Évaluation du projet Énergie Est de TransCanada sur le territoire de la Communauté Métropolitaine de Québec en regard des milieux humides.

Rapport rédigé par
Monique Poulin, professeure titulaire, Université Laval

Rapport présenté à
la Communauté Métropolitaine de Québec

Québec, le 31 janvier 2016

Table des matières

1. Contexte de l'étude 1
2. Synthèse des préoccupations et des mesures d'atténuation recommandées à l'égard du projet Énergie Est de TransCanada. 1
3. Les milieux humides 9
4. Pertinence du tracé 9
   - 4.1 Les milieux humides et le tracé 9
   - 4.2 Les espèces préoccupantes et le tracé 12
   - 4.3 Les milieux protégés ou d'intérêt et le tracé 12
5. Mise en place du pipeline 15
   - 5.1 Impacts des oléoducs 15
   - 5.2 Mesures d'atténuation 17
6. Restauration de l'emprise 21
   - 6.1 Évaluation environnementale 21
   - 6.2 Approches de restauration de l'emprise 22
7. Risque de déversement et gestion en cas de déversement 26
8. Références 26

1. Contexte de l'étude

L'étude présentée dans ce rapport a été effectuée dans le cadre d'un mandat octroyé par la Communauté Métropolitaine de Québec (CMQ) en août 2015, afin d'évaluer les risques associés au projet d'oléoduc Énergie Est, présenté par TransCanada. Le mandat ciblait particulièrement l'impact du projet Énergie Est sur les milieux naturels, en mettant l'emphase sur les milieux humides. La durée du mandat était très limitée. Ainsi, les informations et recommandations présentées dans ce rapport s'appuient sur une revue de littérature qui n'est pas exhaustive. Le rapport repose largement sur les connaissances en écologie, conservation et restauration écologique de la chercheuse dont l'expertise est grandement orientée vers les milieux humides. Les documents de TransCanada disponibles lors de la réalisation du mandat ont été consultés pour établir la liste des préoccupations et des mesures d'atténuation à prendre. Les conclusions s'appuient ainsi sur les documents de TransCanada produits avant le 31 janvier 2016. Tout nouveau document produit par TransCanada sur le projet Énergie Est après janvier 2016 pourraient modifier les conclusions présentées dans ce rapport.

2. Synthèse des préoccupations et des mesures d'atténuation recommandées à l'égard du projet Énergie Est de TransCanada.

La première section de ce rapport est une synthèse des informations se trouvant dans le reste du document. Elle résume les préoccupations en regard du projet Énergie Est de TransCanada pour le territoire de la Communauté Métropolitaine de Québec (CMQ) ainsi que les mesures d'atténuation suggérées. Les informations détaillées ainsi que les références sur lesquelles s'appuient ces préoccupations et mesures d'atténuation se trouvent dans le reste du document. Il y a beaucoup de redondance entre cette partie et le reste du document, mais le reste du document présente beaucoup plus de détails s'ajoutant aux informations essentielles présentées ici. Il sera ainsi facile pour la direction de la CMQ de modifier cette synthèse selon ses besoins. Les mesures d'atténuation mentionnées dans cette synthèse et qui figurent déjà dans les documents de TransCanada sont indiquées à chaque fois par une note de bas de page.

Préoccupation no 1 (Le tracé et les milieux humides)

Préoccupation	TransCanada ne fait pas clairement état de la valeur écologique des milieux humides, notamment pour leurs fonctions et services écologiques essentiels dont la société bénéficie. Le tracé prévu pour l'oléoduc traverse des milieux humides d'importance.

Argumentaire	Basé sur l'apport en services écologiques, la valeur d'un milieu humide est évaluée à six fois celle d'une forêt (ten Brink et al. 2013) et sa conservation engendre plus de bénéfices économiques que les gains monétaires attendus suite à la conversion et à l'exploitation du même milieu humide (Balmford et al. 2002). Malgré cela, le tracé prévu par le projet Énergie Est, touche des milieux humides couvrant 2417 ha sur le territoire de la CMQ, dont 99,5 ha seront directement perturbés par l'emprise de l'oléoduc. Le tracé touche des milieux humides d'importance : marécages et marais le long du Fleuve Saint-Laurent (rive Sud et Nord), un très grand complexe de milieux humides et forestiers de 3037 ha jugé de valeur exceptionnelle dans une récente étude (CMQ 2015) ainsi que trois tourbières classées comme étant prioritaires pour la conservation de la biodiversité (au rang 1, 10 et 15 sur plus de 600 tourbières évaluées dans les Basses-terres du Saint-Laurent; Poulin et Rochefort 2002).
Mesure d'atténuation	Revoir le tracé pour éviter les milieux humides d'importance pour la conservation. Établir des mesures compensatoires pour les milieux humides affectés directement par l'instauration de l'oléoduc. Appliquer également aux milieux humides des deux rives la technique de forage directionnel prévue pour la traversée de l'oléoduc dans le Fleuve Saint-Laurent. Réduire au maximum la largeur de l'emprise dans les milieux humides.

Préoccupation no 2 (Le tracé et les risques de glissement de terrain)

Préoccupation	TransCanada ne fait pas état de la sensibilité des Basses-terres du Saint-Laurent en matière de glissement de terrain.
Argumentaire	Les Basses-Terres du Saint Laurent sont caractérisées par des dépôts argileux qui présentent dans certaines conditions des risques de glissement de terrain rotationnels, qui parfois peuvent être rétrogressifs sur de longues distances.
Mesure d'atténuation	Prendre en compte de la cartographie des zones à risques présentement effectuée par le ministère des Transports du Québec et démontrer que le tracé évite les zones les plus à risques. Prévoir des techniques de construction appropriées au contexte des glissements de terrain dans les Basses-terres du Saint-Laurent.

Préoccupation no 3 (Le tracé et les zones de conservation et les espèces à statut précaire)

Préoccupation	Le tracé prévu pour l'instauration du projet Énergie Est touche des aires de conservation et les documents traitent de la présence de plantes rares sans faire état précisément de la proximité des localités connues par rapport au tracé.
Argumentaire	Le tracé passe dans la réserve naturelle de la Station agronomique de l'Université Laval, dans la réserve naturelle des Battures de Saint-Augustin-de-Desmaures et dans les aires de concentration d'oiseaux aquatiques des Îlets Dombourg et de l'Anse du Vieux Moulin le long du fleuve. Le tracé touchera des zones où on a localisé des populations de 15 espèces floristiques et 2

	espèces fauniques classées menacées, vulnérables ou susceptibles d'être désignées selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables du Québec (L.R.Q., c. E-12.01) ou comme espèces en voie de disparition ou préoccupantes selon la Loi sur les espèces en péril (L.C. 2002, C. 29).
Mesure d'atténuation	Revoir le tracé pour éviter les zones de conservation. Planifier des inventaires terrain le long du tracé de l'oléoduc afin d'identifier précisément les populations d'espèces à statut précaire. Établir des mesures compensatoires pour les zones protégées qui seront affectées directement par l'instauration de l'oléoduc. Prévoir un plan précis de suivi et de rétablissement des populations d'espèces à statut précaire.[1]

Préoccupation no 4 (La protection des sols)

Préoccupation	TransCanada reconnaît l'importance de protéger les sols dans les milieux humides, mais ne présente pas en détails les moyens mis en œuvre pour minimiser l'impact de l'instauration de l'oléoduc sur les sols. TansCanada ne fait aucunement état de la variabilité des sols entre les différents types de milieux humides et de l'importance de la perturbation du profil des sols et des phénomènes de subsidence.
Argumentaire	L'utilisation de machinerie lourde entraîne la compaction des sols dans l'emprise ce qui perturbe les sols en entraînant une hausse de la masse volumique apparente et une baisse dans la porosité et de la conductivité hydraulique. Les milieux tourbeux sont particulièrement sensibles à la compaction du sol et pourraient être plus susceptibles de voir leur hydrologie perturbée par la mise en place d'oléoducs. Dans la tranchée même, l'inversion des couches de sol après remblayage affecte le pH du sol et son contenu en matière organique et en azote, ce qui affecte la reprise de la végétation. La présence de pétrole dans les conduites ainsi que le dénuement de végétation dans l'emprise contribuent à augmenter la température du sol localement ce qui affecte les profondeurs de gel.
Mesure d'atténuation	Plusieurs études suggèrent la mise en place de l'oléoduc durant la période hivernale, qui implique notamment dans certains types de milieux humides la construction de routes d'hiver (*ice road*). TransCanada devra justifier les techniques utilisées pour chaque type de milieu humide et démontrer qu'elles auront un impact minimal. En période non hivernale, utiliser des véhicules munis de système protégeant la végétation et les sols fragiles des milieux humides (p. ex. *wide rubber-tracks or balloon-tires*, véhicules amphibies) pour réduire la pression au sol et éviter de déraciner les plantes. Utiliser des panneaux de contreplaqué amovibles afin

[1] Le volume 2 de TransCanada où on trouve les mesures d'atténuation pour les milieux humides et les espèces floristiques d'intérêt pour la conservation réfère au volume 8 pour le plan d'urgence. Dans le volume 8, on réfère à l'annexe F qui est introuvable dans les documents dont je dispose.

	de minimiser les perturbations de la surface et de favoriser un rétablissement plus rapide[2]. En hiver, planifier les travaux de façon à réduire le temps d'exposition des sols excavés au gel en remblayant la tranchée rapidement après l'installation des conduites. Laisser un excès de substrat de remblai dans la tranchée afin de contrer la subsidence du sol avec le temps sans pour autant créer un bourrelet entravant les régimes hydrologiques et favorisant l'établissement de végétation des hautes terres. Faire un suivi dans le temps de la surface après les travaux d'instauration de l'oléoduc. Remettre les sols dans la tranchée en respectant le profil originel[2]. Conserver les couches de sol dans des piles séparées[3] pour être replacées selon le profil originel de stratification du sol. Entreposer les sols excavés selon des méthodes n'entravant pas le régime hydrologique du site. Si nécessaire, déposer les sols dans un endroit *ex-situ* (p. ex. pour le matériel très humide qui forme difficilement une pile). Proscrire l'utilisation de matériaux importés de l'extérieur du milieu humide.

Préoccupation no 5 (L'érosion des sols)

Préoccupation	TransCanada ne fait pas clairement état de l'importance de l'érosion des sols susceptible d'être provoquée par l'instauration de l'oléoduc.
Argumentaire	On suggère souvent dans la littérature d'appliquer des techniques d'ensemencement de graines pour revégétaliser les surfaces de sol exposées durant la construction de l'emprise. Cette mesure de contrôle d'érosion des sols est peu compatible avec les milieux humides.
Mesure d'atténuation	Réduire la progression des travaux dans un milieu humide pour diminuer les risques d'érosion (p. ex. <450 m/jour selon Sakhain Energy 2005). Prévoir des mesures de stabilisation des pentes près des cours d'eau impliquant des techniques de phytotechnologies adéquates[4]. Prévoir des mesures de contrôle de l'érosion des sols adaptées aux différents types de milieux humides. Planifier des mesures de suivi de l'érosion des sols.

