé		Critères de contrainte		
Longueur forée (m)	656.0	Dia ext. tuyau (mm)	1 067.0	PME (kPa)	9 326	Contrainte de cisaillement admissible		
Longueur horizontale (m)	648.9	Épais. nominale (mm)	20.2	Pr d'essai (kPa)	11 658	Exigences du client		Exigences CSA
Rayon minimum (m)	530	Tolér. corrosion (mm)	0	Cat.	II	PE (MPa)	275.0	PE (MPa) 275.0
Rayon de conception (m)	1 200	Tolér. épaisseur (%)	0	T2 (°C)	60	Essai (MPa)	302.5	Essai (MPa) 302.5
Angle d'entrée (° Bas)	12	Épais. essai (mm)	20.2	T1 (°C)	5			
Angle de sortie (° Haut)	12	Grade (MPa)	550					



Lieu	Construction					Contrainte d'essai (après tirage)			Post-assèchement pré-exploit. (PAPE)			Contrainte d'exploitation		
	Charge (lb)	(N)	(psi)	(MPa)	(% SA)	(psi)	(MPa)	(% SA)	(psi)	(MPa)	(% SA)	(psi)	(MPa)	(% SA)
Point A	112 383	501 711	1 091	7.53	2.74	30 740	211.9	70.06	15 110	104.2	34.44	37 518	258.7	94.07
Point B	124 392	555 322	15 468	106.65	38.78	30 986	213.6	70.62	15 204	104.8	34.65	37 425	258.0	93.83
Point C	172 100	768 303	15 762	108.68	39.52	30 924	213.2	70.48	15 611	107.6	35.58	37 018	255.2	92.81
Point D	172 100	768 304	15 762	108.68	39.52	30 924	213.2	70.48	15 611	107.6	35.58	37 018	255.2	92.81
Point E	248 470	1 109 242	16 071	110.80	40.29	30 986	213.6	70.62	15 204	104.8	34.65	37 425	258.0	93.83
Point F	260 353	1 162 289	16 114	111.10	40.40	31 000	213.7	70.66	15 110	104.2	34.44	37 518	258.7	94.07

Lieu	Défor. circonférentielle		Capacité de moment		
	Construction	PAPE	Construction	PAPE	Essai
Point A					
Point B	OK	OK	OK	OK	OK
Point C	OK	OK			
Point D	OK	OK	OK	OK	OK
Point E	OK	OK			

Norme CSA Z662-11	
4.7.1	OK
4.7.2.1	OK
4.8.3	OK
4.8.5	OK
11.8.4.4 < 11.8.4.5	OK

Norme CSA Z662-11 (essai)	
4.7.1	OK
4.7.2.1	OK
11.8.4.4 < 11.8.4.5	OK

VERSION	DATE	DESCRIPTION	SCEAU / ETAMPE	
1	13-fév.-15	Émis pour information		



Engineering Technology Inc.  
24, 12110 - 40 Street SE  
Calgary, AB T2Z 4K6  
P: (403) 319-0443

Propriété d'Engineering Technology Inc. (ETI)  
Ne doit pas être copié, transmis ou distribué  
sans le consentement par écrit d'ETI.

Note: "La pression maximale d'exploitation (PME) du projet est de 8450 kPa, survenant aux sorties des stations de pompage. Les calculs de FDH pour cette traverse, toutefois, sont basés sur la PME spécifique du site, déterminée par la différence d'élévation entre la station de pompage en amont et le point le plus bas de la traverse. La PME finale sera déterminée lors de l'ingénierie détaillée.

# Annexe B

## Plan de conception

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

# Annexe C

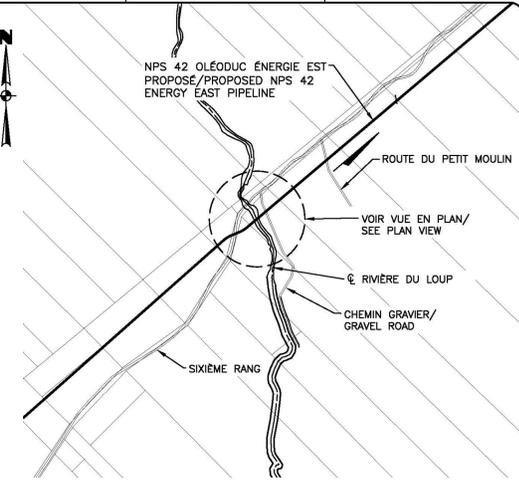
## Plans de traverse alternative

- 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 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.  
 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'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:**  
 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.

