

Projet Oléoduc Énergie Est

Rapport de données techniques :
Sols et terrain –
Pipeline au Québec

Décembre 2014

Préparé pour :

Oléoduc Énergie Est Itée

Calgary, Alberta

Préparé par :

Groupe Conseil UDA inc.

Saint-Charles-sur-Richelieu, Québec

Table des matières

1	INTRODUCTION.....	1-1
1.1	RAISON D'ÊTRE DU RDT.....	1-1
1.2	LIMITES SPATIALES.....	1-1
2	MÉTHODOLOGIE.....	2-1
2.1	ACQUISITION DES DONNÉES EXISTANTES.....	2-1
2.2	INVENTAIRE.....	2-2
2.2.1	Objectifs.....	2-2
2.2.2	Zone d'inventaire.....	2-2
2.2.3	Période d'inventaire.....	2-2
2.2.4	Permis d'inventaire.....	2-2
2.2.5	Méthodologie d'inventaire.....	2-2
2.2.6	Effort d'inventaire.....	2-3
2.2.7	Équipement et matériel.....	2-3
2.2.8	Limitations.....	2-4
2.3	ANALYSE DES DONNÉES.....	2-4
2.3.1	Risque de compaction.....	2-4
2.3.2	Risque d'orniérage.....	2-4
2.3.3	Risque d'érosion hydrique.....	2-5
2.3.4	Risque d'érosion éolienne.....	2-6
3	RÉSULTATS.....	3-1
3.1	DONNÉES EXISTANTES.....	3-1
3.1.1	Géomorphologie régionale.....	3-1
3.1.2	Caractéristiques des sols.....	3-1
3.1.3	Potentiel agricole.....	3-2
3.1.4	Contamination des sols.....	3-3
3.1.5	Zones de mouvements de sols.....	3-3
3.2	RÉSULTATS D'INVENTAIRE.....	3-5
3.2.1	Sondages pédologiques.....	3-5
3.2.2	Relevés à la pelle.....	3-5
3.3	ANALYSE DES DONNÉES.....	3-5
3.3.1	Risque de compaction et d'orniérage.....	3-5
3.3.2	Risque d'érosion hydrique et éolienne.....	3-7
4	CONCLUSION.....	4-1
5	RÉFÉRENCES.....	5-1

Liste des tableaux

Tableau 2-1	Classement du risque de compaction des sols	2-4
Tableau 2-2	Tableau des facteurs considérés pour le risque d'orniérage des sols	2-5
Tableau 2-3	Classement du risque d'orniérage	2-5
Tableau 2-4	Classement du risque d'érosion hydrique.....	2-6
Tableau 2-5	Classement du risque d'érosion éolienne.....	2-6
Tableau 3-1	Ordres des sols dans l'emprise du pipeline	3-1
Tableau 3-2	Ordres des sols dans la zone d'implantation des stations de pompage.....	3-2
Tableau 3-3	Potentiel agricole dans l'emprise du pipeline.....	3-2
Tableau 3-4	Potentiel agricole dans la zone d'implantation des stations de pompage	3-3
Tableau 3-5	Zones de mouvements de sols	3-4
Tableau 3-6	Risque de compaction et d'orniérage dans l'emprise du pipeline	3-6
Tableau 3-7	Risque de compaction et d'orniérage dans la zone d'implantation des stations de pompage	3-6
Tableau 3-8	Risque d'érosion hydrique dans l'emprise du pipeline.....	3-7
Tableau 3-9	Risque d'érosion éolienne dans l'emprise du pipeline.....	3-7
Tableau 3-10	Risque d'érosion hydrique dans la zone d'implantation des stations de pompage	3-8
Tableau 3-11	Risque d'érosion éolienne dans la zone d'implantation des stations de pompage	3-9

Liste des annexes

ANNEXE A	Figures 3.1 à 3.4
ANNEXE B	Tableau de texture de sols
ANNEXE C	Tableau des résultats des sondages pédologiques
ANNEXE D	Tableau des résultats des relevés à la pelle
ANNEXE E	Représentation cartographique des résultats des sondages pédologiques

Abréviations

ARDA	Aménagement rural et Développement de l'Agriculture
ÉES	évaluation environnementale et socioéconomique
FCS.....	fiches de couches de sols
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IRDA.....	Institut de recherche et de développement en agroenvironnement
MAPAQ	ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
MDDEFP	ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs
MDDELCC.....	ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Luttecontre les changements climatiques
MERN.....	ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec
MERQ	ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec
MRC	municipalité régionale de comté
MRN	Ministère des Ressources Naturelles
NAD 83.....	<i>North American Datum of 1983</i>
Projet.....	Projet Oléoduc Énergie Est
RDT	rapport de données techniques
RNCan.....	Ressources naturelles Canada
SIG.....	système d'information géographique
UDA.....	Groupe Conseil UDA Inc.
ZÉÉ	zone d'étude étendue
ZI	zone d'inventaire
ZIP	zone d'implantation du Projet

1 INTRODUCTION

Ce document intitulé : « **Rapport de données techniques (RDT) : Sols et terrain – Pipeline au Québec** » se veut un complément d'information à la **Section 7 : Sols et terrain, Volume 2, Partie D de l'évaluation environnementale et socioéconomique (ÉES)** d'octobre 2014 pour le Projet Oléoduc Énergie Est (ci-après désigné le « **Projet** »).

1.1 Raison d'être du RDT

Afin de documenter les principales caractéristiques des sols et terrain franchis par le Projet, une étude de caractérisation, incluant une revue des données existantes et des inventaires terrain, a été réalisée par Groupe Conseil UDA inc. (UDA). Le présent rapport a pour objet de présenter l'approche retenue et les principaux résultats obtenus lors des inventaires.

