

5 RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE

Les ressources en eau souterraine ont été désignées comme composante valorisée car le Projet est susceptible d'interagir avec les eaux souterraines non salines situées à faible profondeur. Ces eaux dites non salines (parce que leur teneur totale en matières dissoutes est inférieure à 4 000 mg/L) constituent une ressource hydrique importante pour leur usage domestique, agricole et industriel. Bien que certains traitements pourraient être nécessaires pour que ces eaux soient conformes aux lignes directives concernant l'eau potable, le niveau de traitement requis serait relativement minime. Ainsi, l'eau souterraine non saline peut constituer une source acceptable d'approvisionnement en eau brute.

5.1.1 Exigences réglementaires fédérales

Les effets du Projet sur les ressources en eau souterraine sont assujettis aux exigences réglementaires énoncées dans la Loi sur l'Office national de l'énergie (ONÉ). Pour connaître toutes les exigences relatives aux eaux souterraines, voir le tableau A-2 du Guide de dépôt de l'ONÉ daté de janvier 2014 (ONÉ 2014). Le dépôt des documents réglementaires vise les fins suivantes :

- Produire une évaluation de l'utilisation de l'eau dans le cadre précis du Projet, avec désignation et description des ressources hydriques ainsi que de la qualité des ressources que le Projet est susceptible d'affecter. L'information doit notamment comprendre les besoins à combler à partir des plans d'eau locaux, l'objet du prélèvement, les quantités requises, les plans d'eau utilisés comme source d'approvisionnement, le débit ou le volume d'eau qui leur est associé ainsi que le mode et le lieu de rejet des eaux usées.
- Décrire les interactions possibles entre le Projet et les eaux souterraines. Si elles existent, préciser les modifications potentielles de débit et tout effet consécutif à ces modifications. Localiser les puits avoisinants, en indiquant les critères applicables à la limite spatiale prise en compte, et décrire les risques de dégradation de la quantité et de la qualité de l'eau de puits.
- Décrire les éventuels contaminants pouvant être associés au Projet et susceptibles d'affecter la qualité de l'eau.
- Décrire les mesures d'atténuation des effets potentiels sur la quantité et la qualité des eaux souterraines, avec indication de la nécessité d'une surveillance avant et après construction.
- Décrire d'éventuels plans de gestion des eaux applicables.

Les eaux souterraines sont gérées par les organismes de réglementation provinciaux, mais certaines lignes directrices fédérales s'appliquent aussi :

- Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux – Protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles (CCME 1999).
- Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada (Santé Canada 2012).

5.1.2 Exigences réglementaires québécoises

Au Canada, les eaux souterraines sont habituellement gérées par les organismes de réglementation provinciaux. Les lignes directrices applicables à l'ensemble de la zone de développement du Projet (ZDP) à l'échelle du Canada comprennent les suivantes :

- Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux – Protection des utilisations de l'eau à des fins agricoles (CCME 1999).
- Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada (Santé Canada 2012).

Au Québec, les exigences réglementaires concernant les ressources hydriques sont gérées par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), dont le mandat comprend la gestion de la qualité et de la quantité des ressources en eau souterraine. Les exigences réglementaires s'appliquant aux activités liées au Projet sont les suivantes :

1. Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection (chapitre C-6.2) – Cette loi confirme le statut juridique des ressources hydriques de surface ou souterraines, considérées comme faisant partie du patrimoine commun, et elle définit les responsabilités de la province, à titre de gardienne de la ressource au nom des citoyens, ainsi que les droits et responsabilités de la collectivité.
2. Règlement sur la qualité de l'eau potable – Normes de qualité entourant l'eau potable de surface ou souterraine destinée à la consommation humaine.
3. Règlement sur le captage des eaux souterraines (chapitre Q-2, r. 6) – Ce règlement favorise la protection des eaux souterraines destinées à la consommation humaine par application des normes entourant les nouvelles structures de captage, l'établissement d'aires de protection entourant les puits collectifs et la réglementation des activités agricoles au sein des aires de protection. Le règlement encadre également l'extraction de l'eau souterraine de manière à en réduire les effets négatifs sur la zone de captage ainsi que les utilisations conflictuelles et les effets négatifs sur l'environnement.
4. Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains (chapitre Q-2, r. 37) – Ce règlement fixe les limites concernant un certain nombre de contaminants du sol et de l'eau, prescrit l'utilisation de zones contaminées pour les activités industrielles ou commerciales et définit les exigences en matière de surveillance.

Par ailleurs, quatre grands documents cadres donnent les lignes directrices permettant l'application des exigences réglementaires prescrites :

- La Politique nationale de l'eau consacre les ressources hydriques de surface ou souterraines comme richesse naturelle et partie intégrante du patrimoine collectif. La politique vise à protéger la ressource, à en assurer la gestion dans une perspective de développement durable et à préserver la santé publique ainsi que les écosystèmes (MENV 2002).

- Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés – Cette politique définit le cadre nécessaire à la préservation de l'intégrité du sol et des eaux souterraines. Elle énonce les mesures prioritaires et suggère différentes manières d'évaluer et de gérer la contamination des terres et des eaux. De plus, elle assure les conditions de supervision de l'évaluation et de la réhabilitation des terres et des eaux contaminées, par le jeu des analyses et de la gestion des risques (MENV 1998).
- Stratégie de protection et de conservation des sources destinées à l'alimentation en eau potable – Cette stratégie est axée sur la durabilité des ressources hydriques (de surface ou souterraines) du Québec (MDDEP 2012). Elle vise à assurer, pour les générations futures, des eaux de qualité et en quantité suffisantes. Présentée lors de consultations publiques en avril 2012, la stratégie n'a pas encore été avalisée.
- Guide de conception des installations de production d'eau potable (MDDEP 2001) – Ce document définit les critères d'aménagement applicables au captage et au traitement de l'eau potable, en plus d'aider les décideurs à choisir les solutions qui leur permettront de se conformer de façon optimale aux obligations que leur impose le *Règlement sur la qualité de l'eau potable* (chapitre Q-2, r. 40).

5.1.3 Limites de l'évaluation

Les limites spatiales définies aux fins de l'évaluation sont à la fois latérales et verticales, déterminant ainsi des zones d'étude tridimensionnelles dans le sous-sol. Ces zones s'étendent de la surface du sol (limite supérieure) à une profondeur de 30 m sous la surface (limite inférieure); cette valeur a été choisie en raison du niveau relativement peu profond des activités de construction et d'exploitation. Quant aux limites latérales, elles sont déterminées par la ZEL et la ZER.

La ZEL s'étend sur 500 m de part et d'autre de la ZDP. Elle comprend toutes les zones dans lesquelles des interactions entre le Projet et les ressources en eau souterraine peuvent se produire en temps normal pendant les travaux de construction et l'exploitation.

La ZER s'étend sur 5 km de part et d'autre de la ZDP. Il n'est pas prévu que le Projet interagisse avec les ressources en eau souterraine au-delà de la ZEL. Bien que l'EES porte surtout sur la ZEL, des données hydrogéologiques sur la ZER ont été recueillies afin de préciser les caractéristiques hydrostratigraphiques de l'emprise de l'oléoduc, ce qui n'est pas possible par simple examen de la ZEL. La ZER n'a donc pas été définie à des fins d'évaluation des effets cumulatifs.

5.2 Sommaire des données de référence

5.2.1 Approche et méthodologie

Les caractéristiques hydrogéologiques de la zone d'étude régionale (ZER) présentées concernent les unités géologiques voisines de la surface. Bien qu'on ne prévoie pas d'interactions avec les ressources en eau souterraine au-delà de la ZEL, la configuration hydrogéologique présentée s'étend à la ZER; les limites spatiales ainsi retenues permettent de dresser un meilleur portrait de la situation hydrogéologique. Les emplacements des puits artésiens répertoriés sont indiqués à l'échelle de la ZER, ce qui permet d'établir la plage de profondeurs à laquelle s'attendre. Des données de base concernant l'utilisation des

puits artésiens et les niveaux naturels de la nappe phréatique à l'échelle de la ZEL, qui concentrent l'information sur les zones à l'intérieur de la ZEL, sont ensuite présentées.

5.2.1.1 Analyse de l'information existante

Cette phase a consisté à rassembler les données pertinentes issues des sources provinciales et fédérales, afin de les compiler dans un système d'information géographique. Les principales sources d'information comprennent :

- Carte géologique du Québec (MNR 2012).
- Carte des dépôts de surface à l'échelle de 1:50 000 (MERQ 1990 – 2001).
- Documentation publiée sur Internet par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC)..
- Système d'information hydrogéologique (SIH), tenu à jour par le MDDELCC et indiquant l'emplacement des puits de forage avec descriptions. Le SIH ne constitue toutefois pas un inventaire complet des systèmes de captage en place au Québec. On y recense la plupart des puits profonds forés depuis 1967; l'information concernant les puits de surface n'est disponible que depuis juin 2003.

Les données hydrologiques (y compris celles concernant les puits artésiens) ont été couplées à d'autres données spatiales à caractère géologique au sein d'un système d'information géographique, de façon à produire le cadre de référence hydrogéologique de la ZER. Ce cadre donne une vue d'ensemble des ressources en eau souterraine relativement peu profondes; il ne donne pas les caractéristiques hydrogéologiques détaillées de tel ou tel emplacement. La figure 5-1 donne le plan de situation générale de la ZER (terres émergées, puits artésiens existants et détails cartographiques de base : routes, lacs et villes).

