

Implantation d'un terminal méthanier à Lévis Étude d'impact sur l'environnement

Complément à l'étude d'impact sur l'environnement

Réponses aux questions et commentaires
des agences réglementaires

Addenda E – Troisième série de questions



SNC-LAVALIN
Environnement

Septembre 2006

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1. INTRODUCTION.....	1
2. RÉPONSES AUX QUESTIONS.....	1
Annexe A Inventaires de puits d'alimentation en eau dans la zone potentiellement affectée par un rabattement de nappe lors de la réalisation du projet Rabaska	

COMPLÉMENT À L'ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

ADDENDA E TROISIÈME SÉRIE DE QUESTIONS DU MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS**1. INTRODUCTION**

Le présent rapport répond aux demandes transmises par le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) en date du 11 septembre 2006. Afin de faciliter la compréhension de ce document les demandes du Ministère sont reprises suivi de la réponse correspondante.

2. RÉPONSES AUX QUESTIONS**QC-155s3, QC-156s3, QC-158s3, et QC-197s3*****Données sociodémographiques : zones d'étude du terminal, du gazoduc et du corridor maritime***

Les renseignements sociodémographiques concernant les populations présentes dans les zones d'étude du terminal et du gazoduc doivent mieux refléter les critères énoncés dans la directive qui stipule que l'initiateur doit fournir dans son étude d'impact « les profils social, économique, culturel et socio-sanitaire de la population concernée (caractéristiques démographiques, composition du tissu social, mode de vie traditionnel, culture locale, déterminants de santé, etc.) » (tableau 2, p. 13). Les populations concernées comprennent celles présentes dans les zones d'étude (terminal et gazoduc), en particulier celles qui pourraient subir des effets sur leur santé lors de la construction et de l'exploitation du terminal ou encore lors d'un accident majeur, en y incluant les populations situées au sud de l'Île d'Orléans s'il y a lieu.

Or, en lien avec les questions portant sur les conséquences d'un accident majeur (QC-155, QC-156, QC-158 et QC-197), que ce soit au niveau du terminal, du gazoduc ou dans le corridor maritime, l'initiateur doit compléter avec des informations détaillées pour la zone couverte par un isocontour de rayonnement thermique de 5 kW/m². Les données fournies ne doivent pas seulement se limiter au dénombrement des bâtiments ou des populations présentes. Elles doivent fournir des informations suffisamment détaillées pour permettre de caractériser les éléments sensibles autant pour la population (personnes retraitées, enfants, résidents permanents ou saisonniers, etc.) que pour les bâtiments présents (bâtiments publics tels que écoles, centres d'accueil, centres de la petite enfance; maisons et

résidences privées, lieux d'hébergement, commerces, lieux d'entreposage de matière dangereuses, etc.).

RÉPONSE

Ces informations vous sont transmises sous pli séparé.

QC-139s3

Sécurité : Estimation de la fréquence de collisions basée sur la largeur du chenal

Dans la réponse à la question QC-139s2, l'initiateur mentionne que la largeur de la voie navigable est d'environ 1389 m. Il rapporte par ailleurs que la distance entre les isobathes de 10 m est d'environ 1500 m et que celle entre les isobathes de 15 m se situe entre 1000 m et 1200 m. En tenant compte de ces distances, l'initiateur explique les raisons qui le motivent à retenir la classe « entre 500 m et 2500 m » sans pondération avec la classe « 500 m et moins ».

À partir de la carte bathymétrique fournie par l'initiateur à la page 3-44, la largeur minimale effectivement navigable du chenal des Grands Voiliers nous semble en certains endroits inférieure à 1000 m (ex : sous les lignes d'Hydro-Québec). La connaissance précise de la largeur minimale navigable du chenal des Grands Voiliers est essentielle d'un point de vue de sécurité, compte tenu de l'importance de ce paramètre dans la modélisation des risques d'accidents majeurs. L'initiateur devra préciser la largeur minimale navigable effective du chenal dans le contexte de permettre la navigation des méthaniers de type Qflex d'une capacité de 216 000 m³.

RÉPONSE

Largeur du chenal des Grands-Voiliers

Le Chenal des Grands-Voiliers part de l'extrémité sud de la Traverse-du-Nord et s'étend jusqu'à la pointe ouest de l'Île-d'Orléans.

Contrairement à la Traverse-du-Nord qui est un chenal dragué de 305 m de large avec talus, les navires dans le Chenal des Grands-Voiliers peuvent évoluer dans toute la largeur du fleuve, compte tenu des contraintes liées à leur tirant d'eau. Il n'y a donc pas de largeur bien définie pour le Chenal des Grands-Voiliers, à la différence de la Traverse-du-Nord qui fait 305 m de largeur sur toute sa longueur. Selon les pilotes du Bas-Saint-Laurent, la

largeur moyenne de la voie navigable du Chenal des Grands Voiliers est d'environ $\frac{3}{4}$ de mille marin, soit 1 389 m.

La « largeur minimale effectivement navigable » n'a un sens que relativement à une classe de bateau et à la hauteur de marée au moment du passage.

Si nous prenons l'exemple du passage sous les lignes d'Hydro-Québec :

- la largeur entre les enrochements des îlots Hydro-Québec est de 1 450 m;
- la largeur minimale effective pour les navires à faible tirant d'eau est de 1 300 m entre isobathes de 10 m;
- la largeur minimale effective pour les navires à fort tirant d'eau est de 915 m entre isobathes de 15 m.

Les valeurs suivantes donnent les largeurs des sections les moins larges du Chenal des Grands-Voiliers. Les valeurs sont calculées en considérant les isobathes 15 m des cartes marines, c'est-à-dire pour la marée normale la plus basse :

- amont de la bouée K140 550 m
- en face du quai de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans 640 m
- au niveau du passage sous les lignes d'Hydro-Québec 915 m
- au niveau de la jetée du terminal Rabaska 1100 m
- en amont terminal Rabaska, au niveau de la bouée K154 825 m

Ces restrictions sont sur de faibles longueurs et s'élargissent en fonction de l'heure de marée et de la hauteur d'eau disponible lors du passage du navire.

Ces largeurs s'appliquent aux navires à fort tirant d'eau (pétroliers par exemple). Ces navires passent dans le Chenal des Grands-Voiliers à marée haute (contrainte sur le franchissement de la Traverse-du-Nord). Lors de leur passage, pour déterminer la largeur navigable réellement utilisable, il faut ajouter 4 à 5 m à la profondeur indiquée sur les cartes marines. Dans ce cas, cela ramènerait la largeur à des valeurs proches de $\frac{3}{4}$ de mille marin. Par prudence, l'effet favorable de la marée n'est pas pris en compte dans l'étude.

En résumé, la largeur effectivement disponible pour la navigation dépend du tirant d'eau du navire considéré, de la hauteur de marée et de la section du Chenal des Grands-Voiliers.

On retiendra :

- que la largeur moyenne navigable disponible est de $\frac{3}{4}$ de mille marin, soit 1 389 m;
- que la section où la largeur navigable est le plus faible (550 m) se situe en amont de la bouée K140, à plus de 10 km du terminal;
- que la section navigable au niveau de l'appontement méthanier fait plus d'un kilomètre de large.

Modélisation des risques d'accident majeur

La question posée vis-à-vis des classes de largeur et de risques doit se comprendre au niveau du poste d'amarrage puisqu'il s'agit d'évaluer les risques de heurts de la jetée. Dans ce sens, l'examen de la largeur de la voie navigable à un autre endroit du fleuve comme par exemple entre les îlots d'Hydro-Québec n'est pas pertinent.

Pour évaluer la fréquence de collision par un navire tiers lorsque le méthanier est à quai, on s'appuie sur une étude, produite par DNV pour le Health and Safety Executive (organisme responsable de la réglementation en matière de sécurité et de santé en Grande-Bretagne), qui comporte une évaluation de la probabilité de collision en fonction du type de port. Dans cette étude, les ports sont classés selon la typologie suivante qui est basée sur la largeur moyenne du fleuve ou de l'estuaire considéré et sur la largeur minimale ou la largeur navigable :

- fleuve étroit : largeur moyenne inférieure à 0,5 km;
- fleuve large/estuaire étroit : largeur moyenne entre 0,5 et 2,5 km;
- estuaire large : plus de 2,5 km de largeur moyenne;
- ouvert sur la mer.

Cette méthode ne prévoit pas de pondération entre ces différentes classes. Une situation donnée se situe dans une classe ou dans une autre. Les facteurs de probabilité qui s'appliquent à chaque classe sont déterminés de manière à conduire à des estimations prudentes même quand la largeur effective est proche de la limite inférieure d'une classe.

Pour déterminer dans quelle classe se trouve un port donné afin d'évaluer les risques qu'un navire tiers entre en collision avec un méthanier à quai, il faut considérer la largeur du fleuve au niveau de la jetée. Dans le cas de Rabaska, la largeur du Saint-Laurent dans la section du fleuve où se trouve l'appontement méthanier est supérieure à 2 km. Avec ce critère, il faut retenir la classe « fleuve large / estuaire étroit » (de 0,5 et 2,5 km).

Cependant, dans le cadre d'une approche prudente, DNV a aussi considéré la largeur de la voie navigable, en regardant de plus cette largeur en amont et en aval de la jetée (2 km en amont et en aval, soit de la pointe de la Martinière aux lignes Hydro-Québec). Dans cette section, la largeur moyenne navigable est d'environ un kilomètre, et la largeur la plus faible est de 825 m au niveau de la bouée K154. Ces valeurs sont nettement supérieures à 500 m.

Ces deux points confirment que la classe « fleuve large / estuaire étroit » est bien celle à retenir.

Si, malgré les conclusions énoncées ci-dessus et bien que la méthode ne prévoit pas de pondération entre les classes, nous retenons une valeur pondérée entre la valeur correspondant à un « fleuve étroit », soit 42×10^{-6} par passage et la valeur correspondant à la classe « fleuve large / estuaire étroit » soit 9×10^{-6} par passage, la fréquence de collision à quai serait modifiée de la façon suivante :

	Étude d'impact – janvier 2006	Hypothèse « fleuve étroit »
$F_{\text{collision}}$ Fréquence de collision à quai par escale	$(9 \times 10^{-6}) \times 0,1 \times 0,5 \times 0,9 \times 24 \text{ h} / (365 \times 24 \text{ h}) * 5\,000 = 5,6 \times 10^{-6} / \text{escale}$	$(21 \times 10^{-6}) \times 0,1 \times 0,5 \times 0,9 \times 24 \text{ h} / (365 \times 24 \text{ h}) * 5\,000 = 13 \times 10^{-6} / \text{escale}$
Fréquence annuelle de collision à quai	$5,6 \times 10^{-6} \times 60 = 3,3 \times 10^{-4} / \text{an}$ Période de retour = 3 030 ans	$13 \times 10^{-6} \times 60 = 7,8 \times 10^{-4} / \text{an}$ Période de retour = 1 287 ans
$F_{\text{Collision avec fuite de GNL}}$ Fréquence de fuite de GNL en cas de collision à quai	$(3,3 \times 10^{-4}) \times 0,09 \times 0,5 \times 0,5 = 7,43 \times 10^{-6} / \text{an}$ Période de retour = 135 000 ans	$(78 \times 10^{-3}) \times 0,09 \times 0,5 \times 0,5 = 17,5 \times 10^{-6} / \text{an}$ Période de retour = 57 221 ans

Dans la matrice de risque, les fréquences seraient les suivantes :

Fréquences d'occurrence	Étude d'impact – janvier 2006	Hypothèse « fleuve étroit »
Collision à quai sans fuite de GNL	1 / 3 030 ans	1 / 1 287 ans
Collision avec déversement de GNL et décès	1 / 9 000 000 ans	1 / 3 800 000 ans

La probabilité de collision avec déversement de GNL et décès resterait très faible. Les conclusions concernant le scénario de collision à la jetée resteraient identiques à celle de l'étude initiale.

Passage des méthaniers de type Qflex

Les méthaniers de référence (160 000 m³) et les méthaniers de type Qflex (216 000 m³) ont tous les deux une largeur maximale de 50 m et ne diffèrent pas sur ce point.

Le tirant d'eau en charge des méthaniers est de 11,5 m (navires de référence) ou 12 m (navire de type Qflex).

Comme il n'y a pas de différence entre ces deux types de navire pour ce qui est du tirant d'eau et de la largeur, il n'y a donc pas de différence quant à la longueur navigable effective pour ces deux types de navire.

QC-83s3***Climat sonore : relevés complémentaires***

Il est rappelé que les résultats des relevés complémentaires du climat sonore (question QC-83s2) doivent être déposés pour le début de la période d'information et de consultation publiques.

RÉPONSE

La réponse à cette question vous a déjà été transmise et constitue l'Addenda D du Complément à l'étude d'impact sur l'environnement.

QC-50s3***Puits domestiques : distribution et caractérisation des puits domestiques***

Les résultats des inventaires concernant la localisation et la profondeur des puits, de même que la qualité de l'eau souterraine (incluant des analyses auprès de puits privés) (question QC-50), doivent également être déposés pour le début de la période d'information et de consultation publiques.

RÉPONSE

Cette étude est présentée à l'annexe A.

