

Projet de règlement

Loi sur la qualité de l'environnement
(chapitre Q-2)

Loi affirmant le caractère collectif des ressources
en eau et visant à renforcer leur protection
(chapitre C-6.2)

Loi sur les mines
(chapitre M-13.1)

Loi sur les pesticides
(chapitre P-9.3)

Prélèvement des eaux et leur protection et Code de gestion des pesticides, Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement, Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées, Règlement sur la qualité de l'eau potable, Règlement sur le stockage et les centres de transfert de sols contaminés et Règlement sur le pétrole, le gaz naturel et les réservoirs souterrains — Modification

Avis est donné par les présentes, conformément aux articles 10 et 12 de la Loi sur les règlements (chapitre R-18.1), que le Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection, le Règlement modifiant le Code de gestion des pesticides, le Règlement modifiant le Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement, le Règlement modifiant le Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées, le Règlement modifiant le Règlement sur la qualité de l'eau potable et le Règlement modifiant le Règlement sur le stockage et les centres de transfert de sols contaminés, dont les textes apparaissent ci-dessous, pourront être édictés par le gouvernement à l'expiration d'un délai de 30 jours à compter de la présente publication.

Le projet de règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection vise à compléter l'entrée en vigueur de la Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection et, ainsi, à mettre en œuvre le nouveau régime d'autorisation des prélèvements d'eau. Il a ainsi pour objet de prévoir les modalités relatives à l'autorisation de prélèvements d'eau prévue à l'article 31.75 de la Loi sur la qualité de l'environnement, notamment en ce qui concerne l'assujettissement de certains prélèvements d'eau à l'autorisation malgré le fait que leur débit maximal soit inférieur à 75 000 litres par jour et la soustraction de certains autres prélèvements d'eau à cette autorisation. Il prévoit, de plus, le contenu de la demande d'autorisation et de la demande de renouvellement de cette autorisation et il fixe une période de validité de l'autorisation différente

de celle prévue à l'article 31.81 de la Loi sur la qualité de l'environnement pour certains types de prélèvements d'eau.

Ce projet de règlement prescrit, par ailleurs, des normes de protection de la qualité des eaux, notamment en prévoyant des règles pour l'aménagement de certaines installations de prélèvements d'eau ou de certaines installations souterraines pouvant être en contact avec les eaux souterraines. Le projet de règlement prévoit que ces normes seront appliquées par les municipalités.

Ce projet de règlement permet également d'introduire des normes applicables aux installations destinées à rechercher ou à exploiter du pétrole, du gaz naturel, de la saumure ou un réservoir souterrain, notamment par l'encadrement de la réalisation des sondages stratigraphiques, des travaux de forage et des opérations de fracturation et par un suivi de la qualité des eaux souterraines pendant une telle réalisation.

Ce projet de règlement prévoit au surplus des règles particulières pour les prélèvements d'eau effectués à des fins de consommation humaine ou de transformation alimentaire. Ces règles visent notamment à obliger les responsables des installations mises en place pour les prélèvements d'eau visés à délimiter des aires à proximité des sites de prélèvement pour assurer la protection des eaux exploitées par le prélèvement. La délimitation de ces aires varie en fonction des catégories de prélèvement d'eau prévues au projet de règlement et en fonction du niveau de protection à assurer. L'interdiction de différentes activités susceptibles d'affecter la qualité des eaux, notamment celles de nature agricole et celles concernant les travaux de forages pétroliers et gaziers, est prévue à l'intérieur de ces aires. Le projet de règlement prévoit, entre autres, la préparation et la transmission, par les responsables des sites de prélèvement de plus grande envergure, de certaines informations relatives aux aires de protection et à la vulnérabilité des eaux situées à l'intérieur de ces aires.

Le projet de règlement prévoit enfin les sanctions administratives pécuniaires et les sanctions pénales applicables. Ainsi, le montant des sanctions administratives pécuniaires et des sanctions pénales a été déterminé en fonction de la nature des infractions visées, le tout dans un but d'harmonisation avec la Loi modifiant la Loi sur la qualité de l'environnement afin d'en renforcer le respect (2011, chapitre 20). Il contient des dispositions transitoires facilitant, entre autres, le passage entre l'encadrement antérieur et le nouveau régime d'autorisation de prélèvement d'eau prévu à la Loi sur la qualité de l'environnement.

Le Règlement modifiant le Code de gestion des pesticides, le Règlement modifiant le Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement, le Règlement

modifiant le Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées, le Règlement modifiant le Règlement sur la qualité de l'eau potable et le Règlement modifiant le Règlement sur le stockage et les centres de transfert de sols contaminés prévoient des dispositions de concordance notamment pour traiter des effets occasionnés par le remplacement du Règlement sur le captage des eaux souterraines.

Les municipalités, les entreprises avec des prélèvements d'eau importants, soit de 75 000 litres par jour ou plus, les entreprises destinées à rechercher du pétrole, du gaz naturel, de la saumure ou un réservoir souterrain et les entreprises agricoles sont visées particulièrement par les mesures proposées. Des bénéfices importants au niveau de la protection des eaux prélevées à des fins de consommation humaine ou de transformation humaine seront engendrés par l'encadrement proposé.

En vertu de l'article 13 de la Loi sur les règlements, ces projets de règlement pourront être édictés dans un délai inférieur à celui prévu à l'article 124 de la Loi sur la qualité de l'environnement, en raison de l'urgence due à la circonstance suivante :

— la situation actuelle requiert un cadre pour l'exploration et l'exploitation du pétrole, du gaz naturel, de la saumure ou d'un réservoir souterrain sur le territoire québécois.

Des renseignements additionnels concernant ce projet de règlement peuvent être obtenus en s'adressant à :

Monsieur Normand Boulianne, chef de service
Service de l'aménagement et des eaux souterraines
Direction des politiques de l'eau
Ministère du Développement durable, de
l'Environnement,
de la Faune et des Parcs
Édifice Marie-Guyart
675, boulevard René-Lévesque Est, 8^e étage
Québec (Québec) G1R 5V7
Téléphone : 418 521-3885 poste 4856
Télécopieur : 418 643-0252
Courriel : normand.boulianne@mddfp.gouv.qc.ca

Toute personne intéressée ayant des commentaires à formuler à ce sujet est priée de les faire parvenir par écrit, avant l'expiration du délai de 30 jours mentionné ci-dessus, aux mêmes coordonnées.

*Le ministre du Développement durable,
de l'Environnement, de la Faune et des Parcs,*
YVES-FRANÇOIS BLANCHET

Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection

Loi sur la qualité de l'environnement
(chapitre Q-2, a. 31, 1^{er} al., par. e et m, a. 31.75, 2^e al., par. 1^o et 3^o, a. 31.81, 2^e al., a. 31.95, a. 46, par. r et s, sous-par. 1^o à 2.1^o, 2.3^o à 2.6^o, 3^o et 4^o, a. 115.27 et 115.34)

Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection
(chapitre C-6.2, a. 33, 34 et 35)

CHAPITRE I APPLICATION

1. Le présent règlement vise à prévoir les modalités relatives à l'autorisation de prélèvements d'eau prévue à l'article 31.75 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2) et à prescrire certaines normes applicables aux prélèvements d'eau, à leurs installations ou à des installations ou activités susceptibles de porter atteinte à la qualité de l'eau pouvant être prélevée à proximité. Il vise particulièrement à assurer la protection des eaux prélevées à des fins de consommation humaine ou à des fins de transformation alimentaire.

Il s'applique à tout prélèvement d'eau visé par l'article 31.74 de la Loi sur la qualité de l'environnement, y compris ceux effectués dans une aire retenue pour fins de contrôle et dans une zone agricole établie suivant la Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles (chapitre P-41.1).

2. Pour l'application du présent règlement, à moins que le contexte n'indique un sens différent, on entend par :

« Cour d'exercice » : cour d'exercice au sens du Règlement sur les exploitations agricoles (chapitre Q-2, r. 26);

« Cours d'eau » : masse d'eau, à l'exclusion d'un fossé, qui s'écoule dans un lit avec un débit régulier ou intermittent, y compris un lit créé ou modifié par une intervention humaine, le fleuve Saint-Laurent, le golfe du Saint-Laurent, de même que toutes les mers entourant le Québec;

« Déjections animales » : déjections animales au sens du Règlement sur les exploitations agricoles;

« Fossé » : fossé mitoyen, fossé de voies publiques ou privées ou fossé de drainage visé par le paragraphe 4 de l'article 103 de la Loi sur les compétences municipales (chapitre C-47.1);

« Professionnel » : professionnel au sens de l'article 1 du Code des professions (chapitre C-26), dont l'ordre régit l'exercice d'une activité professionnelle visée par le présent règlement; est assimilé à un professionnel toute personne autorisée par un ordre à exercer une activité visée par le présent règlement;

« Responsable » : exploitant ou propriétaire;

« Site de prélèvement » : lieu d'entrée de l'eau dans une installation aménagée afin d'effectuer un prélèvement d'eau;

« Transformation alimentaire » : activité régie par la Loi sur les produits alimentaires (chapitre P-29).

Les termes « ligne des hautes eaux », « littoral », « plaine inondable » et « rive » sont interprétés conformément au sens que leur attribue la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (chapitre Q-2, r. 35).

3. Le volume moyen d'eau prélevée par jour est calculé sur la base d'une quantité mensuelle d'eau prélevée divisée par le nombre de jours de prélèvement dans le mois visé, sauf en ce qui concerne le volume moyen quotidien visé aux articles 31.95 et 31.97 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2) qui se calcule plutôt en fonction d'une période de 90 jours consécutifs pendant laquelle le prélèvement est maximal.

Le nombre de personnes desservies par un prélèvement d'eau est calculé conformément à l'annexe 0.1 du Règlement sur la qualité de l'eau potable (chapitre Q-2, r. 40) en fonction du système, de l'établissement ou du lieu auquel il est principalement ou exclusivement relié.

Dans l'application de ces calculs, sont réputés constituer un seul prélèvement d'eau les prélèvements d'eau effectués à chacun des sites de prélèvements qui sont reliés à une même installation, à un même établissement ou à un même système d'aqueduc. Il en est de même pour établir le débit journalier maximal d'eau assujéti à une autorisation en vertu de l'article 31.75 de la Loi sur la qualité de l'environnement.

4. Tous les volumes d'eau calculés aux fins d'application du présent règlement doivent être exprimés en litres.

CHAPITRE II AUTORISATION DE PRÉLÈVEMENT D'EAU

SECTION I PRÉLÈVEMENTS D'EAU SUBORDONNÉS À L'AUTORISATION

5. Est subordonné à l'autorisation prévue à l'article 31.75 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2), malgré le fait que son débit maximum soit inférieur à 75 000 litres par jour, un prélèvement d'eau effectué à des fins de consommation humaine pour desservir :

1° un campement industriel temporaire au sens de l'article 3 du Règlement sur l'application de l'article 32 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2, r. 2);

2° tout autre établissement ou système d'aqueduc alimentant plus de 20 personnes.

SECTION II PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUSTRATS À L'AUTORISATION

6. Les prélèvements d'eau suivants sont soustraits à l'autorisation prévue à l'article 31.75 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2) :

1° un prélèvement d'eau effectué au moyen d'un fossé, d'un drain ou d'un égout aménagé pour recueillir les eaux de ruissellement ou pour rabattre les eaux souterraines si :

a) le fossé, le drain ou l'égout est aménagé à plus de 30 mètres d'un étang, d'un marais, d'un marécage ou d'une tourbière;

b) le prélèvement est destiné à la mise en culture de terre noire, à l'exploitation de la tourbe, au drainage d'une voie publique ou privée ou au drainage d'un bâtiment;

2° un prélèvement d'eau effectué par une installation permanente aménagée à des fins de sécurité civile;

3° un prélèvement d'eau effectué à même un étang d'irrigation alimenté par l'infiltration d'eau souterraine ou par des eaux de ruissellement si l'ensemble des conditions suivantes est respecté :

a) l'étang d'irrigation est d'origine anthropique;

b) la profondeur de l'étang d'irrigation n'excède pas 4,5 mètres;

c) l'étang d'irrigation est aménagé à plus de 30 mètres d'un étang, d'un marais, d'un marécage, d'une tourbière, d'un lac ou d'un cours d'eau;

d) l'étang d'irrigation est aménagé à plus de 100 mètres d'un site de prélèvement d'eau souterraine effectué sur une propriété voisine à des fins de consommation humaine ou de transformation alimentaire;

e) le prélèvement d'eau n'est pas effectué pour inonder un terrain à des fins de récolte;

f) le volume total d'eau prélevée au cours d'une saison de culture est inférieur à 35 000 000 litres;

4° un prélèvement d'eau temporaire et non récurrent effectué :

a) dans le cadre de travaux d'exploration d'une substance minérale autre que le pétrole et le gaz naturel, s'il n'est pas réalisé pour le dénoyage ou le maintien à sec d'un puits de mine, d'une rampe d'accès à une mine ou d'un chantier minier;

b) dans le cadre de travaux de génie civil, s'il n'excède pas 180 jours;

c) pour analyser les performances d'une installation de prélèvement d'eau, s'il n'excède pas 60 jours;

d) pour établir les propriétés d'une formation géologique aquifère, s'il n'excède pas 60 jours;

e) pour analyser la qualité de l'eau à des fins de consommation humaine, s'il n'excède pas 200 jours.

SECTION III DEMANDE D'AUTORISATION

7. Une demande d'autorisation de prélèvement d'eau prévue à l'article 31.75 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2) doit être adressée par écrit au ministre et comporter les renseignements et documents suivants :

1° les coordonnées du demandeur et de son représentant, le cas échéant;

2° si le demandeur est une municipalité, une personne morale, une société ou une association, une copie certifiée de l'acte autorisant la demande;

3° le numéro d'entreprise du Québec (NEQ) qui lui est attribué lorsqu'il est immatriculé en vertu de la Loi sur la publicité légale des entreprises (chapitre P-44.1);

4° un titre de propriété des terres requises pour l'aménagement d'une installation de prélèvement d'eau et, dans le cas d'un prélèvement d'eau souterraine, de son aire de protection immédiate ou une autorisation du propriétaire de ces terres pour leur utilisation à ces fins;

5° une description du prélèvement d'eau, notamment l'usage auquel il se destine, le volume maximal prélevé et consommé par jour, le volume d'eau minimal rejeté par jour ainsi que, le cas échéant, le nombre de personnes desservies par le prélèvement à des fins de consommation humaine;

6° une description de chaque site de prélèvement visé par la demande, notamment concernant les éléments suivants :

a) sa localisation, comprenant ses coordonnées géographiques, la désignation cadastrale des lots concernés, une carte et une photo aérienne ou satellite du site;

b) s'il s'agit d'un prélèvement d'eau de surface, le nom du lac ou du cours d'eau visé;

c) les plans et devis de l'installation de prélèvement d'eau et de l'aménagement envisagé;

d) les travaux d'aménagement et d'entretien envisagés, incluant un calendrier de réalisation des travaux, une description des matériaux et des équipements utilisés et les mesures de surveillance des travaux;

e) le suivi d'exploitation mis en place ainsi que les équipements de mesure utilisés et leur emplacement, le cas échéant;

7° une description de chaque site de rejet de l'eau prélevée, notamment sa localisation et la référence à l'autorisation délivrée pour le rejet en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement, le cas échéant;

8° une description du milieu environnant, notamment en ce qui concerne les affectations du territoire applicables et les usages existants à proximité; une telle description doit être accompagnée d'une étude signée par un professionnel ou un titulaire de diplôme universitaire en biologie portant sur :

a) les milieux naturels et la faune affectés par l'aménagement, l'exploitation du site de prélèvement et, le cas échéant, le rejet de l'eau prélevée;

b) la localisation et les caractéristiques des milieux naturels et de la faune déterminés en vertu du paragraphe a du présent paragraphe;

c) les mesures d'atténuation des impacts envisagées;

9° une étude signée par un professionnel permettant :

a) de décrire le scénario du prélèvement d'eau projeté;

b) d'attester que le volume maximal d'eau prélevé et consommé par jour est raisonnable en fonction des besoins à combler;

c) d'attester que l'installation de prélèvement d'eau est adéquate pour les usages déclarés;

d) de décrire les modifications anticipées à la qualité de l'eau lors de son utilisation et de son rejet au milieu, notamment au niveau des substances ajoutées à l'eau à cet égard;

10° un certificat du greffier ou du secrétaire-trésorier de la municipalité locale ou de la municipalité régionale de comté concernée, selon le cas, attestant de la conformité du prélèvement avec la réglementation municipale applicable;

11° si la demande concerne un prélèvement d'eau à des fins de consommation humaine, la caractérisation initiale de la qualité de l'eau exploitée par le prélèvement signée par un professionnel;

12° si la demande vise un prélèvement d'eau souterraine de 379 000 litres ou plus par jour ou si un autre site de prélèvement d'eau souterraine, un lac, un cours d'eau, un étang, un marais, un marécage ou une tourbière est situé à moins de 100 mètres de l'un ou l'autre des sites visés par la demande, une étude hydrogéologique signée par un professionnel sur les effets que le prélèvement d'eau aura sur la ressource « eau » environnante, sur les écosystèmes associés et sur les autres usagers du territoire visé.

Le paragraphe 10 du premier alinéa ne s'applique pas à celui qui, en vertu de la Loi sur les mines (chapitre M-13.1), est autorisé à effectuer des travaux d'exploration, de recherche, de mise en valeur ou d'exploitation de substances minérales ou de réservoirs souterrains, sauf s'il s'agit de travaux d'extraction de sable, de gravier ou de pierre à construire sur les terres privées où, en vertu de l'article 5 de cette loi, le droit à ces substances minérales est abandonné au propriétaire du sol.

Les renseignements fournis relativement au présent article ont un caractère public, sauf les renseignements prévus au paragraphe 9 du premier alinéa lorsqu'ils ne concernent pas une demande de prélèvement d'eau visé par l'article 31.97 de la Loi sur la qualité de l'environnement.

SECTION IV PÉRIODE DE VALIDITÉ DE L'AUTORISATION DE CERTAINS PRÉLÈVEMENTS

8. Malgré le premier alinéa de l'article 31.81 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2), la période de validité d'une autorisation délivrée pour un prélèvement d'eau destiné à l'exploitation d'un site aquacole en milieu terrestre est fixée à 15 ans lorsque, pour chaque tonne de production annuelle, cette exploitation projetée de produire un rejet annuel d'effluents de phosphore égal ou inférieur à 4,2 kilogrammes et prélève un volume d'eau égal ou inférieur à 10 000 litres par heure.

De même, la période de validité de la première autorisation délivrée pour un prélèvement dont l'eau est destinée à être vendue ou distribuée comme eau de source ou eau minérale ou à entrer, comme telle, dans la fabrication, la conservation ou le traitement de produits au sens de la Loi sur les produits alimentaires (chapitre P-29) est fixée à 11 ans.

SECTION V RENOUVELLEMENT ET MODIFICATION DE L'AUTORISATION

9. Une demande de renouvellement d'une autorisation de prélèvement d'eau doit être adressée par écrit au ministre au moins six mois avant la date d'expiration de la période de validité de l'autorisation et doit comprendre les renseignements et documents suivants :

1° une mise à jour des informations relatives à la demande initiale;

2° les mesures prises dans le cadre de l'exploitation du prélèvement d'eau, le cas échéant.

Une demande de modification d'une autorisation de prélèvement d'eau doit également être présentée par écrit et comprendre les renseignements visés au premier alinéa, une description des modifications demandées et une évaluation des effets de ces modifications sur l'exploitation du prélèvement d'eau.

Les renseignements fournis relativement au présent article ont un caractère public, dans la mesure prévue par le troisième alinéa de l'article 7.

CHAPITRE III NORMES D'AMÉNAGEMENT ET D'EXPLOITATION

10. Les normes prévues par le présent chapitre ne s'appliquent pas à un prélèvement d'eau autorisé par le ministre en vertu de l'article 31.75 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2) si l'autorisation prévoit des normes d'aménagement pour l'installation afférente, ni à un prélèvement d'eau soustrait de cette autorisation en vertu de l'article 6.

11. Pour l'application du présent chapitre, à l'exception de la section V, l'aménagement d'une installation comprend son implantation, sa modification substantielle ou son remplacement.

Une modification substantielle vise notamment l'approfondissement d'un puits, sa fracturation ou son scellement.

SECTION I DISPOSITIONS GÉNÉRALES

12. Toute installation de prélèvement d'eau doit être aménagée aux conditions suivantes :

1° l'installation doit être construite avec des matériaux neufs;

2° les travaux relatifs à l'aménagement de l'installation doivent être réalisés de manière à minimiser l'érosion des rives et la coupe de végétation, à limiter les interventions sur le littoral et l'apport de sédiments dans un lac ou un cours d'eau ainsi qu'à prévenir toute contamination des eaux ou toute détérioration du milieu.

13. Toute installation de prélèvement d'eau doit demeurer accessible pour des fins d'inspection, d'entretien, de désinfection ou de réparation des équipements ainsi que, le cas échéant, pour son obturation ou son démantèlement.

SECTION II INSTALLATION DE PRÉLÈVEMENT D'EAU SOUTERRAINE

§1. Dispositions générales

14. Une installation de prélèvement d'eau souterraine ne peut être aménagée dans une plaine inondable dont la récurrence de débordement est de 20 ans, ni dans une plaine inondable d'un lac ou d'un cours d'eau identifiée sans que ne soient distinguées les récurrences de débordement de 20 ans et de 100 ans, à moins qu'elle vise à remplacer une installation existante pour un même usage, auquel cas elle doit être aménagée conformément aux conditions prévues à l'article 15.

15. Une installation de prélèvement d'eau souterraine aménagée dans une plaine inondable dont la récurrence de débordement est de 100 ans doit respecter les conditions suivantes :

1° le scellement du puits doit être effectué conformément à l'article 20;

2° le tubage du puits doit excéder la surface du sol d'une hauteur suffisante pour éviter une éventuelle immersion;

3° l'aménagement du puits doit être réalisé sous la supervision d'un professionnel.

16. Une installation de prélèvement d'eau souterraine doit au surplus être aménagée aux conditions suivantes :

1° l'installation doit être située à une distance de 15 mètres ou plus d'un système étanche de traitement des eaux usées;

2° l'installation doit être située à une distance de 30 mètres ou plus d'un système non étanche de traitement des eaux usées;

3° l'installation doit être située à une distance de 30 mètres ou plus d'une parcelle en culture, d'un bâtiment d'élevage d'animaux, d'un ouvrage de stockage de déjections animales ou des terrains où s'exerce l'exploitation d'un cimetière;

4° le tubage utilisé pour un puits creusé par forage doit avoir une épaisseur nominale de 4,78 millimètres et il doit être conforme à la norme ASTM A-53 Grade B ou à la norme ASTM A-589 Grade B s'il est en acier ou à la norme ASTM A-409 s'il est en acier inoxydable;

5° le tubage utilisé pour un puits creusé par forage, excavation ou enfoncement doit excéder d'au moins 30 centimètres la surface du sol telle qu'elle était avant les travaux;

6° les joints de raccordement du tubage doivent être étanches.

Dans les cas prévus aux paragraphes 1, 2 et 3 du premier alinéa, l'installation doit au surplus être scellée conformément à l'article 20, sans l'obligation d'être supervisée par un professionnel, lorsque la formation rocheuse creusée est située à moins de 5 mètres de profondeur.

Malgré le paragraphe 2 du premier alinéa, l'installation peut être située à une distance de 15 mètres ou plus d'un système non étanche de traitement des eaux usées si le puits est scellé conformément à l'article 20.

17. Les distances prévues aux paragraphes 1, 2 et 3 du premier alinéa de l'article 16 ne s'appliquent pas au remplacement ou à la modification substantielle d'une installation de prélèvement d'eau souterraine existante à la date d'entrée en vigueur de cet article si un professionnel atteste, dans une étude hydrogéologique, l'une ou l'autre des situations suivantes :

1° la présence d'une formation géologique superficielle peu perméable assure une protection naturelle des eaux souterraines;

2° une configuration de terrain ou une infrastructure à proximité empêche les risques pouvant affecter la qualité des eaux souterraines;

3° la conception de l'installation de prélèvement d'eau souterraine offre une protection équivalente;

4° les dimensions du terrain ne permettent pas de respecter les distances en raison de la présence d'une construction principale autorisée par une municipalité.

Ces distances ne s'appliquent pas non plus à l'aménagement d'une installation de prélèvement d'eau souterraine rendu nécessaire par l'arrêt d'approvisionnement en eau assuré par une installation voisine.

Les distances applicables à une installation visée par le premier ou le deuxième alinéa sont calculées par un professionnel qui s'assure de minimiser les risques pouvant affecter la qualité des eaux souterraines prélevées en préparant notamment les plans et devis de l'installation et en supervisant les travaux d'aménagement de cette installation.

18. Avant de finaliser l'aménagement d'une installation creusée par forage, celle-ci doit faire l'objet d'un essai de débit d'au moins 30 minutes afin de permettre de vérifier si le débit est en mesure de répondre aux besoins en eau durant les périodes de la journée où ils seront les plus importants.

19. Une installation de prélèvement d'eau souterraine doit respecter les conditions d'exploitation suivantes :

1° l'installation doit être munie en tout temps d'un couvercle sécuritaire et résistant aux intempéries qui empêche l'infiltration d'eau, de contaminants ou de vermine;

2° la finition du sol autour de l'installation doit empêcher la présence d'eau stagnante et prévenir le ruissellement d'eau en direction de l'installation sur une distance de 1 mètre autour de l'installation lorsqu'une aire de protection immédiate n'est pas délimitée pour l'installation;

3° l'installation doit être repérable visuellement en tout temps;

4° toute activité de fracturation hydraulique réalisée à partir de l'installation doit utiliser de l'eau répondant aux normes de qualité d'eau potable prévues au Règlement sur la qualité de l'eau potable (chapitre Q-2, r. 40).

Ces conditions ne s'appliquent pas si l'installation est obturée conformément aux conditions suivantes :

1° un matériau non susceptible de dégrader la qualité de l'eau souterraine doit être utilisé;

2° le tubage du puits doit être dégagé sur une profondeur minimale de 1 mètre depuis la surface du sol;

3° le tubage doit être sectionné à la base de l'excavation;

4° la portion du tubage ouverte à la formation géologique aquifère doit être comblée avec un sable propre;

5° la portion restante du tubage doit être comblée avec de la bentonite ou un mélange ciment-bentonite;

6° une plaque de béton doit être apposée au sommet du tubage;

7° l'excavation doit être remplie en remettant en place le sol excavé initialement.

Pour l'application du présent article, un puits d'observation est assimilé à une installation de prélèvement d'eau souterraine.

20. Lorsque le scellement d'une installation de prélèvement d'eau souterraine est exigé en vertu du présent règlement, il doit être réalisé conformément aux conditions suivantes :

1° le puits doit être creusé par forage de manière à ce qu'il présente, sur une profondeur minimale de 5 mètres, un diamètre d'au moins 10 centimètres supérieur au diamètre nominal du tubage;

2° le tubage permanent, excluant la crépine, doit atteindre une profondeur minimale de 5 mètres;

3° l'espace annulaire doit être rempli, selon les règles de l'art, sur une profondeur minimale de 5 mètres au moyen d'un matériau qui assure un scellement étanche et durable, tel un mélange ciment-bentonite ou de la bentonite pure;

4° le tubage extérieur doit être retiré sans porter atteinte à l'intégrité du scellement;

5° le scellement est réalisé sous la supervision d'un professionnel.

Tous les travaux réalisés postérieurement au scellement doivent l'être de manière à minimiser l'altération du scellement.

21. Le responsable d'une installation de prélèvement d'eau souterraine doit obtenir un rapport contenant les renseignements énumérés à l'annexe I et une attestation sur la conformité des travaux avec les normes prévues au présent règlement.

Ce rapport est transmis au ministre dans les 30 jours suivants la fin des travaux. Une copie du rapport doit aussi être transmise à la municipalité concernée.

Les renseignements contenus aux rapports ont un caractère public.

§2. Dispositions spécifiques à certaines catégories d'installation

22. Une installation de prélèvement d'eau souterraine effectué à des fins de consommation humaine doit être conçue avec des matériaux appropriés à l'alimentation en eau potable.

Elle doit être nettoyée et désinfectée avant sa mise en opération afin d'éliminer toute possibilité de contamination de l'eau. Il en va de même de tout équipement accessoire installé plus de deux jours après le nettoyage et la désinfection d'une telle installation.

23. Une installation de prélèvement d'eau souterraine constituée d'un puits creusé par forage dans une formation rocheuse doit être aménagée aux conditions suivantes :

1° le tubage utilisé doit être ancré dans le roc par un battage au refus ou jusqu'à 0,6 mètre de pénétration dans le roc;

2° l'utilisation d'un dispositif permettant d'éviter une déformation de l'extrémité inférieure du tubage, tel un sabot d'enfoncement.

24. Une installation de prélèvement d'eau souterraine issue d'une résurgence naturelle et utilisant un drain horizontal doit être aménagée aux conditions suivantes :

1° le drain doit être enfoui à au moins 1 mètre de profondeur en amont du point naturel de résurgence de manière à capter les eaux souterraines avant qu'elles fassent résurgence;

2° le drain doit être relié à un réservoir étanche;

3° le réservoir doit excéder la surface du sol d'au moins 30 centimètres et doit être muni d'un trop-plein, de sorte que l'eau non prélevée soit dirigée vers l'effluent de l'écoulement naturel de la résurgence;

4° l'aménagement du sol, au-dessus et à au moins 3 mètres en amont du drain doit être réalisé de manière à prévenir le ruissellement vers le drain ou l'infiltration d'eau de surface;

5° la localisation du drain, notamment celle de ses extrémités, doit être indiquée par un repère visuel.

25. Une installation de prélèvement d'eau souterraine en condition artésienne doit comprendre un système de contrôle de l'écoulement des eaux qui permet de :

1° confiner l'écoulement à l'intérieur du tubage;

2° contrôler les débordements de manière à ce que l'écoulement n'occasionne pas de dommages aux propriétés voisines.

SECTION III

INSTALLATION DE PRÉLÈVEMENT D'EAU DE SURFACE

26. L'aménagement d'une installation de prélèvement d'eau de surface dans une plaine inondable doit être réalisé de manière à ce que les composantes de l'installation soient situées sous la surface du sol pour la partie située à l'extérieur du littoral.

SECTION IV

SYSTÈME DE GÉOTHERMIE

27. Un système de géothermie qui prélève de l'eau doit être aménagé conformément aux conditions suivantes :

1° le système doit être approvisionné en eaux souterraines;

2° le système doit retourner l'eau dans la formation aquifère d'origine sans que l'eau ne soit entrée en contact avec des substances susceptibles d'en modifier sa qualité;

3° le système et l'installation de rejet d'un tel système doivent respecter les normes applicables à une installation de prélèvement d'eau souterraine prévues aux articles 14 à 25, avec les adaptations nécessaires.

Le rapport visé à l'article 21 contient au surplus :

1° un plan de localisation du système, comprenant la localisation des composantes souterraines;

2° les dimensions de la boucle géothermique et la composition des fluides utilisés par le système;

3° les résultats des tests de pression effectués.

28. Un système de géothermie à énergie du sol qui ne prélève pas d'eau doit être aménagé aux conditions suivantes :

1° le système ne doit pas être situé sur un littoral, dans une rive ou dans une plaine inondable dont la récurrence de débordement est de 20 ans, ni dans une plaine inondable d'un lac ou d'un cours d'eau identifiée sans que ne soient distinguées les récurrences de débordement de 20 ans et de 100 ans;

2° les composantes situées sous la surface du sol doivent être constituées de matériaux neufs lors de l'implantation du système;

3° le système ne peut permettre l'utilisation de l'éthylène glycol, de l'acétate de potassium et de méthanol pour son fonctionnement;

4° les travaux relatifs à l'aménagement du système doivent être réalisés de manière à prévenir la contamination des eaux ou la détérioration du milieu;

5° lorsque le système est implanté à plus de 5 mètres de profondeur dans le sol, la finition du sol en surface au-dessus des composantes souterraines et sur une distance de 1 mètre autour du système doit empêcher la présence d'eau stagnante et prévenir le ruissellement d'eau en direction de ces composantes;

6° si le système est aménagé dans une plaine inondable dont la récurrence de débordement est de 100 ans, il doit être conçu pour résister à une crue de récurrence de débordement de 100 ans et les travaux doivent être réalisés sous la surface du sol;

7° l'étanchéité des composantes du système doit être évaluée avant la mise en opération du système.

Le responsable du système doit obtenir un rapport contenant les renseignements énumérés à l'annexe I et une attestation de conformité des travaux avec les normes prévues au présent article.

Ce rapport est transmis au ministre dans les 30 jours suivants la fin des travaux. Une copie du rapport doit aussi être transmise à la municipalité concernée.

Les renseignements contenus au rapport ont un caractère public.

SECTION V **INSTALLATION DESTINÉE À RECHERCHER OU À** **EXPLOITER DU PÉTROLE, DU GAZ NATUREL, DE** **LA SAUMURE OU UN RÉSERVOIR SOUTERRAIN**

§1. Dispositions générales

29. Pour l'application de la présente section, à moins que le contexte n'indique un sens différent, on entend par :

1° « aquifère » : une formation géologique contenant de l'eau jusqu'à une profondeur de 200 mètres ou, si la teneur en solide dissous de l'eau contenue dans la formation géologique est supérieure à 4 000 mg/l, à la profondeur correspondant à la présence d'une telle eau;

2° « installation » : la zone regroupant l'ensemble des infrastructures nécessaires à la recherche ou à l'exploitation du pétrole, du gaz naturel, de la saumure ou un réservoir souterrain.

30. Il est interdit d'aménager une installation ou de réaliser un sondage stratigraphique à moins de 300 mètres d'un site de prélèvement d'eau effectué à des fins de consommation humaine ou de transformation alimentaire.

§2. Sondage stratigraphique

31. Le responsable d'un sondage stratigraphique mené dans le cadre de travaux de recherche ou d'exploitation de pétrole, de gaz naturel, de saumure ou d'un réservoir souterrain doit transmettre au ministre, 30 jours avant le début des travaux, un avis. Cet avis doit contenir les renseignements suivants :

1° la localisation du sondage;

2° la date de début du sondage;

3° la nature du sondage;

4° une estimation de la durée du sondage.

Une copie de l'avis doit également être transmise au ministre des Ressources naturelles dans le même délai.

32. Le responsable du sondage doit s'assurer que le sondage ne provoquera pas la migration de fluides d'une formation géologique à une autre.

33. À la fin des travaux, le trou de sondage doit être obturé de manière à éviter la migration de fluides d'une formation géologique à une autre, sous la supervision d'un professionnel.

34. Le responsable du sondage doit transmettre au ministre un rapport signé par le professionnel qui a supervisé les travaux d'obturation dans les 30 jours suivant la fin des travaux. Ce rapport doit contenir les renseignements suivants :

1° les caractéristiques du trou de sondage;

2° le profil stratigraphique, en indiquant notamment les formations géologiques obturées;

3° la technique utilisée pour l'obturation;

4° les matériaux utilisés pour l'obturation.

Une copie du rapport doit également être transmise au ministre des Ressources naturelles dans le même délai.

§3. Conditions préalables à l'aménagement d'une installation

35. Le responsable d'une installation doit effectuer une caractérisation initiale au moins 30 jours avant le début des travaux d'aménagement d'une installation.

Cette caractérisation doit couvrir un territoire dont la superficie minimale correspond à un rayon de 2 kilomètres en dehors des limites de l'installation à aménager. Dans les cas où il est prévu d'aménager un puits horizontal de plus de 2 kilomètres, la superficie minimale devra correspondre à un rayon correspondant à la longueur de ce puits.

36. La caractérisation initiale s'effectue par une étude hydrogéologique permettant de définir le contexte hydrogéologique du secteur visé par la recherche ou l'exploitation du pétrole, du gaz naturel, de la saumure ou d'un réservoir souterrain. L'étude doit, notamment, fournir les renseignements suivants :

- 1° la topographie du territoire;
- 2° le profil stratigraphique;
- 3° la localisation et la profondeur des prélèvements d'eau effectués à des fins de consommation humaine ou de transformation alimentaire;
- 4° la vulnérabilité des aquifères par rapport aux activités projetées en surface;
- 5° la recharge des eaux souterraines;
- 6° les liens entre les eaux souterraines et les eaux de surface;
- 7° la direction d'écoulement des eaux souterraines dans les aquifères;
- 8° l'évaluation des impacts potentiels sur les prélèvements d'eau effectués à des fins de consommation humaine ou de transformation alimentaire dans l'hypothèse où l'installation projetée serait à l'origine d'une contamination des eaux souterraines;
- 9° la localisation des puits d'observation aménagés ou à aménager pour le suivi à long terme des eaux souterraines exploitables.

Les renseignements contenus dans cette étude ont un caractère public.

37. Le responsable d'une installation doit procéder à l'échantillonnage des eaux exploitées par les prélèvements d'eau effectués à des fins de consommation humaine ou de transformation alimentaire sur le territoire couvert par l'étude conformément à l'annexe II, sauf si le propriétaire d'un prélèvement d'eau refuse l'échantillonnage de son site.

Les résultats d'analyse doivent être transmis au propriétaire du prélèvement d'eau visé dans les 30 jours de leur réception.

Une liste des propriétaires ayant refusé l'échantillonnage de leur site de prélèvement d'eau et les résultats d'analyse doivent être transmis au ministre et au ministre des Ressources naturelles dans le même délai.

38. Le responsable d'une installation doit aménager au moins trois puits d'observation des eaux souterraines préalablement aux travaux d'aménagement d'une installation. Ceux-ci doivent être localisés à moins de 100 mètres des limites de l'installation à aménager dont un devra être localisé en amont hydraulique et deux en aval hydraulique.

39. Les puits d'observation doivent permettre l'échantillonnage des eaux souterraines à une profondeur équivalente à la moyenne de la profondeur des eaux exploitées par des prélèvements effectués à des fins de consommation humaine ou de transformation alimentaire dans le territoire couvert par la caractérisation initiale ou, si aucun prélèvement n'est effectué dans ce territoire, dans les 20 premiers mètres du roc.

40. Les puits d'observation doivent faire l'objet d'un échantillonnage conformément à l'annexe II au moins 30 jours avant l'aménagement d'une installation.

Les résultats d'analyse des échantillons ont un caractère public.

§4. Fracturation

41. Pour l'application de la présente sous-section, on entend par « fracturation », une opération qui consiste à créer des fissures dans une formation géologique ou à élargir les fissures déjà existantes à l'aide de fluides injectés dans un puits à une pression suffisante. N'est toutefois pas visé une opération utilisant un volume de fluides inférieur à 50 000 litres.

42. La fracturation d'un puits destiné à l'exploration ou à l'exploitation du pétrole ou du gaz naturel est interdite à moins de 400 mètres sous la base d'un aquifère.

43. Le responsable d'un puits doit obtenir une étude signée par un professionnel. Cette étude doit contenir les éléments suivants :

- 1° un plan du puits sur lequel est indiqué le ou les segments qui feront l'objet d'une fracturation;
- 2° le type et le volume de fluide injecté;
- 3° la liste des substances qui seront ajoutées au fluide injecté ainsi que leurs caractéristiques et leurs quantités;
- 4° les pressions générées par les fluides injectés;
- 5° la composition, la structure et le comportement géomécanique des formations géologiques encaissantes;
- 6° la propagation anticipée des fractures.

L'étude est transmise au ministre et au ministre des Ressources naturelles 30 jours avant le début d'une opération de fracturation.

Les renseignements contenus à cette étude ont un caractère public.

44. Le responsable d'un puits doit, pendant une opération de fracturation, mesurer :

- 1° le volume de fluides injectés;
- 2° les variations de pressions générées par les fluides injectés.

Une opération de fracturation doit être effectuée sous la supervision d'un professionnel qui s'assure que la propagation de fractures ne rejoindra pas une formation géologique aquifère exploitable et qu'il n'y aura pas de migration de fluides d'une formation géologique à une autre.

45. Le responsable d'un puits doit transmettre au ministre un rapport signé par un professionnel dans les 30 jours suivant la fin d'une opération de fracturation. Ce rapport doit contenir les données mesurées conformément à l'article 44 ainsi que leur interprétation.

Le rapport peut également comprendre toutes autres données et leur interprétation colligées dans le cadre de l'opération de fracturation, telle la cartographie des événements microsismiques.

Une copie de ce rapport doit également être transmise au ministre des Ressources naturelles dans le même délai.

§5. *Suivi des eaux souterraines*

46. Le responsable d'une installation doit effectuer un suivi des eaux souterraines conformément à l'annexe III pendant la période d'aménagement, de recherche et d'exploitation d'une installation, y compris durant la fracturation, la période de fermeture temporaire et durant les 10 années suivant sa fermeture définitive.

47. Le responsable d'une installation doit aviser le ministre dans les 24 heures de la réception des résultats du suivi réalisé à l'article 46 dans les cas où l'analyse des échantillons révèle la présence des substances suivantes :

- 1° BTEX (Benzène, Toluène, Éthylbenzène, Xylènes totaux);
- 2° hydrocarbures pétroliers (C₁₀-C₅₀);
- 3° méthane dissous dans l'eau dans une concentration égale ou supérieure à 7 mg/l;
- 4° chlorures et solides dissous dans une concentration supérieure à 33 % ou plus de celle évaluée lors de la caractérisation initiale du site.

Le responsable doit également transmettre un avis au ministre dans les 30 jours suivant l'avis visé au premier alinéa pour l'informer des mesures qu'il a pris ou qu'il entend prendre pour identifier la cause du problème et remédier à la situation.

Une copie de ces avis doit également être transmise au ministre des Ressources naturelles dans le même délai.

§6. *Registre*

48. Le responsable d'une installation tient à jour un registre dans lequel sont consignés les renseignements suivants :

- 1° l'étude hydrogéologique visée à l'article 36;
- 2° l'étude visée à l'article 43;
- 3° les résultats d'analyse des échantillons prélevés conformément aux annexes II et III;
- 4° le rapport visé à l'article 45.

Il doit également conserver au registre une copie des avis envoyés au ministre en vertu de la présente section.

Les renseignements sont fournis au ministre et au ministre des Ressources naturelles sur demande.

49. Le registre est conservé pendant une période de 10 ans après la fermeture définitive de l'installation.

CHAPITRE IV NORMES DE PROTECTION

SECTION I DISPOSITIONS GÉNÉRALES

50. Le présent chapitre s'applique uniquement aux prélèvements d'eau effectués à des fins de consommation humaine ou à des fins de transformation alimentaire. Il vise à délimiter, au besoin, des aires de protection immédiate, intermédiaire et éloignée pour des prélèvements d'eau souterraine ou de surface, afin notamment d'évaluer la vulnérabilité des eaux exploitées par les prélèvements et d'encadrer la réalisation de certaines activités pouvant affecter la qualité de ces eaux.

51. Pour les fins du présent chapitre, les catégories de prélèvement d'eau suivantes sont établies :

1^o catégorie 1 : un prélèvement d'eau effectué pour desservir le système d'aqueduc d'une municipalité alimentant plus de 500 personnes et au moins une résidence;

2^o catégorie 2 : un prélèvement d'eau effectué pour desservir :

a) le système d'aqueduc d'une municipalité alimentant 21 à 500 personnes et au moins une résidence;

b) tout autre système d'aqueduc alimentant 21 personnes et plus et au moins une résidence;

c) le système indépendant d'un système d'aqueduc alimentant au moins un ou des établissements d'enseignement, un ou des établissements de détention ou un ou des établissements de santé et de services sociaux au sens du Règlement sur la qualité de l'eau potable (chapitre Q-2, r. 40) de 21 personnes et plus;

3^o catégorie 3 : un prélèvement d'eau effectué pour desservir :

a) le système indépendant d'un système d'aqueduc alimentant exclusivement un ou des établissements utilisés à des fins de transformation alimentaire;

b) le système indépendant d'un système d'aqueduc alimentant exclusivement une ou des entreprises, un ou des établissements touristiques ou un ou des établissements touristiques saisonniers au sens du Règlement sur la qualité de l'eau potable;

c) tout autre système alimentant 20 personnes et moins.

52. Le responsable d'un prélèvement d'eau doit rendre accessible, sur demande, la localisation de son prélèvement et toute délimitation d'une aire de protection calculée par un professionnel conformément au présent chapitre.

SECTION II EAUX SOUTERRAINES

§1. *Vulnérabilité des eaux*

53. La vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines est évaluée par un professionnel pour chaque aire de protection d'un prélèvement d'eau de catégorie 1 délimitée en vertu de la présente section, conformément à la méthode DRASTIC de la National Water Well Association, telle qu'établie dans Aller, L., Bennet, T., Lehr, J.H. et al. (1987), DRASTIC : A Standardized System for Evaluating Ground Water Pollution Potential Using Hydrogeologic Settings, rapport no EPA-600/2-87-035, dont le résultat permet de classer la vulnérabilité selon l'un des trois niveaux suivants :

1^o « Faible » : un indice égal ou inférieur à 100 sur l'ensemble de l'aire de protection;

2^o « Moyen » : un indice inférieur à 180 sur l'ensemble de l'aire de protection, sauf s'il s'agit d'un indice correspondant au niveau « faible »;

3^o « Élevé » : un indice égal ou supérieur à 180 sur une quelconque partie de l'aire de protection.

La vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines qui se trouvent à l'intérieur d'une aire de protection d'un prélèvement d'eau de catégories 2 et 3 est réputée de niveau élevé, à moins qu'un professionnel ne l'évalue autrement, conformément à la méthode prévue au premier alinéa.

§2. *Aire de protection immédiate*

54. Une aire de protection immédiate est délimitée pour tout prélèvement d'eau souterraine. Les limites d'une telle aire sont fixées aux distances suivantes :

1^o 30 mètres du site de prélèvement d'eau de catégorie 1 ou 2, à moins qu'un professionnel les calcule après avoir attesté, dans une étude hydrogéologique, l'une ou l'autre des situations suivantes :

a) la présence d'une formation géologique superficielle peu perméable assure une protection naturelle des eaux souterraines;

b) une configuration de terrain ou une infrastructure à proximité empêche les risques pouvant affecter la qualité des eaux souterraines;

c) l'exercice des activités humaines dans un rayon de 30 mètres du site de prélèvement ne peut affecter de manière significative la qualité des eaux souterraines.