5.2.2 Aperçu des conditions de référence

5.2.2.1 Cadre de référence hydrogéologique régional

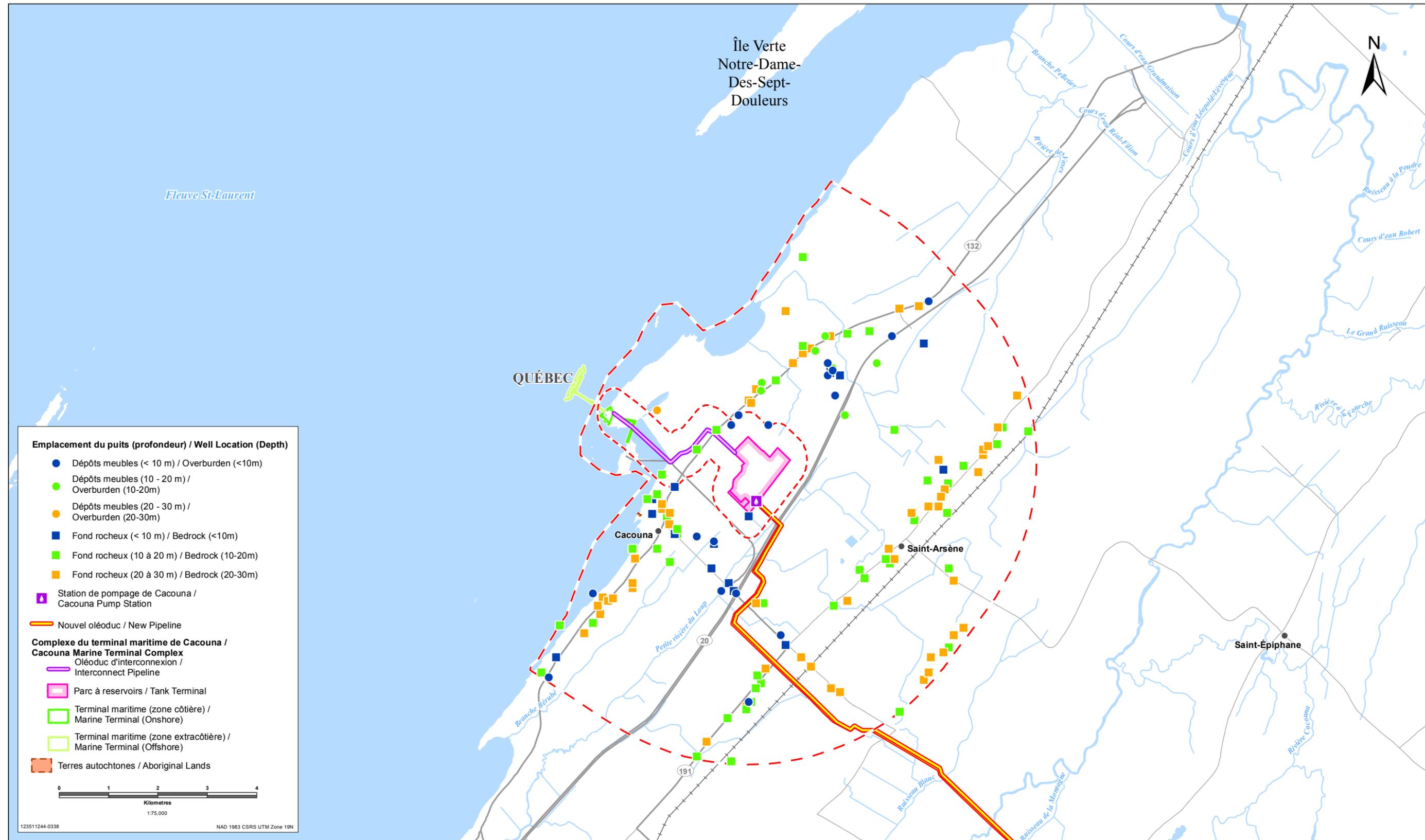
Des événements géologiques plus ou moins anciens – notamment les grands épisodes glaciaires – ont donné au Québec sa physionomie actuelle. Le territoire comprend sept provinces géologiques. La ZER qui englobe le complexe maritime de Cacouna d'Énergie Est se trouve dans la zone Humber de la province des Appalaches. Le substratum se compose de roches sédimentaires et volcaniques que les forces tectoniques ont déformées au cours des années; on trouve aussi des sédiments métamorphisés (ardoise, argilite, quartzite, grès, calcaire et conglomérat).

Les plissements du substrat rocheux sont dus aux forces tectoniques. L'érosion qui a suivi, précédant le dépôt des sédiments glaciaires, a donné au substrat rocheux une surface ondulée et est à l'origine des épaisseurs variables de sédiments dans les parties creuses du substrat. La répartition des formations rocheuses de la ZER est illustrée à la figure 5-2.

Les formations du substrat rocheux présentes dans la ZER (tableau 5-1) se composent de roches sédimentaires ou métasédimentaires (mudstone, ardoise verte ou rouge, siltstone calcaire, grès feldspathique, conglomérat et quartzarénite).

Tableau 5-1 Formations rocheuses dans la ZER

Formation	Description lithologique
Groupe de Saint-Roch (Cambrien inférieur)	Mudstone ou ardoise avec interstrates de grès feldspathique et de conglomérat
Formation d'Orignal (Cambrien moyen)	Mudstone ou siltstone calcaire, grès
Formation de Saint-Damase (Cambrien supérieur)	Grès feldspathique, mudstone gris, conglomérat polygénique
Formation de Rivière-du-Loup (Cambrien)	Ardoise, siltstone et grès (gris, gris-vert ou rouge)
Formation de Kamouraska (Ordovicien inférieur)	Quartzarénite et ardoise



PROJET D'OLÉODUC ÉNERGIE EST / ENERGY EAST PIPELINE PROJECT

Vue d'ensemble du complexe du terminal maritime de Cacouna / Cacouna Marine Terminal Complex Overview

Sources : Les données spécifiques à ce projet sont fournies par TransCanada Pipelines Limited. Les données de base sont fournies par les gouvernements du Canada et du Québec. / Sources: Project data provided by TransCanada Pipelines Limited. Base data provided by the Governments of Canada, and Québec.

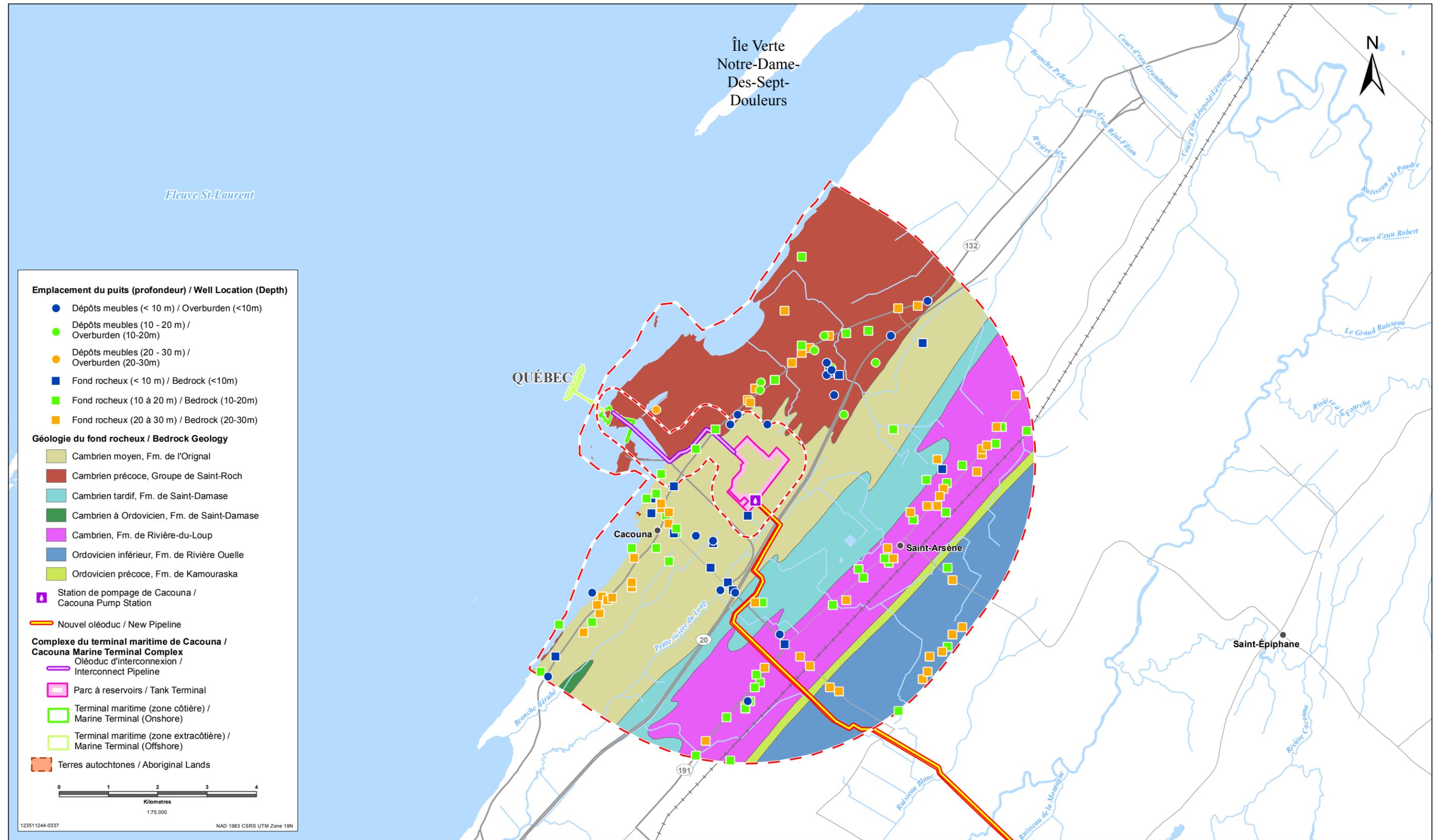
Avis de non-responsabilité : Cette carte sert à titre d'illustration pour appuyer ce projet Stantec. Les questions peuvent être adressées à l'agence émettrice. / Disclaimer: This map is for illustrative purposes to support this Stantec project; questions can be directed to the issuing agency.

PRÉPARÉ PAR / PREPARED BY
Stantec

PRÉPARÉ POUR / PREPARED FOR
TransCanada
IN ASSOCIATION WITH

FIGURE N° / NO
5-1

Dernière modification / Last Modified: 02/28/2014 par / by: tquachin



PROJET D'OLÉODUC ÉNERGIE EST / ENERGY EAST PIPELINE PROJECT

Géologie du fond rocheux du complexe du terminal maritime de Cacouna / Cacouna Marine Terminal Complex Bedrock Geology

Sources : Les données spécifiques à ce projet sont fournies par TransCanada Pipelines Limited. Les données de base sont fournies par les gouvernements du Canada et du Québec. /
Sources: Project data provided by TransCanada Pipelines Limited. Base data provided by the Governments of Canada, and Québec.

Avis de non-responsabilité : Cette carte sert à titre d'illustration pour appuyer ce projet Stantec. Les questions peuvent être adressées à l'agence émettrice. /
Disclaimer: This map is for illustrative purposes to support this Stantec project; questions can be directed to the issuing agency.

PRÉPARÉ PAR / PREPARED BY
Stantec

PRÉPARÉ POUR / PREPARED FOR
TransCanada
IN CONSULTATION WITH

FIGURE N° / NO
5-2

Dernière modification / Last Modified: 02/28/2014 par / by: tquachin

Dans la ZER, les dépôts superficiels se composent de dépôts glaciaires du Quaternaire, vieux de plus de 10 000 ans, et de sédiments marins datant des époques où le niveau de la mer était plus élevé qu'actuellement (Bourque 2010). Trois types de dépôts de surface peuvent être observés dans la ZER, ainsi que des affleurements du substrat rocheux isolés (voir la figure 5-3) :

- sédiments marins, provenant d'eaux profondes et d'eaux peu profondes, composés d'argile, de loam et de sable;
- placages de till composés de moraine et de cailloux compacts ou libres;
- sable et gravier d'origine juxtaglaciale.

Voici ce qu'on peut dire sur la nature et la répartition des dépôts superficiels :

- Les dépôts marins, composés d'argile peu perméable, couvrent la plupart des terres émergées de la ZER.
- Le dépôt sablonneux et graveleux d'origine juxtaglaciale qui se trouve dans le sud de la ZER et qui possède un haut potentiel de formation d'aquifères. Ce type de dépôt de surface est plus propice à la rétention d'une nappe aquifère s'il est saturé, propre et suffisamment étendu et profond.
- Les unités de sol alluvial glaciaire (till) présentent des proportions variables de sable, de limon et d'argile. Elles sont considérées comme peu perméables et peu propices à la formation d'aquifères.
- Des affleurements du substrat rocheux isolés sont présents dans la ZER, notamment près de la rive du Saint-Laurent ainsi que le long des autoroutes 20 et 85, là où les travaux d'excavation ont mis le substrat à nu, compte tenu de la faible épaisseur des sédiments glaciaires. Cependant, ces affleurements représentent moins de 1 % de la superficie de la ZER.