**Inventaires de puits d'alimentation en eau
dans la zone potentiellement affectée par un rabattement de
nappe lors de la réalisation du projet Rabaska**

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1. INTRODUCTION.....	1
1.1 Contexte de l'étude	1
1.2 Objectifs de l'étude et mandat.....	1
1.3 Contenu du rapport	1
1.4 Lieu de réalisation du projet	2
2. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE ET TRAVAUX RÉALISÉS.....	3
2.1 Méthodologie	3
2.1.1 Détermination des limites et caractéristiques de la zone d'étude	3
2.1.2 Portrait de la qualité de l'eau souterraine.....	3
2.1.3 Élaboration d'un programme de suivi des eaux souterraines.....	4
2.2 Travaux réalisés.....	4
2.2.1 Détermination de l'aire affectée par la construction des infrastructures	4
2.2.2 Inventaire des puits des particuliers	4
2.2.3 Échantillonnage de l'eau.....	5
3. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE.....	6
3.1 Physiographie de la région.....	6
3.2 Climat.....	6
3.3 Géologie	6
3.4 Utilisation du territoire	7
4. RÉSULTATS DE L'INVENTAIRE	13
4.1 Caractéristiques des eaux souterraines	13
4.2 Zone d'influence hydraulique des infrastructures	16
4.3 Personnes contactées.....	17
4.4 Utilisation	17
4.5 Qualité de l'eau	17
4.6 Sources de contamination potentielles.....	18
5. PROGRAMME DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES.....	26
5.1 Phase pré-construction	26
5.2 Surveillance environnementale en construction	26
5.3 Phase exploitation.....	27
6. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	28
7. ÉQUIPE DE PROJET	30
8. RÉFÉRENCES.....	31

LISTE DES FIGURES

		Page
Figure 3.1	Secteur d'étude pour l'inventaire	9
Figure 3.2	Géologie des formations rocheuses	10
Figure 3.3	Géologie des formations superficielles	11
Figure 3.4	Carte iso-épaisseur des formations superficielles.....	12
Figure 4.1	Zone potentiellement influencée par le drainage des infrastructures	23
Figure 4.2	Diagramme de piper.....	24
Figure 4.3	Profondeur des niveaux d'eau.....	25

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 4.1	Caractéristiques des puits inventoriés	20
Tableau 4.2	Résultats des analyses chimiques des échantillons d'eau souterraine	21
Tableau 4.3	Sources de contamination potentielle identifiée lors de l'inventaire	22

1. INTRODUCTION

1.1 Contexte de l'étude

Le projet Rabaska consiste en l'implantation d'un terminal méthanier à Lévis. Il est ressorti de l'étude d'impact sur l'environnement du projet que l'aménagement d'infrastructures de drainage des eaux souterraines autour des installations (tranchées et fosses des réservoirs) risque de provoquer le rabattement de la surface de la nappe d'eau souterraine à proximité du site. Puisque les résidences situées autour du site du projet sont approvisionnées en eau potable par des puits, il est possible que le rabattement provoqué par le drainage des installations influence le niveau d'eau dans ces puits.

Une baisse du niveau d'eau ne signifie pas qu'il y aura automatiquement perte ou réduction de l'usage d'un puits. L'impact possible dépend du type de puits, de sa profondeur et des équipements de pompage, ainsi que des caractéristiques hydrogéologiques observées localement sur le territoire.

Par conséquent, Rabaska s'est engagée auprès du MDDEP à présenter, une étude complémentaire consistant à inventorier et caractériser les puits domestiques situés à l'intérieur de la zone appréhendée de rabattement de la nappe d'eau souterraine et à déterminer la qualité chimique et bactériologique des eaux de ces puits, afin de permettre d'évaluer l'impact potentiel et de proposer, le cas échéant, des mesures d'atténuation appropriées.

1.2 Objectifs de l'étude et mandat

Le premier objectif de ce rapport est de déterminer à l'aide des études techniques antérieures, notamment une étude de modélisation effectuée par SNC•LAVALIN Environnement inc. (SLEI) en 2006, la surface de l'aquifère régional susceptible d'être affectée par les activités de drainage réalisées dans le cadre du projet Rabaska. Cette information permettra d'identifier les puits d'approvisionnement en eau des résidences pouvant être potentiellement affectées par les pompages et l'ampleur des rabattements anticipés.

Une fois les puits identifiés, un inventaire des caractéristiques de ces puits domestiques et un échantillonnage de l'eau permettent d'établir les conditions initiales avant le début du projet, ce qui est le deuxième objectif du rapport. Toutes ces informations permettront d'évaluer la disponibilité et la qualité de l'eau dans les puits voisins de la zone d'implantation du projet et, par le fait même, d'être en mesure de faire le suivi des eaux souterraines et des changements provoqués par l'implantation du projet.

1.3 Contenu du rapport

Ce rapport présente dans un premier temps la méthodologie utilisée pour circonscrire le territoire à l'étude, et les étapes suivies lors des travaux de terrain sont décrites sommairement.

Par la suite, une description de la physiographie, du climat, de la géologie et de l'utilisation du sol de la zone d'étude a permis de décrire les composantes de l'environnement physique et

humain du terminal méthanier. Cette section est suivie d'une présentation plus détaillée du territoire sélectionné pour procéder à l'inventaire des puits.

Enfin, les résultats de l'inventaire sont présentés ainsi qu'un portrait de l'état actuel des eaux souterraines et de leur utilisation dans la zone d'étude. La mise à jour du Programme de suivi des eaux souterraines est également présentée.

1.4 Lieu de réalisation du projet

La majorité des puits domestiques inventoriés sont situés dans la zone d'influence hydraulique au pourtour des excavations pour le chemin d'accès à la jetée et pour les réservoirs de GNL. Les puits se trouvent donc le long de la route 132 (Boulevard de la Rive Sud), sur la rue de Vitré, sur le chemin Saint-Roch ainsi que dans le district Val-des-Bois (Parc de maisons mobiles et Camping Transit localisés au *sud* de l'autoroute Jean-Lesage). Les éléments et caractéristiques du secteur d'étude sont décrits en détails dans les sections suivantes.

2. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE ET TRAVAUX RÉALISÉS

2.1 Méthodologie

2.1.1 Détermination des limites et caractéristiques de la zone d'étude

L'approche adoptée pour évaluer la zone d'influence est fondée sur les résultats de l'étude de modélisation effectuée par SLEI (2006) pour évaluer les débits de drainage des infrastructures du projet et leurs aires d'influence. Un inventaire des données existantes ainsi que l'identification des puits privés des résidences des secteurs concernés ont été réalisés dans les limites des zones ainsi identifiées. Les données disponibles sur les puits privés ont été validées par l'entremise d'une visite de certaines résidences.

Bien que toutes les résidences du secteur étaient visées par l'étude, seules une partie d'entre elles ont pu être visitées. En effet, plusieurs propriétaires ont refusé de participer à l'inventaire et n'ont pas donné accès à leur puits. Néanmoins, le nombre et la localisation des puits auxquels nous avons eu accès pour l'inventaire ont permis d'obtenir une idée représentative des caractéristiques des ouvrages de captages aménagés et de l'usage de l'eau dans les secteurs d'études, ainsi qu'un échantillonnage représentatif de la qualité de l'eau dans la zone du projet.

Enfin, mentionnons qu'une approche prudente a été privilégiée pour l'inventaire des puits afin de s'assurer de couvrir toutes les zones potentiellement influencées par les activités de drainage des infrastructures. En effet, compte tenu des caractéristiques de la zone d'étude qui imposent des limites physiques à l'écoulement des eaux souterraines (topographie, failles orientées SO-NE, stratification du roc quasi-vertical), il est présumé que la zone influencée par le drainage des infrastructures sera inférieure à celle présentée dans l'étude de modélisation de SLEI (2006).

2.1.2 Portrait de la qualité de l'eau souterraine

Des échantillons de l'eau des puits des résidences dont les propriétaires ont accepté de participer à l'inventaire ont été prélevés lors d'une visite des lieux. Les résultats de l'analyse chimique des échantillons d'eau souterraine ont permis de déterminer la qualité et la composition chimique naturelle des eaux souterraines (bruit de fond) dans les puits d'approvisionnement en eau des résidences privées avant la construction des infrastructures de drainage. Ces données permettront de statuer à long terme sur les impacts potentiels sur la qualité des eaux souterraines.

Les résultats des analyses ont été examinés pour déterminer si des tendances existent, permettant d'identifier différents systèmes aquifères. De plus, l'examen a permis de vérifier s'il existe des problématiques de qualité d'eau (ex. fuite de réservoirs, contamination par fosses septiques, etc.) avant la construction des installations du projet Rabaska.

2.1.3 Élaboration d'un programme de suivi des eaux souterraines

Un programme de suivi des eaux souterraines a été préparé afin de compléter le programme de gestion environnemental (PGE) qui sera mis en place dans le cadre du projet.

Le programme identifie les puits existants pouvant faire partie du programme de surveillance de la qualité de l'eau, c'est-à-dire, les puits privés, mais aussi les futurs puits de surveillance qui seront aménagés par Rabaska autour des installations. Le programme précise également les paramètres d'analyse et la fréquence d'échantillonnage. Finalement, le programme présente les actions correctrices qui seront prises en cas de besoin.

2.2 Travaux réalisés

2.2.1 Détermination de l'aire affectée par la construction des infrastructures

L'aménagement d'infrastructures de drainage des eaux souterraines dans le cadre du projet Rabaska (tranchées permettant l'accès à la jetée et fosses des réservoirs) va provoquer localement le rabattement de la surface de la nappe d'eau souterraine. L'abaissement du niveau d'eau sera plus important à proximité des excavations drainées et l'influence diminuera rapidement en s'éloignant de la structure de drainage. Ainsi, certaines résidences situées à proximité des installations pourraient voir le niveau d'eau de leur puits s'abaisser, ce qui pourrait potentiellement influencer leur approvisionnement. La première étape de cette étude complémentaire vise donc à déterminer la surface de l'aquifère régional susceptible d'être affectée par les activités de drainage de la nappe phréatique et l'ampleur de cette influence.

Une étude de modélisation des conditions hydrogéologiques a déjà été réalisée par SLEI en 2006 pour évaluer les débits d'exhaure d'eau souterraine qui seraient obtenus près des installations. Cette étude avait comme objectif principal d'évaluer les débits afin de dimensionner les ouvrages d'exhaure. Les résultats de cette étude sont repris afin d'établir une carte de l'aire d'influence permettant d'évaluer quels seront les puits d'approvisionnement en eau des résidences potentiellement affectées par les pompages et l'ampleur des rabattements anticipés.

2.2.2 Inventaire des puits des particuliers

Les travaux d'inventaire des puits et l'échantillonnage ont été réalisés du 7 au 16 août 2006.

Les premières indications suggéraient qu'il y avait jusqu'à 90 résidences dans la zone présumée d'influence des activités de drainage. Il n'a été toutefois possible de retracer les coordonnées que de seulement 63 propriétaires des résidences concernées. 56 de ces propriétaires ont pu être rejoints. Parmi eux, 22 ont accepté que leurs puits soient caractérisés et 34 ont refusé.

Une visite des installations d'approvisionnement en eau des résidences concernées a été réalisée après la prise d'un rendez-vous avec les propriétaires. Seuls les propriétaires des résidences qui acceptaient d'être inclus dans le programme de suivi environnemental ont été visités pour l'inventaire. Les résultats des analyses de leurs puits leur ont été communiqués.

Une fiche d'inventaire a été préparée pour chaque puits privé précisant: nom et coordonnées du propriétaire, adresse de la résidence visitée, année de réalisation du puits, coordonnées (GPS), usage du puits (eau potable, irrigation, etc.), diamètre, profondeur estimée, profondeur du niveau de l'eau, matériaux et conditions du puits en surface, type de système de pompage et caractéristiques, débit estimé et fréquence d'utilisation, nombre d'usagers, présence et type d'équipement de traitement d'eau. Plusieurs de ces informations ont été obtenues verbalement des propriétaires. Ces fiches présentant des informations nominatives sur les propriétaires, elles ne sont pas jointes au rapport.

Un croquis de la propriété a aussi été réalisé pour indiquer la position du puits (lorsque connue), des bâtiments et des sources potentielles de contamination à proximité (fosses septiques, réservoirs, etc.).

2.2.3 Échantillonnage de l'eau

Lors de l'inventaire, des échantillons d'eau souterraine ont été prélevés par SLEI à même un robinet de la propriété. Les échantillons ont été pris avant le passage de l'eau dans une unité de traitement, à l'exception d'un seul site, pour lequel l'information sur l'existence d'un système de traitement nous a été transmise que plus tard.

Les échantillons ont été prélevés dans des contenants appropriés fournis par le laboratoire d'analyse. On a laissé couler l'eau du robinet au moins 5 minutes avant le prélèvement des échantillons, et jusqu'à ce que la température et la conductivité électrique soient stabilisées (paramètres qui ont été mesurés sur place). Les échantillons ont été conservés au frais durant leur transport et jusqu'à leur arrivée au laboratoire d'analyse chimique le jour même.

Les échantillons ont été prélevés conformément aux directives énoncées dans le *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : échantillonnage des eaux souterraines (cahier 3)* (1995) du MDDEP.

Analyse chimique de l'eau des puits

Les échantillons d'eau souterraine ont été analysés par le laboratoire d'analyse chimique Bodycote de Québec. Les paramètres d'analyse retenus dans le cadre de l'inventaire sont les suivants : pH, alcalinité, turbidité, conductivité électrique, dureté totale, matières en suspension, bicarbonates, chlorures, sulfates, calcium, magnésium, sodium, potassium, métaux (fer total et dissous, manganèse total et dissous, aluminium, antimoine, argent, arsenic, baryum, bore, cadmium, chrome, cobalt, cuivre, molybdène, mercure, nickel, plomb, sélénium, zinc), cyanures, fluorures, nitrates, nitrites, bromures, phosphore total, sulfures, azote ammoniacal, bactéries atypiques, bactéries coliformes totales, bactéries entérocoques, bactéries E. coli, et hydrocarbures pétroliers C₁₀-C₅₀.

Les paramètres retenus pour analyse dans le cadre de la présente étude ont été jugés les plus pertinents en ce qui concerne le contexte régional. Le choix a été validé par le MDDEP. Les paramètres retenus font références aux normes du *Règlement sur la qualité de l'eau* du MDDEP et aux paramètres d'analyse pour les puits privés prévus dans le *Règlement sur le captage des eaux souterraines*.

3. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude a été établie en s'assurant d'englober tout le secteur dont l'aquifère est susceptible d'être affecté par le projet d'implantation du terminal. Cette zone d'étude, illustrée à la figure 3.1, est centrée sur la localisation des installations du terminal. Elle limite l'inventaire à un territoire suffisamment vaste pour permettre de circonscrire l'ensemble des répercussions appréhendées sur les eaux souterraines.

3.1 Physiographie de la région

La région se caractérise surtout par une topographie ondulée souvent intercalée de secteurs plats. Le long du Saint-Laurent, on retrouve un talus d'environ 50 m de dénivellation. Il présente des pentes très accentuées à l'exception de secteurs riverains situés entre l'Anse à Margot et l'Anse Saint-Charles, d'un secteur à l'ouest de la jetée sur laquelle sont installés les pylônes de traversée d'Hydro-Québec ainsi que du secteur de la Pointe de la Martinière. Les changements d'élévation abrupts apparaissent entre la rive et 200 m à l'intérieur des terres.