2° 3 mètres du site de prélèvement d'eau de catégorie 3.

55. La localisation de l'aire de protection immédiate d'un prélèvement d'eau souterraine de catégories 1 et 2 doit être indiquée sur les lieux de manière à assurer sa visibilité en tout temps via tous ses accès, notamment par l'usage d'un panneau indicateur.

56. Toute activité présentant un risque de contamination de l'eau est interdite, sauf celles relatives à l'opération, à l'entretien, à la réfection ou au remplacement de l'installation de prélèvement d'eau ou des équipements accessoires.

§3. Aire de protection intermédiaire

57. Une aire de protection intermédiaire est délimitée pour tout prélèvement d'eau souterraine. Les limites d'une telle aire sont fixées de la manière suivante :

1° pour un prélèvement d'eau de catégorie 1, les limites sont calculées par un professionnel qui vérifie, à l'aide de données recueillies dans un minimum de trois puits aménagés au sein de la formation géologique aquifère exploitée par le prélèvement d'eau et pouvant être utilisés à des fins d'observation des eaux souterraines, le temps de migration de l'eau souterraine :

a) s'il s'agit d'assurer sa protection bactériologique, sur une période de 200 jours;

b) s'il s'agit d'assurer sa protection virologique, sur une période de 550 jours;

2° pour un prélèvement d'eau de catégorie 2, les limites sont fixées aux distances suivantes, sauf si elles sont calculées conformément au paragraphe 1 :

a) s'il s'agit d'assurer sa protection bactériologique, 100 mètres du site de prélèvement;

b) s'il s'agit d'assurer sa protection virologique, 200 mètres du site de prélèvement;

3° pour un prélèvement d'eau de catégorie 3, les limites sont fixées aux distances suivantes, sauf si elles sont calculées conformément au paragraphe 1 :

a) s'il s'agit d'assurer sa protection bactériologique, 15 mètres du site de prélèvement lorsque le puits est scellé conformément à l'article 20 ou 30 mètres du site de prélèvement dans les autres cas;

b) s'il s'agit d'assurer sa protection virologique, 100 mètres du site de prélèvement.

58. À moins d'être réalisé à des fins d'entretien domestique ou d'utiliser des boues certifiées conformes aux normes CAN/BNQ 0413-200 ou CAN/BNQ 0413-400, l'épandage et le stockage, à même le sol, de boues provenant d'ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées ou de tout autre système de traitement ou d'accumulation d'eaux usées sanitaires est interdit dans l'aire de protection intermédiaire virologique d'un prélèvement d'eau souterraine lorsque son niveau de vulnérabilité des eaux est moyen ou élevé.

Le premier alinéa s'applique aussi à toute matière contenant plus de 0,1 % de boues provenant d'eaux usées sanitaires, évaluée sur la base de matière sèche.

59. Le stockage, à même le sol, de déjections animales, de compost de ferme ou de matières résiduelles fertilisantes non certifiées conformes aux normes CAN/BNQ 0413-200, CAN/BNQ 0413-400 ou BNQ 419-090 est interdit :

1° dans l'aire de protection intermédiaire bactériologique d'un prélèvement d'eau souterraine lorsque son niveau de vulnérabilité des eaux est moyen ou élevé;

2° dans l'aire de protection virologique d'un prélèvement d'eau souterraine lorsque la concentration en nitrates + nitrites (exprimés en N) de l'eau échantillonnée conformément au Règlement sur la qualité de l'eau potable (chapitre Q-2, r. 40) est supérieure à 5 mg/l à deux reprises ou plus sur une période de deux ans;

3° à moins de 100 mètres d'un prélèvement d'eau souterraine de catégorie 3 situé sur une propriété voisine lorsque le niveau de vulnérabilité des eaux de l'aire de protection intermédiaire virologique est moyen ou élevé.

60. L'aménagement d'une cour d'exercice d'animaux ou d'une aire de compostage est interdit :

1° dans les premiers 100 mètres de l'aire de protection bactériologique d'un prélèvement d'eau souterraine de catégorie 1 ou 2 lorsque son niveau de vulnérabilité est moyen ou élevé;

2° dans l'aire de protection bactériologique d'un prélèvement d'eau souterraine de catégorie 3 lorsque son niveau de vulnérabilité est moyen ou élevé;

3° à moins de 100 mètres d'un prélèvement d'eau souterraine de catégorie 3 situé sur une propriété voisine lorsque le niveau de vulnérabilité des eaux de l'aire de protection intermédiaire virologique est moyen ou élevé.

61. L'aménagement d'un ouvrage de stockage de déjections animales ou d'un bâtiment d'élevage d'animaux est interdit :

1° dans les premiers 100 mètres de l'aire de protection bactériologique d'un prélèvement d'eau souterraine de catégorie 1 ou 2 lorsque son niveau de vulnérabilité des eaux est moyen ou élevé;

2° dans l'aire de protection intermédiaire bactériologique d'un prélèvement d'eau souterraine de catégorie 3 lorsque son niveau de vulnérabilité est moyen ou élevé.

Une pisciculture n'est pas visée par le présent article.

62. Dans tous les cas où l'aménagement d'une cour d'exercice d'animaux, d'une aire de compostage, d'un ouvrage de stockage de déjections animales ou d'un bâtiment d'élevage d'animaux n'est pas interdit dans l'aire de protection intermédiaire bactériologique d'un prélèvement d'eau souterraine, l'installation doit être conçue de manière à assurer son étanchéité et son aménagement doit être réalisé sous la supervision d'un professionnel.

Au surplus, une cour d'exercice d'animaux, une aire de compostage ou un ouvrage de stockage de déjections animales aménagé dans une telle aire doit faire l'objet d'une évaluation de son étanchéité par un professionnel à tous les 10 ans.

Le professionnel ayant effectué l'évaluation prévue au deuxième alinéa doit transmettre au responsable du prélèvement d'eau souterraine et au ministre une attestation d'étanchéité ou une recommandation sur les correctifs à effectuer pour rendre l'installation étanche lorsqu'un défaut d'étanchéité est constaté.

Les correctifs pour rendre une installation étanche doivent être réalisés au plus tard un an après la réception de la recommandation du professionnel. Leur réalisation doit s'effectuer sous la supervision d'un professionnel qui transmet, au responsable du prélèvement et au ministre, une attestation d'étanchéité dans les meilleurs délais.

Une copie de l'attestation d'étanchéité est transmise dans les meilleurs délais aux municipalités régionales de comté et aux organismes de bassin versant dont le territoire recoupe celui des aires de protection intermédiaire concernées.

63. Le pâturage d'animaux et l'épandage de déjections animales, de compost de ferme ou de matières résiduelles fertilisantes sont interdits :

1° dans l'aire de protection intermédiaire bactériologique d'un prélèvement d'eau souterraine lorsque son niveau de vulnérabilité des eaux est élevé;

2° dans l'aire de protection virologique d'un prélèvement d'eau souterraine lorsque la concentration en nitrates + nitrites (exprimés en N) de l'eau échantillonnée conformément au Règlement sur la qualité de l'eau potable (chapitre Q-2, r. 40) est supérieure à 10 mg/l à deux reprises ou plus sur une période de deux ans;

3° dans les premiers 100 mètres de l'aire de protection intermédiaire bactériologique d'un site de prélèvement d'eau souterraine de catégorie 1 lorsque son niveau de vulnérabilité des eaux est moyen.

L'épandage de déjections animales, de compost de ferme ou de matières résiduelles fertilisantes n'est toutefois pas interdit s'il est réalisé à des fins d'entretien domestique ou s'il utilise des matières fertilisantes certifiées conformes aux normes CAN/BNQ 0413-200, CAN/BNQ 0413-400 ou BNQ 419-090.

64. Le pâturage d'animaux et l'épandage de déjections animales, de compost de ferme ou de matières résiduelles fertilisantes doivent être réalisés conformément à la recommandation d'un professionnel :

1° dans l'aire de protection intermédiaire bactériologique d'un prélèvement d'eau souterraine lorsque son niveau de vulnérabilité est moyen;

2° dans l'aire de protection intermédiaire virologique d'un prélèvement d'eau souterraine lorsque la concentration en nitrates + nitrites de l'eau échantillonnée conformément au Règlement sur la qualité de l'eau potable (chapitre Q-2, r. 40) est supérieure à 5 mg/l à deux reprises ou plus sur une période de deux ans.

Une telle recommandation contient les mesures à mettre en place pour minimiser les impacts sur la qualité des eaux prélevées, notamment en ce qui concerne l'apport d'azote et d'agents pathogènes. Elle s'appuie sur :

1° un bilan historique des cinq dernières années sur les cultures et les épandages effectués et sur les pâturages d'animaux aménagés dans l'aire de protection intermédiaire;

2° le contexte hydrogéologique ainsi que la texture, la profondeur et l'état de compaction des sols.

La recommandation est jointe au plan agro-environnemental de fertilisation préparé conformément au Règlement sur les exploitations agricoles (chapitre Q-2, r. 26) lorsque le lieu d'élevage ou le lieu d'épandage visé est assujéti à ce règlement. Elle est conservée pour une période de 5 ans et doit être fournie au ministre sur demande.

65. Lorsque le responsable d'un prélèvement d'eau souterraine est avisé qu'au moins deux échantillons d'eau ont contenu plus de 5 mg/l de nitrates + nitrites sur une période de deux ans, conformément à l'article 36.0.1 du Règlement sur la qualité de l'eau potable (chapitre Q-2, r. 40), il doit transmettre au ministre, dans les 30 jours de la réception d'un tel avis, la liste des propriétés incluses en partie ou en totalité dans l'aire de protection intermédiaire de son prélèvement d'eau ou, dans les cas où l'eau brute provient de plusieurs prélèvements, les mesures qu'il a prises ou qu'il entend prendre pour identifier le ou les prélèvements à l'origine de la concentration mesurée.

§4. Aire de protection éloignée

66. Une aire de protection éloignée est délimitée pour un prélèvement d'eau souterraine de catégories 1 et 2. Les limites d'une telle aire sont fixées de la manière suivante :

1° pour un prélèvement d'eau de catégorie 1, les limites sont calculées par un professionnel qui vérifie, à l'aide de données recueillies dans un minimum de trois puits aménagés au sein de la formation géologique aquifère exploitée par le prélèvement d'eau et pouvant être utilisés à des fins d'observation des eaux souterraines, la superficie de terrain au sein duquel les eaux souterraines y circulant vont éventuellement être captées par le prélèvement d'eau;

2° pour un prélèvement d'eau souterraine de catégorie 2, un rayon de 2 kilomètres en amont hydraulique du site de prélèvement, sauf si les limites sont calculées conformément au paragraphe 1.

67. Le responsable d'un prélèvement d'eau souterraine de catégorie 1 doit obtenir d'un professionnel :

1° un inventaire, dans l'aire de protection éloignée, des activités anthropiques réalisées ou en cours de réalisation ainsi que des affectations du territoire applicables dans cette aire;

2° un inventaire, dans l'aire de protection éloignée, des menaces potentielles pouvant affecter la qualité ou la quantité des eaux exploitées par le prélèvement;

3° une évaluation, dans l'aire de protection éloignée, des activités anthropiques ou des menaces réelles affectant la qualité ou la quantité des eaux souterraines exploitées par le prélèvement. L'évaluation des menaces réelles doit considérer les résultats des suivis de la qualité des eaux brutes et distribuées exigés en vertu du Règlement sur la qualité de l'eau potable (chapitre Q-2, r.40).

68. Les travaux de forage destinés à rechercher ou à exploiter du pétrole, du gaz naturel, de la saumure ou un réservoir souterrain ainsi que la réalisation d'un sondage stratigraphique sont interdits dans l'aire de protection éloignée d'un prélèvement d'eau souterraine de catégories 1 et 2.

SECTION III EAUX DE SURFACE

§1. Vulnérabilité des eaux

69. La vulnérabilité des eaux de surface exploitées par un prélèvement d'eau de catégorie 1 est évaluée de niveau élevé, moyen ou faible par un professionnel, en fonction de chacun des indicateurs suivants décrits à l'annexe IV :

- 1° vulnérabilité physique du site de prélèvement;
- 2° vulnérabilité aux micro-organismes;
- 3° vulnérabilité aux matières fertilisantes;
- 4° vulnérabilité à la turbidité;
- 5° vulnérabilité aux substances inorganiques;
- 6° vulnérabilité aux substances organiques.

§2. Aire de protection immédiate

70. Une aire de protection immédiate est délimitée pour un prélèvement d'eau de surface de catégories 1 et 2. Les limites d'une telle aire sont fixées aux distances suivantes :

1° 300 mètres autour du site de prélèvement de catégorie 1 ou 2 s'il est situé dans un lac;

2° 1 kilomètre en amont du site de prélèvement de catégorie 1 ou 2 et 100 mètres en aval de celui-ci s'il est situé dans le fleuve Saint-Laurent ou, lorsque le fleuve est sous l'influence de la réversibilité du courant due à la marée, 1 kilomètre en amont et en aval du site de prélèvement;

3° 500 mètres en amont du site de prélèvement de catégorie 1 ou 2 et 50 mètres en aval de celui-ci s'il est situé dans tout autre cours d'eau.

Malgré les paragraphes 2 et 3 du premier alinéa, les limites de l'aire de protection immédiate d'un prélèvement d'eau situées sur la rive opposée du cours d'eau peuvent être moindres si celui-ci a une largeur supérieure à 300 mètres en débit d'étiage et si un professionnel les calcule après avoir attesté que les activités ou les rejets s'y effectuant ne sont pas susceptibles d'affecter le prélèvement.

Ces distances englobent, si tel est le cas, les eaux de surface, les portions de tributaires, les fossés ainsi que les rives de chacun d'eux.

71. Les activités suivantes sont interdites dans l'aire de protection immédiate d'un prélèvement d'eau de surface de catégories 1 et 2 :

1° le pâturage d'animaux;

2° l'épandage et le stockage, à même le sol, de déjections animales, de compost de ferme ou de matières résiduelles fertilisantes;

3° l'épandage et le stockage, à même le sol, de boues provenant d'ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées ou de tout autre système de traitement ou d'accumulation d'eaux usées sanitaires ou de toute matière contenant plus de 0,1 % de boues provenant d'eaux usées sanitaires, évaluée sur la base de matière sèche;

4° l'aménagement d'un nouveau rejet dans un cours d'eau, sauf si cet aménagement est réalisé dans un cours d'eau dont la largeur est supérieure à 30 mètres en période d'étiage et si une attestation d'un professionnel précise que le rejet n'affectera pas le site de prélèvement d'eau.

Toute autre activité devant se réaliser à l'intérieur d'une aire de protection immédiate d'un prélèvement d'eau de surface de catégories 1 et 2, sauf celles relatives à l'exploitation d'une centrale hydroélectrique, doit respecter les conditions suivantes :

1° l'activité doit être réalisée de manière à minimiser les risques d'érosion des sols, notamment par le rétablissement et le maintien de la couverture végétale présente et du caractère naturel de la rive;

2° si l'activité vise à aménager un fossé ou un drain souterrain, ceux-ci ne peuvent être en lien direct avec le lac ou le cours d'eau récepteur, à moins que des infrastructures permettent de limiter l'apport de sédiments vers le lac ou le cours d'eau concerné et que, dans le cas d'un fossé, le haut du talus comporte une couverture végétale d'une largeur minimale d'un mètre.

§3. Aire de protection intermédiaire

72. Une aire de protection intermédiaire est délimitée pour un prélèvement d'eau de surface de catégories 1 et 2. Les limites d'une telle aire sont fixées aux distances suivantes :

1° 3 kilomètres autour du site de prélèvement de catégorie 1 et 2 s'il est situé dans un lac;

2° 15 kilomètres en amont du site de prélèvement de catégorie 1 et 2 s'il est situé dans le fleuve Saint-Laurent et au surplus, le cas échéant, 15 kilomètres en aval du site de prélèvement si le fleuve est sous l'influence de la réversibilité du courant due à la marée;

3° 10 kilomètres en amont du site de prélèvement de catégorie 1 et 2 s'il est situé dans tout autre cours d'eau.

Malgré les paragraphes 2 et 3 du premier alinéa, les limites de l'aire de protection intermédiaire d'un prélèvement d'eau situées sur la rive opposée du cours d'eau peuvent être moindres si celui-ci a une largeur supérieure à 300 mètres en débit d'étiage et si un professionnel les calcule après avoir attesté que les activités ou les rejets s'y effectuant ne sont pas susceptibles d'affecter le prélèvement.

Les distances englobent, si tel est le cas, les eaux de surface, les portions de tributaires, les fossés ainsi qu'une bande de terre de 120 mètres calculée à partir de la ligne des hautes eaux.

73. Les travaux de forage destinés à rechercher ou à exploiter du pétrole, du gaz naturel, de la saumure ou un réservoir souterrain ainsi que la réalisation d'un sondage stratigraphique sont interdits dans l'aire de protection intermédiaire d'un prélèvement d'eau de surface de catégories 1 et 2.

74. Le responsable d'un prélèvement d'eau de surface de catégorie 1 doit obtenir d'un professionnel :

1° un inventaire, dans l'aire de protection intermédiaire, des activités anthropiques réalisées ou en cours de réalisation;

2° un inventaire, dans l'aire de protection intermédiaire, des menaces potentielles pouvant affecter la qualité ou la quantité des eaux exploitées par le prélèvement.

§4. Aire de protection éloignée

75. Une aire de protection éloignée est délimitée pour un prélèvement d'eau de surface de catégorie 1. Les limites d'une telle aire correspondent à son bassin versant.

Les distances englobent, si tel est le cas, les eaux de surface, les portions de tributaires, les fossés ainsi qu'une bande de terre de 120 mètres calculée à partir de la ligne des hautes eaux.

76. Le responsable d'un prélèvement d'eau de surface de catégorie 1 doit obtenir d'un professionnel :

1° un inventaire, dans l'aire de protection éloignée, des points de rejets des effluents des stations d'épuration des eaux usées et des eaux de procédés industriels;

2° un inventaire, dans l'aire de protection éloignée, des affectations du territoire applicables;

3° un inventaire et une évaluation, dans l'aire de protection éloignée, des menaces d'accident pouvant affecter la qualité et la quantité des eaux exploitées par le prélèvement;

4° une évaluation, dans l'aire de protection éloignée, des activités anthropiques ou des menaces réelles affectant la qualité ou la quantité des eaux exploitées par le prélèvement. L'évaluation des menaces réelles doit considérer les niveaux de vulnérabilité obtenus pour les différents indicateurs prévus à l'article 69.

SECTION IV RAPPORT

77. Le responsable d'un prélèvement d'eau de catégorie 1 transmet au ministre, dans les meilleurs délais, un rapport contenant les renseignements suivants :

1° la localisation du site de prélèvement et une description de son aménagement;

2° le plan de localisation des aires de protection immédiate, intermédiaire et éloignée et, s'il y a lieu, les limites de ces aires lorsque celles-ci sont calculées par un professionnel;

3° les niveaux de vulnérabilité des eaux évalués par un professionnel conformément aux articles 53 et 69.

Il transmet également au ministre les documents visés aux articles 67, 74 et 76.

Les renseignements contenus au rapport ont un caractère public, sauf les renseignements contenus aux documents prévus au deuxième alinéa. Ils sont rendus accessibles au public, notamment par une publication sur le site Internet du responsable du prélèvement lorsqu'une telle publication est possible. Ils sont mis à jour à tous les cinq ans.

Le rapport et les documents visés au deuxième alinéa sont transmis aux municipalités régionales de comté et aux organismes de bassin versant dont le territoire recoupe celui de ces aires dans les meilleurs délais. Ils sont également transmis aux municipalités dont le territoire recoupe l'aire de protection intermédiaire d'un prélèvement d'eau de surface ou l'aire de protection éloignée d'un prélèvement d'eau souterraine.

CHAPITRE V DISPOSITIONS PARTICULIÈRES APPLICABLES AUX PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE DANS LA VILLE DE MERCIER ET DANS D'AUTRES TERRITOIRES SITUÉS À PROXIMITÉ

78. Les dispositions du présent chapitre s'appliquent aux territoires des municipalités suivantes :

1° Ville de Mercier;

2° Paroisse de Saint-Isidore;

3° Sainte-Martine;

4° Saint-Urbain-Premier.

79. Il est interdit de forer, de creuser ou d'exploiter une installation de prélèvement d'eau souterraine dans le périmètre décrit à l'annexe V, sauf si ces travaux sont autorisés à des fins de réhabilitation environnementale conformément à la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2).

80. Un puits tubulaire aménagé sur le territoire d'une municipalité visée par le présent chapitre qui est situé à l'extérieur du périmètre décrit à l'annexe V et qui est destiné à prélever de l'eau souterraine qui circule dans le socle rocheux doit être foré de manière à le recouper sur une profondeur minimale de 10 mètres.

81. Doit faire l'objet d'un suivi du chlorure de vinyle, 2 fois par année, toute installation de prélèvement d'eau souterraine de catégorie 1 qui est destinée à des fins de consommation humaine ou de production ou de transformation alimentaire et pour laquelle l'aire de protection éloignée fixée en vertu de l'article 66 recoupe en partie le territoire de l'annexe V.

L'analyse des échantillons d'eau souterraine prélevés doit être effectuée par un laboratoire accrédité en vertu de l'article 118.6 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2).

Si l'analyse révèle la présence de chlorure de vinyle, le responsable de l'installation doit en informer le ministre au plus tard 30 jours après la date du rapport d'analyse fourni par le laboratoire accrédité. Les mesures envisagées pour remédier à la situation doivent aussi être communiquées au ministre dans le même délai.

Les résultats du suivi doivent être consignés dans un rapport. Outre les résultats du rapport d'analyse du laboratoire accrédité, ce rapport doit indiquer les renseignements suivants :

1° les lieux de prélèvement des échantillons;

- 2° la méthode de prélèvement des échantillons;
- 3° les résultats d'analyse.

Le rapport de suivi doit être conservé pendant une période de cinq ans et il doit être fourni au ministre sur demande.

82. Les dispositions de l'article 81 s'appliquent à toute installation de prélèvement d'eau souterraine de catégorie 2 qui est destinée à des fins de consommation humaine ou de production ou de transformation alimentaire et pour laquelle l'aire de protection intermédiaire bactériologique fixée en vertu de l'article 57 recoupe en partie le territoire de l'annexe V.

CHAPITRE VI DISPOSITIONS ADMINISTRATIVES ET PÉNALES

SECTION I SANCTIONS ADMINISTRATIVES PÉCUNIAIRES

83. Une sanction administrative pécuniaire d'un montant de 250 \$ pour une personne physique ou de 1 000 \$ dans les autres cas peut être imposée à quiconque, contrairement au présent règlement :

1° refuse ou néglige de transmettre un avis ou un rapport ou de fournir toute information ou tout document ou ne respecte pas les délais fixés pour leur production si aucune autre sanction administrative pécuniaire n'est prévue pour un tel manquement;

2° fait défaut de conserver, durant le délai requis, les documents qu'il est tenu de préparer ou d'obtenir;

3° fait défaut de constituer le registre prévu à l'article 48 ou ne respecte pas les délais fixés pour sa conservation;

4° fait défaut de rendre accessible la localisation de son prélèvement d'eau et la délimitation d'une aire de protection conformément à l'article 52;

5° fait défaut d'indiquer la localisation d'une aire de protection conformément à l'article 55 ou enlève, détériore ou laisse se détériorer le panneau indicateur installé sur les lieux;

6° fait défaut de joindre la recommandation d'un professionnel à un plan agro-environnemental de fertilisation conformément au troisième alinéa de l'article 64.

84. Une sanction administrative pécuniaire d'un montant de 350 \$ pour une personne physique ou de 1 500 \$ dans les autres cas peut être imposée à quiconque :

1° n'évalue pas les niveaux de vulnérabilité des eaux conformément à l'article 53 ou 69;

2° refuse ou néglige d'obtenir les documents prévus à l'article 67, 74 ou 76.

85. Une sanction administrative pécuniaire d'un montant de 500 \$ pour une personne physique ou de 2 500 \$ dans les autres cas peut être imposée à quiconque fait défaut :

1° de prélever un échantillon ou de prendre une mesure conformément au présent règlement;

2° d'effectuer une analyse, un essai, un suivi ou un test conformément au présent règlement;

3° de rendre une installation de prélèvement d'eau accessible conformément à l'article 13.

86. Une sanction administrative pécuniaire d'un montant de 750 \$ pour une personne physique ou de 3 500 \$ dans les autres cas peut être imposée à quiconque fait défaut :

1° de se conformer à une norme d'aménagement prévue au paragraphe 1 de l'article 12, à l'article 14 à 17, au premier alinéa de l'article 22, à l'article 23 à 27 ou au paragraphe 2, 3 ou 5 à 7 de l'article 28;

2° de sceller son installation de prélèvement d'eau conformément à l'article 20 ou de minimiser l'altération du scellement lors de travaux postérieurs au scellement;

3° d'aménager les puits d'observation des eaux souterraines conformément à l'article 38 ou 39.

87. Une sanction administrative pécuniaire d'un montant de 1 000 \$ pour une personne physique ou de 5 000 \$ dans les autres cas peut être imposée à quiconque fait défaut :

1° de respecter les conditions reliées à la réalisation d'une activité conformément à l'article 19, au deuxième alinéa de l'article 22, à l'article 32 ou 62, au premier ou au deuxième alinéa de l'article 64 ou au deuxième alinéa de l'article 71;

2° d'obturer un trou de sondage conformément à l'article 33;

3° de procéder à une caractérisation initiale conformément à l'article 35 ou 36;

4° d'aviser le ministre conformément à l'article 47.

88. Une sanction administrative pécuniaire d'un montant de 1 500 \$ pour une personne physique ou de 7 500 \$ dans les autres cas peut être imposée à quiconque :

1^o réalise une activité interdite en vertu de l'article 14, 30, 56, 58 à 61, 63 ou 68, du premier alinéa de l'article 71 ou de l'article 73;

2^o aménage son installation de prélèvement d'eau ou son système de géothermie à énergie de sol contrairement au paragraphe 2 de l'article 12 ou au paragraphe 1 ou 4 de l'article 28;

3^o fracture un puits destiné à la recherche ou à l'exploitation du pétrole ou du gaz naturel contrairement à l'article 42.

89. Une sanction administrative pécuniaire d'un montant de 2 000 \$ pour une personne physique ou de 10 000 \$ dans les autres cas peut être imposée à quiconque :

1^o fore, creuse ou exploite une installation de prélèvement d'eau contrairement à l'article 79 ou 80;

2^o fait défaut d'effectuer le suivi préventif, de faire analyser les échantillons qui résultent de ce suivi par un laboratoire accrédité en vertu de l'article 118.6 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2) ou d'aviser le ministre des résultats d'analyse des échantillons et des mesures envisagées pour remédier à la situation conformément à l'article 81.

SECTION II SANCTIONS PÉNALES

90. Commet une infraction et est passible d'une amende de 1 000 \$ à 100 000 \$ dans le cas d'une personne physique ou de 3 000 \$ à 600 000 \$ dans les autres cas, quiconque :

1^o refuse ou néglige de transmettre un avis ou un rapport ou de fournir toute information ou tout document exigé en vertu du présent règlement ou ne respecte pas les délais fixés pour sa production;

2^o fait défaut de conserver, durant le délai requis, les documents qu'il est tenu de préparer ou d'obtenir;

3^o fait défaut de constituer le registre prévu à l'article 48 ou ne respecte pas les délais fixés pour sa conservation;

4^o fait défaut de rendre accessible la localisation de son prélèvement d'eau et la délimitation d'une aire de protection conformément à l'article 52;

5^o fait défaut d'indiquer la localisation d'une aire de protection conformément à l'article 55 ou enlève, détériore ou laisse se détériorer le panneau indicateur installé sur les lieux;

6^o fait défaut de joindre la recommandation d'un professionnel à un plan agro-environnemental de fertilisation conformément au troisième alinéa de l'article 64;

7^o ne respecte pas une obligation imposée par le présent règlement qui n'est pas autrement sanctionnée par la présente section ou la section XIII.1 du chapitre I de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2).

91. Commet une infraction et est passible d'une amende de 2 000 \$ à 100 000 \$ dans le cas d'une personne physique ou de 6 000 \$ à 600 000 \$ dans les autres cas, quiconque :

1^o n'évalue pas les niveaux de vulnérabilité des eaux conformément à l'article 53 ou 69;

2^o refuse ou néglige d'obtenir les documents prévus à l'article 67, 74 ou 76.

92. Commet une infraction et est passible d'une amende de 2 500 \$ à 250 000 \$ dans le cas d'une personne physique ou de 7 500 \$ à 1 500 000 \$ dans les autres cas, quiconque fait défaut :

1^o de prélever un échantillon ou de prendre une mesure conformément au présent règlement;

2^o d'effectuer une analyse, un essai, un suivi ou un test conformément au présent règlement;

3^o de rendre une installation de prélèvement d'eau accessible conformément à l'article 13.

93. Commet une infraction et est passible d'une amende de 4 000 \$ à 250 000 \$ dans le cas d'une personne physique ou de 12 000 \$ à 1 500 000 \$ dans les autres cas, quiconque fait défaut :

1^o d'aménager une installation conformément à une norme prévue au paragraphe 1 de l'article 12, à l'article 14 à 17, au premier alinéa de l'article 22, à l'article 23 à 27 ou au paragraphe 2, 3 ou 5 à 7 de l'article 28;

2^o de sceller son installation de prélèvement d'eau conformément à l'article 20 ou d'effectuer les correctifs nécessaires si le scellement est altéré;

3^o d'aménager les puits d'observation des eaux souterraines conformément à l'article 38 ou 39.

94. Commet une infraction et est passible, dans le cas d'une personne physique, d'une amende de 5 000 \$ à 500 000 \$ ou, malgré l'article 231 du Code de procédure pénale (chapitre C-25.1), d'une peine d'emprisonnement maximale de 18 mois ou des deux à la fois ou, dans les autres cas, d'une amende de 15 000 \$ à 3 000 000 \$, quiconque :

1° fournit une information fausse ou trompeuse;

2° fait défaut de respecter les conditions reliées à la réalisation d'une activité conformément à l'article 19, au deuxième alinéa de l'article 22, à l'article 32 ou 62, au premier ou au deuxième alinéa de l'article 64 ou au deuxième alinéa de l'article 71;

3° fait défaut d'obturer un trou de sondage conformément à l'article 33;

4° fait défaut de procéder à une caractérisation initiale conformément à l'article 35 ou 36;

5° fait défaut d'aviser le ministre conformément à l'article 47.

95. Commet une infraction et est passible, dans le cas d'une personne physique, d'une amende de 8 000 \$ à 500 000 \$ ou, malgré l'article 231 du Code de procédure pénale (chapitre C-25.1), d'une peine d'emprisonnement maximale de 18 mois ou des deux à la fois ou, dans les autres cas, d'une amende de 24 000 \$ à 3 000 000 \$, quiconque :

1° réalise une activité interdite en vertu de l'article 14, 30, 56, 58 à 61, 63 ou 68, du premier alinéa de l'article 71 ou de l'article 73;

2° aménage son installation de prélèvement d'eau ou son système de géothermie à énergie de sol contrairement au paragraphe 2 de l'article 12 ou au paragraphe 1 ou 4 de l'article 28;

3° fracture un puits destiné à la recherche ou à l'exploitation du pétrole ou du gaz naturel contrairement à l'article 42.

96. Commet une infraction et est passible, dans le cas d'une personne physique, d'une amende de 10 000 \$ à 1 000 000 \$ ou, malgré l'article 231 du Code de procédure pénale (chapitre C-25.1), d'une peine d'emprisonnement maximale de 3 ans ou des deux à la fois ou, dans les autres cas, d'une amende de 30 000 \$ à 6 000 000 \$, quiconque :

1° fore, creuse ou exploite une installation de prélèvement d'eau contrairement à l'article 79 et 80;

2° fait défaut d'effectuer le suivi préventif, de faire analyser les échantillons qui résultent de ce suivi par un laboratoire accrédité en vertu de l'article 118.6 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2) ou d'aviser le ministre des résultats d'analyse des échantillons et des mesures envisagées pour remédier à la situation conformément à l'article 81.

CHAPITRE VII

DISPOSITIONS TRANSITOIRES ET FINALES

97. Le responsable d'un ouvrage de stockage de déjections animales, d'une cour d'exercice d'animaux ou d'une aire de compostage présents dans l'aire de protection bactériologique d'un prélèvement d'eau souterraine effectué à des fins de consommation humaine ou de transformation alimentaire à la date de l'entrée en vigueur du présent article, soit le (indiquer ici la date de l'entrée en vigueur du présent règlement), doit faire évaluer l'étanchéité de son ouvrage par un professionnel au plus tard le (indiquer ici la date qui suit de 2 ans celle de l'entrée en vigueur du présent règlement).

Le professionnel ayant effectué l'évaluation prévue au premier alinéa doit transmettre au responsable du prélèvement d'eau souterraine et au ministre une attestation d'étanchéité ou une recommandation sur les correctifs à effectuer pour rendre l'installation étanche lorsqu'un défaut d'étanchéité est constaté ou, si aucun correctif n'est possible, sur le choix d'un nouvel emplacement à l'extérieur de l'aire de protection pour poursuivre l'exploitation. Dans ce dernier cas, les plans et devis du nouvel ouvrage accompagnent la recommandation.

Les recommandations du professionnel doivent être réalisées au plus tard 1 an après leur réception. Leur réalisation doit s'effectuer sous la supervision d'un professionnel qui transmet, au responsable du prélèvement et au ministre, une attestation d'étanchéité de l'installation concernée dans les meilleurs délais.

98. Quiconque fait défaut de procéder à l'évaluation de l'étanchéité de son installation conformément au premier alinéa de l'article 97 ou de respecter les exigences prévues à cet article lorsqu'un défaut d'étanchéité de l'ouvrage est constaté :

1° peut se voir imposer une sanction administrative pécuniaire d'un montant de 750 \$ pour une personne physique ou de 3 500 \$ dans les autres cas;

2° commet une infraction et est passible d'une amende de 4 000 \$ à 250 000 \$ dans le cas d'une personne physique ou de 12 000 \$ à 1 500 000 \$ dans les autres cas.

99. Le rapport et les documents prévus à l'article 77 du présent règlement doivent être transmis au plus tard le 1^{er} janvier 2020 pour les prélèvements d'eau effectués à des fins de consommation humaine ou à des fins de transformation alimentaire en exploitation à la date de l'entrée en vigueur du présent article, soit le (*indiquer ici la date de l'entrée en vigueur du présent règlement*).

100. Les demandes d'autorisation de prélèvement d'eau en cours d'analyse à la date de l'entrée en vigueur du présent article, soit le (*indiquer ici la date de l'entrée en vigueur du présent règlement*), effectuées en vertu des articles 22, 31.5 ou 32 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2) ou en vertu des dispositions du chapitre IV du Règlement sur le captage des eaux souterraines (chapitre Q-2, r. 6) sont régies par les dispositions du présent règlement.

101. Malgré les articles 33 et 34 de la Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection (chapitre C-6.2), les prélèvements d'eau qui y sont visés sont valides, selon le cas, jusqu'à l'une ou l'autre des dates suivantes :

1° dans le cas où le préleveur est également titulaire d'une attestation d'assainissement, jusqu'à la date du renouvellement de cette attestation qui est postérieure au (*indiquer ici la date qui suit de 10 ans celle de l'entrée en vigueur de l'article 33 de la Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau*);

2° dans le cas où le préleveur effectue un prélèvement d'eau dont le volume moyen par jour est égal ou supérieur à 5 000 000 litres, jusqu'au (*indiquer ici la date qui suit de 11 ans celle de l'entrée en vigueur de l'article 33 de la Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau*);

3° dans le cas où le préleveur effectue un prélèvement d'eau dont le volume moyen par jour est égal ou supérieur à 1 500 000 litres et inférieur à 5 000 000 litres, jusqu'au (*indiquer ici la date qui suit de 12 ans celle de l'entrée en vigueur de l'article 33 de la Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau*);

4° dans le cas où le préleveur effectue un prélèvement d'eau dont le volume moyen par jour est égal ou supérieur à 600 000 litres et inférieur à 1 500 000 litres, jusqu'au (*indiquer ici la date qui suit de 13 ans celle de l'entrée en vigueur de l'article 33 de la Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau*);

5° dans le cas où le préleveur effectue un prélèvement d'eau dont le volume moyen par jour est égal ou supérieur à 200 000 litres et inférieur à 600 000 litres, jusqu'au (*indiquer ici la date qui suit de 14 ans celle de l'entrée en vigueur de l'article 33 de la Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau*);

6° jusqu'au (*indiquer ici la date qui suit de 15 ans celle de l'entrée en vigueur de l'article 33 de la Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau*) dans le cas où :

a) le préleveur effectue un prélèvement d'eau dont le volume moyen par jour est inférieur à 200 000 litres;

b) le préleveur exploite un site aquacole en milieu terrestre qui, pour chaque tonne de production annuelle, prélève un volume d'eau égal ou inférieur à 20 000 litres par heure et est autorisé, en vertu d'un certificat, à produire un rejet annuel de phosphore égal ou inférieur à 4,2 kilogrammes par tonne de production.

Un prélèvement d'eau peut se poursuivre après sa période de validité tant que la délivrance d'un renouvellement ou d'une nouvelle autorisation n'a pas été effectuée.

102. La demande de renouvellement d'une autorisation de prélèvement d'eau visé par l'article 33 de la Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection (chapitre C-6.2) doit être adressée par écrit au ministre et doit comprendre :

1° une mise à jour des renseignements et documents transmis lors de la demande d'autorisation initiale;

2° les renseignements et documents prévus aux paragraphes 1 à 9 et au paragraphe 12 du premier alinéa de l'article 7 du présent règlement si ces renseignements et documents n'ont pas été fournis lors de la demande initiale;

3° les mesures prises dans le cadre de l'exploitation du prélèvement d'eau, le cas échéant.

La demande d'autorisation de prélèvement d'eau visé par l'article 34 de la Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection doit également être adressée par écrit au ministre et doit comprendre les éléments prévus aux paragraphes 2 et 3 du premier alinéa.

Ces demandes doivent être présentées 6 mois avant la date d'expiration de leur période de validité.

Les renseignements fournis relativement au présent article ont un caractère public, dans la mesure prévue par le troisième alinéa de l'article 7.

103. Les termes « installation de captage d'eau », « ouvrage de captage d'eau » ou « prise d'eau » utilisés dans une loi, un règlement ou tout autre document doivent s'interpréter comme étant une installation de prélèvement d'eau.

104. Les municipalités sont chargées de l'application des dispositions du chapitre III, à l'exception des dispositions comprises dans la section V de ce chapitre, ainsi que des articles 80 et 81 du présent règlement dans la mesure où l'application de ces dispositions concerne un prélèvement d'eau ou un système de géothermie situé sur le territoire qui relève du champ de compétence de la municipalité concernée.

Pour l'accomplissement de la responsabilité mentionnée au premier alinéa, la section I du chapitre VI du présent règlement ne s'applique pas.

105. Les paragraphes 6 et 6.1 de l'article 22 du Règlement sur le pétrole, le gaz naturel et les réservoirs souterrains (chapitre M-13.1, r. 1) sont abrogés.

106. Le présent règlement remplace les dispositions du Règlement sur le captage des eaux souterraines (chapitre Q-2, r. 6). Les dispositions du chapitre II et de l'annexe I de ce règlement demeurent toutefois applicables jusqu'au (insérer ici la date qui suit de six mois celle de l'entrée en vigueur de l'article 31.75 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2) introduit par l'article 19 du chapitre 21 des lois de 2009).

107. Le présent règlement entre en vigueur le (indiquer ici la date de l'entrée en vigueur de l'article 31.75 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2) introduit par l'article 19 du chapitre 21 des lois de 2009), à l'exception des articles 10 à 28 qui entrent en vigueur le (insérer ici la date qui suit de six mois celle de l'entrée en vigueur de l'article 31.75 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2) introduit par l'article 19 du chapitre 21 des lois de 2009).

ANNEXE I

CONTENU DU RAPPORT

(a. 21 et 27)

1. Pour les fins de la présente annexe, le terme « installation » comprend une installation de prélèvement d'eau, l'installation de rejet d'un système de géothermie qui prélève de l'eau et un système de géothermie à énergie du sol.

2. Les renseignements demandés pour la confection des documents prévus aux articles 21 et 27 du présent règlement sont :

1° le nom du propriétaire du lieu où l'installation est aménagée;

2° les coordonnées du lieu où l'installation est aménagée (numéro, rue, municipalité, code postal, désignation cadastrale, coordonnées latitude et longitude exprimées en

degrés décimaux dans le système de projection NAD 83 et mesurées à l'aide d'un GPS ou d'un autre instrument présentant un degré de précision équivalent);

3° l'unité de mesure utilisée pour compléter le rapport (toute information d'un même rapport doit être exprimée dans cette unité de mesure);

4° l'utilisation de l'installation aménagée;

5° le numéro de permis délivré par la municipalité concernée;

6° le numéro de licence délivrée par la Régie du bâtiment du Québec;

7° la méthode utilisée pour réaliser l'aménagement (forage, excavation, enfoncement);

8° un renseignement précisant si les travaux effectués consistent à approfondir une installation existante;

9° la date de l'aménagement;

10° le ou les diamètres forés, le cas échéant, et la profondeur de forage pour chacun des diamètres;

11° la présence de gaz ou d'eau salée lors de la réalisation de l'aménagement;

12° s'il s'agit d'un puits scellé, la longueur scellée et les matériaux utilisés pour le scellement;

13° la longueur, le diamètre et le type de tubage installé, ainsi que la longueur du tubage excédant le sol;

14° la longueur, le diamètre, l'ouverture et le type de la crépine installée, s'il y a lieu;

15° la longueur, le diamètre et le type de tubage d'appoint ou de soutènement installé, s'il y a lieu;

16° la nature et l'épaisseur des matériaux recoupés, s'il y a lieu;

17° les renseignements suivants sur les essais de débit effectués sur une installation de prélèvement d'eau souterraine :

a) la date de l'essai;

b) le niveau d'eau à la fin des travaux;

c) la durée de l'essai de débit;

d) le débit de l'installation;

e) la méthode de pompage.

ANNEXE II
ÉCHANTILLONNAGE
(a. 37 et 40)

1. Les paramètres physico-chimiques suivants doivent être mesurés sur place lors de l'échantillonnage :

- 1° Conductivité électrique spécifique;
- 2° pH;
- 3° Potentiel d'oxydo-réduction;
- 4° Température.

2. L'analyse des échantillons prélevés doit porter sur les substances et les paramètres suivants :

- 1° les composés organiques :
 - a) BTEX (Benzène, Toluène, Éthylbenzène, Xylènes totaux);
 - b) Carbone (C) organique total;
 - c) Éthane (C₂H₆);
 - d) Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP);
 - e) Hydrocarbures pétroliers (C₁₀-C₅₀);
 - f) Méthane (CH₄) dissous et signature isotopique stable (δ¹³C) du méthane, le cas échéant;
 - g) Propane (C₃H₈);
- 2° les composés inorganiques :
 - a) Aluminium (Al);
 - b) Antimoine (Sb);
 - c) Argent (Ar);
 - d) Arsenic (As);
 - e) Baryum (Ba);
 - f) Beryllium (Be);
 - g) Bismuth (Bi);
 - h) Bore (B);
 - i) Bromures;

- j) Cadmium (Cd);
- k) Calcium (Ca);
- l) Chlorure;
- m) Chrome (Cr);
- n) Cobalt (Co);
- o) Cuivre (Cu);
- p) Etain (Sn);
- q) Fer (Fe);
- r) Fluorure (F);
- s) Lithium (Li);
- t) Magnésium (Mg);
- u) Manganèse (Mn);
- v) Molybdène (Mo);
- w) Nickel (Ni);
- x) Nitrites + nitrates;
- y) Plomb (Pb);
- z) Potassium (K);
- aa) Radium (Ra) total;
- bb) Sélénium (Se);
- cc) Silicium (Si);
- dd) Sodium (Na);
- ee) Strontium (Sr);
- ff) Sulfate;
- gg) Sulfures;
- hh) Thallium (Tl);
- ii) Thorium total (Th);
- jj) Titane (Ti);
- kk) Uranium (U);
- ll) Vanadium (V);

mm) Zinc (Zn);

3° les paramètres :

a) Alcalinité;

b) Solides dissous et en suspension;

c) Turbidité.

3. Tous les échantillons doivent être analysés par des laboratoires accrédités en vertu de l'article 118.6 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2) ou, si aucun laboratoire n'est accrédité pour l'analyse d'une substance visée, par un laboratoire qui satisfait à la norme ISO/CEI 17025, intitulée « Prescriptions générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais » diffusée conjointement par l'Organisation internationale de normalisation et la Commission électrotechnique internationale.

4. Le laboratoire transmet les résultats au responsable de l'installation destinée à rechercher ou à exploiter du pétrole, du gaz naturel, de la saumure ou un réservoir souterrain.

ANNEXE III

SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES

(a. 46)

1. Aux fins de suivi des eaux souterraines, les puits d'observation doivent être échantillonnés une fois par an et 90 jours après toute réparation effectuée sur un puits.

La fréquence prévue au premier alinéa est augmentée à trois fois par an lorsque débute les opérations de fracturation, chaque campagne d'échantillonnage devant être espacée d'au moins trois mois. Cette fréquence persiste jusqu'à l'écoulement de la cinquième année suivant la dernière fracturation d'un puits.

2. L'analyse des échantillons prélevés lors du suivi des eaux souterraines doit porter sur les substances suivantes :

1° BTEX (Benzène, Toluène, Éthylbenzène, Xylènes totaux);

2° Chlorures;

3° Hydrocarbures pétroliers (C₁₀-C₅₀);

4° Méthane dissous;

5° Solides dissous.

3. Les paramètres physico-chimiques suivants doivent être mesurés sur place lors de l'échantillonnage :

1° Conductivité électrique spécifique;

2° pH;

3° Potentiel d'oxydo-réduction;

4° Température.

4. Tous les échantillons doivent être analysés par des laboratoires accrédités en vertu de l'article 118.6 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2) ou, si aucun laboratoire n'est accrédité pour l'analyse d'une substance visée, par un laboratoire qui satisfait à la norme ISO/CEI 17025, intitulée « Prescriptions générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais » diffusée conjointement par l'Organisation internationale de normalisation et la Commission électrotechnique internationale.