Les sédiments non consolidés qui surmontent le substrat rocheux sont peu épais là où ce dernier est proche de la surface, davantage là où le substrat a été érodé avant le dépôt des sédiments glaciaires. Voir à ce propos la figure 5-4, qui repose sur les données relatives à l'épaisseur des sédiments dans la partie peuplée de l'Est canadien et du corridor du Saint-Laurent (RNCan 2004).

La ZER comprend deux grands types d'aquifères : les aquifères granulaires, situés dans les sédiments non consolidés qui recouvrent le substrat rocheux, et les aquifères situés dans le substrat lui-même. Les aquifères en substrat rocheux à grains fins produisent davantage d'eau que les roches sédimentaires à grains fins, car la fracturation intensive rend la roche plus perméable (« porosité secondaire »). Certains aquifères en substrat rocheux de la ZER comprennent des roches à gros grains (grès et conglomérat, par exemple) dont les espaces interstitiels emmagasinent l'eau. Depuis le dépôt des unités de substrat rocheux, la déformation structurale des Appalaches a favorisé la porosité secondaire par le jeu des fractures. Des liaisons hydrauliques sont apparues entre les unités, augmentant d'autant les possibilités de formation d'aquifères. Les aquifères en substrat rocheux de la ZER semblent surtout utilisés aux fins d'approvisionnement en eau potable domestique.

De leur côté, les aquifères granulaires produisent généralement davantage d'eau que les puits alimentés en eau souterraine par le substrat rocheux. Dans la ZER, 83 % des puits ont été creusés dans ce dernier; les autres (17 %) sont raccordés aux aquifères granulaires qui se trouvent dans les couches épaisses (plus de 75 m) de matériaux non consolidés.

À l'échelle régionale, les eaux souterraines s'écoulent vers le Saint-Laurent. Par ailleurs, les enregistrements relatifs aux puits artésiens font clairement état des systèmes d'écoulement locaux. Des systèmes imbriqués existent dans la ZER. Les crêtes surélevées créées par la topographie du substrat rocheux donnent naissance à des régions d'alimentation de formations aquifères qui agissent comme séparateurs du ruissellement souterrain; ces systèmes semblent se déverser dans les dépôts formant le fond des vallées au centre de la ZER, entre les crêtes topographiques (voir la figure 5-1) ou vers le Saint-Laurent à partir de la crête située près de la rive actuelle. La variabilité du climat et les prélèvements d'eau souterraine peuvent modifier le régime d'écoulement, qu'on sait également susceptible aux fluctuations saisonnières.

Pour la coupe géologique transversale A-A' (voir la figure 5-5), située au sud-ouest du terminal, le long de la route Castonguay, de nombreuses données sont disponibles sur la coupe transversale partant des puits artésiens ruraux qui alimentent les résidences en bordure de la route. Cette coupe indique la topographie du substrat rocheux et son action sur l'épaisseur des sédiments non consolidés qui, le long de cette coupe, varie de 0 à 25 m; il s'agit de sédiments marins et de dépôts glaciaires (till, sable et gravier). Le substrat rocheux sous-jacent est décrit ci-dessus.

5.2.2.2 Puits artésiens répertoriés dans la ZER et la ZEL

Le registre des réseaux municipaux d'approvisionnement en eau souterraine comprend 149 puits, y compris les systèmes des villes de Cacouna et de Saint-Arsène (réseaux 134312831701 et 124271581701). La base de données du MDDELCC ne fait pas mention de l'utilisation des eaux souterraines, mais la plupart des puits sont censés servir à l'approvisionnement en eau potable des zones rurales, probablement à des fins agricoles, qui sont les principales activités menées dans la région considérée. Dans la ZEL associée au complexe maritime de Cacouna d'Énergie Est, cinq puits seulement se trouvent à moins de 500 m du terminal de réservoirs ou de l'emprise du pipeline d'interconnexion.

La profondeur des puits varie considérablement selon la topographie. Dans la région du Bas-Saint-Laurent, elle varie de 30 à 50 m en moyenne (MDDELCC 2014). Dans la ZEL où se trouve le complexe maritime de Cacouna d'Énergie Est, la profondeur moyenne des puits est de 38 m au-dessous du sol et le niveau de l'eau y est en moyenne de 7,4 m. Les valeurs dans la ZER du complexe maritime de Cacouna d'Énergie Est sont comparables (respectivement 49 m et 4,7 m). Le niveau de l'eau dépend de la distance entre le puits et le Saint-Laurent (il augmente avec l'altitude des terres). Les eaux souterraines sont à leur niveau maximal dans les crêtes surélevées de la ZER, en proportion des régions d'alimentation des aquifères qui s'y trouvent. Dans la vallée qui sépare les crêtes, les eaux souterraines sont situées à très faible profondeur (souvent à moins de 2 m de la surface). La figure 5-6 montre un histogramme de la profondeur d'achèvement des puits dans la ZEL et la ZER.

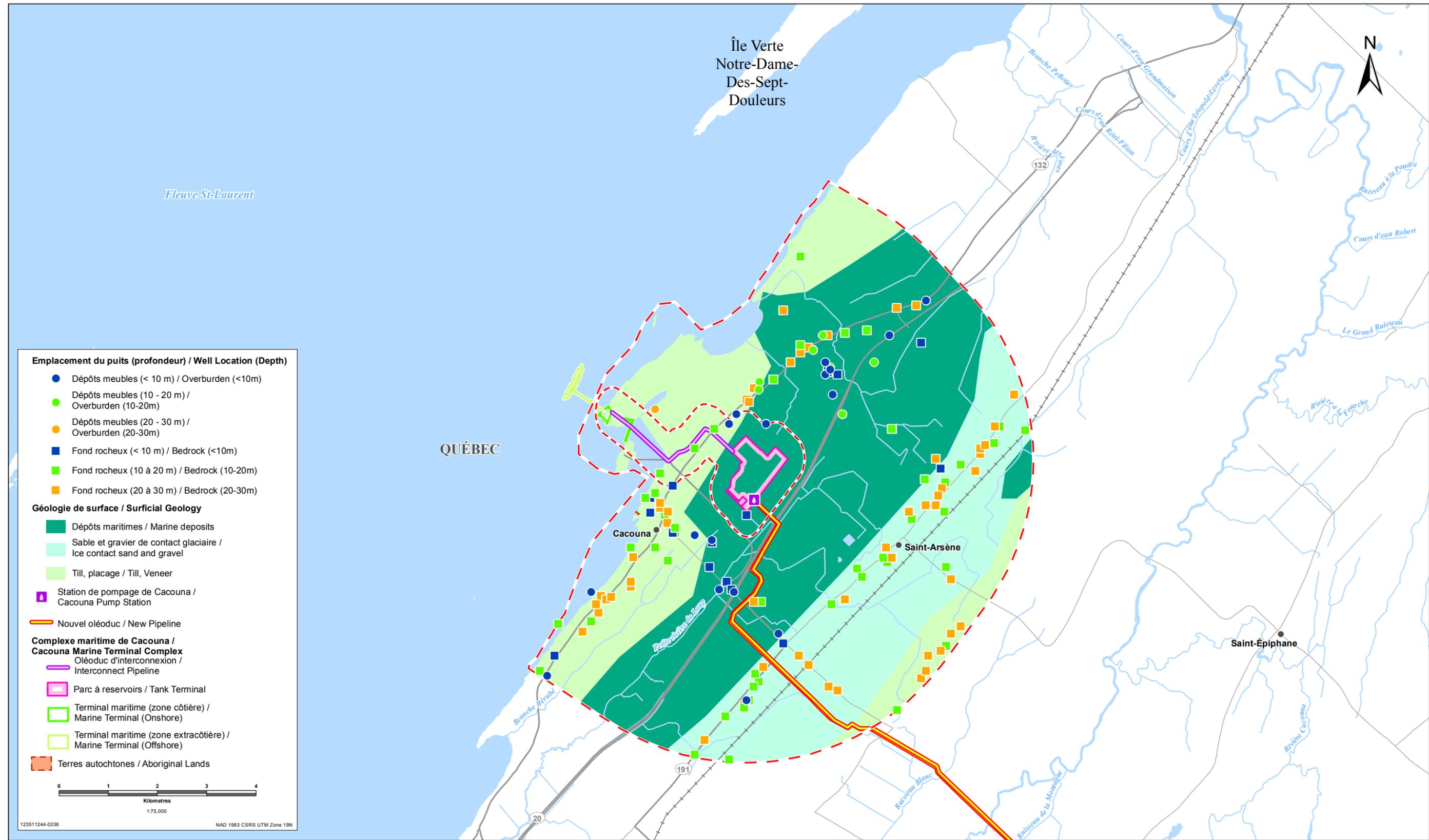
5.2.2.3 Niveau des eaux souterraines

Les fluctuations d'origine naturelle ou anthropique des ressources en eau souterraine se mesurent par surveillance de leur niveau. Ce paramètre est surveillé par le MDDELCC à l'aide du Réseau du suivi des eaux souterraines du Québec (RSESQ). Deux puits de surveillance se trouvent près de la ZER; le tableau 5-2 résume les données concernant le niveau des eaux qu'on y a mesuré entre 2009 et 2013.

Il est resté relativement constant pendant la période considérée. Le niveau des eaux mesuré dans les puits de la ZEL varie de moins de 1 m à 15,24 m en-dessous du sol.

Tableau 5-2 Niveaux moyens de la nappe phréatique dans la ZER

Stations	Niveau moyen des eaux (m)				
	2009	2010	2011	2012	2013
02247021	80,88	80,96	81,03	80,85	80,88
02257001	167,44	167,52	167,68	167,29	167,26
SOURCE : MDDELCC (2014)					



PROJET D'OLÉODUC ÉNERGIE EST / ENERGY EAST PIPELINE PROJECT

Géologie de surface du complexe du terminal maritime de Cacouna/ Cacouna Marine Terminal Complex Surficial Geology

Sources : Les données spécifiques à ce projet sont fournies par TransCanada Pipelines Limited. Les données de base sont fournies par les gouvernements du Canada et du Québec. / Sources: Project data provided by TransCanada Pipelines Limited. Base data provided by the Governments of Canada, and Québec.