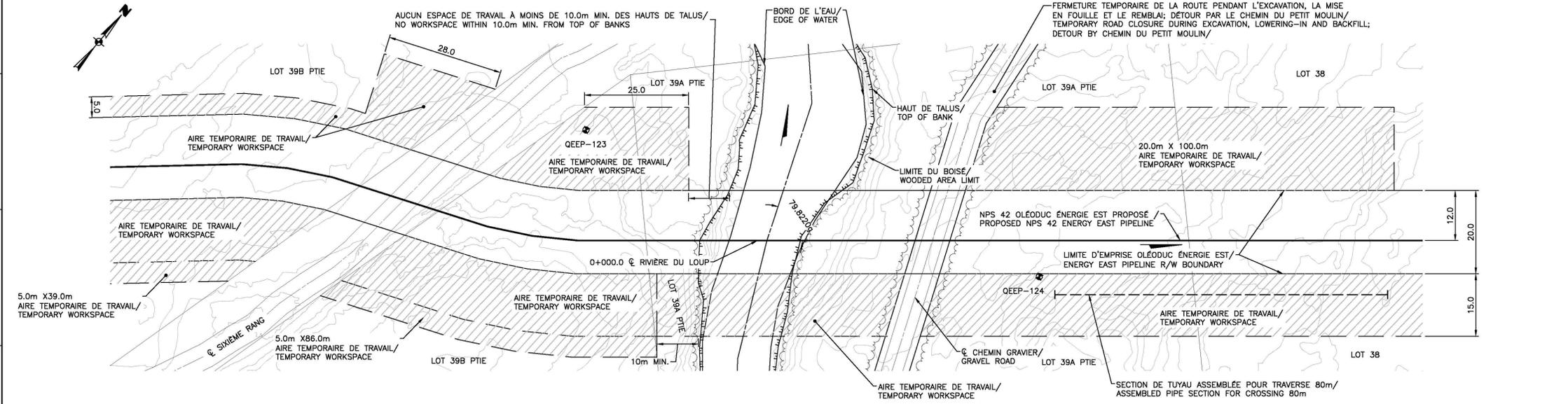
7. EN AUCUN CAS LA CONDUITE NE PEUT ÊTRE INSTALLÉE À L'EXTÉRIEUR DE L'EMPRISE D'OLÉODUC ÉNERGIE EST. / UNDER NO CIRCUMSTANCES SHALL THE PIPELINE BE INSTALLED OUTSIDE OF THE ENERGY EAST R.O.W.  
 8. LES ALIGNEMENTS DE LA CONDUITE, TELS QU'INDIQUÉS SUR LE PLAN ET PROFIL, INDIQUENT LES EXIGENCES MINIMALES REQUISES POUR L'OLÉODUC ÉNERGIE EST; L'ENTREPRENEUR PEUT À SA 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.  
 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'ACHÈVEMENT 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'INGÉNIERIE 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'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:**  
 15. LA TRANCHEE 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 LIÉGNEUX. 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.