Si l'on fait exception du talus riverain mentionné précédemment, la topographie de la zone à l'étude montre une élévation ascendante graduelle du *nord* vers le *sud*. Les élévations passent progressivement de 50 à 100 m sur 4,5 km de distance. La pente générale du secteur considéré est donc de l'ordre de 1 %.

Les ruisseaux s'écoulent directement sur le socle rocheux et sont relativement peu encaissés sauf à leur embouchure, près du talus riverain du Saint-Laurent plus précisément.

3.2 Climat

La station météorologique d'Environnement Canada, située dans la localité de Saint-Jean-Chrysostome a enregistré des données de températures et de précipitations sur une période de 25 ans entre 1975 et 2000. Pour cette période, la température moyenne quotidienne annuelle est de 4°C, avec un minimum de -12,9°C en janvier et un maximum de 18,9°C en juillet. Le maximum quotidien moyen pour juillet est de 24,9°C et le minimum quotidien moyen pour janvier est de -18,0°C. Quant aux précipitations, les chutes de pluies annuelles sont de 897,8 mm, les chutes de neige de 316,2 cm et les précipitations totales de 1 213,9 mm. Les mois de juin à septembre sont ceux qui connaissent les précipitations les plus importantes, avec des valeurs mensuelles variant de 112,1 à 128,9 mm. Quant aux chutes de neige, près de la moitié des précipitations annuelles sont enregistrées en décembre et janvier, avec des valeurs respectives de 74,1 et 79,8 cm.

3.3 Géologie

Géologie des formations rocheuses

La région d'étude se situe dans la province géologique des Appalaches, à la limite de la plateforme du Saint-Laurent, et principalement sur la nappe de Bacchus. Cette région est caractérisée surtout par un socle rocheux de schiste et d'argilite d'âge cambro-ordovicien. La nappe de Bacchus consiste en des lits de grès épais interstratifiés avec des schistes noirs et

des brèches (Globensky, 1987). Plus précisément, la nappe inclut trois formations distinctes dont deux sont représentées dans la zone d'étude : la formation de Lauzon et la formation de la Pointe à la Martinière. Selon les informations contenues dans les études géotechniques préparées par Terratech en 2004 et 2005, le socle rocheux à la limite du plateau près du Saint-Laurent consiste en un grès à grain fin à moyen et/ou un schiste argileux très fracturé à stratification quasi-verticale. Des lits de siltstone y sont également observés. La figure 3.2 présente la géologie des formations rocheuses de la zone du projet.

Trois failles traversent la zone d'étude. Ces failles sont orientées dans une direction *sud-ouest/nord-est* et sont espacées de 0,6 à 1,1 km. Elles sont visibles sur la figure 3.2. Des failles secondaires peuvent être présentes, cependant, leurs emplacements et leur espacement sont inconnus. Rappelons que ces failles sont considérées inactives (voir CA-017 du Complément à l'étude d'impact sur l'environnement, Réponses aux questions et commentaires des agences réglementaires).

Dans le secteur considéré, le socle rocheux est exposé surtout le long du talus riverain du fleuve Saint-Laurent ainsi que de part et d'autre des ruisseaux près de leur embouchure. On peut bien voir les zones d'affleurement sur la figure 3.3 plus loin. Le socle rocheux dans la zone d'étude se trouve généralement à faible profondeur et varie en général entre 1 et 5 m. Cependant, des forages ont révélé des profondeurs de plus de 20 m, ce qui suggérerait quelques dépressions profondes dans la topographie du socle.

Géologie des formations superficielles

Les formations géologiques superficielles dans la zone d'étude sont discontinues et consistent près de la surface en des dépôts assez lâches de sable et gravier. On note par endroit la présence de dépôts organiques (tourbe). Sous-jacents à ces formations, on retrouve des dépôts très denses de granulométrie très étalée qui varient de l'argile au gravier avec présence de blocs. Ceux-ci seraient apparentés à un till. La figure 3.3 présente la distribution spatiale des formations géologiques superficielles et la figure 3.4 leur épaisseur.

L'épaisseur des dépôts a été évaluée à partir des résultats des études techniques réalisées spécifiquement pour le projet, mais aussi à l'aide des données de la base de données du MDDEP sur les puits et forages. On note une diminution de l'épaisseur en direction *nord*, soit vers le fleuve Saint-Laurent, particulièrement près du talus le long du fleuve. Des épaisseurs importantes de dépôts superficiels ont été observées par endroits, particulièrement dans la zone entre la route 132 et l'autoroute 20. Il faut noter que possiblement d'autres dépressions dans le roc donnant des dépôts épais pourraient être rencontrées sur le territoire, car la distribution spatiale des dépôts, telle que représentée à la figure 3.4 est influencée par l'emplacement des points de mesure qui sont concentrés près des routes et les zones d'infrastructures du projet Rabaska.

3.4 Utilisation du territoire

L'utilisation du sol apparaît à la figure 3.1. Cette carte a été préparée à partir d'une orthophotographie numérique, datant de juin 2004, sur laquelle ont été indiqués les principaux éléments du milieu. La zone d'étude est caractérisée par un territoire essentiellement péri-urbain et agricole.

Le développement résidentiel est essentiellement compris entre le fleuve et la route 132, ainsi que sur le chemin Saint-Roch. C'est aussi le long de ce chemin, au *sud* de l'autoroute 20, que se retrouvent le camping Transit et un développement de maisons mobiles qui lui est adjacent du côté *ouest*.

Les activités agricoles se regroupent en deux grandes zones, soit : le long de la route 132 (principalement au *sud*); et le long du chemin Saint-Roch. Les principales cultures rencontrées dans la région sont les fourrages et les grandes cultures (céréales, maïs-grain et soya) avec présence de quelques exploitations de cultures maraîchères et horticoles. Les superficies en culture sont entrecoupées de zones boisées.

Située dans la zone d'étude, la compagnie Transport Martel & fils inc., un transporteur pour la Commission scolaire des navigateurs, entrepose sur ses terrains 35 autobus durant le congé scolaire estival et 8 à 9 autobus durant l'année scolaire.

Finalement, on retrouve dans la zone à l'étude une aire d'extraction minérale d'envergure commerciale. Elle est située au *sud* du chemin Saint-Roch à environ 400 m de la limite *est* de la Ville de Lévis. Des parties de cette sablière ne sont plus en exploitation.

Les résidences, exploitations agricoles et commerces que l'on retrouve dans la zone du projet sont approvisionnés en eau par des puits individuels ou des puits approvisionnant de petits aqueducs. Il n'y a pas d'aqueduc public desservant l'ensemble des résidences du secteur.

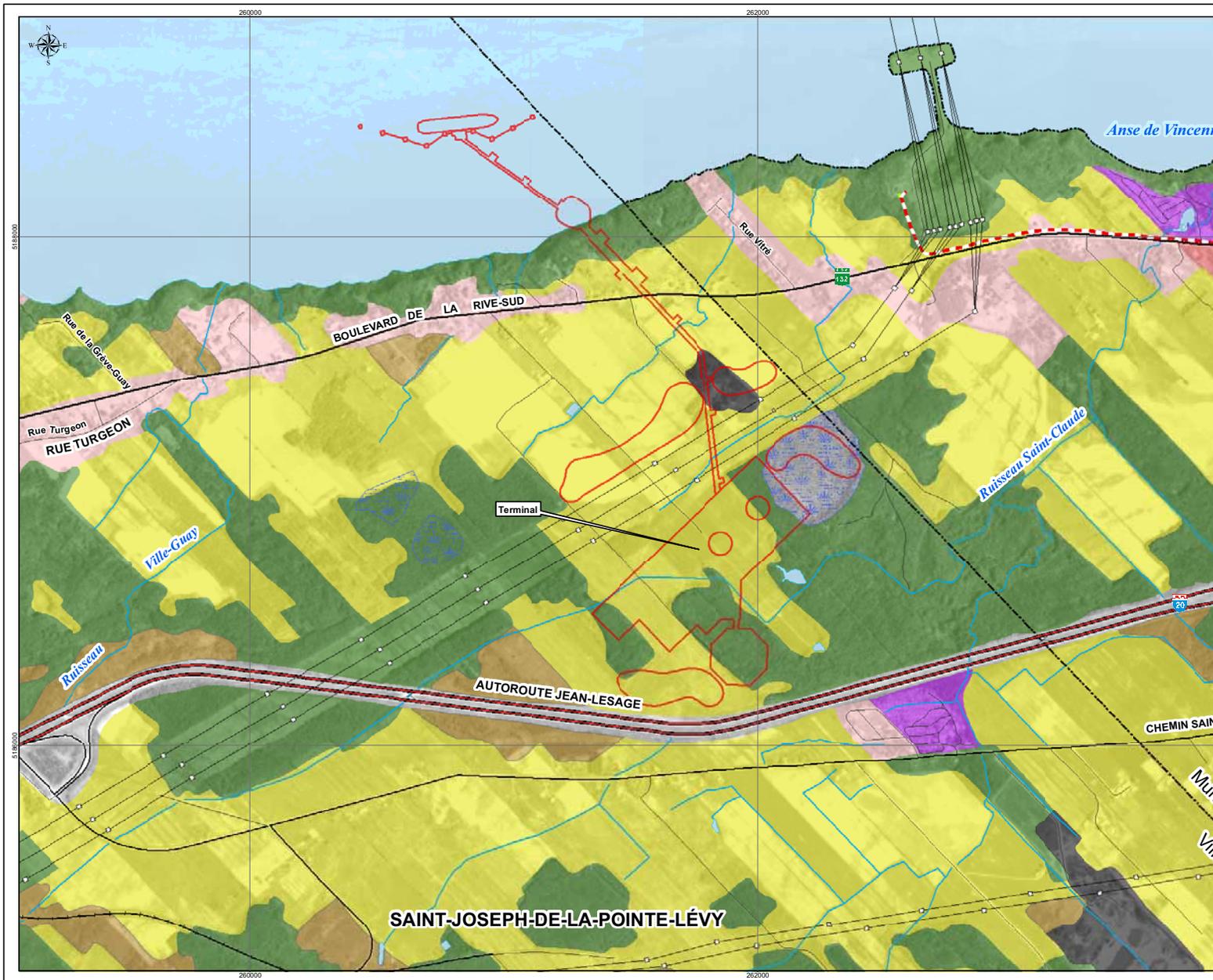
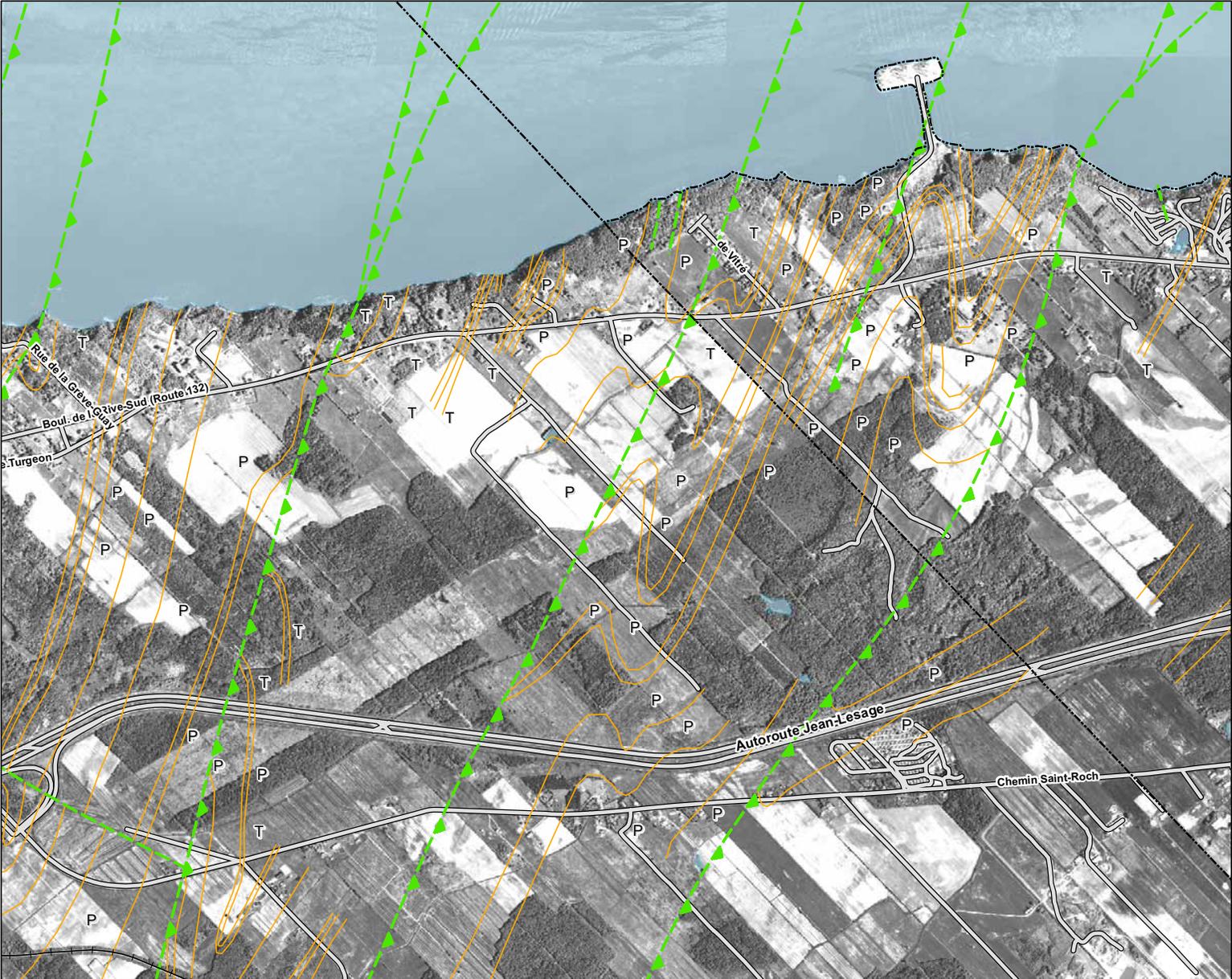


Figure 3.1

Limites administratives / Administrative Boundaries				
-----	Limite Municipale / Municipal Boundary			
Infrastructures et équipements / Infrastructures and Equipments				
—	Autoroute / Freeway			
- - -	Égout / Sewer			
Utilisation du sol / Land Use				
■	Terrain de camping / Camping Site			
■	Zone urbaine / Urban Area			
■	Zone d'habitations dispersées / Residential Area			
■	Terre agricole / Agricultural Area			
■	Boisé / Forest			
■	Friche / Wildland			
■	Banc d'emprunt / Borrow Pit			
Environnement naturel / Natural Environment				
—	Hydrographie / Hydrography			
■	Tourbière naturelle / Natural Peatbog			
<small>Topography / Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs - Québec. Photographique québécoise. Map 2114, 200-0102</small>				
Secteur d'étude pour l'inventaire / Study Area for the Inventory				
Projet / Project				
IMPLANTATION D'UN TERMINAL DE GNL / IMPLEMENTATION OF AN LNG TERMINAL				
Client	Consultant			
	Directeur de projet / Project Director			
	Yves Comtois			
	Consultant			
	SNC-LAVALIN Environnement			
Echelle / Scale	No. projet / Project #			
0 150 300 600m	603737			
No.	Date	Description	Dessiné/Drawn	Vérifié/Verified

Figure 3.2



- Limite municipale / Municipal Boundary
- Contact géologique / Geological Contact
- ▲▲▲▲ Faïlle géologique/ Geological Fault
- P Formation De la Pointe de la Martinière - Calcaire, mudstone, shale et siltstone (Non-différencié) / De la Pointe de la Martinière Formation - Limestone, Mudstone, Shale and Siltstone. (Undifferentiated)
- T Formation de Lauzon - Shale (Non-différencié) / De Lauzon Formation - Shale (Undifferentiated)

Localisation des failles / Fault Location:
 Ministère des Ressources naturelles Québec 1999 (21/14-200-0102),
 Map SI-21L-14B-C4G-990 (in reference to Saint-Julien, P. 1995).
 "Géologie de la région de Québec", Ministère des Ressources naturelles,
 Québec, Rapport/Rapport MB-64-40.