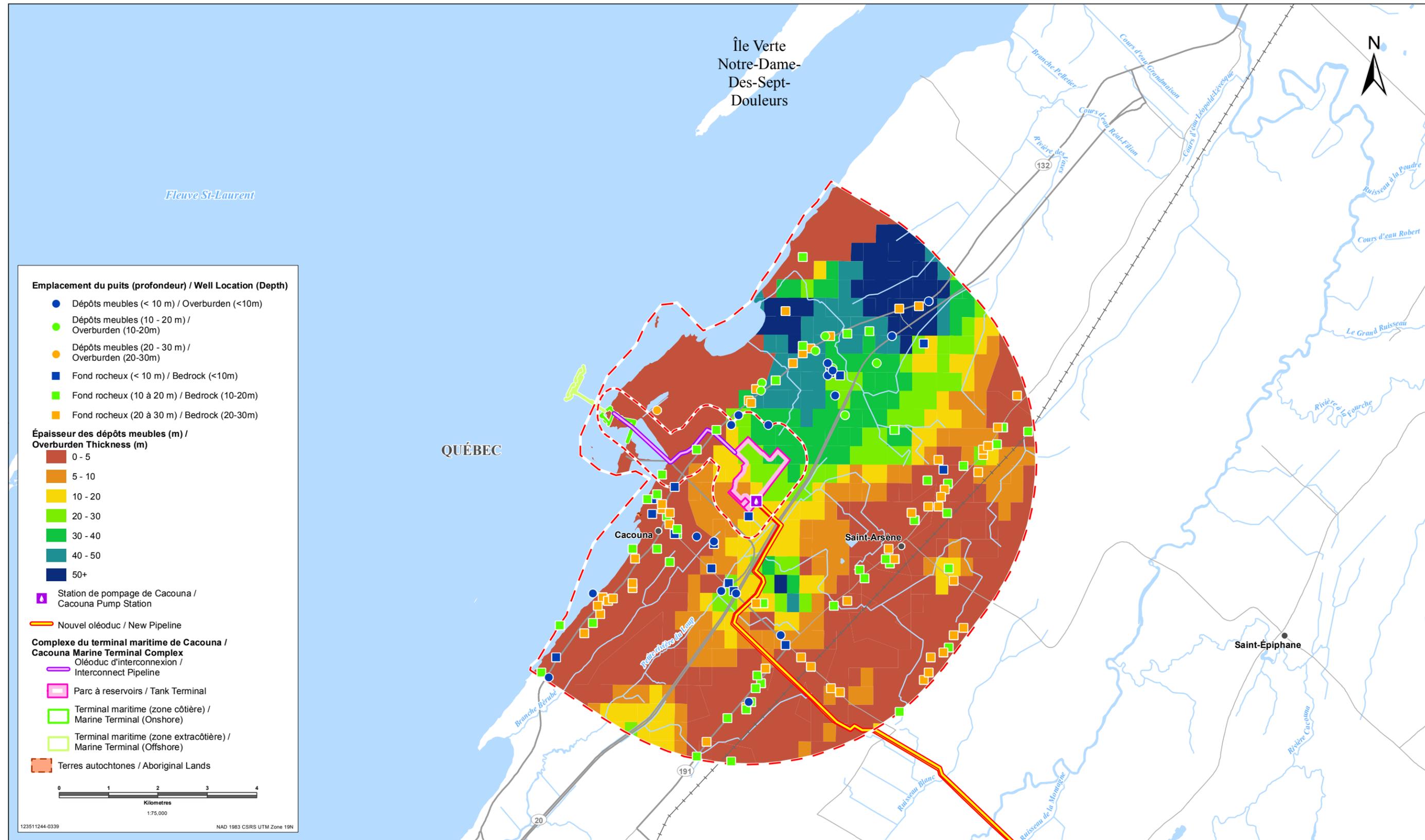
Avis de non-responsabilité : Cette carte sert à titre d'illustration pour appuyer ce projet Stantec. Les questions peuvent être adressées à l'agence émettrice. / Disclaimer: This map is for illustrative purposes to support this Stantec project; questions can be directed to the issuing agency.

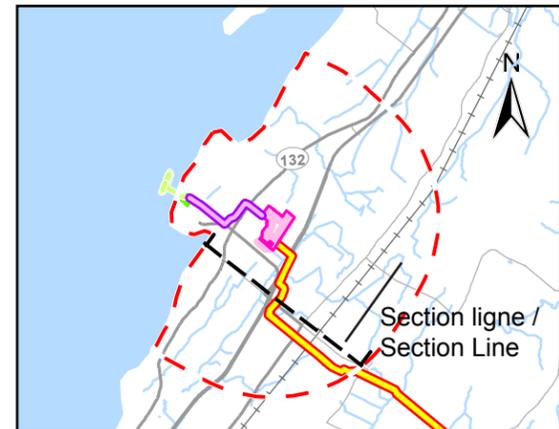
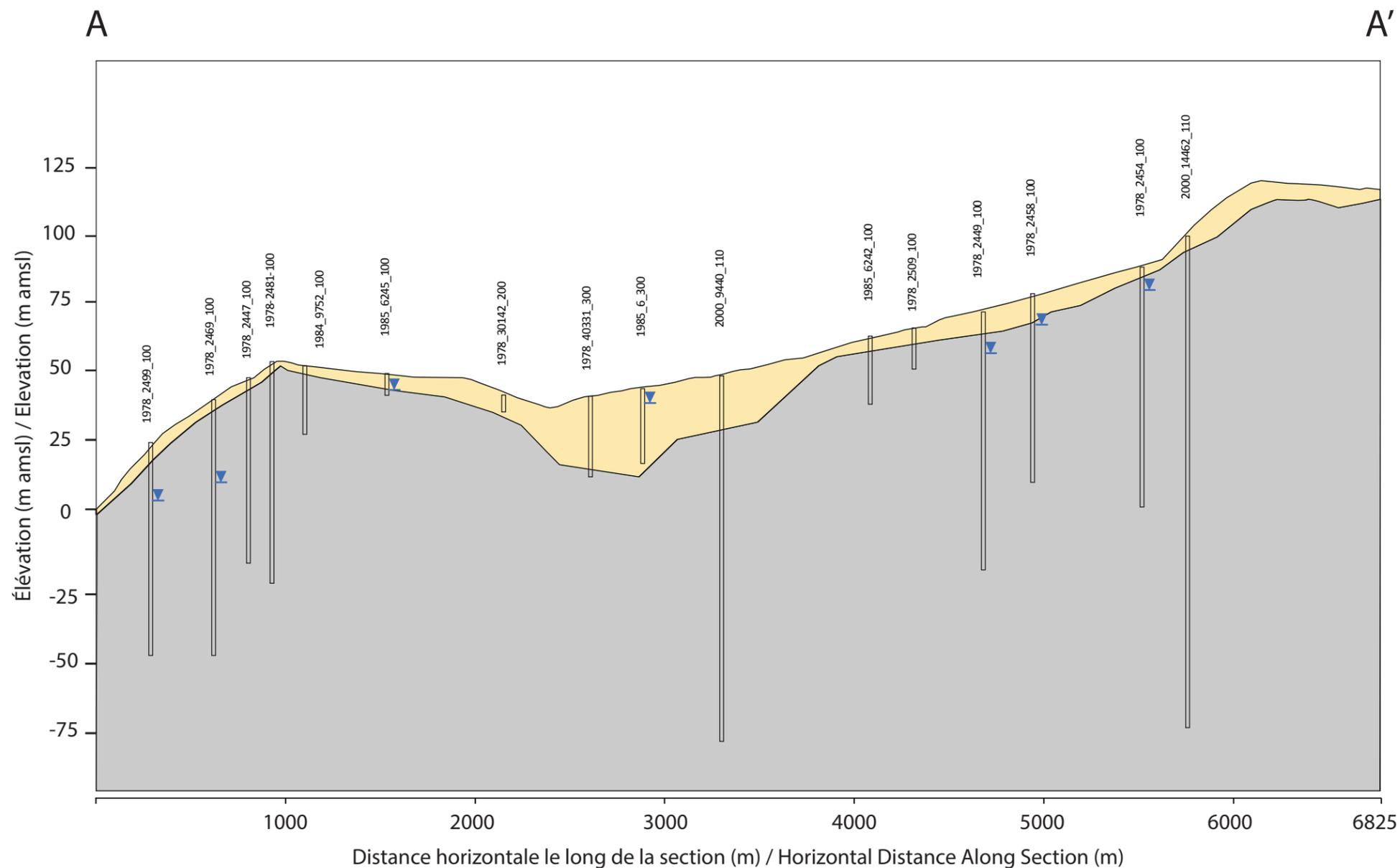
PRÉPARÉ PAR / PREPARED BY
Stantec

PRÉPARÉ POUR / PREPARED FOR
TransCanada
IN ASSOCIATION WITH

FIGURE N° / NO.
5-3

Dernière modification / Last Modified: 02/28/2014 par / by: tquachin





L'identification des puits / Well Identification

1978_2499_100

— Surface terrain / Ground Surface

— Dépôts meubles / Overburden

— Fond rocheux / Bedrock

▼ Niveau d'eau / Water Level

PROJET D'OLÉODUC ÉNERGIE EST / ENERGY EAST PIPELINE PROJECT

Coupe transversale géologique A-A' (CTM Cacouna) / Geological Cross-Section A-A' (Cacouna MTC)



Avis de non-responsabilité : Cette carte sert à titre d'illustration pour appuyer ce projet Stantec. Les questions peuvent être adressées à l'agence émettrice. / Disclaimer: This map is for illustrative purposes to support this Stantec project; questions can be directed to the issuing agency.

PRÉPARÉ PAR / PREPARED BY

Stantec

PRÉPARÉ POUR / PREPARED FOR

TransCanada
Energy Services Group

FIGURE N° / NO.