Préoccupation no 4 (L'hydrologie)

Préoccupation	TransCanada ne reconnaît pas clairement l'importance des processus hydrologiques associés aux milieux humides et présente peu de détails quant

[2] Mesure d'atténuation figurant déjà dans le volume 2 de TransCanada

[3] TransCanada indique que la couche de matières organiques des milieux humides sera entreposée à l'écart. Cependant, le tracé traverse des milieux humides dont les couches de tourbes peuvent être de plusieurs mètres, invalidant cette mesure. La stratigraphie des différentes couches de tourbe devra être prise en compte.

[4] TransCanada mentionne l'utilisation de fagots et nattes pour restaurer les zones riveraines. Il existe des phytotechnologies plus adéquates pour la stabilisation des sols (génie végétal).

	aux moyens en œuvre pour les préserver.
Argumentaire	La mise en place d'oléoducs perturbe les régimes hydrologiques notamment en entravant l'écoulement de l'eau en surface et en favorisant le développement de mares d'eau en amont des conduites dans le sens de l'écoulement de l'eau ainsi qu'un assèchement en aval. Dans les milieux humides forestiers, l'augmentation des niveaux d'eau en amont des conduites peut amener une forte mortalité des arbres sur une longue distance.
Mesure d'atténuation	Justifier la profondeur d'installation des conduites de l'oléoduc selon chaque type de milieu humide et selon la profondeur de tourbe et de gel au sol. Prévoir l'installation de canaux de drainage ou de canaux transversaux et de ponceaux pour éviter de perturber les régimes hydrologiques[2]. Présenter clairement les mesures prises pour caractériser l'hydrologie des milieux humides à l'état de référence et celles pour assurer un suivi après l'instauration de l'oléoduc. [5]

Préoccupation no 5 (La protection de la végétation)

Préoccupation	TransCanada prévoit limiter les perturbations de la végétation dans l'emprise, mais n'indique pas les seuils acceptables pour le retour de la végétation après l'instauration de l'oléoduc.
Argumentaire	La réponse de la végétation dans l'emprise suite à l'instauration d'un oléoduc est variable et dépend des techniques utilisées pour la construction de l'oléoduc, des mesures d'atténuation (conservation du sol de surface, respect du profile des couches de sol, etc.), des mesures de restauration entreprises, du temps écoulé avant la mise en œuvre de la restauration et du type de milieu humide en cause.
Mesure d'atténuation	Réduire le dégagement de la végétation dans l'emprise au minimum[2]; couper les plantes au niveau du sol afin de laisser le système racinaire en place[2]. Restreindre l'extraction de souches d'arbres et l'aplanissement de surface à la partie de l'emprise destinée à l'enfouissement de l'oléoduc. Mettre en œuvre les mesures d'atténuation mentionnées pour la réduction de l'érosion et la préservation des sols et des régimes hydrologiques afin de maximiser le retour de la végétation. Inspecter régulièrement l'équipement de transport de sol et les véhicules pour identifier toute fuite potentielle de fluides. Durant les travaux dans l'emprise, éviter de relâcher des carburants, lubrifiants fluides, herbicides, et autres produits chimiques dans le milieu humide.

Préoccupation no 6 (La prévention contre les espèces exotiques)

Préoccupation	TransCanada fait état de la problématique des espèces exotiques envahissantes sans égard aux milieux humides, des milieux pourtant susceptibles aux

[5] Le rapport d'Alain Rousseau fera une synthèse détaillée de l'importance régionale des milieux humides en regard des processus hydrologiques.

	invasions.
Argumentaire	La mise à nu du sol dans l'emprise facilite l'établissement d'espèces envahissantes ou non désirées. Le changement d'hydrologie dans l'emprise permettrait également aux espèces des terres hautes adjacentes de s'établir. Les espèces non désirables peuvent percoler dans les surfaces adjacentes à l'emprise tel qu'il a été montré pour les tourbières traversées par des emprises de lignes de transport hydro-électriques, particulièrement dans les fens où certaines espèces peuvent s'établir à plus de 40 m de l'emprise. L'enrichissement en éléments nutritifs par les terres agricoles favorise l'invasion par les espèces exotiques dans les milieux humides.
Mesure d'atténuation	S'assurer que tout équipement utilisé dans l'emprise est propre et libre de toute terre ou de résidus végétaux pour éviter l'introduction d'espèces exotiques envahissantes[2]. L'utilisation de paille ou autre couverture de sol dans les travaux de restauration devra être faite uniquement après traitement détruisant les graines susceptibles d'être transportées. Assurer un suivi des populations d'espèces exotiques dans l'emprise et établir des mesures correctives.[2] Gérer les eaux de ruissellement des hautes terres de façon à éviter un enrichissement des milieux humides en éléments nutritifs.

Préoccupation no 6 (Les évaluations environnementales)

Préoccupation	Les inventaires faits par TransCanada restent sommaires et peu détaillés. Ils se limitent à de la caractérisation générale des habitats pour les espèces floristiques d'intérêt, des milieux humides et des types de peuplements forestiers et n'incluent pas une caractérisation des fonctions et services écologiques.
Argumentaire	Les évaluations environnementales détaillées sont nécessaires pour décrire adéquatement les milieux affectés par un projet d'oléoduc, pour établir le succès de restauration de l'emprise, pour planifier les mesures d'urgence en cas de déversement et pour évaluer l'efficacité des mesures de rétablissement suivant un incident.
Mesure d'atténuation	Mandater une firme externe habilitée à faire des évaluations environnementales pour effectuer des inventaires détaillés dans les milieux touchés par le tracé de l'oléoduc. Établir un portrait détaillé de l'état de référence des milieux humides incluant à la fois des considérations pour la diversité de la flore et de la faune ainsi que pour les fonctions et services écologiques des milieux humides.

Préoccupation no 7 (La restauration de l'emprise)

Préoccupation	Pour les milieux humides, TransCanada privilégie la recolonisation naturelle de la végétation dans l'emprise. Elle ne fait pas état des mesures prévues en cas d'un faible taux de recolonisation spontanée et n'établit pas de seuils précis pour déclarer un succès de restauration de l'emprise. Les objectifs de restauration sont absents.

Argumentaire	Suite aux travaux d'instauration de l'oléoduc, la surface sera dégarnie de végétation, ce qui changera l'albedo du sol et ses propriétés thermiques et influencera le taux d'accumulation de neige et la profondeur de gel du sol. Ces facteurs risquent d'empêcher le retour d'une végétation similaire à celle prévalent avant l'instauration de l'oléoduc. Plusieurs facteurs risquent d'entraver la recolonisation spontanée de la végétation dans l'emprise.
Mesure d'atténuation	Conserver les fragments de végétation résiduels à l'instauration de l'oléoduc à des fins de restauration. Établir des objectifs de restauration écologique clairs et spécifiques pour chaque type de milieu humide affecté. Ne pas restreindre ces intentions simplement à une révégétalisation, mais bien à une restauration de l'écosystème, incluant les fonctions et services écologiques. Inclure la définition d'un écosystème de référence dans les buts de restauration. Débuter les travaux de restauration de l'emprise dans le délai le plus court possible (max. 14 jours). Assurer un suivi de la végétation et des conditions hydrogéochimiques de l'emprise pendant plusieurs années. Établir clairement les mesures de succès de la restauration. S'inspirer des travaux du Groupe de Recherche en Écologie des tourbières pour la restauration des emprises dans les bogs et les fens.

Préoccupation no 8 (Les déversements)

Préoccupation	TransCanada ne présente aucun plan d'urgence quant aux procédures envisagées dans l'éventualité d'un déversement de pétrole dans un milieu humide, malgré le risque d'un impact irréversible (Foote 2012).
Argumentaire	Les impacts des déversements de pétrole dans les milieux humides sont difficiles à prédire puisqu'ils sont très variables selon le type de milieu humide en cause, la végétation présente, le niveau d'eau, la période de l'année et les conditions environnementales au moment de l'accident, la qualité et quantité de pétrole déversé et la localité en cause. Des diminutions de couvert de la végétation de 65 à 99 % ont été observées dans plusieurs milieux humides (Belsky 1983 ; Seburn et al. 1996; Hester et Freedman 2000). Les risques d'incidents sont plus élevés dans les milieux tourbeux. Les techniques de réhabilitation ou de restauration après déversement de pétrole sont très peu établies et leur efficacité varie en fonctions des mêmes paramètres cités ci-dessus. Certaines méthodes de nettoyage montrent une efficacité très limitée et accentuent parfois les effets néfastes du déversement.
Mesure d'atténuation	Établir un plan d'urgence clair pour chaque milieu humide traversé par l'oléoduc qui tient compte de la nature du milieu humide, c.-à-d. du type de végétation, de la présence de tourbe ou non, de l'instabilité des sols, du lien avec l'aquifère et de la connectivité avec les rivières sur le territoire. Le plan d'urgence devrait faire état des mesures à prendre rapidement pour réduire les

	impacts du déversement (confinement, récupération du pétrole et gestion *ex-situ*) et des mesures à plus long terme pour restaurer le milieu affecté ainsi que ses fonctions écologiques. Les sommes d'argent nécessaires à ces actions devraient être garanties par TransCanada.

Préoccupation no 9 (L'augmentation du trafic sur le Fleuve Saint-Laurent)[6]

Préoccupation	Le projet Énergie Est aura certainement des répercussions sur le trafic sur le Fleuve Saint-Laurent.
Argumentaire	Le batillage a pour effet d'augmenter l'érosion des berges et ainsi de causer la destruction d'habitats côtiers, notamment des milieux humides. La vidange des eaux de ballast pourrait également favoriser la propagation d'espèces non indigènes.
Mesure d'atténuation	Proposer des mesures d'atténuation de l'effet du batillage sur les berges et des mesures de compensation pour le recul des berges.

[6] Cette préoccupation n'a pas été longuement discutée en réunion, mais elle reste majeure. Je n'ai par contre pas poussé en profondeur mon analyse des mesures d'atténuation possibles.