Ce rapport n'a pas pour objet de discuter des effets anticipés du Projet et des mesures d'atténuation relatives aux sols et terrain puisque cet exercice est documenté dans le cadre de l'ÉES d'octobre 2014.

Toutefois, il importe de préciser que les données recueillies et présentées ci-après ont été intégrées au système d'information géographique (SIG) et à la cartographie détaillée du tracé et seront prises en compte lors des activités de construction et d'exploitation du Projet conformément aux engagements exposés dans l'ÉES d'octobre 2014.

1.2 Limites spatiales

Les limites spatiales considérées pour les sols et terrain sont :

- la zone d'implantation du Projet (ZIP) qui correspond à :
 - l'emprise permanente¹ et l'aire de travail temporaire adjacente nécessaire aux activités de construction du pipeline (totalisant environ 60 m de largeur);
 - la superficie utilisée pour la construction des onze stations de pompage (chacune mesurant environ 300 m par 300 m);
- la zone d'inventaire (ZI) correspond à des sites présélectionnés dans l'emprise permanente du pipeline sur la base des cartes pédologiques et des photos aériennes, pour effectuer les sondages pédologiques et sur la base de l'utilisation du sol pour effectuer les relevés à la pelle;
- la zone d'étude étendue (ZÉE) correspond à la zone considérée pour la collecte des données existantes. Celle-ci couvre environ 5 km de part et d'autre du tracé du pipeline. La ZÉE est illustrée sur les figures présentées à l'Annexe A.

¹ La longueur totale du pipeline au Québec est de l'ordre de 713 km. Le Projet prévoit l'installation de deux conduites adjacentes à l'intérieur d'une seule emprise, sur une distance d'environ 25 km entre les municipalités de Cacouna et de Saint-Antonin. Ainsi, la longueur totale de l'emprise du pipeline au Québec est de l'ordre de 688 km.

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 Acquisition des données existantes

Les données existantes relatives aux sols et terrain consultées dans le cadre du Projet proviennent notamment :

- du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ);
- du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC);
- de municipalités régionales de comté (MRC);
- du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec (MERN);
- de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA).

Les principales sources de données recueillies et utilisées afin d'étudier les sols et terrain incluent :

- des cartes géologiques (MRN, 2012);
- des cartes de dépôts de surface (MERQ, 1990 à 2001);
- des cartes de potentiel agricole des sols (ARDA et IRDA, 2001-2004);
- des cartes pédologiques, incluant des études de sol détaillées (MAPAQ, 1998-2006);
- des couches pédologiques numériques de l'IRDA comprenant la banque de données des sols ainsi que les fiches de couches de sols (FCS) de l'Inventaire des problèmes de dégradation des sols agricoles du Québec, 1990 (IRDA, 2013). De plus, l'IRDA a fourni une compilation combinant les dépôts de surface et le drainage associés aux séries de sol.
- des cartes des contraintes physiques tirées des schémas d'aménagement et de développement des MRC;
- des données relatives aux sites contaminés connus (MDDELCC, 2014).

2.2 Inventaire

2.2.1 Objectifs

L'inventaire des sols réalisé dans le cadre du Projet visait spécifiquement à :

- caractériser les sols dans l'emprise du pipeline, notamment l'épaisseur et la texture des horizons, le niveau de l'eau souterraine et la présence de roches et de roc.
- mesurer l'épaisseur de la couche de sol arable dans les milieux agricoles de l'emprise du pipeline.

2.2.2 Zone d'inventaire

Tel que précisé antérieurement, la zone d'inventaire (ZI) correspond aux secteurs couverts dans le cadre de l'inventaire. Plus spécifiquement, la ZI correspond à des sites présélectionnés et inventoriés dans la ZIP du pipeline.

La localisation des sondages pédologiques a été déterminée à partir des photos aériennes et des cartes pédologiques (MAPAQ, 1998-2006). Les critères suivants ont été utilisés afin d'identifier l'emplacement de ces sondages :

- un minimum d'un sondage pédologique était effectué pour chaque série de sol croisée par la ZIP du pipeline, tel qu'identifié sur les cartes pédologiques;
- la distance maximale entre deux sondages pédologiques était inférieure ou égale à environ 500 m;

La localisation des relevés à la pelle a été déterminée selon l'utilisation du sol. Un relevé à la pelle a été effectué à l'intérieur de la ZIP du pipeline pour chacun des champs cultivés croisé par le tracé en milieu agricole.

2.2.3 Période d'inventaire

Les inventaires se sont échelonnés d'octobre à décembre 2013 et de mai à septembre 2014.

2.2.4 Permis d'inventaire

Aucun permis n'encadre spécifiquement la réalisation des inventaires relatifs aux sols.

2.2.5 Méthodologie d'inventaire

2.2.5.1 Sondages pédologiques

Par mesure préventive, une demande de localisation a été adressée au service Info-Excavation, préalablement à la réalisation de chacun des sondages pédologiques, afin de valider la présence possible d'infrastructures souterraines aux sites présélectionnés pour les sondages. En complément, un

balayage, à l'aide d'un localisateur d'installations souterraines, a été effectué sur le terrain avant la réalisation de chacun des sondages pédologiques, afin de confirmer l'absence d'infrastructures souterraines.

Les sondages pédologiques ont été réalisés manuellement à l'aide d'une tarière de 75 mm de diamètre jusqu'à une profondeur maximale de 220 cm, si techniquement réalisable, selon les sols rencontrés. Tel que mentionné précédemment, diverses caractéristiques du sol ont été relevées au terrain lors des sondages pédologiques, notamment la texture et l'épaisseur des horizons de sol, la profondeur de la nappe d'eau souterraine et la présence de roches ou de roc. Il importe de préciser qu'une méthode d'évaluation dite tactile (MRN, 1994) a été utilisée au terrain pour déterminer la texture des sols. Aussi, un ruban à mesurer a été utilisé pour effectuer les mesures d'épaisseur et de profondeur.

