

Annexe Vol 2-12

Étude de faisabilité – Rivière Etchemin Lévis

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

Numéro du document : EE4930-STCP-C-RP-0009-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	2015-02-23	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 Etchemin au Québec pour le projet Oléoduc Énergie Est. L'oléoduc projeté est en acier avec un diamètre extérieur de 1 067 mm (42 po). En se fondant sur l'incapacité de réduire les risques géotechniques en raison des impératifs géométriques, Entec considère qu'une traverse par FD n'est pas réalisable à l'emplacement proposé. 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 1,8 km au nord-est de Les Chutes-de-la-Chaudière-Est, au Québec, et est parallèle, côté sud, à l'autoroute Transcanadienne. La rivière mesure approximativement 20 m de largeur à l'emplacement projeté et est entourée par des terres densément boisées. Au nord, le terrain en pente s'élève approximativement de 50 m sur la distance de 370 m séparant la rivière et l'autoroute. Au sud, le terrain s'élève approximativement de 25 m avant une inflexion dans l'emprise.

2.2 Conditions souterraines

L'étude géotechnique menée à l'emplacement de cette traverse consistait en un forage. Après avoir évalué le forage QEEP-085 et la géométrie limitée, 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-085

Profondeur (m)	Description du sous-sol
0	
	Aucun matériel récupéré
1,5	
	Silt argileux , traces de sable, traces de gravier, présence de rochers
16,8	
	Silt et sable , traces d'argile
18,1	
	Silt graveleux et sable , présence de cailloux
25,0	
	Grès
27,1	
	Grès, siltstone, mudslate et schiste en alternance
29,2	
	Mudstone
32,8	
	Mudslate et siltstone tordus
34,2	
	Grès en couches stratifiées avec schiste
34,9	
	Mudslate , reposant sur du siltstone et du grès



35,4

3 Considérations sur la conception des FD

3.1 Contraintes exercées sur la canalisation

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

Tableau 2 : 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	9 123	kPa
Pression d'essai (PE)	11 404	kPa
Rayon minimal	530	m
Rayon de conception	1 200	m

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

3.2 Géométrie

En raison de la géométrie particulière et de la géologie de ce site, un forage directionnel est jugé infaisable à cet emplacement. L'autoroute voisine et les inflexions de l'emprise limitent la longueur totale de la traverse à moins de 700 m. En utilisant le rayon de conception de 1 200 m indiqué au Tableau 2 de la section 3,1, l'épaisseur maximale de terrain de recouvrement sous la rivière est environ de 15 m. Un forage à partir du côté sud aurait pour résultat une différence d'élévation de 25 m entre le point d'entrée et le fond de la vallée de la rivière. Une règle empirique veut que la profondeur de recouvrement nécessaire pour accommoder la pression du fluide de forage résultant d'une différence d'élévation soit d'au moins la moitié de la profondeur de la trajectoire de forage à partir du point d'entrée. Ainsi, la profondeur de recouvrement nécessaire serait d'au moins 25 m sous la rivière, alors que seulement 15 m sont disponibles à cause des contraintes géométriques. On estime que le terrain de recouvrement très meuble et non consolidé mis à jour dans le forage QEEP-085 ne sera pas en mesure de contenir les pressions de fluide de forage requises à cet emplacement et qu'il augmentera le risque d'effondrement du trou de forage et de coincement du tuyau. Des pertes de fluide à la surface sont susceptibles de se produire si l'on utilise cette trajectoire de forage peu profonde.

En raison des contraintes géométriques de l'emprise choisie, une trajectoire de forage ne peut être conçue à cet emplacement afin d'atténuer adéquatement les risques de fracturation, d'effondrement du trou de forage, de coincement du tuyau et de pertes de fluide.

3.3 Gaine de forage

Le forage QEEP-085, situé du côté sud de la rivière a mis à jour du silt et du sable graveleux entre 18,1 et 25,0 m de profondeur. Ces matériaux non consolidés augmenteraient le risque d'effondrement du trou de forage, de coincement du tuyau et de fracturation et devraient être isolés du trou de forage à l'aide d'une gaine de forage. Une tangente d'entrée d'au moins 90 m serait requise pour installer une gaine de forage jusqu'à cette profondeur. L'utilisation du rayon de conception de 1 200 m indiqué au Tableau 2 de la section 3,1 et d'une tangente d'entrée de cette longueur aurait pour résultat une trajectoire de forage beaucoup plus longue que les 700 m disponibles.

3.4 Dimensions de l'équipement

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

3.5 Diamètre du trou de forage

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

3.6 Levage et insertion de la canalisation

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

3.7 Contrôle de la flottabilité

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

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

4.1 Perte de contrôle du guidage

Les formations de sol meuble ou des changements majeurs dans les propriétés des formations peuvent engendrer des problèmes de guidage. Ces problèmes surviennent lorsque la formation n'offre pas suffisamment de résistance au trépan pour lui permettre d'effectuer un changement de direction. À l'intersection de formations plus dures, comme le sous-sol 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. Du sable meuble et du silt tendre contenant du gravier ont été identifiés grâce au forage effectué à cet emplacement, ainsi qu'un socle rocheux avec RQD (Rock Quality Designation) peu élevée. Diriger le forage à travers ce genre de géologie sera difficile et il pourrait s'avérer impossible de 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. Du sable, du gravier et des cailloux sont présents dans le terrain de couverture de cet emplacement. Les espaces vides entre ces matériaux fournissent des chemins pour des pertes de fluide. Les fissures découvertes dans le socle rocheux augmentent aussi le potentiel de perte de fluide. 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). Puisque l'atteinte d'une profondeur de recouvrement adéquate n'est pas possible à cet emplacement en raison de la géométrie, le risque de fracturation sera plus élevé à cet emplacement.