3. Les milieux humides

Au Québec, les milieux humides couvrent 189 593 km^2, soit 12.5% du territoire de la province (Pellerin et Poulin 2013). Sur le territoire de la Communauté Métropolitaine de Québec (CMQ), ils occupent environ 326 km^2, soit 10% du territoire (CMQ 2015). Ils sont définis (voir Lavallée 2013) comme des milieux caractérisés par la présence d'eau douce, saumâtre ou salée ou ayant un sol saturé en eau, de façon temporaire ou permanente. La végétation lorsque présente est dominée par une végétation hygrophile, ou du moins tolérant des inondations périodiques. Ils comprennent notamment les marais, les marécages, les tourbières, les étangs et les eaux peu profondes. Les milieux humides représentent une ressource naturelle essentielle à conserver étant donné les multiples services écologiques qu'ils procurent à la société, dont notamment la protection contre les inondations, l'épuration de l'eau, l'approvisionnement en eau et le contrôle des débits en rivière, le stockage du carbone, la chasse, la pêche, et la présence d'archives écologiques (MEA 2005, Rousseau et al. 2013, ten Brink et al. 2013). Malgré leur importance, on estime qu'environ la moitié de la superficie des milieux humides de la planète a été perturbée ou détruite dû au changement d'utilisation des terres (Mitsch et Gosselink 2000b, UNWWAP 2003, Zedler et Kercher 2005). La valeur écologique des milieux humides est par contre de plus en plus reconnue et leur protection devient un enjeu majeur dans plusieurs régions du monde (MEA 2005, Maltby et Acreman 2011). Entre autres, on estime que la valeur des services écologiques rendus par une unité de surface de milieu humide est six fois plus élevée que celle associée à une unité de forêt (ten Brink et al. 2013) et que la conservation d'un milieu humide et le maintien de ses services écologiques engendrent plus de bénéfices économiques que les gains monétaires attendus suite à la conversion et à l'exploitation industrielle du même milieu humide (Balmford et al. 2002). La présence d'oléoduc dans les milieux humides devient ainsi préoccupante et devrait susciter des attentions particulières rapportées dans ce document.

4. Pertinence du tracé

4.1 Les milieux humides et le tracé

Le tracé proposé par TransCanada implique que plusieurs milieux humides seront traversés par l'oléoduc du projet Énergie Est. Selon les données disponibles, les milieux humides affectés par le projet Énergie Est sur le territoire de la CMQ totalisent 2417 ha, dont la plupart sont des tourbières boisées (1711 ha), des marécages (378 ha) et des bogs ouverts (248 ha). Les autres types de milieux humides qui seront touchés sont les marais (55 ha), les eaux peu profondes (16 ha), les prairies humides (6 ha) et les fens (4 ha). Les

superficies directement affectées par la construction de l'oléoduc et les zones de travail, soit celles associées à une emprise de 60 m, sont de 99,50 ha au total pour la conduite principale et la conduite latérale de Valéro (Tableau 1). La majorité de ces superficies affectées sont des tourbières boisées (54,3 ha) et des marécages (22,2 ha).

Nous notons que le tracé touchera des milieux d'importance comme les marécages et marais le long du Fleuve Saint-Laurent. Sur la rive Nord, le tracé traverse un complexe de milieux humides de 503 ha longeant le fleuve et sur la rive Sud, un complexe de 322 ha (Annexe 1). Notons aussi le complexe de milieux humides de 3 037 ha incluant des tourbières boisées, des bogs et des fens, qui est traversé par le tracé prévu pour l'oléoduc, dans la ville de Lévis (Annexe 1). Une vanne d'urgence est localisée en amont.

Également, le tracé croise la tourbière de Sainte-Hélène (tourbière 370 004 dans Buteau 1989; Annexe 1), une tourbière qui a été identifiée prioritaire pour la protection de la diversité végétale (Poulin et Rochefort 2002). Cette tourbière est très hétérogène et comprend une grande diversité d'habitats. Elle comprend des zones d'herbaçaies à grands Carex et des Mélézins denses à herbacées, deux types d'habitats considérés plus rares dans les régions de Chaudière-Appalaches et Centre-du-Québec (Poulin et Rochefort 2002). Ces habitats sont également plus variables d'un site à l'autre en termes de composition végétale et ils ont ainsi le potentiel d'abriter des espèces plus rares régionalement (Poulin et al. 2002). Nous soupçonnons la présence de zones minérotrophes (fens) dans cette tourbière alors que les fens sont habituellement très rares dans le Sud du Québec. Cette tourbière a été classée parmi les 10 tourbières prioritaires en matière de conservation dans les travaux de Poulin et Rochefort (2002), parmi un groupe de 600 polygones de tourbières classifiés à l'aide d'une image satellitaire et dont 92 ont été échantillonnés pour la végétation. Une vanne de sécurité se trouve en amont de la tourbière.

Au sud de la tourbière de Sainte-Hélène, le tracé passe tout près de la tourbière de L'embarras (tourbière 375 019 dans Buteau 1989; Annexe 1). Cette tourbière a été identifiée parmi les 15 tourbières prioritaires à conserver (Poulin et Rochefort 2002). Elle est une des rares tourbières à présenter des mares (forestières et non-forestières) dans les Basses-Terres du Saint-Laurent au Sud du Fleuve Saint-Laurent (Poulin et al. 2002).

Tableau 1. Superficies des milieux humides touchés par l'emprise suite à la construction de l'oléoduc. Deux largeurs sont considérées : la zone directement soumise à la construction (30 m) et celle incluant les aires de circulation et de dépôts des sols (60 m).

	Largeur considérée (m)	
	30	60
Conduite principale	**48,29**	**94,19**
Saint-Augustin-de-Desmaures	*2,20*	*4,38*
Eau peu profonde	-	-
Marécage	1,4	2,7
Marais	0,8	1,6
Prairie humide	-	-
Tourbière bog	-	-
Tourbière boisée	-	-
Tourbière fen	-	-
Lévis	*46,10*	*89,81*
Eau peu profonde	0,6	1,2
Marécage	11,3	22,2
Marais	0,1	0,2
Prairie humide	1,1	1,9
Tourbière bog	4,0	9,2
Tourbière boisée	28,5	54,3
Tourbière fen	0,4	0,8
Conduite de latérale de Valéro	**2,64**	**5,31**
Marécage	1,1	2,2
Prairie humide	0,1	0,2
Tourbière boisée	1,5	2,9
TOTAL	**50,93**	**99,50**

Dans la portion plus à l'est du tracé, l'oléoduc prévu passe dans la tourbière de Saint-Charles (tourbière 360 002 dans Buteau 1989; Annexe 1), un site classé au premier rang d'importance par Poulin et Rochefort (2002) pour la conservation des tourbières dans Chaudière-Appalaches et Centre-du-Québec. Cette tourbière fait partie d'un complexe de plus de 3 000 ha de milieux humides et présente de très grandes étendues d'herbaçaies à grand Carex, des Mélèzins denses à herbacées et des zones forestières à mares. Ces trois types d'habitats réunis dans un même site, sur de grandes superficies, en font une tourbière unique. Aucune vanne de sécurité n'est localisée près de cette portion du tracé, en amont de la tourbière.

4.2 Les espèces préoccupantes et le tracé

Les habitats naturels (milieux humides et forestiers) qui sont traversés par l'oléoduc abritent des espèces à statut précaire. Le tableau 2 présente la liste des espèces menacées, vulnérables ou susceptibles d'être désignées en vertu de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables du Québec (L.R.Q., c. E-12.01) et de la Loi sur les espèces en péril (L.C. 2002, C. 29) et qui ont été recensées dans les milieux touchés par le tracé de l'oléoduc. Les localités générales où ces espèces ont été recensées sont identifiées à l'Annexe 1. Hormis ces espèces, on note dans les documents de TransCanada la présence de deux espèces additionnelles à la liste du tableau 2, qui sont présentes dans les battures de Saint-Augustin. Il s'agit de *Gentianopsis procera subsp. Macounii var. victorinii* et de *Eriocaulon parkeri*.

4.3 Les milieux protégés ou d'intérêt et le tracé

Le tracé proposé traverse (ou est limitrophe à) deux aires officiellement protégées (voir ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques). Ces aires sont 1) la réserve naturelle de la Station agronomique de l'Université Laval et 2) la réserve naturelle des Battures de Saint-Augustin-de-Desmaures (Annexe 2), toutes deux correspondant à des aires de conservation de catégorie VI (Aire protégée de ressources naturelles gérées) selon l'échelle de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN). Le tracé passe également tout près (6 km) du parc du Haut-Fond à Saint-Augustin, dont certains lots adjacents bénéficient de servitudes de conservation (FQPPN). À cela s'ajoutent les aires de concentration d'oiseaux aquatiques le long du Fleuve Saint-Laurent qui sont reconnues comme aires protégées. Il s'agit particulièrement des celles des Îlets Dombourg et de l'Anse du Vieux Moulin. Ces aires correspondent aux catégories VI de l'IUCN.

Tableau 2. Liste des espèces à statut précaire recensées dans des milieux humides ou forestiers traversés par le tracé. Les localités sont indiquées sur les cartes de l'Annexe 1.

Espèce	Nom latin	Statut provincial M : menacée V : vulnérable S : susceptible d'être désignée	Statut fédéral VD : en voie de disparition P : préoccupant	Type de milieu Forêt ou Milieux humides riverains	Localité recensée
Isoète de Tuckerman	*Isoetes tuckermanii*	S	Aucun	MH riv	A, B
Arisème dragon	*Arisaema dracontium*	M	P	MH riv	A
Platanthère petite-herbe	*Platanthera flava* var. *herbiola*	S	Aucun	MH riv	A
Vergerette de Provencher	*Erigeron philadelphicus subsp. provancheri*	M	Aucun	MH riv	A
Épilobe à graines nues	*Epilobium ciliatum* subsp. *ciliatum var. ecomosum*	S	Aucun	MH riv MH riv	A
Sélaginelle apode	*Selaginella apoda*	S	Aucun		A
Noyer cendré	*Juglans cinerea*	S	VD	MH riv	A
Physostégie de Virginie	*Physostegia virginiana* subsp. *virginiana*	S	Aucun	MH riv	A
Lycope rude	*Lycopus asper*	S	Aucun	MH riv	A
Cicutaire de Victorin	*Cicuta maculata* var. *victorinii*	M	P	MH riv	B
Bident d'Eaton	*Bidens eatonii*	S	Aucun	MH riv	B

Zizanie naine	*Zizania aquatica* var. *brevis*	S	Aucun	MH riv	B
Lycope de Virginie	*Lycopus virginicus*	S	Aucun	MH riv	B
Lycope du St-Laurent	*Lycopus americanus* var. l*aurentianus*	S	Aucun	MH riv	B
Lindernie estuarienne	*Lindernia dubia* var. *inundata*	S	Aucun	MH riv	B
Couleuvre verte	*Liochlorophis vernalis*	S	Aucun	Forêt	C
Salamandre sombre du Nord	*Desmognathus fuscus*	S	Aucun	Forêt	C

Un rapport récent publié par la CMQ et Conservation de la nature (CMQ 2015) a révélé les zones de milieux naturels d'intérêt pour le territoire de la CMQ. Des mailles de territoire de 5 km^2 se sont vu attribuer une valeur écologique en fonction de plusieurs attributs tels que la présence de peuplements irremplaçables, de forêts matures, d'habitats fauniques, etc. Le tracé traversera des zones d'une valeur écologique exceptionnelle (Annexe 2), dont celle longeant la rive Nord du Fleuve qui correspond à la réserve naturelle des Battures de Saint-Augustin, ce qui accroît l'importance de cette aire protégée. Sur la rive Sud, une zone à valeur écologique très bonne correspond au complexe de milieux humides de 3037 ha identifiés à l'Annexe 1.