Titre / Title
Géologie des formations rocheuses / Geological Zones

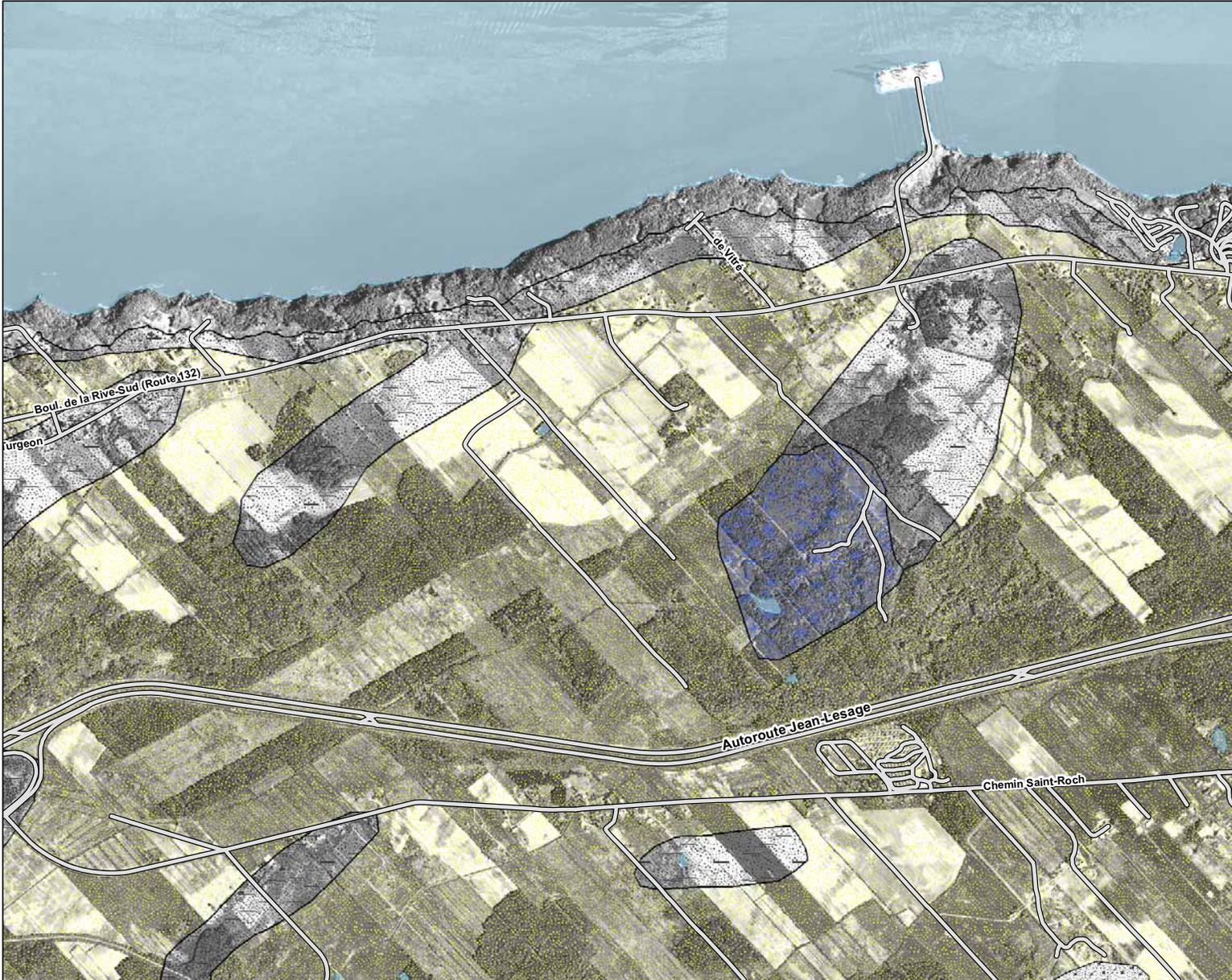
Projet / Project
IMPLANTATION D'UN TERMINAL DE GNL / IMPLEMENTATION OF AN LNG TERMINAL

Client 	Consultant Directeur de projet / Project Director Yves Comtois Consultant 
---	--

Échelle / Scale 0 50 100 200m 	No. projet / Project # 603737
---	---

No.	yyyy/mm/dd	aaaa/mm	Description	Dessiné/Drawn	Vérifié/Verified

Figure 3.3



----- Limite municipale / Municipal Boundary

Géologie de surface / Surface Geology

-  Affleurement rocheux / Outcrop
-  Terre humides / Swamp
-  Sable et gravier / Sand and Gravel
-  Sable uniforme / Sand

Éléments géologiques / Geological Elements :
LaSalle, P. 1978. « Géologie des sédiments de surface de la région de Québec ». Ministère des Richesses Naturelles - Québec, Direction générale des Mines, Rapport/Rapport DPV-565, Map 21 L/14 SE.

Titre / Title
Géologie des formations superficielles / Superficial Geology

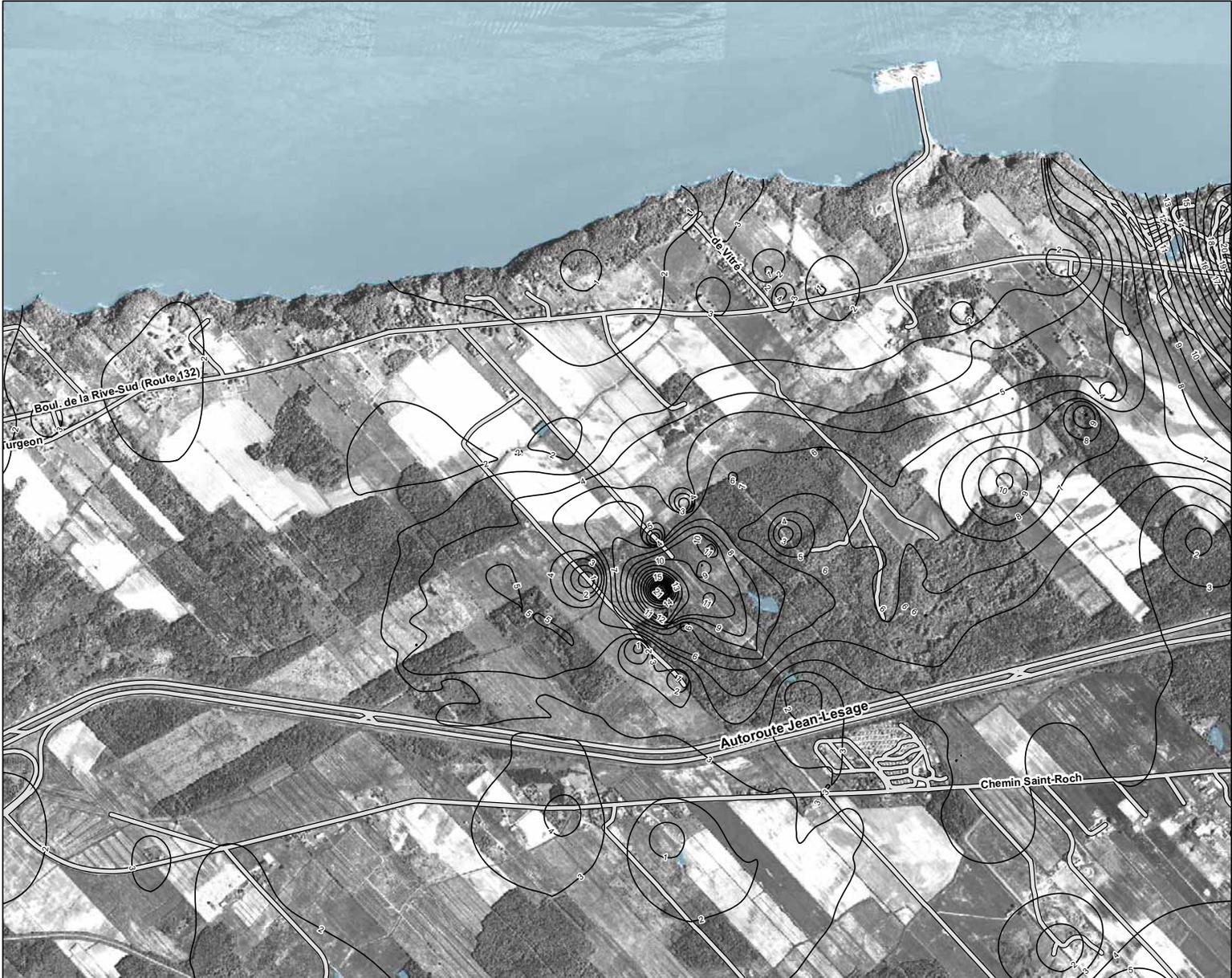
Projet / Project
IMPLANTATION D'UN TERMINAL DE GNL / IMPLEMENTATION OF AN LNG TERMINAL

<p>Client</p> 	<p>Consultant Directeur de projet / Project Director Yves Comtois</p> <p>Consultant  SNC-LAVALIN Environment</p>
---	---

<p>Échelle / Scale</p> 	<p>No. projet / Project #</p> <p style="text-align: center;">603737</p>
--	--

No.	yyyy/mm/dd	aaaa/mm/jj	Description	Dessiné/Drawn	Vérifié/Verified

Figure 3.4



Interprétation des données provenant du Système d'information hydrogéologique (SIH) du MDDEP (<http://www.mddep.gouv.qc.ca/resu/souterrains/sih/index.htm>) et de l'étude géotechnique de Tematech - mai 2005.

Titre / Title
Iso-épaisseur des formations superficielles / Superficial Formation Iso-contours

Projet / Project
IMPLANTATION D'UN TERMINAL DE GNL / IMPLEMENTATION OF AN LNG TERMINAL

Client	Consultant Directeur de projet / Project Director Yves Comtois
	Consultant 

Échelle / Scale 0 50 100 200m	No. projet / Project # 603737
---	---

No.	yyyy/mm/dd	aaaa/mm	Description	Dessiné/Drawn	Vérifié/Verified

4. RÉSULTATS DE L'INVENTAIRE

4.1 Caractéristiques des eaux souterraines

Formations aquifères

Les dépôts géologiques superficiels qui sont saturés d'eau étant de faible épaisseur, discontinus et constitués en profondeur de matériaux de granulométrie fine, ces derniers ne constituent pas un aquifère régional d'importance. Ces dépôts peuvent même agir comme aquitard localement selon leurs conditions (épaisseurs, perméabilité, niveau d'eau, etc.).

Le système d'information hydrogéologique (SIH) du MDDEP a été consulté pour obtenir les caractéristiques des puits du secteur (SLEI, 2006). La majorité des forages ont été effectués dans le roc à travers les dépôts meubles à des profondeurs variant entre 7 m et 122 m pour une moyenne de 45 m. Ces puits sont associés aux résidences identifiées dans la zone, ce qui suggère qu'ils servent à l'approvisionnement en eau.

Le socle rocheux, particulièrement dans les zones fracturées, constitue donc le principal aquifère régional. Dans la région à l'étude, il s'agit des formations sédimentaires de shale et mudstone avec alternance de grès qui forment des aquifères permettant généralement l'aménagement de puits de faible débit.

Les débits des puits, compilés à partir de la base de données du MDDEP, ont présenté des valeurs entre 1 et 470 l/min avec une moyenne de 35 l/min (SLEI, 2006). Parmi les 160 puits répertoriés, seulement 7 indiquaient des débits supérieurs à 100 l/min. Ces chiffres démontrent que les formations rocheuses de la zone d'étude présentent un potentiel aquifère limité.

Écoulement des eaux souterraines

Les niveaux des eaux souterraines ont été mesurés dans de nombreux puits et forages géotechniques dans le cadre des études précédentes. Ces levés ont permis d'obtenir une appréciation de la direction et de la vitesse d'écoulement des eaux souterraines dans l'aquifère du roc pour certaines zones spécifiques. Une comparaison entre la zone située près de la route 132 et l'emplacement prévu pour les réservoirs a indiqué une différence d'élévation du niveau de l'eau souterraine de près de 20 m, ce qui donnerait un gradient hydraulique horizontal de 0,020 m/m orienté en direction *nord*, soit vers le fleuve Saint-Laurent. Toutefois, cette piézométrie a été évaluée seulement à partir de groupes de puits très rapprochés (pour les besoins des études techniques) et en ce sens n'est peut-être pas représentative de la configuration réelle de la surface piézométrique. C'est pour cette raison qu'il a été décidé d'utiliser les valeurs de la profondeur de l'eau mesurée dans les puits pour produire une carte de la profondeur du niveau de l'eau. La profondeur du niveau d'eau des eaux souterraines permet de donner une appréciation sur la vulnérabilité de l'aquifère, élément qui est examiné dans cette étude.