2.2.5.2 Relevés à la pelle

Tous les relevés à la pelle ont été réalisés manuellement. Ces relevés ont permis de mesurer l'épaisseur de la couche de sol arable (à l'aide d'un ruban à mesurer), d'en évaluer sa texture au terrain (à l'aide de la méthode d'évaluation dite tactile [MRN, 1994]) et d'identifier la différence de couleur entre le sol arable (horizon A) et le sol inerte sous-jacent (horizon B), selon le cas.

2.2.6 Effort d'inventaire

Au total, 1 378 sondages pédologiques et 2 052 relevés à la pelle ont été réalisés dans la ZIP du pipeline.

2.2.7 Équipement et matériel

Comme mentionné précédemment, les sondages pédologiques ont été réalisés à l'aide d'une tarière d'un diamètre de 75 mm alors que les autres relevés ont été effectués à l'aide d'une pelle. Les équipes qui réalisaient les inventaires étaient pourvues d'ordinateurs de terrain (*Mobile Mapper*), d'un atlas cartographique illustrant l'emprise sur fond ortho-photographique, d'appareils photographiques, de GPS (*Global positioning system*), de rubans à mesurer et de fiches de terrain. Le système de référence *North American Datum of 1983 (NAD 83)* a été utilisé. Cette configuration du GPS a été vérifiée avant chaque première utilisation quotidienne.

2.2.7.1 Gestion des données

Au terrain, les données ont été colligées sur des feuillets d'inventaire. Les données enregistrées sur papier ont ensuite été transposées dans un fichier Excel à la fin de chaque journée d'inventaire. Les données recueillies sur les fiches terrain ont été intégrées dans un système d'information géographique (SIG) par la suite. Un contrôle de la qualité des données a été effectué sur une base journalière par le chef d'équipe, suivi par une vérification finale de la qualité des données à la fin des inventaires.

2.2.8 Limitations

Considérant l'étendue du territoire et la tenure privée de la majorité des terres, certaines autorisations pour les relevés d'inventaires n'ont pu être obtenues auprès des propriétaires concernés, limitant par le fait même l'accès à certains sites.

2.3 Analyse des données

L'analyse des données visait à déterminer les risques théoriques de compaction, d'orniérage, d'érosion hydrique et d'érosion éolienne dans l'emprise du pipeline et des stations de pompage. Ces risques ont été estimés pour chaque série de sols que franchit le pipeline. Une série de sol se définit comme un nom donné à chacun des sols décrits dans les rapports pédologiques compilés par l'IRDA. Pour effectuer cette analyse, les bases de données de l'IRDA ont été utilisées comme principale source de données.

2.3.1 Risque de compaction

La méthode utilisée pour évaluer le risque de compaction est inspirée de la méthodologie d'Archibald *et al.* (1997) et du *British Columbia Ministry of Forests* (1999). Selon cette méthodologie, deux critères servent à définir le risque de compaction, soit la texture des sols et leur drainage. Ces deux critères ont été tirés de la base de données des sols de l'IRDA. Le Tableau 2-1 présente la matrice utilisée pour le calcul du risque de compaction.

Tableau 2-1 Classement du risque de compaction des sols

Drainage	Texture					Organique
	Très grossière	Grossière à moyenne	Moyenne	Modérément fine à fine	Fine à Très fine	
Excessif	Faible	Faible	-	Modéré	Modéré	Élevé
Bon	Faible	Faible	Faible	Modéré	Modéré	
Imparfait	Faible	Faible	Modéré	Élevé	Élevé	
Mauvais	Modéré	Modéré	Élevé	Élevé	Élevé	
Très mauvais	-	Modéré	-	-	-	

2.3.2 Risque d'orniérage

La méthode utilisée pour évaluer le risque d'orniérage est inspirée de la méthodologie développée par l'*Alberta Forest Products Association/Land & Forest Service* (AFPA/LFS, 1996). Trois facteurs ont été considérés dans cette analyse, soit la texture du sol, son contenu en eau déterminé sur la base de l'ordre auquel il appartient (Groupe de travail sur la classification des sols, 1998) et la topographie. La texture du sol et l'ordre ont été tirés de la base de données de l'IRDA. La topographie a été tirée quant à elle d'un traitement géomatique effectué à partir des Données numériques d'élévation du Canada (RNCAN, 2010). Une pondération a été attribuée par la suite à chaque facteur (Tableau 2-2). Le niveau de risque d'orniérage a été obtenu en multipliant entre elles les valeurs de la pondération associée à chacun des trois facteurs identifiés pour un sol donné (Tableau 2-3).

Tableau 2-2 Pondération des facteurs considérés pour le risque d’orniérage des sols

Facteur	Caractéristique	Pondération
Texture	Sable, sable loameux, loam sableux	1
	Autres textures	2
	Organique	3
Contenu en eau du sol	Sec: brunisol, régosol	1
	Humide: podzol, régosol (alluvions)	2
	Mouillé: gleysol, organique	3
Topographie	Pente 0-2%	2
	Pente 3-5%	1,5
	Pente 6-15%	1
	Pente > 15%	3

Tableau 2-3 Classement du risque d’orniérage

Risque	Résultat de la multiplication des trois facteurs
Faible	De 1 à 4
Modéré	De 5 à 11
Élevé	De 12 à 27

2.3.3 Risque d’érosion hydrique

La méthode utilisée pour évaluer le risque d’érosion hydrique est celle de l’*Équation universelle révisée des pertes de sol pour application au Canada* (RUSLE-CAN de Wall *et al.*, 2002). Cette méthode se base sur l’équation suivante :

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

où A = pertes de sol (tonne métrique/hectare/an)

R = facteur de pluviosité et de ruissellement

K = facteur d’érodabilité du sol

LS = facteur d’inclinaison

C = facteur de culture-végétation et de gestion (pour un sol à nu (en construction), une valeur de 1 a été attribuée)

P = facteur de pratique de soutien (en l’absence de pratique de soutien, une valeur de 1 a été attribuée)

Pour chaque série de sols, les facteurs R , K et LS ont été évalués. Les données de facteur de pluviosité et de ruissellement (R) ont été déterminées à partir des informations disponibles auprès d’Environnement Canada (2012 et 2014). Le facteur d’érodabilité du sol (K) a été déterminé à partir des classes texturales tirées de la base de données de l’IRDA. Le facteur d’inclinaison (LS) a été déterminé à partir des Données numériques d’élévation du Canada (RNCAN, 2010) pour une longueur de pente donnée. Le risque d’érosion hydrique a été calculé par la suite en fonction de la valeur calculée pour les pertes de sol (A), selon la matrice présentée au Tableau 2-4.