5. Le laboratoire accrédité transmet les résultats au responsable de l'installation destinée à rechercher ou à exploiter du pétrole, du gaz naturel, de la saumure ou un réservoir souterrain.

ANNEXE IV

VULNÉRABILITÉ DES EAUX DE SURFACE

(a. 69)

Vulnérabilité physique du site de prélèvement

1. La vulnérabilité physique du site de prélèvement est évaluée en fonction de la plus contraignante des méthodes suivantes :

1° l'historique de tous les événements naturels ou d'origine anthropique répertoriés en vertu de l'article 22.0.4 du Règlement sur la qualité de l'eau potable (chapitre Q-2, r. 40) qui ont pu porter préjudice au fonctionnement du site de prélèvement. Un tel historique permet d'évaluer la vulnérabilité des eaux aux niveaux suivants :

a) élevé si un événement distinct ou plus est répertorié sur une période de cinq ans;

b) moyen si un seul événement distinct est répertorié sur une période de 10 ans;

c) faible si un événement distinct ou moins est répertorié sur une période consécutive de plus de 10 ans;

2° l'évaluation d'un niveau élevé par un professionnel si ce dernier atteste par écrit que la localisation du site de prélèvement constitue une source de préoccupation, notamment en raison des caractéristiques hydrodynamiques du plan d'eau, des projets d'exploitation, de développement ou d'aménagement en amont, d'une demande accrue en eau projetée ou des effets anticipés des changements climatiques.

Vulnérabilité aux micro-organismes

2. La vulnérabilité des eaux aux micro-organismes est évaluée selon l'une ou l'autre des méthodes suivantes :

1° la compilation, sur une période consécutive de cinq ans, des résultats d'analyses des échantillons d'eau brute prélevés conformément à l'article 22.0.1 du Règlement sur la qualité de l'eau potable (chapitre Q-2, r. 40) relativement au dénombrement de bactéries *Escherichia coli*. Une telle compilation permet d'évaluer la vulnérabilité des eaux aux niveaux suivants :

a) élevé si le résultat des analyses présente une médiane supérieure à 150 UFC/100 ml ou si la valeur du 95^e percentile est supérieure à 1 500 UFC/100 ml;

b) moyen si la vulnérabilité n'est ni faible, ni élevée;

c) faible si le résultat des analyses présente une médiane inférieure à 15 UFC/100 ml et si la valeur du 95^e percentile est inférieure à 150 UFC/100 ml;

2° lorsque la méthode prévue au paragraphe 1 ne peut être utilisée, la vulnérabilité des eaux sera évaluée aux niveaux suivants :

a) élevé si les rives de l'aire de protection immédiate du prélèvement sont situées en totalité en milieu urbanisé ou si au moins un ouvrage de surverse d'un réseau d'égout unitaire ou pseudo-domestique, susceptible de rejeter des eaux usées non traitées ou partiellement traitées en période d'orage, de pluie prolongée ou de fonte des neiges, est localisé dans les aires de protection immédiate ou intermédiaire du prélèvement;

b) moyen si la vulnérabilité n'est ni faible ni élevée;

c) faible si :

i. le site de prélèvement est situé dans un lac;

ii. le site de prélèvement est situé dans un autre cours d'eau, situé lui-même en aval d'aucune agglomération desservie par un réseau d'égout unitaire ou pseudo-domestique, d'aucun établissement d'élevage, d'aucune industrie de transformation alimentaire et d'aucun autre établissement susceptible de rejeter des micro-organismes pathogènes ou indicateurs d'une contamination d'origine fécale dans le cours d'eau.

Vulnérabilité aux matières fertilisantes

3. La vulnérabilité des eaux aux matières fertilisantes est évaluée en fonction de la plus contraignante des méthodes suivantes :

1° la compilation, sur une période consécutive de cinq ans, des résultats d'analyse des échantillons d'eau brute prélevés conformément au premier alinéa de l'article 22.0.2 du Règlement sur la qualité de l'eau potable (chapitre Q-2, r. 40) relativement au phosphore total. Une telle compilation permet d'évaluer la vulnérabilité des eaux aux niveaux suivants :

a) dans un lac :

i. élevé si la moyenne des résultats est égale ou supérieure à 20 µg/l P;

ii. moyen si la moyenne des résultats se situe entre 10 µg/l P et 20 µg/l P;

iii. faible si la moyenne des résultats est égale ou inférieure à 10 µg/l P;

b) dans tout autre cours d'eau :

i. élevé si la moyenne des résultats est égale ou supérieure à 50 µg/l P;

ii. moyen si la moyenne des résultats se situe entre 30 µg/l P et 50 µg/l P;

iii. faible si la moyenne des résultats est égale ou inférieure à 30 µg/l P;

2° l'historique des événements répertoriés en vertu de l'article 22.0.4 du Règlement sur la qualité de l'eau potable (chapitre Q-2, r. 40) dans un cours d'eau sur une période consécutive de cinq ans relativement aux proliférations de cyanobactéries, d'algues ou de plantes aquatiques ou aux hausses d'azote ammoniacal. Un tel historique permet d'évaluer la vulnérabilité des eaux aux niveaux suivants :

a) élevé si cinq événements ou plus sont répertoriés;

b) moyen si deux à quatre événements sont répertoriés;

c) faible si un événement ou moins est répertorié.

3° lorsque les méthodes prévues aux paragraphes 1 et 2 ne peuvent être utilisées, la vulnérabilité des eaux sera évaluée par un professionnel en fonction de l'impact potentiel des activités anthropiques répertoriées dans l'aire de protection éloignée du prélèvement d'eau sur l'apport de matières fertilisantes pouvant affecter la qualité des eaux prélevées.

Vulnérabilité à la turbidité

4. La vulnérabilité des eaux à la turbidité est évaluée en fonction de l'une ou l'autre des méthodes suivantes :

1° la compilation, sur une période consécutive de cinq ans, des résultats d'analyse des mesures de variation de la turbidité de l'eau brute prises conformément au deuxième alinéa de l'article 22.0.2 du Règlement sur la qualité de l'eau potable (chapitre Q-2, r. 40). Une telle compilation permet d'évaluer la vulnérabilité des eaux aux niveaux suivants :

a) élevé si la valeur du 99^e percentile est égale ou supérieure à 100 UTN (unité de turbidité néphélométrique);

b) faible dans les autres cas;

2° lorsque la méthode prévue au paragraphe 1 ne peut être utilisée, la vulnérabilité des eaux sera évaluée par un professionnel en fonction de l'impact potentiel des activités anthropiques répertoriées dans l'aire de protection éloignée du prélèvement sur la turbidité des eaux prélevées.

Vulnérabilité aux substances inorganiques

5. La vulnérabilité des eaux aux substances inorganiques est évaluée en fonction de l'une ou l'autre des méthodes suivantes :

1° la compilation, sur une période consécutive de cinq ans, des résultats d'analyse des échantillons d'eau distribuée prélevés conformément à l'article 14 du Règlement sur la qualité de l'eau potable (chapitre Q-2, r. 40) relativement aux substances inorganiques associées à la source. Une telle compilation permet d'évaluer la vulnérabilité des eaux aux niveaux suivants :

a) élevé si, pour au moins une substance, deux des valeurs obtenues sont égales ou supérieures à 50 % de la norme applicable;

b) moyen si :

i. pour au moins une substance, deux des valeurs obtenues se situent entre 20 % et 50 % de la norme applicable;

ii. pour au moins une substance, une valeur obtenue se situe entre 20 % et 50 % de la norme applicable et une autre valeur est égale ou supérieure à 50 % de la norme applicable;

c) faible si toutes les valeurs obtenues sont égales ou inférieures à 20 % de la norme applicable;

2° lorsque la méthode prévue au paragraphe 1 ne peut être utilisée, la somme des superficies utilisées pour les secteurs d'activités industrielles, commerciales ou agricoles, dans la bande de 120 mètres comprise dans l'aire de protection intermédiaire d'un prélèvement d'eau, permet d'évaluer la vulnérabilité des eaux aux niveaux suivants :

a) élevé si cette somme est égale ou supérieure à 50 % de l'aire de protection intermédiaire;

b) moyen si cette somme se situe entre 20 % et 50 % de l'aire de protection intermédiaire;

c) faible si cette somme est égale ou inférieure à 20 % de l'aire de protection intermédiaire.

Vulnérabilité aux substances organiques

6. La vulnérabilité des eaux aux substances organiques est évaluée en fonction de l'une ou l'autre des méthodes suivantes :

1° la compilation, sur une période consécutive de cinq ans, des résultats d'analyse des échantillons d'eau distribuée prélevés conformément à l'article 19 du Règlement sur la qualité de l'eau potable (chapitre Q-2, r. 40) relativement aux substances organiques associées à la source. Une telle compilation permet d'évaluer la vulnérabilité des eaux aux niveaux suivants :

a) élevé si, pour au moins une substance, deux des valeurs obtenues sont égales ou supérieures à 50 % de la norme applicable;

b) moyen si :

i. pour au moins une substance, deux des valeurs obtenues se situent entre 20 % et 50 % de la norme applicable;

ii. pour au moins une substance, une valeur obtenue se situe entre 20 % et 50 % de la norme applicable et une autre valeur est égale ou supérieure à 50 % de la norme applicable;

c) faible si toutes les valeurs obtenues sont égales ou inférieures à 20 % de la norme applicable;

2° lorsque la méthode prévue au paragraphe 1 ne peut être utilisée, la somme des superficies utilisées pour les secteurs d'activités industrielles, commerciales ou agricoles, dans la bande de 120 mètres comprise dans l'aire de protection intermédiaire d'un prélèvement d'eau, permet d'évaluer la vulnérabilité des eaux aux niveaux suivants :

a) élevé si cette somme est égale ou supérieure à 50 % de l'aire de protection intermédiaire;

b) moyen si cette somme se situe entre 20 % et 50 % de l'aire de protection intermédiaire;

c) faible si cette somme est égale ou inférieure à 20 % de l'aire de protection intermédiaire.

ANNEXE V**DÉLIMITATION D'UN PÉRIMÈTRE DANS
LA VILLE DE MERCIER ET DANS D'AUTRES
TERRITOIRES SITUÉS À PROXIMITÉ**

(a. 79, 80, 81 et 82)

PÉRIMÈTRE CONTAMINÉ

CANADA

PROVINCE DE QUÉBEC

DISTRICT DE BEAUHARNOIS

Description technique

Soit tout ce territoire faisant partie de la municipalité de Sainte-Martine, MRC de Beauharnois-Salaberry et de la ville de Mercier, MRC de Roussillon et circonscrit dans les limites du périmètre suivant :

Partant d'un point « A » sis à l'intersection de l'emprise sud-est du boulevard Sainte-Marguerite et de la limite nord-est du lot 249 au cadastre de la paroisse de Sainte-Philomène, de là, dans une direction sud-est le long de cette limite nord-est du lot 249 jusqu'au point « B » sis à la limite du cadastre des paroisses de Sainte-Philomène et de Saint-Isidore, limite sud-est de la ville de Mercier; de là, dans une direction sud-ouest le long de cette limite du cadastre des paroisses de Sainte-Philomène et de Saint-Isidore jusqu'au point « C » sis à l'intersection de cette dernière limite et de la limite nord-est de la première concession au cadastre de la paroisse de Saint-Urbain Premier; de là, dans une direction nord le long de la limite nord-est de cette première concession jusqu'au point « D » sis au sommet nord du lot 1 au cadastre de la paroisse de Saint-Urbain Premier; de là, dans une direction sud-ouest le long de la limite du cadastre des paroisses Sainte-Martine et Saint-Urbain Premier jusqu'au point « E » sis à l'intersection de cette dernière limite et de la limite sud-ouest du lot 289 au cadastre de la paroisse de Sainte-Martine; de là, dans une direction nord-ouest le long et dans le prolongement de la limite sud-ouest du lot 289 jusqu'au point « F » sis le long de l'emprise nord-ouest du rang Saint-Joseph; de là, dans une direction nord-est le long de l'emprise nord-ouest du rang Saint-Joseph jusqu'au point « G » sis à l'intersection de cette dernière emprise et de la limite sud-ouest du lot 183 au cadastre de la paroisse de Sainte-Martine; de là, dans une direction ouest le long de la limite sud-ouest du lot 183 jusqu'au point « H » sis le long de l'emprise sud-est du boulevard Saint-Jean-Baptiste; de là, dans une direction nord-est le long de l'emprise sud-est du boulevard Saint-Jean-Baptiste jusqu'au point « I » sis à l'intersection de cette dernière emprise et de la limite

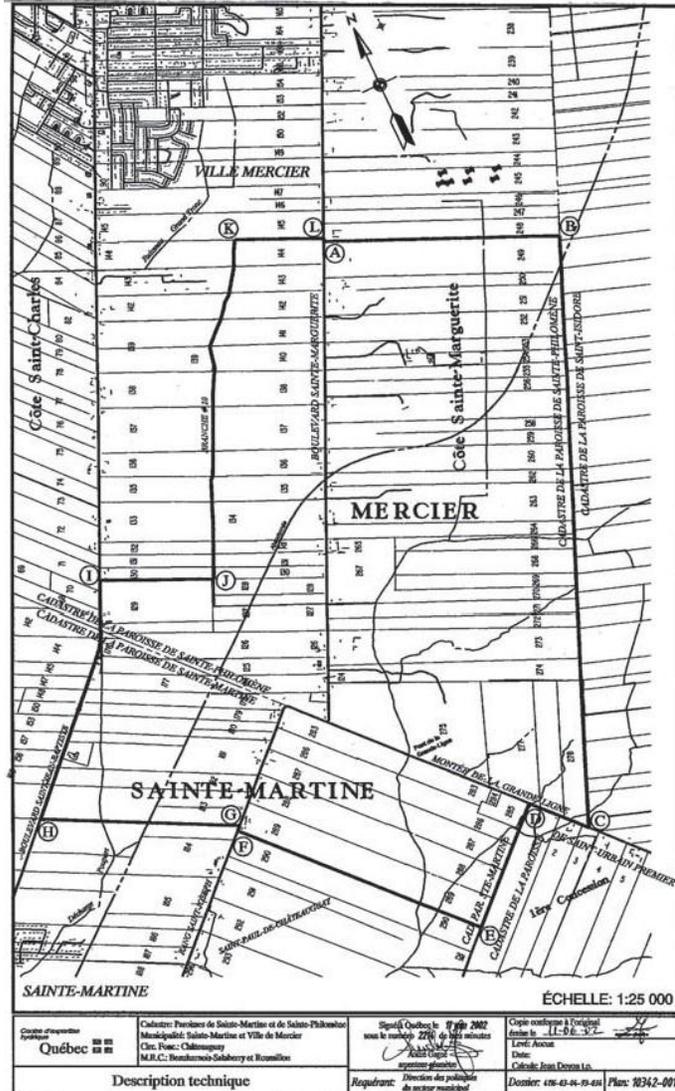
nord-est du lot 129 au cadastre de la paroisse de Sainte-Philomène; de là, dans une direction sud-est le long et dans le prolongement de la limite nord-est du lot 129 jusqu'au point « J » sis à l'intersection de cette dernière limite et du ruisseau désigné « Branche #10 de la rivière de l'Esturgeon », sis pour une partie à la limite sud-est du lot 129; de là, dans une direction nord-est en suivant les sinuosités de la rive sud-est de ce ruisseau jusqu'au point « K » sis à l'intersection de cette dernière rive ou son prolongement et de la limite nord-est du lot 144 au cadastre de la paroisse de Sainte-Philomène; de là, dans une direction sud-est le long et dans le prolongement de la limite nord-est du lot 144 jusqu'au point « L » sis le long de l'emprise sud-est du boulevard Sainte-Marguerite; de là, dans une direction sud-ouest le long de cette emprise jusqu'au point de départ « A ».

Le tout tel que montré sur le plan joint qui fait partie intégrante de la description technique.

Québec, le 11 juin 2002

ANDRÉ GAGNÉ,
*Arpenteur-géomètre*Minute : 2214
Plan : 10342-001
Dossier : 4116-03-04-93-034

ANNEXEV
 REGLEMENT SUR LE PRELEVEMENT DES EAUX ET LEUR PROTECTION



Règlement modifiant le Code de gestion des pesticides

Loi sur les pesticides
(chapitre P-9.3, a. 105 et 109, par. 1° et 2°)

1. L'article 15 du Code de gestion des pesticides (chapitre P-9.3, r. 1) est modifié par le remplacement des paragraphes 2 et 3 du premier alinéa par les suivants :

«2° à moins de 100 m d'un site de prélèvement d'eau de catégorie 1 ou 2 au sens des paragraphes 1 et 2 de l'article 51 du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection ou d'un site de prélèvement d'eau destiné à la production d'eau de source ou minérale au sens du Règlement sur les eaux embouteillées (chapitre P-29, r. 2);

«3° à moins de 30 m d'un site de prélèvement d'eau de catégorie 3 au sens du paragraphe 3 de l'article 51 du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection ou de tout autre site de prélèvement d'eau souterraine. ».

2. L'article 35 de ce règlement est modifié par le remplacement des paragraphes 2 et 3 du premier alinéa par les suivants :

«2° à moins de 100 m d'un site de prélèvement d'eau de catégorie 1 ou 2 au sens des paragraphes 1 et 2 de l'article 51 du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection ou d'un site de prélèvement d'eau destiné à la production d'eau de source ou minérale au sens du Règlement sur les eaux embouteillées (chapitre P-29, r. 2);

«3° à moins de 30 m d'un site de prélèvement d'eau de catégorie 3 au sens du paragraphe 3 de l'article 51 du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection ou de tout autre site de prélèvement d'eau souterraine. ».

3. L'article 50 de ce règlement est remplacé par le suivant :

«50. Il est interdit d'appliquer un pesticide :

1° à moins de 100 m d'un site de prélèvement d'eau de catégorie 1 ou 2 au sens des paragraphes 1 et 2 de l'article 51 du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection ou d'un site de prélèvement d'eau destiné à la production d'eau de source ou minérale au sens du Règlement sur les eaux embouteillées (chapitre P-29, r. 2);

2° à moins de 30 m d'un site de prélèvement d'eau de catégorie 3 au sens du paragraphe 3 de l'article 51 du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection;

3° à moins de 3 m de tout autre site de prélèvement d'eau souterraine.

Toutefois, les interdictions prévues aux paragraphes 2 et 3 du premier alinéa ne s'appliquent pas s'il s'agit :

1° d'appliquer un pesticide à des fins d'extermination lors de travaux décrits aux sous-catégories de permis C5 ou D5 à plus de 3 m du site de prélèvement d'eau;

2° d'appliquer un pesticide à des fins d'horticulture ornementale lors de travaux décrits aux sous-catégories de permis C4 et D4 à plus de 3 m du site de prélèvement d'eau, sauf s'il s'agit d'un terrain de golf;

3° d'appliquer un pesticide sur le ballast d'une voie ferrée à l'aide d'un pare-vent. ».

4. L'article 76 de ce règlement est remplacé par le suivant :

«76. Il est interdit d'appliquer un pesticide :

1° à moins de 100 m d'un site de prélèvement d'eau de catégorie 1 ou 2 au sens des paragraphes 1 et 2 de l'article 51 du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection ou d'un site de prélèvement d'eau destiné à la production d'eau de source ou minérale au sens du Règlement sur les eaux embouteillées (chapitre P-29, r. 2);

2° à moins de 30 m d'un site de prélèvement d'eau de catégorie 3 au sens du paragraphe 3 de l'article 51 du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection;

3° à moins de 3 m de tout autre site de prélèvement d'eau souterraine.

Toutefois, les interdictions prévues aux paragraphes 2 et 3 du premier alinéa ne s'appliquent pas s'il s'agit d'appliquer un pesticide près d'un site de prélèvement d'eau alimentant un bâtiment servant d'habitation de façon périodique dans une aire forestière. ».

5. Le présent règlement entre en vigueur le (indiquer ici la date de l'entrée en vigueur de l'article 31.75 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2) introduit par l'article 19 du chapitre 21 des lois de 2009).

Règlement modifiant le Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement

Loi sur la qualité de l'environnement
(chapitre Q-2, a. 31, 1^{er} al., par. f)

1. L'article 2 du Règlement relatif à l'application de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2, r. 3) est modifié par le remplacement, dans le paragraphe 9, des mots « de tuyaux de drainage » par les mots « d'un drain ».

2. L'article 2.1 de ce règlement est abrogé.
3. L'article 3 de ce règlement est modifié par le remplacement, dans le sous-paragraphe *e* du paragraphe 2, des mots « des travaux de drainage ou » par « de l'aménagement d'un fossé ou d'un drain ou de travaux ».
4. Le présent règlement entre en vigueur le (indiquer ici la date de l'entrée en vigueur de l'article 31.75 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2) introduit par l'article 19 du chapitre 21 des lois de 2009).

Règlement modifiant le Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées

Loi sur la qualité de l'environnement
(chapitre Q-2, a. 46, par. *g* et *l*, a. 87, par. *c*)

1. L'article 7.1 du Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées (chapitre Q-2, r. 22) est modifié par le remplacement du tableau du paragraphe *d* par ce qui suit :

«

Point de référence	Distance minimale (en mètres)
Installation de prélèvement d'eau souterraine de catégorie 1 ou 2 visée à l'article 51 du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection	30
Autre installation de prélèvement d'eau souterraine et installation de prélèvement d'eau de surface	15
Lac ou cours d'eau	À l'extérieur de la rive
Marais ou étang	10
Conduite d'eau de consommation, limite de propriété ou résidence	1,5

Les distances minimales par rapport à une installation de prélèvement d'eau souterraine peuvent être déterminées autrement par un professionnel, membre d'un ordre professionnel au sens du Code des professions (chapitre C-26), conformément aux conditions prévues aux articles 17 et 54 du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection pour l'installation d'un système de traitement étanche desservant une résidence existante localisée sur un terrain ne permettant pas le respect des distances prescrites au tableau du paragraphe *d* du premier alinéa. ».

2. L'article 7.2 de ce règlement est modifié par le remplacement du tableau du paragraphe *d* du premier alinéa par ce qui suit :

«

Point de référence	Distance minimale (en mètres)
Installation de prélèvement d'eau souterraine de catégorie 3 visée à l'article 51 du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection et installation de prélèvement d'eau souterraine hors catégorie scellées conformément à l'article 20 de ce même règlement.	15
Autre installation de prélèvement d'eau souterraine et installation de prélèvement d'eau de surface	30
Lac, cours d'eau, marais ou étang	15
Résidence ou conduite souterraine de drainage de sol	5
Haut d'un talus	3
Conduite d'eau de consommation, limite de propriété ou arbre	2

Les distances minimales par rapport à une installation de prélèvement d'eau souterraine peuvent être déterminées autrement par un professionnel, membre d'un ordre professionnel au sens du Code des professions (chapitre C-26), conformément aux conditions prévues aux articles 17 et 54 du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection pour l'installation d'un système de traitement non étanche desservant une résidence existante localisée sur un terrain ne permettant pas le respect des distances prescrites au tableau du paragraphe *d* du premier alinéa. ».

3. L'article 63 de ce règlement est modifié par l'addition de l'alinéa suivant :

« Les distances minimales prévues aux deux premières lignes du tableau du paragraphe *d* du premier alinéa de l'article 7.2 s'appliquent également au champ d'évacuation. ».

4. Ce règlement est modifié par l'insertion, après l'article 87.26, de l'article suivant :

« 87.26.1. Condition générale au rejet des effluents.
Tout rejet d'effluent ne doit pas être effectué dans l'aire de protection immédiate délimitée pour un prélèvement d'eau de surface de catégorie 1 ou 2 prévue à l'article 70 du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection, sauf si ce rejet est réalisé dans un cours d'eau dont la largeur est supérieure à 30 mètres en période d'étiage et si une attestation d'un professionnel précise que le rejet n'affectera pas le site de prélèvement d'eau. ».

5. Le présent règlement entre en vigueur le (indiquer ici la date de l'entrée en vigueur de l'article 31.75 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2) introduit par l'article 19 du chapitre 21 des lois de 2009).

Règlement modifiant le Règlement sur la qualité de l'eau potable

Loi sur la qualité de l'environnement
(chapitre Q-2, a. 31, 1^{er} al., par. e, h.1 et h.2, a. 45.2,
a. 46, par. b, c, d, o et o.1 et a. 115.34)

1. L'article 22.0.1 du Règlement sur la qualité de l'eau potable (chapitre Q-2, r. 40) est modifié par la suppression du second alinéa.

2. Ce règlement est modifié par l'insertion, après l'article 22.0.1, des articles suivants :

«**22.0.2.** Le responsable d'une installation municipale de prélèvement d'eau alimentant plus de 500 personnes et au moins une résidence et dont les eaux proviennent en totalité ou en partie d'eaux de surface, doit, pour des fins de contrôle du phosphore total, prélever ou faire prélever au moins un échantillon par mois des eaux brutes de surface durant la période de mai à octobre, avec un intervalle d'au moins deux semaines entre chaque prélèvement.

Il doit également installer un dispositif de mesure en continu de la turbidité de l'eau brute et, conformément au quatrième alinéa de l'article 22, prendre des mesures de turbidité et tenir un registre à cet effet.

Lorsque l'eau de plus d'un site de prélèvement d'eau de surface se mélange dans l'installation de traitement, les obligations prévues par les premier et deuxième alinéas du présent article s'appliquent à chacun des sites de prélèvement.

22.0.3. Les articles 22.0.1 et 22.0.2 ne s'appliquent pas aux territoires situés au nord du 55^e parallèle.

22.0.4. Le responsable d'une installation municipale de traitement alimentant plus de 500 personnes et au moins une résidence et dont les eaux proviennent en totalité ou en partie d'eaux de surface, doit tenir un registre contenant des observations sur des situations qui sont susceptibles d'engendrer notamment une pénurie d'eau, une obstruction ou un bris du site de prélèvement ou une défaillance du système de dégrillage, du système de coagulation, du système de décantation, du système de filtration, du système de désinfection ou de l'ensemble du système de traitement.

Les observations sur des situations devant être consignées dans un registre, conformément au premier alinéa, sont notamment :

1° les événements naturels ou d'origine anthropique;

2° les proliférations d'algues, de cyanobactéries et de plantes aquatiques;

3° les hausses suspectées ou mesurées d'azote ammoniacal.

Les observations ainsi consignées doivent permettre de localiser le problème, de le situer dans le temps et d'évaluer son effet sur le fonctionnement du site de prélèvement ou de l'installation de traitement.

Lorsque l'eau de plus d'un site de prélèvement d'eau de surface se mélange dans l'installation de traitement, un registre distinct doit être tenu pour chacun de ces sites de prélèvement.

Le responsable doit signer le registre lors de l'inscription d'une observation, le conserver pendant une période minimale de quinze ans à compter de la date de la dernière inscription et le garder à la disposition du ministre. ».

3. L'article 31 de ce règlement est modifié par l'insertion, dans le premier alinéa et après de « 22.0.1, », de « du premier alinéa de l'article 22.0.2, des articles ».

4. L'article 34 de ce règlement est modifié par le remplacement, dans le premier alinéa, de « et quatrième » par « , quatrième, cinquième et sixième ».

5. L'article 35 de ce règlement est modifié par le remplacement du cinquième alinéa par les suivants :

« Dans le cas où le résultat d'analyse démontre qu'un échantillon d'eau contient plus de 5 mg/l de nitrates + nitrites, le laboratoire est tenu de transmettre, dans les meilleurs délais et durant les heures ouvrables, ce résultat au ministre et au responsable du système de distribution ou du véhicule-citerne concerné.

Le cinquième alinéa s'applique également dans le cas où un résultat d'analyse démontre qu'un échantillon d'eau ne respecte pas l'une des normes de qualité établies à l'annexe 1. En outre, le laboratoire doit transmettre ce résultat au directeur de santé publique de la région concernée. ».

6. Ce règlement est modifié par l'insertion, après l'article 36, du suivant :

« **36.0.1.** Le responsable du système de distribution ou, le cas échéant, du véhicule-citerne doit aviser, dans les meilleurs délais et durant les heures ouvrables, le responsable de l'installation de prélèvement d'eau de la réception d'un résultat transmis par le laboratoire lorsque ce résultat d'analyse démontre que l'eau contient plus de 5 mg/l de nitrates + nitrites à au moins 2 reprises sur une période de deux ans.

Le présent article ne s'applique pas au responsable d'un système de distribution ou d'un véhicule-citerne desservant exclusivement un établissement touristique. ».

7. L'article 46 de ce règlement est modifié :

1° par l'insertion, dans le premier alinéa et après « 36, » de « 36.0.1, »;

2° par le remplacement, dans le paragraphe 1° du second alinéa, de « 22.1, 23, 28 » par « au deuxième alinéa de l'article 22.0.2, aux articles 22.0.4, 22.1, 23 et 28 ».

8. L'article 47 de ce règlement est modifié par la suppression de « 22.0.1, ».

9. L'article 47.1 de ce règlement est modifié par l'insertion, dans la partie qui précède le paragraphe 1 et après « 22.0.1, » de « au premier alinéa de l'article 22.0.2, ».

10. L'annexe 4 de ce règlement est modifiée par l'insertion, dans le titre II et après la ligne applicable au paramètre « Mercure » dans le tableau intitulé « Normes de conservation des substances inorganiques », de la ligne suivante :

Phosphore	AS	P	28 jours
-----------	----	---	----------

11. Le présent règlement entre en vigueur le (*indiquer ici la date de l'entrée en vigueur de l'article 31.75 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2) introduit par l'article 19 du chapitre 21 des lois de 2009*).

Règlement modifiant le Règlement sur le stockage et les centres de transfert de sols contaminés

Loi sur la qualité de l'environnement
(chapitre Q-2, a. 31.69, par. 5°)

1. L'article 39 du Règlement sur le stockage et les centres de transfert de sols contaminés (chapitre Q-2, r. 46) est modifié :

1° par le remplacement, dans le premier alinéa, des mots « installation de captage » partout où ils se trouvent par les mots « installation de prélèvement »;

2° par le remplacement, dans le deuxième alinéa, des mots « d'alimentation d'un lieu de captage » par les mots « de protection éloignée d'un prélèvement » et de « Règlement sur le captage des eaux souterraines (chapitre Q-2, r. 6) » par « Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection ».

2. Le présent règlement entre en vigueur le (*indiquer ici la date de l'entrée en vigueur de l'article 31.75 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2) introduit par l'article 19 du chapitre 21 des lois de 2009*).

59605



PÉTROLIA

CONFIDENTIEL ET PRIVILÉGIÉ

**CARACTÉRISATION
HYDROGÉOLOGIQUE DES
SECTEURS HALDIMAND ET
TAR POINT, GASPÉ,
QUÉBEC, PHASE I**

Rapport final

Notre référence : PR11-92

Septembre 2013

TechnoRem INC

4701, rue Louis-B.-Mayer, Laval (Québec), Tél.: (450) 681-4749, Téléc.: (450) 681-4581

PÉTROLIA

CONFIDENTIEL ET PRIVILÉGIÉ

CARACTÉRISATION HYDROGÉOLOGIQUE DES SECTEURS HALDIMAND ET TAR POINT, GASPÉ, QUÉBEC, PHASE I

RAPPORT FINAL

NOTRE RÉFÉRENCE : PR11-92

Septembre 2013

Distribution :
5 copies : Pérolia + 1 CD
1 copie : TechnoRem Inc.



TechnoRem

Le 30 septembre 2013

Pétrolia

305, boulevard Charest Est
10^e étage
Québec (Québec) G1K 3H3

À l'attention de : Monsieur Martin Bêche, géophysicien, géo., Ph. D.
Responsable de projets géophysiques

OBJET : CARACTÉRISATION HYDROGÉOLOGIQUE DES SECTEURS
HALDIMAND ET TAR POINT, GASPÉ, QUÉBEC - PHASE I.
Notre référence : PR11-92

CONFIDENTIEL ET PRIVILÉGIÉ

Monsieur Bêche,

Vous trouverez ci-joint notre rapport portant sur la caractérisation hydrogéologique des secteurs Haldimand et Tar Point à Gaspé, Québec.

Nous espérons le tout à votre entière satisfaction et nous vous prions d'agréer, Monsieur Bêche, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

TechnoRem Inc.

Jean-Marc Lauzon, ing., M.Sc.
Hydrogéologue senior

JML/gp

TABLE DES MATIÈRES

Lettre de présentation	
Table des matières	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des annexes	
Liste des sigles et abréviations	
Équipe de projet	
1.0 INTRODUCTION	1
1.1 Mise en contexte	1
1.2 Objectifs de l'étude	3
1.3 Localisation des travaux et description générale du site	3
2.0 TRAVAUX RÉALISÉS ET MÉTHODOLOGIES UTILISÉES	5
2.1 Sommaire des travaux réalisés	5
2.2 Revue des données antérieures	6
2.3 Préparation d'un plan de caractérisation	8
2.4 Préparation d'un plan de santé et sécurité au travail	9
2.5 Rencontres et ententes de collaborations avec les citoyens	9
2.6 Forage et aménagement des puits d'observation	10
2.6.1 Forage au système rotatif-percussion	11
2.6.2 Forage au carottier	11
2.7 Mesure de la profondeur de l'eau souterraine	12
2.8 Développement des puits installés	12
2.9 Essais hydrauliques	13
2.9.1 Essais de perméabilité	14
2.9.2 Essais de pompage de courte durée	14
2.9.3 Essai de pompage de longue durée	15
2.10 Échantillonnage des eaux souterraines	16
2.10.1 Choix des sites d'échantillonnage	16
2.10.2 Méthodologie d'échantillonnage	16
2.11 Échantillonnage des eaux de surface	18
2.11.1 Choix des sites d'échantillonnage	19
2.11.2 Méthodologie d'échantillonnage	19
2.11.3 Conservation des échantillons	20
2.12 Programme analytique et programme d'assurance et de contrôle de la qualité	20
2.13 Suivi à long terme de la nappe	22
2.14 Arpentage et nivellement des puits d'observation	22
2.15 Caractérisation hydrogéologique	22
2.15.1 Relief du sol	22
2.15.2 Écoulement de l'eau souterraine	22
2.15.3 Propriétés hydrauliques du roc	23
3.0 DESCRIPTION DU MILIEU	27
3.1 Milieu humain	27
3.2 Hydrologie	27
3.3 Géologie du roc et des dépôts de surface	28
3.3.1 Géologie du socle rocheux	28
3.3.2 Géologie des dépôts meubles	30
4.0 HYDROGÉOLOGIE	32
4.1 Piézométrie du milieu rocheux	32
4.2 Propriétés hydrauliques du roc	33

4.2.1	Essais de perméabilité dans le puits d'observation.....	33
4.2.2	Essais de pompage de courte durée dans les puits d'observation	34
4.2.3	Essais de pompage de longue durée dans le puits d'observation POH-11-0636	
4.2.4	Analyse du suivi à long terme des puits d'observation.....	38
5.0	QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE ET DES EAUX DE SURFACE	40
5.1	Qualité de l'eau souterraine	40
5.1.1	Secteur Haldimand	40
5.1.2	Secteur Tar Point.....	44
5.1.3	Campagne d'échantillonnage réalisé par LNA en 2008	46
5.2	Qualité de l'eau de surface	48
5.2.1	Secteur Haldimand	48
5.2.2	Secteur Tar Point.....	48
5.3	Résultats de l'enquête réalisée auprès des résidents.....	49
5.3.1	Caractéristiques des puits	49
5.3.2	Caractérisation géologique et hydrogéologique	50
5.3.3	Traitement et quantité d'eau souterraine	50
6.0	CONTRÔLE DE QUALITÉ	51
6.1	Résultats et interprétation du programme externe d'assurance et de contrôle de la qualité des analyses chimiques	51
6.2	Résultats et interprétation du programme interne d'assurance et de contrôle de la qualité des analyses chimiques	55
7.0	CONCLUSIONS	56

Références

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux

- | | |
|-------|---|
| 2-1 | Identification des puits privés utilisés pour l'échantillonnage des eaux souterraines |
| 2-2 | Suivi des ententes de collaboration signées par les citoyens |
| 2-3 | Caractéristiques des puits d'observation |
| 2-4 | Bilan des essais hydrauliques |
| 2-5 | Programme analytique des eaux souterraines |
| 2-6 | Programme analytique des eaux de surface |
| 2-7 | Données d'arpentage et de nivellement des puits d'observation et des stations des eaux surface |
| <hr/> | |
| 4-1 | Élévation des niveaux d'eau utilisés pour tracer la piézométrie aux sites Haldimand et Tar Point (conditions statiques) |
| 4-2 | Paramètres utilisés et résultats de l'interprétation des essais hydrauliques |
| <hr/> | |
| 5-1 | Résultats des paramètres mesurés sur le terrain |
| 5-2 | Résultats analytiques des eaux souterraines - HP C ₁₀ -C ₅₀ , HAP et COV |
| 5-3 | Résultats analytiques des eaux souterraines – Métaux et composés inorganiques |
| 5-4 | Résultats analytiques des eaux de surface - HP C ₁₀ -C ₅₀ , HAP et COV |
| 5-5 | Résultats analytiques des eaux de surface – Métaux et composés inorganiques |
| 5-6 | Résultats de la campagne d'échantillonnage réalisée par LNA en 2008 |
| 5-7 | Résumé des résultats de la campagne d'échantillonnage de 2008 |
| 5-8 | Comparaison des campagnes d'échantillonnage de 2008 et 2011-12 |
| 5-9 | Résumé des résultats des campagnes d'échantillonnage de 2008 et de 2011-12 |
| <hr/> | |
| 6-1 | Résultats du programme d'assurance et de contrôle de la qualité externe des eaux souterraines |
| 6-2 | Résultats du programme d'assurance et de contrôle de la qualité externe des eaux de surface |
| 6-3 | Contrôle de qualité – Bilans ioniques des puits du site Haldimand |
| 6-4 | Contrôle de qualité – Bilans ioniques des puits du site Tar Point |
| 6-5 | Contrôle de qualité – Bilans ioniques des puits résidentiels |
| 6-6 | Résultats des bilans ioniques |
-

LISTE DES FIGURES

Figures

1-1	Localisation du secteur d'étude
2-1	Localisation des puits d'observation
2-2	Localisation des puits privés et des stations d'échantillonnage des eaux de surface
3-1	Localisation des sites d'exploitation prévus et des infrastructures humaines à proximité
3-2	Relief des secteurs d'étude et limite des bassins versants
3-3	Géologie simplifiée de la péninsule gaspésienne
3-4	Carte simplifiée de la géologie de la ceinture de Gaspé
3-5	Géologie du roc et localisation des puits d'observation – Secteurs d'Haldimand et de Tar Point
3-6	Géologie du roc et coupe géologique du secteur d'Haldimand
3-7	Géologie des dépôts meubles et localisation des puits d'observation – Secteurs d'Haldimand et de Tar Point
4-1	Élévation de la nappe d'eau souterraine au roc et direction de son écoulement
5-1	Résultats analytiques des eaux souterraines et de surface – HP C ₁₀ -C ₅₀
5-2	Résultats analytiques des eaux souterraines et de surface – HAP et COV

LISTE DES ANNEXES

Annexes

A	Données existantes utilisées dans le cadre de cette étude
B	Programme de santé et sécurité au travail
C	Dépliants anglais et français
D	Questionnaires
E	Ententes de collaboration signées
F	Rapports de forage
F-1	Forages secteur Haldimand
F-2	Forages secteur Tar Point
G	Données des essais hydrauliques et interprétation sous forme graphique
G-1	Essais de perméabilité et de courte durée
G-2	Essais de pompage de longue durée
G-3	Suivi des niveaux d'eau
H	Certificats d'analyses chimiques et fiches d'échantillonnage des eaux souterraines
H-1	Fiches d'échantillonnage – Secteur Haldimand
H-2	Fiches d'échantillonnage – Secteur Tar point
H-3	Certificats d'analyses chimiques – Secteur Haldimand
H-4	Certificats d'analyses chimiques – Secteur Tar point
H-5	Documents sur le contrôle de la qualité interne du laboratoire
I	Certificats d'analyses chimiques et fiches d'échantillonnage des eaux de surface
I-1	Fiches d'échantillonnage – Secteur Haldimand
I-2	Fiches d'échantillonnage – Secteur Tar point
I-3	Certificats d'analyses chimiques – Secteur Haldimand
I-4	Certificats d'analyses chimiques – Secteur Tar point
J	Lettres envoyées aux citoyens concernant la qualité de leur eau
K	Rapport d'arpentage
L	Données météorologiques
M	Documents photographiques
N	Copie numérique des annexes A à M

CARACTÉRISATION HYDROGÉOLOGIQUE DES SECTEURS HALDIMAND ET TAR POINT, GASPÉ, QUÉBEC, PHASE I

ÉQUIPE DE PROJET

Pétrolia

M. André Proulx	Président
Mme Isabelle Proulx	Vice-présidente
M. Martin Bêche, géophysicien, géo., Ph. D	Équipe d'exploration

INRS

M. René Lefebvre, Ph.D	Hydrogéologue
------------------------	---------------

TechnoRem Inc.

M. Jean-Marc Lauzon, ing., M.Sc.	Directeur de projets
Mme Nathalie Fagnan, M. Sc.	Chargée de projets
Mme Caroline Scalzo, ing., M.Sc.A.	Chargée de projets subsidiaire
Mme Mélanie Denoncourt, M.Ing.	Hydrogéologue
M. Morgan Le Garrec, ing. M.Sc.A.	Hydrogéologue
M. Alexandre Mercier, M.SC	Professionnel de terrain et hydrogéologue
Mme Mélanie Carrier, Tech.	Spécialiste de terrain
M. Kevin Chaumont-Blonsky, B.Sc.	Professionnel de terrain
M. Yannick Labrecque, Ing.	Professionnel de terrain et hydrogéologue
M. Alexandre Gallant, géogr.	Géomaticien
M. Daniel Larivée	Dessinateur
Mme Guylaine Poirier	Secrétaire

Sous-traitants

Agat Laboratoires	Laboratoire d'analyses chimiques
Laboratoire BSL	Laboratoire d'analyses chimiques
Bernard Lizotte et Fils	Entrepreneur en forage
Forage Geo Inc.	Entrepreneur en forage

1.0 INTRODUCTION

1.1 Mise en contexte

Depuis longtemps, la compagnie Pétrolia s'est intéressée au potentiel pétrolifère de la région de Gaspé. La découverte du gisement de pétrole Haldimand a confirmé le potentiel de la Formation de York River. En effet, les travaux d'investigation complétés jusqu'à présent ont permis de déterminer que les grès de cette formation géologique constituent la cible privilégiée du projet Haldimand. Le gisement totaliserait au minimum 70 millions de barils dont la quantité récupérable serait de 7,7 millions de barils de pétrole. Deux (2) puits d'exploration, nommés Pétrolia, Haldimand n° 1 et Pétrolia, Haldimand n° 2, ont été construits entre 2005 et 2009. Parallèlement au secteur de Haldimand, Pétrolia a également effectué des travaux d'exploration au site de Tar Point. Le projet Tar Point a été conçu au cours de l'année 2008 et est situé au sud-est du projet Haldimand. Le puits d'exploration du secteur Tar Point (puits Pétrolia, Tar Point No 1) a pour cible les calcaires de l'Indian Cove contenant des fractures ouvertes saturées en pétrole.

Afin d'accroître les taux d'exploitation du gisement Haldimand, Pétrolia projette de recourir à l'utilisation du forage horizontal conventionnel. C'est ainsi que la construction d'un troisième forage, nommé Pétrolia, Haldimand n° 4, devait débiter à la fin de l'année 2012. Avec ce forage, Pétrolia désire démontrer qu'il est possible de produire du pétrole de façon rentable sans fracturation. Pour le site de Tar Point, Pétrolia désire procéder à des travaux de stimulation hydraulique (fracturation hydraulique) pour accroître les taux d'exploitation du gisement. Ce procédé requiert l'application de pressions importantes dans le forage par injection de fluides (liquide ou gaz) de fracturation à laquelle on a préalablement ajouté du sable et certains autres additifs (ex : produits chimiques). Ce procédé provoque et augmente la fracturation de la roche. S'il existe des connexions hydrauliques entre les formations profondes et celles de surface (e.g. failles, zones de cisaillement ou forte densité de fractures), le fluide utilisé pour la fracturation pourrait migrer vers les nappes d'eau souterraine situées plus près de la surface.

La fracturation hydraulique de l'unité géologique calcaire de l'Indian Cove dans le secteur de Tar Point vise à augmenter sa perméabilité permettant ainsi au pétrole de migrer plus aisément et de s'en échapper. Suite à ces travaux, il est à prévoir que le calcaire devienne plus perméable seulement à la proximité du puits. Or, l'unité de calcaire est recouverte de roches moins perméables que le calcaire lui-même. Par ailleurs, à la fin de la période d'extraction du pétrole, la pression dans le forage et dans l'unité de calcaire devrait reprendre les valeurs proches de l'état initial avant l'exploitation du gisement.

Ceci dit, la perméabilité du calcaire demeurerait augmentée et les fluides pourront y circuler plus facilement et rapidement qu'auparavant. Ces fluides pourraient être composés de pétrole résiduel dans le calcaire, sous forme immiscible. Ces fluides pourraient alors remonter dans les aquifères des niveaux supérieurs ou jusqu'à la surface des terrains, d'abord à travers l'unité de calcaire rendue plus perméable, puis à travers les autres unités de roches sus-jacentes. Cet écoulement vers la surface pourrait de plus être favorisé par la présence de failles ou de zones à haute densité de fractures recoupant les unités rocheuses. Il s'avère possible que les effets de cette remontée de nouveaux fluides ne se fassent sentir qu'à moyen ou long termes dans les aquifères près de la surface.