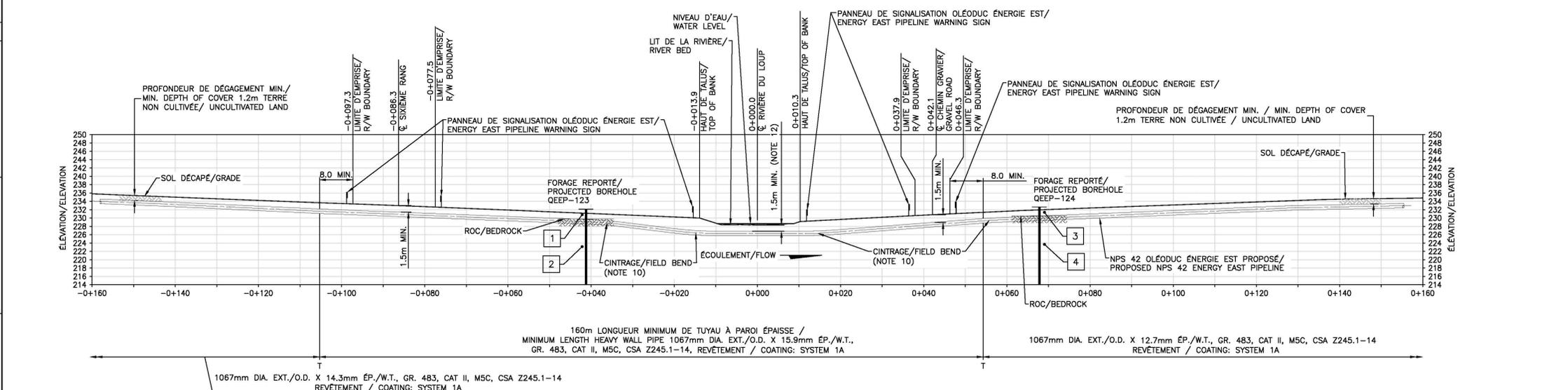
17. SI REQUIS, LE REMBLAI DANS LE TALUS DOIT ÊTRE MIS EN PLACE AVEC UNE PENTE MAXIMALE DE 2H:1V POUR OPTIMISER LA STABILITÉ DU TALUS. / IF REQUIRED, THE SOILS IN THE SAG BEND AND BANK AREA SHALL BE PLACED WITH A MAXIMUM SLOPE OF 2H:1V TO OPTIMIZE BANK STABILITY.  
 18. LORS DE TRAVAUX HIVERNAUX, DES TASSEMENTS CONSIDÉRABLES PEUVENT SE PRODUIRE DANS LES BERGES REMBLAYÉES L'ÉTÉ SUIVANT LA CONSTRUCTION ET LES BERGES POURRAIENT NECESSITER UN REPROFILAGE FINAL SELON LA PENTE SPÉCIFIÉE. UNE QUANTITÉ DE REMBLAI SUPPLÉMENTAIRE POURRAIT ÊTRE REQUISE POUR COMPENSER CES TASSEMENTS. LES BERGES DEVONT 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'INGÉNIERIE DÉTAILLÉE. / BUOYANCY CONTROL WILL BE DETERMINED IN DETAILED ENGINEERING.  
**ENVIRONNEMENT / ENVIRONMENTAL:**  
 20. 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  
**ST-BRUNO-DE-KAMOURASKA**  
 LAT. 47° 25' 39.98" LONG. -69° 43' 19.31"  
 AU/AT R. RIVIÈRE DU LOUP  
**PLAN DE LOCALISATION / LOCATION PLAN**  
 ÉCHELLE/SCALE 1:10,000



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



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

**SPÉCIFICATIONS DE L'OLÉODUC / PIPELINE SPECIFICATIONS**

- CONDUITE / LINE PIPE: AMONT/UPSTREAM 1067mm DIA. EXT. / O.D. (NPS 42) x 14.3mm EP./W.T. AVAL/DOWNSTREAM 1067mm DIA. EXT. / O.D. (NPS 42) x 12.7mm EP./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 EP./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
- RÉVÊTEMENT 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): 11 658 kPa
- PRESSION MAX. D'EXPLOITATION\*/ MAX. OPERATING PRESSURE\*: 9 326 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.

**RAPPORT DE FORAGE / BOREHOLE LOG**

No. FORAGE/BOREHOLE No.	RÉPÈRE / TAG	DESCRIPTION
QEEP-123	1	SABLE ET GRAVIER / SAND AND GRAVEL
	2	ROC/BEDROCK
QEEP-124	3	SABLE AVEC ROC DÉSAGRÉGÉ / SAND AND FRACTURED ROCK
	4	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
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
16327-03-ML-03-033	RIVIÈRE DU LOUP - 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 INGÉNIERIE 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. DESIGN/CHK.	CHARGE/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

**INGÉNIER/RPT PROFESSIONAL ENGINEER/RPT**  
**PERMIS/APP. ING. 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

FA/FA 16327 CHAINAGE/CHAINAGE DISCIPLINE/DISCIPLINE 03

RIVIÈRE DU LOUP  
 TRAVERSE EN TRANCÉE (ISOLÉE) / TRENCHED CROSSING (ISOLATED) (ALTERNATIVE)  
 QUÉBEC

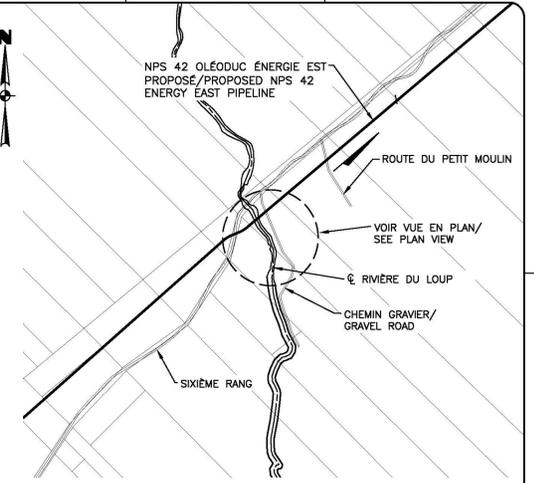
ECH./SCALE 1:0.1/A.S. DESSIN/DRAWING 16327-03-ML-03-014 REV/REV F