5-5

Dernière modification / Last Modified: 5/22/2015 par / by: jcd88

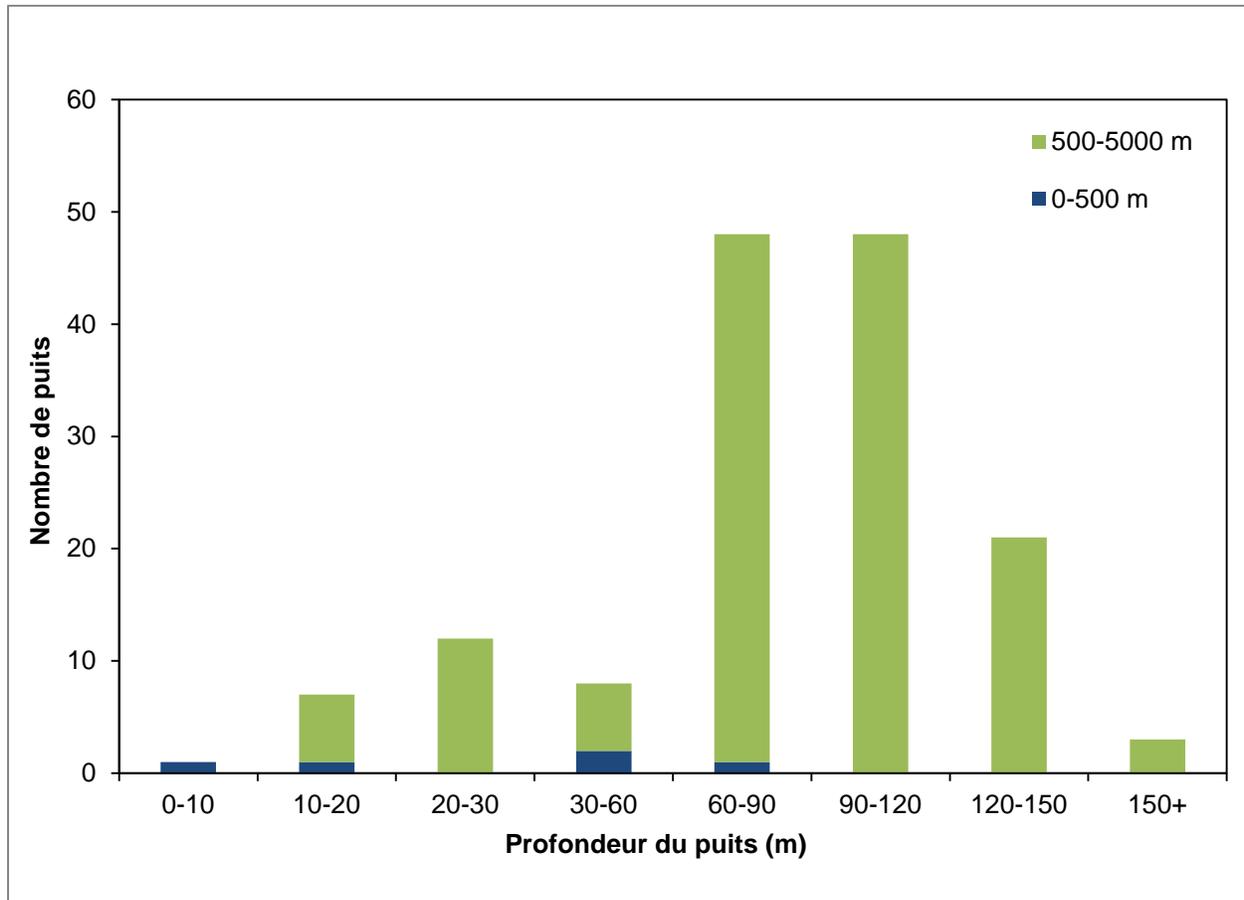


Figure 5-6 Profondeurs d’achèvement des puits dans la ZER et la ZEL

5.2.2.4 Hydrochimie des eaux souterraines peu profondes

La qualité des eaux souterraines de la ZER est généralement bonne; elles peuvent être utilisées pour l’approvisionnement en eau potable sans subir de traitement significatif (MDDEP 2008). La base de données relative aux puits artésiens du Québec ne précise pas la qualité des eaux souterraines dans chacun des puits. Cependant, cette qualité est surveillée par le MDDELCC à l’aide du RSESQ.

Les mesures des deux stations de surveillance situées près de la ZER de Cacouna se trouvent dans le tableau 5-3. Elles indiquent que la teneur en minéraux dissous de la nappe phréatique est faible : la concentration en matières dissoutes totales (MDT) ne dépasse pas 169 mg/L, ce qui laisse croire que le système d’écoulement des eaux souterraines n’est guère étendu et qu’il se réalimente à peu de distance des puits mesurés.

Tableau 5-3 Qualité des eaux souterraines dans la ZER du terminal de réservoirs de Cacouna

Paramètre	Unité	Station de surveillance	
		2257001	2247021
Alcalinité totale	mg/L de CaCO ₃	120	100
Aluminium dissous	mg/L	< 0,005	< 0,005
Argent dissous	mg/L	< 0,001	< 0,001
Azote global	mg/L d'azote	0,04	0,09
Baryum dissous	mg/L	0,16	0,13
Béryllium dissous	mg/L	< 0,0002	< 0,0002
Bore dissous	mg/L	0,011	0,12
Cadmium dissous	mg/L	< 0,0003	< 0,0003
Calcium dissous	mg/L	48,00	23,00
Carbone inorganique dissous	mg/L de carbone	29,00	25,00
Carbone organique dissous	mg/L de carbone	24,7	19,7
Chlorures	mg/L	27,00	16,00
Chrome dissous	mg/L	< 0,001	< 0,001
Cobalt dissous	mg/L	< 0,001	< 0,001
Conductivité (après compensation en température)	micro ohm/cm	338,00	302,00
Cuivre dissous	mg/L	< 0,001	0,005
Fer dissous	mg/L	0,052	0,023
Fluorures	mg/L	0,07	0,26
Lithium dissous	mg/L	0,01	0,011
Magnésium dissous	mg/L	3,9	4,2
Manganèse dissous	mg/L	0,0055	0,036
Molybdène dissous	mg/L	< 0,002	< 0,002
Nickel dissous	mg/L	< 0,001	< 0,001
Nitrates et nitrites	mg/L d'azote	0,03	0,02
pH	S.O.	7,61	8,65
Plomb dissous	mg/L	< 0,004	< 0,004
Potassium dissous	mg/L	0,96	3,5
Salinité	mg/L	0,16	0,14

Tableau 5-3 Qualité des eaux souterraines dans la ZER du terminal de réservoirs de Cacouna

Paramètre	Unité	Station de surveillance	
		2257001	2247021
Sodium dissous	mg/L	14,00	34,00
Matières dissoutes totales	mg/L	169,00	151,00
Strontium dissous	mg/L	0,26	0,19
Sulfates	mg/L	7,6	26,00
Vanadium dissous	mg/L	< 0,0003	< 0,0003
Zinc dissous	mg/L	0,012	0,005
SOURCE : MDDELCC (2014)			

5.3 Effets potentiels

5.3.1 Effets potentiels, indicateurs clés et paramètres mesurables

Le tableau 5-4 résume les effets potentiels, les paramètres mesurables et les raisons qui justifient le choix des ressources en eau souterraine comme composante valorisée. Cette composante valorisée ne correspond à aucun indicateur clé.

Tableau 5-4 Effets potentiels et paramètres mesurables pour les ressources en eau souterraine

Effet potentiel du Projet	Raisons de l'inclusion de l'effet potentiel du Projet dans l'évaluation	Paramètre(s) mesurable(s) pour l'effet	Raison du choix du paramètre mesurable
Changement dans la quantité de l'eau souterraine	Les activités de construction reliées au Projet pourraient interagir avec les ressources en eau souterraine, ce qui aurait pour effet de modifier la quantité de celle-ci.	Niveau piézométrique (en mètres par rapport au niveau de la mer)	Permet de mesurer le potentiel en fluide d'une unité hydrostratigraphique et renseigne sur les mécanismes et le débit de l'eau souterraine dans les unités géologiques. Le niveau piézométrique dans les puits d'eau souterraine peut être facilement mesuré et interprété pour évaluer tant dans l'espace que dans le temps les changements que pourrait connaître l'écoulement de l'eau souterraine.
Changement dans la qualité de l'eau souterraine	Les activités de construction reliées au Projet pourraient interagir avec les ressources en eau souterraine, ce qui aurait pour effet de modifier la qualité de celle-ci.	Série de paramètres indicateurs de la qualité de l'eau (diverses mesures, dont celle de la concentration aqueuse, des unités de pH et de la conductivité)	Permet de caractériser la qualité de l'eau souterraine et d'en évaluer les tendances à la fois dans l'espace et dans le temps. Peut facilement être mesurée au moyen d'échantillons d'eau souterraine et d'analyses de laboratoire.

5.3.2 Évaluation des effets potentiels

La détermination des effets potentiels du Projet sur le contexte hydrogéologique repose sur le jugement professionnel, sur l'expérience acquise ainsi que sur les consultations publiques et réglementaires tenues avec les parties prenantes. Le tableau 5-5 résume les effets potentiels sur les ressources en eau souterraine.

Tableau 5-5 Effets potentiels sur les ressources en eau souterraine – Complexe maritime de Cacouna d'Énergie Est

Activités et ouvrages reliés au Projet	Effets potentiels	
	Modification de la quantité de l'eau souterraine	Modification de la qualité de l'eau souterraine
Construction		
Construction du pipeline d'interconnexion	✓	✓
Construction des réservoirs, de la station de pompage, des installations terrestres et de l'infrastructure connexe, exclusion faite du pipeline d'interconnexion (voies d'accès permanentes comprises)	✓	✓
Construction de l'infrastructure marine	S.O.	S.O.

Tableau 5-5 Effets potentiels sur les ressources en eau souterraine – Complexe maritime de Cacouna d'Énergie Est

Activités et ouvrages reliés au Projet	Effets potentiels	
	Modification de la quantité de l'eau souterraine	Modification de la qualité de l'eau souterraine
Exploitation et entretien		
Exploitation et entretien du pipeline d'interconnexion	S.O.	S.O.
Exploitation et entretien des réservoirs, des installations terrestres et de l'infrastructure connexe, exclusion faite du pipeline d'interconnexion	S.O.	S.O.
Chargement des navires pétroliers amarrés à quai	S.O.	S.O.
Démantèlement et cessation d'exploitation¹		
REMARQUES ✓ Indique que l'activité contribue probablement à l'effet sur l'environnement. La mention S.O. signifie « sans objet ». ¹ Pour plus de détails, consulter le Volume 1, Section 8.		

Les activités de construction comprennent la préparation des emprises et du terrain (défrichage, déplacement du sol arable, terrassement), l'aménagement des voies d'accès permanentes (au terminal de réservoirs, au terminal maritime et à la station de pompage), la mise en place de l'oléoduc et des ouvrages connexes, la construction des ouvrages de franchissement de cours d'eau (pipeline d'interconnexion) et la décharge d'eau à partir des chantiers de construction. Tous ces travaux peuvent avoir les effets suivants sur la quantité de l'eau souterraine :

- modification des niveaux phréatiques par assèchement dû aux travaux;
- endommagement de puits ou modification des propriétés hydrauliques de subsurface, du fait des activités de dynamitage;
- modification des propriétés hydrauliques de subsurface entraînant la création de voies privilégiées d'écoulement des eaux souterraines.

Les travaux peuvent également avoir des effets sur la qualité de l'eau souterraine :

- production de drainage rocheux acide (DRA) susceptible d'affecter la qualité de l'eau souterraine locale;
- modification des modèles d'écoulement des eaux souterraines, influençant la vitesse d'infiltration, la vitesse d'écoulement ou le régime d'écoulement, ayant pour conséquence la dégradation de la qualité de l'eau souterraine.

Pendant la phase d'exploitation, il n'est pas prévu que le Projet interagira avec les eaux souterraines. Le Projet ne fera appel à aucune production d'eau souterraine et aucun assèchement continu n'est prévu. De même, l'exploitation n'exigera pas d'activités de dynamitage. De petites modifications des trajets ou des régimes d'écoulement des eaux souterraines pourront survenir dans la ZDP du fait des écarts entre

les propriétés hydrauliques des remblais et des matériaux d'origine, mais ces effets ne devraient pas être mesurables à l'échelle de la ZEL, une fois que la nappe phréatique aura atteint son niveau permanent, les travaux étant achevés.

5.3.2.1 Modification de la quantité de l'eau souterraine

Le tableau 5-5 résume les effets potentiels sur les ressources en eau souterraine. Le Projet est susceptible d'entraîner une modification de la quantité d'eau souterraine à proximité de la ZDP en raison des activités d'assèchement de subsurface local, à faible profondeur et temporaire, pouvant être requises dans le cadre de la construction de l'oléoduc, des ouvrages de franchissement de cours d'eau, de la station de pompage et des complexes de terminaux maritimes. La nécessité de procéder temporairement à un assèchement pendant les travaux de construction sera déterminée en fonction de l'état de la nappe phréatique locale et évaluée pendant la phase de conception précédant les travaux du Projet.