La figure 4.1 présente les profondeurs du niveau de l'eau souterraine établies à partir des données historiques de la base de données et de celles mesurées dans les forages et puits effectués dans le cadre du projet. On constate que les niveaux sont pour la majorité du territoire peu profonds, soit moins de 5 m. Quelques profondeurs plus élevées sont observées dans le secteur *sud*, mais elles semblent correspondre avec une remontée de la topographie

dans ce secteur. Également, on note, tel qu'anticipé, des niveaux d'eau plus profonds à mesure que l'on s'approche de la falaise le long du fleuve.

Faciès hydrogéochimiques

Les analyses chimiques des éléments majeurs ont permis d'établir les faciès géochimiques des eaux souterraines échantillonnées dans les puits privés. Ces faciès témoignent des réactions qui se sont produites entre l'eau et les matériaux de l'aquifère permettant ainsi d'évaluer si les eaux proviennent du même système hydrogéologique. Une façon pratique pour déterminer les faciès est de représenter les principaux constituants de l'eau sous la forme de diagramme Piper. Ce dernier est présenté à la figure 4.2.

On constate que les concentrations des échantillons sont très dispersées dans le diagramme. Ils présentent un faciès variant de calcium-bicarbonates à sodium-bicarbonates. Les concentrations en ions bicarbonates sont plus étalées que celles en calcium, ce qui pourrait suggérer que les eaux ont été récemment en contact avec l'atmosphère, en termes hydrogéologiques.

On peut quand même faire quelques regroupements selon la profondeur des puits. Les échantillons qui ont été prélevés parmi les puits les plus profonds, soit plus de 50 m (#1, 3, 4, 5, 17 et 21) se démarquent avec un faciès plus sodique; les échantillons qui ont été prélevés parmi les puits les moins profonds, soit moins de 20 m (#8, 14, 15, 16, 20 et 23) se démarquent avec un faciès plus calcique; et les échantillons qui ont été prélevés parmi les puits entre 20 et 50 m de profondeur (#7, 9, 12, 13 et 22) présentent un faciès intermédiaire entre les deux. Ces résultats indiquent une tendance permettant de distinguer selon la profondeur des systèmes aquifères différents dans les dépôts superficiels et le roc profond, témoignant ainsi de la complexité du système aquifère en milieu de roche fissuré. Ceci peut donc expliquer en partie les différences observées dans les divers constituants chimiques des échantillons d'eau prélevés.

Notons que d'après l'étude de SLEI (2006), les caractéristiques des eaux de l'aquifère qui seront affectées par les activités de drainage correspondent aux caractéristiques de l'eau des puits de moins de 20 m.

Vulnérabilité des eaux souterraines

La vulnérabilité des eaux souterraines est souvent définie en fonction d'un indice qui reflète le niveau de risque de contamination de l'eau due à l'activité humaine. Différentes méthodes ont été développées au cours des dernières années afin d'évaluer la vulnérabilité des aquifères à la contamination telles que les méthodes EVARISK, GOD, DRASTIC, etc. La méthode DRASTIC demeure la méthode de détermination de l'indice de vulnérabilité des eaux souterraines la plus communément utilisée. Le *Règlement sur la qualité de l'eau potable* et le *Règlement sur le captage des eaux souterraines* du MDDEP se réfèrent à la méthode DRASTIC comme moyen d'évaluation de la vulnérabilité.

Méthode DRASTIC

La méthode DRASTIC a été élaborée par le National Water Well Association (Aller et al., 1987) pour le compte de l'agence de protection environnementale américaine (document EPA/600-2-87-035). Les sept lettres de l'acronyme DRASTIC représentent les facteurs déterminant la valeur de l'indice de vulnérabilité. Ces derniers sont, dans l'ordre :

D : *Depth to water table* ou profondeur de la nappe d'eau;

R : *Recharge* ou infiltration efficace;

A : *Aquifer media* ou milieu aquifère;

S : *Soil media* ou type de sol;

T : *Topography* ou pente du terrain;

I : *Impact of vadose zone* ou impact de la zone non-saturée ou vadose;

C : *Conductivity* ou conductivité hydraulique.

Ces sept (7) paramètres caractérisent, de façon schématique, les principales composantes d'une unité hydrogéologique locale en ses principales composantes, lesquelles influencent à différents degrés les processus de transport et d'atténuation des contaminants dans le sol. Une valeur numérique (poids paramétrique) comprise entre 1 et 5 reflète le degré d'influence de chacun d'eux.

À chacun des paramètres est aussi associée une cote variant de 1 à 10, définie en fonction d'intervalles de valeurs. La plus petite cote représente les conditions de plus faible vulnérabilité à la contamination. L'indice de vulnérabilité DRASTIC (ID) est déterminé, pour l'aquifère ciblé, par la somme des produits des poids pondérés par la cote correspondante :

$$ID = D_p D_c + R_p R_c + A_p A_c + S_p S_c + T_p T_c + I_p I_c + C_p C_c$$

À titre d'exemple, pour le paramètre D (profondeur de la nappe d'eau), D_p et D_c correspondent respectivement au poids et à la cote paramétrique.

L'indice de vulnérabilité DRASTIC correspond à un nombre dont la valeur croît avec le niveau de risque de contamination de l'aquifère. La gamme des poids et des cotes paramétriques décrites précédemment conduit à des valeurs minimale et maximale respectives de 23 et 226. Une valeur supérieure à 100 est considérée comme un aquifère vulnérable. L'indice DRASTIC est généralement exprimé en pourcentage.

Calcul de l'indice DRASTIC

Le tableau suivant présente une estimation moyenne (régionale) des différents paramètres de l'indice DRASTIC, tel qu'observés à partir des différents forages réalisés dans le secteur à l'étude. La sélection des valeurs est expliquée dans le tableau.

Quelques hypothèses ont été considérées pour définir les paramètres pour le calcul de l'indice DRASTIC. Bien que les niveaux d'eau mesurés dans les forages soient près de la surface, ils proviennent pour la majorité de puits profonds interceptant l'aquifère du roc. En ce sens, ils représentent davantage la surface piézométrique de l'aquifère du roc plutôt que la surface libre de la nappe phréatique qui se situerait elle, dans les dépôts de sable de surface. Ainsi la profondeur du roc est considérée comme le toit de l'aquifère.

De plus, les forages géotechniques détaillés ont démontré la présence à la surface du socle rocheux d'une unité très dense s'apparentant à un till. Il est ainsi fort probable que cette couche

agirait par endroits comme couche semi-confinante vis-à-vis de l'aquifère du roc, puisqu'elle est discontinue (zone d'affleurement rocheux).

Calcul de l'indice DRASTIC

DRASTIC	Justification	Poids	Cote	Estimation
D	Puisqu'il s'agit d'un aquifère semi-captif, une profondeur moyenne du toit de l'aquifère (base du till) a été retenue comme la profondeur du niveau d'eau, soit 3 m.	5	9	45
R	En considérant les normales climatiques de 1975 à 2000, le total annuel des précipitations reçues dans la région est de 1 214 mm. Puisque l'aquifère est recouvert de ce qui semble être un till, nous avons considéré un taux de 10% de recharge des précipitations annuelles, soit 121 mm.	4	6	24
A	La formation aquifère présente dans la zone à l'étude correspond aux zones fracturées d'une unité de roches sédimentaires peu perméables (alternance de lits de shale et de grès).	3	6	18
S	Les sols de cette région du Québec sont dérivés de matériaux sableux.	2	9	18
T	La topographie est relativement plate et estimée entre 1 et 2%, avec quelques petites collines.	1	9	9
I	L'impact de la zone vadose a été évalué en fonction du type de matériaux retrouvés en forage dans la zone non-saturée, soit une couche dense de sable et gravier (couche semi-confinante de till).	5	4	20
C	La valeur de conductivité hydraulique moyenne de l'aquifère principal a été estimée de l'ordre de 0,15 m/j (SLEI, 2006).	3	1	3
Total				137

Tel que le démontre le tableau, une valeur de l'indice DRASTIC de 137 ou 61% est attribuée à l'aquifère des formations rocheuses. Les eaux souterraines dans le secteur sont donc jugées comme ayant une vulnérabilité moyenne qui pourrait être plus élevée dans les zones d'affleurements. La présence d'une couche semi-confinante s'apparentant à un till sur une grande partie du territoire est l'élément qui assure une certaine protection à l'aquifère face à une contamination potentielle pouvant provenir de la surface.

4.2 Zone d'influence hydraulique des infrastructures

L'inventaire faisant l'objet de la présente étude est limité au secteur de l'aquifère qui sera potentiellement affecté par le drainage des infrastructures. Les limites de ce secteur ont été établies en examinant les résultats de l'étude de modélisation hydrogéologique (SLEI, 2006). La limite d'influence qui a été retenue pour fins d'inventaire est légèrement plus grande que la zone où des rabattements de 0,50 m sont anticipés. La zone d'influence est probablement plus petite en réalité compte tenu des caractéristiques de la zone d'étude qui imposent des limites physiques à l'écoulement des eaux souterraines (topographie, failles orientées SO-NE, stratification du roc quasi-vertical). La figure 4.3 présente la zone dont les niveaux de l'eau souterraine seraient potentiellement affectés par le drainage des excavations.

La zone étudiée couvre une superficie d'environ 4,44 km². Elle est limitée au *nord* par le fleuve Saint-Laurent; au *sud* elle s'étend légèrement plus loin que l'autoroute 20 et rejoint le Chemin Saint-Roch; à l'*est* elle rejoint la rue de Vitrée; et à l'*ouest* elle s'arrête 725 m à l'*est* de la jonction de la route 132 avec la rue Turgeon.

4.3 Personnes contactées

Soixante-trois (63) résidences ont été contactées dans la zone présumée d'influence hydraulique des infrastructures de drainage du projet Rabaska. Bien que toutes les résidences soient approvisionnées par des puits individuels, certaines sont reliées à un mini-aqueduc qui dessert plusieurs maisons.

Donc, sur un total de soixante-trois (63) personnes contactées, il a été possible d'en rencontrer 22 pour dresser l'inventaire. Trente-quatre (34) personnes ont refusé de faire inventorier leurs puits; certaines d'entre elles désirant attendre l'approbation du projet Rabaska avant de donner leur consentement, alors que d'autres ont refusé catégoriquement. Sept (7) personnes sur 63 étaient absentes lors de la prise de rendez-vous. Au final, vingt-trois (23 puits) ont été inventoriés dans la zone d'influence.

Le tableau 4.1 présente le sommaire des résultats de l'inventaire et des caractéristiques des puits, alors que la figure 4.3 présente la répartition spatiale des puits échantillonnés.

4.4 Utilisation

L'eau provenant des puits inventoriés est destinée dans tous les cas à l'usage domestique. Dans l'ensemble (21 puits sur 23), les puits desservent une seule résidence (entre 2 et 6 personnes), à l'exception des puits #1 et #18. Durant la saison estivale, le puits #1 approvisionne en eau potable les 200 sites du Camping Transit, tandis que le puits #18, propriété de la ville de Lévis, dessert 14 à 15 maisons mobiles. Hormis les résidents du camping Transit, les utilisateurs s'approvisionnent quotidiennement en eau dans les puits. Malgré les activités agricoles observées dans le secteur, aucun puits ne semble destiné à des opérations d'irrigation intensive.

Il est à noter qu'un propriétaire détient deux puits (#13 et #14) et que l'un des ces puits est muni d'une pompe manuelle qui ne fonctionne qu'en été. La moitié des puits est équipée de pompes submersibles, alors que l'autre est équipée de pompe de surface à turbine. Il est donc permis de penser que parmi les résidences qui n'ont pas été visitées, la proportion de pompes submersibles et de surface devrait être similaire.

Quelques puits possèdent des systèmes de traitement de l'eau. Le puits #1 desservant un camping a un système de chloration avec un adoucisseur et des filtres (céramique et charbon). Le puits desservant le parc de maisons mobiles (#18) a un système de chloration, un adoucisseur et des filtres sur cartouche. Une autre résidence (#3) a un système de traitement par ultra-violet.

4.5 Qualité de l'eau

L'échantillonnage des puits des résidences a permis d'évaluer la qualité de l'eau souterraine. Un seul puits parmi les 23 puits inventorié n'a pu être échantillonné car le puits était inactif

depuis plusieurs mois (#6). De plus, l'échantillon du puits #3 a été prélevé et analysé malgré le fait que l'eau soit passée à travers un système de traitement (cette information nous a été transmise après la demande d'analyse). Les résultats des analyses chimiques des échantillons d'eau souterraine sont présentés au tableau 4.2.

On constate sur le tableau que l'eau des puits est en général de très bonne qualité pour les paramètres physico-chimiques. La majorité des paramètres analysés n'excèdent pas les normes de qualité édictée dans les *Règlement sur la qualité de l'eau* du MDDEP, à l'exception du fer pour 2 puits sur 23 (#1 et 20), du manganèse pour 3 (#1, 18 et 20), et du baryum et sodium pour un puits (#1). Il est à noter qu'aucune contamination par des produits pétroliers n'a été détectée.

Notons que les puits #1 et #18 possèdent des systèmes d'adoucisseur d'eau qui réduisent principalement les concentrations en fer et manganèse dans l'eau avant la consommation. Aucun résultat d'analyse chimique sur la qualité de l'eau à la sortie de ces systèmes n'est disponible puisque cela ne faisait pas partie du mandat d'évaluation des caractéristiques naturelles des eaux souterraines.

Toutefois, on note de nombreux dépassements des normes en ce qui concerne les paramètres microbiologiques, soit les coliformes fécaux (7 échantillons sur 22); les coliformes totaux (12 échantillons sur 22); les entérocoques (10 échantillons sur 22); les bactéries atypiques (13 échantillons sur 22); et *E.coli* (7 échantillons sur 22). L'origine de cette contamination ne peut être confirmée dans le cadre de ce mandat, mais les polluants étant des microorganismes, il est possible que la contamination provienne des fosses septiques des résidences ou d'infiltration d'eau contaminée à partir de la surface.