La protection de l'environnement et la communication avec la communauté représentent des enjeux majeurs dans les opérations quotidiennes de Pétrolia. C'est ainsi que, préalablement à l'exploitation des gisements et dans un projet impliquant l'Université du Québec à Chicoutimi, l'Université du Québec à Rimouski, le ministère du Développement durable, de l'Environnement de la Faune et des Parcs (MDDEFP) ainsi que l'Institut national de recherche scientifique (INRS), Pétrolia souhaite réaliser une étude hydrogéologique régionale aux sites des réservoirs Haldimand et Tar Point. Par cette étude, Pétrolia désire paver la voie et définir les balises (protocoles) des travaux qui devraient être faits et des documents devant être produits lors de la réalisation d'une étude hydrogéologique dans le cadre d'une demande d'autorisation au gouvernement du Québec pour l'extraction de pétrole sur un territoire donné. L'étude hydrogéologique s'étalera sur cinq (5) ans et comportera quatre (4) phases ; Phase 1 : mise en place des infrastructures de caractérisation, Phase 2 : caractérisation détaillée, Phase 3 : suivi des opérations d'exploitation et Phase 4 : intégration des résultats. C'est dans ce contexte que TechnoRem Inc. s'est vu octroyer le mandat pour la réalisation de la phase 1 de cette étude hydrogéologique le 22 novembre 2011. Une proposition technique (OS11-83) avait été préparée pour Pétrolia suite à une invitation par courrier électronique reçu le 17 août 2011 du professeur René Lefebvre de l'INRS.

En cours de mandat, des travaux supplémentaires ont été demandés à TechnoRem Inc, par Mme Proulx, suite à une conférence téléphonique tenue le 5 octobre 2012 entre TechnoRem Inc., l'INRS et Pétrolia. Ainsi une seconde offre de service a été déposée le 10 octobre 2012 (OS12-111) afin de présenter l'ajustement des coûts pour la réalisation des travaux additionnels.

Puisque l'INRS coordonne l'ensemble de l'étude hydrogéologique et agit à titre de maître d'œuvre pour Pétrolia, l'approche stratégique et méthodologie préconisée dans le cadre de la phase 1 de l'étude hydrogéologique a été approuvée par M. René Lefebvre de l'INRS avant sa réalisation.

1.2 Objectifs de l'étude

Le but principal de la première phase de l'étude hydrogéologique est d'établir les conditions de base de la qualité de l'eau souterraine et sa dynamique d'écoulement avant le début de l'exploitation à grande échelle des gisements Haldimand et Tar Point. Sans cette étape, il serait très difficile, voire impossible, de déterminer précisément l'impact des opérations sur la ressource en eau souterraine et de distinguer un changement d'ordre naturelle d'un changement de cause anthropique. L'étude hydrogéologique répond aux objectifs suivants :

1. Définir le contexte actuel du milieu hydrogéologique sur les sites des réservoirs Haldimand et Tar Point (piézométrie, propriétés hydrauliques des unités géologiques, influence des éléments structuraux, etc.); et,
2. Caractériser la qualité des eaux souterraines sur les sites et dans les puits privés d'approvisionnement en eau potable avoisinants de même que la qualité des eaux de surface des principaux cours d'eau limitrophes ou traversant les propriétés.

Ce rapport est divisé en sept (7) chapitres distincts. Suite à cette introduction, l'approche méthodologique des travaux réalisés par TechnoRem est présente au chapitre 2.0. Le chapitre 3.0 offre une description du milieu ainsi que de la géologie du site à l'étude. Le contexte hydrogéologique fait l'objet du chapitre 4.0 tandis que les résultats analytiques de la campagne d'échantillonnage sont discutés au chapitre 5.0. L'approche de TechnoRem en matière d'assurance et contrôle de la qualité est abordée au chapitre 6.0. Enfin, le chapitre 7.0 renferme les conclusions et recommandations.

1.3 Localisation des travaux et description générale du site

Le site du secteur Haldimand est situé à environ cinq (5) km au sud-est de la zone urbaine de Gaspé dans la péninsule Haldimand tandis que le secteur Tar Point est localisé à une trentaine de km (voir figure 1-1). La péninsule Haldimand est bordée par la Montée Sandy Beach et la route Haldimand. Le site Haldimand, localisé sur la moitié nord de la péninsule, est entouré de boisé. À quelques cent mètres au nord, on trouve des infrastructures humaines où des activités anthropiques ont cours : un port maritime est situé tout près, soit à environ 1 km au nord du site et une voie ferrée longeant la côte jusqu'au bout de la péninsule. Quelques résidences et commerces ayant pignon sur rue sur la Montée Sandy Beach sont situés à moins de 800 m du futur site d'exploitation Haldimand n° 4. Le réseau d'aqueduc municipal alimente les résidences au nord-ouest du site Haldimand et les maisons au niveau de la rue Forest qui sont situées à proximité du gisement Haldimand n° 4 (voir figure 3-1). Plus loin sur la rue Sandy Beach, les maisons sont approvisionnées en eau potable par des puits captant de l'eau souterraine. Comme l'eau

souterraine est vitale pour leur approvisionnement en eau potable, il est important de vérifier si l'exploitation du gisement pourrait avoir un impact sur l'eau de leurs puits. L'impact qui est appréhendé concerne notamment la modification de la qualité de l'eau causée par le changement de régime d'écoulement de l'eau souterraine suite au pompage du pétrole.

Au secteur Haldimand, les limites du territoire pour la réalisation de l'étude hydrogéologique couvre un territoire d'environ 34 km² (figure 1-1). Le drainage des terres intérieures se fait principalement par l'entremise de quatre (4) vallées principales où s'écoulent les cours d'eau Aug, Dean, Eden et Kennedy. La présence et l'orientation de ces vallées sont un reflet direct de l'existence des zones de failles et d'éléments structuraux dans le roc. L'observation du relief, la connaissance préliminaire sur les débits d'eau dans les puits et sur la nature des dépôts meubles dans la zone d'étude nous permet de penser que l'écoulement de l'eau souterraine dans le roc se fait probablement selon le relief du sol dans les strates supérieures du roc (0-100 m). Dans cette optique, il est possible de croire aussi que les cours d'eau présents sur le site sont en lien hydraulique avec la nappe d'eau du roc.

Le site de Tar point localisé en zone boisé, est à moins d'un kilomètre du boulevard de Douglas et à environ 1,5 km de l'Anse à Brillant. D'une densité moindre que le secteur Haldimand, on trouve des résidences le long du boulevard de Douglas. Ces résidences sont toutes approvisionnées par les eaux souterraines via des puits privées. Outre une voie ferrée qui contourne le site de Tar Point, aucune activité anthropique à proximité du site de Tar Point n'est présente.

Au secteur Tar Point, les limites de la zone d'étude sont tracées approximativement sur la figure 1-1. Celle-ci couvre un territoire d'environ 3,3 km² (figure 1-1). Les eaux de ruissellement du secteur se drainent vers la rivière de l'Anse à Brillant située à environ 200 mètres au sud du forage pétrolier Tar Point n° 1.

2.0 TRAVAUX RÉALISÉS ET MÉTHODOLOGIES UTILISÉES

Le présent chapitre décrit les travaux réalisés et les méthodologies utilisées afin de rencontrer les objectifs de la première phase de l'étude hydrogéologique sur les sites des réservoirs Haldimand et Tar Point.

2.1 Sommaire des travaux réalisés

Les travaux réalisés dans le cadre de l'étude hydrogéologique comprennent :

- La revue des données antérieures mises à notre disposition;
- La préparation d'un plan de caractérisation en collaboration avec Pétria et l'INRS-ETE;
- La préparation d'un plan de santé et sécurité au travail;
- La planification des rencontres avec les citoyens concernés;
- L'obtention des ententes de collaboration auprès des citoyens concernés;
- L'exécution d'un (1) forage (PH-04) aménagé en puits d'alimentation pour le forage d'Haldimand n°4 et de 14 forages (POH-11-02 à POH-11-15) aménagés en puits d'observation dans le secteur Haldimand;
- L'exécution de trois (3) forages (POT-11-01 à POT-11-03) aménagés en puits d'observation dans le secteur Tar Point;
- La mesure de la profondeur de l'eau souterraine dans les puits des sites de forage et les puits d'observation des deux (2) secteurs;
- Le développement du puits sur les sites de forage et des puits d'observation nouvellement installés dans les deux (2) secteurs;
- La réalisation d'un (1) essai de perméabilité effectué dans un (1) puits d'observation (POH-11-10) dans le secteur Haldimand;
- La réalisation d'un (1) essai de perméabilité effectué dans un (1) puits d'observation (POT-11-01) dans le secteur Tar Point;
- La réalisation de 15 essais de pompage de courte durée effectués dans trois (3) puits des sites de forage (PH-01, PH-02 et PH-04) et 12 puits d'observation (POH-11-02 à POH-11-05, POH-11-07 à POH-11-09, POH-11-11 à POH-11-15) dans le secteur Haldimand;
- La réalisation de trois (3) essais de pompage de courte durée effectués dans un (1) puits des sites de forage (PT-01) et deux (2) puits d'observation (POT-11-02 et POT-11-03) dans le secteur Tar Point;
- La réalisation d'un (1) essai de pompage longue durée effectué dans un (1) puits d'observation (POH-11-06) dans le secteur Haldimand;

- Le prélèvement de 86 échantillons d'eau souterraine, dont trois (3) provenant de puits des sites de forage, 14 provenant de puits d'observation et 69 provenant de puits privés, dans le secteur Haldimand;
- Le prélèvement de quatre (4) échantillons d'eau souterraine, dont un (1) provenant de puits des sites de forage et trois (3) provenant de puits d'observation, dans le secteur Tar Point;
- L'implantation de six (6) stations d'échantillonnage (SURFH-11-01 à SURFH-11-06) des eaux de surface dans le secteur Haldimand;
- L'implantation de deux (2) stations d'échantillonnage (SURFT-11-01 et SURFT-11-02) des eaux de surface dans le secteur Tar Point;
- Le prélèvement de huit (8) échantillons d'eau de surface;
- L'évaluation de la présence potentielle de composés organiques dans chacun des échantillons d'eau;
- La réalisation de diverses analyses physico-chimiques effectuées sur les échantillons d'eau souterraine et d'eau de surface par Agat Laboratoires Ltée de Montréal et laboratoire BSL Inc. de Rimouski;
- La réalisation d'un programme d'assurance et de contrôle de la qualité sur les analyses chimiques;
- L'installation de trois (3) obturateurs pneumatiques (packers);
- Le suivi à long terme des niveaux d'eau de neuf (9) puits d'observation;
- L'arpentage et le nivellement de quatre (4) puits des sites de forage, de 17 puits d'observation et de huit (8) stations d'échantillonnage ainsi que de dix (10) puits privés par Roy, Roy & Connolly Arpenteurs-Géomètres-Conseils Inc. de Gaspé, et;
- La compilation et l'interprétation des données ainsi que la rédaction d'un rapport.

Les divers travaux de terrain ont été réalisés entre le 23 novembre et le 22 décembre 2011, entre le 6 et le 19 février 2012 ainsi qu'entre le 1^{er} octobre et le 2 novembre 2012.

La figure 2-1 illustre la localisation de l'ensemble des puits d'observation dans les secteurs Haldimand et Tar Point. La figure 2-2 présente l'emplacement, toujours pour les deux (2) secteurs, de l'ensemble des puits privés et des stations d'échantillonnage des eaux de surface.

2.2 Revue des données antérieures

Les principales informations utilisées pour la compréhension du projet et la préparation du plan de travail nous ont été fournies par madame Isabelle

Proulx et par monsieur André Proulx de Pétrolia ainsi que par Monsieur René Lefebvre de l'INRS-ETE lors d'une rencontre tenue à Québec le 16 août 2011.

Aucune étude hydrogéologique détaillée n'a été, à ce jour, réalisée sur les sites du projet Haldimand et Tar Point. Outre quelques informations géoscientifiques, très peu de données précises sont disponibles à l'heure actuelle sur le contexte hydrogéologique des sites.

Usuellement, des connaissances particulièrement intéressantes ont tout de même été acquises par :

- 1) Une revue des cartes topographiques et des photographies aériennes permettant notamment de se renseigner sur les constructions, les routes, les chemins, les reliefs, etc.;
- 2) Une revue des cartes géologiques et une recherche dans la base de données du Système d'informations géominières (SIGÉOM) permettant d'obtenir des données sur la géologie des dépôts meubles et du roc;
- 3) Une recherche dans la base nationale de données topographiques (BNDT) permettant une application cartographique de divers thèmes tels que la topographie, l'hydrographie et l'immobilier;
- 4) Une analyse de l'inventaire des puits du Système d'information hydrogéologique (SIH), géré par le MDDEFP, offrant une description des puits tubulaires existants sur le territoire;
- 5) Un extrait des informations météorologiques, c'est-à-dire des statistiques quotidiennes sur les précipitations et les températures, tirées des Archives nationales d'information et de données climatologiques du Gouvernement du Canada lors de l'interprétation des données hydrogéologiques recueillies;
- 6) Un survol des périodes de chasses sur le site internet du ministère des Ressources Naturelles et de la Faune (MRNF) lors de la planification des travaux de terrain dans cette zone de la péninsule gaspésienne, et;
- 7) Des études géologiques dans la région de Gaspé (Lavoie, D. et *al.*, 2001 et Kirkwood, D. et *al.*, 2004).

En 2008, Junex a mandaté Laforest Nova Aqua Inc. (LNA) pour réaliser une campagne d'échantillonnage des eaux souterraines dans des puits privés terminés au roc dans le secteur Haldimand. Les résidents d'une centaine de domiciles ont alors été rencontrés. Sur les fiches de vérification utilisées par Laforest Nova Aqua Inc. dans le cadre de ce mandat, des informations techniques sur les puits et les pompes des domiciles visités ont été notées. La localisation précise des puits y a également été inscrite. Subséquemment, des essais de pompage de courte durée ont été effectués et des échantillons d'eau souterraine ont été prélevés dans certains puits. Les paramètres

bactériologiques ont regroupé le dénombrement des coliformes totaux, des bactéries atypiques, des bactéries entérocoques ainsi que des bactéries escherichia coli. Les paramètres physico-chimiques ont regroupé l'analyse des hydrocarbures pétroliers (HP) C₁₀-C₅₀, des métaux (Cu, Fe, Mn, Na) et de divers autres composés (absorbance, alcalinité totale, conductivité, couleur vraie, dureté, pH, turbidité, solides totaux dissous, sulfures). Ces résultats analytiques ont donné une idée préliminaire de la qualité de base des eaux utilisés aux fins de consommation dans les secteurs habités. L'annexe A regroupe les fiches remplies par Laforest Nova Aqua Inc. et les certificats émis par Maxxam Analytique lors des travaux exécuté en 2008.

2.3 Préparation d'un plan de caractérisation

L'acquisition des données de terrain a constitué une composante importante du projet. Ce sont ces données précises et ponctuelles qui ont permis de répondre adéquatement au besoin des connaissances de base du contexte hydrogéologique du secteur d'étude. A priori, le programme de travail proposé a été élaboré en collaboration avec Pétria et l'INRS-ETE sur la base des informations fournies verbalement et sur une connaissance partielle de la région.

Le plan initial de caractérisation hydrogéologique des secteurs Haldimand et Tar Point a été terminé en août 2011. Subséquemment à cette première version, certaines activités proposées ont dû être modifiées suite à de nouvelles informations ou à des contraintes rencontrées sur les lieux lors des travaux. La dernière et cinquième version du plan de caractérisation a été produite en novembre 2011 et a été présentée à la section 2.1 «Sommaires des travaux réalisés». Des travaux additionnels ont de plus été planifiés en octobre 2012. Ces activités complémentaires ont inclus :

- 1) Le prélèvement supplémentaire de 20 échantillons provenant de puits privés en aval présumé de l'écoulement des eaux souterraines du puits Haldimand;
- 2) L'exécution supplémentaire d'un forage dans le roc aménagé en puits d'observation dans le secteur Haldimand;
- 3) Le prélèvement supplémentaire de quatre (4) échantillons d'eau souterraine provenant de puits d'observation;
- 4) La recherche de zones de suintement d'hydrocarbures, et;
- 5) L'échantillonnage d'eau souterraine, pour le compte de la Commission géologique du Canada (CGC), à une vingtaine de points de prélèvement ayant déjà révélé la présence d'hydrocarbures pétroliers lors d'une caractérisation géochimique des hydrocarbures antérieure réalisée par la CGC. Celui-ci a été réalisé entre le 28 octobre et le 2 novembre 2012. Une fois les échantillons prélevés, ils ont été pris en charge par la CGC pour leur traitement. Les résultats d'analyse ne sont donc pas

présentés dans le cadre de la présente étude. Les points de prélèvements ont été les suivants : Suintement POT2, SURFH-11-06, SURFH-11-01, SURFH-11-02, PPH-11-01, Puits Haldimand #1, Suintement S1, POH-11-05, PPH-11-11, SURFH-11-03, PH-01, PH-04, POH-11-13, POH-11-15, POH-11-03, POH-11-04, POH-11-06, POH-11-09, POH-11-12.

2.4 Préparation d'un plan de santé et sécurité au travail

Avant l'initiation des travaux de terrain, un plan de santé et de sécurité spécifique a été préparé par TechnoRem Inc. Ce programme a été conçu dans le respect : 1) des exigences en matière de sécurité énoncées à la partie 8 du Code national du bâtiment du Canada 1990, 2) des exigences du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT), 3) du Règlement sur les matières dangereuses (RMD), et 4) de la loi sur la santé et la sécurité du travail au Québec. Toutes les personnes ayant eu à travailler sur les sites ont d'abord pris part à une réunion de santé et sécurité dirigée par l'un des représentants de TechnoRem Inc. Les participants ont ensuite attesté de leur présence à cette réunion par le biais d'une signature.

Le plan inclut également l'identification du projet et des intervenants, les procédures à suivre et les personnes à contacter dans l'éventualité d'un incident nécessitant une assistance médicale. Les numéros et les adresses du CSSS et du centre hospitalier de cette zone de la péninsule gaspésienne figurent parmi les informations incluses dans le plan d'urgence. Le plan de santé et sécurité a été disponible en tout temps sur le site lors des travaux.

L'annexe B présente le plan de santé et sécurité au travail préparé dans le cadre de la présente étude.

2.5 Rencontres et ententes de collaborations avec les citoyens

Lors des divers travaux de terrain, plusieurs résidents des secteurs Haldimand et Tar Point ont été rencontrés.

Un dépliant, dont la version anglaise et française se retrouve à l'annexe C, a été conçu afin d'expliquer le contexte, la description et la réalisation du projet.

Les dépliants explicatifs ont été distribués aux résidents rencontrés lors de la campagne de prélèvements des eaux souterraines dans les puits privés et des eaux de surface aux stations d'échantillonnage ainsi que lors de la planification de forages.

Les résidents rencontrés pendant la campagne d'échantillonnage des puits privés ont accepté de répondre à un questionnaire préparé spécifiquement pour l'étude et abordant les points suivants :

- au puits : type de captage, utilisation(s) de l'eau, nombre de personnes et/ou de maisons desservies, date de construction, profondeur du puits, profondeur de la pompe, diamètre, présence de condition de nappe artésienne, type d'aquifère exploité, etc.;
- à la stratigraphie à l'endroit du puits;
- aux problématiques de pénuries d'eau;
- à la perception de la qualité de l'eau;
- aux analyses d'eau réalisées; et,
- à la présence d'activités potentiellement polluantes, présentes ou passées, à proximité.

Le tableau 2-1 identifie les puits privés utilisés pour l'échantillonnage des eaux souterraines. L'annexe D présente les questionnaires remplis lors des rencontres réalisées auprès des propriétaires de puits privés échantillonnés.

Lors de l'organisation des travaux à réaliser sur des terrains privés, la signature d'ententes de collaboration avec les citoyens a été essentielle. En fonction de l'utilisation visée pour les parcelles de terrains appartenant aux citoyens propriétaires, différentes ententes de collaborations ont été rédigées :

- L'entente de collaboration du droit de passage pour le forage d'un puits d'observation;
- L'entente de collaboration du droit de forage pour un puits d'observation, et;
- L'entente de collaboration du droit de passage pour échantillonnage des eaux de surface.

Le tableau 2-2 présente le suivi des ententes de collaboration signées par les citoyens concernés. Les ententes de collaboration signées par les citoyens se trouvent groupées à l'annexe E.

2.6 Forage et aménagement des puits d'observation

L'approche de terrain pour la caractérisation hydrogéologique du roc a consisté à positionner de façon stratégique des forages. Ce positionnement stratégique des forages, tous installés en puits d'observation, a permis de répondre aux interrogations du projet sur les caractéristiques hydrauliques du roc et la dynamique d'écoulement de l'eau souterraine. Les puits d'observation forés ont donc notamment été utilisés pour faire le suivi des variations de la nappe lors des essais hydrauliques.

Des 18 puits installés dans le roc, 15 forages (PH-04, POH-11-02 à POH-11-15) ont été aménagés dans le secteur Haldimand et trois (3) forages (POT-11-01 à POT-11-03) ont été aménagés dans le secteur Tar Point.

Le tableau 2-3 résume les caractéristiques des puits des sites de forage et des puits d'observation dans les deux (2) secteurs. La figure 2-1 illustre la localisation de ces puits. L'annexe F regroupe l'ensemble des rapports de forage.

2.6.1 Forage au système rotatif-percussion

Parmi les 18 puits installés, 16 (PH-04, POH-11-02, POH-11-04 à POH-11-09, POH-11-11 à POH-11-15 et POT-11-01 à POT-11-03) ont été effectués à l'aide d'une foreuse au système rotatif-percussion montée sur camion de la compagnie Bernard Lizotte & Fils Inc. de Rimouski. Les puits ont été aménagés à des profondeurs variant entre 19,8 et 52,7 m. Les forages ont été réalisés sous la surveillance d'un professionnel de TechnoRem Inc. entre le 28 novembre et 5 décembre 2011 ainsi qu'entre le 2 et 3 octobre 2012 selon la procédure suivante:

- Le forage en un diamètre de 254 mm;
- L'installation d'un tubage en acier de 152 mm de diamètre enfoncé à des profondeurs variant de 2,3 à 6,4 m;
- Le forage en un diamètre de 152 mm jusqu'à la profondeur définie;
- L'injection d'un coulis de ciment-bentonite remplissant l'espace annulaire autour du tubage jusqu'au niveau du sol;
- Installation d'obturateur pneumatique (packer) dans les puits jaillissants POH-11-06 et POT-11-02;
- L'installation d'un couvercle, et;
- L'installation d'une tige métallique afin de faciliter le repérage ultérieur du puits.

Une gaine de chlorure de polyvinyle (CPV) de 114 mm de diamètre, dont l'extrémité est crépinée sur approximativement 3 m, a également dû être insérée dans les puits d'observation PH-04, POH-11-04 et POH-11-15 afin de limiter l'éboulement des fragments de roc.

2.6.2 Forage au carottier

Parmi les 18 puits installés, deux (2) (POH-11-03 et POH-11-10) ont été effectués à l'aide d'une foreuse montée sur chenille de la compagnie Forage Géo Inc. de Grenville. Un tubage d'acier (casing) de calibre NW de 89 mm de diamètre ainsi qu'un carottier au diamant de calibre NQ de 76 mm de diamètre

ont servi à percer le roc. Les deux (2) puits d'observation ont été aménagés à des profondeurs respectives de 50,4 et 51,8 m. Les forages ont été réalisés sous la surveillance d'un professionnel de TechnoRem Inc. entre le 14 et 16 octobre 2012 selon la procédure suivante:

- Le forage en un diamètre de 152 mm;
- L'installation d'un tubage en acier de 89 mm de diamètre enfoncé jusqu'à 5,2 et 6,1 m de profondeur;
- L'échantillonnage du roc en continu;
- Le forage en un diamètre de 89 mm jusqu'à la profondeur définie;
- L'injection d'un coulis de ciment-bentonite remplissant l'espace annulaire autour du tubage jusqu'au niveau du sol;
- Installation d'obturateur pneumatique (packer) dans le puits jaillissants POH-11-03;
- L'installation d'un couvercle, et;
- L'installation d'une tige métallique afin de faciliter le repérage ultérieur du puits d'observation.

2.7 Mesure de la profondeur de l'eau souterraine

Les relevés piézométriques des puits des sites de forage, des puits d'observation et des puits privés ont été effectués à l'aide d'une sonde électrique de marque et modèle Solinst 101. Celle-ci a permis de mesurer manuellement, avec une précision de l'ordre de 1 mm, la profondeur de l'eau souterraine par rapport au sommet du tubage du puits.

Les niveaux d'eau souterraine mesurés dans les puits arpentés et nivelés ont servi à établir la carte piézométrique de la nappe de chacun des secteurs.

2.8 Développement des puits installés

Les 18 puits installés ont été développés afin de restaurer la conductivité hydraulique naturelle de la formation et d'enlever les sédiments étrangers pour obtenir des échantillons d'eau le moins turbide possible.

Afin d'éviter de modifier la composition chimique de l'eau souterraine, la technique la plus appropriée a été l'utilisation de l'eau de la formation pour opérer le développement. Lors du développement, une pompe de 3 po de diamètre de marque Grundfos de type SQE d'une puissance de 0,5 HP ou une pompe de 3 po de diamètre de marque Grundfos de type SQ d'une puissance de 1 HP, a été utilisée.

Une quantité d'eau équivalente ou supérieure à trois fois le volume saturé du puits a été retirée.

2.9 Essais hydrauliques

Différents essais hydrauliques ont été réalisés dans le cadre de la présente étude :

- Des essais de perméabilité, au nombre de deux (2), dans un (1) puits (POH-11-10) du secteur Haldimand et dans un (1) puits (POT-11-01) du secteur Tar Point;
- Des essais de pompage de courte durée, au nombre de 18, dans 15 puits (PH-01, PH-02 et PH-04, POH-11-02 à POH-11-05, POH-11-07 à POH-11-09, POH-11-11 à POH-11-15) du secteur Haldimand et dans trois (3) puits (PT-01, POT-11-02 et POT-11-03) du secteur Tar Point, et;
- Un (1) essai de pompage de longue durée dans un (1) puits (POH-11-06) du secteur Haldimand.

Le tableau 2-4 présente le bilan des différents essais hydrauliques réalisés dans le secteur Haldimand et dans le secteur Tar Point.

Tous les essais hydrauliques ont été effectués selon les règles de l'art du *Guide des essais de pompage et leurs interprétations* (Chapuis, 1999).

Afin d'évaluer le comportement de la nappe d'eau du roc lors de l'essai de pompage de longue durée, un suivi de la fluctuation de la nappe dans plusieurs puits au roc a été effectué. L'interprétation du comportement de la nappe a fourni des informations sur les propriétés hydrauliques du roc, telles la conductivité hydraulique, la transmissivité et les coefficients d'emmagasinement.

L'équipement suivant a été utilisé pour la réalisation de l'ensemble des essais hydrauliques :

- Une pompe de 3 po de diamètre de marque Grundfos type SQE (d'une puissance de 0,5 HP et de galonnage de 10 galUS/min);
- Une pompe de 3 po de diamètre de marque Grundfos type SQ (d'une puissance de 1 HP et de galonnage de 22 galUS/min);
- Une pompe de 2 po de diamètre de marque Grundfos modèle Rediflo (fournissant des débits variant de 1 à 7 galUS/min);
- Quatre (4) sondes électriques manuelles, de marque et modèle Solinst 101, permettant une précision de l'ordre de 1 mm;
- Onze (11) capteurs de pression avec système électronique d'acquisition de données intégré (modèles Levelogger Gold ou Edge Model 3001 de la marque Solinst);
- Un (1) capteur de pression servant à mesurer la pression atmosphérique (modèle Barologger Gold de la marque Solinst);

- Un (1) tubage de polyéthylène (de type Carlon) de 1,5 pouce de diamètre et d'une longueur de 70 mètres;
- Un baril de 45 galIMP pour les mesures de débit;
- Un (1) groupe électrogène de 7000 watts pour l'alimentation des pompes;
- Un (1) ordinateur portable muni du logiciel Levelogger pour la programmation des sondes automatisées, l'acquisition des données des essais, leur compilation et l'envoi des données recueillies pour l'interprétation.

Toutes les mesures prises ainsi que les interprétations graphiques des essais hydrauliques sont présentées à l'annexe G. Les prochaines sections décrivent la méthodologie utilisée pour la réalisation des différents essais hydrauliques.

2.9.1 Essais de perméabilité

Des essais de perméabilité, permettant de calculer la conductivité hydraulique de la formation rocheuse, ont été effectués dans le puits POH-11-10 du secteur Haldimand et dans le puits POT-11-01 du secteur Tar Point. Ces essais de perméabilité ont été réalisés respectivement le 22 octobre 2012 et le 7 décembre 2011.

Les essais de perméabilité ont consisté à retirer un volume d'eau des puits afin d'induire un rabattement du niveau de l'eau et mesurer le temps de remontée de ce dernier. Les essais réalisés dans ces puits ont donc consisté à mesurer le temps nécessaire pour que le niveau d'eau rabattu retrouve un niveau statique représentatif de l'élévation de la nappe d'eau souterraine du roc. Par cette approche, il a été possible de calculer les conductivités hydrauliques de la formation rocheuse où se trouvent ces puits.

Les mesures manuelles de niveaux d'eau ont été compilées sur le terrain dans des registres conçus à cet effet. Les données recueillies lors de ces essais sont reportées sur les formulaires de l'annexe G-1 conjointement à leur interprétation graphique. Le chapitre 4 présente de façon détaillée les résultats de l'interprétation des essais de perméabilité.

2.9.2 Essais de pompage de courte durée

Des essais de pompage de courte durée ont été effectués dans 15 puits (PH-01, PH-02 et PH-04, POH-11-02 à POH-11-05, POH-11-07 à POH-11-09, POH-11-11 à POH-11-15) du secteur Haldimand et dans trois (3) puits (PT-01, POT-11-02 et POT-11-03) du secteur Tar Point. Réalisés entre le 4 octobre et le 11 décembre 2011 ainsi qu'entre le 8 et le 19 octobre 2012, la durée du pompage de ces épreuves a varié entre 22 et 140 minutes pour une moyenne de 64 minutes chacune. Les débits de pompage des essais de courte durée ont varié entre 2,7 et 37,6 galUS/min pour une moyenne de 14,2 galUS/min.

Lors des essais de pompage de courte durée, les rabattements du niveau d'eau ont été mesurés de façon manuelle dans le puits de pompage. Ce dernier a aussi été suivi à l'aide des capteurs de pression. Un capteur servant à mesurer la pression atmosphérique a aussi été installé en surface à proximité du puits pompé.

Les mesures manuelles de niveaux d'eau et de débit ont été compilées sur le terrain dans des registres conçus à cet effet. Toutes les mesures prises ainsi que les interprétations graphiques des essais de pompage de courte durée et de la remontée sont présentées à l'annexe G-1. Le chapitre 4 présente de façon détaillée les résultats des interprétations des essais de pompage de courte durée.

2.9.3 Essai de pompage de longue durée

Un essai de pompage de longue durée a été effectué dans le puits POH-11-06 du secteur Haldimand afin de documenter la dynamique d'écoulement de l'eau souterraine dans le roc près du puits PH-01. Réalisé entre le 26 octobre et le 1^{er} novembre 2012, la durée du pompage de cette épreuve a été de 73 heures 26 minutes. Le débit moyen de pompage de cet essai a été de 32,1 galUS/min.

Tout au long du pompage, les rabattements du niveau d'eau ont été mesurés dans le puits de pompage et dans 16 puits d'observation sélectionnés. L'abaissement du niveau d'eau dans le ruisseau Eden (SURFH-11-04) a également été relevé. Préalablement à l'essai de pompage, des capteurs de pression ont été introduits dans les puits sélectionnés. Un capteur servant à mesurer la pression atmosphérique a aussi été installé en surface à proximité du puits pompé. Les capteurs ont été préalablement programmés pour prendre les mesures de pression aux 15 secondes durant la totalité de l'essai de pompage et de la remontée. La fluctuation de la nappe dans les puits équipés de sondes automatisées a donc été documentée bien au-delà des fréquences recommandées. Les mesures de niveau d'eau ont néanmoins aussi été prises à l'aide de sondes électriques manuelles. Cette mesure permettait de palier à un dysfonctionnement éventuel de l'un ou l'autre des capteurs de pression.

Un suivi régulier de la constance du débit a été assuré, à l'aide d'un baril de 45 gal Imp, tout au long de l'épreuve de pompage. Les eaux pompées ont été rejetées à une distance minimale d'environ 40 m du puits de pompage.

À la fin du pompage du puits, la pompe a été mise à l'arrêt et la remontée du niveau de l'eau a été mesurée régulièrement dans les mêmes puits utilisés lors du rabattement de la nappe et dans le ruisseau Eden. Les mesures de niveau d'eau dans les puits d'observation, prises selon les mêmes fréquences qu'en pompage, ont été prises à la fois avec les capteurs de pression et à l'aide de sondes électriques manuelles.

Les mesures manuelles de niveaux d'eau et de débit ont été compilées sur le terrain dans des registres conçus à cet effet. Toutes les mesures prises ainsi que les interprétations graphiques de l'essai de pompage de longue durée et de sa remontée sont présentées à l'annexe G-2. Le chapitre 4 présente de façon détaillée les résultats de l'essai de pompage.

2.10 Échantillonnage des eaux souterraines

La campagne d'échantillonnage a permis d'améliorer la connaissance de la qualité naturelle de l'eau dans la région d'étude.

2.10.1 Choix des sites d'échantillonnage

Les eaux souterraines de l'ensemble des quatre (4) puits des sites de forage (PH-01, PH-02, PH-04 et PT-01) ainsi que des 17 puits d'observation (POH-11-02 à POH-11-15 et POT-11-01 à POT-11-03) anciennement et nouvellement installés ont été échantillonnés dans les deux (2) secteurs.

Les puits privés utilisés pour l'échantillonnage des eaux souterraines ont été choisis en fonction de plusieurs critères, soit : 1) leur localisation; les puits devaient être répartis, 1) la nature de la nappe : les puits devaient capter la nappe d'eau au roc, 2) l'accessibilité : les puits devaient appartenir à quelqu'un de joignable 3) la connaissance; les puits devaient possiblement avoir déjà été échantillonnés en 2008 et 4) les conditions naturelles : l'eau devait pouvoir être échantillonnée avant son traitement, le cas échéant. Le tableau 2-1 présente les caractéristiques de chacun des puits privés ainsi que d'autres informations pertinentes à l'étude.

La figure 2-1 montre l'emplacement des puits des sites de forage et des puits d'observation des deux (2) secteurs. Toujours pour les deux (2) secteurs, la figure 2-2 localise les puits privés dont les eaux souterraines ont été échantillonnées.

2.10.2 Méthodologie d'échantillonnage

Les eaux souterraines des puits des sites de forage et des puits d'observation ont été échantillonnées conformément à la procédure décrite dans le *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 3 – Échantillonnage de l'eau souterraine* (MDDEP 2012) du CEAEQ. L'eau des puits, vidangés de plusieurs fois leur volume, a été prélevée après le pompage effectué lors des essais hydrauliques. Puisqu'ils sont très sensibles aux changements de températures et de pressions de l'air ambiant, certains paramètres physico-chimiques ont été mesurés directement sur le site. Dans un contenant séparé, des sondes Hanna de type crayon ont permis de mesurer

la température, le pH, la conductivité électrique et le potentiel d'oxydoréduction des échantillons.

Les eaux souterraines des puits privés ont été échantillonnées conformément à l'annexe 4 du *Règlement sur la qualité de l'eau potable* (RQEP) du gouvernement du Québec. L'eau brute a été recueillie par l'entremise des robinets résidentiels. En laissant couler l'eau de 15 à 20 minutes, soit le temps de s'assurer que l'échantillon est représentatif des conditions de la nappe d'eau au roc, les paramètres in situ ont été suivis en continu. L'échantillon a été prélevé lorsque les mesures des paramètres in situ ont atteint un niveau suffisant de stabilité. Le tableau suivant présente les critères de stabilité utilisés lors des prélèvements :

Critères de stabilité des paramètres in situ

Paramètre mesuré	Instrument utilisé	Critère de stabilité
Température (°C)	Hanna HI 98120	± 1 °C
pH (sans unité)	Hanna HI 98128	± 0,2 unité de pH
Conductivité électrique spécifique à 25 °C (mS/cm)	Hanna HI98312	± 4 % de trois mesures successives (intervalles de 5 minutes)
Potentiel d'oxydoréduction (mV)	Hanna HI 98120	± 4 mV

Les fiches d'échantillonnage colligés aux annexes H-1 et H-2 présentent notamment les valeurs des paramètres in situ mesurés lors de la prise des échantillons.

L'équipement utilisé lors de l'échantillonnage a notamment inclus :

- La pompe de l'essai en cours;
- Les sondes Hanna HI 98120, HI 98128 et HI98312;
- Les gants de latex;
- Les bouteilles d'échantillonnage fournies par les laboratoires, et;
- Les glacières et les agents réfrigérants.

2.10.3 Conservation des échantillons

La conservation des échantillons d'eau souterraine a été réalisée conformément aux méthodes préconisées à l'annexe 4 du RQEP du gouvernement du Québec et dans le fascicule intitulé *Modes de conservation pour l'échantillonnage des eaux souterraines* (MDDEP, 2012).

Les bouteilles nécessaires au prélèvement des échantillons d'eau souterraine ont toutes été préalablement commandées auprès d'Agat Laboratoires Ltée de Montréal et de laboratoire BSL Inc. de Rimouski. Chaque échantillon a été clairement identifié et conservé à une température de 4 °C dans une glacière munie de glace. Les échantillons d'eau souterraine destinés à l'analyse des métaux ont également été filtrés sur le terrain ou au laboratoire.

Les certificats analytiques, émis par les deux (2) laboratoires, sont présentés aux annexes H-3 et H-4.

2.10.4 Manutention et protocole de transmission

Les échantillons d'eau souterraine ont été acheminés à deux (2) laboratoires différents, Agat Laboratoires Ltée de Montréal et laboratoire BSL Inc. de Rimouski, selon les paramètres analysés.

Toutes les expéditions d'échantillons d'eau souterraine ont été accompagnées d'un bordereau de transmission, lequel indiquait clairement :

- La date et le lieu du prélèvement;
- L'identification de l'échantillon;
- La nature de l'échantillon;
- Les paramètres analytiques requis pour chaque échantillon;
- Le nom du préleveur;
- Les conditions de transport; et,
- La chaîne de responsabilité.

Les bordereaux ont été remplis de façon claire et univoque.

2.11 Échantillonnage des eaux de surface

La campagne d'échantillonnage a permis d'améliorer la connaissance de la qualité naturelle de l'eau des cours d'eau de la région d'étude.

2.11.1 Choix des sites d'échantillonnage

Les eaux de surface ont été prélevées à six (6) stations d'échantillonnage du secteur Haldimand et deux (2) stations d'échantillonnage du secteur Tar Point.

Le drainage, à l'intérieur des terres du secteur Haldimand, se fait principalement par l'entremise de quatre (4) vallées où s'écoulent les ruisseaux Aug, Dean, Eden et Kennedy. Quatre (4) des six (6) stations d'échantillonnage des eaux de surface (SURFH-11-01 à SURFH-11-04) ont été placées, dans le secteur Haldimand, le long du ruisseau Dean. Celui-ci, contrairement aux autres ruisseaux du secteur, s'écoule du sud-est vers le nord-ouest. Une autre station d'échantillonnage des eaux de surface (SURFH-11-05) a été positionnée à l'embouchure du ruisseau Aug, à son extrémité sud-est.

Les deux (2) stations d'échantillonnage des eaux de surface (SURFT-11-01 et SURFT-11-02) du secteur Tar Point ont été placées le long de la rivière de l'Anse à Brillant.

Pour les deux (2) secteurs, la figure 2-2 localise les stations d'échantillonnage des eaux de surface.

2.11.2 Méthodologie d'échantillonnage

Les échantillons d'eau de surface ont été prélevés au centre de la section d'écoulement, à un endroit permettant l'immersion d'un contenant en plastique. La bouteille a été placée sous la surface de l'eau.

Puisqu'ils sont très sensibles aux changements de températures et de pressions de l'air ambiant, certains paramètres physico-chimiques ont été mesurés directement sur le site. Dans un contenant séparé, des sondes Hanna de type crayon ont permis de mesurer la température, le pH, la conductivité électrique et le potentiel d'oxydoréduction des échantillons.

Les annexes I-1 et I-2 regroupe les fiches d'échantillonnage, lesquelles contiennent les valeurs des paramètres in situ mesurés lors de la prise des échantillons.

L'équipement utilisé lors de l'échantillonnage a notamment inclus :

- Les sondes Hanna HI 98120, HI 98128 et HI98312;
- Les gants de latex;
- Les bouteilles d'échantillonnage fournies par les laboratoires, et;
- Les glacières et les agents réfrigérants.

2.11.3 Conservation des échantillons

La conservation des échantillons d'eau souterraine a été réalisée conformément aux méthodes préconisées dans le fascicule *Modes de conservation pour l'échantillonnage des eaux de surface* (MDDEP, 2012).

Les bouteilles nécessaires au prélèvement des échantillons d'eau de surface ont toutes été préalablement commandées auprès d'Agat Laboratoires Ltée de Montréal et laboratoire BSL Inc. de Rimouski. Chaque échantillon a été clairement identifié, conservé à une température de 4 °C dans une glacière munie de glace, puis acheminé à l'un des deux (2) laboratoires. Les échantillons d'eau de surface destinés à l'analyse des métaux ont également été filtrés sur le terrain ou au laboratoire.

Les certificats analytiques, émis par les deux (2) laboratoires, sont présentés aux annexes I-3 et I-4.

➤ **Manutention et protocole de transmission**

Les échantillons d'eau de surface ont été acheminés à deux (2) laboratoires d'analyses différents: Agat Laboratoires Ltée de Montréal et laboratoire BSL Inc. de Rimouski. La manutention s'est effectuée de la même manière que celle pour les échantillons d'eau souterraine (section 2.10.4).

2.12 Programme analytique et programme d'assurance et de contrôle de la qualité

Les paramètres analytiques ont été choisis afin d'obtenir un portrait global de la qualité de base de l'eau, de détecter la présence possible d'hydrocarbures pétroliers et d'identifier les paramètres posant potentiellement une problématique particulière, le cas échéant.

Parmi les analyses physico-chimiques, celles des composés inorganiques (alcalinité, bicarbonates (HCO_3), les chlorures (Cl), le carbone organique total (COT), la dureté totale, les fluorures, les nitrites et nitrates ($\text{NO}_2\text{-NO}_3$), le phosphore total, les solides dissous totaux (SDT), le sulfate (SO_4), et les sulfures ont été effectués sur tous les échantillons d'eau souterraine et d'eau de surface. Seuls les échantillons (PPH-11-02-1, PPH-11-05-1 et PPH-11-12A) d'eau souterraine repris ultérieurement à l'endroit de trois (3) puits privés (PPH-11-02, PPH-11-05 et PPH-11-12) n'ont pas vu ces analyses réalisés puisqu'elles l'avaient déjà été lors du prélèvement précédent.

Les métaux (Al, As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Si, Zn) ont été analysés sur environ 75 % des échantillons d'eau souterraine répartis

dans les deux (2) secteurs. Ces mêmes métaux ont été analysés sur tous les échantillons d'eau de surface prélevés.

Huit (8) paramètres ont aussi été analysés afin de réaliser un calcul de l'équilibre chimique, ce qui a également servi de contrôle de la qualité des résultats d'analyses chimiques. Le calcium (Ca), le magnésium (Mg), le potassium (K), le sodium (Na), le sulfate (SO_4), le chlorure, les nitrites et nitrates (NO_2 - NO_3) et les bicarbonates (HCO_3) ont été analysés afin de comptabiliser le bilan ionique. Le bilan ionique permet de vérifier la validité des résultats d'analyse. Pour ces ions majeurs, la somme des cations, calcium (Ca), magnésium (Mg), sodium (Na) et potassium (K), est égale à celle des anions, chlorures, sulfates (SO_4), nitrates (NO_2 - NO_3) et bicarbonates (HCO_3), dans l'eau. On admet qu'une différence peut exister entre la somme des anions et celle des cations, mais elle ne doit pas excéder une marge d'erreur comprise entre 5 % et 20 % pour les sommes exprimées en milliéquivalent par litre. Dans le cas contraire, on peut suspecter des erreurs de manipulation ou de mesure.

La présence potentielle de composés organiques a été évaluée dans chacun des échantillons d'eau à l'aide d'un détecteur par photoionisation (PID). Environ 50 % des échantillons d'eau souterraine, choisis en fonction de ces résultats inscrits aux annexes H-1, H-2, I-1 et I-2, ont été analysés en HP C₁₀-C₅₀, en HAP, et en COV. Ces mêmes paramètres ont été analysés sur tous les échantillons d'eau de surface prélevés.

Conformément au *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales, Cahier 1, Généralités* (MDDEP, 2008), un programme d'assurance et de contrôle de la qualité a été réalisé sur l'ensemble des échantillons afin de vérifier la fiabilité des résultats analytiques obtenus. En plus des mesures de contrôle interne effectuées par les laboratoires (blancs de laboratoire, étalons, duplicata internes), le programme a inclus 10 % des échantillons analysés en duplicata et 5 % en blancs de terrain ainsi qu'en blancs de transport.

Les programmes analytiques réalisés sur les eaux souterraines et les eaux de surface se retrouvent respectivement aux tableaux 2-5 et 2-6. Les certificats analytiques sont présentés aux annexes H-3, H-4, I-3 et I-4.

Tous les résultats analytiques des échantillons d'eau souterraine prélevés dans les puits privés ont été acheminés aux résidents rencontrés. Le tableau 2-1 identifie les puits privés utilisés pour cet échantillonnage. L'annexe J présente les lettres envoyées aux propriétaires de puits privés échantillonnés. Ces lettres visaient à informer les propriétaires de la qualité des eaux souterraines de leur puits et de mettre en relief, le cas échéant, les dépassements observés.

2.13 Suivi à long terme de la nappe

Neuf (9) puits d'observation ont fait l'objet d'un suivi du niveau d'eau régulier, à l'aide de capteur de pression, entre février et juin 2012 afin d'évaluer les fluctuations naturelle de la nappe de l'aquifère rocheux. Le graphique G-5 de l'annexe G-3 présente les données recueillies des capteurs de pression. La hauteur des précipitations journalières, de même que la hauteur de neige au sol sont également présentées sur ce graphique. On y observe aussi la somme des précipitations sous forme de pluie et de la hauteur de neige fondue convertie en hauteur de pluie.