4.3 Instabilité du trou de forage

Le sable, le gravier et les cailloux découverts à cet emplacement seront vraisemblablement impropres au maintien d'un trou de forage ouvert. Les zones de socle rocheux fissuré et de piètre qualité pourraient aussi agir comme des matériaux de terrain de couverture non consolidés et s'effondrer dans le trou de forage. L'effondrement d'un trou de forage peut coincer l'équipement et en causer la perte ainsi que l'abandon du trou. Il y a un risque augmenté d'effondrement du trou de forage, qui pourrait mener à l'échec d'une traverse par FD en raison du coincement de l'équipement ou de l'oléoduc.

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

Les matériaux non consolidés et les formations non homogènes peuvent causer un coincement de la canalisation en raison de l'effondrement du trou de forage ou d'une géométrie non constante du trou de forage. Des roches fracturées, du sable, du silt et du gravier (tous présents à cet emplacement) qui se détachent de la paroi risquent de provoquer le coincement du tuyau. Le risque d'un coincement du tuyau ne peut être suffisamment diminué à cet emplacement, puisque, comme cela est expliqué à la section 3.3, l'utilisation d'une gaine de forage est impossible.

4.7 Usure et défaillance des outils de forage

Une autre considération majeure pour la faisabilité de ce projet est la durée du forage. La géologie irrégulière et fracturée à laquelle on s'attend pourrait contribuer à l'usure de l'outillage de forage, ce qui aurait un impact sur les coûts et les échéanciers globaux, en raison du temps passé à effectuer

des opérations de va-et-vient pour remplacer les trépan et aléseurs, en plus des taux de progression généralement bas pour la durée principale du forage.

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

En raison de l'incapacité d'atténuer les risques géotechniques à l'intérieur des contraintes géométriques de l'emprise sélectionnée, la traverse proposée de la rivière Etchemin Lévis est jugée techniquement infaisable. Les risques encourus à cet emplacement comprennent les difficultés de guidage, les pertes de fluide, les pertes par fracturation, l'effondrement du trou de forage et le coincement de la canalisation ou de l'outillage. Procéder à une traverse par FD à cet emplacement n'est pas recommandé, car cela entraînerait fort probablement des retards, une hausse des coûts et des impacts environnementaux, ainsi qu'un risque 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 FD étant jugée infaisable, cette annexe est sans objet.

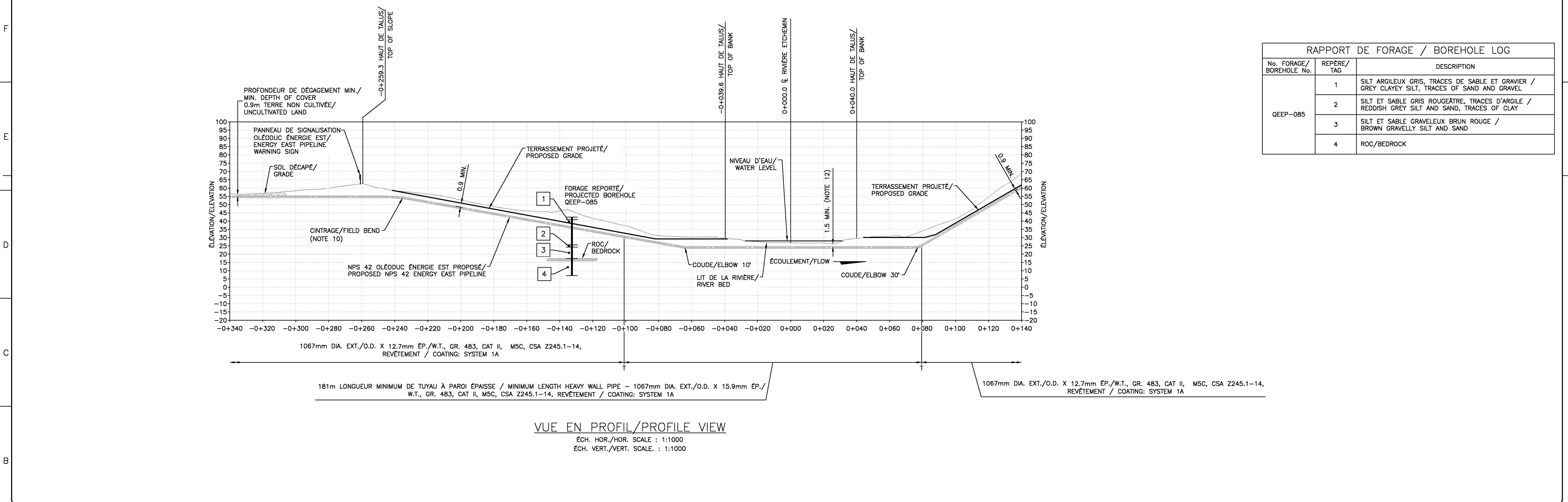
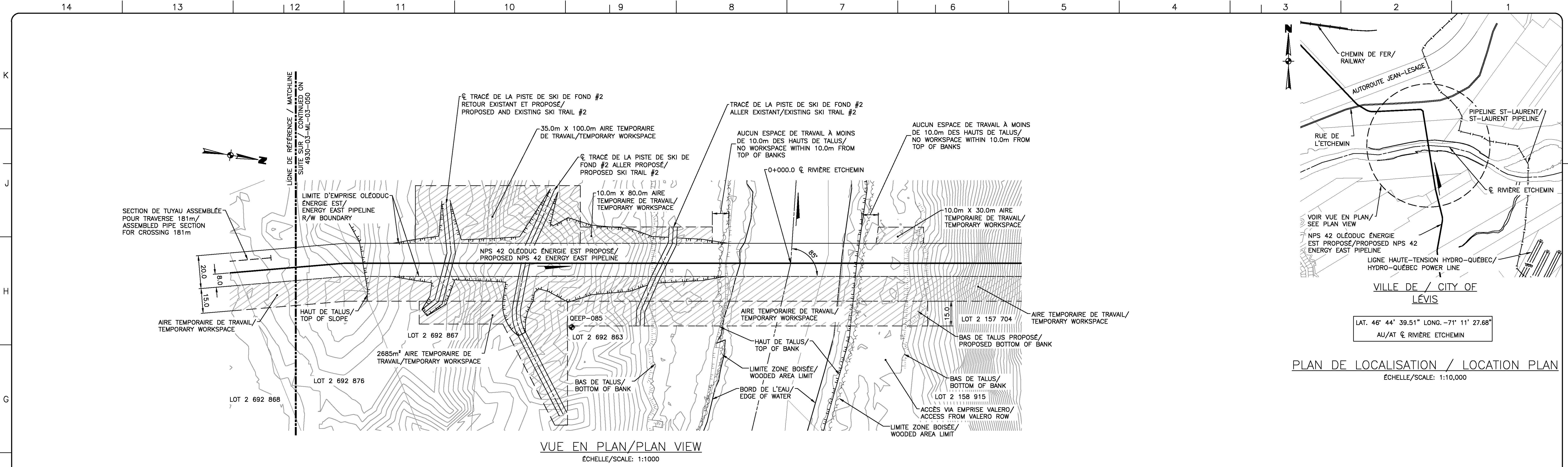
Annexe B