Les résultats des analyses chimiques ont démontré que plusieurs puits avaient des concentrations élevées en coliformes fécaux et totaux. Malgré la vulnérabilité moyenne de l'aquifère, il est possible que cette contamination soit associée à un isolement inadéquat des puits ou une contamination entre le puits et la surface. La détermination de l'origine exacte de cette contamination dépasse le cadre de cette étude. Les propriétaires ont été avisés des concentrations de paramètres microbiologiques excédant les normes du *RQEP* car cette situation est préoccupante pour leur santé.

4.6 Sources de contamination potentielles

Lors des activités d'inventaire, il a été possible d'identifier des sources ponctuelles et diffuses, susceptibles de contaminer l'eau souterraine dans le secteur à l'étude. L'information sur la présence de ces sources potentielles est indiquée au tableau 4.3.

Sources ponctuelles de contamination

Les sources ponctuelles de contamination qui ont été identifiées consistent principalement en des réservoirs d'hydrocarbures (rappelons toutefois qu'aucune contamination par les hydrocarbures n'a été notée) et des fosses septiques aménagées autour des résidences.

Parmi les puits inventoriés, trois (#2, #11 et #21) sont situés à proximité d'un réservoir contenant de l'huile à chauffage et un puits (#9), à proximité d'un réservoir contenant des produits pétroliers. Situés au sud de la route 132 (boul. de la Rive-Sud), les réservoirs de produits pétroliers appartiennent au garage localisé en face de la résidence inventoriée. En ce

qui concerne les réservoirs d'huile à chauffage, seulement le puits #12 est situé très près du réservoir (à moins de 5 m). Ces réservoirs représentent donc une source de contamination potentielle dans l'éventualité où il y aurait une fuite induite, par exemple, par la corrosion des réservoirs.

19 puits sur 23 se trouvent près de fosses septiques qui représentent une source de contamination potentielle. Il a été aussi observé que le puits #16 dont la margelle est très près de la surface est plus vulnérable à l'infiltration d'eau contaminée par l'ouverture, notamment par l'épandage de sels de déglacage sur la chaussée de la route 132.

Sources diffuses de contamination

Parmi les sources diffuses de contamination potentielle, on retrouve les engrais et les pesticides, utilisés pour la culture de la pomme de terre, qui peuvent s'infiltrer dans les eaux souterraines. Plusieurs résidences inventoriées sont situées près de ce type de culture (#3, 8, 11, 20 et 23). Sur le terrain du puits #19, on trouve un petit verger dont la culture pourrait nécessiter l'emploi de pesticides et d'engrais pouvant également contaminer les eaux souterraines par infiltration.

Tableau 4.1 Caractéristiques des puits inventoriés

No puits	Année de Réalisation	Usage			Nombres d'individus desservis	Lieu d'échantillonnage	Profondeur estimée	Niveau d'eau	Tubage externe	Diamètre	Pompe			
		Domestique	Irrigation	Autre			m	m	m	mm	Type	Profondeur m	Débit estimé m ³ /hre	Fréquence d'usage
1	1980	x		alimentation du camping	200 sites	Avant système de traitement	~57,91	-	-	203,2	submersible 3HP	45,72	1,65	saison estivale
2	entre 1960 et 1970	x			2	robinet intérieur	-	-	-	152,4	turbine	surface	suffisant	quotidienne
3	1998	x			2	robinet extérieur	73,46	-	3,66	152,4	submersible 3HP	64	-	quotidienne
4	1997	x			5	robinet intérieur	60,96	3	2,13	152,4	submersible 3HP	54,86	suffisant	quotidienne
5	~1996	x			3	robinet intérieur	91,44	-	-	152,4	submersible	-	-	quotidienne
6	1996	x			4	-	~68.58	20 à 30	sol	152,4	submersible	~ 60.96	0,95	quotidienne
7	1981	x			4	robinet intérieur	29,57	1,85	~4.57	152,4	turbine	surface	-	quotidienne
8	1961	x			2	robinet intérieur	12,19	-	-	152,4	turbine	surface	suffisant	quotidienne
9	1992	x			4	robinet extérieur	38,1	-	-	20,32	submersible	-	-	quotidienne
10	~1965	x			5	robinet intérieur	-	-	-	152,4	submersible	-	-	quotidienne
11	-	x			2	robinet intérieur	-	près de la surface	-	~152.4	turbine	surface	suffisant	quotidienne
12	1954 (maison)	x			2	robinet extérieur	25,91		~0.9 à 1.22	152,4	turbine	surface	-	quotidienne
13	~1970	x			4	robinet intérieur	~30	-	-	-	turbine	surface	-	quotidienne
14	-	x			4	sortie de la pompe manuelle	entre 7 et 10	-	-	152,4	manuelle	surface	-	saison estivale
15	~1970	x			6	robinet intérieur	Entre 9 et 12	-	4,57	152,4	turbine	surface	suffisant	quotidienne
16	-	x			5	robinet intérieur	~18.29	-	-	152,4	turbine	surface		quotidienne
17	1984	x			2	robinet intérieur	68,58	3	~1.83	152,4	submersible	60.96'	0,2	quotidienne
18	-	x			~14 ou 15 résidences	robinet eau brute	-	-	-	-	-	-	0.41-0.63	quotidienne
19	1999	x			2	robinet extérieur	30,48	22,86	2	152,4	submersible	27,34	1,82	quotidienne
20	~1960	x			3	robinet extérieur	~3.05	1,22	3	1066,8	turbine	surface	suffisant	quotidienne
21	1997	x			2	robinet intérieur	67,06	6	12,19	152,4	submersible	57.91'	0,38	quotidienne
22	1939	x			3	robinet intérieur	27,43	-	~3	152,4	submersible	~12.19'	-	quotidienne
23	1960	x			2	robinet intérieur	~15.24	-	-	152,4	turbine	surface	-	quotidienne

Tableau 4.2 : Résultats des analyses chimiques des échantillons d'eau souterraine

Groupe	Paramètre	Unités	Critère du MDDEP ou autre source	Règlement sur la qualité de l'eau potable	01	02	03	04	05	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
					2006-08-22	2006-08-22	2006-08-22	2006-08-21	2006-08-17	2006-08-15	2006-08-14	2006-08-14	2006-08-14	2006-08-14	2006-08-14	2006-08-14	2006-08-14	2006-08-14	2006-08-15	2006-08-15	2006-08-18	2006-08-16	2006-08-16	2006-08-16	2006-08-16	2006-08-16
Paramètre microbiologique	Bactéries atypiques	UFC/100 mL		200	6	> 200	> 200	> 200	> 200	0	110	23	69	> 200	0	> 200	160	130	> 200	58	0	26	> 200	> 200	> 200	6
	Coliformes fécaux	UFC/100 mL		0	0	0	1	0	0	0	0	0	> 60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	5	0
	Coliformes totaux	UFC/100 mL		10	1	13	20	64	0	19	7	10	58	0	> 80	24	12	15	21	0	0	11	7	7	0	0
	Entérocoques	UFC/100 mL		0	0	41	> 100	> 100	0	0	0	0	0	0	76	0	7	7	16	1	0	0	> 100	0	> 100	0
	Escherichia coli	UFC/100 mL		0	0	0	1	0	0	0	0	0	> 60	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	2	5	0
	Aluminium (Al)	µg/L			30	< 10	10	30	110	30	10	< 10	10	210	10	< 10	20	< 10	10	170	320	< 10	< 10	20	20	< 10
	Antimoine (Sb)	µg/L		6	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Argent (Ag)	µg/L			< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	
Arsenic (As)	µg/L			< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2	< 1	< 1	< 1	
Azote ammoniacal (en N)	µg/L			310	< 20	< 20	< 20	200	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	100	260	< 20	20	< 20	< 20	< 20	
Baryum (Ba)	µg/L		1000	2370	160	170	170	230	110	170	210	90	360	60	200	370	240	130	50	550	< 10	110	300	270	260	
Béryllium (Be)	µg/L			< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	
Bicarbonates (en CaCO3)	µg/L			240000	81000	92000	60000	150000	78000	73000	84000	28000	93000	92000	86000	81000	110000	52000	130000	250000	150000	150000	110000	110000	43000	
Bicarbonates (en HCO3)	µg/L			300000	99000	110000	75000	180000	95000	90000	100000	34000	110000	110000	100000	99000	130000	63000	150000	310000	180000	190000	130000	130000	52000	
Bismuth (Bi)	µg/L			< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	
Bore (B)	µg/L			270	20	20	50	360	40	50	20	20	110	140	20	20	< 20	30	200	310	30	20	50	70	20	
Bromures	µg/L			800	100	< 100	100	100	< 100	100	< 100	100	100	< 100	200	100	< 100	100	< 100	200	< 100	100	100	100	100	
Cadmium (Cd)	µg/L		5	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	
Calcium (Ca)	µg/L			33300	32700	33400	9710	1100	25600	29900	34100	9600	12900	30800	33600	27800	31700	18300	590	10600	30	61700	24100	18700	26000	
Chlorures (Cl)	µg/L	Santé Canada	250000	250000	35000	1700	9800	86000	14000	3800	25000	11000	30000	2000	63000	45000	3700	24000	3500	97000	1300	6900	25000	26000	2000	
Chrome (Cr)	µg/L		50	2	1	1	1	1	< 1	< 1	1	1	1	1	1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	
Cobalt (Co)	µg/L			< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	
Conductivité	µS/cm	OMS	1500	1310	406	223	229	788	270	283	382	193	355	361	437	377	248	275	386	818	312	356	338	312	186	
Cuivre (Cu)	µg/L	Santé Canada	1000	1	35	37	4	3	220	9	14	81	9	46	12	2	48	36	1	9	1	46	65	34	34	
Cyanures Totaux	mg/L CN		200	< 0,005	< 0,005	0,011	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,023	0,023	0,058	0,005	0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	
Durété (CaCO3)	µg/L			100000	120000	120000	37000	4000	85000	110000	120000	34000	49000	130000	120000	93000	120000	61000	2000	35000	< 1000	190000	86000	68000	84000	
Etain (Sn)	µg/L			< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	
Fer (Fe)	µg/L		300	1400	30	40	40	130	70	10	< 10	20	110	10	10	60	40	40	130	250	30	340	40	50	60	
Fer dissous	µg/L			400	< 20	< 20	< 20	170	30	< 20	< 20	50	100	20	< 20	< 20	< 20	30	90	150	< 20	250	20	30	40	
Fluorure (F)	µg/L		1500	520	< 50	50	70	640	60	80	< 50	< 50	110	230	< 50	50	< 50	60	210	360	50	< 50	100	120	< 50	
Lithium (Li)	µg/L			4250	8330	8630	3090	320	5160	7730	8660	2470	4040	12800	9340	5820	9400	3610	140	2170	< 10	9380	6270	5150	4560	
Magnésium (Mg)	µg/L			4250	8330	8630	3090	320	5160	7730	8660	2470	4040	12800	9340	5820	9400	3610	140	2170	< 10	9380	6270	5150	4560	
Manganèse (Mn)	µg/L		50	846	< 5	5	16	12	< 5	< 5	6	14	7	< 5	6	6	10	13	78	14	102	16	8	7	7	
Manganèse dissous	µg/L			670	< 1	< 1	13	5	4	< 1	< 1	8	1	< 1	< 1	< 1	< 1	6	5	70	< 1	90	3	3	2	
Mercurure (Hg)	µg/L		1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,2	< 0,1	0,1	0,2	0,6	0,2	< 0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	
Molybdène (Mo)	µg/L			< 1	< 1	< 1	1	3	< 1	1	< 1	1	1	< 1	< 1	< 1	< 1	3	1	< 1	1	3	< 1	< 1	< 1	
Nickel (Ni)	µg/L			< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	
Nitrites-Nitrites (en N)	µg/L			40	7000	460	740	< 20	2300	5600	7700	2900	2800	900	8000	3400	430	3400	< 20	< 20	220	< 20	2500	620	4500	
Phosphore Total (P)	µg/L			40	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 200	< 200	< 200	< 200	< 200	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	
Plomb (Pb)	µg/L		10	< 1	1	1	< 1	< 1	< 1	< 1	1	3	< 1	1	< 1	< 1	< 1	2	< 1	1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	
Potassium (K)	µg/L			3100	1200	1300	2300	1400	1400	1800	1500	900	3000	2400	1700	3100	1200	1000	1000	2800	< 500	1200	2100	2000	1100	
Sélénium (Se)	µg/L		10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	
Sodium (Na)	µg/L	Santé Canada	200000	227000	32500	34500	32300	171000	24000	15400	29700	25600	57800	25400	41000	38900	5000	35200	92900	176000	81000	4800	40200	42800	3100	
Solides en suspension (MES)	µg/L			3000	< 1000	< 1000	< 1000	< 1000	< 1000	< 1000	< 1000	< 1000	< 1000	< 1000	< 1000	< 1000	< 1000	< 1000	< 1000	< 1000	4000	< 1000	< 1000	< 1000	< 1000	
Strontium (Sr)	µg/L			1000	250	260	360	100	200	410	440	100	580	400	340	890	240	120	30	560	< 10	290	610	740	210	
Sulfates (SO4)	µg/L	Santé Canada	500000	55000	41000	27000	31000	26200	29000	33200	31200	28000	22400	71300	35000	20000	31300	26000	30000	21000	28000	20000	16000	16000	25000	
Thallium (Tl)	µg/L							< 1	< 1						< 1	< 1									< 1	
Titane (Ti)	µg/L			3	2			< 1	< 1	< 1	< 1	4	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	
Turbidité	UTN			3,8	0,1	0,4	0,7	6,6	2,2	0,2	0,1	0,4	2,1	0,4	0,2	0,6	0,3	0,5	3,9	10	0,1	1,7	0,6	1,2	0,5	
Vanadium (V)	µg/L			< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	
Zinc (Zn)	µg/L	Santé Canada	5000	< 10	30	20	< 10	< 10	20	10	20															

Tableau 4.3 Sources de contamination potentielle identifiée lors de l'inventaire

No Puits	Système de traitement d'eau	Réservoir	Produits du réservoir	Fosses septiques	Activités réalisées	Autres
1	Oui				Camping	
2	Non	X	huile à chauffage	X		
3	Oui			X		Culture de la pomme de terre au sud
4	Non			X		
5	Non			X		
6	Non			X		
7	Non			X		
8	Non			X		Culture de la pomme de terre et garage transport Martel et fils en périphérie
9	Non	X	produits pétroliers	X		
10	Non			X		
11	Non	X	huile à chauffage	X	Parking d'autobus scolaire	Culture de la pomme de terre au sud
12	Non			X		
13	Non			X		
14	Non					
15	Non			X		
16	Non			X		Margelle très près de la surface
17	Non			X		
18	Oui				Parc de maisons mobiles	
19	Non				Pommiculture	
20	Non			X		Culture de la pomme de terre
21	Non	X	huile à chauffage	X		
22	Non			X		
23	Non			X		Culture de la pomme de terre
Total :		4		19		