2.14 Arpentage et nivellement des puits d'observation

Les travaux d'arpentage et de nivellement des quatre (4) puits des sites de forage, des 17 puits d'observation, des huit (8) stations d'échantillonnage et de dix (10) puits privés ont été réalisés par Roy, Roy & Connolly Arpenteurs-Géomètres-Conseils Inc. de Gaspé le 20 décembre 2011 ainsi que le 30 octobre et le 1^{er} novembre 2012. Les coordonnées géographiques (X, Y) et l'élévation (Z) de la margelle et du sol par rapport au niveau moyen de la mer ont été acquises par une unité mobile GPS de haute précision. Il s'agit d'une station d'arpentage permettant d'obtenir une précision de l'ordre de 0,02 mètre (horizontale et verticale). Les coordonnées ont été acquises dans le système de projection Mercator transverse modifié (MTM Nad83) de la zone 5.

Les coordonnées et élévations du sol et de la margelle de chaque puits sont indiquées sur les rapports de forage à l'annexe F ainsi qu'au tableau 2-7. Les deux (2) rapports d'arpentage se retrouvent à l'annexe K.

2.15 Caractérisation hydrogéologique

2.15.1 Relief du sol

Un modèle numérique d'élévation du sol a été généré dans le cadre de cette étude. Les données d'élévation extraites des cartes topographiques régionales au 1 :50 000 (points cotés et courbes de niveaux) ont été utilisées. L'ensemble de ces données a ensuite été interpolé afin de générer un modèle numérique d'élévation du sol lequel est représenté sur certaines figures du rapport. La piézométrie de l'aquifère rocheux superposée à l'élévation du sol permet de constater s'il y a une corrélation entre les deux.

2.15.2 Écoulement de l'eau souterraine

La carte piézométrique de l'aquifère rocheux des secteurs Haldimand et Tar Point a été tracée à partir des mesures de la profondeur de la nappe prises dans des puits au roc les 26 octobre 2012 et les 7 et 9 décembre 2011

respectivement pour chacun des secteurs. Les puits d'observation aménagés dans le cadre de ce mandat ont été utilisés pour prendre ces mesures. Les tableaux 2-3 et 4-1 présentent l'ensemble de ces puits.

Les données d'élévation de la nappe mesurées dans 17 et 4 puits terminés dans l'aquifère rocheux pour les secteurs d'Haldimand et Tar Point respectivement, ont été utilisées pour tracer la carte de la piézométrie de la nappe d'eau au roc.

En ayant les valeurs d'élévation de chacun des points de mesure de référence (margelle) des puits et la profondeur de la nappe dans ces derniers, il a été possible de calculer l'élévation de la surface de la nappe en chacun de ces endroits (élévation de la margelle (m) – profondeur de la nappe mesurée au puits (m) = élévation de la surface de la nappe (m)). La carte piézométrique a été tracée par l'interpolation de ces données d'élévation de la nappe. La méthode du plus proche voisin (*Natural neighbor*) disponible dans le logiciel Surfer a été utilisée.

2.15.3 Propriétés hydrauliques du roc

Tel que mentionné dans les sections précédentes, des essais hydrauliques ont été réalisés dans le cadre de la présente étude. Les propriétés hydrauliques de l'aquifère rocheux ont été déterminées en analysant le comportement de la nappe d'eau souterraine lorsque celle-ci a été sollicitée par des pompages de courte durée (entre 22 et 140 minutes) et de longue durée (73 heures) ou encore dans le cadre d'un certains nombres d'essais de perméabilité.

Les sections qui suivent présentent la méthodologie qui a été suivie pour l'interprétation des essais de pompage et de perméabilité effectués dans le socle rocheux.

2.15.3.1 Interprétations des essais de perméabilité

La théorie de Bouwer et Rice (1976) a été utilisée pour interpréter les données des essais de perméabilité effectués dans les puits POH-11-10 ET POT-11-01. L'équation suivante a permis de calculer les valeurs de conductivité hydraulique :

$$K = \frac{r^2 \ln\left(\frac{R_{cont}}{R}\right)}{2L} \frac{1}{t} \ln\left(\frac{H}{H_o}\right) \quad [\text{éq. 2-1}]$$

où

K: conductivité hydraulique (m/s);

- r : rayon du piézomètre (ou r_{eff} si la variation du niveau d'eau se situe à l'intérieur de l'intervalle crépiné (m));
- R : rayon du trou de forage (m);
- R_{cont} : distance radiale où la différence de charge H_0 , est dissipée à l'intérieur de l'aquifère (m);
- L : longueur de l'intervalle crépiné (m);
- t : temps (s);
- H_0 : différence de charge (m);
- H : variation de la charge hydraulique en fonction du temps (m).

L'utilisation de ce modèle mathématique est basée sur la formulation des hypothèses suivantes :

- aquifère à nappe libre ou confiné de dimensions infinies;
- aquifère homogène, isotrope et d'une épaisseur uniforme;
- la nappe d'eau souterraine est considérée horizontale avant le début de l'essai;
- la variation de la charge hydraulique est instantanée dans la formation;
- l'inertie de la colonne d'eau dans le piézomètre et les pertes de charge non-linéaires sont considérées négligeables;
- le piézomètre pénètre partiellement l'aquifère;
- l'emmagasinement du puits est considéré non-négligeable de sorte qu'il est intégré à l'intérieur du modèle; et,
- l'écoulement de l'eau souterraine à l'intérieur de l'intervalle crépiné s'effectue en régime d'équilibre.

Les valeurs des niveaux d'eau des essais de perméabilité ainsi que leur interprétation sont colligées à l'annexe G-1.

2.15.3.2 Interprétations des essais de pompage

Les pompages de courte durée mais davantage ceux de longue durée fournissent des données beaucoup plus représentatives des propriétés hydrauliques d'un aquifère qu'un essai de perméabilité. Ceci est dû au fait que plus l'essai est de longue durée plus il laisse le temps au cône de rabattement d'évoluer, permettant ainsi de détecter les limites du système aquifère si elles se trouvent dans le cône de rabattement. L'essai de longue durée (> 72h) permet généralement d'atteindre les conditions de régime permanent, c'est-à-dire l'équilibre entre les quantités d'eau qui sont extraites du puits et celles qui sont acheminées par l'écoulement latéral. L'atteinte du régime permanent est importante puisque l'on peut ainsi connaître la distance maximale de l'influence du puits après plusieurs jours de pompage ininterrompu ainsi que

le rabattement maximal dans les puits voisins où l'influence du pompage est notable.

Les essais de pompage ont été réalisés à des débits maximaux fournis par chacun des puits disponibles. Des essais de courte durée (entre 22 et 140 minutes) ont été réalisés dans 15 puits du secteur Haldimand et dans trois (3) puits du secteur Tar Point. Quant à l'essai de longue durée (73 heures), celui-ci a été réalisé dans un seul puits, soit le POH-11-06.

Suite aux travaux de terrain, les données des capteurs de pression, complétées par les données manuelles, ont été téléchargées, compensées par rapport aux variations barométriques et analysées à l'aide du logiciel *AquiferTest Pro*. Les valeurs de niveaux d'eau des essais de pompage de longue durée ainsi que leurs interprétations sont consignées aux annexes G-2 et G-3.

L'interprétation des résultats des essais de pompage consiste à ajuster un modèle conceptuel dont le comportement hydraulique est jugé similaire au système géologique aquifère sollicité dans les environs de l'ouvrage de captage testé. C'est ce travail d'ajustement qui permet d'obtenir les caractéristiques hydrauliques de l'aquifère étudié (transmissivité, coefficient d'emmagasinement, conductivité hydraulique). Dans cette étude, les données recueillies lors des épreuves de pompage ont été traitées et interprétées selon le cas par les méthodes de Cooper-Jacob et/ou de remontée Theis & Jacob. La méthode de Jacob-Lohman a toutefois été utilisée pour interpréter les données de l'essai de longue durée du puits POH-11-06 puisque ce puits est jaillissant (Forkasiewicz, J. et *al.*, 1976). Pour cette méthode, c'est la décroissance du débit en fonction du temps qui est analysé. Préalablement à l'essai, le puits doit avoir été fermé depuis suffisamment longtemps pour que la pression qui s'exerce sur le couvercle corresponde à la charge statique. Selon Forkasiewicz et *al.* (1976), l'augmentation de la pression suite à la fermeture d'un forage jaillissant qui débite librement depuis longtemps peut également être interprétée. L'interprétation de l'augmentation des charges consécutive à la fermeture du puits se traite comme une descente classique provoquée par un pompage (méthode de Cooper-Jacob), la différence de charge ($H-H_0$) tenant lieu de rabattement pour le puits. Le débit à considérer est le débit naturel constant depuis une longue période (Forkasiewicz, J. et *al.*, 1976).

La méthode de Cooper-Jacob découle de la méthode de Theis qui repose sur l'équation :

$$s = \frac{Q}{4\pi T} \int_u^\infty \frac{e^{-u}}{u} du = \frac{Q}{4\pi T} w(u) \quad [\text{Éq. 2-2}]$$

Avec

- e : fonction exponentielle
- s : rabattement dans le piézomètre n° i à un temps t (m)
- Q : débit constant de pompage (L/s)
- T : transmissivité de l'aquifère (m²/s)
- S : coefficient d'emmagasinement de l'aquifère
- r : distance du piézomètre au centre du puits pompé (m)
- t : temps écoulé depuis le début du pompage (s)

et

$$u = r^2 S / 4 T t \quad [\text{Éq. 2-3}]$$

La solution de l'intégrale nous permet d'évaluer S et t à partir de :

$$T = \frac{Q}{4\pi s} w(u) \quad [\text{Éq. 2-4}]$$

$$S = \frac{4 T u}{(r^2 / t)} \quad [\text{Éq. 2-5}]$$

Lorsque $u < 0,01$, la méthode de Cooper-Jacob peut être utilisée. Le rabattement «s» est alors égal à :

$$s = (Q / 2\pi T) * 1n \left[(2,25 T t / r^2 S)^{1/2} \right] \quad [\text{Éq. 2-6}]$$

et on détermine T, puis S par les équations suivantes :

$$T = 2,30 * Q / 4\pi (s_2 - s_1) \quad [\text{Éq. 2-7}]$$

$$S = 2,25 * T t / r_o^2 \quad [\text{Éq. 2-8}]$$

où $(s_2 - s_1)$ est la différence de rabattement sur un cycle logarithmique complet et r_o est la distance extrapolée qui correspond à un rabattement nul.

La conductivité hydraulique peut être déduite à l'aide de la formule empirique suivante :

$$T = K b \quad [\text{Éq. 2-9}]$$

où :

- T : transmissivité (m²/s)
- K : conductivité hydraulique (m/s)
- b : épaisseur saturée de l'unité hydrogéologique (m)

3.0 DESCRIPTION DU MILIEU

3.1 Milieu humain

Tout le pourtour de la côte du secteur Haldimand est habité (voir figure 1-1) et les informations tirées de la Base nationale de données topographies (BNDT) indiquent qu'environ 260 résidences sont présentes dans la zone d'étude. La plupart de ces résidences sont approvisionnées en eau à partir de puits domestiques privés aménagés dans le roc. Seul le complexe industriel de Sandy Beach, le secteur résidentiel de la rue Foret et le centre-ville de Gaspé seraient desservis en eau potable par l'aqueduc municipal. La distance la plus rapprochée entre les puits Haldimand et les résidences est de l'ordre de 500 m. Les données sur les débits de production des puits résidentiels tirées du SIH révèlent que le roc est généralement peu productif, avec des débits moyens de 48 L/min (12,6 galUS/min). Ces débits, bien que suffisants pour subvenir aux besoins journaliers d'une maisonnée, ne sont pas considérés comme des débits importants. La profondeur moyenne des puits est de l'ordre de 35 mètres (115 pieds).

Toujours selon les informations tirées de la Base nationale de données topographies (BNDT), il y aurait une trentaine de résidences qui longeraient la côte du secteur Tar Point. Ces résidences sont en totalité approvisionnées en eau à partir de puits domestiques privés aménagés dans le roc. La résidence la plus rapprochée du puits Tar Point est à une distance d'environ 600 m. Bien qu'une trentaine de résidences soient présentes dans le secteur de Tar Point, aucun puits résidentiel n'a été répertorié dans le SIH n'offrant ainsi aucune information sur les caractéristiques des puits résidentiels.

3.2 Hydrologie

Le site Haldimand est situé dans un secteur où le relief est légèrement accidenté avec la présence de quelques collines. Les élévations les plus importantes culminent à 180 m au centre ouest du secteur tandis que les bas topographiques se situent le long du littoral. Le drainage des terres intérieures se fait principalement par l'entremise de quatre (4) vallées principales où s'écoulent les cours d'eau Aug, Dean, Eden et Kennedy. Les ruisseaux s'écoulent du nord-ouest vers le sud-est entre les collines à l'exception du ruisseau Dean qui s'écoule en sens contraire. Une ligne principale de partage des eaux recoupe le secteur selon un axe nord-ouest – sud est. Le sud du secteur Haldimand recoupe le bassin versant de la rivière Saint-Jean. Par contre, tel qu'il peut être observé à la figure 3-2, c'est un bassin versant résiduel qui couvre une grande partie de ce secteur.

Le secteur Tar Point possède également un relief légèrement accidenté avec la présence d'une colline au nord-ouest ayant un sommet à 80 m d'élévation. Le

drainage des terres se fait depuis ce sommet de façon radiale vers le littoral et la rivière de l'Anse à Brillant. Ce dernier s'écoule d'ouest en est.

La figure 3-2 illustre la position des cours d'eau et le relief général du territoire d'étude. On y observe également la limite des bassins versants présents sur chacun des secteurs.

3.3 Géologie du roc et des dépôts de surface

3.3.1 Géologie du socle rocheux

3.3.1.1 Géologie de la Péninsule gaspésienne

La péninsule de la Gaspésie fait partie de la vaste Province géologique des Appalaches (subdivision de la Ceinture de Gaspé) associée à la chaîne de montagnes du même nom. La Gaspésie se situe dans la partie nord de la chaîne des Appalaches qui s'étend sur plus de 2 500 km, de l'Alabama, au centre des États-Unis, jusqu'à Terre-Neuve, à l'extrémité est du Canada (Bêche, M., 2009).

Les Appalaches se sont formées durant le Paléozoïque et plus particulièrement lors des phases orogéniques taconienne (Ordovicien tardif) et acadienne (Dévonien moyen) (Bourque, P.A., 2013). Le Paléozoïque est représenté par des roches sédimentaires et volcaniques qui ont été plissées et qui se sont déplacées à la faveur de nombreuses failles associées à ces épisodes d'orogénèse (Rompré, M. et Gagnon, M., 2005).

Dans la région gaspésienne, l'ensemble des roches de la province des Appalaches chevauchent les roches de la Plate-forme du Saint-Laurent et celles du Grenville, séparés par la faille Logan (voir figure 3-3). Trois (3) ensembles de roches composent les Appalaches (Bourque, P.A., 2013) :

- Un premier ensemble formé de roches sédimentaires et volcaniques, datant du Cambrien et de l'Ordovicien, très plissées et faillées, représentant d'anciens dépôts dans un bassin océanique. Cet ensemble est associé à la première phase de la formation des Appalaches (orogénèse taconienne).
- Un second ensemble, d'âge Silurien et Dévonien, est aussi constitué de roches sédimentaires et volcaniques et repose en discordance sur l'ensemble précédent. Les roches qui le composent se sont formées dans un bassin marin de plus faible profondeur et sont moins déformées que celles du premier ensemble. Elles correspondent à la deuxième phase de la formation des Appalaches (orogénèse acadienne).

- Des roches sédimentaires très peu déformées, d'âge Carbonifère, déposé en milieu terrestre et résultant de l'érosion des chaînes de montagnes forment le troisième ensemble. Cet ensemble repose en discordance sur les deux (2) premiers ; il n'est observable que dans les secteurs sud et sud-est de la péninsule gaspésienne.

3.3.1.2 Géologie des secteurs d'Haldimand et de Tar Point

Dans les secteurs d'Haldimand et de Tar Point, les roches affleurantes correspondent à la période du Dévonien précoce et sont associées à la deuxième phase de la formation des Appalaches (orogénèse acadienne) (voir section 3.3.1 ci-haut). Elles font partie du vaste ensemble de la Ceinture de Gaspé (voir figure 3-4).

La Ceinture de Gaspé est divisée en trois (3) unités structurales principales, du nord au sud (Bêche, M., 2009) : le Synclinorium de Connecticut Valley (SCVG), l'Anticlinorium d'Aroostook-Percé (AAP) et le Synclinorium de la Baie des Chaleurs (SBC). Les Grès de Gaspé constituent le groupe le plus jeune du Synclinorium Connecticut Valley-Gaspé (Dévonien inférieur supérieur au Dévonien supérieur). Il occupe grossièrement la moitié nord de la ceinture de Gaspé incluant les secteurs d'Haldimand et de Tar Point (voir Figure 3-4). Dans le Synclinorium de Connecticut Valley-Gaspé, les Grès de Gaspé sont composés de quatre (4) formations détritiques de plus en plus grossières qui sont de la base au sommet, la Formation de York Lake, la Formation de York River, la Formation de Battery Point et la Formation de Malbaie (Bêche, M., 2009). La Formation de Battery Point est recouverte par la Formation de Malbaie seulement dans la région de Gaspé (Bêche, M., 2009).

Plus spécifiquement, les roches recoupées dans les forages réalisés dans le cadre des présents travaux appartiennent à la Formation de Battery Point (voir figure 3-5) (MRN, 2013). Au site d'Haldimand, une faille importante selon un axe nord-ouest/sud-est (le long du ruisseau Aug) peut être observée ; les mouvements associés à cette faille ont permis d'exposer en surface les unités géologiques de cette formation (TechnoRem, 2011 (OS11-83)). Dans les zones d'étude, la puissance de la Formation de Battery Point ne dépasserait pas 200 mètres (Pétrolia, 2013, www.petroliagas.com).

Les roches observées dans les forages (voir journaux de sondage à l'annexe F) sont de composition relativement homogène essentiellement des grès gris ou verts et parfois des mudrocks (siltstone ou mudstone) gris-vert et rouges et des conglomérats (mélanges de grès grossier et fin hétérogène avec morceaux de quartz et de granite). Le degré de consolidation est variable allant de très peu consolidé à cimenté. Ces roches correspondent à celles décrites dans la littérature (MRN, 2013) pour les unités identifiées dans les deux zones d'étude (Haldimand et Tar Point) soient des grès à grain moyen à grossier, gris clair à

gris-vert, grès conglomératique, un peu de conglomérat à granules et petits cailloux, de grès fin, de mudstone et de dolomie.

Du point de vue hydrogéologique les roches de la formation de Battery Point constituent des réservoirs aquifères qui servent à l'alimentation en eau potable des populations locales des deux (2) secteurs.

Du point de vue de l'exploitation pétrolière, bien que des indices de pétrole (odeurs, suintements...) soient présents dans la formation de Battery Point, les zones géologiques d'intérêts sont celles associées aux formations de York River et d'Indian Cove (Dévonien inférieur). Ces formations se trouvent en profondeur sous les roches de la formation de Battery Point (voir figure 3-6) (Pétrolia, 2013). La présence potentielle de gisements exploitables de pétrole dans ces deux (2) formations géologiques est reliée aux facteurs suivants (Pétrolia, 2013):

- la genèse des roches (dépôt dans un bassin marin de faible profondeur avec matières vivantes);
- la présence de plis anticlinaux et de failles favorables à la création de pièges et des réservoirs dans ces formations;
- la profondeur d'enfouissement relativement faible (favorisant la température nécessaire à la formation de pétrole).

3.3.2 Géologie des dépôts meubles

Les dépôts de surface retrouvés dans la Péninsule gaspésienne sont le résultat de la glaciation du quaternaire et de l'invasion marine Goldthwait qui a suivi. Rompré et Gagnon, 2005, résumant les dépôts de surface de la Péninsule en ces termes : « *une ceinture de dépôts marins d'eau peu profonde en bordure de la mer, suivis de dépôts glaciaires sur les points les plus élevés, le tout entrecoupé de dépôts fluvio-glaciaires, fluviatiles et alluvionnaires qui correspondent aux vallées et aux cours d'eau plus ou moins importants s'écoulant vers la mer* ».

3.3.2.1 Secteur de Tar Point

La carte présentée à la figure 3-7 montre la répartition des dépôts meubles au site de Tar Point tel que cartographiée par Gamache, D. (1992).

Comme pour le secteur d'Haldimand, selon les variations locales du relief, le roc dans la région de Tar Point est le plus souvent affleurant à sub-affleurant. Cependant, dans le périmètre spécifique de l'étude, une bonne partie de la surface est recouverte par des dépôts fluviatiles, des dépôts marins ou des dépôts de pentes et d'altération (voir figure 3-7).

Les dépôts meubles observés dans les forages POT-11-02 et POT-11-03 réalisés dans le secteur de Tar Point (voir journaux de sondage à l'annexe F) sont décrits comme des sables et graviers ou blocs, arrondis ou sub-arrondis. Ces dépôts seraient associés aux dépôts fluviaux identifiés par Gamache, D. (1992). Les épaisseurs mesurées sont de 3 mètres dans le POT-11-02 et de 5 mètres dans le PO-11-03. Dans le cas du forage POT-11-01, selon la description qui est faite, les dépôts rencontrés correspondrait à un till indifférencié. L'épaisseur de la couche qui a été observée est de 3 m.

4.0 HYDROGÉOLOGIE

4.1 Piézométrie du milieu rocheux

La carte de l'élévation de la surface piézométrique de l'aquifère rocheux a été construite à partir de 17 valeurs d'élévation de la nappe d'eau du roc pour le secteur Haldimand et à partir de quatre (4) valeurs pour le site de Tar Point. Les niveaux d'eau ont été pris le 26 octobre 2012 et les 7 au 9 décembre 2011 dans les puits situés sur les sites d'Haldimand et de Tar Point respectivement. Les mesures de niveaux prises dans les puits ont permis de constater que, de façon générale, la nappe d'eau au roc suit généralement le relief du sol (figure 3-2 et 4-1). L'ensemble des données de niveaux d'eau (voir tableau 4-1) a permis de dresser une carte de l'élévation de la nappe au roc de chacun des secteurs, lesquelles sont illustrées à la figure 4-1. Les zones où l'élévation de la nappe a été extrapolée sont identifiables par les lignes de charges équipotentielles en pointillés.

La direction de l'écoulement souterrain du site Haldimand se dessine par la limite de partage des eaux situé au centre du secteur à l'étude. Une partie de l'écoulement des eaux souterraines s'effectue en direction Nord vers le ruisseau Dean et le ruisseau Eden puis une autre en direction Sud vers le ruisseau Aug. L'eau souterraine s'écoule aussi à partir des collines environnantes, située au niveau des puits POH-11-13 et POH-11-02, vers la vallée des cours d'eau Dean et Eden et en direction de la Montée Sandy Beach situé au nord.

Les mesures de niveau prises dans les puits du secteur Haldimand ont permis de constater que la nappe d'eau au roc se tient de façon générale entre 0,75 et 5,97 m de la surface du sol sauf pour le puits POH-11-03 où des conditions jaillissantes sont observées et les puits POH-11-02, 05, 07 et 08 où la profondeur de l'eau se situe plutôt entre 10,95 et 15,95 m. Les plus hautes élévations de la surface de la nappe au roc ont été mesurées sur les flancs de colline situés de part et d'autre du site (au nord et au sud). L'élévation de la nappe du roc se situe aux alentours de 115 m d'élévation au puits POH-11-12 (colline située au centre-sud du site) alors qu'elle est à une élévation de 84 m au puits PH-04 (colline située au nord-ouest du site). L'écoulement de l'eau souterraine à travers les fissures du roc se fait des points hauts vers les points bas. Les collines avoisinant le site, où le roc affleure et où les élévations de la nappe sont les plus élevées, constituent des zones de recharge privilégiée de la nappe d'eau au roc. Bien que le relief plus accentué de ces secteurs favorisent le ruissellement des eaux de précipitations, il n'en demeure pas moins que le roc à ces endroits est exposé à la surface et bénéficie donc d'un potentiel non négligeable de recharge de la nappe.

Au site Haldimand, le gradient hydraulique horizontal est davantage prononcé au niveau des collines sous l'effet de la forte inclinaison de la surface

topographique et de la formation rocheuse à cet endroit. La valeur du gradient hydraulique horizontal y atteint 0,062 m/m (6,2 %) dans le nord-ouest du secteur. Il serait de l'ordre de 0,048 m/m (4,8 %) en direction est vers le ruisseau Eden. Le gradient hydraulique s'adoucit en direction sud, vers le ruisseau, où celui-ci est de 0,011 m/m (1,1 %), soit six (6) fois moindre que ce qui est observé au niveau des collines.

La surface piézométrique de la nappe au roc du secteur de Tar Point suit également assez fidèlement la topographie de surface. L'écoulement souterrain origine du haut topographique localisé au nord-ouest du secteur de Tar Point et s'effectue de façon radiale vers la rivière de l'Anse à Brillant et vers le Golfe du St-Laurent. La profondeur de la nappe au roc semble peu profonde puisque des valeurs inférieures à 2,5 m ont été mesurées dans les puits d'observation. On y observe également des conditions artésiennes le long de la rivière de l'Anse à Brillant.

Peu de mesures sont disponibles permettant d'évaluer le gradient hydraulique du secteur de Tar Point. Celui-ci serait de l'ordre de 0,073 m/m (7,3 %) en direction sud vers la rivière de l'Anse à Brillant.

4.2 Propriétés hydrauliques du roc

Cette section présente les résultats de l'interprétation des 21 essais hydrauliques (2 essais de perméabilité, 18 essais de pompage de courte durée, et 1 essai de pompage de longue durée) réalisés par TechnoRem à l'intérieur de la formation rocheuse. Cette interprétation permet de déterminer certaines propriétés hydrauliques telles que la transmissivité ($T - m^2/s$), le coefficient d'emmagasinement ($S -$ sans unité) et la conductivité hydraulique horizontale ($K - m/s$).

Le tableau 4-2 compile toutes les informations reliées aux essais hydrauliques complétés dans le cadre de la présente étude en y intégrant les niveaux d'eau avant l'essai, les valeurs de transmissivité, d'emmagasinement et de conductivité hydraulique tandis que le tableau 2-5 présente d'autres caractéristiques pertinentes (débit de pompage, temps de pompage). Les figures de l'annexe G présentent les rabattements maximaux mesurés suite aux essais de pompage de courte et de longue durée. Les données compilées y sont également colligées dans cette annexe.

4.2.1 Essais de perméabilité dans le puits d'observation

La méthodologie complète entourant la réalisation et l'interprétation des essais de perméabilité est décrite en détail au chapitre 2. Les données recueillies lors de ces essais sont reportées sur les formulaires de l'annexe G-1 conjointement à leur interprétation graphique.

Bien qu'un seul essai de perméabilité ait été réalisé à chacun des sites, plusieurs essais de pompage de courte durée ont été interprétés à la fois par une méthode relative à des essais de perméabilité et par une méthode utilisée pour des essais de pompage. La présente section traite des essais interprétés par la méthode de Bouwer & Rice. Elle a permis d'établir des valeurs de conductivité hydraulique horizontale variant de $3,53 \times 10^{-7}$ m/s à $1,26 \times 10^{-6}$ m/s pour les quatre (4) puits d'observation interprétés au site Haldimand. La valeur de $1,26 \times 10^{-6}$ m/s mesurée à l'intérieur du puits POH-11-15 semble plus élevée que les trois (3) autres valeurs obtenues qui sont en moyenne de $4,7 \times 10^{-7}$ m/s. L'ordre de grandeur de ces valeurs de conductivité hydraulique est toutefois représentatif de ce qui est couramment retrouvée pour les formations composées de grès (Freeze et Chery, 1979). Selon ces auteurs, la conductivité hydraulique d'un grès devrait se situer entre 10^{-10} et 10^{-6} m/s.

4.2.2 Essais de pompage de courte durée dans les puits d'observation

La méthodologie complète entourant la réalisation et l'interprétation des essais de pompage de courte et longue durée est décrite en détail au chapitre 2. Chaque essai a fait l'objet d'une interprétation indépendante. Les données recueillies lors de ces essais sont reportées sur les formulaires de l'annexe G-2 conjointement à leur interprétation graphique. Cette annexe présente également les graphiques des profondeurs de niveaux d'eau en fonction du temps de tous les puits où des essais ont été réalisés. Les paramètres des essais sont colligés aux tableaux 2-5 et 4-2 (date du début de l'essai de pompage, le débit de pompage, etc.). Le tableau 4-2 présente également, pour chaque essai, un bilan de l'interprétation qui a été réalisée en résumant pour chacun des puits les informations suivantes : la profondeur initiale du niveau d'eau, les valeurs de transmissivité (T - en m^2/s) et de conductivité hydraulique horizontale (K - m/s) obtenus par les différentes méthodes d'interprétation choisies.

Les données recueillies lors des épreuves de courte durée ont été traitées et interprétées selon la méthode de Cooper-Jacob pour le pompage et par la méthode de Theis-Jacob pour la remontée. Les graphiques d'interprétation réalisés à l'aide du logiciel *Aquifertest Pro* pour chacun des puits sont joints à l'annexe G2. Les paragraphes qui suivent présentent les résultats obtenus par l'interprétation de ces essais.

➤ Transmissivité de l'aquifère du roc

Découlant des 15 interprétations faites des données recueillies lors des épreuves de pompage de courte durée réalisés dans les puits d'observation du site Haldimand, des valeurs de transmissivité (moyenne pour chaque essai) variant de $1,59 \times 10^{-6}$ m^2/s à $1,45 \times 10^{-4}$ m^2/s pour une moyenne géométrique de $3,44 \times 10^{-5}$ m^2/s caractérisent l'aquifère du roc. Cette moyenne témoigne, de

façon générale, que des quantités d'eau assez faibles s'écoulent dans la formation rocheuse du secteur d'étude.

Selon Driscoll (1989), l'utilisation des données de rabattement en début de pompage peuvent conduire à une sous-estimation de la transmissivité puisque ces données reflètent l'eau emmagasinée dans le puits. Le rabaissement de la nappe est plus rapide pendant cette phase où le puits se vide conduisant ainsi à des valeurs plus faibles de transmissivité. Une équation permettant de calculer le temps critique, où l'emmagasinement du puits ne contribue plus au rendement de l'aquifère, est proposée dans Driscoll (1989). Le temps critique, colligé au tableau 4-2, a été calculé pour chaque essai de pompage de courte durée. Parmi les 13 essais de pompage de courte durée où il a été possible de calculer le temps critique, un peu plus de 50% (7/13) des essais ont eu une durée supérieure au temps critique. La moyenne des transmissivités provenant des essais où le temps critique a été respecté est de $9,01 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ tandis qu'elle est de $5,50 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ pour les autres essais. Il est ainsi possible de constater que l'emploi des données de rabattement en début de pompage semble engendrer, dans le cas présent, des valeurs de transmissivité plus faible.

Au site de Tar Point, les transmissivités moyennes calculées sont respectivement $5,85 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ et $7,25 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ pour les puits POT-11-02 et POT-11-03. Pour ces deux (2) essais, le temps critique a été respecté.

➤ **Coefficient d'emmagasinement de l'aquifère du roc**

Le coefficient d'emmagasinement se calcule à partir des mesures de rabattement prises dans les puits d'observation positionnés autour du puits d'essai soumis à l'épreuve de pompage. Il n'a pas été possible d'évaluer le coefficient d'emmagasinement étant donné que les essais de courte durée ont été effectués sans suivi de puits d'observation.

➤ **Conductivité hydraulique horizontale du roc**

La conductivité hydraulique horizontale est directement reliée à la transmissivité de l'aquifère. Elle est obtenue en faisant le rapport de la valeur de la transmissivité et l'épaisseur de l'aquifère saturé en condition de pompage. Le calcul de la conductivité se fait en considérant la colonne d'eau mesurée dans le puits avant l'épreuve de pompage (soit la différence entre profondeur du puits et la profondeur du niveau d'eau statique). Dans le cas d'un aquifère confiné où la profondeur du niveau d'eau statique est inférieure à la profondeur du toit du roc, la colonne d'eau considérée pour le calcul de la conductivité hydraulique horizontale correspond à l'épaisseur de roc interceptée par le puits (soit la différence entre la profondeur du puits et la profondeur du toit roc).

Les valeurs de conductivité hydraulique horizontale interprétées des 15 essais de pompage de courte durée du site Haldimand réalisés dans cette étude sont compilées au tableau 4-2. Les valeurs de conductivité hydraulique (moyenne pour chaque essai) s'étalent de $4,52 \times 10^{-8}$ m/s à $5,81 \times 10^{-6}$ m/s pour une moyenne géométrique de $1,03 \times 10^{-6}$ m/s. La moyenne géométrique de la conductivité hydraulique des essais ayant respecté le temps critique est de $2,41 \times 10^{-6}$ m/s.

Pour le secteur Tar Point, les conductivités hydrauliques (moyenne pour chaque essai) obtenues des essais des puits POT-11-02 et POT-11-03 sont respectivement de $1,60 \times 10^{-6}$ m/s et $1,81 \times 10^{-5}$ m/s.

➤ **Capacité de recharge du roc**

L'interprétation des mesures de niveau d'eau en remontée, après l'arrêt du pompage, permet d'obtenir une appréciation assez juste de la capacité du roc à se recharger. Les mesures prises durant la phase de remontée permettent de déterminer avec précision les paramètres hydrauliques de l'aquifère ainsi que de corroborer ceux qui ont été dérivés à partir de la phase de pompage.

Lors de l'interprétation des rabattements résiduels en remontée (s'), on peut déterminer pour quelle valeur de t/t' (soit le ratio entre le temps depuis le début du pompage et le temps de remontée) un rabattement résiduel nul est atteint. Lorsque cette valeur (t/t') est inférieure à 1, elle témoigne d'une remontée incomplète de la nappe dans le puits testé et qui peut être imputable à un aquifère d'étendue limitée. Lorsqu'elle est comprise entre 1 et 2, ceci témoigne d'une certaine recharge de l'aquifère mais également d'une variation du coefficient d'emmagasinement (S). Les valeurs de t/t' obtenues pour l'ensemble des essais de pompage (secteurs Haldimand et Tar Point) se situent entre 0,6 et 2,7 pour une moyenne géométrique de 1,2. Cette moyenne témoigne d'une capacité adéquate de la nappe d'eau au roc de pouvoir se recharger.

4.2.3 Essais de pompage de longue durée dans le puits d'observation POH-11-06

Tel que mentionné dans le chapitre 2, un essai de pompage de longue durée (73 heures) a été réalisé dans le puits d'observation POH-11-06. Plusieurs puits d'observation ont également été suivis durant cet essai. Cependant, le pompage n'a pas influencé le niveau d'eau observé dans un aucun puits d'observation de façon significative, ne permettant pas ainsi l'interprétation d'autres puits conduisant à des valeurs de transmissivité. Seul le puits POH-11-06 a été interprété.

Le puits POH-11-06 étant jaillissant, un obturateur a été placé dans le puits suffisamment longtemps pour que la pression qui s'exerce sur le couvercle se stabilise. Ensuite celui-ci a été enlevé et les variations de pression et de débit ont été relevées pendant 73 heures consécutives. Le tableau présenté à l'annexe G-3 collige les variations de débit tandis que les variations de niveau d'eau du puits POH-11-06, des puits d'observation suivis et du cours d'eau y sont présentés sous forme graphique. L'annexe G-3 contient également le graphique d'interprétation de la méthode de Jacob-Lohman qui a été utilisée pour interpréter les variations de débit lors de l'essai de longue durée du puits POH-11-06 (Forkasiewicz, J. et al., 1976). Ce graphique montre l'inverse de la décroissance du débit en fonction du temps. Dans la méthode de Jacob-Lohman, la connaissance entre le niveau statique et le niveau d'écoulement libre, s_p est nécessaire. Dans le cas présent, s_p est égale à 1,85 m.

L'augmentation de la pression suite à la fermeture du puits POH-11-06 qui débitait librement depuis 73 h a également été interprétée. L'interprétation de l'augmentation des charges consécutive à la fermeture du puits se traite comme une descente classique provoquée par un pompage. La différence de charge ($H-H_0$) tient lieu de rabattement pour le puits. Le débit considéré est le débit naturel, stabilisé suite au pompage de 73 h, représenté au tableau de l'annexe G-3, c'est-à-dire 120 m³/j. Le graphique d'interprétation de la méthode de Cooper-Jacob est présenté à l'annexe G-3.

Décollant de l'interprétation faite des données recueillies lors de l'épreuve de pompage de longue durée, des valeurs de transmissivité de $7,06 \times 10^{-4}$ m²/s et de $1,37 \times 10^{-4}$ m²/s ont été obtenues des méthodes Jacob-Lohman et Cooper-Jacob respectivement. Les conductivités hydrauliques obtenues sont de $2,2 \times 10^{-5}$ m²/s et de $4,28 \times 10^{-6}$ m²/s.

➤ **Influence de l'ouverture du puits POH-11-06 (essai de pompage)**

Tel que mentionné dans les sections précédentes, certains puits d'observation éloignés ont fait l'objet d'un suivi du niveau d'eau régulier tout au long des travaux de pompage afin d'évaluer l'impact potentiel de l'essai de pompage de longue durée sur les usagers de la ressource et l'environnement. La nappe d'eau au roc de 16 puits d'observation forés pendant cette étude a été suivie lors de l'essai de pompage de longue durée.

La figure G-2 de l'annexe G présente l'évolution des niveaux d'eau pendant l'essai de pompage de longue durée. La hauteur des précipitations journalières ainsi que les variations des niveaux d'eau du ruisseau Eden sont également présentées sur ce graphique. Les puits d'observation suivis pendant l'essai de pompage de longue durée sont localisés entre 457 et 2516 m du puits de pompage et principalement en amont hydraulique. Aucun puits ne semble avoir été influencé par l'écoulement du puits POH-11-06 pendant 73 heures ou

lors de l'augmentation de la pression suite à sa fermeture. Le rayon d'influence du puits POH-11-06 lorsque celui-ci coule à son débit naturel est donc inférieur à 450 m. Par contre, le ruisseau Eden semblerait quant à lui avoir été sensiblement influencé par l'essai de pompage du puits POH-11-06. La variation du niveau d'eau du ruisseau Eden a été suivie à environ 10 m du puits POH-11-06. Celui-ci s'est abaissé de 40 mm après 73 h d'écoulement du puits tandis que le niveau d'eau du ruisseau a augmenté suite à la fermeture du puits. Par contre, des précipitations survenues lors de l'arrêt du pompage auraient également pu contribuer au rehaussement du niveau du cours d'eau. En plus des variations du niveau d'eau du ruisseau Eden, certaines résurgences présentes aux alentours du puits POH-11-06 ont cessé pendant l'essai de pompage.

Le rôle du ruisseau Eden comme barrière hydraulique lors de l'essai de pompage n'a pu être évalué puisque les puits POH-11-07 et POH-11-08, localisés l'autre côté du ruisseau Eden par rapport au puits POH-11-06, sont relativement éloignés et localisés en amont hydraulique. De plus, d'une largeur inférieure à 0,5 m, le ruisseau Eden est de faible importance. Cependant, l'abaissement du niveau d'eau du ruisseau lors de l'essai démontre un lien possible entre le ruisseau et l'aquifère rocheux.

4.2.4 Analyse du suivi à long terme des puits d'observation

Neuf (9) puits d'observation ont fait l'objet d'un suivi du niveau d'eau régulier entre février et juin 2012 afin d'évaluer les fluctuations naturelle de la nappe de l'aquifère rocheux. Le graphique G-5 de l'annexe G-3 collige les données recueillies des capteurs de pression. La hauteur des précipitations journalières, de même que la hauteur de neige au sol sont également présentées sur ce graphique. On y observe aussi la somme des précipitations sous forme de pluie et de la hauteur de neige fondue convertie en hauteur de pluie.

Les données du graphique témoignent de l'influence des précipitations sur le niveau d'eau de la nappe de l'aquifère rocheux. Sur la période de deux (2) mois, des variations maximales allant jusqu'à 21,3 m ont été observés (puits POH-11-08) tandis que les plus faibles ont été de 1,6 m (POH-11-14). En général, ce sont les puits où la nappe est plus profonde qui montrent de plus grandes variations des niveaux d'eau lors de précipitation ou de la fonte des neiges (POH-11-2, POH-11-7 et POH-11-8).

Plusieurs facteurs influence l'infiltration de l'eau vers les nappes phréatiques : le type de sol (structure, texture, porosité), la compaction de la surface du sol, la couverture du sol, la topographie et la morphologie, le débit d'alimentation (intensité de la précipitation, débit d'irrigation) et la teneur en eau initiale du sol (conditions antécédentes d'humidité). Tel qu'il peut être constaté sur la figure G-5, le régime d'infiltration au cours du temps évolue différemment selon

que le sol est initialement sec ou humide. Avant la fonte des neiges, c'est-à-dire en période d'étiage, le niveau de la nappe est possiblement à son plus bas. Par contre, le processus de fonte des neiges provoque la remontée de la nappe ainsi que la saturation du sol. Une fois les sols saturés, la plus part des puits réagissant de façon quasi-instantanée aux différents épisodes de pluie avec une hausse de son niveau d'eau. Cette réaction rapide est également due à la faible épaisseur de dépôts meubles (entre 0,5 et 2 m) surplombant le roc.

En conclusion, l'analyse de ces données révèle que la nappe d'eau au roc est grandement influencée par la fonte des neiges ainsi que les précipitations.

5.0 QUALITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE ET DES EAUX DE SURFACE

Cette section présente les résultats d'analyses de la qualité de l'eau des échantillons prélevés dans les puits d'observation et résidentiels et dans les cours d'eau. Comme décrit à la section 2.11.2, un contrôle de la qualité des résultats d'analyse a été effectué. Celui-ci fait l'objet d'un chapitre distinct et est présenté à la section 6.1.

Tous les résultats analytiques issus de la campagne d'échantillonnage de la présente étude sont colligés aux tableaux 5-1 à 5-5 et partiellement illustrés aux figures 5-1 et 5-2. La localisation de la totalité des échantillons d'eau souterraine et de surface prélevés peut être visualisée aux figures 2-1 et 2-2. Pour les eaux souterraines, les résultats sont comparés aux normes et/ou recommandations en vigueur pour l'eau potable tandis que ceux concernant les eaux de surface sont comparés aux critères pour la « prévention de la contamination ». Les dépassements des différentes normes et/ou des recommandations et critères y sont indiqués. Les certificats d'analyse sont regroupés à l'annexes I.

Tel que mentionné au chapitre 2, la firme LNA a réalisé une campagne d'échantillonnage en 2008 de l'eau souterraine des puits résidentiels du secteur Haldimand. À l'intérieur de ce chapitre, les résultats d'analyse de la campagne de 2011-2012 seront comparés à celle de 2008 réalisée par LNA. Un résumé des résultats d'analyse de la campagne de 2008 sera également fait.

5.1 Qualité de l'eau souterraine

5.1.1 Secteur Haldimand

➤ Hydrocarbures pétroliers

Pour les puits des sites de forage, un (1) échantillon (PH-04) sur trois (3) montre la présence d'hydrocarbures pétroliers avec une concentration de 590 µg/L. La limite de détection pour ce paramètre est de 100 µg/L. Aucune norme ou recommandation pour l'eau potable n'est disponible pour les hydrocarbures pétroliers. Les échantillons PH-01 et PH-02 sont tous deux (2) non détectés.

En ce qui concerne les 13 puits d'observation échantillonnés, leur présence a été notée dans trois (3) d'entre eux (POH-11-10, POH-11-13, POH-11-14). Les concentrations mesurées sont faibles (290, 100 et 180 µg/L), juste au-dessus de la limite de détection (100 µg/L). Bien que les concentrations soient près de la limite de détection, il n'en demeure pas moins que ces composés ont été détectés dans ces trois (3) puits. Des indices de la présence d'hydrocarbures pétroliers avaient d'ailleurs été notés lors de l'échantillonnage de l'eau au puits

POH-11-13 (iridescence de l'eau et odeur). Parmi les 27 puits résidentiels échantillonnés, seul l'échantillon PPH-11-01 montre la présence d'hydrocarbures pétroliers avec une concentration de 130 µg/L.

Enfin, sur un total de 43 échantillons (puits des sites de forage, puits d'observation et puits résidentiels), cinq (5) échantillons ont montré la présence d'hydrocarbures pétroliers avec des concentrations variant de 100 à 590 µg/L. La concentration la plus élevée a été mesurée dans le puits d'observation (PH-04).

➤ **Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)**

En ce qui concerne les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), ceux-ci ont été détectés dans deux (2) des trois (3) échantillons des puits des sites de forage. Le 1-méthylnaphtalène, 2-méthylnaphtalène, l'acénaphène, le naphtalène et le phénanthrène ont été mesurés à de faibles concentrations, souvent tout près de la limite de détection de 0,1 µg/L, dans l'échantillon PH-01. Pour l'échantillon provenant du puits PH-02, seul le naphtalène a été mesuré à des valeurs égalant la limite de détection. La concentration la plus élevée de naphtalène a été mesurée dans le puits PH-01 avec une concentration de 2,7 µg/L.

Pour ce qui est de la présence des HAP dans les puits d'observation, le naphtalène a été détecté dans trois (3) des 13 échantillons analysés. Outre le puits POH-11-14 où une concentration de 0,9 µg/L a été mesurée, les concentrations sont égales à la limite de détection de 0,1 µg/L (puits POH-11-9 et POH-11-11).

Les HAP sont présents dans un seul échantillon provenant des 27 puits résidentiels échantillonnés. L'échantillon PPH-11-27 a montré la présence de 2-méthylnaphtalène et de naphtalène à des concentrations de 0,1 et 1,1 µg/l respectivement.

Globalement, les HAP ont été détectés dans six (6) des 43 échantillons analysés, soit dans 14% des échantillons prélevés. Quatre (4) de ces six (6) échantillons contiennent seulement du naphtalène.

➤ **Composés organiques volatils (COV)**

En ce qui concerne les puits des sites de forage, parmi les composés organiques volatils (COV), seul le toluène a été détecté dans l'échantillon du puits PH-04 avec une concentration égale à la limite de détection de 1,0 µg/L. Les COV sont exempts des échantillons PH-01 et PH-02. Par contre, parmi les 13 échantillons provenant des puits d'observation, sept (7) montrent la présence de COV. C'est principalement le dichlorométhane qui a été détecté

dans ces échantillons (5 échantillons sur 10). Les concentrations sont très près de la limite de détection et varient de 1,1 à 1,6 µg/L. Toutefois, ce composé n'est pas considéré dans notre analyse puisque il a aussi été détecté dans certains blancs de terrain et de transport. La présence de ce paramètre dans les échantillons serait plutôt attribuable à l'utilisation de ce composé dans les opérations courantes du laboratoire. Outre, le dichlorométhane, le toluène a été détecté dans les échantillons des puits POH-11-10, POH-11-12 et POH-11-15 avec des concentrations respectives de 27,4, 2,1 et 10,5 µg/L dépassant ainsi la recommandation de Santé Canada de 24 µg/L à une reprise. Enfin, le chloroforme a été détecté dans l'échantillon du puits POH-11-10 avec une concentration légèrement supérieure à la limite de détection de 1,0 µg/L (1,1 µg/L).