Plan de conception

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

Annexe C

Plan de traverse alternative



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
STDS-03-ML-05-608F	REMBLAÏ TRAVERSÉ DE RIVIÈRE, PROTECTION CONTRE L'ÉROSION / WATERCROSSING BANK EROSION PROTECTION
4930-03-ML-SK-295	PONCEAU TEMPORAIRE AVEC BUSE / TEMPORARY FLUME CULVERT CROSSING
4930-03-ML-SK-296	TRAVERSÉ DE COURS D'EAU AVEC BUSE / FLUME WATERCOURSE CROSSING
4930-03-ML-03-03B	RIVIÈRE ETCHEMIN (VALERO) - TRAVERSÉ PAR FORAGE HORIZONTAL / BORE CROSSING
4930-03-ML-03-050	RIVIÈRE ETCHEMIN (VALERO) - TRAVERSÉ EN TRANCHEE (OUVERTE) / TRENCHED CROSSING (OPEN CUT) (ALTERNATIVE)

RÉVISION/REVISION

REV/REV	DATE/DATE	DESCRIPTION/DESCRIPTION
A	2014-03-31	EMIS POUR RÉVISION (INTERNE JV) / ISSUED FOR REVIEW (INTERNAL JV)
B	2014-05-14	EMIS POUR RÉVISION (INTERNE STANTEC) / ISSUED FOR REVIEW (INTERNAL STANTEC)
C	2014-06-09	EMIS POUR INGÉNIEURIE DE BASE / ISSUED FOR FEED
D	2014-12-19	EMIS POUR RÉVISION CLIENT / ISSUED FOR CLIENT REVIEW
E	2015-02-11	EMIS POUR INFORMATION / ISSUED FOR INFORMATION

APPROBATION/APPROVAL

CODE PROJET/ PROJECT CODE	DESSINATEUR/ DRAWER	VÉRIFICATEUR/ CHECKER	CONCEPTEUR/ DESIGNER	VÉRIF. CONCEPT/ DESIGN CHK.	CHARGE PROJET/ PROJECT MGR.	COMPAGNIE/ COMPANY
2187445	CS/JCS	JB	NG	JM	GP	JOHNSTON-HEMETTE
2.228644	JCS	JB	NG	JM	GP	JOHNSTON-HEMETTE
2.228644	JJ	CS	NG	AB	GP	JOHNSTON-HEMETTE
2.228644	MT	CS	NG	AB	GP	JOHNSTON-HEMETTE
2.228644	MT	CS	NG	AB	GP	JOHNSTON-HEMETTE