Tableau 2-4 Classement du risque d'érosion hydrique

Classe de risque d'érosion du sol	Pertes de sol - facteur A (t.m./ha/an)
Négligeable	< 6
Faible	6 - 10
Modéré	11 - 21
Élevé	22 - 33
Sévère	> 33

2.3.4 Risque d'érosion éolienne

La méthode utilisée pour évaluer le risque d'érosion éolienne est celle de la modélisation théorique de Coote et Pettapiece (1989). Cette méthode se base sur l'équation suivante :

$$E = KC(V_s^2 - \gamma W^2)^{1,5}$$

- où
- E* = déplacement instantané maximal du sol par le vent
 - K* = facteur de rugosité et d'agrégation de la surface
 - C* = facteur représentant la résistance du sol au déplacement par le vent
 - V_s* = vitesse de traînée du vent à la surface du sol
 - γ* = résistance au cisaillement du sol humide
 - W* = contenu en humidité disponible du sol de surface

Les facteurs *K*, *C* et *γ* ont notamment été déterminés à partir les textures de sol tirées de la base de données de l'IRDA, selon la méthode de Coote et Pettapiece (1989). Les valeurs de vitesse du vent du facteur *V_s* ont été déterminées à partir des informations disponibles auprès d'Environnement Canada (2014) pour chaque série de sols. Finalement, le contenu en humidité disponible du sol de surface (*W*) a été déterminé sur la base des informations fournies par Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC, 2011). Le risque d'érosion est calculé pour un scénario où les sols sont mis à nus et où la surface est meuble (Tableau 2-5).

Tableau 2-5 Classement du risque d'érosion éolienne

Classe de risque d'érosion du sol	Déplacement instantané maximal du sol par le vent (facteur E)
Faible	< 250
Modéré	250 – 399,9
Élevé	> 400

3 RÉSULTATS

3.1 Données existantes

3.1.1 Géomorphologie régionale

Le Projet traverse deux provinces naturelles, soit les Basses-Terres du Saint-Laurent et les Appalaches (MDDEFP, 2013). La portion du tracé traversant les Basses-Terres du Saint-Laurent, entre la frontière de l'Ontario et Montmagny, est caractérisée par un terrain relativement plat et uniforme dont l'altitude moyenne est de moins de 100 m, par la présence de roches sédimentaires du Paléozoïque (MRN, 2012) et par des dépôts marins de surface se composant essentiellement d'argile, de limon et de sable (MERQ, 1990-2001).

La portion du tracé traversant les Appalaches, entre Montmagny et la frontière du Nouveau-Brunswick, est caractérisée par un terrain au relief changeant qui s'élève graduellement jusqu'aux pentes abruptes des contreforts des Appalaches, par des roches plissées du Paléozoïque et par des sédiments glaciaires et fluvio-glaciaires (Robitaille et Saucier, 1998).

Les formations géologiques et les sédiments de surface interceptés par la ZÉE sont illustrés à l'Annexe A (Figures 3-1 et 3-2).

3.1.2 Caractéristiques des sols

Selon les informations tirées de la base de données de l'IRDA, les podzols et les gleysols sont les principaux ordres de sols présents dans l'emprise du pipeline et représentent environ 51% et 32%, respectivement, de la superficie couverte (Tableau 3-1). La Figure 3-3 de l'Annexe A illustre les différents sols présents dans la ZÉE regroupés selon leur granulométrie. Le tableau de l'Annexe B présente les classes texturales dominantes interceptées par l'emprise du pipeline. La répartition géographique des ordres de sols est illustrée sur la cartographie des résultats des sondages pédologiques.

Tableau 3-1 Ordres des sols dans l'emprise du pipeline

Ordre de sol	Longueur (km)	Proportion (%)
Podzolique	351,5	51,1
Gleysolique	219,4	31,9
Organique	49,6	7,2
Brunisolique	38,2	5,6
Autre ¹	16,7	2,4
Régosolique	12,4	1,8
Total :	687,8	100

NOTE : ¹ Inclut les matériaux bruts non développés tels les pavages de cailloux, les affleurements rocheux et les étendues d'eau
SOURCE : MAPAQ, 1998-2006.

Les stations de pompage sont situées principalement sur des podzols et des gleysols, qui représentent respectivement 53% et 30% de la superficie couverte (Tableau 3-2).

Tableau 3-2 Ordres des sols dans la zone d’implantation des stations de pompage

Station de pompage		Ordre de sol (ha)				
		Total	Podzolique	Gleysolique	Organique	Autre ¹
1	Lachute	9,0	3,6	5,4	-	-
2	Mascouche	9,0	9,0	< 0,1	-	-
3	Maskinongé	9,0	-	8,4	-	0,6
4	Saint-Maurice	9,0	-	-	9,0	-
5	Donnacona	9,0	8,9	0,1	-	-
6	Lévis	8,8	-	8,8	-	-
7	Cap-Saint-Ignace	8,8	4,0	4,8	-	-
8	Saint-Gabriel-Lalemant	8,8	8,8	-	-	-
9	Cacouna	8,8	-	1,8	-	7,0
10	Saint-Honoré-de-Témiscouata	8,8	8,8	-	-	-
11	Dégelis	8,8	8,8	-	-	-
Total :		97,8	51,9	29,3	9,0	7,6
Proportion (%)		100	53,0	30,0	9,2	7,8

NOTE : ¹ Inclut les matériaux bruts non développés tels les pavages de cailloux, les affleurements rocheux et les étendues d'eau
 SOURCE : MAPAQ, 1998-2006.