Enfin, une étude financée par Environnement Canada et la ville de Québec et menée par des chercheurs de l'Université Laval est présentement en cours pour identifier les milieux humides d'intérêt sur une partie du territoire de la CMQ et les résultats devront être pris en compte pour définir le tracé[7].

[7] Des résultats préliminaires sont prévus pour décembre 2016, équipe de M. Poulin, département de phytologie, Université Laval.

5. Mise en place du pipeline

5.1 Impacts des oléoducs

Peu d'études ont été publiées sur l'impact des oléoducs (ou gazoducs) sur les milieux humides, et ce, en dépit de l'omniprésence de ces structures dans le paysage. Pour les terres hautes, la littérature rapporte des impacts tangibles au niveau des sols qui montrent, près des conduites, une masse volumique apparente et un pH plus élevé ainsi qu'une capacité de rétention en eau et un contenu en matière organique plus faible. Ces changements ont été associés à une compaction du sol durant l'installation des conduites ou à un mélange des couches de sol lors du remplissage de la tranchée. Pour les milieux humides, la mise en place d'oléoducs perturbe les régimes hydrologiques notamment en entravant l'écoulement de l'eau en surface et le développement de mares d'eau en amont des conduites dans le sens de l'écoulement de l'eau et un assèchement en aval (Kittleson et McDavitt 1980). Dans les milieux humides forestiers, l'augmentation des niveaux d'eau en amont des conduites peut amener une forte mortalité des arbres sur une longue distance (Boelter et Close 1974). L'utilisation de machinerie lourde entraîne la compaction des sols dans l'emprise ce qui perturbe les sols en entraînant une hausse de la masse volumique apparente et une baisse dans la porosité et de la conductivité hydraulique (Olseon et Doherty 2012). Les milieux tourbeux sont particulièrement sensibles à la compaction du sol (van Asselen et al. 2009) et pourraient être plus susceptibles de voir leur hydrologie perturbée par la mise en place d'oléoducs. Dans la tranchée même, l'inversion des couches de sol après remblayage affecte le pH du sol et son contenu en matière organique et en azote.

La présence de pétrole dans les conduites ainsi que le dénuement de végétation dans l'emprise contribue à augmenter la température du sol localement ce qui affecte les profondeurs de gel.

La réponse de la végétation dans l'emprise est très variable et dépend des techniques utilisées pour la construction de l'oléoduc, des mesures d'atténuation (conservation du sol de surface, respect du profile des couches de sol, etc.), des mesures de restauration entreprises, du temps écoulé avant la mise en œuvre de la restauration et du type de milieu humide en cause.

La mise à nu du sol dans l'emprise facilite l'établissement d'espèces envahissantes ou non désirées (Abernethy et Gosselink 1988, Olson et Doherty 2012). Ces espèces envahissantes semblent localement associées à une richesse en espèces plus faible, puisqu'elles montrent potentiellement un avantage compétitif empêchant d'autres espèces de s'établir (Olson et Doherty 2012,

Lessen et al. 2000, Green et Galatowitsch 2002), spécialement en milieu perturbé (Kercher et al. 2007). De façon générale, l'emprise tarde à se revégétaliser (Abernethy et Gosselink 1988. Knott et al. 1997) et on a montré dans plusieurs études que la composition en espèces diffère 1) de celle avant la construction de l'oléoduc ou 2) de celle se trouvant loin de l'emprise. Une plus forte masse volumique apparente et une plus faible profondeur jusqu'à la couche indurée (*rebutal depth*) sont des facteurs qui ont été fortement associés aux changements de composition végétale de l'emprise (Olson et Doherty 2012). Un plus faible contenu en eau permettrait également aux espèces des terres hautes adjacentes de s'établir dans l'emprise des milieux humides (Olson et Boherty 2012). La richesse ou diversité en espèces dans l'emprise peut être plus faible ou accrue avec le temps, selon les conditions du site (Zimmerman et al. 1991; Shem et al. 1993; Olson et Boherty 2012). Une richesse accrue est souvent le résultat de l'établissement d'espèces non associées aux milieux humides (non désirables) et contribue ainsi à réduire l'intégrité écologique du milieu. Quoiqu'habituellement localisées au sein de l'emprise, les espèces non désirables peuvent percoler dans les surfaces adjacentes à l'emprise tel qu'il a été montré pour les tourbières traversées par des emprises de lignes de transport hydro-électriques, particulièrement dans les fens où certaines espèces peuvent s'établir à plus de 40 m de l'emprise (Dubé et al. 2011).

Les bryophytes et les arbres seraient les groupes de plantes les plus sensibles aux perturbations. Les premiers sont grandement affectés par les variations de niveaux d'eau dû à l'absence de système racinaire et par les changements de concentrations d'éléments minéraux et nutritifs dû à leurs tissus foliaires directement exposés aux échanges de cations dans le milieu (Clymo et Hayward 1982). Les arbres quant à eux mettront une longue période avant de retrouver leur taille (et leur établissement sera de toute façon contrôlé sur les surfaces directement associées à la tranchée même).

Les effets de l'implantation de l'emprise sur la végétation et les régimes hydrologiques décrits ci-dessus engendrent des changements dans la composition faunique et les populations. Entre autres, la construction d'oléoducs est associée à des modifications de l'habitat du poisson ainsi que du comportement et de la physiologie des poissons, ce qui altère la répartition des populations et réduit leur taille (Newcombe et Jensen 1996, Lévesque et Dubé 2007). Les assemblages d'invertébrés sont également affectés par les oléoducs (Knott et al. 1997). De même, les risques de prédation augmentent dans les habitats boisés suite à l'établissement de corridors linéaires (James et Stuart-Smith 2000).

5.2 Mesures d'atténuation

Les mesures d'atténuation proposées dans cette section sont tirées de plusieurs documents consultés dans la littérature, dont les suivants :

Boelter 1974, Krone 1985, Neville 2003, Sakhalin Energy 2005, Duck Energy Gas Transmission 2006, Graf 2009, Ross 2010, Yu et al. 2010, Olson et Doherty 2012, Natural Resource Group LLC 2013, INGAA Foundation IN.c 2013, Sauer 2014.

Les deux sites web suivants ont également été consultés:

Tera Environmental Consultant 2013, U.S. Army Corps of Engineers: http://www.swl.usace.army.mil/Portals/50/docs/regulatory/Sedimenatation-Erosion%20Control.pdf

U.S. Department of State: http://keystonepipeline-xl.state.gov/documents/organization/182328.pdf

Plusieurs des mesures d'atténuation décrites ci-bas sont mentionnées dans les documents de TransCanada pour le projet Énergie Est, mais elles restent moins détaillées (et plusieurs sont absentes). Celles mentionnées dans les documents de TransCanada ont été clairement identifiées dans la section synthèse au début de ce rapport.

Le tracé devra être ajusté pour éviter les milieux d'intérêt mentionnés à la section 2 ci-haut. L'oléoduc devrait traverser les ruisseaux et rivières à angle droit, aux endroits les plus étroits pour minimiser l'impact sur les habitats riverains. Pour le Fleuve Saint-Laurent, il est prévu d'instaurer l'oléoduc par forage directionnel. Les zones de marais et marécages près du fleuve, sur la rive Sud et Nord devraient être incluses dans la partie soumise au forage directionnel.

La zone des Basses-terres du Saint-Laurent est caractérisée par des dépôts argileux qui présentent dans certaines conditions (p. ex. talus de forte pente et de fort dénivelé près des rivières) des risques de glissements de terrain rotationnels. Les risques de glissements rotationnels rétrogressifs et de coulées ne sont pas négligeables dans cette zone. Ces risques font présentement l'objet d'une cartographie par le Ministère des Transports du Québec et devraient être pris en compte par TransCanada.

La largeur de l'emprise devra être réduite au minimum lorsque l'oléoduc traversera des milieux humides. L'évaluation environnementale faite pour le projet Keystone Pipeline aux États-Unis suggère une largeur de 26 m (85 pieds; U.S. Department of State) pour la zone de construction. Plusieurs études

suggèrent l'utilisation de parcours existants pour d'autres types d'emprises (oléoducs et gazoducs, lignes électriques ou routes), mais cela concentre les risques et augmente les risques d'interaction entre usages non compatibles (par exemple, le champ magnétique d'une ligne de transport d'énergie peut mener à une corrosion plus rapide des conduites de l'oléoduc).

Le dégagement de la végétation dans l'emprise devrait être réduit au minimum; les plantes devraient être coupées au niveau du sol afin de laisser le système racinaire en place. Les résidus végétaux devraient être conservés à des fins de restauration (voir section restauration ci-bas). L'extraction de souches d'arbres et l'aplanissement de surface devraient être restreints à la partie de l'emprise destinée à l'enfouissement de l'oléoduc.

La construction de l'oléoduc devrait utiliser des techniques minimisant les perturbations de la végétation. Plusieurs études suggèrent la mise en place de l'oléoduc durant la période hivernale, qui implique notamment dans certains types de milieux humides la construction de route d'hiver (*ice road*). TransCanada devra justifier les techniques utilisées pour chaque type de milieu humide et démontrer qu'elles auront un impact minimal sur la végétation et l'hydrologie des sites. L'instauration de l'oléoduc en hiver a souvent été proposée également pour éviter les périodes critiques pour la faune (p. ex. nidification). Les travaux en hiver devraient être planifiés de façon à réduire le temps d'exposition des sols excavés au gel en remblayant la tranchée rapidement après l'installation des conduites. Un excès de matériel doit être laissé afin de contrer la subsidence du sol avec le temps sans pour autant créer un bourrelet entravant les régimes hydrologiques et favorisant l'établissement de végétation des hautes terres. Un suivi dans le temps de la surface devrait être fait après les travaux d'instauration de l'oléoduc.