**INGÉNIEUR/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-HEMETTE

INFORMATION GÉNÉRALE OLÉODUC ÉNERGIE EST / ENERGY EAST GENERAL INFORMATION PIPELINE

FA/FA 4930	CHAÎNAGE/CHAINAGE	DISCIPLINE/DISCIPLINE 03
------------	-------------------	--------------------------

RIVIÈRE ETCHEMIN (LÉVIS)
TRAVERSÉ EN TRANCHEE (OUVERTE) / TRENCHED CROSSING (OPEN CUT) (ALTERNATIVE)
QUÉBEC

ECH./SCALE T.O.I./A.S. DESSIN/DRAWING 4930-03-ML-03-039 REV/REV E

- NOTES:**
ARPENTAGE / SURVEYING:
- TOUTES LES MESURES SONT EN MÈTRES SAUF INDICATION CONTRAIRE. / ALL MEASUREMENTS ARE IN METRES UNLESS OTHERWISE SPECIFIED.
 - TOUTS LES CHÂINAGES 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 RÈGLEMENTS FÉDÉRAUX, PROVINCIAUX, MUNICIPAUX ET RÉGIONAUX APPLICABLES. / AS A MINIMUM, THE CROSSING SHALL BE CONSTRUCTED AND TESTED IN ACCORDANCE WITH ALL APPLICABLE FEDERAL, PROVINCIAL, MUNICIPAL AND REGIONAL REGULATIONS.
 - LA CONSTRUCTION DE LA CONDUITE ET LE PROGRAMME D'ESSAIS DE PRESSION HYDROSTATIQUE DOIVENT ÊTRE CONFORMES À LA NORME CSA Z662-11, AUX SPÉCIFICATIONS DE CONSTRUCTION TES-PROJ-PCS 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'INGÉNIEUR DÉTAILLÉE. / METHOD FOR RIVER CROSSING AND PIPE INSTALLATION TO BE CONFIRMED DURING DETAILED ENGINEERING.
- INSTALLATION DE LA CONDUITE ET ALIGNEMENT / PIPE ALIGNMENT AND INSTALLATION:**
- 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 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.
- 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-CONSTRUITS» DOIVENT ÊTRE FOURNIS À OLÉODUC ÉNERGIE EST APRÈS L'ACHEVEMENT DES TRAVAUX. / A FINAL «AS-BUILT» PLAN AND PROFILE SHALL BE PROVIDED TO ENERGY EAST PIPELINE AFTER THE COMPLETION OF THE WORK.
- LA PROFONDEUR DE RECOUVREMENT SERA DÉTERMINÉE À LA PHASE D'INGÉNIEURIE DE DÉTAIL. / DEPTH OF COVER WILL BE FINALIZED DURING THE DETAILED ENGINEERING PHASE.

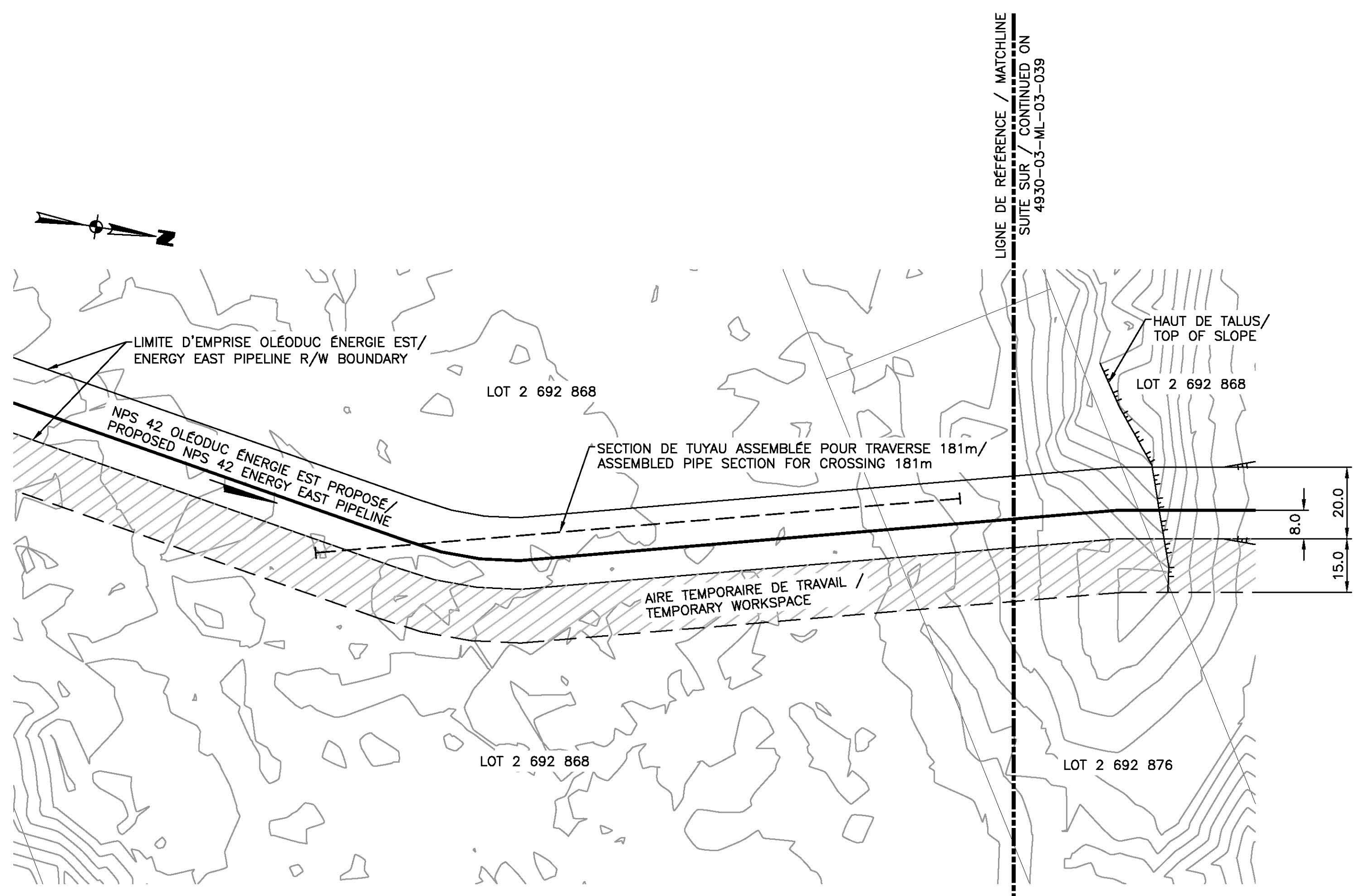
- GESTION DES DÉBLAIS ET REMBLAIS TEMPORAIRES/ SOIL PLACEMENT-TEMPORARY :**
- LES PENTES DU DÉBLAIS D'EXCAVATION DOIVENT ÊTRE CONFORMES AUX NORMES TES-DV31-2333 ET TES-PROJ-EXC DE TRANSCANADA ET AUX NORMES LOCALE. / TEMPORARY SPOIL SLOPE FROM EXCAVATION SHALL CONFORM TO TRANSCANADA SPECIFICATIONS TES-DV31-2333, 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 TALLUS DOIT ÊTRE MIS EN PLACE AVEC UNE PENTE MAXIMALE DE 2H:1V POUR OPTIMISER LA STABILITÉ DU TALLUS. / 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 TALLUS. / 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'INGÉNIEURIE DÉTAILLÉE. / BUOYANCY CONTROL WILL BE DETERMINED IN DETAILED ENGINEERING.
- ENVIRONNEMENT/ ENVIRONMENTAL:**
- VOIR LES CLAUSES ENVIRONNEMENTALES DÉTAILLÉES (À ÊTRE COMPLÉTÉES À L'INGÉNIEURIE DÉTAILLÉE). / SEE DETAILED ENVIRONMENTAL CONDITIONS (TO BE DEFINED IN DETAILED ENGINEERING)