Si un assèchement s'impose, il sera mené localement et conformément aux modalités des permis pertinents et selon les meilleures pratiques de gestion. Les travaux de construction ne sont pas censés exiger des activités d'assèchement à l'extérieur de la zone d'étude locale (ZEL). En cas d'assèchement, le niveau de la nappe phréatique locale diminuera temporairement pendant la construction; le Projet aura un effet localisé sur les ressources en eau souterraine. L'impact de l'assèchement local ne peut être atténué, puisque l'activité vise justement à réduire temporairement le niveau de la nappe aquifère afin de rendre possibles les travaux de construction.

Le dynamitage du substrat rocheux consolidé peut s'avérer nécessaire dans les zones avoisinant les affleurements ou lorsque l'épaisseur des morts-terrains est faible. Le dynamitage peut avoir un effet sur les eaux souterraines; s'il s'impose, il sera mené localement et conformément aux meilleures pratiques de gestion. Le niveau de la nappe phréatique pourrait alors être temporairement modifié (augmenté ou diminué).

5.3.2.2 Modification de la qualité de l'eau souterraine

Un drainage rocheux acide (DRA) peut se produire pendant de brèves périodes au cours des travaux de construction. Le phénomène devrait se limiter aux sections de la ZDP où le substrat rocheux est faillé et où les caractéristiques minéralogiques favorisent un tel drainage. En cours de travaux, une inspection sera faite auprès du substrat dans lequel les activités d'excavation ou de dynamitage auront provoqué des failles, afin de détecter d'éventuels indices de minéralisation sulfurée. Si la mesure est positive, des échantillons de roches seront prélevés et des analyses géochimiques seront effectuées afin de vérifier que l'élimination et l'entreposage des stériles sont conformes aux règlements locaux concernant les roches sulfurées. Les mesures d'atténuation qui s'imposeront seront prises, par exemple en mettant les roches à l'abri de l'air et des infiltrations d'eau, tel que requis

La ZER ne comprendra aucun important ouvrage de franchissement de cours d'eau. Là où l'on procédera à des forages directionnels horizontaux (FDH), le Projet risque d'avoir un impact sur les ressources en eau souterraine, du fait de l'ouverture d'une voie préférentielle pour l'écoulement des eaux; les forages peuvent aussi entraîner une modification de leur niveau. Les modifications subies par la nappe phréatique à proximité d'un ouvrage de franchissement par FDH ne s'étendront pas au-delà de la zone située à proximité immédiate de l'oléoduc. L'effet ne sera pas mesurable à l'extérieur de la ZEL. En même temps qu'elles feront circuler les débris de forage, les boues de forage auront pour effet d'isoler hydrauliquement le puits en scellant l'espace annulaire. Nous nous conformerons aux meilleures pratiques de gestion pendant les FDH afin de limiter les risques de perte de circulation de boues de forage.

Pendant la phase d'exploitation, aucune interaction n'est prévue entre le Projet et les ressources en eau souterraine. Le Projet ne fera appel à aucune production d'eau souterraine et aucun assèchement continu n'est prévu. De même, l'exploitation n'exigera pas d'activité de dynamitage. Certaines légères modifications des trajets ou des régimes d'écoulement des eaux souterraines pourront survenir dans la ZDP causés par des écarts entre les propriétés hydrauliques des remblais et des matériaux d'origine, mais ces effets ne devraient pas être mesurables à l'échelle de la ZEL, une fois que la nappe phréatique aura atteint son niveau permanent, les travaux étant achevés.

5.4 Atténuation

Les effets potentiels sur la quantité ou la qualité de l'eau souterraine peuvent, dans certains cas, être minimisés et gérés par application de mesures d'atténuation et de programmes de surveillance des eaux souterraines. Le tableau 5-6 indique les mesures retenues pour la caractérisation des effets résiduels sur les ressources en eau souterraine. On les mettra en œuvre afin de limiter les effets potentiels sur la quantité et la qualité de l'eau souterraine pendant les phases de construction et d'exploitation.

Tableau 5-6 Mesures d'atténuation recommandées à l'égard des ressources en eau souterraine

Effet potentiel	Mesures d'atténuation recommandées
<p>Changement dans la quantité de l'eau souterraine</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Établir un protocole de suivi des plaintes. • Dans le cas peu probable d'une perte de capacité d'un puits ou d'un changement de qualité de l'eau qui seraient dus à la construction et qui seraient tels que le puits deviendrait inutilisable, mettre sur pied un plan de mesures correctives adéquat. • Réacheminer dans le bassin versant d'origine l'eau souterraine prélevée lors de l'assèchement. • Planifier les travaux avant la construction pour identifier les zones critiques en matière de ressources en eau souterraine (p.ex. présence d'eau libre, aires de décharge de l'eau souterraine). • Proposer aux propriétaires de puits situés dans un rayon de 200 m de l'emplacement du Projet (ou de 500 m de l'emplacement qui fera l'objet d'un dynamitage) de participer à un programme de vérification des conditions de base des puits avant la construction.
<p>Changement dans la qualité de l'eau souterraine</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Établir un protocole de suivi des plaintes. • Dans le cas peu probable d'une perte de capacité d'un puits ou d'un changement de qualité de l'eau qui seraient dus à la construction et qui seraient tels que le puits deviendrait inutilisable, mettre sur pied un plan de mesures correctives adéquat. • Réacheminer dans le bassin versant d'origine l'eau souterraine prélevée lors de l'assèchement. • Suivre les mesures d'intervention en cas de déversement présentées dans les plans de protection de l'environnement (voir le Volume 9) pour évaluer et gérer les risques potentiels reliés aux déversements accidentels et à leur impact sur l'eau souterraine. • Suivre les pratiques exemplaires applicables à la construction de franchissements par FDH de manière à minimiser les effets potentiels sur la qualité de l'eau souterraine (voir le Volume 9). • En présence d'un socle rocheux susceptible de produire de l'acide, exécuter les excavations conformément au plan de gestion du DRA établi pour le Projet. • Planifier les travaux avant la construction pour identifier les zones critiques en matière de ressources en eau souterraine (p.ex. présence d'eau libre, zones de

Tableau 5-6 Mesures d'atténuation recommandées à l'égard des ressources en eau souterraine

	décharge de l'eau souterraine). <ul style="list-style-type: none"> Proposer aux propriétaires de puits situés dans un rayon de 200 m de l'emplacement du Projet (ou de 500 m de l'emplacement qui fera l'objet d'un dynamitage) de participer à un programme de vérification des conditions de base des puits avant la construction.
--	---

5.5 Effets résiduels et détermination de leur importance

La présente évaluation considère les effets résiduels sur les ressources en eau souterraine suite à l'application des mesures d'atténuation générales. Quelle que soit la composante du Projet considérée, aucune interaction n'est prévue pendant la phase d'opération; ainsi, uniquement les effets résiduels liés aux travaux de construction sont évalués. Les effets résiduels ont été caractérisés de façon qualitative en raison des interactions limitées entre le Projet et les eaux souterraines, et aussi parce que les effets potentiels dépendent du contexte et du site considéré.

5.5.1 Critères de classification des effets résiduels

Le tableau 5-7 indique les critères de classification utilisés pour déterminer les effets résiduels du Projet sur les ressources en eau souterraine.

Tableau 5-7 Critères de classification des effets sur les ressources en eau souterraine

Critère		Définitions	
Type	Tendance des effets prévue à long terme	Positif	Augmentation de la quantité ou de la qualité de l'eau souterraine, par rapport aux conditions de base et aux tendances.
		Négatif	Diminution de la quantité ou de la qualité de l'eau souterraine, par rapport aux conditions de base et aux tendances.
		Neutre	Aucun changement par rapport aux conditions de base et aux tendances.
Intensité	Modification prévue d'un paramètre mesurable ou d'une variable par rapport aux conditions de référence	Faible	Effet détectable, mais dans les limites de variabilité normale des conditions de base.
		Modérée	Effet modéré mesurable sur la qualité de l'eau souterraine, mais en deçà des niveaux prévus par les recommandations pertinentes en vigueur. Sur le plan de la quantité de l'eau souterraine, effet modéré mesurable, au-delà des limites de variation temporelles normales.

Tableau 5-7 Critères de classification des effets sur les ressources en eau souterraine

Critère		Définitions	
		Élevée	Cause unique ou prédominante (en combinaison avec d'autres sources) d'un dépassement des seuils de qualité de l'eau souterraine quand ces seuils ne sont pas dépassés dans les conditions de base. Les activités reliées au Projet auront des effets mesurables importants sur la quantité d'eau souterraine, au point où elles priveront les utilisateurs actuels de l'accès à l'eau souterraine.
Étendue géographique	Zone géographique dans laquelle un effet d'une intensité donnée devrait se produire	ZDP	Effet limité à la ZDP (emprise et empreintes liées à la construction de l'oléoduc, des voies d'accès temporaires ou permanentes ainsi que des installations connexes).
		ZEL	L'effet s'étend à la ZEL.
		ZER	L'effet s'étend à la ZER.
Durée	Période nécessaire pour que la composante valorisée des ressources en eau souterraine revienne à la condition de référence ou que l'effet ne soit plus mesurable ou perçu	Courte	Effet mesurable pendant un an ou moins.
		Moyenne	Effet mesurable d'un à cinq ans à compter du début des travaux de construction.
		Longue	Effet mesurable pendant au moins cinq ans, voire jusqu'à la fin de l'exploitation des installations.
		Permanente	Effet mesurable au-delà de la durée d'exploitation des installations.
Fréquence	Nombre de fois qu'un effet risque de se produire pendant l'exécution du Projet ou d'une phase du Projet	Événement ponctuel	Effet (ou événement) qui ne se produit qu'une seule fois.
		Événement multiple irrégulier	Effet qui se produit de façon sporadique (et intermittente) pendant la période d'évaluation.
		Événement multiple régulier	Effet qui se produit de façon répétée pendant la période d'évaluation.
		Continu	Effet qui se produit de façon continue pendant la période d'évaluation.
Réversibilité	Probabilité pour que l'effet sur un paramètre mesurable disparaisse	Réversible	Effet devant revenir aux conditions de base pendant la durée du Projet.
		Irréversible	Effet permanent ou réversible uniquement après la fin du Projet.
Contexte écologique et socio-économique	Caractéristiques générales de la zone où a lieu le Projet	Perturbation négligeable ou limitée	Terre en grande partie non aménagée et accès limité pour les véhicules motorisés.
		Perturbation faible	Peu d'usages récréatifs, ressources peu exploitées.

Tableau 5-7 Critères de classification des effets sur les ressources en eau souterraine

Critère		Définitions	
		Perturbation modérée	Exploitation forestière, activités normales d'extraction de gaz ou de pétrole, installations permanentes isolées et routes toutes saisons.
		Perturbation élevée	Modification importante des terres en raison d'établissements industriels, de mines ou d'activités agricoles.