Dans tous les cas, la planification de la construction devrait tenir compte des périodes de reproduction de la faune et se faire, dans certains milieux humides, lorsque les niveaux d'eau sont bas pour réduire la turbidité et affecter le moins possible les habitats côtiers pour la faune benthique. En période non hivernale, l'utilisation de véhicules munis de système protégeant la végétation et les sols fragiles des milieux humides (p. ex. *wide rubber-tracks* or *balloon-tires*, véhicules amphibies) devrait être favorisée pour réduire la pression au sol et éviter de déraciner les plantes. L'utilisation de panneaux de contreplaqué amovibles est également encouragée afin de minimiser les perturbations de la surface et de favoriser un rétablissement plus rapide que si des véhicules à roues (plus lourds) sont utilisés directement au sol. L'utilisation de matériaux importés de l'extérieur du milieu humide est à proscrire.

Comme l'installation d'un oléoduc engendre généralement l'altération du régime hydrologique naturel du milieu humide, dû à la perturbation des flux dans les horizons de sol et aux effets de compaction (particulièrement dans les tourbières) et au changement de température dans le sol entourant les conduites, une étude à large échelle serait nécessaire pour déterminer les régimes hydriques dans les zones de milieux humides et planifier ensuite la construction de l'oléoduc en conséquence et les mesures d'atténuation appropriées.

Plusieurs études suggèrent d'installer les conduites dans le sol minéral sous la couche de tourbe lorsque l'oléoduc traverse une tourbière, afin de réduire l'impact de l'instauration des conduites sur le régime hydrologique du milieu humide. Comme les tourbières sont les principaux milieux humides concernés par le projet Énergie Est, TransCanada devra justifier la profondeur à laquelle les conduites seront installées et lorsque possible, elles devraient être installées sous les couches de tourbe (pour les milieux humides avec des horizons de tourbe plus minces). Ceci permettrait aussi une meilleure stabilité des conduites. La température du pétrole sera supérieure à celle du sol et TransCanada devra justifier la profondeur des conduites en fonction de la couche de sol (tourbe) gelée en hiver. Par exemple, un document produit par U.S. Energy Information Administration pour la Sakhalin Energy Investment Company en Russie indique que les conduites d'oléoducs devraient être insérées à 1.2 m sous la surface du sol (profondeur du dessus des conduites) alors que les sols sont gelés jusqu'à une profondeur allant de 30 à 80 cm.

D'autres mesures d'atténuation devront être envisagées, comme l'installation de canaux de drainage ou de canaux transversaux et ponceaux dans les couches de matériau remis en place dans la tranchée pour éviter de perturber les régimes hydrologiques et la formation de mares près de la tranchée.

La végétation qui sera enlevée pour instaurer l'oléoduc devrait être conservée pour être ensuite replacée lors de la phase de restauration de l'emprise. Dans tous les types de milieux, le sol de surface devra être conservé pour être utilisé lors des étapes de restauration. Les couches de sol devraient être conservées dans des piles séparées pour être replacées selon le profil originel de stratification du sol. Les sols excavés devraient être entreposés selon des méthodes n'entravant pas le régime hydrologique du site. Si nécessaire, déposer les sols dans un endroit *ex-situ* (p. ex. pour le matériel très humide qui forme difficilement une pile).

Le développement de l'emprise est associé à un risque d'ignition accru, particulièrement durant les mois d'été. Des mesures de protection devront être appliquées, telles que l'utilisation de véhicules appropriés, particulièrement

pour les tourbières où la récurrence des feux a augmenté au cours du 20^{e} siècle en paysage transformé (Pellerin et Lavoie 2003).

Des mesures d'atténuation des risques d'érosion des sols devront être prises. La mesure la plus efficace pour réduire l'érosion est de réduire la période de temps entre la période des travaux de mise en place de l'emprise et celle de restauration. L'installation des conduites devrait être suivie du remblai de la tranchée dans la même journée, ce qui implique de travailler sur de courtes sections à la fois. Sakhalin Energy (2005) statue que la progression dans un milieu humide ne devrait pas dépasser 450 m par jour.

Des mesures d'atténuation des risques d'érosion devront être appliquées sur les terrains en amont des milieux humides pour éviter l'apport de sédiments. TransCanada devra évaluer la pertinence de diverses approches proposées dans la littérature, telles que l'utilisation de barrières mécaniques pour confiner les sédiments près de l'oléoduc ou bloquer leur entrée dans les milieux humides saturés en eau. On suggère souvent dans la littérature d'appliquer des techniques d'ensemencement de graines pour revégétaliser les surfaces de sol exposées durant la construction de l'emprise. Cette mesure de contrôle d'érosion des sols est peu compatible avec les milieux humides et devra être utilisée prudemment afin d'éviter que des espèces non désirables s'installent à long terme. Des mesures de suivi devront être planifiées pour évaluer les processus d'érosion. Lorsque la tranchée doit être drainée, les travaux doivent se faire de façon à prévenir l'érosion et le transport d'eau chargée en sédiments vers les surfaces de milieux humides adjacentes. Lorsqu'approprié, des structures devraient être installées à la sortie du milieu humide (jonction entre le milieu humide et les terres adjacentes en bas de pente), le long de l'emprise, afin d'éviter le drainage du site. Un remouillage du site devra être planifié si un drainage est nécessaire lors de la construction de l'oléoduc.

Pour stabiliser les zones riveraines, TransCanada suggère les techniques de fagots et des nattes alors qu'il existe des méthodes plus efficaces de génie végétal (biostabilisation) pour ce faire (p. ex. lits de plants et plançons; caisson végétalisé; Bonin et al. 2013)

Aucun dépôt de matériel (p. ex. panneaux préfabriqués) ne devrait se faire dans le milieu humide. L'apport de sol *ex-situ* devrait être minimisé. Des zones de travail externes aux milieux humides devraient être établies pour réduire l'utilisation des surfaces de milieux humides durant les travaux.

L'équipement de transport de sol et les véhicules devraient faire l'objet d'inspection régulière pour identifier toute fuite potentielle de fluides. Tout équipement utilisé dans l'emprise doit être propre et libre de toute terre ou de résidus végétaux pour éviter l'introduction d'espèces exotiques envahissantes.

L'utilisation de paille ou autre couverture de sol dans les travaux de restauration devra être faite uniquement après traitement détruisant les graines susceptibles d'être transportées. Les travaux d'entretien de tout équipement devraient se faire à une distance tampon de tout milieu humide. Durant les travaux dans l'emprise, aucun carburant, lubrifiant fluide, herbicide, et autre produit chimique ne devrait être relâché dans le milieu humide. De même, l'entreposage de tels produits devrait se faire à plus de 300 m d'un milieu humide.

L'entretien de l'emprise devra impliquer des méthodes en accord avec les normes dans les milieux humides (et éviter l'utilisation de produits chimiques).

L'emprise devra faire l'objet de travaux de restauration (voir section ci-bas) et d'un suivi régulier pour évaluer le succès de restauration et identifier les endroits subissant des processus de subsidence ou montrant des signes de détérioration ou de mauvaise reprise de végétation.

Des mesures de restauration doivent être émises pour la phase du démantèlement de l'oléoduc et, selon la durée de vie de l'oléoduc, les changements climatiques devraient être pris en compte dans l'établissement de ces mesures.

Un plan d'urgence en cas de fuite durant la période d'exploitation du pipeline devra prévoir des techniques adaptées aux sols instables et peu portants des milieux humides afin de permettre l'accès au site par la machinerie appropriée en période non hivernale.

6. Restauration de l'emprise

6.1 Évaluation environnementale

Avant la construction de l'oléoduc, des relevés détaillés de végétation devraient être réalisés dans les milieux humides visés pour s'assurer 1) de l'absence d'espèces à statut précaire et 2) établir un niveau de référence afin d'évaluer l'impact de l'oléoduc et le succès de restauration de l'emprise. Le projet Hardisty Pipeline, établi en 2014 par Enbridge Pipeline Inc. en Alberta, a fait l'objet d'une étude complète sur les milieux humides, en 1) les délimitant et les classifiant sur tout le territoire touché et 2) documentant les caractéristiques pour chaque milieu humide traversé par l'oléoduc ainsi que leur état de santé et leurs fonctions écologiques (Tera Environmental Consultant 2012). Le travail fait par TransCanada pour le projet Énergie Est n'est pas aussi détaillé et l'évaluation environnementale présentée dans le *Volume 2-évaluation des effets biophysiques* présente surtout des généralités,

notamment sur les politiques fédérales et provinciales de protection des espèces floristiques et fauniques et des communautés d'intérêts et des milieux humides.

Les inventaires effectués pour l'évaluation environnementale du projet Énergie-Est semblent assez sommaires. Ils incluent 1) la caractérisation d'habitats ayant un bon potentiel d'abriter des espèces floristiques d'intérêt pour la conservation (EFIC) et de localiser ces EFIC; 2) la délimitation des milieux humides et la caractérisation de leur végétation, drainage et substrats, ainsi que 3) la caractérisation des types de peuplements forestiers, leur densité, hauteur et âge. Seulement 50% des milieux forestiers le long du tracé du pipeline semblent avoir été caractérisés et 45% des habitats prioritaires ont fait l'objet d'inventaire pour les EFIC et les milieux humides. Aucune caractérisation des fonctions et services écologiques fournis par les milieux naturels n'a été faite.

La délimitation des milieux humides sur le territoire de la CMQ a déjà fait l'objet d'une cartographie détaillée à partir de photographies aériennes, d'orthophotographies et d'images satellitaires Quickbird (Beaulieu et al. 2014). La délimitation des milieux humides (unité cartographique minimale variant entre 0,3 et 0,5 ha) et la caractérisation du type pour chaque milieu humide devraient être basées sur cette cartographie qui représente la cartographie la plus récente et la plus précise pour le territoire de la CMQ (Pellerin et Poulin 2013).

Les documents de TransCanada (p. 8-17) indiquent que 'L'évaluation des milieux humides avant et après la construction permettra de quantifier les changements et facilitera leur régénération dans le but de rétablir l'étendue et les fonctions qui prévalaient avant la construction'. La façon dont l'évaluation sera faite n'est pas décrite en détails. Elle devrait suivre les normes établies dans la littérature, notamment en s'inspirant de Hanson et al. (2008) et Fennessy et al. (2004).