SPÉCIFICATIONS DE L'OLÉODUC / PIPELINE SPECIFICATIONS

- CONDUITE / LINE PIPE: 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: SOUDE / WELDED
- REVÊTEMENT CONDUITE / LINE PIPE COATING: SYSTÈME / SYSTEM 1A
- TUYAU À PAROI ÉPaisse / HW PIPE: SYSTÈME / SYSTEM 1A
- MÉTHODE DE TRAVERSE / CROSSING METHOD: TRANCHÉE / TRENCHED
- TEST DE PRESSION MIN. (SECTION DE TRAVERSE)/MIN. TEST PRESSURE (CROSSING SECTION): 11 404 kPa
- PRESSION MAX. D'EXPLOITATION* / MAX. OPERATING PRESSURE*: 9 123 kPa
- PRODUIT TRANSPORTÉ / PRODUCT CARRIED: PÉTROLE BRUT / CRUDE OIL

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



VUE EN PLAN/PLAN VIEW
 ÉCHELLE/SCALE: 1:1000

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	DÉSSIN TYPIQUE DE COUDE 3D / TYPICAL DRAWING 3D ELBOW DETAIL
STDS-03-ML-05-608F	REMBLAI TRAVERSE DE RIVIÈRE, PROTECTION CONTRE L'ÉROSION / WATERCROSSING BANK EROSION PROTECTION
4930-03-ML-SK-295	PONCEAU TEMPORAIRE AVEC BUSE / TEMPORARY FLUME CULVERT CROSSING
4930-03-ML-SK-296	TRAVERSE DE COURS D'EAU AVEC BUSE / FLUME WATERCOURSE CROSSING
4930-03-ML-03-038	RIVIÈRE ETCHEMIN (VALERO) - TRAVERSE PAR FORAGE HORIZONTAL / BORE CROSSING
4930-03-ML-03-039	RIVIÈRE ETCHEMIN (VALERO) - TRAVERSE EN TRANCHÉE (OUVERTE) / TRENCHED CROSSING (OPEN CUT) (ALTERNATIVE)

RÉVISION/REVISION		APPROBATION/APPROVAL	
REV/REV	DATE/DATE	DESCRIPTION/DESCRIPTION	
A	2014-12-19	EMIS POUR RÉVISION CLIENT / ISSUED FOR CLIENT REVIEW	
B	2015-02-11	EMIS POUR INFORMATION / ISSUED FOR INFORMATION	

CODE PROJET / PROJECT CODE	DESSINATEUR / DRAFTER	VÉRIFICATEUR / CHECKER	CONCEPTEUR / DESIGNER	VÉRIF. DESIN. CIVIL / CIVIL DESIGN	CHARGE PROJET / PROJECT MGR	COMPAGNIE / COMPANY
2.226644	MT	CS	NG	AB	GP	JOHNSTON-VERMETTE
2.226644	MT	CS	NG	AB	GP	JOHNSTON-VERMETTE

INGÉNIEUR/RPT / PROFESSIONAL ENGINEER/RPT		PERMIS/APP. ING. / PERMIT/ENG. APPROVAL	
DATE/DATE		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
 FRA/FX 4930 CHAÎNAGE/CHAINAGE DISCIPLINE/DISCIPLINE 03