3.1.3 Potentiel agricole

Les proportions des sols présentant un potentiel agricole bon, modéré ou faible sont similaires dans l’emprise du pipeline et des stations de pompage (Tableau 3-3 et Tableau 3-4). La Figure 3-4 de l’Annexe A illustre la répartition des classes dominantes de potentiel agricole dans la ZÉÉ.

Tableau 3-3 Potentiel agricole dans l’emprise du pipeline

Potentiel	Classe	Longueur (km)		Proportion (%)	
Bon	1	-	204,6	-	29,8
	2	88,6		12,9	
	3	116,0		16,9	
Modéré	4	208,0	241,5	30,2	35,1
	5	33,5		4,9	
Faible	6	-	176,2	-	25,6
	7	176,2		25,6	
Organique		58,3	58,3	8,5	8,5
Non évalué ¹		7,2	7,2	1,0	1,0
Total :		687,8		100,0	

NOTE : ¹ Les matériaux bruts non développés tels les pavages de cailloux, les affleurements rocheux et les étendues d'eau
 SOURCE : ARDA, 2001-2004.

Tableau 3-4 Potentiel agricole dans la zone d'implantation des stations de pompage

Station de pompage		Classe de potentiel agricole (ha)									Total
		Bon			Modéré		Faible		Organique	NÉ ¹	
		1	2	3	4	5	6	7			
1	Lachute	-	-	7,7	1,3	-	-	-	-	-	9,0
2	Mascouche	-	-	1,4	7,6	-	-	-	-	-	9,0
3	Maskinongé	-	-	5,1	3,4	-	-	-	-	0,5	9,0
4	Saint-Maurice	-	-	-	-	-	-	-	9,0	-	9,0
5	Donnacona	-	9,0	-	-	-	-	-	-	-	9,0
6	Lévis	-	-	-	8,8	-	-	-	-	-	8,8
7	Cap-Saint-Ignace	-	0,6	1,0	7,2	-	-	-	-	-	8,8
8	Saint-Gabriel-Lalemant	-	-	-	-	-	-	8,8	-	-	8,8
9	Cacouna	-	-	3,5	1,1	-	-	4,2	-	-	8,8
10	Saint-Honoré-de-Témiscouata	-	-	-	-	-	-	7,0	1,8	-	8,8
11	Dégelis	-	-	-	-	-	-	8,8	-	-	8,8
Total (ha) :		-	9,6	18,7	29,4	-	-	28,8	10,8	0,5	97,8
		28,3			29,4		28,8		10,8	0,5	
Proportion (%) :		28,9			30,1		29,5		11,0	0,5	100

NOTE : ¹ Les matériaux bruts non développés tels les pavages de cailloux, les affleurements rocheux et les étendues d'eau
 SOURCE : ARDA, 2001-2004.

3.1.4 Contamination des sols

Le répertoire des terrains contaminés du MDDELCC a révélé la présence d'un terrain contaminé dans la ZIP du pipeline dans le latéral de Montréal. Aucun terrain contaminé n'a été relevé dans la ZIP des stations de pompage (MDDELCC, 2014).

3.1.5 Zones de mouvements de sols

Le Tableau 3-5 dresse la liste des zones vulnérables aux mouvements de sols franchies par la ZIP selon les données tirées des schémas d'aménagement et de développement des MRC. Au total, la ZIP franchit quelque 21 secteurs vulnérables aux mouvements de sols.

Tableau 3-5 Zones de mouvements de sols

Région administrative	MRC ou Équivalent	Municipalité	Localisation	Longueur d'emprise approx.(m)	
Lanaudière	Les Moulins	Mascouche	En bordure du ruisseau de la Cabane Ronde	113	
			En bordure du ruisseau des Grandes Prairies	318	
	L'Assomption	L'Assomption	En bordure de la rivière l'Assomption	86	
Mauricie	Maskinongé	Maskinongé	Ruisseau du Bout des Terres	10	
			Rivière Maskinongé	21	
		Louiseville	Petite rivière du Loup	120	
		Yamachiche	Rivière Yamachiche	11	
			Petite rivière Yamachiche	32	
			Rivière du Loup	36	
	Trois-Rivières	Trois-Rivières	Ruisseau aux Glaises	12	
			Ruisseau Lefebvre	39	
			Zone escarpée près du ruisseau Poléon-Bourassa	520	
			Rivière Saint-Maurice	38	
	Les Chenaux	Notre-Dame-du-Mont-Carmel	Zone escarpée à l'est de la rivière Saint-Maurice	80	
			Batiscan	Rivière Champlain	196
			Sainte-Geneviève-de-Batiscan	Rivière Batiscan	113
Chaudière-Appalaches	Lévis	Lévis	Rivière Etchemin	119	
	Bellechasse	Saint-Charles-de-Bellechasse	Rivière Boyer	348	
	Montmagny	Montmagny	Ruisseau à Paul	47	
		Cap-Saint-Ignace	Rivière des Perdrix	630	
Bas-Saint-Laurent	Rivière-du-Loup	Saint-Modeste	Rivière Verte	257	
Total :				3146	

3.2 Résultats d'inventaire

Les caractéristiques des sols varient géographiquement. Les Annexes C, D et E présentent les résultats détaillés des inventaires de sol. Les principales observations selon le type d'inventaire réalisé sont les suivantes :