Figure 4.1



- Limite municipale / Municipal Boundary
- Zone potentiellement influencée par le drainage des infrastructures selon le résultat de la modélisation / Zone Potentially Affected by the Infrastructure Drainage defined from the modélisation
- ◆ Puits inventorié / Well inspected

Titre / Title

Puits inventoriés / Inspected Wells

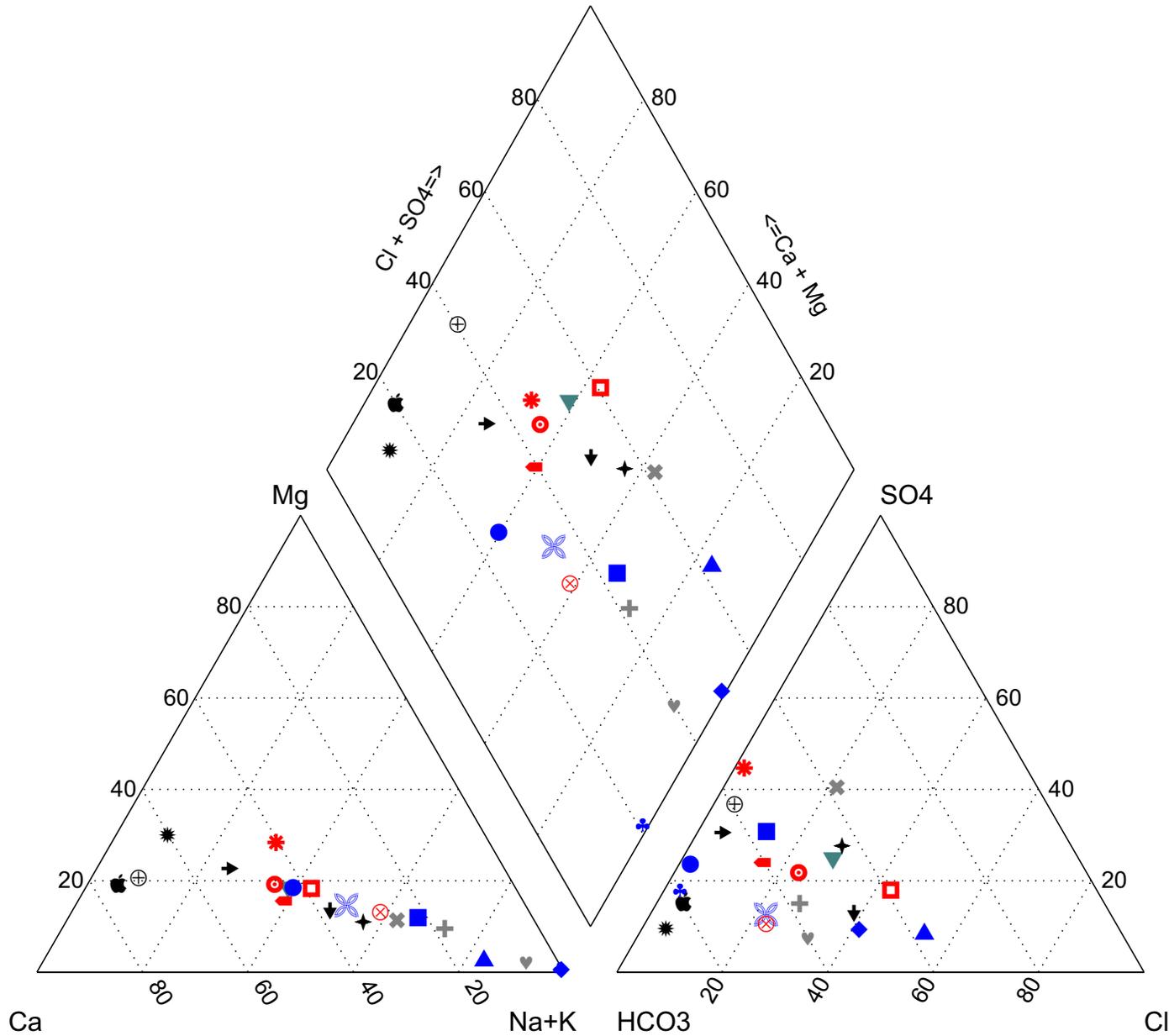
Projet / Project
IMPLANTATION D'UN TERMINAL DE GNL / IMPLEMENTATION OF AN LNG TERMINAL

 Client	Consultant Directeur de projet / Project Director Yves Comtois
 Consultant	Consultant No. projet / Project # 603737

Echelle / Scale
 0 50 100 200m

No.	yyyy/mm/dd	aaaa/mm/jj	Description	Dessiné/Drawn	Vérifié/Verified

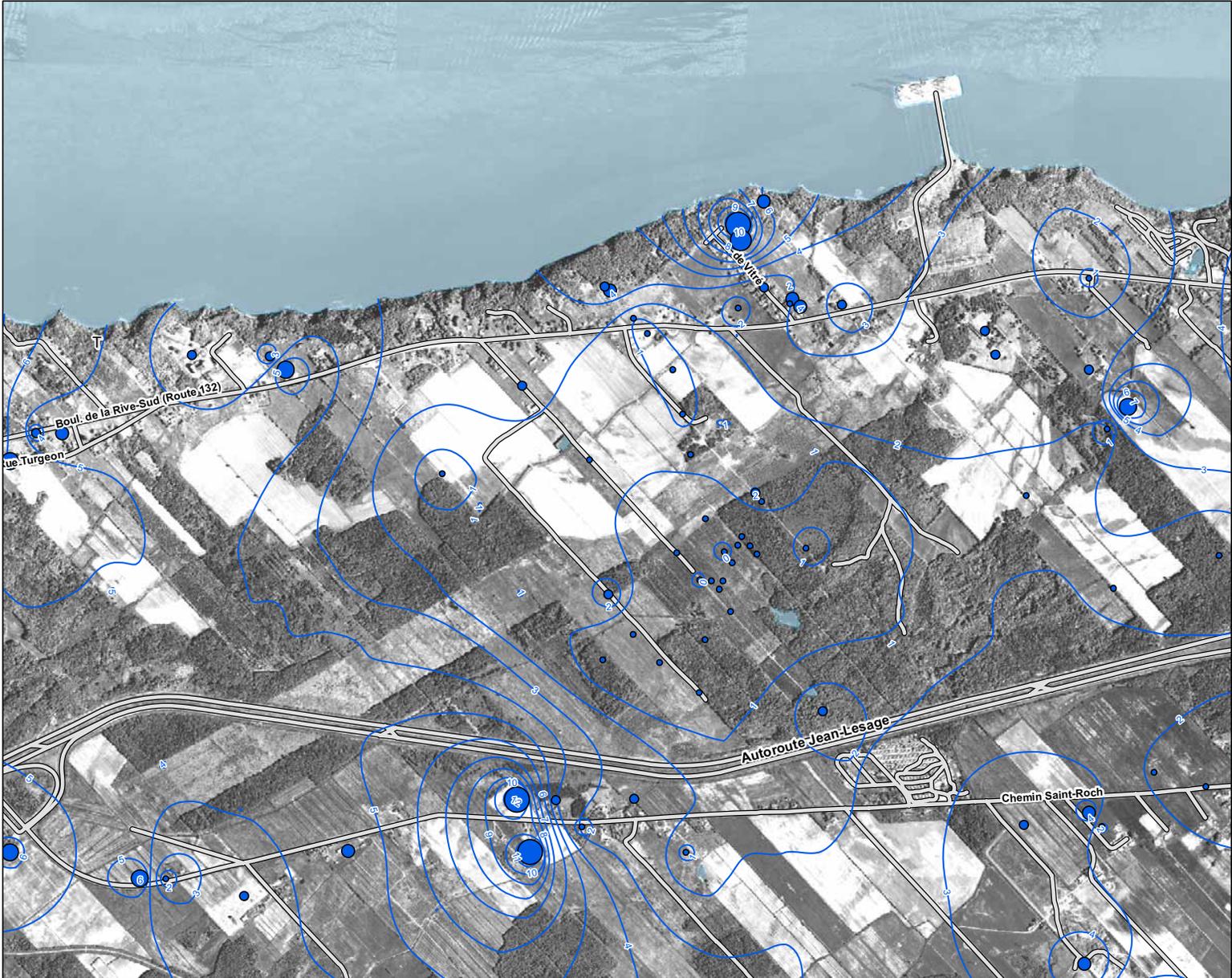
Figure 4.2



- | Puits / Well | Profondeur / Depth |
|--------------|--------------------|
| → 08 | < 20 m |
| ▼ 14 | |
| * 15 | |
| ✦ 16 | |
| ⊕ 23 | |
| ◄ 07 | 20 - 50 m |
| ⊙ 09 | |
| * 12 | |
| ◻ 13 | |
| ⊗ 22 | |
| ▲ 01 | > 50 m |
| ● 03 | |
| ■ 04 | |
| ◆ 05 | |
| ♣ 17 | |
| ♣ 21 | |
| ▼ 02 | |
| × 10 | Inconnue / Unknown |
| + 11 | |
| ♥ 18 | |

Titre / Title Diagramme de Piper Piper Plot	
Projet / Project IMPLANTATION D'UN TERMINAL DE GNL / IMPLEMENTATION OF AN LNG TERMINAL	
Client 	Consultant Directeur de projet / Project Director Yves Comtois
	Consultant 
Echelle / Scale Pas à l'échelle / Not to scale	No. projet / Project # 603737
No.	www/mvdd_aaaa/mmm/
Description	Dessiné/Drawn
	Vérifié/Verified

Figure 4.3



----- Limite municipale / Municipal Boundary

— Courbe piézométrique / Piezometric Contour

Profondeur des niveaux d'eau / Depth of Water Levels (m)

- < 2.0
- 2.0 - 4.0
- 4.0 - 6.0
- 6.0 - 8.0
- 8.0 - 10.0
- > 10.0

Interprétation des données provenant du Système d'information hydrogéologique (SIH) du MDDEP (<http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/souterraines/sih/index.htm>) et de l'étude géotechnique de Terrainch - mai 2005.

Titre / Title
Profondeur des niveaux d'eau / Depth of Water Level

Projet / Project
IMPLANTATION D'UN TERMINAL DE GNL / IMPLEMENTATION OF AN LNG TERMINAL



Consultant
Directeur de projet / Project Director
Yves Comtois



Consultant
No. projet / Project #
603737

Échelle / Scale
0 50 100 200m

No.	yyyy/mm/dd	aaaa/mm	Description	Dessiné/Drawn	Vérifié/Verified

5. PROGRAMME DE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES

Un Programme de suivi des eaux souterraines sera mis en place dans le cadre du Plan de Gestion Environnementale (PGE) du projet Rabaska.

Plus spécifiquement, les objectifs du PGE pour les eaux souterraines, sont de :

- s'assurer que les activités du projet réalisées pendant la construction et l'exploitation du site n'affecteront pas la disponibilité et la qualité de l'eau souterraine des utilisateurs actuels et futurs de la ressource; et
- établir les actions correctives à mettre en place le cas échéant si des impacts sont appréhendés ou se produisent durant l'opération du site.

5.1 Phase pré-construction

Durant la phase préparatoire à la construction des installations, des études complémentaires seront menées pour compléter les informations sur les eaux souterraines. Elles porteront sur :

Inventaire des puits privés des résidences potentiellement affectées par le projet :

L'inventaire qui a fait l'objet de la présente étude devra être repris et complété dans la mesure où une plus grande participation est anticipée, si le projet va de l'avant. D'autres fiches d'inventaire seront alors complétées qui comprendront l'information suivante : les caractéristiques des puits (type, profondeur, diamètre, débits estimés, aménagement), le type de pompe, l'information sur les propriétaires (usages, nombre d'utilisateurs desservis, etc.).

Établissement d'un réseau piézométrique : Un réseau de suivi de l'eau souterraine constitué de 10 puits sera mis en place afin de suivre l'évolution du niveau (mensuellement) et de la qualité de l'eau souterraine (quatre fois par année) en mesurant les paramètres suivants : (pH, Conductivité, Matières en suspension (MES), Nitrate, Nitrite, Azote ammoniacale, Phosphore total, Sulfates (SO₄), Hydrocarbures Pétroliers (C₁₀-C₅₀), Fluorure (F), Aluminium (Al), Antimoine (Sb), Argent (Ag), Arsenic (As), Baryum (Ba), Cadmium (Cd), Calcium (Ca), Chrome (Cr), Cobalt (Co), Cuivre (Cu), Manganèse (Mn), Molybdène (Mo), Nickel (Ni), Plomb (Pb), Potassium (K), Sélénium (Se), Bactéries atypiques, Coliformes totaux, Coliformes fécaux, Escherichia coli (MPN), Cyanures Totaux, Dureté (CaCO₃).

Le réseau sera complété par un échantillonnage deux fois par année des puits privés qui accepteront de faire parti du suivi. Potentiellement, les 23 puits échantillonnés pourraient faire partie du suivi ainsi que les autres futurs participants. Les paramètres d'analyses chimiques seront les mêmes que pour le réseau de suivi de base de 10 puits d'observation.

5.2 Surveillance environnementale en construction

Afin de s'assurer du respect des exigences liées aux autorisations gouvernementales et d'évaluer les effets environnementaux des activités de construction, le Directeur Environnement (Rabaska) mettra en place un programme de suivi environnemental dont une des composantes sera la surveillance des eaux souterraines. Ce suivi visera à :

- continuer le suivi de l'eau souterraine grâce au réseau constitué de 10 puits et les puits privés mis en place à l'étape pré-construction selon les mêmes modalités;
- assurer la protection des eaux souterraines en démantelant et en scellant les puits de forages géotechniques afin d'éviter que des eaux de surface soient acheminées vers la nappe d'eau souterraine;

5.3 Phase exploitation

Afin de permettre à Rabaska d'avoir constamment une connaissance à jour des effets de ses activités sur l'environnement et de pouvoir prendre les mesures correctives le cas échéant, il est prévu qu'un système de gestion environnemental sera mis en place au début du projet. Le programme de suivi des eaux souterraines consistera essentiellement à continuer d'exploiter le réseau des dix puits mis en place à l'étape pré-construction selon les mêmes modalités. Ce réseau permettra aussi le suivi de la qualité et de la disponibilité des eaux des puits domestiques susceptibles d'être affectés par les activités de drainage et permettra d'évaluer l'impact du projet sur la qualité des eaux souterraines. Le suivi environnemental permettra de vérifier l'efficacité des mesures d'atténuation mises en place et de s'assurer de minimiser dans la mesure du possible les impacts environnementaux du projet.