RIVIÈRE ETCHEMIN (LÉVIS)
 TRAVERSE EN TRANCHÉE (OUVERTE) / TRENCHED CROSSING (OPEN CUT) (ALTERNATIVE)
 QUÉBEC































ECH/SCALE T.Q.I./A.S. DESSIN/DRAWING 4930-03-ML-03-050 REV/REV B

Annexe D

Information géotechnique

R1. 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>Classification et dimension des particules (ASTM D2487)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Terminologie</u></th> <th><u>Dimensions (mm)</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Blocs</td> <td>> 300</td> </tr> <tr> <td>Cailloux</td> <td>80 à 300</td> </tr> <tr> <td>Gravier</td> <td>5,0 à 80</td> </tr> <tr> <td>Sable</td> <td>0,080 à 5,0</td> </tr> <tr> <td>Silt</td> <td>0,002 à 0,080</td> </tr> <tr> <td>Argile</td> <td>< 0,002</td> </tr> <tr> <th colspan="2"><u>Proportion (en poids)</u></th> </tr> <tr> <td>Traces</td> <td>< 10 %</td> </tr> <tr> <td>Un peu</td> <td>10 % à 20 %</td> </tr> <tr> <td>Adjectif (ex. : sableux)</td> <td>20 % à 35 %</td> </tr> <tr> <td>Nom (ex. : et sable)</td> <td>> 35 %</td> </tr> </tbody> </table> <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_r) est définie par le rapport de la résistance au cisaillement du matériau intact (C_u) sur celle du matériau remanié (C_{ur}).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Consistance</u></th> <th><u>Résistance (C_u, kPa)</u></th> <th><u>Indice « N »</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Très molle</td> <td>< 12</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Molle</td> <td>12 à 25</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ferme</td> <td>25 à 50</td> <td>4 à 8</td> </tr> <tr> <td>Raide</td> <td>50 à 100</td> <td>8 à 15</td> </tr> <tr> <td>Très raide</td> <td>100 à 200</td> <td>15 à 30</td> </tr> <tr> <td>Dure</td> <td>> 200</td> <td>> 30</td> </tr> <tr> <th><u>Sensibilité (S_r)</u></th> <th colspan="2"><u>C_u / C_{ur}</u></th> </tr> <tr> <td>Faible</td> <td colspan="2">< 2</td> </tr> <tr> <td>Moyenne</td> <td colspan="2">2 à 4</td> </tr> <tr> <td>Sensible</td> <td colspan="2">4 à 8</td> </tr> <tr> <td>Très sensible</td> <td colspan="2">8 à 16</td> </tr> <tr> <td>Liquide</td> <td colspan="2">> 16</td> </tr> <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> <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>Terminologie</u>	<u>Dimensions (mm)</u>	Blocs	> 300	Cailloux	80 à 300	Gravier	5,0 à 80	Sable	0,080 à 5,0	Silt	0,002 à 0,080	Argile	< 0,002	<u>Proportion (en poids)</u>		Traces	< 10 %	Un peu	10 % à 20 %	Adjectif (ex. : sableux)	20 % à 35 %	Nom (ex. : et sable)	> 35 %	<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_r)</u>	<u>C_u / C_{ur}</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 (w_l)</u>	<u>Indice de plasticité (I_p)</u>	Faible	< 30	< 10 %	Moyenne	30 à 50	10 % à 25 %	Élevée	> 50	> 25 %	<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> <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_r</td> <td>:</td> <td>Sensibilité au remaniement</td> </tr> <tr> <td>RQD</td> <td>:</td> <td>Indice de qualité du roc en laboratoire</td> </tr> <tr> <td>Inj</td> <td>:</td> <td>Injection d'eau sous pression</td> </tr> <tr> <td>w</td> <td>:</td> <td>Teneur en eau naturelle</td> </tr> <tr> <td>w_l / w_p</td> <td>:</td> <td>Limites d'Atterberg</td> </tr> <tr> <td>k</td> <td>:</td> <td>Perméabilité</td> </tr> <tr> <td>AG</td> <td>:</td> <td>Analyse granulométrique (tamisage)</td> </tr> <tr> <td>AC</td> <td>:</td> <td>Analyse chimique</td> </tr> <tr> <td>Com</td> <td>:</td> <td>Résistance en compression (roc)</td> </tr> <tr> <td>Dos</td> <td>:</td> <td>Dosage par lavage au tamis de 80 μm</td> </tr> <tr> <td>Oed</td> <td>:</td> <td>Consolidation oedométrique</td> </tr> <tr> <td>Sed</td> <td>:</td> <td>Sédimentométrie</td> </tr> </tbody> </table> <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>		<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 %		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 μ m	Oed	:	Consolidation oedométrique	Sed	:	Sédimentométrie
<u>Terminologie</u>	<u>Dimensions (mm)</u>																																																																																																																																																																							
Blocs	> 300																																																																																																																																																																							
Cailloux	80 à 300																																																																																																																																																																							
Gravier	5,0 à 80																																																																																																																																																																							
Sable	0,080 à 5,0																																																																																																																																																																							
Silt	0,002 à 0,080																																																																																																																																																																							
Argile	< 0,002																																																																																																																																																																							
<u>Proportion (en poids)</u>																																																																																																																																																																								
Traces	< 10 %																																																																																																																																																																							
Un peu	10 % à 20 %																																																																																																																																																																							
Adjectif (ex. : sableux)	20 % à 35 %																																																																																																																																																																							
Nom (ex. : et sable)	> 35 %																																																																																																																																																																							
<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_r)</u>	<u>C_u / C_{ur}</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 (w_l)</u>	<u>Indice de plasticité (I_p)</u>																																																																																																																																																																						
Faible	< 30	< 10 %																																																																																																																																																																						
Moyenne	30 à 50	10 % à 25 %																																																																																																																																																																						
Élevée	> 50	> 25 %																																																																																																																																																																						
<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 %																																																																																																																																																																							
	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 μ m																																																																																																																																																																						
Oed	:	Consolidation oedométrique																																																																																																																																																																						
Sed	:	Sédimentométrie																																																																																																																																																																						

Forage N° : QEEP-085
 Dossier : PLUS-00026280-045500

 Projet : Oléoduc Énergie Est - Exploration géotechnique
 Traverses de rivières majeures
 Endroit : Rivière Etchemin (Valero)
 Foreur : Forages S.L.
 Date du forage : 2014-06-18

 Compilé par : M. Létourneau
 Technicien : D. Lamontagne
 Approuvé par : D. Giguère
 Date du rapport : 2014-10-09

Coordonnées géographiques

 Latitude : 46.7432°
 Longitude : -71.1902°

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

 CF : Cuillère fendue
 TM : Tube à paroi mince
 CR : Carotte (forage au diamant)
 ET : Tarière
 EM : Manuel