- NOTES:**  
**ARPENTAGE / SURVEYING:**  
 1. TOUTES LES MESURES SONT EN MÈTRES SAUF INDICATION CONTRAIRE. / ALL MEASUREMENTS ARE IN METRES UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.  
 2. TOUTS LES CHÂINAGES 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 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.  
 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 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.

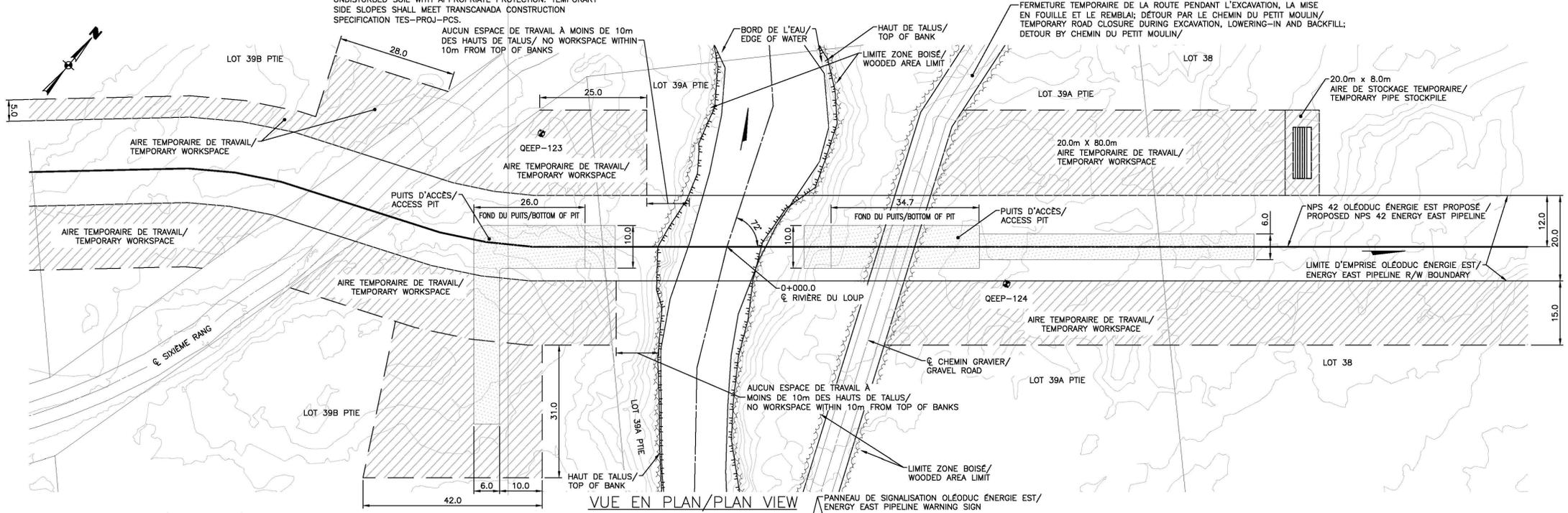
- ALIGNEMENT DE LA CONDUITE ET INSTALLATION / PIPE ALIGNMENT AND INSTALLATION:**  
 5. L'ENTREPRENEUR DU FORAGE HORIZONTAL DOIT VÉRIFIER LA PROFONDEUR ET L'EMPLACEMENT DES INSTALLATIONS SOUTERRAINES EXISTANTES AVANT LA CONSTRUCTION. / THE BORING CONTRACTOR SHALL VERIFY THE LOCATION AND DEPTH OF EXISTING UNDERGROUND INSTALLATIONS PRIOR TO CONSTRUCTION.  
 6. 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.  
 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. 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.