6.2 Approches de restauration de l'emprise

Suite aux travaux d'instauration de l'oléoduc, la surface sera dégarnie de végétation, ce qui changera l'albedo du sol et ses propriétés thermiques et influencera le taux d'accumulation de neige et la profondeur de gel du sol. Les travaux de restauration devront débuter le plus tôt possible après l'instauration de l'oléoduc. Une période de moins de 14 jours a été avancée comme délai maximal par le U.S. Army Corps of Engineer. Les emprises d'oléoduc seront en effet susceptibles d'être colonisées rapidement par des plantes envahissantes, notamment dans les milieux humides plus minérotrophes. Des

études ont également montré que les plantes colonisant les emprises peuvent par la suite percoler dans les milieux naturels adjacents et perturber l'équilibre des communautés végétales. Les emprises servent également de corridor de déplacement à la faune prédatrice, ce qui peut affecter certaines populations animales susceptibles à la prédation.

Les documents de TransCanada donnent très peu d'information quant aux objectifs de restauration de l'emprise, aux méthodes prévues et au suivi du succès. On peut lire en page 8-26 : 'L'atténuation sera réalisée dans la mesure du possible; cependant, des effets sur la végétation et les milieux humides pourraient se produire en raison de l'incertitude liée à l'efficacité des techniques de restauration et des conditions en vigueur lors de la remise en état (p. ex., des conditions de sécheresse ou des inondations). En raison de l'application des meilleures pratiques en matière de contrôle de la végétation, aucun effet résiduel n'est anticipé concernant l'introduction ou de la propagation d'EEE et les effets ne seront pas évalués davantage'. Le projet Énergie Est en révèle très peu sur les intentions de TransCanada au chapitre de la restauration de l'emprise une fois les conduites installées et sur les méthodes d'entretien.

La restauration écologique se définit comme « l'activité intentionnelle qui initie ou accélère l'autoréparation d'un écosystème, en respect avec sa santé, son intégrité et sa durabilité, celui-ci ayant été dégradé, perturbé ou détruit, le plus souvent, par l'homme, et ce jusqu'à ce que plus aucune intervention humaine ne soit nécessaire à son maintien à long terme » (SERi, 2004). La procédure d'évaluation environnementale devrait permettre d'établir des buts de restauration de l'emprise spécifiques à chaque type de milieu humide perturbé. La restauration n'est pas la simple revégétalisation (réhabilitation) des surfaces laissées à nu suite à l'instauration du pipeline. Ainsi, la restauration écologique de l'emprise devrait permettre le rétablissement d'une végétation similaire à celle de l'écosystème d'origine et de ses fonctions écologiques. Cela implique la disponibilité de données de terrain de base sur l'état avant l'instauration du pipeline, la définition précise des buts de restauration, la mise en place des techniques choisies et un suivi à long terme du rétablissement de la végétation et des fonctions sur le site.

Pour les milieux humides forestiers, il sera impossible de revenir à l'état initial dû à l'entretien de l'emprise qui empêchera le retour des arbres au-dessus du pipeline (dans la zone de construction). Il serait alors important de définir les objectifs de restauration en fonction du type de milieu humide ouvert (dégagé d'arbres) qui comporte le plus de similarité avec celui d'origine. Des sites

pourraient être choisis dans la région afin de les caractériser et définir un écosystème de référence et ainsi par la suite pouvoir définir les buts de restauration.

Certains facteurs humains ont été identifiés comme étant une source significative d'échec pour la révégétalisation des emprises suite à la mise en place d'oléoducs. Ainsi, selon une étude américaine, l'utilisation des surfaces de l'emprise pour des activités de VTT, de remplissage, d'agriculture ou autres a été identifiée comme un facteur d'échec de la restauration (Federal Energy Regulatory Commission 2004). Dans l'ensemble, 65% des 413 milieux humides évalués rencontraient les objectifs de restauration établis en 1994 et qui consistaient à montrer 1) un couvert de végétation en espèce indigène de plus de 80%, 2) un couvert en hydrophytes de plus de 50% et 3) une diversité équivalente à 50% ou plus à celle initiale. Cette étude montrait que 66% des milieux humides ne rencontrant pas ces trois critères montraient des signes d'utilisation par les populations locales. Des mesures de dissuasion quant à l'utilisation des surfaces de l'emprise par les populations locales devraient ainsi être planifiées par TransCanada et mises en place lors de la restauration.

Les couches de sol devront être remises en place, dans la tranchée de l'oléoduc, selon la même stratigraphie qu'avant excavation. TransCanada devra confirmer que les techniques d'excavation envisagées respecteront la préservation de la stratigraphie lors du remplissage de la tranchée (p. ex. *double ditching technique* rapportée par Krone 1985). Si les travaux d'excavation de la tranchée se font en hiver, la remise des couches de sol de surface (*topsoil*) devra être faite au moment approprié pour éviter d'avoir à les retirer advenant une subsidence plus importante que prévu (Natural Resource Group LLC 2013).

La littérature suggère de miser sur les processus de recolonisation spontanée en milieux humides plutôt que l'ensemencement par graines. Par contre, des méthodes de restauration des tourbières sont largement développées pour nos latitudes et seraient applicables dans l'emprise. À ce titre, des techniques de restauration des tourbières ombrotrophes ont été développées par le Groupe de Recherche en Écologie des Tourbières (GRET) de l'Université Laval et consistent en six étapes (Quinty et Rochefort 2003) : 1) nivellement du site et rafraîchissement des surfaces, 2) récolte de plantes en milieu naturel, 3) épandage des plantes en fragments sur les surfaces à restaurer, dans une proportion de 1 : 10 m^2, 4) application d'un paillis de paille sur les fragments végétaux pour les protéger contre la sécheresse, 5) fertilisation dans certains cas et 6) blocage des canaux de drainage pour rétablir une nappe phréatique haute. Ces techniques ont récemment été adaptées à la restauration des

tourbières minérotrophes (fens), notamment en récoltant le matériel végétal source dans des communautés de mousses associées aux fens et en contrôlant le régime hydrologique de façon à retrouver un écoulement laminaire de l'eau en surface (Graf et Rochefort 2008, Leblanc et al. 2012, Malloy et Price 2014). Également, les techniques de restauration du GRET ont été testées sur des plates-formes de forage en Alberta, dans la zone boréale (Gauthier 2014). Ces sites avaient la particularité d'avoir une couche de sol minéral compacté au-dessus d'un sol organique. La méthode du transfert muscinal fonctionnait mieux lorsque la végétation source provenait de fens que de bogs et lorsque le substrat de sol minéral était amendé de tourbe. Ces techniques devraient être appliquées pour les tourbières touchées par le projet Énergie Est.

Il est impossible d'établir des lignes directrices générales pour la restauration des milieux humides suite à l'instauration d'un oléoduc. Chaque type de milieu humide a sa propre structure et ses propres fonctions. De surcroît, pour un même type, les conditions varieront d'un site à l'autre et des évaluations environnementales sont nécessaires pour chacun afin de bien établir les buts de restauration et les critères de suivi pour évaluer le succès.

Si la recolonisation spontanée des sites n'est pas probable (ou ne se produit pas), la végétation peut être réintroduite par différents moyens : par l'apport de graines (ou introduction de sol incluant les banques de graines), par la transplantation de touffes de végétation (*plugs*) ou par l'introduction de rhizomes. Ces techniques engendrent des résultats variables selon le type de milieu humide et les précautions prises. Par exemple, les graines doivent être récoltées juste au bon moment pour optimiser leur viabilité et maximiser leur nombre. Elles doivent aussi être entreposées dans les conditions optimales pour chaque espèce cible. Cette méthode mène ainsi souvent à des résultats mitigés (p. ex. Cooper et MacDonald 2000, Cronk et Fennessy 2001).

Dans tous les cas, l'utilisation d'espèces autres que celles associées aux milieux humides affectés devrait être minimale et restreinte à des espèces de début de succession qui ne resteront pas en place plusieurs années et dont le rôle n'est que de contrer l'érosion du sol. En paysage agricole, la restauration des milieux humides est compromise par l'enrichissement en nitrates dans les eaux de ruissellement, ce qui favorise certaines espèces envahissantes comme l'alpiste roseau (*Phalaris arundinacea*; Green et Galatowitsch 2002). En retour, l'établissement de telles espèces peut réduire le couvert d'espèces indigènes associées aux milieux humides et compromettre le succès de restauration. L'utilisation de sels de déglaçage sur les routes et les apports en azote des milieux agricoles semblent également favoriser l'expansion de colonies de phragmites (*Phragmites australis*) qui peuvent envahir les milieux

humides adjacents (Jodoin et al. 2008). L'apport en sédiments et les périodes d'inondation prolongées ont également été associés à des invasions d'alpistes roseau et sont des facteurs à considérer pour la restauration (Kercher et al. 2007). Dans certains milieux humides, selon leur localisation, ces constats devraient impliquer une gestion des eaux de ruissellement des hautes terres vers l'emprise à restaurer.

Suite aux travaux de restauration, un suivi du succès d'établissement de la végétation et des conditions hydro-géochimiques devra être fait, sur plusieurs années et idéalement jusqu'à ce que les conditions prévalant avant la construction de l'oléoduc soient de retour.

7. Risque de déversement et gestion en cas de déversement

Il y a quelques décennies, les accidents de pétroliers étaient les causes les plus importantes de déversement de pétrole dans l'environnement (Jernelöv 2010). Le développement de pétroliers à double coque et de cargos pouvant se sectionner lors d'accident, l'établissement de voies navigables unidirectionnelles dans les eaux étroites et l'utilisation des GPS sont des facteurs ayant réduit considérablement le risque d'accident et la quantité d'hydrocarbures déversés dans l'environnement. Par contre, les ruptures et fuites de pipelines ont augmenté considérablement depuis les années 70. Aux États-Unis, leur nombre a quadruplé entre 1990 et 2010 (Jernelöv 2010).

Les déversements sont plus susceptibles de survenir dans les tourbières que dans les autres types de milieux humides puisque la tourbe crée un stress plus important que les sols minéraux sur les conduites (Ryder et al. 2004). Plusieurs types de tourbe montrent une flottabilité négative, augmentant la pression vers le haut sur les conduites et augmentant le stress mécanique. La tourbe est également très acide et peut accélérer la corrosion des conduites. Après déversement, le pétrole reste trappé entre les couches de sol organique et peut être difficile à extraire (Canadian Petroleum Association 1987).

Le reste des informations associées à cette section se trouve à l'Annexe 3 (non rendue publique).

8. Références

Albernethy, R.K. et J.G. Gosselink. 1988. Environmental conditions of a backfilled pipeline canal four years after construction. Wetlands 8: 109-121.

Balmford, A., A. Bruner, P. Cooper, R. Costanza, S. Farber, R.E. Green, M. Jenkins, P. Jefferiss, V. Jessamy, J. Madden, K. Munro, N. Myers, S. Naeem, J. Paavola, M. Rayment, S. Rosendo, J. Roughgarden, K. Trumper et

R.K. Turner. 2002. Economic reasons for conserving wild nature. Science 297:950-953.