État de l'échantillon

 Remanié
 Intact
 Perdu
 Forage au diamant

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	Élév. Prof.	Description	Strat.	Eau	État	Type - No	Réc. %	N / RQD	FAIBLE	MOYENNE	FORTE	Essais	Cu	Cur	Nc	20	40	60	80	100	
		42.40	Niveau actuel du sol																			
		0.00	Descente des tubages en destruction jusque vers 1,5 mètre de profondeur.																			
	5	40.88	Silt argileux gris, traces de sable, traces de gravier. Présence de cailloux vers 1,5 mètre de profondeur.				CF-1	83	3													
	2	1.52																				
	10						CF-2	71	1													
	15						TM-3	100					AG, Sed Ip = 8% IL = 1,08									
	5																					
	20																					
	6																					
	25						CF-4	100	1													
	8																					
	30																					
	9																					
	35						TM-5	100														
	10																					
	37																					
	18																					

Remarques :

R2. Photographies des carottes de roc

Photographies des carottes de roc (sec) : Rivière Etchemin (Valero) - Forage QEEP-085



Photo 1. Forage QEEP-085: boîtes 1 à 3 / 3 (24,99 m à 35,36 m)

Photographies des carottes de roc (humide) : Rivière Etchemin (Valero) - Forage QEEP-085



Photo 1. Forage QEEP-085: boîtes 1 à 3 / 3 (24,99 m à 35,36 m)

R3. Résultats d'essais in situ

Tableau R3.1. Synthèse des résultats d'essais de perméabilité dans les sols (riv Etchemin (Valero))

Forage	Profondeur de l'essai (m)	Élévation de l'essai (m)	Perméabilité m/s
QEEP-085	19,8	22,6	2,2E-08

R4. Résultats d'essais en laboratoire



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

**ESSAIS SUR SOLS
 FORAGE ET SONDAGE**

Certifié ISO 9001:2008

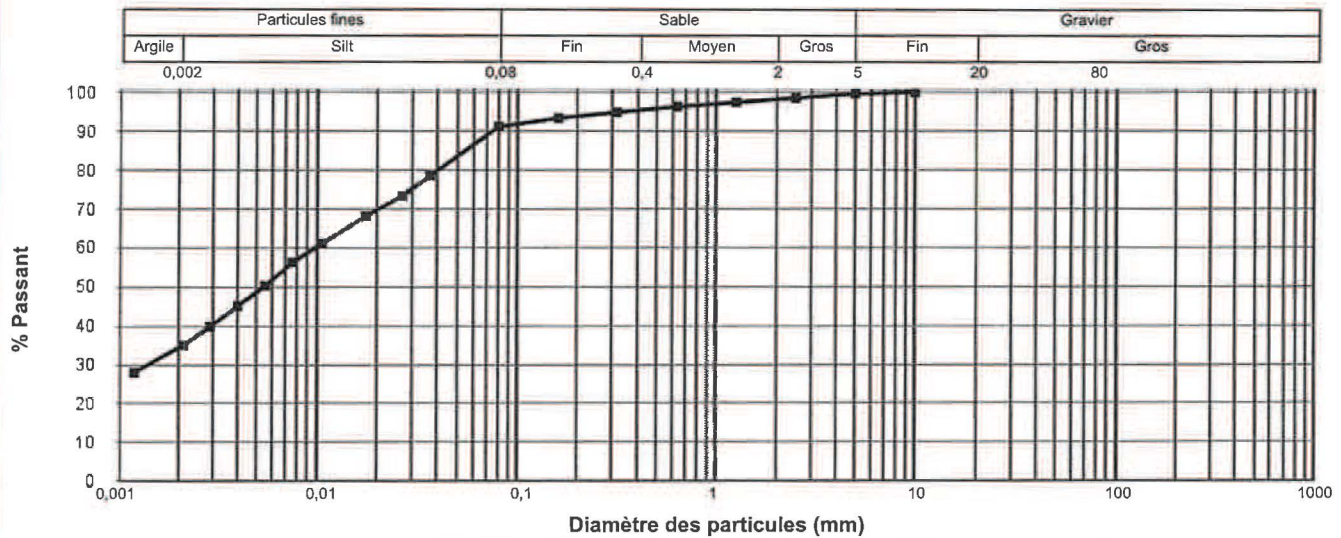
Client : Johnston-Vermette
 Projet : Oléoduc Énergie Est

Dossier n° : PLUS-26280-045500
 Échantillon n° : GR-3087
 Réf. client :

Sondage n° : QEEP-085
 Échantillon : TM-3
 Profondeur : 4,6 à 5,2 mètres

Prélevé le : 2014-06-26 par EXP
 Reçu le : 2014-06-26
 Localisation : Rivière Etchemin

Courbe granulométrique



Analyse granulométrique LC 21-040

Description

Tamis (mm)	Tamisat %passant mesuré	Tamis (mm)	Tamisat %passant mesuré
112		0.0368	78,5
80		0.0268	73,3
56		0.0174	68,1
40		0.0105	61,0
31,5		0.0076	56,4
20		0.0055	50,3
14		0.0040	45,1
10		0.0029	40,0
5	100	0.0021	34,8
2,5	99	0.0012	28,0
1,25	97		
0,630	96		
0,315	95		
0,160	93		
0,080	91,3		

D₁₀ :
 D₃₀ : 0,001 mm
 D₆₀ : 0,010 mm

Coefficient d'uniformité (Cu) :
 Coefficient de courbure (Cc) :

Gravier: 0 %
 Sable: 9 %
 Silt: 57 %
 Argile: 34 %
 Description : Silt argileux, traces de sable

Classification unifiée :

Remarques :

Vérifié par : Geneviève Boisclair
 Auxiliaire technique

Approuvé par : Michelle Létourneau, ing., M.Sc.A.