Le programme de suivi sera revu régulièrement afin de s'assurer de sa pertinence et qu'il n'y a pas de nouveaux éléments qui mériteraient une attention particulière. Ce programme portera entre autres sur les conditions hydrogéologiques et la qualité de l'eau potable (puits des riverains et sur le terminal).

Dans le cas où il serait démontré que les activités du projet Rabaska auraient diminué l'accès à la ressource en eau souterraine (baisse de débit ou baisse importante du niveau d'eau), et dans la mesure où les puits continueront à être utilisés, Rabaska procédera au remplacement ou à l'approfondissement des puits des particuliers ou à la modification ou au remplacement des équipements de pompage.

Dans le cas où il serait démontré que les activités du projet de Rabaska auraient causé une contamination de l'eau, Rabaska procéderait à l'installation d'un système de traitement de l'eau approprié ou au creusage d'un nouveau puits.

Les solutions proposées seront adaptées au cas par cas en fonction du problème constaté. Rappelons que dans le cadre d'une entente avec Rabaska intervenue à l'été 2006, la ville de Lévis s'est engagée à mettre en place un aqueduc pour desservir les résidences le long de la route 132.

6. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Dans le cadre des activités d'évaluation environnementale du projet Rabaska, l'inventaire hydrogéologique réalisé pour la présente étude a permis de tirer les conclusions suivantes :

- Le socle rocheux, particulièrement dans les zones fracturées, constitue le principal aquifère régional. Il s'agit des formations sédimentaires de shale et mudstone avec alternances de grès qui forment des aquifères permettant généralement l'aménagement de puits de faible débit. Les dépôts géologiques superficiels qui sont saturés d'eau étant de faible épaisseur, discontinus et constitués en profondeur de matériaux de granulométrie fine, ces derniers ne constituent pas un aquifère régional d'importance et pourraient même agir comme aquitard localement selon les conditions.
- Une valeur d'indice DRASTIC de 137 ou 61% a été estimée pour déterminer le degré de vulnérabilité de l'aquifère des formations rocheuses. Les eaux souterraines dans le secteur sont donc jugées comme ayant une vulnérabilité moyenne qui peut être plus élevée dans les zones d'affleurement rocheux. La présence d'une couche semi-confinante, s'apparentant à un till, sur une grande partie du territoire est l'élément qui assurerait une certaine protection naturelle à l'aquifère face à une contamination potentielle pouvant provenir de la surface.
- La présente étude a permis d'estimer le secteur de l'aquifère dont le niveau serait potentiellement affecté par le drainage des infrastructures du projet. La limite d'influence qui a été retenue est légèrement plus grande que la zone où des rabattements de 0,50 m sont anticipés d'après les résultats de l'étude de modélisation hydrogéologique (SLEI, 2006) réalisée pour l'étude technique. La zone étudiée couvre une superficie d'environ 4,4 km². Il est probable que la superficie réelle de la zone d'influence soit inférieure compte tenu des conditions physiques du secteur.
- La zone d'étude est caractérisée par un territoire essentiellement péri-urbain et agricole. Les résidents de la zone d'étude sont tous approvisionnés à partir de puits et il n'y a pas de services d'aqueduc. Malgré les activités agricoles observées dans le secteur, aucun puits ne semble destiné à des opérations d'irrigation intensive.
- Les propriétaires de soixante-trois (63) résidences ont été contactés dans la zone présumée d'influence hydraulique des infrastructures de drainage du projet Rabaska. De ce nombre, il a été possible d'en visiter 22 pour dresser l'inventaire (dont une ayant 2 puits). Trente-quatre (34) personnes ont refusé de faire inventorier leurs puits; certaines d'entre elles désirant attendre l'approbation du projet Rabaska avant de donner leur consentement, alors que d'autres ont refusé catégoriquement. Sept (7) personnes sur 63 étaient absentes lors de la prise de rendez-vous. Au final, vingt-trois (23 puits) ont été inventoriés et échantillonnés dans la zone présumée d'influence.
- L'échantillonnage des puits des résidences a permis d'évaluer la qualité de l'eau souterraine. On constate que l'eau des puits est en général de très bonne qualité pour les paramètres physico-chimiques. Toutefois, on note des dépassements des normes pour de nombreux puits privés en ce qui concerne les paramètres microbiologiques, soit les coliformes fécaux; les coliformes totaux; les entérocoques; les bactéries atypiques; et l'*E. coli*. L'origine de cette contamination ne peut être confirmée dans le cadre de ce mandat, mais les polluants étant de nature microbiologique, il est possible que la

contamination provienne des fosses septiques des résidences qui ont été inventoriées durant l'étude. Malgré la vulnérabilité moyenne de l'aquifère, il est également possible que cette contamination soit associée à un isolement inadéquat des puits ou une contamination entre le puits et la surface. Les propriétaires concernés ont été avisés des résultats d'analyse de l'eau de leur puits.

- Un plan de suivi des eaux souterraines a été élaboré. Il comprend le suivi des niveaux d'eau et de leur qualité dans des puits d'observation qui devront être installés avant le début des travaux de construction ainsi que dans des puits privés.

Suite aux conclusions énoncées plus haut, il est recommandé de procéder aux actions suivantes :

- Une fois le projet approuvé, compléter l'inventaire des puits privés et l'échantillonnage de l'eau auprès des autres usagers de la ressource qui accepteront de participer au programme de suivi.
- Refaire l'échantillonnage des puits ayant démontré un dépassement des normes du RQEP pour les paramètres microbiologiques en faisant les analyses chimiques seulement pour les paramètres microbiologiques .
- Mettre en place le programme de suivi de la qualité des eaux souterraines.

7. ÉQUIPE DE PROJET

Les travaux de terrain ont été effectués par M. Jonathan Boivin, technicien en environnement de SLEI, sous la supervision de M. Martin Stapinsky, géol., M.Sc., Ph. D. Hydrogéologue senior de SLEI. Les activités d'analyse spatiale et cartographique ont été effectuées par M. Mathieu Arcand, B.Sc., D.E.S.S., analyste en géomatique.

Ce rapport, qui a été préparé par M. Martin Stapinsky assisté par Caroline-Anne Perreault, a été vérifié par M. Yves Comtois, M.Sc. Le rapport est conforme à l'exécution des travaux et est assujéti aux conditions et limitations jointes à la page suivante.

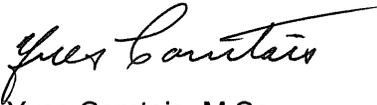
SNC♦LAVALIN Environnement inc.

Préparé par :



Martin Stapinsky, géol., M.Sc., Ph.D.
Hydrogéologue senior
Projets environnementaux

Vérifié par :



Yves Comtois, M.Sc.
Directeur de projets
Projets environnementaux

8. **RÉFÉRENCES**

GLOBENSKY, Y., 1987. Géologie des Basses-Terres du Saint-Laurent. MM-85-02, Ministère de l'Énergie et des Ressources.

MDDEP, 2005. Règlement sur la qualité de l'eau potable, Publications du Québec.

MDDEP, 2002. Règlement sur le captage des eaux souterraines Publications du Québec

MDDEP, 1995. Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales, Cahier 3 - Échantillonnage des eaux souterraines.

SLEI, 2006. Hydrogeological Characterization at Two Proposed Excavations Sites, Rabaska Project, No 604140, prepared for Rabaska Limited Partnership - Confidential

TERRATECH, 2005. Geotechnical Site Study Report (Phase 2) – Rabaska – LNG Receiving Terminal West Option Site, Levis, Quebec, Our File : T-1050-B (603333-KELL), prepared for Rabaska Limited Partnership

RAPPORT D'ÉTUDE DE CARACTÉRISATION

CONDITIONS GÉNÉRALES ET LIMITATIONS

A. UTILISATION DU RAPPORT

- A.1 Les données factuelles, les interprétations et les recommandations contenues dans ce rapport se rapportent à un projet spécifique tel que décrit dans le rapport et ne s'appliquent à aucun autre projet ni autre site. Si le projet est modifié du point de vue conception, emplacement ou élévation, SNC-LAVALIN Environnement inc. (SLEI) devrait être consultée de façon à confirmer que les recommandations déjà données sont encore valides.
- A.2 A moins d'avis contraire, l'interprétation des données, les commentaires et les recommandations contenus dans ce rapport sont fondés, au mieux de notre connaissance, sur les politiques, les critères et les règlements environnementaux en vigueur à l'emplacement du projet, jusqu'à leurs limites applicables, compte tenu de la nature spécifique du projet et de l'utilisation proposée du terrain. Si ces politiques, critères et règlements sont différents de ceux présumés ou s'ils sont changés après la soumission du rapport, SLEI devrait être consulté pour réviser les recommandations à la lumière de ces changements. Lorsqu'aucune politique, critère ou réglementation n'est disponible pour permettre l'interprétation des données, les commentaires et recommandations exprimées par SLEI sont basés sur la meilleure connaissance possible des règles acceptées dans la pratique professionnelle, s'appliquant au projet concerné.
- A.3 Les commentaires donnés dans ce rapport n'ont pour but que de servir de guide à notre Client. Le nombre de points d'échantillonnage et d'analyses chimiques ainsi que la fréquence d'échantillonnage et d'analyses et la sélection des paramètres chimiques à analyser qui peuvent influencer la nature et l'envergure des actions correctives devraient normalement être plus élevés que ceux utilisés pour les besoins de caractérisation.
- A.4 L'information et les opinions exprimées dans ce rapport ont été préparées à l'intention du Client. SLEI n'accepte aucune responsabilité concernant la validité du rapport pour les personnes autres que son client.
- A.5 Ce rapport doit être lu dans son ensemble, puisque des sections prises hors-contexte peuvent être trompeuses. Si des différences venaient à se glisser entre la ou les versions préliminaires et la version finale de ce rapport, cette dernière prévaudrait.

B. SUIVI DE L'ÉTUDE ET DES TRAVAUX

- B.1 Tous les détails d'un futur projet envisagé au site de l'étude peuvent ne pas être connus au moment de la soumission du rapport de SLEI. Il est donc recommandé que les services de SLEI soient retenus ou que SLEI soit consulté pendant toutes les phases de conception des mesures correctives afin de s'assurer qu'elles sont consistantes avec l'intention des recommandations du rapport de SLEI.

C. CONDITIONS DU SOL ET DU ROC

- C.1 Les descriptions du sol et du roc données dans ce rapport ont été préparées avec l'intention de fournir une information générale sur les conditions souterraines du site. Cette information ne doit en aucun cas être utilisée comme données géotechniques pour la conception et/ou la construction de projets de fondation, terrassement, système de retenue des terres et drainage, à moins que spécifiquement indiqué dans le texte de ce rapport.

D. RAPPORT DE FORAGE ET INTERPRETATION DES CONDITIONS SOUTERRAINES

- D.1 Les formations de sol et de roc sont variables sur une plus ou moins grande étendue. Les rapports de forage ne fournissent que des conditions approximatives des formations à l'emplacement des forages seulement. Les contacts entre les différentes couches sur les rapports sont souvent non distincts, correspondant plutôt à des zones de transition, et ont donc fait l'objet d'une interprétation. La précision avec laquelle les conditions souterraines sont indiquées dépend de la méthode de forage, de la fréquence et de la méthode d'échantillonnage, et de l'uniformité du terrain rencontré. L'espacement entre les forages, la fréquence d'échantillonnage et le type de forage sont également le reflet de considérations budgétaires et de délais d'exécution.
- D.2 Les conditions souterraines entre les forages peuvent varier de façon significative des conditions rencontrées à l'endroit des forages.
- D.3 Les niveaux de l'eau souterraine donnés dans ce rapport correspondent seulement à ceux observés à l'endroit et à la date indiqués dans le rapport. Ces conditions peuvent varier de façon saisonnière ou suite à des travaux de construction ou autre activités sur le site ou sur des sites adjacents.

E. NIVEAU DE CONTAMINATION

- E.1 Les niveaux de contamination décrits dans ce rapport correspondent à ceux détectés à l'endroit et à la date d'observation indiqués dans ce rapport. Ces conditions peuvent varier selon les saisons ou par suite d'activités sur le site à l'étude ou sur des sites adjacents, hors du contrôle de SLEI.
- E.2 Les niveaux de contamination sont déterminés à partir des résultats des analyses chimiques effectuées sur un nombre limité d'échantillons d'eau souterraine. La nature et le degré de contamination entre les points d'échantillonnage peuvent varier de façon importante des conditions rencontrées à l'endroit des analyses.
- E.3 La composition chimique des eaux souterraines à chaque endroit échantillonné est susceptible de changer en raison de l'écoulement souterrain, des conditions de recharge par la surface, ainsi que de la variabilité saisonnière naturelle. La précision avec laquelle les niveaux de contamination de l'eau souterraine sont présentés dépend de la fréquence et du nombre d'analyses effectuées.
- E.4 La liste des paramètres analysés est basée sur notre meilleure connaissance de l'historique du site et des contaminants susceptibles d'être trouvés sur le site et

également le reflet de considérations budgétaires et de délais d'exécution. Le fait qu'un paramètre n'a pas été analysé n'exclut pas qu'il soit présent à une concentration supérieure au bruit de fond, à la limite de détection ou à une norme applicable de ce paramètre.

F. CHANGEMENT DES CONDITIONS

Lorsque les conditions rencontrées sur le site diffèrent de façon significative de celles prévues dans ce rapport, le Client, comme condition d'utilisation du rapport, doit prévenir SLEI des changements et fournir à SLEI l'opportunité de réviser les recommandations de ce rapport. La reconnaissance d'un changement des conditions de la contamination souterraine requière qu'un professionnel expérimenté soit envoyé sur le site afin d'effectuer un examen des nouvelles conditions.