La présence de COV a été constatée dans quatre (4) échantillons sur un total de 27 prélevés dans les puits résidentiels. Le dichlorométhane a été détecté dans les puits PPH-11-22 et PPH-11-28 avec des concentrations de 2,6 et 1,1 µg/L respectivement. Celle-ci sont très près de la limite de détection de 1,0 µg/L. L'éthylbenzène a été détecté dans le puits PPH-11-54 à une concentration de 0,3 µg/L. Encore tout près de la limite de détection, le composé 1,4-Dichlorobenzène est présent dans le PPH-11-61 avec une concentration de 1,3 µg/L.

En résumé, les COV ont été détectés dans 28% des échantillons prélevés parmi tous les puits échantillonnés (12 sur 43 échantillons). En omettant les puits ayant comme seul composé détecté le dichlorométhane, ce nombre baisserait à six (6) échantillons sur 43 prélevés (14%). En plus d'être possiblement attribuable à l'utilisation de ce composé dans les opérations courantes du laboratoire, les valeurs mesurées sont pratiquement égales à la limite de détection de 1,0 µg/L (1,1 à 2,6 µg/L).

➤ **Métaux et autres paramètres inorganiques**

Parmi les métaux et les autres paramètres inorganiques normés (tableau 5-3), la totalité des échantillons analysés respectent les normes de potabilité du RQEP. Par contre, le fer dissous, le manganèse dissous, le sodium, les chlorures, la dureté, les solides totaux dissous et les sulfures ont été mesurés dans plusieurs échantillons à des valeurs dépassant la recommandation de Santé Canada. Ces paramètres sont tous d'ordre esthétique donc sans danger pour la santé.

Pour les puits des sites de forage, seul le PH-04 montre des dépassements de la recommandation de Santé Canada avec une concentration en **manganèse** dissous de 0,118 mg/L. La recommandation pour ce paramètre est de 0,05 mg/L. C'est dans les puits d'observation que l'on trouve le plus au taux de dépassements en manganèse. Les puits d'observation POH-11-06, POH-11-09,

POH-11-13 et POH-11-14 dépassent la recommandation en manganèse avec des valeurs variant de 0,074 à 0,170 mg/L. Seulement deux (2) puits résidentiels ont des concentrations en manganèse dépassant la recommandation. Le manganèse a été détecté dans les puits PPH-11-17 et PPH-11-51 à des concentrations de 0,094 mg/L et 0,092 mg/L respectivement.

Ainsi, considérant les puits des sites de forage, d'observation et résidentiels, un total de six (6) échantillons sur 62 dépassent la recommandation de Santé Canada pour le manganèse. Cette proportion représente 10% des échantillons. La recommandation a été fixée pour des raisons d'ordre organoleptique. À des concentrations supérieures à 0,15 mg/L, le manganèse tache les éléments de plomberie et les tissus; de plus, en fortes concentrations, il donne mauvais goût aux boissons.

Le **fer dissous** dépasse la recommandation de Santé Canada de 0,3 mg/L dans un seul échantillon sur le 62 prélevés. Ce dépassement a été observé dans le puits d'observation POH-11-13 avec une concentration de 0,680 mg/L.

Sur un total de 62 échantillons, cinq (5) (8 %) dépassent la recommandation de Santé Canada en **sodium** de 200 mg/L. Les trois (3) puits d'observation POH-11-06, POH-11-09 et POH-11-10 ont des valeurs en sodium de 363, 667 et 620 mg/L respectivement. Deux (2) puits résidentiels ont des concentrations en sodium supérieures à la recommandation, soit les puits PPH-11-49 et PPH-11-52 avec des valeurs de 397 et 210 mg/L respectivement.

Trois (3) puits d'observation (POH-11-06, POH-11-09 et POH-11-10) et deux (2) puits résidentiels (PPH-11-49 et PPH-11-52) surpassent la recommandation de Santé Canada à la fois pour les **chlorures** et les **solides totaux dissous**. Les recommandations pour les chlorures et les solides totaux dissous sont respectivement de 250 et 500 mg/L. Les concentrations en chlorures de ces puits varient de 496 à 1 170 mg/L tandis qu'elles varient de 935 à 2 660 mg/L pour les solides totaux dissous. Les échantillons de ces cinq (5) puits possèdent également des teneurs élevées en dureté et sodium. La présence à des concentrations très importantes de chlorures, de solides totaux dissous, de dureté et de sodium dans ces puits, démontre que ceux-ci captent une eau très fortement chargée en sels.

En ce qui concerne la **dureté**, des teneurs dépassant la recommandation de Santé Canada de 200 mg/L de CaCO₃ sont observées dans un (1) puits d'observation et sept (7) puits résidentiels, soit les puits POH-11-10, PPH-11-27, PPH-11-41, PPH-11-44, PPH-11-45, PPH-11-46, PPH-11-52 et PPH-11-56. La dureté de ces puits varient de 206 à 352 mg/L. Ce résultat suggère que les eaux souterraines issues de ces puits sont dures. En général, pour une dureté supérieure à 200 mg CaCO₃/L, l'eau est jugée médiocre mais peut être tolérée par les utilisateurs lorsque consommée. Par contre, les eaux

souterraines du secteur Haldimand sont majoritairement très douce puisque les trois (3) puits (100 %) des sites de forage, 11 puits d'observation (79 %) et 44 puits résidentiels (67 %) ont des teneurs en dureté inférieures à la recommandation de Santé Canada de 80 mg/L de CaCO₃/L.

Enfin, trois (3) puits d'observation, soit le POH-11-12, POH-11-13 et POH-11-15, possèdent des teneurs en **sulfures** dépassant la recommandation de Santé Canada de 0,05 mg/L. Les concentrations en sulfures sont respectivement de 0,08, 0,10 et 0,06 mg/L.

➤ **Sommaire de la qualité de l'eau souterraine su secteur Haldimand**

En résumé, les analyses des échantillons d'eau prélevés dans les puits des sites de forage, d'observation et privés indiquent que l'eau souterraine est dans la majorité des cas de très bonne qualité puisque tous les échantillons respectent les normes de potabilité du RQEP. En ce qui concerne les recommandations de Santé Canada, plusieurs dépassements ont été observés. Pour les hydrocarbures pétroliers, les HAP et les COV, les recommandations ont été respectées dans la totalité des échantillons à l'exception de l'échantillon POH-11-10, où des concentrations en toluène de 27 µg/L ont été mesurées. La recommandation de Santé Canada pour ce paramètre est de 24 µg/L. Bien que les recommandations aient été respectées, des hydrocarbures pétroliers, des HAP et des COV ont été mesurés dans respectivement 12 %, 14 % et 28 % des échantillons. Les résultats analytiques des HP C₁₀-C₅₀, HAP et COV sont illustrés aux figure 5-1 et 5-2. Pour les métaux analysés dans l'eau souterraine des puits d'observation et privés, dix (10) échantillons (16 %) surpassent les recommandations de Santé Canada pour au moins un paramètre. Les dépassements sont principalement observés pour le manganèse dissous et le sodium. Enfin, l'eau de l'aquifère rocheux du secteur Haldimand est en général très douce puisque 59 de ces échantillons ont des teneurs en dureté inférieure à la recommandation de 80 mg/L de CaCO₃.

5.1.2 Secteur Tar Point

➤ **Hydrocarbures pétroliers**

Les trois (3) échantillons d'eau souterraine prélevés dans le secteur Tar Point montrent des valeurs d'hydrocarbures pétroliers non détectées.

➤ **Hydrocarbures aromatiques polycycliques**

De façon générale, les composés analysés des hydrocarbures aromatiques polycycliques sont non détectés. Toutefois, la présence de naphthalène à une concentration de 0,2 µg/ L dans l'eau souterraine du puits des sites de forage PT-01 a été détectée. Les résultats des analyses chimiques effectuées sur l'eau

souterraine du puits d'observation POT-11-01 révèlent des concentrations respectives de 0,1, 1,6 et 0,2 pour l'acénaphthylène, le naphthalène et le phénanthrène. Tous les composés détectés sont par contre très près de la limite de détection qui est de 0,1 µg/L pour chacun de ces paramètres.

➤ **Composés organiques volatils**

Les Composés organiques volatils sont absents des trois (3) échantillons prélevés dans le secteur de Tar Point.

➤ **Métaux et autres paramètres inorganiques**

Parmi les paramètres normés, l'eau souterraine de ce secteur rencontre tous les critères de potabilité du RQEP. Par contre, le manganèse dissous, le sodium, les chlorures et les solides totaux dissous dépassent les recommandations esthétiques de Santé Canada pour les puits POT-11-01 et/ou POT-11-03.

Le manganèse dissous dépasse la recommandation 0,05 mg/L de Santé Canada avec une concentration de 0,102 mg/L dans le puits POT-11-01. De plus, la dureté de cette échantillon est sous la recommandation de Santé Canada de 80 mg/L de CaCO₃ avec une teneur de 44 mg/L de CaCO₃. L'eau souterraine du puits POT-11-3 excède la recommandation esthétique pour le sodium, les chlorures et les solides totaux dissous avec des teneurs respectives de 210, 342 et 706 mg/L. Tout comme quelques puits du secteur Haldimand, ce puits capte une eau souterraine fortement chargée en sels. L'eau de ce puits peut d'ailleurs être classifiée de très dure avec une dureté de 194 mg/L de CaCO₃. Les valeurs en sodium, chlorures et solides totaux dissous tranchent avec celles mesurées dans les échantillons prélevés dans le puits POT-11-01 mais plus particulièrement dans les puits PT-01 et POT-11-02 et dans la majorité des puits du secteur Haldimand.

➤ **Sommaire de la qualité de l'eau souterraine du secteur Tar Point**

Finalement, pour le secteur Tar point, les eaux souterraines des puits d'observation et résidentiels respectent les normes de potabilité du RQEP. Par contre, pour les hydrocarbures pétroliers, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les Composés organiques volatils (COV) peu de normes provinciales existent. Les trois (3) échantillons d'eau souterraine prélevés dans le secteur Tar Point montrent des valeurs d'hydrocarbures pétroliers et de COV non détectées. Les composés analysés des HAP sont en général non détectés à l'exception de la présence de naphthalène à une concentration de 0,2 µg/ L dans l'eau souterraine du puits du site de forage PT-01. Les résultats des analyses chimiques du puits d'observation POT-11-01 révèlent des concentrations respectives de 0,1, 1,6 et 0,2 pour l'acénaphthylène, le naphthalène et le

phénanthrène. Tous les composés détectés sont par contre très près de la limite de détection qui est de 0,1 µg/L pour chacun de ces paramètres. Il est possible de visualiser les résultats analytiques des HP C₁₀-C₅₀, HAP et COV aux figure 5-1 et 5-2.

Bien que les normes de potabilité soient toutes respectées, on observe cependant des dépassements des recommandations de Santé Canada pour plusieurs métaux et paramètres inorganiques. Ceux-ci sont cependant d'ordre esthétique donc sans danger pour la santé humaine.

5.1.3 Campagne d'échantillonnage réalisé par LNA en 2008

La compagnie Junex a mandaté la firme LNA afin de réaliser une campagne d'échantillonnage de l'eau souterraine des puits résidentiels en 2008. Les résultats détaillés de cette campagne sont colligés au tableau 5-6 tandis que le tableau 5-7 résume les résultats de cette campagne. Certaines résidences échantillonnées en 2008 ont également été échantillonnées lors de la campagne de 2011-12. Le tableau 5-8 compare les résultats de ces deux (2) campagnes d'échantillonnage.

➤ Campagnes d'échantillonnage de 2008

Lors de la campagne de 2008, jusqu'à 18 paramètres ont été analysés sur un nombre maximal de 89 échantillons. Les tableaux 5-6 et 5-7 colligent le nombre d'échantillons analysés pour chacun des paramètres. Les paramètres sont la microbiologie, les hydrocarbures pétroliers et les plusieurs paramètres inorganique dont des métaux.

Plusieurs dépassements des normes de potabilité des paramètres microbiologiques ont été observés dans l'eau souterraine des puits résidentiels. Les taux de dépassement sont respectivement de 15 %, 36 %, 44 % et 29 % pour les *E.coli*, les coliformes fécaux, les bactéries atypiques et les entérocoques.

L'eau souterraine d'un seul puits a montré la présence d'hydrocarbures pétroliers avec une teneur de 170 mg/L (). La totalité des autres échantillons, les hydrocarbures pétroliers sont non-détectés.

Parmi les paramètres inorganiques, la dureté présente le plus grand nombre de valeurs hors normes de la recommandation de Santé Canada. Les teneurs en dureté sont à 88 % sous la limite de la recommandation de 80 mg/L CaCO₃ ce qui en fait une eau douce. Aucune valeur ne dépasse la limite supérieure de la recommandation de Santé Canada de 200 mg/L de CaCO₃.

Après les paramètres microbiologiques, le plus grand nombre de dépassements a été rencontré pour la turbidité. 27 % des teneurs en turbidité dépassent la norme de potabilité fixée à 5 UTN pour une eau souterraine non traitée. La turbidité est la mesure de l'aspect trouble de l'eau et correspond généralement à la quantité de matières en suspension dans l'eau (limon, argile, particules organiques et inorganiques, plancton et autres micro-organismes). Selon Santé Canada (2003), la nature de la turbidité et ses répercussions sur la santé varie selon le type de source d'eau. Dans les eaux de surface et les eaux souterraines qui entrent en contact avec les eaux de surface (eaux souterraines sous influence directe des eaux de surface), la turbidité est généralement d'origine plus organique et peut favoriser la présence de toxines, l'hébergement d'agents pathogènes ou la formation de THM (Trihalométhanes, Santé Canada, 2004). La turbidité dans les approvisionnements souterrains sûrs (c.-à-d. qui ne sont pas sous influence directe des eaux de surface) est généralement d'origine non-organique et ne devrait donc pas représenter un risque pour la santé. Par contre, dans le cas présent, les dépassements de la norme pour la turbidité de l'aquifère rocheux exploité par les puits résidentiels semblent être plutôt dus à la présence de matière organique puisque l'eau est particulièrement douce et contient, en générale, peu de solides totaux dissous. De plus, la mauvaise qualité microbiologique de plusieurs puits résidentiels témoigne possiblement de la présence de matière organique dans l'eau souterraine.

En ce qui concerne les autres paramètres inorganiques, les normes ou recommandations sont de façon générale respectées avec un pourcentage de dépassement variant de 0 % à 9 %.

➤ **Comparaison des campagnes d'échantillonnage de 2008 et 2011-12**

11 paramètres ont été analysés à la fois lors de la campagne d'échantillonnage de 2008 et celle de 2011-12. Ces paramètres sont les suivants : hydrocarbures pétroliers, cuivre, fer, manganèse, sodium, dureté, sulfure, conductivité, pH, alcalinité et solides totaux dissous. Le tableau 5-8 compare les résultats de ces deux (2) campagnes d'échantillonnage tandis que le tableau 5-9 résume les dépassements observés.

Les résultats sont très similaires pour chacune des campagnes. Les dépassements observés pour la dureté sont de 80 % et 66 % pour les campagnes de 2008 et 2011-12 respectivement. Le manganèse, quant à lui, a dépassé la recommandation à un pourcentage respectif de 7 % et 11 % pour chacune des campagnes. Les pourcentages de dépassements diffèrent de façon plus significative pour le sulfure et le pH. Le sulfure surpasse la recommandation à des taux de 11 % et de 2 % pour les campagnes de 2008 et 2011-12 respectivement tandis que le pH est inférieur à la recommandation à un taux de 10 % et 2 %.

5.2 Qualité de l'eau de surface

5.2.1 Secteur Haldimand

➤ Hydrocarbures pétroliers

Pour les hydrocarbures pétroliers, quatre (4) des six (6) échantillons d'eau de surface prélevés dans le secteur Haldimand montrent la présence d'hydrocarbures pétroliers. Ces échantillons sont SURFH-11-01, SURFH 11 02, SURFH-11-03 et SURFH-11-05 et ont des teneurs en hydrocarbures pétroliers de 260, 220, 160 et 140 mg/L respectivement. Ces valeurs sont sensiblement au-dessus de la limite de détection de 100 mg/L. Ce paramètre ne possède pas de critère pour la «prévention de la contamination» du MDDEFP.

➤ Hydrocarbures aromatiques polycycliques

Les six (6) échantillons d'eau de surface prélevés dans le secteur Haldimand montrent des valeurs d'HAP non détectées.

➤ Composés organiques volatils

Outre le dichlorométhane dans l'échantillon SURFH-11-05, aucun COV n'a été détecté dans les six (6) échantillons d'eau de surface prélevés dans le secteur Haldimand. Le dichlorométhane a été mesuré à une concentration de 1,2 µg/L dans l'échantillon SURFH-11-05 tandis que celle-ci est de 158 µg/L pour son duplicata (DUPH-11-05). Tel que mentionné, la présence de ce paramètre dans les échantillons serait possiblement attribuable à l'utilisation de ce composé dans les opérations courantes du laboratoire. Le tétrachloroéthène a également été détecté dans l'échantillon duplicata à une concentration de 0,8 µg/L, légèrement supérieure au critère de 0,7 µg/L.

➤ Métaux et autres composés inorganiques

Tous les métaux et «autres composés inorganiques» respectent les critères d'eau de surface pour la prévention de la contamination à l'exception de l'aluminium pour les échantillons SURFH-11-03 et SURFH-11-04. Les concentrations mesurées sont respectivement de 0,115 et 0,178 mg/L pour ces deux (2) échantillons, surpassant ainsi le critère du MDDEFP de 0,1 mg/L pour l'aluminium.

5.2.2 Secteur Tar Point

➤ Hydrocarbures pétroliers

Pour les hydrocarbures pétroliers, les deux (2) échantillons d'eau de surface prélevés dans le secteur de Tar Point, soit SURFT-11-01 et SURFT-11-02

montrent la présence d'hydrocarbures pétroliers à des concentrations respectives de 170 et 200 mg/L. Ces valeurs sont sensiblement au-dessus de la limite de détection de 100 mg/L. Ce paramètre ne possède pas de critère pour la « prévention de la contamination » du MDDEFP.

➤ **Hydrocarbures aromatiques polycycliques**

Les deux (2) échantillons d'eau de surface prélevés dans le secteur Tar Point montrent des valeurs d'HAP non détectées.

➤ **Composés organiques volatils**

Aucun COV n'a été détecté dans les deux (2) échantillons d'eau de surface prélevés dans le secteur Tar Point.

➤ **Métaux et autres composés inorganiques**

Tous les métaux et « autres composés inorganiques » respectent les critères d'eau de surface pour la prévention de la contamination. Toutefois, les teneurs en aluminium sont près du critère du MDDEFP de 0,1 mg/L. Des concentrations de 0,086 et 0,083 ont été mesurées dans les échantillons SURFT-11-01 et SURFT-11-02 respectivement.

5.3 Résultats de l'enquête réalisée auprès des résidents

Les résidents rencontrés pendant la campagne d'échantillonnage des puits privés ont répondu à un questionnaire qui visait à définir les caractéristiques du puits, la stratigraphie à l'endroit du puits, la perception de la qualité de l'eau souterraine, etc. Le tableau 2-1 identifie les puits privés utilisés pour l'échantillonnage des eaux souterraines tandis que l'annexe D présente les questionnaires remplis lors des rencontres réalisées auprès des propriétaires.

5.3.1 Caractéristiques des puits

Parmi les 66 résidents interrogés, tous les puits sont des puits tubulaires à l'exception d'un seul puits, qui selon le propriétaire est un puits de surface. Parmi les répondants qui ont été en mesure de fournir l'année de construction de leur puits, 69 % des puits ont été construits entre les années 1900 et 2000. Dans une proportion de 36 % des propriétaires ne connaissait pas l'année de construction de leur puits.

La majorité des puits (98 %) ont un diamètre de 0,15 m. Cette caractéristique est inconnue de cinq (5) résidents. La profondeur des puits varie de 4 à 55 m pour une moyenne de 23 m. Dix (10) personnes n'ont pas été en mesure de fournir cette information. Les pompes des puits sont majoritairement

submersibles avec une proportion de 64 % tandis que 36 % sont installées à l'extérieur du puits.

5.3.2 Caractérisation géologique et hydrogéologique

Outre trois (3) propriétaires qui ont mentionné que le roc était affleurent à l'endroit de leur puits, la majorité des sondés ne connaissent pas la stratigraphie exacte de la formation géologique au lieu de leur puits. Par contre, 60 résidents ont mentionné que leur puits exploitait la formation rocheuse tandis que six (6) n'avaient pas cette information. Enfin, un peu plus de la moitié des puits seraient accessibles pour la prise de niveau d'eau par exemple.

5.3.3 Traitement et quantité d'eau souterraine

Dans une proportion de 83 %, les gens boivent l'eau de leur puits et pour la plupart (86 %) n'ont pas recours à un système de traitement d'eau. Selon 97 % des sondés, l'eau souterraine dans le secteur Haldimand semble être disponible en quantité largement suffisante. Seulement, deux (2) ont mentionné en avoir juste assez pour combler leur besoin.

Parmi les résidents ayant été rencontrés, 39 ont obtenu de l'information sur qualité de leur eau suite à l'échantillonnage réalisé par LNA (Junex) en 2008. Cinq (5) sondés ont fait analysés leur eau à un autre moment tandis que 22 propriétaires ne connaissaient pas la qualité de leur eau avant la campagne d'échantillonnage réalisée par TechnoRem en 2011-12.

6.0 CONTRÔLE DE QUALITÉ

6.1 Résultats et interprétation du programme externe d'assurance et de contrôle de la qualité des analyses chimiques

Un programme d'assurance et de contrôle de la qualité sert à pouvoir démontrer la validité des résultats d'une campagne d'échantillonnage. Le contrôle de la qualité est constitué d'un ensemble de procédures techniques visant à vérifier la qualité des étapes d'échantillonnage, d'entreposage et de transport des échantillons ainsi que des analyses. Le cahier 1, Généralités, du Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales décrit les types d'échantillons de contrôle couramment prélevés sur le terrain lors de l'échantillonnage des différents milieux, tels que les blancs (de transport, de terrain et de lavage) et les duplicata de terrain.

Lors d'une campagne d'échantillonnage de l'eau souterraine ou de l'eau de surface, le prélèvement d'échantillons en duplicata constitue un mode de contrôle nécessaire. Les tableaux 6-1 et 6-2 présentent respectivement les résultats d'analyses effectuées sur des duplicata d'échantillons d'eau souterraine et de surface par le laboratoire. Ces analyses additionnelles effectuées permettent de vérifier si la méthodologie a été appliquée de façon rigoureuse lors du prélèvement sur le terrain. Le contrôle de la qualité de l'échantillonnage a été effectué pour le secteur Haldimand seulement. Sur un total de 40 échantillons d'eau souterraine prélevés et analysés dans ce secteur, huit (8) duplicata ont été envoyés au laboratoire d'analyses. L'analyse des «autres composés inorganiques» a été effectuée sur tous les duplicata tandis que les métaux, sur six (6) duplicata. Les HP C₁₀-C₅₀, HAP et les COV ont été analysés sur 2 duplicata. Pour les eaux de surface du secteur Haldimand, deux (2) duplicata, sur un total de six (6) échantillons, ont été soumis pour l'analyse des métaux et des «autres composés inorganiques».

6.1.1 Duplicata de terrain

Afin d'évaluer la variation entre l'échantillon régulier (É) et son duplicata (D), leur différence relative (DR), en pourcentage, a été calculée à l'aide de la formule suivante :

$$DR = \frac{|RD - RE|}{\left(\frac{RD + RE}{2}\right)} \times 100 \quad [\text{éq. 6-1}]$$

où

DR : Différence relative entre l'échantillon régulier et son duplicata;

RD : Résultat du duplicata;

RÉ : Résultat de l'échantillon.

La différence relative pour les analyses d'eau souterraine ou d'eau de surface, est généralement considérée acceptable si elle est inférieure à 30 %. Lorsqu'une différence supérieure à 30 % est notée, les résultats sont considérés uniquement comme des estimations de la concentration réelle. Cependant, lorsque les résultats montrent des valeurs relativement faibles, c'est-à-dire égales ou supérieures à cinq (5) fois la limite de détection, la différence ne peut être analysée de façon significative. Une interprétation peut tout de même être faite sur la base des critères du MDDEFP, à savoir si les résultats de l'échantillon régulier et de l'échantillon duplicata tombent tous deux (2) à l'intérieur des limites d'un même critère. Dans une telle situation, le pire des cas est considéré dans l'interprétation des données analytiques.

➤ **Eau souterraine**

On constate que les valeurs de concentrations mesurées dans les échantillons de duplicata sont, de façon générale, similaires à ceux des échantillons originaux. La totalité des métaux analysés ne dépasse pas le seuil acceptable de différence relative de 30 %. Les différences relatives varient de 0 % à 18 %. La même constatation peut être observée pour les HP C₁₀-C₅₀, HAP et COV puisque tous les composés analysés sont non détectés pour chacun des échantillons et duplicata. En ce qui concerne les 13 « autres composés inorganiques », de plus grandes différences relatives ont été observées. Six (6) différences relatives entre l'échantillon et son duplicata ont dépassé le seuil acceptable de 30 %. Les différences relatives ont atteint des valeurs allant jusqu'à 67 %. Ces différences plus marquées ont été observées pour la dureté (34 % pour le PPH-11-15), les fluorures totaux (52 % pour le PPH-11-23), le phosphore total (43 % pour le PH-04), les solides totaux dissous (31 % pour le PH-04) et les sulfures (67 % pour le PPH-11-04 et 33 % pour le PH-04).

La différence relative de 52 % pour les fluorures s'explique par le fait que les concentrations sont près de la limite de détection. On peut donc conclure que le duplicata reflète bien l'échantillon régulier PPH-11-23. Bien que la différence relative de la dureté le PPH-11-15 dépasse le seuil acceptable de 30 % et que les concentrations sont supérieures à 5 fois la limite de détection, les valeurs de dureté de l'échantillon et de son duplicata demeurent sous la recommandation de 80 mg/L de CaCO₃ et correspondent à une eau douce. Les différences relatives supérieures à 30 % observées pour les échantillons PH-04 (phosphore, solides totaux dissous et sulfures) et PPH-11-04 (sulfures) s'expliquent possiblement par un manque de constance dans les procédures d'échantillonnage et d'analyse en laboratoire. Ces différences relatives significatives ont peu d'implication sur l'analyse des résultats outre pour les sulfures. Pour ces deux échantillons, les valeurs des sulfures des échantillons

réguliers respectent la recommandation de Santé Canada tandis que les teneurs des duplicata la surpassent légèrement.

➤ **Eau de surface**

Tout comme les eaux souterraines, on constate que les valeurs de concentrations mesurées dans les échantillons de duplicata sont, de façon générale, similaires à ceux des échantillons originaux. La totalité des « autres composés inorganiques » analysés ne dépasse pas le seuil acceptable de différence relative de 30 %. Les différences relatives varient de 3 % à 19 %. Par contre, pour les métaux, les analyses du cuivre et du magnésium de l'échantillon SURFH-11-01 et son duplicata montre des différences relatives de 31 % et 67 % respectivement. Pour ces deux (2) paramètres, les concentrations mesurées sont inférieures à cinq (5) fois la limite de détection. Ainsi, on peut conclure que le duplicata reflète bien l'échantillon régulier.

6.1.2 Blanc de terrain

Le blanc de terrain permet de contrôler la contamination qui pourrait survenir lors de l'échantillonnage. L'analyse de ce blanc démontrera s'il y a eu contamination ou non. Le tableau 6-1 présente les résultats d'analyses des C₁₀-C₅₀, HAP et les COV effectuées sur les blancs de terrain manipulés lors de l'échantillonnage de l'eau souterraine. Les COV sont, entre autres, analysés car ceux présents dans l'aire risquent de contaminer les échantillons aqueux. Les blancs de terrain ont été préparés par le laboratoire en remplissant un contenant avec de l'eau purifiée et en y ajoutant les agents de conservation appropriés aux paramètres d'analyse représentés par les blancs. Les blancs de terrain ont été amenés et manipulés sur le terrain d'échantillonnage puis rapportés au laboratoire comme un échantillon. Les contenants de blancs de terrain ont été ouverts sur le terrain, pendant environ la même durée de temps que les contenants d'échantillons lors du prélèvement. Ils ont accompagné les autres contenants, avant, pendant et après l'échantillonnage, ainsi qu'au retour des échantillons au laboratoire.

Quatre (4) blancs de terrain ont été apportés sur le terrain. Les résultats d'analyses montrent que les concentrations en C₁₀-C₅₀, HAP et les COV sont non détectées pour chacun des blancs de terrain à l'exception du dichlorométhane mesuré dans le blanc de terrain du 30 novembre 2011 où des teneurs de 1,3 µg/L ont été mesurées.

6.1.3 Blanc de transport

Le blanc de transport permet de contrôler la contamination des contenants ou des échantillons qui pourrait survenir pendant le transport. Ils sont préparés par les laboratoires en remplissant un contenant avec de l'eau purifiée et en y

ajoutant les agents de conservation appropriés aux paramètres représentés par les blancs. Les blancs de transport ont été amenés sur le terrain et rapportés au laboratoire comme un échantillon. Ils ont accompagné les autres contenants durant le transport et l'entreposage, avant et après l'échantillonnage, ainsi qu'au retour des échantillons au laboratoire. Le contenant du blanc de transport n'a pas été ouvert. Les blancs de transport ne sont requis que pour les paramètres d'analyse qui risquent d'être contaminés pendant le transport (ex. : contamination des échantillons soumis aux analyses de composés organiques volatils par les gaz d'échappement d'un véhicule).

Le tableau 6-1 présente les résultats d'analyses des C₁₀-C₅₀, HAP et les COV effectuées sur les quatre (4) blancs de transport transportés sur le terrain lors de l'échantillonnage de l'eau souterraine. Les résultats d'analyses montrent que les concentrations en C₁₀-C₅₀, HAP et les COV sont non détectées pour chacun des blancs de terrain à l'exception du dichlorométhane mesuré dans le blanc de transport du 30 novembre 2011 où des teneurs de 1,2 µg/L ont été mesurées.

6.1.4 Bilan ionique

Un bilan ionique a été appliqué pour vérifier la validité des différents résultats d'analyses utilisés dans le cadre de cette étude. Toute solution aqueuse est électriquement neutre, i.e. qu'il y a équilibre des charges entre les espèces chimiques chargées positivement, cations (ex : Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺) et négativement, anions (ex : HCO₃⁻, Cl⁻, SO₄²⁻), qui sont dissoutes dans l'eau. Basé sur ce principe et en faisant l'hypothèse que les espèces chimiques (cations, anions) sont les formes dominantes en solution pour les sept (7) constituants majeurs, la qualité des analyses chimiques d'une eau souterraine peut être évaluée en calculant le bilan ionique. Le bilan ionique (*BI*) est calculé selon la formule suivante :

$$BI = \frac{\sum cations - \sum anions}{\sum cations + \sum anions} \times 100$$

où $\sum cations$ est la somme en meq/L des espèces cationiques majeures (Ca, Mg, Na, K) et $\sum anions$ est la somme en meq/L des espèces anioniques majeures (HCO₃, Cl, SO₄). Dans certain cas, il peut être important d'intégrer d'autres espèces (ex : NO₃, NH₄) si elles sont en concentrations importantes.

Le résultat de ce bilan ionique est un pourcentage. En théorie, un équilibre parfait des charges conduit à un bilan ionique égal à 0 %. Par contre, c'est rarement le cas. Il est suggéré qu'une bonne qualité d'analyses chimiques devrait obtenir un *BI* inférieur à 5 % (Hounslow, 1995; Appelo et Postma, 2005). Selon Hem (1985), la qualité des analyses peut être acceptable jusqu'à

des valeurs de 10 %. Dans le cadre de la présente étude, une limite de 20 % a été utilisée pour éviter le rejet d'un trop grand nombre d'échantillons.

Le test du bilan ionique a été appliqué sur 65 échantillons issus de la campagne d'échantillonnage et celui-ci est présenté aux tableaux 6-3 à 6-5. Les résultats indiquent que le bilan ionique de 29 des 65 (45 %) échantillons respecte la limite de 10 % avec des valeurs qui varient de 0,05 % à 10 % tandis que 25 (38 %) sont compris entre 10 % et 20 %. Enfin, 11 échantillons sur 65 (17 %) possèdent un bilan ionique supérieur à 20 %. Le tableau 6-6 résume les résultats du calcul du bilan ionique pour chacun des échantillons.

En somme, le contrôle de qualité des résultats d'analyse révèle que 17 % des résultats du bilan ionique sont supérieurs à 20 %. Un bilan ionique élevé peut être causé par des valeurs erronées obtenues suite à de mauvaises manipulations d'instruments de terrain ou de laboratoire, lors de la calibration des appareils ou dans le cas d'un mauvais dosage des solutions en laboratoire. Le processus de validation des données est donc important puisqu'il permet d'identifier, et le cas échéant, d'éliminer les échantillons pour lesquels de telles erreurs seraient survenues. Par contre, dans le cas présent, 64 échantillons sur 65 possèdent plus d'anions que de cations. Rappelons que l'analyse des cations et des anions n'a pas été faite dans le même laboratoire. De plus, les échantillons pour l'analyse des métaux ont été filtrés sur le terrain tandis que ceux pour l'analyse des anions l'ont été en laboratoire. La concentration des métaux dans un échantillon dépend de l'opération effectuée sur le terrain et au laboratoire (préservation, filtration et minéralisation) (CEAEQ, 2012).

6.2 Résultats et interprétation du programme interne d'assurance et de contrôle de la qualité des analyses chimiques

Les laboratoires ont également procédé à un programme interne d'assurance et de contrôle de la qualité en analysant des échantillons de contrôle de la qualité, ex. : des blancs de laboratoire, des duplicata, des blancs fortifiés et des échantillons fortifiés. Un laboratoire d'analyse a le devoir de maintenir un niveau de qualité élevé. Un système d'assurance de la qualité assure la précision et la justesse des résultats afin d'offrir des résultats fiables qui répondent aux exigences des projets et aux normes d'organismes reconnus. Le programme d'assurance de la qualité documente toutes les activités du laboratoire afin de générer des résultats de qualité. Les données de contrôle de la qualité sont fournies par le biais des certificats d'analyse et des certificats d'assurance de la qualité.

La justesse et la précision d'une procédure analytique sont estimées par l'analyse d'échantillon de contrôle de la qualité. Les échantillons de contrôle de la qualité proviennent du laboratoire. Les résultats des contrôles de qualité sont rapportés sur les certificats de contrôle de la qualité, qui est fourni avec le

certificat d'analyse (annexes H et I – Laboratoire Agat seulement). Un document joint à l'annexe H-5 contient les informations qui expliquent chacune des composantes du certificat de contrôle de la qualité.

Lorsqu'il y a non-respect des critères d'acceptabilité pour les échantillons du contrôle de qualité interne du laboratoire, l'analyse doit être arrêtée et reprise suite à une action corrective adéquate. Pour toute indication démontrant que les analyses faites sont problématiques, le laboratoire arrête les analyses touchées par le problème jusqu'à ce qu'une action corrective soit entreprise pour le corriger. Les analyses sont ensuite être refaites. Avant de fournir un rapport au client, tous les éléments du contrôle de la qualité doivent avoir répondu aux critères d'acceptabilité. Ainsi, la totalité des résultats des contrôles de qualité rapportés sur les certificats de contrôle de la qualité (fournis avec le certificat d'analyse pour le laboratoire Agat) respecte les critères d'acceptabilité.

Les certificats d'analyses chimiques des échantillons d'eau souterraine et d'eau de surface accompagnés des données de contrôle de qualité sont présentés aux annexes I et H.

Le laboratoire Biologie aménagement B.S.L. inc. Rimouski ne présente pas les résultats du contrôle de la qualité interne à l'intérieur des certificats d'analyse. De plus, leur manuel présentant les procédures du contrôle de la qualité est consultable seulement à leur bureau. Le laboratoire est certifié ISO 17025 et leur procédure pour le contrôle de la qualité interne est conforme au SCA-01 du CEAEQ, ce qui est nécessaire pour détenir une accréditation. Le document du CEAEQ est joint à l'annexe H-5.

7.0 CONCLUSIONS

Le but principal de cette étude hydrogéologique était d'établir les conditions de base de la qualité de l'eau souterraine et sa dynamique d'écoulement avant le début de l'exploitation à grande échelle des gisements Haldimand et Tar Point. L'étude hydrogéologique répond aux deux objectifs suivants : 1) définir le contexte actuel du milieu hydrogéologique sur les sites des réservoirs Haldimand et Tar Point (piézométrie, propriétés hydrauliques des unités géologiques, influence des éléments structuraux, etc.), et 2) caractériser la qualité des eaux souterraines sur les sites et dans les puits privés d'approvisionnement en eau potable avoisinants de même que la qualité des eaux de surface des principaux cours d'eau limitrophes ou traversant les propriétés.

L'analyse hydrogéologique détaillée des nombreuses données générées dans le cadre de ce mandat a permis de mieux définir le contexte hydrogéologique des secteurs d'étude. La nappe d'eau au roc constitue une source d'approvisionnement en eau potable pour les résidents des secteurs Haldimand et Tar Point. Le roc est toutefois peu perméable pour les deux secteurs avec des moyenne de conductivité hydraulique de $1,03 \times 10^{-6}$ m/s et de $5,39 \times 10^{-6}$ m/s pour Haldimand et Tar Point respectivement, ce qui fait que les puits d'eau potable, bien que fournissant suffisamment d'eau pour subvenir aux besoins d'une maisonnée, ne sont pas des puits très productifs en général.

La carte piézométrique tracée dans le cadre de la présente étude a permis de comprendre la dynamique d'écoulement de la nappe d'eau au roc des deux (2) secteurs. Les mesures de niveaux ont permis de constater que, de façon générale, la nappe d'eau au roc se tient tout près ou à la surface du sol et que l'eau souterraine du roc suit généralement le relief du sol. La similitude de la surface piézométrique avec celle du relief du sol et de la topographie du roc est frappante et indique que le relief ainsi que la topographie du roc contrôlent l'écoulement de l'eau souterraine au roc. La direction de l'écoulement souterrain du site Haldimand se dessine par la limite de partage des eaux située au centre du secteur à l'étude. Une partie de l'écoulement des eaux souterraines s'effectue en direction Nord vers le ruisseau Dean et le ruisseau Eden puis une autre en direction Sud vers le ruisseau Aug. L'eau souterraine s'écoule aussi à partir des collines environnantes, située au niveau des puits POH-11-13 et POH-11-02, vers la vallée des cours d'eau Dean et Eden et en direction de la Montée Sandy Beach situé au nord. Pour le secteur de Tar Point, l'écoulement souterrain origine du haut topographique localisé au nord-ouest du secteur et s'effectue de façon radiale vers la rivière de l'Anse à Brillant et vers le Golfe du St-Laurent.

Les essais de perméabilité et de pompage de courte et de longue durée ont permis d'acquérir des données sur les caractéristiques hydrauliques du roc. L'échelle de valeurs de la conductivité hydraulique du roc calculées dans le cadre de cette étude est de $4,5 \times 10^{-8}$ m/s à $5,8 \times 10^{-6}$ m/s tandis que pour la transmissivité, elle est de $1,6 \times 10^{-6}$ m²/s à $2,7 \times 10^{-4}$ m²/s. Ces données proviennent principalement de l'interprétation d'essais de courte durée. Des valeurs de coefficient d'emmagasinement n'ont pu être déterminées car aucun puits d'observation n'a été suivi lors des essais de courte durée. Un seul essai de pompage a été réalisé dans le cadre de l'étude (POH-11-06). Les rabattements de la nappe d'eau au roc mesurés lors de l'essai, ce sont limités au puits de pompage lui-même. Aucun rabattement de la nappe n'a été mesuré dans les puits d'observation suivis. Par contre, un rabaissement du niveau d'eau dans le ruisseau Eden a pu être observé pendant l'essai de pompage. Le point de mesure était situé à environ 10 mètres du puits.

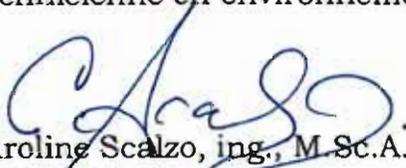
Neuf (9) puits d'observation ont fait l'objet d'un suivi du niveau d'eau régulier entre février et juin 2012 afin d'évaluer les fluctuations naturelle de la nappe de l'aquifère rocheux. Les données du graphique témoignent de la grande influence de la fonte des neiges et des précipitations sur le niveau d'eau de la nappe de l'aquifère rocheux. Des variations allant jusqu'à 21,3 m ont été observés (puits POH-11-08).

En ce qui concerne la qualité de l'eau souterraine des secteurs Haldimand et Tar point, les eaux souterraines des puits d'observation et résidentiels respectent les normes de potabilité du RQEP à l'exception du puits d'observation POH-11-10 où des concentrations en toluène de 27,4 µg/L ont été détectées. Par contre, pour les hydrocarbures pétroliers, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les Composés organiques volatils (COV) peu de normes provinciales existent. Bien que les normes de potabilité soient pratiquement toutes respectées, on observe cependant des dépassements des recommandations de Santé Canada pour plusieurs métaux et paramètres inorganiques. Ceux-ci sont cependant d'ordre esthétique donc sans danger pour la santé humaine.

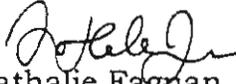
Pour les eaux de surface, les hydrocarbures pétroliers, les HAP, les COV, les métaux et les « autres composés inorganiques » respectent les critères d'eau de surface pour la prévention de la contamination à l'exception du dichlorométhane et du tétrachlorure de carbone pour le duplicata de l'échantillon SURFH-11-05 et de l'aluminium pour les échantillons SURFH-11-03 et SURFH-11-04. Par contre, pour les hydrocarbures pétroliers, six (6) des huit (8) échantillons d'eau de surface prélevés dans les secteurs Haldimand et Tar Point montrent la présence d'hydrocarbures pétroliers. Ces échantillons ont des teneurs sensiblement au-dessus de la limite de détection de 100 mg/L.

TechnoRem Inc.

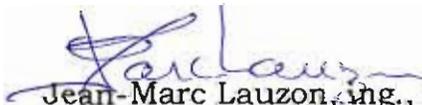
Mélanie Carrier
Technicienne en environnement



Caroline Scalzo, ing., M.Sc.A.
Hydrogéologue



Nathalie Fagnan, M.Sc.
Hydrogéologue



Jean-Marc Lauzon, ing., M.Sc.
Hydrogéologue senior

RÉFÉRENCES

- APPELO, C.A.J. & POSTMA, D., 2005. *Geochemistry, groundwater and pollution.*, 2^e édition, A.A. Balkema, Leiden, Netherlands, 649 p.
- BOWER, H. and R.C. RICE, 1976. *A slug test method for determining hydraulic conductivity of unconfined aquifers with completely or partially penetrating wells*, Water Resources Research, vol. 12, no. 3, pp. 423-428.
- BOURQUE, PIERRE-ANDRÉ, 2013. *Planète Terre – Section 5 – Le Québec géologique – Plate-Forme du Saint-Laurent et Appalaches*, http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/intro.pt/planete_terre.html, consulté le 15 avril 2013. Université Laval, Département de géologie et de génie géologique, Québec, Canada.
- FORKASIEWICZ, J. et al., 1976. *Essais sur les forages jaillissants et sur les sources*. BRGM, 76 SGN 349 AME
- CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC, 2012. *Terminologie recommandée pour l'analyse des métaux*, 4^e éd., Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, 15 p.
- CHAPUIS, R., 1999. *Guide des essais de pompage et leurs interprétations*. Les Publications du Québec, 156 pages.
- DRISCOLL, F.G., 1989. *Groundwater and Wells*. Johnson Screens, Second Edition. 1089 pages.
- ENVIRONNEMENT CANADA, 2010. *Normales et moyennes climatiques au Canada 1971-2000*. Archives nationales d'information et de données climatologiques, URL : www.climat.meteo.ec.gc.ca/climate_normals/index_f.html
- FREEZE, R.A. & CHERRY, J.A., 1979. *Groundwater*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., USA, 604 pages.
- GAMACHE, D., 1992. *Cartographie des dépôts meubles – Région de la Gaspésie*. ARGUS Groupe-Conseil inc.
- HEM, J.D., 1985, *Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water*. 3e édition, U.S. Geological survey water supply, Paper 2254, 264 p.
- HOUNSLOW, A.W., 1995. *Water quality data, analysis and interpretation*. Lewis publishers, CRC Press, 398 p.
- KIRKWOOD, D. et al., 2004, *Structural Style and Hydrocarbon Potential in the Acadian Foreland Thrust and Fold Belt, Gaspé Appalachians, Canada*. AAPG Hedberg, Series, no. 1, p. 412–430.
- LAVOIE et al., 2001. *The Lower Devonian Upper Gaspé Limestones in eastern Gaspé : carbonate diagenesis and reservoir potentiel*.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (MRN), 2013. *Carte interactive des données Sigéom*, <http://www.sigeom.mrnf.gouv.qc.ca>, consulté le 15 avril 2103.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS, 2008. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales : Cahier 3 - Échantillonnage des eaux souterraines*, CEAEQ, 83 pages.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS, 2009. *Modes de conservation pour l'échantillonnage des eaux souterraines*, CEAEQ, 9 pages.

- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS, 2005. *Modes de prélèvement et de conservation des échantillons relatifs à l'application du Règlement sur la qualité de l'eau potable*, CEAEQ, 13 pages.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS, 2005. *Directive 019 sur l'industrie minière*. Envirodoq : ENV/2005/0120.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS, 2006. *Réserve de biodiversité des Lacs-Vaudrey-et-Joannes – Plan de conservation* dans [MDDEP], http://www.mddep.gouv.qc.ca/biodiversite/reserves-bio/vaudray-joannes/Psc_Vaudray_Joannes.pdf, consulté le 10 juin 2010.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (incluant modifications de mai 2005), 2001. *Règlement sur la qualité de l'eau potable*. Q-2, r.18.1.1.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS, 2002. *Règlement sur le captage des eaux souterraines*. Q-2, r.1.3 (incluant les modifications de juin 2006).
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS QUÉBEC, 2007. *Système d'information hydrogéologique (SIH)*. Extraction de données par municipalités.
- PÉTROLIA, 2013. *Projet Haldimand*. Projet et documentation, <http://www.petroliagaz.com>, consulté le 16 avril 2013.
- ROMPRÉ, MICHEL et GAGNON, MARTIN, 2005. *Les terres cultivées de la péninsule gaspésienne*. Institut de recherche et de Développement en Agroenvironnement (IRDA), 158 pages.
- SANTÉ CANADA, 2003. *La turbidité*. Le Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable. http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/water-eau/turbidity/turbidity-fra.pdf

TABLEAU 2-1 (1 DE 4)

IDENTIFICATION DES PUIXS PRIVÉS UTILISÉS POUR L'ÉCHANTILLONNAGE DES EAUX SOUTERRAINES

Numéro de questionnaire et d'échantillon		PPH-11-01	PPH-11-02	PPH-11-03	PPH-11-04	PPH-11-05	PPH-11-06	PPH-11-07	PPH-11-08	PPH-11-09	PPH-11-10	PPH-11-11	PPH-11-12	PPH-11-13	PPH-11-14	PPH-11-15	PPH-11-16	PPH-11-17	PPH-11-18	
Date de l'entrevue		29-11-2011	30-11-2011 et 21-10-2012	30-11-2011	30-11-2011	29-11-2011 et 22-10-2012	01-12-2011	01-12-2011	02-12-2011	02-12-2011	02-12-2011	02-12-2011	03-12-2011 et 19-10-2012	03-12-2011	03-12-2011	05-12-2011	04-12-2011	01-12-2011	04-12-2011	
	Prénom																			
	Nom																			
	Numéro civique																			
	Rue																			
	Ville																			
Caractéristiques du puits	Type de captage	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire												
	Date de construction du puits	Avant 1949	ND	ND	2001	ND	1982	1991	ND	ND	1970	1970	ND	2010	1980	ND	1993	1998	ND	
	Nom du puisatier	ND	ND	ND	Forage de puits Delhanty	ND	Forage de puits Delhanty	Forage de puits Delhanty	ND	ND	ND	ND	ND	Forage de puits Delhanty	Forage de puits Delhanty	ND	ND	ND	ND	
	Diamètre du puits (m)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,05	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
	Profondeur du puits (m)	9	9	15	15	9	16	35	20	18	24	24	15	27	30	41	18	34	23	
	Emplacement de la pompe	Extérieure	Extérieure	Extérieure	Submersible	Extérieure	Submersible	Submersible	Submersible	Submersible	Extérieure	Extérieure	Extérieure	Submersible	Submersible	Submersible	Submersible	Submersible	Submersible	Submersible
	Note sur le puits	Aucune	Aucune	Condition artésienne	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune								
Caractéristiques géologiques et hydrogéologiques	Stratigraphie	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND												
	Type d'aquifère	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)												
	Accessibilité du puits	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	
Perception de la qualité d'eau	Commentaire qualitatif	Turbidité	Aucun	Aucun	Aucun	Turbidité	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Sulfures	Sédiments							
	Eau bue	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Non	Oui	
	Eau traitée	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	
	Type de traitement d'eau	NA	NA	NA	NA	Filtre au charbon	NA	NA	NA	NA	NA	Filtre au charbon	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Filtre mécanique	
Perception de la quantité d'eau	Évaluation quantitative	Largement assez	Juste assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez												
	Pénurie d'eau	Non	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non												
	Année	NA	Tous les ans	NA	Une fois il y a quelques années	NA	NA	NA												
	Mois	NA	Période estivale	NA	Période estivale	NA	NA	NA												
	Solutions	NA	Fait attention	NA	Fait attention	NA	NA	NA												
Analyses d'eau	Analyse d'eau effectuée dans le passé	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Oui												
	Années de la dernière analyse	2008	2008	2008	2008	2008	2008	2008	2008	2008	2008	2008	2008	2008	NA	2008	NA	2008	2008	
	Raison de la dernière analyse	Échantillonnage de Junex par LNA	NA	Échantillonnage de Junex par LNA	NA	Échantillonnage de Junex par LNA	Échantillonnage de Junex par LNA	Échantillonnage de Junex par LNA												

Légende :

ND : Non disponible.

NA : Non applicable.

TABLEAU 2-1 (2 DE 4)

IDENTIFICATION DES PUIXS PRIVÉS UTILISÉS POUR L'ÉCHANTILLONNAGE DES EAUX SOUTERRAINES

Numéro de questionnaire et d'échantillon		PPH-11-19	PPH-11-20	PPH-11-21	PPH-11-22	PPH-11-23	PPH-11-24	PPH-11-25	PPH-11-26	PPH-11-27	PPH-11-28	PPH-11-29	PPH-11-30	PPH-11-31	PPH-11-32	PPH-11-33	PPH-11-34	PPH-11-35	
Date de l'entrevue		05-12-2011	06-12-2011	06-12-2011	06-12-2011	07-12-2011	07-12-2011	11-12-2011	09-12-2011	11-12-2011	11-12-2011	13-12-2011	13-12-2011	12-12-2011	13-12-2011	08-02-2012	05-02-2012	09-02-2012	
	Prénom																		
	Nom																		
	Numéro civique																		
	Rue																		
	Ville																		
Caractéristiques du puits	Type de captage	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	
	Date de construction du puits	ND	1983	ND	2004	1900	ND	ND	ND	ND	ND	1910	ND	1981	2002	2009	1985	ND	
	Nom du puisatier	ND	Forage de puits Delhanty	Forage de puits Delhanty	Forage de puits Delhanty	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Forage de puits Delhanty	ND	ND	ND	ND	ND
	Diamètre du puits (m)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	ND	ND	ND	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
	Profondeur du puits (m)	ND	23	37	38	5	ND	34	ND	4	ND	ND	ND	24	24	30	10	26	
	Emplacement de la pompe	Submersible	Submersible	Submersible	Submersible	Extérieure	Submersible	Submersible	Extérieure	Extérieure	Extérieure	Extérieure	Extérieure	ND	Extérieure	Submersible	ND	Submersible	ND
	Note sur le puits	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Condition artésienne	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune
Caractéristiques géologiques et hydrogéologiques	Stratigraphie	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
	Type d'aquifère	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Ne sait pas	Ne sait pas	Ne sait pas	Ne sait pas	Ne sait pas	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	
	Accessibilité du puits	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	ND	
Perception de la qualité d'eau	Commentaire qualitatif	Aucun	Fer	Aucun	Sulfures	Aucun	Aucun	Fer	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Sédiments	Aucun	
	Eau bue	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	
	Eau traitée	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	
	Type de traitement d'eau	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Filtre sable	NA	
Perception de la quantité d'eau	Évaluation quantitative	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	
	Pénurie d'eau	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	
	Année	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
	Mois	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
	Solutions	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
Analyses d'eau	Analyse d'eau effectuée dans le passé	Oui	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Non	
	Années de la dernière analyse	2008	2008	NA	2008	NA	2008	NA	NA	NA	NA	2008	NA	2008	2008	NA	2008	NA	
	Raison de la dernière analyse	Échantillonnage de Junex par LNA	Échantillonnage de Junex par LNA	NA	Échantillonnage de Junex par LNA	NA	Échantillonnage de Junex par LNA	NA	NA	NA	NA	Échantillonnage de Junex par LNA	NA	Échantillonnage de Junex par LNA	Échantillonnage de Junex par LNA	NA	Échantillonnage de Junex par LNA	NA	

Légende :

ND : Non disponible.

NA : Non applicable.

TABLEAU 2-1 (3 DE 4)

IDENTIFICATION DES PUIXS PRIVÉS UTILISÉS POUR L'ÉCHANTILLONNAGE DES EAUX SOUTERRAINES

Numéro de questionnaire et d'échantillon		PPH-11-36	PPH-11-37	PPH-11-38	PPH-11-39	PPH-11-40	PPH-11-41	PPH-11-42	PPH-11-43	PPH-11-44	PPH-11-45	PPH-11-46	PPH-11-47	PPH-11-48	PPH-11-49	
Date de l'entrevue		09-02-2012	09-02-2012	10-02-2012	10-02-2012	10-02-2012	10-02-2012	11-02-2012	11-02-2012	11-02-2012	12-02-2012	12-02-2012	13-02-2012	13-02-2012	17-10-2012	
	Prénom															
	Nom															
	Numéro civique															
	Rue															
	Ville															
Caractéristiques du puits	Type de captage	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits de surface	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	
	Date de construction du puits	ND	ND	ND	1996	2010	ND	1984	2008	1952	2009	1993	1995	ND	2012	
	Nom du puisatier	ND	ND	ND	ND	Forage de puits Delhanty	ND	ND	Forage de puits Delhanty	ND	Forage de puits Delhanty	ND	Forage de puits Delhanty	Forage de puits Delhanty	ND	
	Diamètre du puits (m)	0,15	0,15	ND	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	ND
	Profondeur du puits (m)	ND	ND	ND	20	18	18	43	46	46	6	9	30	5	ND	
	Emplacement de la pompe	ND	ND	Extérieur	Submersible	Submersible	Submersible	Submersible	Submersible	Submersible	Submersible	ND	ND	Submersible	ND	ND
	Note sur le puits	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Condition artésienne	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Nouveau puits
Caractéristiques géologiques et hydrogéologiques	Stratigraphie	ND	ND	ND	ND	Roc affleurant	ND	Roc affleurant	ND	Roc affleurant	ND	ND	ND	ND	ND	
	Type d'aquifère	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	ND
	Accessibilité du puits	ND	ND	ND	ND	Oui	ND	Oui	Oui	ND	Oui	Non	Oui	Oui	ND	
Perception de la qualité d'eau	Commentaire qualitatif	Fer	Sulfures	Aucun	Sulfures	Sulfures et coliformes	Aucun	Coliformes	Aucun	Calcaire	Fer	Calcaire	Fer	Sédiments	ND	
	Eau bue	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	ND
	Eau traitée	Non	Oui	Non	Non	Oui	Non	Non	Oui	Non	Oui	Non	Non	Non	ND	
	Type de traitement d'eau	NA	Filtre au charbon et au sable, adoucisseur, osmose	NA	NA	Filtre au charbon et au sable, chloration	Filtre	NA	Filtre au sable	NA	Filtre	NA	NA	NA	ND	
Perception de la quantité d'eau	Évaluation quantitative	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Juste assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	ND	
	Pénurie d'eau	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Oui	Non	ND	
	Année	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	ND	NA	NA	ND	NA	ND	
	Mois	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sécheresse	NA	NA	Sécheresse	NA	ND	
	Solutions	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	ND	NA	NA	ND	NA	ND	
Analyses d'eau	Analyse d'eau effectuée dans le passé	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	
	Années de la dernière analyse	NA	NA	NA	NA	2010	2008	1995	2008	NA	NA	NA	2008	NA	NA	
	Raison de la dernière analyse	NA	NA	NA	NA	Forage du puits	Échantillonnage de Junex par LNA	Problème coliformes totaux	Échantillonnage de Junex par LNA	NA	NA	NA	Échantillonnage de Junex par LNA	NA	NA	

Légende :

ND : Non disponible.

NA : Non applicable.

TABLEAU 2-1 (4 DE 4)

IDENTIFICATION DES PUIITS PRIVÉS UTILISÉS POUR L'ÉCHANTILLONNAGE DES EAUX SOUTERRAINES

Numéro de questionnaire et d'échantillon		PPH-11-50	PPH-11-51	PPH-11-52	PPH-11-53	PPH-11-54	PPH-11-55	PPH-11-56	PPH-11-57	PPH-11-58	PPH-11-59	PPH-11-60	PPH-11-61	PPH-11-62	PPH-11-63	PPH-11-64	PPH-11-65	PPH-11-66
Date de l'entrevue		17-10-2012	18-10-2012	18-10-2012	18-10-2012	17-10-2012	21-10-2012	24-10-2012	24-10-2012	25-10-2012	25-10-2012	25-10-2012	25-10-2012	28-10-2012	28-10-2012	28-10-2012	28-10-2012	28-10-2012
	Prénom																	
	Nom																	
	Numéro civique																	
	Rue																	
	Ville																	
Caractéristiques du puits	Type de captage	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire
	Date de construction du puits	2008	1965	1960	1988	1950	1998	1962	2005	1998	1952	1980	1982	ND	2011	1964	2004	ND
	Nom du puisatier	Forage de puits Delhanty	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Forage de puits Delhanty	Forage de puits Delhanty	ND	ND	Forage de puits Delhanty	ND	Forage de puits Delhanty	ND	Forage de puits Delhanty	ND
	Diamètre du puits (m)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
	Profondeur du puits (m)	20	11	11	21	15	38	14	23	34	15	55	20	14	21	25	21	26
	Emplacement de la pompe	ND	Ectérieure	Ectérieure	Submersible	Submersible	Submersible	Extérieure	Submersible	Submersible	ND	Extérieure	Submersible	Submersible	Extérieure	ND	Submersible	ND
	Note sur le puits	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune
Caractéristiques géologiques et hydrogéologiques	Stratigraphie	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Type d'aquifère	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)	Fracturé (roc)
	Accessibilité du puits	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Non
Perception de la qualité d'eau	Commentaire qualitatif	Turbidité	Aucun	Fer, couleur brunâtre, mauvaise odeur	Calcaire et manganèse	Turbidité	Aucun	Calcaire	Fer	Calcaire	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Turbidité	Aucun	Sédiments, Sulfures	Calcaire
	Eau bue	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Non	Oui
	Eau traitée	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non
	Type de traitement d'eau	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Filtre	NA
Perception de la quantité d'eau	Évaluation quantitative	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez	Largement assez
	Pénurie d'eau	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
	Année	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Une fois il y a quelques années	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Mois	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Sécheresse	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	Solutions	NA	NA	NA	NA	NA	NA	ND	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Analyses d'eau	Analyse d'eau effectuée dans le passé	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
	Années de la dernière analyse	NA	2008 et 2010	2008	2008	2008	2008	2008	2008	2008	2010	2008	2010	2008	2008	2008	2008	2009
	Raison de la dernière analyse	NA	Échantillonnage de Junex par LNA et Curiosité	Échantillonnage de Junex par LNA	Échantillonnage de Junex par LNA	Échantillonnage de Junex par LNA	Échantillonnage de Junex par LNA	Échantillonnage de Junex par LNA	Échantillonnage de Junex par LNA	Échantillonnage de Junex par LNA	Échantillonnage de Junex par LNA	Curiosité	Échantillonnage de Junex par LNA	Curiosité	Échantillonnage de Junex par LNA			

Légende :

ND : Non disponible.

NA : Non applicable.

TABLEAU 2-2

SUIVI DES ENTENTES DE COLLABORATIONS SIGNÉES PAR LES CITOYENS

Site	Type	Nom puits	# Lots où sera réalisé le forage	Propriétaires concernés	# Lots traversés pour s'y rendre	Propriétaires concernés	Ententes signées	Coordonnées du propriétaire				
								Prénom	Nom	Adresse	Tél.	
Site Haldimand	Puits	POH-11-13					Oui					
		POH-11-14					Oui					
		POH-11-12					Oui					
		POH-11-11					Oui					
		POH-11-09					Oui					
		POH-11-06					Oui					
		POH-11-07					Oui					
		POH-11-08					Oui					
		POH-11-04					Oui					
		POH-11-02					Oui					
		POH-11-10					Oui					
		POH-11-03					Oui					
	POH-11-05						Aucune autorisation n'a été demandée du fait que les travaux hydrogéologiques avaient lieu directement sur le PAD ou dans sa périphérie					
	POH-11-15						Pas nécessaire					
	PH-04						Pas nécessaire					
Station	SURFH-11-01	4 055 807		Ville de Gaspé			Pas nécessaire					
	SURFH-11-02						Oui					
	SURFH-11-03	4 055 769		Ville de Gaspé			Pas nécessaire					
	SURFH-11-05	4 055 784		Ville de Gaspé			Pas nécessaire					
Site Tar Point	Puits	POT-11-01					Oui					
		POT-11-02					Oui					
		POT-11-03					Oui					
	Station	SURFT-11-01						Oui				
		SURT-11-02						Oui				

TABLEAU 2-3

CARACTÉRISTIQUES DES PUIITS D'OBSERVATION

Site	Type de puits	Nom des puits	Type de forage prévu		Profondeur du forage	Épaisseur (m)		Longueur totale tubage (m)	Longueur cuvelée dans le roc (m)	Hauteur de la margelle (m)	Commentaires
			Rotatif à l'air - 152 mm (6")	Carottier - 76 mm (3")		dépôt	roc				
Site Haldimand	Puits de pads	PH-01 ²	puits existant		45,0	N/D	N/D	N/D	N/D	0,58	-
		PH-02 ¹	puits existant		45,0	N/D	N/D	N/D	N/D	0,49	-
		PH-04	x		39,6	0,0	39,6	3,20	2,64	0,56	Mise en place d'une gaine pour limiter l'éboulement de fragments de roches dans le trou de forage. Crépiné sur les derniers 3,05 m.
	Puits d'observation	POH-11-02	x		42,1	0,5	41,6	3,05	2,40	0,65	-
		POH-11-03		x	50,4	0,5	49,9	5,23	4,05	1,18	-
		POH-11-04	x		41,5	0,9	40,5	3,35	2,60	0,75	Gaine PVC de 102 mm (4") a dû être insérée dans le puits pour limiter l'éboulement de fragments de roches dans le trou. Crépiné sur les derniers 3,05 m.
		POH-11-05	x		42,7	1,8	40,8	4,88	4,14	0,74	
		POH-11-06	x		36,0	2,4	33,5	6,40	5,90	0,5	Capacité de 300 galUS/min à 25,9 m de profondeur. Puits en condition artésienne. Packer présent pour arrêter l'écoulement.
		POH-11-07	x		52,7	0,6	52,1	3,20	2,54	0,66	Puits voisin de POH-11-08 (3,66 m entre les deux puits).
		POH-11-08	x		36,0	2,0	34,0	3,20	2,61	0,59	Puits voisin de POH-11-07 (3,66 m entre les deux puits).
		POH-11-09	x		46,3	0,9	45,4	6,40	5,93	0,47	Capacité de 1,3 galUS/min entre 7,6 et 8,23 m de profondeur et de 21 galUS/min à 41,5 m de profondeur. Odeur de soufre.
		POH-11-10		x	53,3	1,3	52,1	6,07	5,47	0,60	
		POH-11-11	x		91,4	5,5	86,0	6,40	5,74	0,66	-
		POH-11-12	x		40,2	1,2	39,0	6,40	5,92	0,48	-
		POH-11-13	x		41,1	0,9	40,2	3,96	3,04	0,925	-
POH-11-14	x		40,0	5,2	34,8	6,40	5,63	0,77			
POH-11-15	x		19,8	0,0	19,8	2,13	1,62	0,51	Mise en place d'une gaine pour limiter l'éboulement de fragments de roches dans le trou de forage. Crépiné sur les derniers 3,08 m.		
Site Tar Point	Puits de pads	PT-01 ³	puits existant		N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	0,6	Puits en condition artésienne au printemps et dès qu'il pleut.
	Puits d'observation	POT-11-01	x		42,7	3,0	39,6	6,40	5,84	0,56	
		POT-11-02	x		42,7	2,7	39,9	6,40	5,37	1,03	Puits en condition artésienne, environ 2 gal.US/min par dessus le puits. Packer présent pour arrêter l'écoulement.
		POT-11-03	x		45,7	5,0	40,7	6,40	5,01	1,39	Capacité de 60 galUS/min à 16,5 m et de 300 gal US/min entre 33,5 et 35,0 m. Puits en condition artésienne, tubage de 914 mm (3 pieds) soudé (1,54 m (5 pieds) au total). Packer présent pour arrêter l'écoulement.

Légende :

N/D : non disponible

Notes :

¹ : Le puits PH-02 aurait de 5 à 6" de diamètre. Il serait profond de 45 mètres et aurait un niveau statique de 18 mètres (Danièle Brisebois, 20 septembre 2011). Une utilisation de l'ordre de 15 m³/jour en aurait été faite en moyenne lors du forage du puits pétrolier

² : Le puits PH-01 aurait 6" de diamètre. Il serait profond de 130' à 150'. Il aurait été foré durant le mois de mars 2010. Aucun volume d'eau n'a été calculé pour ce puits (Pierre Houle, 11 octobre 2011).

³ : Une utilisation de l'ordre de 11,2 m³/jour en aurait été faite en moyenne lors du forage du puits pétrolier Tar Point. Gordon Delhanty aurait foré le puits. Il aurait dit que le puits fournissait suffisamment d'eau pour les besoins de Pétrolia. Une pompe de 2 hp, 4"

TABLEAU 2-4

BILAN DES ESSAIS HYDRAULIQUES

Site	Type de puits	Nom puits	Date de l'essai	Durée du pompage (min)	Débit du pompage (galUS/min)
Site Haldimand	Puits de pads	PH-01	6 décembre 2011	60	16,7
		PH-02	4 décembre 2011	60	18,0
		PH-04	4 octobre 2011	80	17,5
	Puits d'observation	POH-11-02	10 décembre 2011	60	6,8
		POH-11-03	19 octobre 2012	140	30,9
		POH-11-04	10 décembre 2011	61	4,8
		POH-11-05	8 octobre 2012	60	2,6
		POH-11-06	26 octobre 2012	4 406	32,1
		POH-11-07	13 décembre 2011	22	2,7
		POH-11-08	13 décembre 2011	65	4,7
		POH-11-09	6 décembre 2011	60	19,5
		POH-11-10	22 octobre 2012	Essai de perméabilité	
		POH-11-11	3 décembre 2011	63	19,1
		POH-11-12	4 décembre 2011	60	16,3
		POH-11-13	12 décembre 2011	65	6,2
POH-11-14	5 décembre 2011	50	10,4		
POH-11-15	8 octobre 2012	60	3,7		
Site Tar Point	Puits de pads	PT-01	7 décembre 2011	65	17,4
	Puits d'observation	POT-11-01	7 décembre 2011	Essai de perméabilité	
		POT-11-02	7 décembre 2011	60	20,8
		POT-11-03	9 décembre 2011	60	37,6

TABLEAU 2-5

PROGRAMME ANALYTIQUE DES EAUX SOUTERRAINES

Site	Type de puits	Identification des échantillons	Date d'échantillonnage	Paramètre analytique				
				HP C ₁₀ -C ₅₀	HAP	COV	Métaux ⁽¹⁾	Autres composés inorganiques ⁽²⁾
Site Haldimand	Puits de pads	PH-01	07-12-11	1	1	1	1	1
		PH-02	04-12-11	1	1	1	1	1
		PH-04	04-10-12	1	1	1	1	1
	Puits d'observation	POH-11-02	10-12-11	1	1	1	1	1
		POH-11-03	25-10-12	1	1	1	1	1
		POH-11-04	10-12-11	1	1	1	1	1
		POH-11-05	08-10-12	1	1	1	1	1
		POH-11-06	11-12-11	1	1	1	1	1
		POH-11-07	13-12-11	1	1	1	1	1
		POH-11-08	13-12-11	-	-	-	1	1
		POH-11-09	07-12-11	1	1	1	1	1
		POH-11-10	22-10-12	1	1	1	1	1
		POH-11-11	04-12-11	-	1	1	1	1
		POH-11-12	11-12-11	1	1	1	1	1
		POH-11-13	12-12-11	1	1	1	1	1
		POH-11-14	05-12-11	1	1	1	1	1
		POH-11-15	08-10-12	1	1	1	1	1
		Puits de résidents	PPH-11-01	29-11-11	1	1	1	1
	PPH-11-02		30-11-11	-	-	-	-	1
	PPH-11-02-1		21-10-12	1	1	1	1	-
	PPH-11-03		30-11-11	-	-	-	1	1
	PPH-11-04		30-11-11	-	-	-	-	1
	PPH-11-05		01-12-11	-	-	-	-	1
	PPH-11-05-1		22-10-12	1	1	1	1	-
	PPH-11-06		01-12-11	1	1	1	1	1
	PPH-11-07		01-12-11	-	-	-	-	1
	PPH-11-08		02-12-11	-	-	-	1	1
	PPH-11-09		02-12-11	-	-	-	-	1
	PPH-11-10		02-12-11	-	-	-	1	1
	PPH-11-11		02-12-11	-	-	-	-	1
	PPH-11-12		03-12-11	-	-	-	-	1
	PPH-11-12A		19-10-12	1	-	-	-	-
	PPH-11-13		03-12-11	-	-	-	-	1
	PPH-11-14		03-12-11	-	-	-	1	1
	PPH-11-15		05-12-11	-	-	-	-	1
	PPH-11-16		04-12-11	-	-	-	-	1
	PPH-11-17		04-12-11	1	1	1	1	1
	PPH-11-18		02-12-11	-	-	-	1	1
	PPH-11-19		05-12-11	-	-	-	1	1
	PPH-11-20		06-12-11	-	-	-	-	1
	PPH-11-21		06-12-11	-	-	-	1	1
	PPH-11-22		06-12-11	1	1	1	-	1
	PPH-11-23		07-12-11	-	-	-	1	1
	PPH-11-24		07-12-11	-	-	-	1	1
	PPH-11-25		11-12-11	-	-	-	-	1
	PPH-11-26		10-12-11	-	-	-	1	1
	PPH-11-27		11-12-11	1	1	1	1	1
	PPH-11-28		11-12-11	1	1	1	1	1
	PPH-11-29		13-12-11	-	-	-	-	1
	PPH-11-30		13-12-11	-	-	-	1	1
	PPH-11-31		13-12-11	-	-	-	-	1
	PPH-11-32		13-12-11	-	-	-	1	1
	PPH-11-33		08-02-12	-	-	-	-	1
	PPH-11-34		09-02-12	-	-	-	1	1
	PPH-11-35		09-02-12	-	-	-	-	1
	PPH-11-36		09-02-12	-	-	-	1	1
	PPH-11-37		09-02-12	-	-	-	-	1
	PPH-11-38		10-02-12	-	-	-	1	1
	PPH-11-39		10-02-12	-	-	-	1	1
	PPH-11-40		10-02-12	-	-	-	-	1
	PPH-11-41		10-02-12	-	-	-	-	1
	PPH-11-42		11-02-12	-	-	-	1	1
	PPH-11-43		11-02-12	-	-	-	-	1
	PPH-11-44		11-02-12	-	-	-	1	1
	PPH-11-45		11-02-12	-	-	-	-	1
	PPH-11-46		11-02-12	-	-	-	1	1
PPH-11-47	11-02-12		-	-	-	-	1	
PPH-11-48	13-02-12		-	-	-	1	1	
PPH-11-49	19-10-12		1	1	1	1	1	
PPH-11-50	17-10-12		1	1	1	1	1	
PPH-11-51	18-10-12		1	1	1	1	1	
PPH-11-52	18-10-12		1	1	1	1	1	
PPH-11-53	18-10-12		1	1	1	1	1	
PPH-11-54	17-10-12		1	1	1	1	1	
PPH-11-55	21-10-12		1	1	1	1	1	
PPH-11-56	24-10-12		1	1	1	1	1	
PPH-11-57	24-10-12		1	1	1	1	1	
PPH-11-58	25-10-12		1	1	1	1	1	
PPH-11-59	25-10-12		1	1	1	1	1	
PPH-11-60	25-10-12		1	1	1	1	1	
PPH-11-61	25-10-12		1	1	1	1	1	
PPH-11-62	28-10-12		1	1	1	1	1	
PPH-11-63	28-10-12		1	1	1	1	1	
PPH-11-64	28-10-12	1	1	1	1	1		
PPH-11-65	28-10-12	1	1	1	1	1		
PPH-11-66	28-10-12	1	1	1	1	1		
Site Tar Point	Puits du pad	PT-01	07-12-11	1	1	1	1	1
	Puits d'observation	POT-11-01	07-12-11	1	1	1	1	1
		POT-11-02	07-12-11	1	1	1	1	1
		POT-11-03	09-12-11	-	-	-	1	1
Sous-total échantillons				45	45	45	66	87
DUPH-11-02	(Duplicata de PPH-11-03)	30-11-11	-	-	-	1	1	
DUPH-11-03	(Duplicata de PPH-11-23)	07-12-11	-	-	-	1	1	
DUPH-11-04	(Duplicata de POH-11-04)	10-12-11	-	-	-	1	1	
DUPH-11-06	(Duplicata de PPH-11-39)	10-02-12	-	-	-	1	1	
DUPH-11-07	(Duplicata de PH-04)	04-10-12	-	-	-	-	1	
DUPH-11-08	(Duplicata de POH-11-15)	08-10-12	-	-	-	-	1	
DUPH-11-09	(Duplicata de PPH-11-57)	24-10-12	1	1	1	1	1	
DUPH-11-10	(Duplicata de PPH-11-66)	28-10-12	1	1	1	-	-	
Sous-total duplicata				2	2	2	5	7
Blanc de terrain		30-11-11	1	1	1	-	-	
		13-02-12	1	1	1	-	-	
		25-10-12	1	-	1	-	-	
		28-10-12	-	1	-	-	-	
Blanc de transport		30-11-11	1	1	1	-	-	
		13-02-12	1	1	1	-	-	
		25-10-12	-	-	1	-	-	
		28-10-12	-	1	-	-	-	
Sous-total blancs				5	6	6	0	0
Total				52	53	53	71	94

Légende :

- : Non analysé.

Notes :

⁽¹⁾ : Les métaux analysés sont généralement ceux-ci : Al, As, Ba, Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Mo, Ni, Si, Na, Zn, Fe, Mg, K et Ca.⁽²⁾ : Les autres composés inorganiques analysés sont généralement: l'alcalinité totale, les bicarbonates, les chlorures, le carbone organique total, la dureté totale, les fluorures totaux, les nitrates, les nitrites, les nitrates et nitrites, les solides totaux dissous, les sulfates et les sulfures.

TABLEAU 2-6

PROGRAMME ANALYTIQUE DES EAUX DE SURFACE

Site	Identification des échantillons	Date d'échantillonnage	Paramètre analytique				
			HP C ₁₀ -C ₅₀	HAP	COV	Métaux ⁽¹⁾	Autres composés inorganiques ⁽²⁾
Site Haldimand	SURFH-11-01	2011-12-12	1	1	1	1	1
	SURFH-11-02	2011-12-12	1	1	1	1	1
	SURFH-11-03	2011-12-12	1	1	1	1	1
	SURFH-11-04	2012-10-17	1	1	1	1	1
	SURFH-11-05	2012-02-08	1	1	1	1	1
	SURFH-11-06	2012-10-28	1	1	1	1	1
Site Tar Point	SURFT-11-01	2011-12-12	1	1	1	1	1
	SURFT-11-02	2011-12-12	1	1	1	1	1
Sous-total échantillons			8	8	8	8	8
DUPH-11-01	(Duplicata de SURH-11-01)	2011-12-12	-	-	-	1	1
DUPH-11-05	(Duplicata de SURFH-11-05)	2012-02-08	-	-	-	1	1
Sous-total duplicata			0	0	0	2	2
Total			8	8	8	10	10

Légende :

- : Non analysé.

Notes :

⁽¹⁾ : Les métaux analysés sont généralement ceux-ci : Al, As, Ba, Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Mo, Ni, Si, Na, Zn, Fe, Mg, K et Ca.

⁽²⁾ : Les autres composés inorganiques analysés sont généralement: l'alcalinité totale, les bicarbonates, les chlorures, le carbone organique total, la dureté totale, les fluorures totaux, les nitrates, les nitrites, les nitrates et nitrites, les solides totaux dissous, les sulfates et les sulfures.

TABLEAU 2-7

**DONNÉES D'ARPENTAGE ET DE NIVELLEMENTS DES PUIITS D'OBSERVATION
STATIONS DES EAUX DE SURFACE**

ET DES

Site	Type de puits	Nom puits	Localisation approximative		Élévation (m)		Hauteur de la margelle (m)	Date de l'arpentage
			X UTM Nad83 zone 20 (m)	Y UTM Nad83 zone 20 (m)	Margelle	Sol ⁽¹⁾ ⁽³⁾		
Site Haldimand	Puits de pads	PH-01	395 514,47	5 406 826,75	80,49	79,91	0,58	20 déc. 2011
		PH-02	394 662,65	5 407 217,63	101,03	100,55	0,49	20 déc. 2011
		PH-04	393 956,38	5 407 759,28	85,35	84,79 ⁽²⁾	0,56	1 nov. 2012
	Puits d'observation	POH-11-02	395 920,92	5 407 159,01	94,63	93,98	0,65	20 déc. 2011
		POH-11-03	394 098,43	5 408 227,59	61,54	60,36 ⁽²⁾	1,18	1 nov. 2012
		POH-11-04	395 965,30	5 407 683,47	77,27	76,52	0,75	20 déc. 2011
		POH-11-05	393 925,24	5 407 957,25	92,02	91,28 ⁽²⁾	0,74	1 nov. 2012
		POH-11-06	395 903,56	5 406 475,14	48,40	47,90	0,50	20 déc. 2011
		POH-11-07	395 851,54	5 406 020,70	99,00	98,34	0,66	20 déc. 2011
		POH-11-08	395 851,54	5 406 020,70	99,10	98,51	0,59	20 déc. 2011
		POH-11-09	395 573,68	5 407 156,31	84,44	83,97	0,47	20 déc. 2011
		POH-11-10	395 575,30	5 407 619,62	76,47	75,87 ⁽²⁾	0,60	1 nov. 2012
		POH-11-11	394 640,34	5 405 856,64	106,33	105,67	0,66	20 déc. 2011
		POH-11-12	394 628,99	5 406 859,00	119,92	119,44	0,48	20 déc. 2011
		POH-11-13	394 426,47	5 407 391,18	87,04	86,11	0,93	20 déc. 2011
	POH-11-14	394 726,88	5 407 764,89	82,58	81,81	0,77	20 déc. 2011	
	POH-11-15	393 946,77	5 407 642,55	84,92	84,41 ⁽²⁾	0,51	1 nov. 2012	
	Station eau de surface	SURFH-11-01	398 121,11	5 405 339,11	-	9,91	-	1 nov. 2012
SURFH-11-02		394 408,32	5407412,409	-	81,93	-	1 nov. 2012	
SURFH-11-03		391 564,01	5408827,551	-	1,61	-	1 nov. 2012	
SURFH-11-04		396 166	5 406 308	-	-	-	Fait par un employé de TechnoRem inc. avec un appareil de moindre précision	
SURFH-11-05		396 316,75	5 404 728,81	-	1,71	-	1 nov. 2012	
SURFH-11-06		395 873	5 406 484	-	-	-	Fait par un employé de TechnoRem inc. avec un appareil de moindre précision	
Site Tar Point	Puits de pads	PT-01	403 784,36	5 397 677,72	33,98	33,38	0,60	20 déc. 2011
	Puits d'observation	POT-11-01	403 999,90	5 397 922,88	64,14	63,58	0,56	20 déc. 2011
		POT-11-02	403 954,59	5 397 521,50	14,95	13,92	1,03	20 déc. 2011
		POT-11-03	404 607,35	5 397 465,95	7,97	6,58	1,39	20 déc. 2011
	Station eau de surface	SURFT-11-01	403 994	5 397 502	-	-	-	Fait par un employé de TechnoRem inc. avec un appareil de moindre précision
		SURFT-11-02	404 576,96	5397322,125	-	-	-	20 déc. 2011

Notes :

¹ : Déduit de l'élévation de la margelle et de la hauteur de la margelle sauf pour quelques puits (voir note 2).

² : Élévation du sol a été arpentée pour ce puits.

³ : Ou élévation de la surface de l'eau des cours d'eau.

TABLEAU 4-1

ÉLÉVATION DES NIVEAUX D'EAU UTILISÉS POUR TRACER LA PIÉZOMÉTRIE AUX SITES HALDIMAND ET TAR POINT (CONDITIONS STATIQUES)

Puits terminés dans l'aquifère à nappe libre	POH-11-02	POH-11-03	POH-11-04	POH-11-05	POH-11-06	POH-11-07	POH-11-08	POH-11-09	POH-11-10	POH-11-11	POH-11-12	POH-11-13	POH-11-14	POH-11-15	PH-01	PH-02	PH-04	POT-11-01	POT-11-02	POT-11-03	PT-01
26 octobre 2012																	7 et 9 décembre 2011				
SITE HALDIMAND																	SITE TAR POINT				
Élévation de la margelle (m)	94,63	61,54	77,27	92,02	48,40	99,00	99,10	84,44	76,47	106,334	119,915	87,04	82,58	84,92	80,49	101,03	85,35	64,14	14,95	7,97	33,98
Élévation du sol (m)	93,98	60,36	76,52	91,28	47,90	98,34	98,51	83,97	75,87	105,67	119,44	86,11	81,81	84,41	79,91	100,55	84,79	63,58	13,92	6,58	33,38
Hauteur margelle / au sol (m)	0,65	1,18	0,75	0,74	0,50	0,66	0,59	0,47	0,6	0,66	0,48	0,93	0,77	0,51	0,58	0,49	0,56	0,56	1,03	1,39	0,60
Profondeur du niveau de l'eau (m)	12,58	0,97	3,21	11,55	3	16,19	13,26	3,49	1,35	2,93	5,07	3,01	1,91	4,02	6,55	3,93	1,65	2,95	Artésien	0,65	2,14
Élévation du niveau de l'eau (m)	82,04	60,57	74,06	80,47	51,40	82,81	85,84	80,95	75,12	103,40	114,84	84,02	80,66	80,90	73,94	97,10	83,70	61,19	>14,95	7,32	31,84

Notes :

La margelle des puits est ici désignée comme étant le sommet du tubage d'acier .

Les mesures de niveaux d'eau ont été prises le 26 octobre 2012 en conditions statiques.

TABLEAU 4-2

PARAMÈTRES UTILISÉS ET RÉSULTATS DE L'INTERPRÉTATION DES ESSAIS HYDRAULIQUES

Puits	Méthode d'interprétation		Niveau* statique initial avant les tests (m)	Niveau* maximal au début de l'essai (m)	Paramètres (mètres)				Conductivité hydrauliques (m/s)		Transmissivité (m ² /s)		Conductivité hydrauliques (m/s)		t/t'	Temps critique			
	Essai de perméabilité	Essai courte durée			r	R	L ⁽¹⁾	b	Essai perméabilité	Pompage	Remontée	Pompage	Remontée	(min)		Respecté			
POH-11-02	-		14,71	23,48	0,0762	0,0762	27,35	27,35	-	7,33E-06	1,24E-05	2,68E-07	4,53E-07	1,3	>60	non			
POH-11-03	-	En pompage: Cooper Jacob En Remontée: Theis & Jacob	0,54	5,89	0,0381	0,0381	46,38	46,38	-	2,66E-04	1,68E-04	5,74E-06	3,62E-06	1,3	1,3	oui			
POH-11-04	Bouwer & Rice		5,56	17,28	0,0762	0,0762	35,89	35,89	4,60E-07	9,45E-06	1,02E-05	2,63E-07	2,84E-07	1,0	>60	non			
POH-11-05	Bouwer & Rice		13,00	19,31	0,0762	0,0762	29,67	29,67	5,84E-07	1,02E-05	3,93E-06	3,44E-07	1,32E-07	2,5	>60	non			
POH-11-06 ⁽¹⁾	-	En pompage : Jacob- Lohman En remontée : Cooper- Jacob	1,82	3,515	0,0762	0,0762	31,96	31,96	-	7,06E-04	1,37E-04	2,21E-05	4,28E-06	-	-	-			
POH-11-07	-	En pompage: Cooper Jacob En Remontée: Theis & Jacob	17,59	29,1	0,0762	0,0762	35,14	35,14	-	1,59E-06	-	4,52E-08	-	-	>37	non			
POH-11-08	-		20,63	22,67	0,0762	0,0762	15,33	15,33	-	5,46E-05	8,60E-05	3,56E-06	5,61E-06	1,3	14,5	oui			
POH-11-09	-		5,93	9,98	0,0762	0,0762	40,23	40,23	-	1,51E-04	1,79E-04	3,75E-06	4,45E-06	0,6	10,0	oui			
POH-11-10	Bouwer & Rice	-	1,71	18,30	0,0381	0,0381	46,33	46,33	3,53E-07	-	-	-	-	-	-	-			
POH-11-11	-	En pompage: Cooper Jacob En Remontée: Theis & Jacob	8,17	11,21	0,0762	0,0762	83,27	83,27	-	1,42E-04	1,23E-04	1,71E-06	1,48E-06	1,3	5,0	oui			
POH-11-12	-		6,35	12,83	0,0762	0,0762	34,13	34,13	-	5,56E-05	5,24E-05	1,63E-06	1,54E-06	1,1	21,7	oui			
POH-11-13	-		3,39	15,67	0,0762	0,0762	37,76	37,76	-	6,40E-06	1,94E-05	1,69E-07	5,14E-07	1,1	>60	non			
POH-11-14	-		2,92	8,61	0,0762	0,0762	33,60	33,60	-	4,95E-05	3,82E-05	1,47E-06	1,14E-06	1,1	34,5	oui			
POH-11-15	Bouwer & Rice		6,28	16,9	0,0762	0,0762	13,52	13,52	1,26E-06	5,81E-06	3,40E-06	4,30E-07	2,51E-07	2,7	>60	non			
PH-01	-		8,18	12,4	0,0762	0,0762	33,82	33,82	-	1,26E-04	2,67E-04	3,73E-06	7,89E-06	0,7	-	-			
PH-02	-		5,14	9,15	0,0762	0,0762	39,86	39,86	-	1,61E-04	2,05E-04	4,04E-06	5,14E-06	1,0	-	-			
PH-04	-	2,05	15,97	0,0762	0,0762	37,57	37,57	-	1,52E-05	1,07E-04	4,05E-07	2,85E-06	0,8	26,7	oui				
POT-11-01	Bouwer & Rice	-	2,96	12,60	0,0762	0,0762	36,57	36,57	7,54E-07	-	-	-	-	-	-	-			
POT-11-02 ⁽¹⁾	-	En pompage: Cooper Jacob En Remontée: Theis & Jacob	0,00	9,98	0,0762	0,0762	36,57	36,57	-	5,53E-05	6,16E-05	1,51E-06	1,68E-06	1,6	29,5	oui			
POT-11-03	-		2,14	3,15	0,0762	0,0762	39,93	39,93	-	7,12E-04	7,37E-04	1,78E-05	1,85E-05	0,9	0,3	oui			
Site Haldimand					Moyenne géométrique				5,88E-07	3,44E-05	1,03E-06								
					Moyenne géométrique t_c respecté								9,01E-05	2,41E-06					
					Moyenne géométrique t_c non respecté								5,50E-06	2,05E-07					
Site Tar Point					Moyenne géométrique				-	2,06E-04	5,39E-06								

Légende :

R: rayon du casing

b: épaisseur de l'aquifère

N/A : Non applicable

Note :

⁽¹⁾ : Puits jaillissant

TABEAU 5-1
RÉSULTATS DES PARAMÈTRES MESURÉS SUR LE TERRAIN

Matrice	Site	Identification des échantillons	Date d'échantillonnage	Heure d'échantillonnage	Paramètre analytique					
					Température (°C)	pH	Conductivité électrique (mS/cm)	Potentiel d'oxydoréduction (mV)	COV (ppm)	
Eaux souterraines	Haldimand	PH-01	07-12-11	AM	7,5	8,70	0,08	92	300	
		PH-02	04-12-11	AM	8,9	8,11	0,05	57	15	
		PH-04	04-10-12	AM	10,5	8,00	0,03	61	0	
		POH-11-02	10-12-11	AM	7,5	8,80	0,02	D	0	
		POH-11-03	22-10-12	AM	9,9	7,90	0,05	75	4	
		POH-11-04	10-12-11	PM	7,2	8,41	0,08	D	0	
		POH-11-05	08-10-12	PM	8,5	7,91	0,04	61	37	
		POH-11-06	11-12-11	AM	6,9	8,20	2,15	D	23 000	
		POH-11-07	13-12-11	PM	7,1	8,28	0,05	2,9	15	
		POH-11-08	13-12-11	PM	8,0	8,30	0,06	2	21	
		POH-11-09	07-12-11	AM	7,2	7,79	3,43	77	860	
		POH-11-10	22-10-12	AM	8,3	8,00	0,04	71	22	
		POH-11-11	03-12-11	AM	8,4	7,90	0,18	71	25	
		POH-11-12	11-12-11	PM	7,1	8,70	0,07	D	50	
		POH-11-13	12-12-11	AM	6,5	7,90	0,02	D	0	
		POH-11-14	05-12-11	AM	6,9	8,09	0,27	110	510	
		POH-11-15	08-10-12	AM	8,3	7,82	0,03	50	19	
		PPH-11-01	29-11-11	PM	8,5	7,28	0,12	74	0	
		PPH-11-02	30-11-11	AM	8,9	7,20	0,07	132	0	
		PPH-11-02-1	21-10-12	PM	8,4	6,32	0,06	163	0	
		PPH-11-03	30-11-11	AM	7,1	7,11	0,05	112	0	
		PPH-11-04	30-11-11	PM	7,5	7,25	0,72	71	0	
		PPH-11-05	01-12-11	AM	9,9	7,52	0,57	87	0	
		PPH-11-05-1	22-10-12	PM	11,0	7,75	0,22	110	2	
		PPH-11-06	01-12-11	AM	6,0	7,23	0,02	134	0	
		PPH-11-07	01-12-11	PM	8,7	7,13	0,13	165	0	
		PPH-11-08	02-12-11	AM	8,7	6,84	0,05	-3	0	
		PPH-11-09	02-12-11	PM	8,3	7,25	0,16	330	0	
		PPH-11-10	02-12-11	PM	7,8	7,89	0,05	D	0	
		PPH-11-11	02-12-11	PM	8,5	7,51	0,12	D	0	
		PPH-11-12	03-12-11	AM	8,4	7,31	0,06	121	0	
		PPH-11-12A ⁽¹⁾	19-09-12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
		PPH-11-13	03-12-11	PM	8,6	7,48	0,15	144	0	
		PPH-11-14	03-12-11	PM	6,8	7,04	0,27	171	0	
		PPH-11-15	05-12-11	AM	11,1	7,34	0,07	162	0	
		PPH-11-16	04-12-11	AM	9,5	7,18	0,08	86	0	
		PPH-11-17	04-12-11	PM	12,3	7,90	0,33	26	15	
		PPH-11-18	04-12-11	PM	9,3	7,82	0,08	75	0	
		PPH-11-19	05-12-11	AM	6,3	7,46	0,15	157	220	
		PPH-11-20	06-12-11	AM	8,7	7,15	0,06	167	140	
		PPH-11-21	06-12-11	PM	6,6	7,07	0,21	176	45	
		PPH-11-22	06-12-11	PM	8,3	7,50	0,15	178	1150	
		PPH-11-23	07-12-11	AM	8,6	7,65	0,13	140	0	
		PPH-11-24	07-12-11	AM	7,0	7,89	0,02	120	0	
		PPH-11-25	11-12-11	PM	7,2	8,32	0,84	D	15	
		PPH-11-26	09-12-11	PM	7,1	8,31	0,53	D	620	
		PPH-11-27	11-12-11	PM	8,1	8,05	0,35	D	0	
		PPH-11-28	11-12-11	PM	6,1	8,02	0,33	-87	0	
		PPH-11-29	13-12-11	AM	7,9	7,88	0,34	D	0	
		PPH-11-30	13-12-11	AM	12,0	7,93	0,39	D	0	
		PPH-11-31	12-12-11	AM	7,0	8,07	0,14	D	0	
		PPH-11-32	13-12-11	PM	7,1	7,86	0,13	D	0	
		PPH-11-33	08-02-12	PM	5,8	8,03	0,11	119	0	
		PPH-11-34	09-02-12	AM	7,4	7,48	0,10	190	0	
		PPH-11-35	09-02-12	AM	5,5	7,29	0,08	189	0	
		PPH-11-36	09-02-12	AM	8,3	7,22	0,22	171	0	
		PPH-11-37	09-02-12	PM	6,6	7,37	0,21	74	0	
		PPH-11-38	10-02-12	AM	6,2	7,86	0,10	129	0	
		PPH-11-39	10-02-12	AM	5,8	8,64	0,31	-125	350	
		PPH-11-40	10-02-12	PM	8,0	9,02	0,47	62	60	
		PPH-11-41	10-02-12	PM	5,0	7,78	0,38	91	0	
		PPH-11-42	11-02-12	AM	6,7	7,76	0,11	129	0	
		PPH-11-43	11-02-12	AM	6,3	7,27	0,09	130	0	
		PPH-11-44	11-02-12	AM	7,0	7,42	0,82	131	0	
		PPH-11-45	12-02-12	AM	8,0	7,53	0,58	127	0	
		PPH-11-46	12-02-12	PM	7,0	7,68	0,60	125	0	
PPH-11-47	13-02-12	AM	6,8	7,68	0,04	129	0			
PPH-11-48	13-02-12	AM	6,4	7,61	0,10	156	0			
PPH-11-49 ⁽¹⁾	19-09-12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
PPH-11-50	17-10-12	PM	12,8	7,44	0,39	174	0			
PPH-11-51	18-10-12	AM	9,8	7,11	0,54	51	0			
PPH-11-52	18-10-12	AM	7,8	6,70	1,40	83	0			
PPH-11-53	18-10-12	AM	8,3	6,40	0,05	163	0			
PPH-11-54	17-10-12	AM	8,3	7,90	0,19	131	4			
PPH-11-55	21-10-12	PM	8,8	6,77	0,18	180	0			
PPH-11-56	24-10-12	AM	9,8	7,47	0,48	147	0			
PPH-11-57	24-10-12	AM	8,3	6,90	0,07	138	0			
PPH-11-58	25-10-12	AM	9,8	7,84	0,44	118	0			
PPH-11-59	25-10-12	AM	7,7	7,63	0,17	133	0			
PPH-11-60	25-10-12	AM	8,9	8,40	0,31	88	0			
PPH-11-61	25-10-12	PM	8,6	7,73	0,13	98	0			
PPH-11-62	28-10-12	AM	9,5	6,96	0,05	121	0			
PPH-11-63	28-10-12	AM	8,8	7,02	0,04	117	0			
PPH-11-64	28-10-12	AM	8,5	7,70	0,05	111	0			
PPH-11-65	28-10-12	PM	9,3	8,33	0,85	70	0			
PPH-11-66	28-10-12	PM	7,6	7,10	0,08	119	0			
Eaux de surface	Tar Point	PT-01	07-12-11	AM	7,3	8,07	0,19	106	0	
		POT-11-01	07-12-11	AM	7,4	8,18	0,79	75	0	
		POT-11-02	07-12-11	PM	7,2	8,31	0,40	104	0	
		POT-11-03	09-12-11	PM	8,1	8,05	1,37	D	20	
Eaux de surface	Hadimand	SURFH-11-01	12-12-11	AM	0,4	8,27	0,02	D	0	
		SURFH-11-02	12-12-11	AM	0,6	8,30	0,04	D	0	
		SURFH-11-03	12-12-11	AM	0,1	8,09	0,11	D	0	
		SURFH-11-04	17-12-12	AM	0,8	8,20	0,05	157	0	
		SURFH-11-05	08-02-12	AM	0,4	8,50	0,07	74	0	
		SURFH-11-06	28-10-12	AM	7,8	8,26	0,01	77	0	
Eaux de surface	Tar Point	SURFT-11-01	12-12-11	PM	0,4	8,69	0,02	D	0	
		SURFT-11-02	12-12-11	PM	0,5	8,48	0,11	D	0	

Légende :
AM : Échantillon prélevé en avant-midi.
PM : Échantillon prélevé en après-midi.
D : Appareil de mesure défectueux.
ND : Non disponible.