5.5.2 Seuils d'importance des effets résiduels

Un effet résiduel négatif sur les ressources en eau souterraine est considéré comme important quand il a les conséquences à long terme ou permanentes suivantes :

- modification de la quantité de l'eau souterraine, de sorte qu'un puits existant (répondant aux besoins en temps normal) voit sa productivité baisser au point de devenir inutilisable;
- modification de la qualité de l'eau souterraine, de sorte qu'un puits existant (répondant aux besoins en temps normal) voit sa qualité, qui satisfaisait jusqu'ici aux recommandations, se dégrader au point de devenir non potable ou non conforme aux RQEPC (Santé Canada 2013) pendant plus de 30 jours consécutifs.

Par ailleurs, il est nécessaire de déterminer si un aquifère avoisinant le site visé par le Projet est modifié au point que l'interaction avec les eaux de surface locales entraîne des changements de débit ou de composition chimique qui nuisent à la vie aquatique ou à l'approvisionnement en eau en aval. La détermination des effets résiduels négatifs sur la vie aquatique ou l'approvisionnement en eaux de surface est décrite au Volume 2, Sections 4 et 6.

5.5.3 Évaluation des effets résiduels

5.5.3.1 Modification de la quantité de l'eau souterraine

En certains endroits, des activités d'assèchement peuvent être nécessaires pendant les travaux de construction. Cela pourrait entraîner un abaissement du niveau de l'eau souterraine jusqu'à un niveau légèrement inférieur à celui des ouvrages à construire (c'est-à-dire sous le fond de la tranchée de l'oléoduc). Dans ce cas, le niveau des eaux des unités hydrostratigraphiques peu profondes diminuera jusqu'au fond de l'excavation, et elles risquent de présenter un cône de dépression centré sur le site asséché. Le rabattement devrait être faible, parce que la profondeur de la tranchée de l'oléoduc est limitée et que les activités d'assèchement en un point donné sont relativement brèves. Sur le plan géographique, le rabattement est censé se limiter au voisinage immédiat de l'emprise de l'oléoduc et ne dépassera pas la ZEL. L'eau souterraine pompée sera renvoyée au bassin hydrographique local. Les activités d'assèchement devraient être à court terme dans une zone donnée et ne devraient se produire qu'une fois, pendant les travaux de construction. Les effets résiduels sont censés être réversibles car, une fois l'assèchement terminé, la nappe phréatique locale retrouvera le même niveau que celui de la

nappe de la région. Compte tenu de ces faits et des mesures d'atténuation, il est prévu que les effets résiduels de l'assèchement soient non significatifs.

Près des affleurements rocheux et dans les zones où les parties à déblayer seront de faible épaisseur, le dynamitage du substrat consolidé peut s'imposer. Il peut s'ensuivre une augmentation ou une diminution du niveau des eaux, mais les effets résiduels devraient être limités à la ZEL. Ils devraient en outre être à court terme dans une zone donnée et n'avoir lieu qu'une seule fois pendant les travaux de construction. Le niveau de la nappe phréatique devrait redevenir localement identique à celui de la région dans son ensemble, une fois le dynamitage terminé; il s'agira donc d'effets réversibles. Compte tenu de ces faits et des mesures d'atténuation, il est prévu que les effets résiduels du dynamitage soient non significatifs.

La construction d'ouvrages de franchissement par forage directionnel horizontal (FDH) est susceptible d'avoir des effets résiduels sur les eaux souterraines, parce que les modifications de la pression dans l'aquifère local (en plus ou en moins) seront légères ou que le régime d'écoulement de la nappe locale varie. Sur le plan géographique, ces effets devraient être fonction du site considéré et limités aux zones situées au voisinage immédiat du trou de forage horizontal, se manifester à l'intérieur de la ZDP et être confinés à la ZEL. Les effets résiduels se manifesteront brièvement pendant la réalisation des ouvrages de franchissement et de l'infrastructure du terminal, et ne se produiront qu'une fois pendant les travaux de construction. Le niveau de la nappe phréatique devrait redevenir localement identique à celui de la région dans son ensemble, une fois les ouvrages achevés; il s'agira donc d'effets réversibles. Compte tenu de ces faits et des mesures d'atténuation, il est prévu que les effets résiduels de la construction de ces ouvrages soient non significatifs.

En définitive, les critères associés à l'effet résiduel « Modification de la quantité de l'eau souterraine » sont les suivants :

- **Type** – Négatif en raison des activités d'assèchement, puisqu'elles feront baisser le niveau des eaux souterraines. Le type d'effet pourrait être négatif ou positif si l'on considère le dynamitage du substrat rocheux ou la construction des ouvrages de franchissement par FDH, puisque ces activités feront soit baisser, soit augmenter le niveau des eaux souterraines.
- **Intensité** – Faible : les travaux d'assèchement n'auront qu'un effet limité (la tranchée de l'oléoduc étant relativement peu profonde), et les activités de dynamitage et la construction des ouvrages de franchissement ne produiront que des modifications restreintes aux niveaux des eaux souterraines.
- **Étendue géographique** – Elle se limitera à la ZEL, puisque les effets sur le niveau des eaux souterraines ne sont pas censés se manifester bien au-delà de l'emprise de l'oléoduc.
- **Durée** – Courte : les effets ne se manifesteront que pendant les travaux de construction, or ces derniers sont prévu de durer moins d'un an dans une zone donnée.
- **Fréquence** – Événement multiple irrégulier, puisque les effets sur le niveau des eaux souterraines peuvent se produire en différents points de la ZEL, mais une seule fois pendant les travaux menés en un point donné (assèchement, dynamitage ou construction d'ouvrages de franchissement par FDH).
- **Réversibilité** – Effets réversibles : une fois les travaux terminés, le niveau des eaux souterraines redeviendra localement identique à celui de la région dans son ensemble.

- **Contexte écologique et socio-économique** – La perturbation sera modérée, comparativement à celle causée en temps normal par les activités agricoles ou industrielles, les accès par la route et les nombreuses installations permanentes des conditions de référence.

Si l'on applique les mesures d'atténuation recommandées, il est prévu que les effets négatifs potentiels sur la quantité de l'eau souterraine soient non significatifs. La fiabilité de la prévision est élevée, reposant sur le jugement professionnel et sur une vaste expérience des projets d'oléoduc au Canada. Le tableau 5-5 résume les effets environnementaux résiduels du Projet sur les ressources en eau souterraine.

5.5.3.2 Modification de la qualité de l'eau souterraine

La construction d'un nouvel oléoduc et de l'infrastructure connexe peut entraîner un drainage rocheux acide (DRA) pendant de courtes périodes. Les zones touchées sont normalement celles où le substrat rocheux est faillé et où les caractéristiques minéralogiques favorisent un tel drainage. Le substrat dans lequel les activités d'excavation ou de dynamitage auront provoqué des failles sera inspecté, afin de détecter d'éventuels indices de minéralisation sulfurée. Des échantillons de roches seront prélevés et des analyses géochimiques seront effectuées aux endroits identifiés, afin de vérifier que l'élimination et l'entreposage se fasse conformément aux règlements locaux concernant les roches sulfurées. Les mesures d'atténuation qui s'imposeront seront prises par la suite, par exemple en mettant les roches à l'abri de l'air et des infiltrations d'eau souterraine.

Les autres modifications potentielles de la qualité de l'eau souterraine entraînées par le Projet ont des causes indirectes mentionnées plus haut (variation du niveau ou du régime d'écoulement de la nappe phréatique). Ainsi, une modification temporaire de la direction du ruissellement souterrain en un lieu donné (due aux activités d'assèchement requises par les travaux) pourrait à son tour entraîner une variation temporaire de la qualité de l'eau souterraine, par modification du taux d'alimentation ou d'évacuation de l'aquifère, ou encore de son trajet ou de sa vitesse d'écoulement.

Il est prévu que le type des effets résiduels du drainage rocheux acide sur la qualité de l'eau souterraine sera négatif, dû à la diminution du pH et à l'augmentation de la concentration en métaux et autres matières non organiques solubles issues des minéraux présents dans le roc (si du moins des formations rocheuses sont présentes non loin de la surface du sol). L'intensité des effets résiduels pourrait être modérée à élevée, selon le paramètre chimique pris en considération et des autres facteurs locaux. Pour ce qui est de l'étendue géographique, les effets devraient se manifester à l'intérieur de la ZDP et se limiter aux zones où existent, le long du trajet de l'oléoduc, des formations géologiques sujettes au phénomène de drainage rocheux acide. Les effets résiduels seront également confinés à la ZDP, ils ne se manifesteront qu'à court terme pendant les travaux de construction de l'oléoduc et du terminal exécutés en un endroit donné. Avec le temps, l'aquifère retrouvera sa qualité d'origine, à mesure que les roches sujettes au DRA seront remblayées et soustraites au contact de l'air et aux infiltrations d'eau souterraine, que l'équilibre géochimique sera à nouveau atteint et que le régime d'écoulement local aura également retrouvé ses conditions de référence.

En définitive, les critères associés à l'effet résiduel « Modification de la qualité de l'eau souterraine » sont les suivants :

- **Type** – Négatif, car on peut s'attendre à une dégradation de la qualité, par rapport aux conditions de référence, due au phénomène de drainage rocheux acide.
- **Intensité** – Modérée à élevée; tout dépendant du paramètre particulier pris en considération et de sa concentration de référence associée.
- **Étendue géographique** – Les effets se limiteront à la ZDP et ne se produiront que s'il y a possibilité de drainage rocheux acide en raison de l'excavation du substrat rocheux ainsi que de son exposition à l'air et aux infiltrations.
- **Durée** – Les effets ne se manifesteront qu'à court terme, pendant la construction de l'oléoduc, en attendant le remblayage des roches sujettes au DRA et le rééquilibrage des paramètres géochimiques.
- **Fréquence** – On ne s'attend qu'à un événement ponctuel, puisque le drainage rocheux acide n'est censé se produire qu'une seule fois pendant les travaux de construction menés en un lieu donné.
- **Réversibilité** – Les effets disparaîtront une fois que les roches sujettes au DRA auront été remplacées dans la tranchée de l'oléoduc et que les paramètres géochimiques se seront rééquilibrés.
- **Contexte écologique et socio-économique** – La perturbation sera modérée, comparativement à celle causée en temps normal par les activités agricoles ou industrielles, les accès par la route et les nombreuses installations permanentes des conditions de référence.

Si l'on applique les mesures d'atténuation recommandées, il est prévu que les effets négatifs potentiels sur la qualité de l'eau souterraine soient non significatifs. Le niveau de confiance est élevé, reposant sur le jugement professionnel et sur la vaste expérience des projets d'oléoduc au Canada. Le tableau 5-8 résume les effets environnementaux résiduels du Projet sur les ressources en eau souterraine.