9. L'ENTREPRENEUR DU FORAGE HORIZONTAL DOIT VÉRIFIER L'EMPLACEMENT DES POINTS D'ENTRÉE/SORTIE ET LE SENS DU FORAGE EN SE BASANT SUR LES CONDITIONS DU SITE BENCOTRÉES AU MOMENT DE LA CONSTRUCTION / THE BORING CONTRACTOR SHALL VERIFY APPROVED ENTRY/EXIT LOCATIONS AND DRILLING DIRECTION BASED ON THE SITE CONDITIONS DURING CONSTRUCTION.  
 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'ACHÈVEMENT DES TRAVAUX. / A FINAL «AS-BUILT» PLAN AND PROFILE SHALL BE PROVIDED TO ENERGY EAST PIPELINE AFTER THE COMPLETION OF THE WORK.  
 12. 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.  
 13. 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**  
 14. 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.  
 15. 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'EMPÊCHENT 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:**  
 16. 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  
**ST-BRUNO-DE-KAMOURASKA**  
 LAT. 47° 25' 39.98" LONG. -69° 43' 19.31"  
 AU/AT RIVIÈRE DU LOUP  
**PLAN DE LOCALISATION / LOCATION PLAN**  
 ÉCHELLE/SCALE 1:10,000



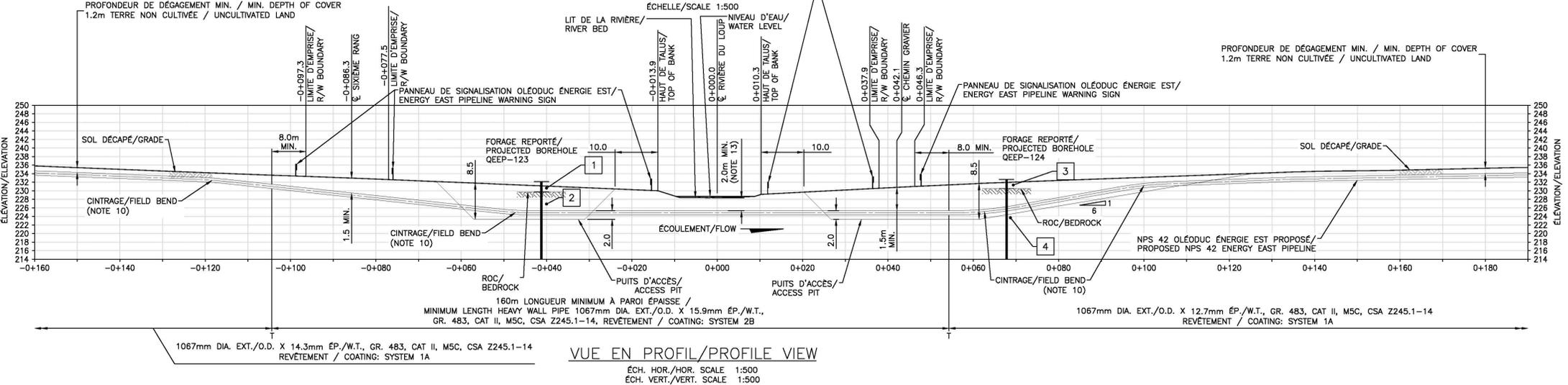
**SPÉCIFICATIONS DE L'OLÉODUC / PIPELINE SPECIFICATIONS**

- CONDUITE / LINE PIPE: AMONT/UPSTREAM: 1067mm DIA. EXT. / O.D. (NPS 42) x 14.3mm ÉP./W.T. / GR. 483, CAT II, MSC CSA Z245.1-14  
 AVAL/DOWNSTREAM: 1067mm DIA. EXT. / O.D. (NPS 42) x 12.7mm 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): 11 658 kPa
- PRESSION MAX. D'EXPLOITATION\* / MAX. OPERATING PRESSURE\*: 9 326 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.