3.2.1 Sondages pédologiques

- Sur un total de 1 378 sondages pédologiques effectués, 928 (67%) ont atteint une profondeur finale inférieure à 2,2 mètres. Par ailleurs, un total de 563 (41%) sondages pédologiques ont atteint une profondeur finale inférieure à 1 mètre en raison des conditions de sols observées (notamment la présence de roc près de la surface et l'effondrement des parois d'excavation du sondage). Les sondages pédologiques dont la profondeur finale est inférieure à 1 mètre sont principalement localisés à l'est de Lévis, plus spécifiquement sur le territoire de la MRC de Témiscouata (123 sondages), de la MRC Kamouraska (116 sondages), de la MRC l'Islet (80 sondages) et de la MRC de Rivière-du-Loup (62 sondages).
- 144 sondages pédologiques (10%) ont révélé la présence d'une couche de sol organique en surface d'une épaisseur supérieure ou égale à 30 cm. Ces sondages pédologiques sont principalement localisés sur le territoire de la Ville de Lévis (28), de la MRC Les Chenaux (21) et de la MRC D'Autray (17).
- 193 sondages pédologiques (14%) ont révélé la présence d'argile sensible (marine) ou d'argile limoneuse dans la partie inférieure du sondage (profondeur supérieure à 1 mètre). Ces sondages pédologiques sont localisés principalement sur le territoire de la MRC Maskinongé (46), de la MRC Les Moulins (24), de la MRC D'Autray (23) et de la MRC Les Chenaux (22).

3.2.2 Relevés à la pelle

- Sur un total de 2 052 relevés effectués à la pelle, 23 (1,1%) ont indiqué une épaisseur de sol arable inférieure à 10 cm.
- 669 relevés à la pelle (32,6%) ont indiqué une épaisseur de sol arable entre 11 et 20 cm.
- 1 360 relevés à la pelle (66,3%) ont indiqué une épaisseur de sol arable supérieure à 21 cm.

3.3 Analyse des données

3.3.1 Risque de compaction et d'orniérage

Les Tableaux 3-6 et 3-7 présentent les résultats d'analyse pour les risques de compaction et d'orniérage dans l'emprise du pipeline et des stations de pompage. Les risques de compaction du sol dans l'emprise du pipeline seraient répartis de la façon suivante : faibles (48,4%), élevés (28,5) et modérés (20,6%). Les risques d'orniérage dans l'emprise du pipeline seraient quant à eux majoritairement faibles (50,9%). Le risque de compaction serait modéré pour 61,2% de la superficie occupée par les stations de

pompage, tandis que le risque d'orniérage serait élevé pour 59,7% de la superficie occupée par ces mêmes infrastructures.

Tableau 3-6 Risque de compaction et d'orniérage dans l'emprise du pipeline

Évaluation du risque	Risque de compaction du sol		Risque d'orniérage du sol	
	Longueur (km)	Proportion (%)	Longueur (km)	Proportion (%)
Faible	333,1	48,4	350,4	50,9
Modéré	141,6	20,6	159,0	23,1
Élevé	196,1	28,5	161,4	23,5
Non évalué ¹	17,0	2,5	17,0	2,5
Total :	687,8	100,0	687,8	100,0

NOTE : ¹ Les matériaux bruts non développés tels les pavages de cailloux, les affleurements rocheux et les étendues d'eau
 SOURCES : Compilation UDA adaptée de Archibald *et al.* (1997); *British Columbia Ministry of Forests* (1999) et AFPA/LFS, 1996; MAPAQ, 1998-2006.

Tableau 3-7 Risque de compaction et d'orniérage dans la zone d'implantation des stations de pompage

Station de pompage		Superficie (ha)								
		Totale	Risque de compaction				Risque d'orniérage			
			Faible	Modéré	Élevé	NE ¹	Faible	Modéré	Élevé	NE ¹
1	Lachute	9,0	3,6	5,4	-	-	3,6	-	5,4	-
2	Mascouche	9,0	> 0,1	6,5	2,5	-	> 0,1	6,5	2,5	-
3	Maskinongé	9,0	-	8,4	-	0,6	-	-	8,4	0,6
4	Saint-Maurice	9,0	-	-	9,0	-	-	-	9,0	-
5	Donnacona	9,0	-	8,9	0,1	-	-	0,1	8,9	-
6	Lévis	8,8	-	8,8	-	-	-	-	8,8	-
7	Cap-Saint-Ignace	8,8	4,0	-	4,8	-	4,0	-	4,8	-
8	Saint-Gabriel-Lalemant	8,8	-	8,8	-	-	-	-	8,8	-
9	Cacouna	8,8	-	-	1,8	7,0	-	-	1,8	7,0
10	Saint-Honoré-de-Témiscouata	8,8	2,7	6,1	-	-	-	8,8	-	-
11	Dégelis	8,8	1,8	7,0	-	-	-	8,8	-	-
Total (ha) :		97,8	12,1	59,9	18,2	7,6	7,6	24,2	58,4	7,6
Proportion (%) :		100,0	12,4	61,2	18,6	7,8	7,8	24,7	59,7	7,8

NOTE : ¹ Les matériaux bruts non développés tels les pavages de cailloux, les affleurements rocheux et les étendues d'eau
 SOURCES : Compilation UDA adaptée de Archibald *et al.* (1997), *British Columbia Ministry of Forests* (1999) et AFPA/LFS, 1996; MAPAQ, 1998-2006.

3.3.2 Risque d'érosion hydrique et éolienne

Les Tableaux 3-8 et 3-9 présentent les résultats d'analyse pour les risques d'érosion hydrique et éolienne dans l'emprise du pipeline, tandis que les Tableaux 3-10 et 3-11 présentent les risques d'érosion hydrique et éolienne évalués pour les stations de pompage.