Beaulieu, J., P. Dulude, I. Falardeau, S. Murray et C. Villeneuve. 2014. Cartographie détaillée des milieux humides du territoire de la Communauté Métropolitaine de Québec (mise à jour 2013) – Rapport technique. Canards Illimités Canada et le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, Québec, 54 p.

Boelter, D.H. et G.E. Close. 1974. Pipeline in forested wetlands – cross drainage needed to prevent timber damage. Journal of Forestry 72: 561-563.

Bonin, L., A. Évette, P.-A. Frossard, P. Prunier, D. Roman et N. Valé. 2013. Génie végétal en rivière de montagne – Connaissances et retours d'expériences sur l'utilisation d'espèces et de techniques végétales : végétalisation de berges et ouvrages bois, Grenoble, France. 318 pages.

Buteau, P. 1989. Atlas des tourbières du Québec méridional. Gouvernement du Québec, Québec, Canada. DV-89-02.

Canadian Petroleum Association. 1987. A field guide to muskeg spill response. Canadian Petroleum Association, Calgary, AB, Report No. CPA-CE03002.

Cooper, D.J. et L.H. MacDonald. 2000. Restoring the vegetation of mined peatlands in the southern Rocky Mountains of Colorado, USA. Restoration Ecology. 8:103- 111.

Clymo, R.S. et P.M. Hayward. 1982. The ecology of Sphagnum. Pages 229-289 *dans* Bryophyte Ecology. A.J.E. Smith, editor. Chapman et Hall, London, U.K.

Communauté Métropolitaine de Québec (CMQ), avec la collaboration de Conservation de la nature Canada. 2015. Milieux naturels d'intérêt pour la biodiversité sur le territoire de la CMQ, Avril 2015. 63 pages.

Cronk, J.K. et M.S. Fennessy. 2001. Wetland plants: biology and ecology. Lewis, New York.

Dubé, C., S. Pellerin et M. Poulin. 2011. Do power line rights-of-way facilitate the spread of non-peatland and invasive plants in bogs and fens? Botany 89: 91-103.

Duck Energy Gas Tranmission. 2006. Environmental manual for construction projects in Canada. Juin 2006. 349 pages.

Federal Energy Regulatory Commission. 2004. Research of wetland construction and mitigation activities for certificated section 7(c) pipeline projects. Washington D.C., mars 2004. Rapport no 20426. 102 pages.

Fennessy, M.S., A.D. Jacobs et M. Kentula. 2004. Review of rapid methods for assessing wetland condition. Rapport préparé pour U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. Rapport no EPA/620/R-04/009. 82 pages.

Fondation québécoise pour la protection du patrimoine naturel (FQPPN). Territoire. http://www.fqppn.org/territoire. Consulté en octobre 2015.

Foote, L. 2012. Threshold considerations and wetland reclamation in Alberta's mineable oil sands. Ecology and Society 17: 35. http://www.ecologyandsociety.org/vol17/iss1/art35/

Gauthier, M.-È. 2014. Restoring peatland plant communities on mineral well pads. Mémoire de maîtrise en biologie végétale, Université Laval, Québec, Canada. 81 pages.

Graf, M. 2009. Literature review on the restoration of Alberta's boreal wetlands affected by oil, gas and *in situ* oil sands development. Rapport réalisé pour Duck Unlimited Canada, janvier 2009. 59 pages.

Graf, M. et L. Rochefort. 2008. Moss regeneration for fen restoration: field and greenhouse experiments. Restoration Ecology 18: 121-130.

Green, E.K. et S.M. Galatowitsch. 2002. Effects of *Phalaris arundinacea* and nitrate-N addition on the establishment of wetland plant communities. Journal of Applied Ecology 39: 134-144.

Hanson, A., L. Swanson, D. Ewing, G. Grabas, S. Meyer, L. Ross, M. Watmough, J. Kirkby. 2008. Wetland ecological functions assessment: an overview of approaches. Rapport préparé pour Environnement Canada, Service Canadien de la Faune, octobre 2008. Rapport technique no 497. 64 pages.

INGAA Foundation Inc. 2013. Planning guidelines for pipeline construction during frozen conditions. Rapport préparé pour la INGAA Foundation Inc, décembre 2013. Rapport no 2013.04. 31 pages.

Jernelöv, A. 2010. The threats from oil spills: now, then, and in the future. Ambio 39: 353-366.

Kercher, S.M., A. Herr-Turoff et J.B. Zedler. 2007. Understanding invasion as a process: the case of *Phalaris arundinacea* in wet prairies. Biological Invasions 9: 657-665.

Kittleson, K.M. et M.E. McDavitt. 1980. Assessing the impact of pipeline construction on coniferous wetlands in centra Michigan with aerial photography. Dans Remote sensing of earth resources. Vol. VIII. University of Tennessee. Pp. 263-275.

Knott, D.M., E.L. Wenner et P.H. Wendt. 1997. Effects of pipeline construction on the vegetation and macrofauna of two South Carolina, USA salt marches. Wetlands 17: 65-81.

Krone, M. 1985. Pipeline emplacement : mitigating environmental impacts on wetlands. International right of way association. 10 pages.

James, A.R.C. et A.K. Stuart-Smith. 2000. Distribution of caribou and wolves in relation to linear corridors. The Journal of Wildlife Management 64: 154-159.

Jodoin, Y., C. Lavoie, P. Villeneuve, M. Theriault, J. Beaulieu et F. Belzile. 2008. Highways as corridors and habitats for the invasive common reed *Phragmites australis* in Québec, Canada. Journal of Applied Ecology 45: 459-466.

Lavallée, S. 2013. Analyse de l'état actuel du droit et recommandations en vue de l'adoption d'une loi sur la conservation et la gestion durable des milieux humides au Québec. Rapport final présenté au Ministère du développement durable, de l'environnement, de la faune et des parcs, Avril 2013. 198 pages.

Leblanc, M.-C., S. Malloy, J.S. Price et L. Rochefort. 2012. Moss layer transfer technique: From bog to fen restoration. No 201/208. Proceedings of the 14th International Peat Congress: Peatland in balance, Stockholm, Sweden, June 3-8, 2012. International Peat Society. 4 pages.

Lessen, J.P.M., F.B.J. Menting, W.H. Van der Putten et C.W.P.M. Blom. 2000. Variation in species composition and species richness within Phragmites australis dominated riparian zones. Plant Ecology 147: 137-146.

Lévesque, L.M. et M.G. Dubé 2007. Review of the effects of in-stream pipeline crossing construction on aquatic ecosystems and examination of Canadian methodologies for impact assessment. Environmental Monitoring and Assessment 132: 395-409.

Malloy, S. et J.S. Price. 2014. Fen restoration on a bog harvested down to sedge peat: a hydrological assessment. Ecological Engineering 64: 151-160.

Maltby, E. et M.C. Acreman. 2011. Ecosystem services of wetlands: pathfinder for a new paradigm. Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydrologiques 56:1341-1359.

Millennium Ecosystem Assessment (MA). 2005. Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press. Washington, DC.

Ministère du développement durable, de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques. Aires de conservation gérées et désignations québécoises (en ligne), http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/aires_protegees/registre/. Consulté en août 2015.

Mitsch, W.J. et J.G. Gosselink. 2000. The value of wetlands: importance of scale and landscape setting. Ecological Economics 35:25-33.

Natural Resource Group, LLC. 2013. Planing guidelines for pipeline construction during frozen conditions. Rapport préparé pour The INGAA Foundation, Inc., décembre 2013. Rapport no 2013.04. 31 pages.

Neville, M. 2003. Best management practices for pipeline construction in native prairie environments. A guide for minimizing the impact of pipeline construction on the native prairie ecosystem. Rapport preparé pour Alberta Environment et Alberta Sustainable Resource Development, octobre 2003. 140 pages.

Newcombe, C.P. et J.O.T. Jensen 1996. Channel suspended sediment and fisheries : A synthesis for quantitative assessment of risk and impact. North American Journal of Fisheries Management 16: 693-727.

Olson, E.R. et J.M. Doherty. 2012. The legacy of pipeline installation on the soil and vegetation of southeast Wisconsin wetlands. Ecological Engineering 39: 53-62.

Pellerin, S. et C. Lavoie. 2003. Recent expansion of jack pine in peatlands of southeastern Québec : a paleoecological study. Ecoscience 10 : 247-257.

Pellerin, S. et M. Poulin. 2013. Analyse de la situation des milieux humides au Québec et recommandations à des fins de conservation et de gestion durable. Rapport final présenté au Ministère du développement durable, de l'environnement, de la faune et des parcs, avril 2013. 104 pages.

Poulin, M., D. Careau, L. Rochefort et A. Desrochers. 2002. From satellite imagery to peatland vegetation diversity: how reliable are habitat maps? Conservation Ecology **6**(2) : 16. [online] URL: http://www.consecol.org/vol6/iss2/art16).

Poulin, M. et L. Rochefort. 2002. Développement d'une méthode d'Évaluation de la diversité végétale des tourbières à des fins de conservation. La cartographie des habitats de tourbière à l'aide de l'imagerie par satellite. Rapport final présenté à la Direction de la coordination des programmes

d'aide, Minis`tere de l'Environnement du Québec dans le cadre du Programme d'Aide à la Recherche et au Développement en Environnement, Québec, 5 octobre 2002. 49 pages.

Quinty, F. et L. Rochefort. 2003. Guide de restauration des tourbières, 2e édition, Association canadienne de mousse de sphaigne et ministère des Ressources naturelles du Nouveau-Brunswick, Québec. 119 pages.

Ross, M. 2010. Mokolo et Crocodile (West) Water Augmentation Project (MCWAP) : phase 1. Wetlands & Watercourse crossings survey. Rapport technique préparé pour Nemai Consulting, Juin 2010. Rapport no Nem_MCWAP Phase 1_6/10. 24 pages.

Rousseau, A., S. Savary et M. Fossey. 2013. Modélisation hydrologique des milieux humides dans les basses-terres du Saint-Laurent. Rapport final du volet hydrologique dans le cadre du programme PACC 26, projet 'Outils d'analyses hydrologique, économique et spatiale des services écologiques procurés par les milieux humides des basses-terres du Saint-Laurent : adaptations aux changements climatiques'. Rapport préparé pour Ouranos, le 31 mars 2013. 71 pages.

Ryder, A.D. Taylor, F. Walters et R. Domeney. 2004. Pipelines and peat: a review of peat formation, pipeline construction techniques and reinstatement options. *In* Sweeney, M., editor. International conference on terrain and geohazard challenges facing onshore oil and gas pipelines. Thomas Telford Publishing, London.