Tableau 5-8 Effets résiduels sur les ressources en eau souterraine – Complexe maritime de Cacouna d'Énergie Est

Phase du Projet	Atténuation	Caractéristiques des effets résiduels							Importance	Niveau de confiance	Probabilité d'effets Significatif	Surveillance et suivi
		Type	Intensité	Étendue géographique	Durée	Fréquence	Réversibilité	Contexte écologique et socio- économique				
PIPELINE D'INTERCONNEXION												
Modification de la quantité de l'eau souterraine												
Construction	Voir section 5.4	N ou P	F	ZEL	C	P	R	M	N	É	S.O.	Voir section 5.8
Exploitation	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.
Démantèlement et cessation d'exploitation												
Modification de la qualité de l'eau souterraine												
Construction	Voir section 5.4	N	M à É	ZDP	C	MI	R	M	N	É	S.O.	Voir section 5.8
Exploitation	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.
Démantèlement et cessation d'exploitation ¹												
TERMINAL DE RÉSERVOIRS, TERMINAL MARITIME (composantes terrestres) ET STATION DE POMPAGE DE CACOUNA												
Modification de la quantité de l'eau souterraine												
Construction	Voir section 5.4	N ou P	F	ZEL	C	P	R	M	N	É	S.O.	Voir section 5.8
Exploitation	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.
Démantèlement et cessation d'exploitation ¹												

Tableau 5-8 Effets résiduels sur les ressources en eau souterraine – Complexe maritime de Cacouna d'Énergie Est

Phase du Projet	Atténuation	Caractéristiques des effets résiduels							Importance	Niveau de confiance	Probabilité d'effets Significatif	Surveillance et suivi				
		Type	Intensité	Étendue géographique	Durée	Fréquence	Réversibilité	Contexte écologique et socio- économique								
Modification de la qualité de l'eau souterraine																
Construction	Voir section 5.4	N	M à É	ZDP	C	MI	R	M	N	É	S.O.	Voir section 5.8				
Exploitation	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.				
Démantèlement et cessation d'exploitation ¹																
NOTE :																
¹ Démantèlement et cessation d'exploitation – L'évaluation des effets résiduels se trouve au Volume 1, Section 8.																
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>LÉGENDE</p> <p>Type</p> <p>P Positif N Négatif M Mixte</p> <p>Intensité</p> <p>F Faible M Modérée É Élevée</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>Durée</p> <p>C Courte M Moyenne L Longue</p> <p>Fréquence</p> <p>P Événement ponctuel MI Événement multiple irrégulier RM Événement multiple régulier C Continue</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>Importance</p> <p>I Important N Non important</p> <p>Réversibilité</p> <p>R Réversible I Irréversible</p> </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>Contexte écologique et socio-économique</p> <p>F Faible M Moyen É Élevé</p> <p>Niveau de confiance</p> <p>F Faible M Modéré É Élevé</p> </td> </tr> </table>													<p>LÉGENDE</p> <p>Type</p> <p>P Positif N Négatif M Mixte</p> <p>Intensité</p> <p>F Faible M Modérée É Élevée</p>	<p>Durée</p> <p>C Courte M Moyenne L Longue</p> <p>Fréquence</p> <p>P Événement ponctuel MI Événement multiple irrégulier RM Événement multiple régulier C Continue</p>	<p>Importance</p> <p>I Important N Non important</p> <p>Réversibilité</p> <p>R Réversible I Irréversible</p>	<p>Contexte écologique et socio-économique</p> <p>F Faible M Moyen É Élevé</p> <p>Niveau de confiance</p> <p>F Faible M Modéré É Élevé</p>
<p>LÉGENDE</p> <p>Type</p> <p>P Positif N Négatif M Mixte</p> <p>Intensité</p> <p>F Faible M Modérée É Élevée</p>	<p>Durée</p> <p>C Courte M Moyenne L Longue</p> <p>Fréquence</p> <p>P Événement ponctuel MI Événement multiple irrégulier RM Événement multiple régulier C Continue</p>	<p>Importance</p> <p>I Important N Non important</p> <p>Réversibilité</p> <p>R Réversible I Irréversible</p>	<p>Contexte écologique et socio-économique</p> <p>F Faible M Moyen É Élevé</p> <p>Niveau de confiance</p> <p>F Faible M Modéré É Élevé</p>													

5.6 Effets cumulatifs

Un effet cumulatif survient si un effet résiduel du Projet se conjugue avec les effets d'autres activités concrètes qui ont été ou seront exécutées. Les méthodes d'évaluation des effets cumulatifs sont présentées dans la Section 6 du Volume 1. L'évaluation des effets cumulatifs tient compte des effets résiduels de la phase de construction Projet seulement, étant donné qu'aucun effet résiduel associé à la phase d'exploitation n'a été relevé (voir la section 5.5). Les effets cumulatifs potentiels sur l'eau souterraine sont évalués dans le tableau 5.9.

Tableau 5-9 Effets cumulatifs potentiels sur les ressources en eau souterraine – Complexe maritime de Cacouna d'Énergie Est

Autres activités physiques pouvant avoir des effets cumulatifs	Effets cumulatifs potentiels		Justification
	Modification de la quantité de l'eau souterraine	Modification de la qualité de l'eau souterraine	
Activités concrètes antérieures ou existantes			
Conversion agricole	√	√	Les effets d'autres activités concrètes qui ont été ou sont exécutées ont influencé les conditions de l'eau de surface. Les effets résiduels du Projet surviennent dans le contexte de ces conditions existantes.
Projets résidentiels	√	√	
Infrastructure linéaire existante	√	√	
Exploitation forestière	√	√	
Autres activités liées aux ressources	√	√	
Activités concrètes certaines et raisonnablement prévisibles			
Projet minier de Fire Lake North	S. O.	S. O.	Les effets résiduels du Projet sur les ressources en eau souterraine seront limitées à la période de construction et surviendront dans une zone relativement restreinte entourant la ZDP. Les effets résiduels du Projet ne devraient pas survenir au même moment ou au même endroit que les effets d'autres activités concrètes.
Projet de minerai de fer Kami	S. O.	S. O.	
Projet minier Arnaud	S. O.	S. O.	
Projet d'aménagement et programme décennal de dragage d'entretien du Parc maritime de la Pointe de Rivière-du-Loup	S. O.	S. O.	
Parc nautique de Saint-Jean-Port-Joli – Dragage décennal et approfondissement de la partie est du bassin	S. O.	S. O.	
REMARQUES			
√ Indique que les effets du Projet se combineront probablement à ceux des autres activités concrètes.			
La mention S. O. indique que les effets du Projet ne se combineront pas à ceux des autres activités concrètes.			

Les activités concrètes qui ont été ou sont actuellement exécutées ont eu une influence sur les conditions de référence de l'évaluation des effets du Projet (voir la section 5.2). Les effets des autres activités concrètes antérieures ou actuelles qui se combinent aux effets du Projet sont par conséquent pris en considération dans l'évaluation des effets environnementaux résiduels du Projet (voir la section 5.5). Des activités concrètes certaines et raisonnablement prévisibles dont les effets sont susceptibles de se combiner aux effets du Projet dans la ZER ont été repérées; toutefois, comme l'indique le tableau 5-9, aucun effet cumulatif n'a été associé à ces activités en ce qui a trait aux ressources en eau souterraine.

5.7 Documentation additionnelle

Aucun autre rapport n'est requis dans le cas des ressources en eau souterraine.

5.8 Surveillance et suivi

La surveillance des travaux de construction se fera selon le programme d'inspection environnementale d'Énergie Est. Les inspecteurs en environnement se trouveront sur place pendant la construction de l'oléoduc et des installations connexes; ils s'assureront de la conformité aux engagements réglementaires et aux mesures d'atténuation prévus dans les plans de protection de l'environnement entourant le Projet (voir le volume 8). Pour certains aspects de la construction de l'oléoduc, Énergie Est pourrait faire appel à des spécialistes des ressources en jeu (des hydrogéologues, par exemple).

Énergie Est appliquera le programme de surveillance après construction de TransCanada.

Ce programme permettra :

- d'évaluer l'efficacité des mesures d'atténuation prises pendant la phase de construction;
- de préciser les possibilités d'apprentissage et d'amélioration;
- d'analyser les chances de réussite de la restauration du potentiel des terres;
- de comparer les effets prévus (cumulatifs y compris) et le résultat des mesures d'atténuation avec les effets réels observés.

Un programme de surveillance des puits sera proposé aux propriétaires des puits situés à moins de 200 m de la ZDP (500 m si des activités de dynamitage sont prévues). Énergie Est appliquera ses mesures de gestion des eaux et son plan de surveillance après construction énoncé dans les plans de protection de l'environnement (voir le volume 8).

Aucun programme de suivi n'est prévu. Toutes les mesures d'atténuation proposées ont déjà été approuvées par les organismes de réglementation pour d'autres oléoducs de grand diamètre auxquelles sont associées des installations en surface.

5.9 Références

- Bourque, P.A., 2010. *Le Quaternaire au Québec : une histoire de glaciations – déglaciations*. Planète Terre. Département de géologie et génie géologique de l'Université Laval (www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/intro.pt/planete_terre.html).
- CCME (Conseil canadien des ministres de l'environnement), 1999. *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement et tableau sommaire* (www.ccme.ca/publications/ceqg_rcqe.fr.html).
- Santé Canada, 2013. *Tableau sommaire des recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*. Préparé par le Sous-comité fédéral-provincial sur l'eau potable du Comité fédéral-provincial-territorial sur la santé et l'environnement. Mise à jour de 2013 (www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/2012-sum_guide-res_recom/index-fra.php).
- MDDEP, 2008. *Guide technique sur le captage d'eau souterraine pour des résidences isolées*. Partie B, 2.6 (www.mddep.gouv.qc.ca/eau/souterraines/guide-tech.htm).
- MDDEP, 2001. *Guide de conception des installations de production d'eau potable* (www.mddefp.gouv.qc.ca/eau/potable/guide/index.htm).
- MDDEP, 2012. Stratégie de protection et de conservation des sources destinées à l'alimentation en eau potable. 32 pages (www.mddep.gouv.qc.ca/eau/potable/strategie/strategie.pdf).
- MDDELCC, 2014. *Réseau du suivi des eaux souterraines du Québec* (www.mddep.gouv.qc.ca/eau/piezo/index.htm).
- MENV (Ministère de l'Environnement du Québec), 1998. *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (www.mddep.gouv.qc.ca/sol/terrains/politique/index.htm).
- MENV, 2002. *Politique nationale de l'eau*. 103 pages (www.mddep.gouv.qc.ca/eau/politique/politique-integral.pdf).
- MERQ (Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec), 1990–2001. *Cartes des dépôts de surface* (échelle 1:50 000). Feuilles multiples. Direction générale des forêts. Direction de l'aménagement de la forêt. Service de l'inventaire forestier.
- MNR (Ministère des Ressources Naturelles), 2012. *Géologie du Québec*. Carte DV 2012-07 (échelle 1:2 000 000).
- MRN, 2001-2009. Rapport sur les activités d'exploration minière au Québec [ressource électronique] / Géologie Québec, 2000-2008 (<http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/19998>).
- MRN, 2014. *Système d'information géominière du Québec (SIGÉOM)*. Carte interactive (http://sigeom.mrn.gouv.qc.ca/signet/classes/l1108_afchCarteIntr).
- ONÉ, 2014. *Guide de dépôt de l'Office national de l'énergie*, 2014-01 (www.neb-one.gc.ca/clf-nsi/rpblctn/ctsndrgltn/flngmnl/flngmnl-fra.html).
- RNCan (Ressources naturelles Canada), 2004. *Géologie urbaine et environnementale de la vallée du Saint-Laurent – Géologie de surface – L'Outaouais* (<http://geogratias.gc.ca/api/fr/nrcan-rncan/ess-sst/d1ad75d5-d11c-5bfd-9a64-cb0a0ac3a542.html>).