Date : 2014-07-10



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

**ESSAIS SUR SOLS
 FORAGE ET SONDAGE**

Certifié ISO 9001:2008

Client : Johnston-Vermette

Dossier n° : PLUS-26280-045500

Projet : Oléoduc Énergie Est

Échantillon n° : GR-3099

Réf. client :

Sondage n° : QEEP-085

Prélevé le : 2014-06-27 par EXP

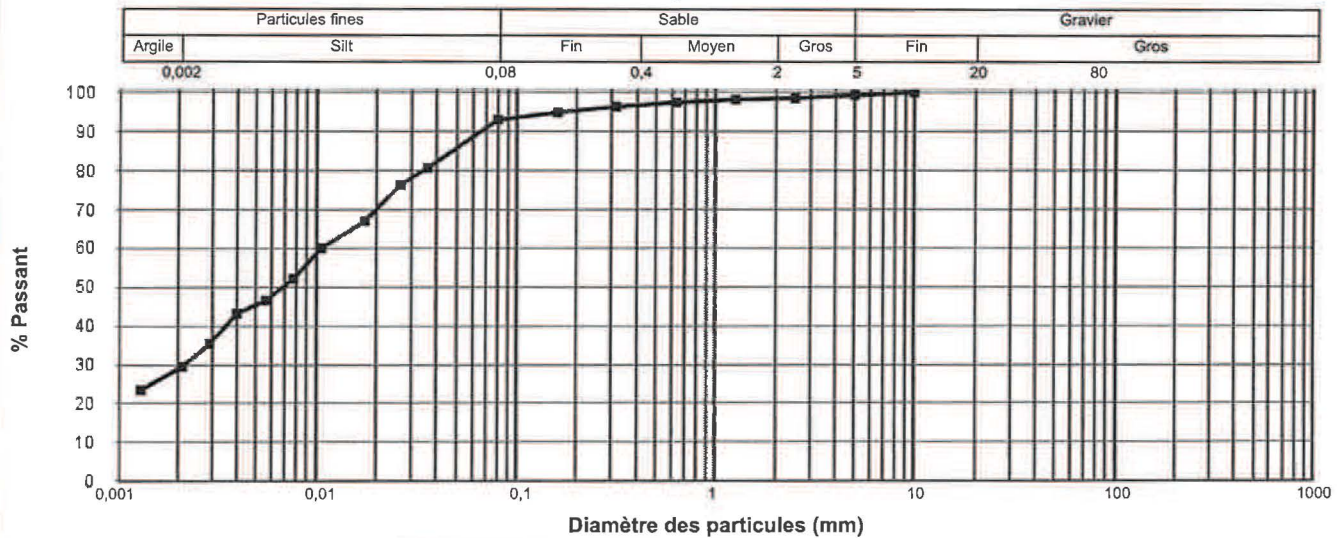
Échantillon : TM-5

Reçu le : 2014-06-27

Profondeur : 10,7 à 11,3 mètres

Localisation : Rivière Etchemin

Courbe granulométrique



Analyse granulométrique LC 21-040

Description

Tamis (mm)	Tamisat %passant mesuré	Tamis (mm)	Tamisat %passant mesuré
112		0.0362	80,8
80		0.0263	76,4
56		0.0175	66,8
40		0.0105	59,8
31,5		0.0077	51,9
20		0.0056	46,7
14		0.0040	43,2
10		0.0029	35,5
5	99	0.0021	29,4
2,5	99	0.0013	23,4
1,25	98		
0,630	97		
0,315	96		
0,160	95		
0,080	93,1		

D₁₀ :
 D₃₀ : 0,002 mm
 D₆₀ : 0,011 mm
 Coefficient d'uniformité (Cu) :
 Coefficient de courbure (Cc) :
 Gravier: 1 %
 Sable: 6 %
 Silt: 64 %
 Argile: 29 %
 Description : Silt argileux, traces de sable, traces de gravier
 Classification unifiée :

Remarques :

Vérifié par :

Genevieve Boisclair
 Genevieve Boisclair
 Auxiliaire technique

Approuvé par :

Michelle Létourneau
 Michelle Létourneau, ing., M.Sc.A.

Date : 2014-07-10

Tableau R4.1. Synthèse des résultats des propriétés géotechniques caractéristiques mesurées en laboratoire sur des échantillons intacts (rivière Etchemin (Valero))

Propriétés caractéristiques ⁽¹⁾	QEEP-085 TM-3	QEEP-085 TM-5
Profondeur	4,9 m	11,0 m
Teneur en eau naturelle (w)	28,7 %	25,3 %
Poids volumique (γ)	19,4 kN/m ³	20,1 kN/m ³
Résistance au cisaillement intact (C_{uc})	30,2 kPa	17,9 kPa
Résistance au cisaillement remanié (C_{ur})	1,8 kPa	0,9 kPa
Sensibilité au remaniement (S_t)	17	19
Limite de liquidité (w_L)	28 %	24 %
Limite de plasticité (w_p)	20 %	20 %
Indice de plasticité (I_p)	8 %	4 %
Indice de liquidité (I_L)	1,08	1,39
Indice des vides initial (e_0)	1,14	1,07
Coefficient de recompression (C_r)	0,033	0,030
Coefficient de compression (C_c)	0,511	0,403
Pression de préconsolidation (σ'_p) - Apparente (cône suédois)	143 kPa	87 kPa
Rapport C_{uc} / σ'_p	0,21	0,21

(1) : À l'exception des limites de consistance, les propriétés géotechniques caractéristiques sont basées sur des corrélations à partir de données de la littérature sur la bases des teneurs en eau, résistance au cône et poids volumiques mesurés (Revue canadienne de géotechnique, Garneau et LeBihan 1997, et Leroueil et al. 1983).

**Tableau R4.2. Synthèse des résultats d'essais de compression sur carottes de roc
(rivière Etchemin (Valero))**

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-085	25,07	25,19	17,33	17,21	2 608	103,8
	35,20	35,32	7,20	7,08	2 716	31,2