**RAPPORT DE FORAGE / BOREHOLE LOG**

No. FORAGE / BOREHOLE No.	REPERE / TAG	DESCRIPTION
QEEP-123	1	SABLE ET GRAVIER / SAND AND GRAVEL
	2	ROC/BEDROCK
QEEP-124	3	SABLE AVEC ROC DÉSAGRÉGÉ / SAND AND FRACTURED BEDROCK
	4	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-03-014	RIVIÈRE DU LOUP - 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	VERIF. DESIGN / V.D.W.	CHARGE PROJET / PROJECT MGR	COMPAGNIE / COMPANY
2.229206	JCS	CS	NG	AB	GP	JOHNSON-VERMETTE
2.229206	JCS	CS	NG	AB	GP	JOHNSON-VERMETTE

INGÉNIEUR/RPT  
 PROFESSIONAL ENGINEER/RPT  
 PERMIS/APP. INC.  
 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  
 FA/FA 16327 CHANGEMENT/CHANGE DISCIPLINE/DISCIPLINE 03  
 RIVIÈRE DU LOUP  
 TRAVERSE PAR FORAGE HORIZONTAL/BORE CROSSING (ALTERNATIVE)  
 QUÉBEC  
 ÉCH./SCALE 1:0.1/A.S. DESSIN/DRAWING 16327-03-ML-03-033 REV/REV B

# Annexe D

## Information géotechnique

## **F1. Rapports de forage**

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><b>Classification et dimension des particules (ASTM D2487)</b></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>&gt; 300</td> <td>&lt; 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>&gt; 35 %</td> </tr> <tr> <td>Silt</td> <td>0,002 à 0,080</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Argile</td> <td>&lt; 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><b>Sols pulvérulents</b></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>&lt; 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>&gt; 50</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Sols cohérents</b></p> <p>Pour les sols cohérents (silt argileux à argile), la consistance du sol est évaluée à partir des essais de résistance au cisaillement (<math>C_u</math>) ou, à défaut, de l'indice « N ». La sensibilité au remaniement (<math>S_r</math>) est définie par le rapport de la résistance au cisaillement du matériau intact (<math>C_u</math>) sur celle du matériau remanié (<math>C_{ur}</math>).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Consistance</u></th> <th><u>Résistance (<math>C_u</math>, kPa)</u></th> <th><u>Indice « N »</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Très molle</td> <td>&lt; 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>&gt; 200</td> <td>&gt; 30</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Sensibilité (<math>S_r</math>)</u></th> <th><u><math>C_u / C_{ur}</math></u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Faible</td> <td>&lt; 2</td> </tr> <tr> <td>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>Liquide</td> <td>&gt; 16</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Plasticité</u></th> <th><u>Limite de liquidité (<math>w_l</math>)</u></th> <th><u>Indice de plasticité (<math>I_p</math>)</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Faible</td> <td>&lt; 30</td> <td>&lt; 10 %</td> </tr> <tr> <td>Moyenne</td> <td>30 à 50</td> <td>10 % à 25 %</td> </tr> <tr> <td>Élevée</td> <td>&gt; 50</td> <td>&gt; 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 (<math>C_u</math>, 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 (<math>S_r</math>)</u>	<u><math>C_u / C_{ur}</math></u>	Faible	< 2	Moyenne	2 à 4	Sensible	4 à 8	Très sensible	8 à 16	Liquide	> 16	<u>Plasticité</u>	<u>Limite de liquidité (<math>w_l</math>)</u>	<u>Indice de plasticité (<math>I_p</math>)</u>	Faible	< 30	< 10 %	Moyenne	30 à 50	10 % à 25 %	Élevée	> 50	> 25 %	<p><b>STRATIGRAPHIE</b></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><b>ESSAIS</b></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><math>C_u</math></td> <td>:</td> <td>Résistance au cisaillement</td> </tr> <tr> <td><math>C_{ur}</math></td> <td>:</td> <td>Résistance au cisaillement (remanié)</td> </tr> <tr> <td><math>S_r</math></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><math>w_l / w_p</math></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 <math>\mu</math>m</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><b>COLONNE QUADRILLÉE</b></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)	$S_r$	:	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 $\mu$ 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 (<math>C_u</math>, 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 (<math>S_r</math>)</u>	<u><math>C_u / C_{ur}</math></u>																																																																																																																													
Faible	< 2																																																																																																																													
Moyenne	2 à 4																																																																																																																													
Sensible	4 à 8																																																																																																																													
Très sensible	8 à 16																																																																																																																													
Liquide	> 16																																																																																																																													
<u>Plasticité</u>	<u>Limite de liquidité (<math>w_l</math>)</u>	<u>Indice de plasticité (<math>I_p</math>)</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)																																																																																																																												
$S_r$	:	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 $\mu$ m																																																																																																																												
Oed	:	Consolidation oedométrique																																																																																																																												
Sed	:	Sédimentométrie																																																																																																																												