Le risque d'érosion hydrique dans l'emprise du pipeline serait essentiellement faible (49,0%), tandis que des proportions plus faibles des sols seraient exposées à un risque modéré (19,7%) ou élevé (19,7%). Le risque d'érosion éolienne dans l'emprise du pipeline serait principalement sévère (25,0%) et élevé (24,5%), tandis que de plus faibles proportions des sols pourraient présenter un risque faible (24,5%), modéré (13,0%) ou négligeable (2,0%).

Tableau 3-8 Risque d'érosion hydrique dans l'emprise du pipeline

Risque d'érosion hydrique	Longueur (km)	Proportion (%)
Faible	341,0	49,6
Modéré	135,3	19,7
Élevé	135,5	19,7
Non évalué ¹	76,0	11,0
Total :	687,8	100,0

NOTE : ¹ Les matériaux bruts non développés tels les pavages de cailloux, les affleurements rocheux, les étendues d'eau, les sols organiques et les alluvions non différenciés
 SOURCES : Compilation UDA adaptée de Wall *et al.*, 2002; MAPAQ, 1998-2006.

Tableau 3-9 Risque d'érosion éolienne dans l'emprise du pipeline

Risque d'érosion éolienne	Longueur (km)	Proportion (%)
Négligeable	14,0	2,0
Faible	168,4	24,5
Modéré	89,3	13,0
Élevé	168,6	24,5
Sévère	171,5	25,0
Non évalué ¹	76,0	11,0
Total :	687,8	100,0

NOTE : ¹ Les matériaux bruts non développés tels les pavages de cailloux, les affleurements rocheux, les étendues d'eau, les sols organiques et les alluvions non différenciés
 SOURCES : Compilation UDA adaptée de Coote et Pettapiece, 1989; MAPAQ, 1998-2006; AAC. 2011

Dans l'emprise de la zone d'implantation des stations de pompage, le risque d'érosion hydrique serait majoritairement négligeable (36,0%) comparativement au risque modéré (16,2%) et sévère (11,1%). Le risque d'érosion éolienne serait surtout élevé à 37,4%.

Tableau 3-10 Risque d'érosion hydrique dans la zone d'implantation des stations de pompage

Station de pompage		Superficie (ha)						
		Totale	Risque					
			Négligeable	Faible	Modéré	Élevé	Sévère	Non évalué ¹
1	Lachute	9,0	9,0	-	-	-	-	-
2	Mascouche	9,0	9,0	-	-	-	-	-
3	Maskinongé	9,0	8,4	-	-	-	-	0,6
4	Saint-Maurice	9,0	-	-	-	-	-	9,0
5	Donnacoona	9,0	-	-	-	-	9,0	-
6	Lévis	8,8	8,8	-	-	-	-	-
7	Cap-Saint-Ignace	8,8	-	-	-	4,8	-	4,0
8	Saint-Gabriel-Lalemant	8,8	-	-	8,8	-	-	-
9	Cacouna	8,8	-	-	-	1,8	-	7,0
10	Saint-Honoré-de-Témiscouata	8,8	-	8,8	-	-	-	-
11	Dégelis	8,8	-	-	7,0	-	1,8	-
Total (ha) :		97,8	35,2	8,8	15,8	6,6	10,8	20,6
Proportion (%) :		100,0	36,0	8,9	16,2	6,7	11,1	21,1
NOTE : ¹ Les matériaux bruts non développés tels les pavages de cailloux, les affleurements rocheux, les étendues d'eau, les sols organiques et les alluvions non différenciés								
SOURCES : Compilation UDA adaptée de Wall <i>et al.</i> , 2002; MAPAQ, 1998-2006.								

Tableau 3-11 Risque d'érosion éolienne dans la zone d'implantation des stations de pompage

Station de pompage		Superficie (ha)						
		Totale	Risque					
			Négligeable	Faible	Modéré	Élevé	Sévère	Non évalué ¹
1	Lachute	9,0	-	-	-	5,4	3,6	-
2	Mascouche	9,0	2,5	-	-	6,5	-	-
3	Maskinongé	9,0	-	-	8,4	-	-	0,6
4	Saint-Maurice	9,0	-	-	-	-	-	9,0
5	Donnacona	9,0	-	8,9	-	0,1	-	-
6	Lévis	8,8	-	-	-	8,8	-	-
7	Cap-Saint-Ignace	8,8	-	-	4,8	-	-	4,0
8	Saint-Gabriel-Lalemant	8,8	-	8,8	-	-	-	-
9	Cacouna	8,8	-	-	1,8	-	-	7,0
10	Saint-Honoré-de-Témiscouata	8,8	-	-	-	8,8	-	-
11	Dégelis	8,8	-	1,8	-	7,0	-	-
Total (ha) :		97,8	2,5	19,5	15,0	36,6	3,6	20,6
Proportion (%) :		100,0	< 0,0	20,0	15,3	37,4	< 0,0	21,1
NOTE : ¹ Les matériaux bruts non développés tels les pavages de cailloux, les affleurements rocheux, les étendues d'eau, les sols organiques et les alluvions non-différenciés SOURCES : Compilation UDA adaptée de Coote et Pettapiece, 1989; MAPAQ, 1998-2006; AAC, 2011								