Sakhalin Energy. 2005. EIA Addendum, Chapter 3: Pipeline construction in wetland areas. http://www.sakhalinenergy.ru/media/d47738be-7f2f-4229-88e8-6ce988031d59.pdf. Consulté en septembre 2015.

Sauer, L. 2014. An overview of pipeline conservation impacts with recommendations for reducing environmental damage. Rapport prepare pour Delaware Riverkeeper network, Bristol, Pennsylvania, mai 2014. 26 pages.

SERi (Society for Ecological Restoration international, Science and Policy Workin Group). 2004. The SER international primer on ecological restoration, version 2 [Internet]. Available from: http://www.ser.org/resources/resources-detail-view/ser-international-primer-on-ecological-restoration. Consulté en septembre 2015.

Shem, L.M., G.D. Van Dyke et R.E. Zimmerman. 1993. Pipeline corridors through wetlands – impacts on plant communities: Deep Creek and Brandy Branch crossing, Nassau County, Florida. Rapport préparé pour le Gas Research Institute no 5088-252-1770, décembre 1994. 84 pages.

ten Brink, P., D. Russi, A. Farmer, T. Badura, D. Coates, J. Förster, R. Kumar, et N. Davidson. 2013. The economics of ecosystems and biodiversity for water and wetlands. Executive summary.

Tera Environmental Consultants. 2012. Wetland evaluation for the Enbridge Pipeline Inc. Edmonton to Hardisty Pipeline Project. Rapport technique préparé pour Enbrige Pipelin Inc., décembre 2012. Rapport no 8288. 45 pages.

Tera Environmental Consultants. 2013. Wetland evaluation technical report for the Trans Mountain Pipeline ULC Trans Moutain Expansion project. Rapport technique préparé pour Trans Mountain Pipepline ULC, décembre 2013. Rapport no REP-NEB-TERA-00007. 228 pages.

United Nations World Water Assessment Programme (UNWWAP). 2003. Water for people, water for life. http://webworld.unesco.org/water/wwap/facts_figures/protecting_ecosystems.shtml.

U.S. Army Corps of Engineers. http://www.swl.usace.army.mil/Portals/50/docs/regulatory/Sedimenatation-Erosion%20Control.pdf. Consulté en septembre 2015.

U.S. Department of State. http://keystonepipeline-xl.state.gov/documents/organization/182328.pdf. Consulté en septembre 2015.

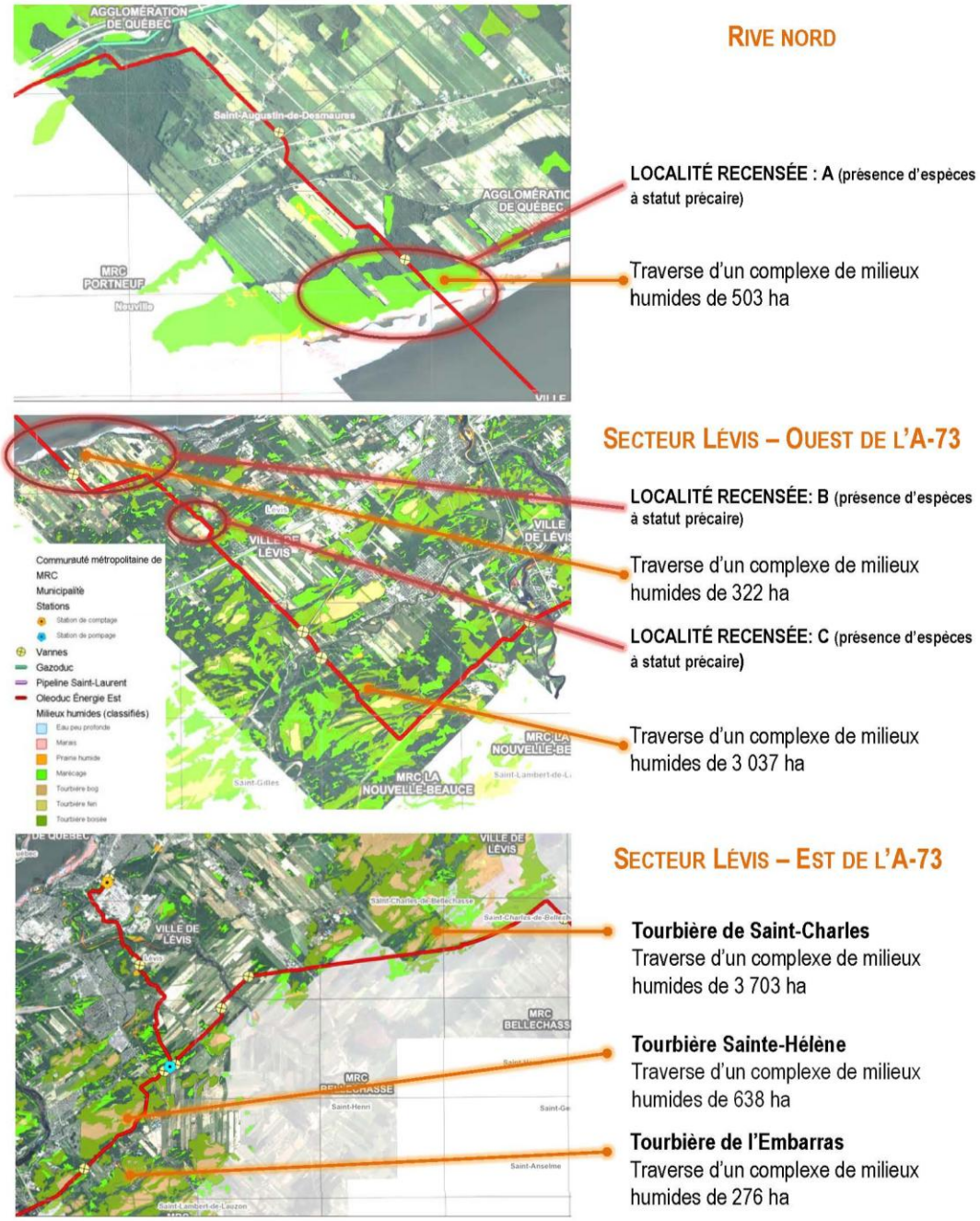
van Asselen, S., E. Stouthamer et Th.W.J. Asch. 2009. Effects of peat compaction on delta evolution: a review on processes, responses, measuring and modeling. Earth-Science Reviews 92: 35-51.

Yu, X., G. Wang, Y. Zou, Q Wang, H. Zhao et X. Lu. 2010. Effects of pipeline construction on wetland ecosystems : Russia-China Oil Pipeline Project (Mohe-Daqing Section). Ambio 39: 447-450.

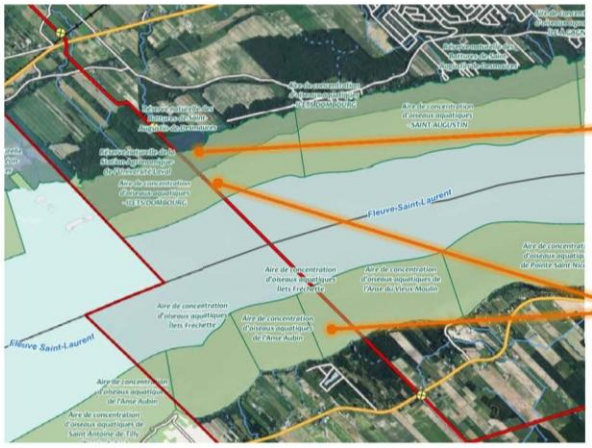
Zedler, J. B. et S. Kercher. 2005. Wetland resources: status, trends, ecosystem services, and restorability. Annual Review of Environment and Resources 30:39-74**.**

Zimmerman, R.E., G.D. Van Dyke, C.T. Hackney, E.D. et Pentecost. 1991. Pipeline Corridors through Wetlands—Impacts on Plant and Avian Diversity: Boreal Wetlands, Oconto County, Wisconsin, GRI-91/0046, prepared by Argonne National Laboratory, Argonne, IL, for the Gas Research Institute, Chicago, IL.

Annexe 1 : Milieux humides et présence d'espèces à statut précaire le long du tracé de l'oléoduc du projet Énergie Est sur le territoire de la CMQ.



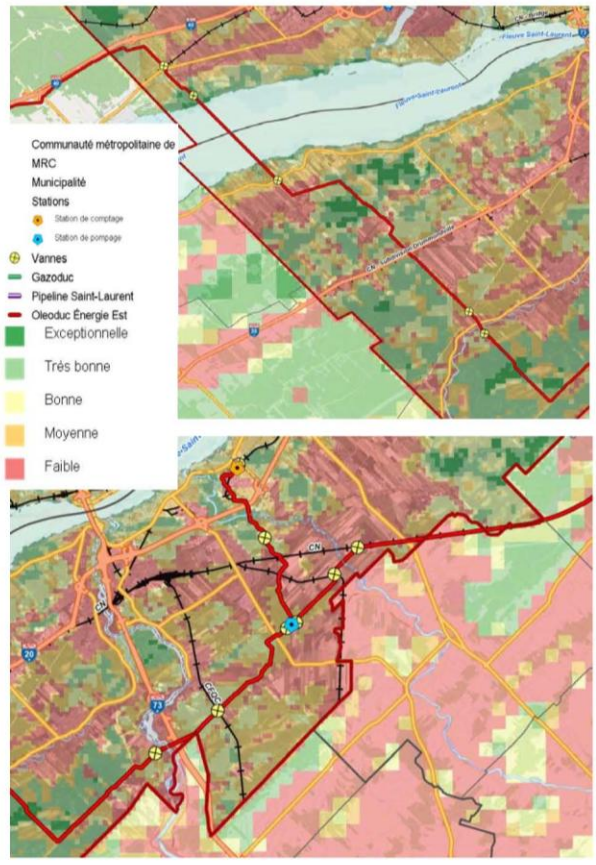
Annexe 2 : Aires protégées et milieux d'intérêt écologique le long du tracé de l'oléoduc du projet Énergie Est sur le territoire de la CMQ.



AIRES PROTÉGÉES

Le tracé touche à deux réserves naturelles reconnues du côté de Saint-Augustin-de-Desmaures: la Station-Agronomique-de-l'Université Laval et les Battures-de-Saint-Augustin-de-Desmaures

Le tracé traverse deux aires de concentration d'oiseaux aquatiques: les Ilets Dombourg (rive nord) et l'Anse du Vieux Moulin



VALEUR ÉCOLOGIQUE PAR MAILLE DE 5 HA

SECTEUR OUEST
TRAVERSÉE NORD-OUEST—SUD-EST

SECTEUR EST
TRAVERSÉE SUD-OUEST—NORD-EST