# RAPPORT DE FORAGE

Forage N° : QEEP-123  
Dossier : JOVS-00216917-115500

Projet : Oléoduc Énergie Est - Exploration géotechnique  
Traverses de rivières majeures - Segment II  
Endroit : Rivière du Loup  
Foreur : Forage SL inc.  
Date du forage : 2014-06-11

Compilé par : M. Létourneau  
Technicien : M. Boisvert  
Approuvé par : D. Giguère  
Date du rapport : 2014-06-27

**Coordonnées géographiques**  
Latitude : 47.4277°  
Longitude : -69.7227°

**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.	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	
			232.13	Niveau actuel du sol																	
			0.00	Descente des tubages en destruction jusqu'à 1,4 mètre de profondeur.																	
	1		230.73	Sable et gravier silteux brun-gris.				CF-1	50	28											
	5		1.40																		
	2		229.74	Socle rocheux : Grande hétérogénéité lithologique. Interstratification de lits argileux vert et gris (dominante) avec des lits d'autre nature (siltite, silstone calcaireux, grès) millimétriques à décimétriques. Strates plissées avec stratification variant de 15 à 75°.				CR-2	75	0				Com = 69,3 MPa							
	10		2.39																		
	3																				
	4																				
	15																				
	5																				
	20																				
	6																				
	7																				
	25																				
	8																				
	9																				
	30																				
	10																				
	35		221.83	Début de la zone de mélange tectonique avec déplacement. Nombreuses veines de calcite suggérant des				CR-7	100	45											
			10.30																		

Remarques :





# RAPPORT DE FORAGE

Forage N° : QEEP-123  
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						CR-18	98	48											
27							CR-19	100	56						5.70					
90							CR-20	91	61											
28							CR-21	100	26				Com = 36,6 MPa							
95	29	201.12 31.01	Fin du forage à 31,0 mètres de profondeur.																	
30																				
100																				
31																				
105	32																			
33																				
110																				
34																				
115	35																			
36																				
120																				
37																				
125	38																			
39																				



# RAPPORT DE FORAGE

Forage N° : QEEP-124  
Dossier : JOVS-00216917-115500

Projet : Oléoduc Énergie Est - Exploration géotechnique  
Traverses de rivières majeures - Segment II  
Endroit : Rivière du Loup  
Foreur : Forage SL inc.  
Date du forage : 2014-05-30

Compilé par : M. Létourneau  
Technicien : M. Boisvert  
Approuvé par : D. Giguère  
Date du rapport : 2014-06-27

**Coordonnées géographiques**  
Latitude : 47.4281°  
Longitude : -69.7213°

**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
<b>CF</b> : Cuillère fendue	Remanié
<b>TM</b> : Tube à paroi mince	Intact
<b>CR</b> : Carotte (forage au diamant)	Perdu
<b>ET</b> : Tarière	Forage au diamant
<b>EM</b> : 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.	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	
			232.65	Niveau actuel du sol																	
			0.00	Descente des tubages en destruction jusqu'à 1,4 mètre de profondeur.																	
5			231.25	Sable graveleux beige-brun. Présence de roc désagrégé.				CF-1	1	R											
			1.40																		
2			230.51	Socle rocheux : Dominance d'argilite (ardoise) grise, gris-vert et noir, interlitée de lits (10 mm) avec siltstone gris clair. Stratification sub-verticale jusqu'à 14,0 mètres de profondeur. Devient 20-30° de l'axe de la carotte à sub-verticale vers la fin. Fracture mécanique fréquente dans les lithologies argileuses. Joints variant entre 20 et 70° avec l'axe de la carotte.				CR-2A	65												
			2.14					CR-2B	100	0											
10								CR-3	96	52											
15																					
5								CR-4	100	76											
20																					
7								CR-5	100	66				Com = 21,7 MPa							0.28
25																					
8								CR-6	91	72											1.15
30																					
9																					
35								CR-7	97	100											0.41

Remarques :