4 CONCLUSION

- Au total, 1 378 sondages pédologiques et 2 052 relevés à la pelle ont été effectués dans l'emprise du pipeline dans le cadre de l'inventaire des sols.
- Les résultats des sondages pédologiques ont indiqué la présence de sols minces (épaisseur de sol meuble inférieure à 1 mètre par endroits) principalement dans le secteur de la MRC Témiscouata, de la MRC Kamouraska, de la MRC l'Islet et de la MRC de Rivière-du-Loup.
- Les résultats des sondages pédologiques ont indiqué la présence de sol organique (épaisseur supérieur ou égale à 30 cm) principalement dans les secteurs de la Ville de Lévis, de la MRC D'Autray et de la MRC Les Chenaux.
- Les résultats des sondages pédologiques ont indiqué la présence d'argile sensible (marine) ou d'argile limoneuse en profondeur (profondeur supérieure à 1 mètre) sur le territoire de la MRC Maskinongé, de la MRC Les Moulins, de la MRC D'Autray et de la MRC Les Chenaux.
- L'épaisseur de sol arable en milieu agricole cultivée est variable géographiquement. De façon générale, plus de 66% des sols agricoles franchis par le pipeline sont caractérisés par une couche de sol arable supérieure à 21 cm.
- Le répertoire des terrains contaminés du MDDELCC a révélé la présence d'un terrain contaminé dans la ZIP du pipeline dans le latéral de Montréal.
- Le tracé du pipeline traverse 21 zones de mouvements de sols.
- Le risque de compaction est principalement faible pour le pipeline et modéré pour les stations de pompage.
- Le risque de d'orniérage est principalement faible pour le pipeline et élevé pour les stations de pompage.
- Le risque d'érosion hydrique est principalement faible pour le pipeline et négligeable pour les stations de pompage.
- Le risque d'érosion éolienne est principalement élevé/sévère pour le pipeline et les stations de pompage.

5 RÉFÉRENCES

- Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2011. *Pédo-paysages du Canada. Version 3.2*. Disponible en ligne à : <http://sis.agr.gc.ca/siscan/nsdb/slc/index.html>
- Alberta Forest Products Association/Land & Forest Service (AFPA/LFS), 1996. *Forest Soils Conservation. Alberta Forest Products Association/Land & Forest Service Task Force Report*.
- Aménagement rural et Développement de l'Agriculture (ARDA), 2001-2004. *Cartes de potentiel agricole : fichiers numériques* de l'Inventaire des terres du Canada, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA). Échelle de numérisation : 1 : 20 000, année de numérisation : 2001-2004. Échelle originale: 1 / 50 000. Feuillet multiples.
- Archibald, D.J., W.B. Wiltshire, D.M. Morris et B.D. Batchelor, 1997. *Forest management guidelines for the protection of the physical environment. Version 1*. Report MNR #51032. Ontario Ministry of Natural Resources. Queen's Printer for Ontario, Toronto, Ontario.
- British Columbia Ministry of Forests, 1999. *Hazard assessment keys for evaluating site sensitivity to soil degrading processes guidebook*. 2nd edition. Version 2.1. For. Prac. Br., B.C. Min. For., Victoria, Colombie-Britannique.
- Coote, D.R. et W.W. Pettapiece, 1989. Wind Erosion Risk – Alberta. *Inventaire des sols Canada-Alberta*, Centre de recherches sur les terres, Direction générale de la recherche, Agriculture Canada, Ottawa, Ontario.
- Environnement Canada, 2012. *Ensemble de données climatiques en génie – Fichiers intensité-durée-fréquence (IDF)*. Disponible en ligne à : http://climate.weather.gc.ca/prods_servs/engineering_e.html.
- Environnement Canada, 2014. *Archives nationales d'information et de données climatiques. Normales et moyennes climatiques 1981-2010*. Disponible en ligne à : http://www.climate.weatheroffice.ec.gc.ca/climate_normals/index_f.html
- Groupe de travail sur la classification des sols, 1998. *Le Système canadien de classification des sols. Agriculture et Agroalimentaire Canada. No de publication 1646. Troisième édition, 187 pages*
- Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), 2013. *Document explicatif des cartes de potentiel agricole et des cartes pédologiques : fichiers numériques*. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), 45 pages.
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), 1998-2006. *Cartes pédologiques : fichiers numériques*. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA). Échelle de numérisation : 1 / 20 000, année de numérisation : 1998-2006. Échelle originale des études pédologiques : 1 / 63 360 sauf Portneuf : 1 / 50 000. Feuillet multiples.

- Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec (MERQ), 1990-2001. *Cartes des dépôts de surface*. Direction générale des forêts. Direction de l'aménagement de la forêt. Service de l'inventaire forestier. Échelle 1 : 50 000. Feuillet multiples.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP), 2013. *Province naturelle du Québec. Niveau I du cadre écologique de référence du Québec*. Disponible en ligne à :
http://www.mddep.gouv.qc.ca/biodiversite/aires_protegees/provinces/
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), 2014. *Répertoire des terrains contaminés et Répertoire des dépôts de sols et de résidus industriels*. Disponible en ligne à :
<http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/terrains/terrains-contamines/recherche.asp> &
http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/residus_ind/recherche.asp
- Ministère des Ressources naturelles (MRN), 2012. *Geology of Québec*. Map DV 2012-07. Échelle 1 / 2 000 000.
- Ministère des Ressources naturelles (MRN), 1994. *Le point d'observation écologique*. Direction de la gestion des stocks forestiers. Service des inventaires forestiers.
- Ressources naturelles Canada, 2010. Données numériques d'élévation du Canada. Centre d'information topographique. Données numériques matricielles. Échelle : 1 :50 000.
- Robitaille, A. et Saucier, J.-P., 1998. *Paysages régionaux du Québec méridional*. Direction de la gestion des stocks forestiers et Direction des relations publiques du Québec du ministère des Ressources naturelles du Québec. Les Publications du Québec, 213 pages.
- Wall, G.J., D.R. Coote, E.A. Pringle et I.J. Shelton (éditeurs), 2002. *RUSLE-CAN — Équation universelle révisée des pertes de sol pour application au Canada - Manuel pour l'évaluation des pertes de sol causées par l'érosion hydrique au Canada*. Direction générale de la recherche, Agriculture et Agroalimentaire Canada. Ottawa. Numéro de contribution AAFC/AAC2244F, 117 pages.