# RAPPORT DE FORAGE

Forage N° : QEEP-124  
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	
							CR-8	87	64											
12	40						CR-9	100	97											
							CR-10	85	42											
13							CR-11	100	66											
45							CR-12	96	76				Com = 49,6 MPa							
14			Veine (40 mm d'épaisseur) quartzeux et calcaireux à 20-25° avec l'axe de la carotte.				CR-13	88	97											
15							CR-14	97	93											
50							CR-15	90	74											
16							CR-16	82	38											
55							CR-17	72	41											
17																				
18		214.81 17.84	Dominance de siltstone calcaireux (calcisiltite) d'apparence rubannée avec des horizons d'argilite noir.																	
60																				
19																				
65																				
20																				
21		212.05 20.60 211.80 20.85	De 20,60 à 20,85 m : Horizon d'argilite grise et noire. À partir du début de l'unité, la stratification passe de 30° à 90° de l'axe de la carotte à l'intérieur de 50 cm devient sub-v verticale vers 21 mètres de profondeur et varie de 0 à 45° de part et d'autre de l'axe du pli (autour de 21 mètres de profondeur).																	
70																				
22																				
75																				
23																				
80																				
24																				
25		207.80 24.85	Mélange tectonique (flysch) dans zone charnière																	



## **F2. Photographies des carottes de roc**

**Photographies des carottes de roc (sec) : Rivière-du-Loup - Forage QEEP-123**



Photo 1. Forage QEEP-123: boîtes 1 à 4 / 8 (2,39 m à 16,51 m)



Photo 2. Forage QEEP-123: boîtes 5 à 8 / 8 (16,51 m à 31,01 m)

**Photographies des carottes de roc (humide) : Rivière-du-Loup - Forage QEEP-123**



Photo 1. Forage QEEP-123: boîtes 1 à 4 / 8 (2,39 m à 16,51 m)



Photo 2. Forage QEEP-123: boîtes 5 à 8 / 8 (16,51 m à 31,01 m)

**Photographies des carottes de roc (sec) : Rivière-du-Loup - Forage QEEP-124**



Photo 1. Forage QEEP-124: boîtes 1 à 4 / 8 (2,01 m à 15,75 m)



Photo 2. Forage QEEP-124: boîtes 5 à 8 / 8 (15,75 m à 30,51 m)

**Photographies des carottes de roc (humide) : Rivière-du-Loup - Forage QEEP-124**



Photo 1. Forage QEEP-124: boîtes 1 à 4 / 8 (2,01 m à 15,75 m)



Photo 2. Forage QEEP-124: boîtes 5 à 8 / 8 (15,75 m à 30,51 m)

## **F3. Résultats d'essais in situ**

**Tableau F3.1. Synthèse des résultats d'essais d'eau sous pression en rocher (riv. du-Loup)**

Forage	Profondeur de l'essai (m)		Élévation de l'essai (m)		RQD (%)	Absorption <sup>1</sup>	
	Haut	Bas	Haut	Bas		(l/min-m)	(Lugeon) <sup>2</sup>
QEEP-123	3,890	8,760	228,24	223,37	48 à 81	0,00	0,0
	5,818	10,688	226,312	221,442	45 à 81	1,40	22
	10,688	15,558	221,442	216,572	38 à 69	2,81	21
	15,558	20,428	216,572	211,702	75 à 84	0,00	0,0
	20,428	25,298	211,702	206,832	79 à 97	0,05	0,2
	25,298	30,167	206,832	201,963	26 à 61	2,02	6
QEEP-124	4,4	9,3	228,25	223,38	66 à 76	0,01	0,3
	5,319	10,189	227,331	222,461	66 à 100	0,08	1
	10,189	15,059	222,461	217,591	42 à 97	0,06	0,4
	15,059	19,929	217,591	212,721	66 à 97	0,01	0,0
	19,929	24,798	212,721	207,852	38 à 93	2,85	10
	24,798	29,667	207,852	202,983	33 à 54	2,09	6

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.

## **F4. Résultats d'essais en laboratoire**

**Tableau F4.1. Synthèse des résultats d'essais de compression sur carottes de roc (rivière-du-Loup)**

Forage	Profondeur de l'échantillon (m)		Élévation de l'échantillon (m)		Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	Résistance en compression (MPa)
	Haut	Bas	Haut	Bas		
QEEP-123	3,45	3,56	228,68	228,57	2 711	69,3 <sup>(1)</sup>
	12,62	12,73	219,51	219,40	2 698	139,5
	23,00	23,12	209,13	209,01	2 689	86,1
	30,27	30,39	201,86	209,01	2 670	36,6
QEEP-124	6,23	6,34	226,42	226,31	2 674	21,7 <sup>(1)</sup>
	16,53	16,63	216,12	216,02	2 718	49,6
	25,92	26,02	206,73	206,63	2 751	49,9

(1) Fissure vertical visible. Essai réalisé selon la méthode C de la norme ASTM D7012