Note :
⁽¹⁾ : Les échantillons PPH-11-12A et PPH-11-49 a été prélevé par un technicien, Pascal Huet, de l'entreprise NORDIKeau Inc.

TABLEAU 5-2 (1 DE 3)

RÉSULTATS ANALYTIQUES DES EAUX SOUTERRAINES - HP C₁₀-C₅₀, HAP ET COV

Paramètres (µg/L)	CRITÈRES PROVINCIAUX	CRITÈRES FÉDÉRAUX	LDR	Site Haldimand																											
				Puits de pads			Puits d'observation														Puits de résidents										
	RQEP ⁽¹⁾	Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada ⁽²⁾		PH-01	PH-02	PH-04	POH-11-02	POH-11-03	POH-11-04	POH-11-05	POH-11-06	POH-11-07	POH-11-09	POH-11-10	POH-11-11	POH-11-12	POH-11-13	POH-11-14	POH-11-15	PPH-11-01	PPH-11-02-1	PPH-11-05-1	PPH-11-06	PPH-11-12A							
Date d'échantillonnage				07-12-2011	04-12-2011	04-10-2012	10-12-2011	22-10-2012	10-12-2011	08-10-2012	11-12-2012	13-12-2012	11-12-2012	22-10-2012	04-12-2011	11-12-2011	12-12-2011	05-12-2011	08-10-12	29-11-2011	21-10-2012	22-10-2012	01-12-2011	19-09-2011							
Hydrocarbures pétroliers (HP) C ₁₀ -C ₅₀	*	*	100	ND	ND	590	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	290	-	ND	100	180	ND	130	ND	ND	ND	ND	ND
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																															
1,3-diméthylnaphtalène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1-méthylnaphtalène	*	*	0,1	0,10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,5-triméthylnaphtalène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2-méthylnaphtalène	*	*	0,1	0,17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,07	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Acénaphthène	*	*	0,1	0,2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Acénaphthylène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Anthracène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzo(a)anthracène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzo(a)pyrène	0,01	0,01	0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzo(b+j+k)fluoranthène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzo(c)phénanthrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzo(e)pyrène	*	*	0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzo(g,h,i)pérylrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chrysène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Dibenzo(a,h)anthracène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Dibenzo(a,h)pyrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Dibenzo(a,i)pyrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Dibenzo(a,l)pyrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Diméthyl-7,12 benzo(a)anthracène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fluoranthène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fluorène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Méthyl-3 cholanthène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Naphtalène	*	*	0,1	2,7	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,1	ND	0,1	ND	ND	0,9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Phénanthrène	*	*	0,1	0,2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Pyrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Composés organiques volatiles (COV)																															
1,1,1-Trichloroéthane	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1,2,2-Tétrachloroéthane	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1,2-Trichloroéthane	*	*	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1-Dichloroéthane	10	14	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-Dichlorobenzène	150	200	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-Dichloroéthane	5	5	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-Dichloroéthane (cis+trans)	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-Dichloroéthane (trans)	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-Dichloropropane	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,3-Dichlorobenzène	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,3-Dichloropropane	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,3-Dichloropropène (cis+trans)	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,4-Dichlorobenzène	5	5	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzène	0,5	5	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chlorobenzène	60	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chloroforme	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chlorure de vinyle	2	2	0,7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Dichlorométhane	50	50	1,0	ND	ND	ND	1,1	ND	1,1	ND	1,1	1,6	ND	ND	ND	1,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Éthylbenzène	*	2,4	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Styrène	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Tétrachloroéthane	25																														

TABLEAU 5-2 (2 DE 3)

RÉSULTATS ANALYTIQUES SUR LES EAUX SOUTERRAINES - HP C₁₀-C₅₀, HAP ET COV

Paramètres (µg/L)	CRITÈRES PROVINCIAUX	CRITÈRES FÉDÉRAUX	LDR	Site Haldimand																
				Puits de résidents																
				PPH-11-17	PPH-11-22	PPH-11-27	PPH-11-28	PPH-11-49	PPH-11-50	PPH-11-51	PPH-11-52	PPH-11-53	PPH-11-54	PPH-11-55	PPH-11-56	PPH-11-57	DUPH-11-09 (Dupliquata de PPH11-57)	PPH-11-58	PPH-11-59	PPH-11-60
04-12-2011	06-12-2011	11-12-2011	11-12-2011	19-09-2012	17-10-2011	18-10-2012	18-10-2012	18-10-2012	17-10-2012	21-10-2012	24-10-2012	24-10-2012	24-10-2012	25-10-2012	25-10-2012	25-10-2012				
Date d'échantillonnage																				
Hydrocarbures pétroliers (HP) C ₁₀ -C ₅₀	*	*	100	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																				
1,3-diméthylnaphtalène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
1-méthylnaphtalène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
2,3,5-triméthylnaphtalène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
2-méthylnaphtalène	*	*	0,1	ND	ND	0,1	ND	ND	ND											
Acénaphthène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Acénaphthylène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Anthracène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Benzo(a)anthracène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Benzo(a)pyrène	0,01	0,01	0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Benzo(b+j+k)fluoranthène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Benzo(c)phénanthrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Benzo(e)pyrène	*	*	0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Benzo(g,h,i)pérylrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Chrysène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Dibenzo(a,h)anthracène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Dibenzo(a,h)pyrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Dibenzo(a,i)pyrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Dibenzo(a,l)pyrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Diméthyl-7,12 benzo(a)anthracène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Fluoranthène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Fluorène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Méthyl-3 cholanthrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Naphtalène	*	*	0,1	ND	ND	1,1	ND	ND	ND											
Phénanthrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Pyrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Composés organiques volatiles (COV)																				
1,1,1-Trichloroéthane	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
1,1,2,2-Tétrachloroéthane	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
1,1,2-Trichloroéthane	*	*	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
1,1-Dichloroéthène	10	14	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
1,2-Dichlorobenzène	150	200	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
1,2-Dichloroéthène	5	5	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
1,2-Dichloroéthène (cis+trans)	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
1,2-Dichloroéthène (trans)	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
1,2-Dichloropropane	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
1,3-Dichlorobenzène	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
1,3-Dichloropropane	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
1,3-Dichloropropène (cis+trans)	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
1,4-Dichlorobenzène	5	5	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Benzène	0,5	5	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Chlorobenzène	60	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Chloroforme	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Chlorure de vinyle	2	2	0,7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Dichlorométhane	50	50	1,0	ND	2,6	ND	1,1	ND	ND	ND										
Éthylbenzène	*	2,4	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Styrène	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Tétrachloroéthène	25	30	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Tétrachlorure de Carbone	5	5	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Toluène	*	24	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Trichloroéthène	5	5	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Xylènes Totaux	*	300	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	

Légende :

LDR : Limite de détection rapportée. La limite de détection rapportée est parfois différente pour certains échantillons, voir les certificats d'analyses.

* : Aucun critère disponible.

- : Non analysé.

ND : Non détecté.

Notes :

⁽¹⁾ : Les normes de potabilité présentées dans ce tableau sont tirées des tableaux 6-1 et 6-2 du Guide de conception des installations de production d'eau potable - Volume 1 et du Règlement sur la qualité de l'eau potable (RQEP) du MDDEP.⁽²⁾ : En l'absence de normes du RQEP, les recommandations de potabilité sont issues des Recommandations pour la qualité de l'eau au Canada - Tableau Sommaire (Santé Canada, 2008).

TABLEAU 5-2 (3 DE 3)

RÉSULTATS ANALYTIQUES SUR LES EAUX SOUTERRAINES - HP C₁₀-C₅₀, HAP ET COV

Paramètres (µg/L)	CRITÈRES PROVINCIAUX	CRITÈRES FÉDÉRAUX	LDR	Site Haldimand							Site Tar Point			
	RQEP ⁽¹⁾	Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada ⁽²⁾		Puits de résidents							Puits du pad	Puits d'observation		
				PPH-11-61	PPH-11-62	PPH-11-63	PPH-11-64	PPH-11-65	PPH-11-66	DUPH-11-10 (Duplicata de PPH-11-66)	PT-01	POT-11-01	POT-11-02	
Date d'échantillonnage				25-10-2012	28-10-2012	28-10-2012	28-10-2012	28-10-2012	28-10-2012	28-10-2012	28-10-2012	7-12-2011	7-12-2011	7-12-2011
Hydrocarbures pétroliers (HP) C ₁₀ -C ₅₀	*	*	100	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)														
1,3-diméthylnaphtalène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1-méthylnaphtalène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,5-triméthylnaphtalène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2-méthylnaphtalène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Acénaphène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,1	ND
Acénaphthylène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Anthracène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzo(a)anthracène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzo(a)pyrène	0,01	0,01	0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzo(b+j+k)fluoranthène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzo(c)phénanthrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzo(e)pyrène	*	*	0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzo(g,h,i)pérylrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chrysène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Dibenzo(a,h)anthracène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Dibenzo(a,h)pyrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Dibenzo(a,i)pyrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Dibenzo(a,l)pyrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Diméthyl-7,12 benzo(a)anthracène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fluoranthène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fluorène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Méthyl-3 cholanthrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Naphtalène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,2	1,6	ND
Phénanthrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,2	ND
Pyrène	*	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Composés organiques volatiles (COV)														
1,1,1-Trichloroéthane	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1,2,2-Tétrachloroéthane	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1,2-Trichloroéthane	*	*	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1-Dichloroéthène	10	14	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-Dichlorobenzène	150	200	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-Dichloroéthane	5	5	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-Dichloroéthène (cis+trans)	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-Dichloroéthène (trans)	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-Dichloropropane	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,3-Dichlorobenzène	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,3-Dichloropropane	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,3-Dichloropropène (cis+trans)	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,4-Dichlorobenzène	5	5	1,0	1,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzène	0,5	5	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chlorobenzène	60	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chloroforme	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chlorure de vinyle	2	2	0,7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Dichlorométhane	50	50	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Éthylbenzène	*	2,4	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Styrène	*	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Tétrachloroéthène	25	30	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Tétrachlorure de Carbone	5	5	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Toluène	*	24	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Trichloroéthène	5	5	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Xylènes Totaux	*	300	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Légende :

LDR : Limite de détection rapportée. La limite de détection rapportée est parfois différente pour certains échantillons, voir les certificats d'analyses.

* : Aucun critère disponible.

- : Non analysé.

ND : Non détecté.

TABLEAU 5-3 (1 de 5)

RÉSULTATS ANALYTIQUES DES EAUX SOUTERRAINES - MÉTAUX ET COMPOSÉS INORGANIQUES

Paramètres (mg/L)	CRITÈRES PROVINCIAUX	CRITÈRES FÉDÉRAUX	LDR	Site Haldimand																			
	RQEP ⁽¹⁾	Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada ⁽²⁾		Puits de pads				Puits d'observation															
				PH-01	PH-02	PH-04	DUPH-11-07 (Duplicata de PH-04)	POH-11-02	POH-11-03	POH-11-04	DUPH-11-04 (Duplicata de POH-11-04)	POH-11-05	POH-11-06	POH-11-07	POH-11-08	POH-11-09	POH-11-10	POH-11-11	POH-11-12	POH-11-13	POH-11-14	POH-11-15	DUPH-11-08 (Duplicata de POH-11-15)
Date d'échantillonnage			07-12-2011	04-12-2011	04-10-2012	04-10-2012	10-12-2011	25-10-2012	10-12-2011	10-12-2011	08-10-12	11-12-2011	13-12-2011	13-12-2011	07-12-2011	22-10-2012	04-12-2011	11-12-2011	12-12-2011	05-12-2011	08-10-12	08-10-12	
Métaux																							
Aluminium (Al)	*	*	0,03	ND	ND	ND	-	0,041	ND	0,0540	0,0460	ND	ND	0,0330	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Arsenic (As)	0,01	0,01	0,001	ND	ND	0,0022	-	ND	ND	ND	ND	ND	0,00140	ND	0,00420	0,00430	ND	ND	0,00300	0,00200	ND	ND	-
Baryum (Ba)	1	1	0,030	-	-	-	-	-	ND	-	-	ND	-	-	-	-	-	-	-	-	ND	ND	-
Calcium (Ca)	*	*	2	2,95	3,75	6,17	-	11,4	3,68	10,4	10,4	11,3	36,4	5,88	5,88	26,1	191,0	7,07	2,94	6,00	17,8	6,93	-
Cadmium (Cd)	0,005	0,005	0,0008	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Chrome total (Cr)	0,05	0,05	0,01	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,0160	ND	ND	ND	ND	ND	-
Cobalt (Co)	*	*	0,02	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Cuivre (Cu)	1,0	1,0	0,003	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,0160	ND	ND	-
Fer dissous (Fe)	*	0,3	0,3	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,680	ND	ND	-
Potassium (K)	*	*	1	ND	ND	1,23	-	ND	1,33	ND	ND	1,55	3,16	ND	ND	4,65	20,7	ND	1,59	1,20	1,75	1,41	-
Magnésium (Mg)	*	*	2	3,19	ND	2,81	-	4,37	ND	3,45	3,04	4,61	15,2	4,54	3,50	10,9	ND	3,6	2,60	5,00	6,84	3,36	-
Manganèse dissous (Mn)	*	0,05	0,005	ND	0,04	0,118	-	ND	0,0440	0,00630	0,00740	0,0130	0,0740	0,00990	ND	0,0800	ND	0,0372	0,0181	0,170	0,0743	0,0350	-
Molybdène (Mo)	*	*	0,01	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,0140	ND	0,0100	ND	ND	ND	-
Sodium (Na)	*	200	2	11,3	6,87	12,3	-	3,85	30,2	6,17	6,21	21,3	363	3,64	3,53	667	620	34,6	11,1	4,20	32,2	21,7	-
Nickel (Ni)	*	*	0,002	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,00360	ND	ND	ND	ND	ND	-
Plomb (Pb)	0,01	0,01	0,001	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,00600	ND	ND	-
Silicium (Si)	*	*	2	3,09	3,17	4,55	-	2,54	2,00	2,58	2,54	3,00	2,49	2,48	2,65	2,1	29,0	2,97	2,53	3,10	4,23	3,00	-
Zinc (Zn)	*	5	0,003	ND	0,01	ND	-	ND	0,00700	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Autres composés inorganiques																							
Alcalinité totale	*	*	5	52	38	52	60	56	78	50	52	94	138	46	40	262	168	104	54	36	128	82	90
Bicarbonates	*	*	5	52	38	52	60	56	78	50	52	94	138	46	40	262	168	104	54	36	128	82	90
Chlorures (Cl)	*	250	0,2	19,6	6,2	4,1	4,3	5,3	6,6	6,3	5,5	7,1	675	3,6	4,3	1 170	1 125	19,9	10	4,9	30,5	10,3	10,1
Carbone organique total (COT)	*	*	1	1,8	1,7	4,0	-	1,5	1,9	1,4	1,6	1	4,1	2,1	1,2	5,4	3,1	2,8	2,8	3,2	3,0	1,8	-
Dureté totale (mgCaCO ₃)	*	80-200 ⁽³⁾⁽⁴⁾	5	40	48	76	62	68	38	60	64	42	188	56	60	128	352	56	38	38	82	62	44
Fluorures totaux	1,5	1,5	0,05	0,14	0,09	0,13	0,12	0,10	0,18	0,09	0,09	0,20	0,18	0,12	0,08	0,2	0,40	0,22	0,1	0,10	0,16	0,22	0,22
Nitrate (N-NO ³)	*	*	0,05	ND	ND	ND	ND	0,20	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,19	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	ND	ND
Nitrite (N-NO ²)	1	*	0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nitrate + Nitrite	10	10	0,05	ND	ND	ND	ND	0,20	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,19	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Phosphore total (P-PO ₄ ³⁻)	*	*	0,02	0,10	0,02	0,11	0,17	0,31	0,16	0,24	0,25	0,16	ND	0,08	0,03	0,16	2,1	ND	0,02	0,26	0,04	0,16	0,19
Solides totaux dissous	*	500	5	75	65	60	82	92	88	81	78	132	1 120	104	62	1 900	2 660	137	63	57	202	99	121
Sulfates	*	500	0,5	4,9	2,7	3,8	3,8	13,5	8,0	15,1	15,7	9,7	0,8	ND	6,3	0,7	95	5,4	2,6	2,8	ND	3,5	3,7
Sulfures (H ₂ S)	*	0,05	0,01	ND	ND	0,05	0,07	0,03	0,02	0,05	0,1	0,05	0,04	0,01	0,03	0,04	0,03	0,02	0,08	0,10	0,01	0,06	0,08

Légende :

LDR : Limite de détection rapportée. La limite de détection rapportée est parfois différente pour certains échantillons, voir les certificats d'analyses.

* : Aucun critère disponible.

- : Non analysé.

ND : Non détecté.

Notes :⁽¹⁾ : Les normes de potabilité présentées dans ce tableau sont tirées des tableaux 6-1 et 6-2 du *Guide de conception des installations de production d'eau potable - Volume 1 et du Règlement sur la qualité de l'eau potable*(RQEP) du MDDEP.⁽²⁾ : En l'absence de normes du RQEP, les recommandations de potabilité sont issues des *Recommandations pour la qualité de l'eau au Canada - Tableau Sommaire*(Santé Canada, 2008).⁽³⁾ : Seules les valeurs hors de l'intervalle d'acceptabilité sont notées en gras.⁽⁴⁾ : Le degré de dureté de l'eau potable peut être classé comme suit, en fonction de la concentration de carbonate de calcium (CaCO₃) : eau douce, de 0 à <60 mg/L ; eau modérément dure, de 60 à <120 mg/L ; eau dure, de 120 à <180 mg/L ; eau très dure < 180 mg/L

TABLEAU 5-3 (2 de 5)

RÉSULTATS ANALYTIQUES SUR LES EAUX SOUTERRAINES - MÉTAUX ET COMPOSÉS INORGANIQUES

Paramètres (mg/L)	CRITÈRES PROVINCIAUX	CRITÈRES FÉDÉRAUX	LDR	Site Haldimand																						
	RQEP ⁽¹⁾	Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada ⁽²⁾		Puits de résidents																						
				PPH-11-01	PPH-11-02	PPH-11-02-1	PPH-11-03	DUPH-11-02 (Duplicata de PPH-11-03)	PPH-11-04	PPH-11-05	PPH-11-05-1	PPH-11-06	PPH-11-07	PPH-11-08	PPH-11-09	PPH-11-10	PPH-11-11	PPH-11-12	PPH-11-13	PPH-11-14	PPH-11-15	PPH-11-16	PPH-11-17	PPH-11-18		
Date d'échantillonnage				29-11-2011	30-11-2011	21-10-2012	30-11-2011	30-11-2011	30-11-2011	01-12-2011	22-10-2012	01-12-2011	01-12-2011	02-12-2011	02-12-2011	02-12-2011	02-12-2011	03-12-2011	03-12-2011	03-12-2011	05-12-2011	04-12-2011	04-12-2011	02-12-2011		
Aluminium (Al)	*	*	0,03	ND	-	0,0580	ND	ND	-	-	0,0390	0,0510	-	ND	-	ND	-	-	-	ND	-	-	ND	ND		
Arsenic (As)	0,01	0,01	0,001	ND	-	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-	ND	-	ND	-	-	-	ND	-	-	ND	ND		
Baryum (Ba)	1	1	0,030	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Calcium (Ca)	*	*	2	6,48	-	3,96	4,94	4,83	-	-	13,2	2,78	-	4,67	-	4,81	-	-	-	6,65	-	-	25,0	8,22		
Cadmium (Cd)	0,005	0,005	8E-04	ND	-	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-	ND	-	ND	-	-	-	ND	-	-	ND	ND		
Chrome total (Cr)	0,05	0,05	0,01	ND	-	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-	ND	-	ND	-	-	-	ND	-	-	ND	ND		
Cobalt (Co)	*	*	0,02	ND	-	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-	ND	-	ND	-	-	-	ND	-	-	ND	ND		
Cuivre (Cu)	1,0	1,0	0,003	0,0115	-	0,0139	ND	ND	-	-	ND	0,0109	-	0,246	-	0,0057	-	-	-	0,0313	-	-	ND	ND		
Fer dissous (Fe)	*	0,3	0,3	ND	-	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-	ND	-	ND	-	-	-	ND	-	-	ND	ND		
Potassium (K)	*	*	1	1,03	-	ND	ND	ND	-	-	1,56	ND	-	ND	-	ND	-	-	-	1,57	-	-	1,48	ND		
Magnésium (Mg)	*	*	2	3,74	-	3,91	3,70	3,71	-	-	6,92	ND	-	2,58	-	2,22	-	-	-	3,62	-	-	7,70	2,57		
Manganèse dissous (Mn)	*	0,05	0,005	ND	-	ND	ND	ND	-	-	0,00940	ND	-	ND	-	ND	-	-	-	0,00580	-	-	0,0940	ND		
Molybdène (Mo)	*	*	0,01	ND	-	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-	ND	-	ND	-	-	-	ND	-	-	ND	ND		
Sodium (Na)	*	200	2	13,2	-	7,97	9,27	9,04	-	-	26,0	6,46	-	5,14	-	5,75	-	-	-	36,2	-	-	29,5	3,83		
Nickel (Ni)	*	*	0,002	ND	-	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-	ND	-	ND	-	-	-	ND	-	-	ND	ND		
Plomb (Pb)	0,01	0,01	0,001	0,00130	-	ND	ND	ND	-	-	ND	ND	-	ND	-	ND	-	-	-	ND	-	-	ND	ND		
Silicium (Si)	*	*	2	2,70	-	4,00	2,87	2,80	-	-	3,00	2,37	-	2,92	-	2,93	-	-	-	2,97	-	-	4,75	3,11		
Zinc (Zn)	*	5	0,003	0,0186	-	0,0294	ND	0,00730	-	-	0,0147	0,0193	-	0,0195	-	0,0045	-	-	-	0,023	-	-	ND	0,00520		
Autres composés inorganiques																										
Alcalinité totale	*	*	5	48	44	-	44	44	94	64	-	26	66	38	90	40	66	32	92	52	44	48	170	40		
Bicarbonates	*	*	5	48	44	-	44	44	94	64	-	26	66	38	90	40	66	32	92	52	44	48	170	40		
Chlorures (Cl ⁻)	*	250	0,2	21,6	10	-	9,9	8,8	182	162	-	10,3	13	7,8	11,9	6,6	9,4	7,9	12,4	74	8,3	8,8	13,1	6		
Carbone organique total (COT)	*	*	1	2,4	1,9	-	1,7	1,7	2,4	1,7	-	2,6	2,1	2,2	2,9	1,3	1,7	3	2,7	3,1	2,2	1,7	4,8	1,9		
Dureté totale (mgCaCO ₃)	*	80-200 ⁽³⁾⁽⁴⁾	5	66	50	-	64	48	70	118	-	28	60	46	84	42	58	42	78	42	62	52	118	44		
Fluorures totaux	1,5	1,5	0,05	0,11	0,99	-	0,11	0,1	0,17	0,1	-	0,07	0,11	0,08	0,11	0,1	0,09	0,06	0,1	0,13	0,07	0,09	0,24	0,09		
Nitrate (N-NO ₃ ⁻)	*	*	0,05	0,66	0,78	-	0,27	0,29	ND	0,25	-	ND	0,56	0,29	0,61	0,17	0,22	0,68	0,37	0,23	0,52	0,28	ND	ND		
Nitrite (N-NO ₂ ⁻)	1	*	0,01	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND													
Nitrate + Nitrite	10	10	0,05	0,66	0,78	-	0,27	0,29	ND	0,25	-	ND	0,56	0,29	0,61	0,17	0,22	0,68	0,37	0,23	0,52	0,28	ND	ND		
Phosphore total (P-PO ₄ ³⁻)	*	*	0,02	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND	0,03	ND	ND	ND										
Solides totaux dissous	*	500	5	80	65	-	67	60	378	381	-	56	99	38	101	46	61	47	89	144	57	48	182	48		
Sulfates	*	500	0,5	5,4	6,9	-	7,5	7,1	8,2	7,9	-	3,5	4,7	4,5	7,7	5,5	7,8	4,0	5,8	4,1	3,9	6,4	0,7	6,1		
Sulfures (H ₂ S)	*	0,05	0,01	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND	ND	0,02	ND	ND										

Légende :

LDR : Limite de détection rapportée. La limite de détection rapportée est parfois différente pour certains échantillons, voir les certificats d'analyses.

* : Aucun critère disponible.

- : Non analysé.

ND : Non détecté.

Notes :

⁽¹⁾ : Les normes de potabilité présentées dans ce tableau sont tirées des tableaux 6-1 et 6-2 du *Guide de conception des installations de production d'eau potable - Volume 1* et du *Règlement sur la qualité de l'eau potable*(RQEP) du MDDEP.

⁽²⁾ : En l'absence de normes du RQEP, les recommandations de potabilité sont issues des *Recommandations pour la qualité de l'eau au Canada - Tableau Sommaire*(Santé Canada, 2008).

⁽³⁾ : Seules les valeurs hors de l'intervalle d'acceptabilité sont notées en gras.

⁽⁴⁾ : Le degré de dureté de l'eau potable peut être classé comme suit, en fonction de la concentration de carbonate de calcium (CaCO₃) : eau douce, de 0 à <60 mg/L ; eau modérément dure, de 60 à <120 mg/L ; eau dure, de 120 à <180 mg/L ; eau très dure < 180 mg/L.

TABLEAU 5-3 (3 de 5)

RÉSULTATS ANALYTIQUES SUR LES EAUX SOUTERRAINES - MÉTAUX ET COMPOSÉS INORGANIQUES

Paramètres (mg/L)	CRITÈRES PROVINCIAUX	CRITÈRES FÉDÉRAUX	LDR	Site Haldimand																			
	RQEP ⁽¹⁾	Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada ⁽²⁾		Puits de résidents																			
				PPH-11-19	PPH-11-20	PPH-11-21	PPH-11-22	PPH-11-23	DUPH-11-03 (Duplicata de PPH-11-23)	PPH-11-24	PPH-11-25	PPH-11-26	PPH-11-27	PPH-11-28	PPH-11-29	PPH-11-30	PPH-11-31	PPH-11-32	PPH-11-33	PPH-11-34	PPH-11-35	PPH-11-36	
				05-12-2011	06-12-2011	06-12-2011	06-12-2011	07-12-2011	07-12-2011	07-12-2011	11-12-2011	10-12-2011	11-12-2011	11-12-2011	13-12-2011	13-12-2011	13-12-2011	13-12-2011	13-12-2011	13-12-2011	8-02-2012	9-02-2012	9-02-2012
Aluminium (Al)	*	*	0,03	ND	-	ND	-	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	
Arsenic (As)	0,01	0,01	0,001	ND	-	ND	-	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	
Baryum (Ba)	1	1	0,030	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Calcium (Ca)	*	*	2	17,1	-	12,6	-	11,6	11,9	2,29	-	19,9	65,3	59,3	-	56,1	-	16,1	-	14,5	-	16,3	
Cadmium (Cd)	0,005	0,005	8E-04	ND	-	ND	-	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	
Chrome total (Cr)	0,05	0,05	0,01	ND	-	ND	-	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	
Cobalt (Co)	*	*	0,02	ND	-	ND	-	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	
Cuivre (Cu)	1,0	1,0	0,003	ND	-	0,0373	-	0,105	0,105	0,162	-	ND	0,00610	0,00760	-	0,0501	-	0,0116	-	ND	-	0,054	
Fer dissous (Fe)	*	0,3	0,3	ND	-	ND	-	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	
Potassium (K)	*	*	1	ND	-	ND	-	ND	ND	ND	-	5,48	ND	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	
Magnésium (Mg)	*	*	2	5,88	-	4,98	-	4,68	4,82	ND	-	11,6	3,85	3,45	-	4,72	-	4,87	-	4,30	-	6,59	
Manganèse dissous (Mn)	*	0,05	0,005	ND	-	ND	-	ND	ND	ND	-	0,0159	ND	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	
Molybdène (Mo)	*	*	0,01	ND	-	ND	-	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	
Sodium (Na)	*	200	2	4,99	-	20,2	-	7,18	7,42	3,96	-	60,1	7,67	6,76	-	18,5	-	5,91	-	6,07	-	21,3	
Nickel (Ni)	*	*	0,002	ND	-	ND	-	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	
Plomb (Pb)	0,01	0,01	0,001	ND	-	ND	-	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	
Silicium (Si)	*	*	2	2,90	-	2,80	-	2,70	2,75	2,66	-	3,17	2,60	2,20	-	2,96	-	2,88	-	3,00	-	3,00	
Zinc (Zn)	*	5	0,003	0,00630	-	0,00510	-	0,00650	0,00680	0,00510	-	0,0035	0,00870	0,0110	-	0,0265	-	0,0246	-	0,00360	-	0,0330	
Autres composés inorganiques																							
Alcalinité totale	*	*	5	86	36	62	52	56	58	30	144	120	208	180	194	170	74	70	64	64	44	82	
Bicarbonates	*	*	5	86	36	62	52	56	58	30	144	120	208	180	194	170	74	70	64	64	44	82	
Chlorures (Cl)	*	250	0,2	8,7	6,7	37,1	6,7	17,8	18	6,3	215	119	9,7	9,6	9,7	37,7	7,3	7,7	4,7	7,4	6,9	28,1	
Carbone organique total (CCO ₂)	*	*	1	1,8	1,3	2,3	2,6	1,5	1,5	ND	4,9	3,8	7	6,1	5,9	5,8	1,9	1,9	1,6	1,7	-	2,0	
Dureté totale (mgCaCO ₃)	*	80-200 ⁽³⁾⁽⁴⁾	5	104	46	78	66	64	80	80	198	114	208	190	186	174	88	78	78	62	70	84	
Fluorures totaux	1,5	1,5	0,05	0,1	0,06	0,11	0,2	0,07	0,12	0,07	0,09	0,21	0,08	0,07	0,09	0,11	0,1	0,09	0,11	0,09	0,08	0,08	
Nitrate (N-NO ³)	*	*	0,05	0,45	ND	0,71	ND	0,84	0,87	ND	ND	ND	0,63	0,31	0,59	0,75	ND	0,37	ND	0,25	ND	2,09	
Nitrite (N-NO ²)	1	*	0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Nitrate + Nitrite	10	10	0,05	0,45	ND	0,71	ND	0,84	0,87	ND	ND	ND	0,63	0,31	0,59	0,75	ND	0,37	ND	0,25	ND	2,09	
Phosphore total (P-PO ₄ ³⁻)	*	*	0,02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	ND	ND	ND								
Solides totaux dissous	*	500	5	101	52	126	124	80	74	33	467	282	206	185	212	233	101	92	212	330	312	222	
Sulfates	*	500	0,5	10,5	7,8	13,5	2,1	5,8	6,4	3,4	8,7	ND	4,8	4,8	5,0	5,1	13,2	9,4	8,1	8,8	6,7	11,9	
Sulfures (H ₂ S)	*	0,05	0,01	ND	ND	ND	0,03	ND	ND	ND	ND	0,01	ND	0,01	ND	ND							

Légende :

LDR : Limite de détection rapportée. La limite de détection rapportée est parfois différente pour certains échantillons, voir les certificats d'analyses.

* : Aucun critère disponible.

- : Non analysé.

ND : Non détecté.

Notes :

⁽¹⁾ : Les normes de potabilité présentées dans ce tableau sont tirées des tableaux 6-1 et 6-2 du *Guide de conception des installations de production d'eau potable - Volume 1 et du Règlement sur la qualité de l'eau potable*(RQEP) du MDDEP.

⁽²⁾ : En l'absence de normes du RQEP, les recommandations de potabilité sont issues des *Recommandations pour la qualité de l'eau au Canada - Tableau Sommaire*(Santé Canada, 2008).

⁽³⁾ : Seules les valeurs hors de l'intervalle d'acceptabilité sont notées en gras.

⁽⁴⁾ : Le degré de dureté de l'eau potable peut être classé comme suit, en fonction de la concentration de carbonate de calcium (CaCO₃) : eau douce, de 0 à <60 mg/L ; eau modérément dure, de 60 à <120 mg/L ; eau dure, de 120 à <180 mg/L ; eau très dure < 180 mg/L

TABLEAU 5-3 (4 de 5)

RÉSULTATS ANALYTIQUES SUR LES EAUX SOUTERRAINES - MÉTAUX ET COMPOSÉS INORGANIQUES

Paramètres (mg/L)	CRITÈRES PROVINCIAUX	CRITÈRES FÉDÉRAUX	LDR	Site Haldimand																			
	RQEP ⁽¹⁾	Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada ⁽²⁾		Puits de résidents																			
				PPH-11-37	PPH-11-38	PPH-11-39	DUPH-11-06 (Duplicata de PPH-11-39)	PPH-11-40	PPH-11-41	PPH-11-42	PPH-11-43	PPH-11-44	PPH-11-45	PPH-11-46	PPH-11-47	PPH-11-48	PPH-11-49	PPH-11-50	PPH-11-51	PPH-11-52	PPH-11-53	PPH-11-54	
Date d'échantillonnage				9-02-2012	10-02-2012	10-02-2012	10-02-2012	10-02-2012	10-02-2012	11-02-2012	11-02-2012	11-02-2012	11-02-2012	11-02-2012	11-02-2012	13-02-2012	19-09-2012	17-10-2012	18-10-2012	18-10-2012	18-10-2012	17-10-2012	
Aluminium (Al)	*	*	0,03	-	ND	ND	ND	-	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	0,0370	ND	
Arsenic (As)	0,01	0,01	0,001	-	ND	ND	ND	-	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	0,00380	ND	ND	0,00130	ND	ND	
Baryum (Ba)	1	1	0,030	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,161	-	-	-	ND	-	-	
Calcium (Ca)	*	*	2	-	7,64	18,00	17,8	-	-	14,20	-	39,6	-	86,9	-	13,1	3,55	18,1	14,5	45,3	3,42	15,7	
Cadmium (Cd)	0,005	0,005	0,0008	-	ND	ND	ND	-	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Chrome total (Cr)	0,05	0,05	0,01	-	ND	ND	ND	-	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Cobalt (Co)	*	*	0,02	-	ND	ND	ND	-	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Cuivre (Cu)	1,0	1,0	0,003	-	ND	ND	ND	-	-	0,00500	-	0,0160	-	0,00400	-	0,0240	ND	0,0632	ND	0,00700	0,230	0,114	
Fer dissous (Fe)	*	0,3	0,3	-	ND	ND	ND	-	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Potassium (K)	*	*	1	-	ND	3,14	3,34	-	-	ND	-	1,27	-	1,04	-	ND	3,37	2,13	2,48	3,68	2,82	1,46	
Magnésium (Mg)	*	*	2	-	3,34	8,87	8,38	-	-	4,34	-	19,2	-	5,79	-	5,00	ND	10,2	7,90	20,6	2,17	6,70	
Manganèse dissous (Mn)	*	0,05	0,005	-	ND	0,005	0,00600	-	-	0,01	-	ND	-	ND	-	ND	0,0128	ND	0,0920	0,129	ND	ND	
Molybdène (Mo)	*	*	0,01	-	ND	ND	ND	-	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Sodium (Na)	*	200	2	-	18,8	42,8	51,2	-	-	7,17	-	81,9	-	36,8	-	4,86	397	47,1	93,2	210	7,40	18,00	
Nickel (Ni)	*	*	0,002	-	ND	ND	ND	-	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Plomb (Pb)	0,01	0,01	0,001	-	ND	ND	ND	-	-	ND	-	ND	-	ND	-	ND	ND	0,00130	ND	ND	ND	ND	
Silicium (Si)	*	*	2	-	3,00	4,00	4,00	-	-	4,00	-	3,00	-	3,00	-	4,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	2,00	
Zinc (Zn)	*	5	0,003	-	0,00700	ND	ND	-	-	ND	-	0,0318	-	ND	-	0,00580	ND	0,0226	0,0104	0,00460	0,00630	0,00700	
Autres composés inorganiques																							
Alcalinité totale	*	*	5	102	60	118	122	92	200	72	56	124	142	242	40	70	158	98	66	66	34	96	
Bicarbonates	*	*	5	102	60	118	122	92	200	72	56	124	142	242	40	70	158	98	66	66	34	96	
Chlorures (Cl)	*	250	0,2	12,1	11,3	44	45	64	10	7,3	5,9	199	113	70	6,9	5,2	613	61	162	496	9,3	16,1	
Carbone organique total (CO ₂)	*	*	1	1,9	1,7	2,3	1,7	2,1	3,7	1,1	1,1	4,6	1,3	4,6	ND	1,1	3,0	3,7	2,3	3,0	-	3,5	
Dureté totale (mgCaCO ₃)	*	80-200 ⁽³⁾⁽⁴⁾	5	116	46	82	88	40	212	68	62	206	202	250	42	72	24	96	78	212	52	86	
Fluorures totaux	1,5	1,5	0,05	0,11	0,11	0,19	0,20	0,31	0,09	0,07	0,07	ND	ND	0,07	0,08	0,08	2,62	0,1	0,1	0,12	ND	0,12	
Nitrate (N-NO ₃ ⁻)	*	*	0,05	ND	ND	ND	ND	ND	0,49	0,51	ND	2,19	0,36	1,7	ND	ND	ND	1,89	0,48	0,47	0,37	2,14	
Nitrite (N-NO ₂ ⁻)	1	*	0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Nitrate + Nitrite	10	10	0,05	ND	ND	ND	ND	ND	0,49	0,51	ND	2,19	0,36	1,7	ND	ND	ND	1,89	0,48	0,47	0,37	2,14	
Phosphore total (P-PO ₄ ³⁻)	*	*	0,02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,08	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	ND	0,02	ND	0,03	ND	
Solides totaux dissous	*	500	5	124	53	174	169	173	226	86	68	456	368	338	43	76	1 123	216	335	935	58	125	
Sulfates	*	500	0,5	12,7	6,5	3	3,1	5,3	6,5	8,9	9,1	26,2	12,7	10,5	4,3	7,6	ND	12,5	7,5	4,6	4	6,5	
Sulfures (H ₂ S)	*	0,05	0,01	ND	ND	0,23	0,23	0,01	0,01	0,02	0,01	ND	0,01	ND	0,02	0,03	ND	ND	ND	0,01	ND	ND	

Légende :

LDR : Limite de détection rapportée. La limite de détection rapportée est parfois différente pour certains échantillons, voir les certificats d'analyses.

* : Aucun critère disponible.

- : Non analysé.

ND : Non détecté.

Notes :

⁽¹⁾ : Les normes de potabilité présentées dans ce tableau sont tirées des tableaux 6-1 et 6-2 du *Guide de conception des installations de production d'eau potable - Volume 1 et du Règlement sur la qualité de l'eau potable*(RQEP) du MDDEP.

⁽²⁾ : En l'absence de normes du RQEP, les recommandations de potabilité sont issues des *Recommandations pour la qualité de l'eau au Canada - Tableau Sommaire*(Santé Canada, 2008).

⁽³⁾ : Seules les valeurs hors de l'intervalle d'acceptabilité sont notées en gras.

⁽⁴⁾ : Le degré de dureté de l'eau potable peut être classé comme suit, en fonction de la concentration de carbonate de calcium (CaCO₃) : eau douce, de 0 à <60 mg/L ; eau modérément dure, de 60 à <120 mg/L ; eau dure, de 120 à <180 mg/L ; eau très dure < 180 mg/L

TABLEAU 5-3 (5 de 5)

RÉSULTATS ANALYTIQUES SUR LES EAUX SOUTERRAINES - MÉTAUX ET COMPOSÉS INORGANIQUES

Paramètres (mg/L)	CRITÈRES PROVINCIAUX	CRITÈRES FÉDÉRAUX	LDR	Site Haldimand														Site Tar Point						
	RQEP ⁽¹⁾	Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada ⁽²⁾		Puits de résidents														Puits du pad	Puits d'observation					
				PPH-11-55	PPH-11-56	PPH-11-57	DUPH-11-09 (Duplicata de PPH-11-57)	PPH-11-58	PPH-11-59	PPH-11-60	PPH-11-61	PPH-11-62	PPH-11-63	PPH-11-64	PPH-11-65	PPH-11-66	DUPH-11-10 (Duplicata de PPH-11-66)	PT-01	POT-11-01	POT-11-02	POT-11-03			
Date d'échantillonnage				21-10-2012	24-10-2012	24-10-2012	24-10-2012	25-10-2012	25-10-2012	25-10-2012	25-10-2012	25-10-2012	28-10-2012	28-10-2012	28-10-2012	28-10-2012	28-10-2012	28-10-2012	07-12-2011	07-12-2011	07-12-2011	09-12-2011		
Aluminium (Al)	*	*	0,03	0,0530	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,0310	0,170	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Arsenic (As)	0,01	0,01	0,001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Baryum (Ba)	1	1	0,030	-	-	-	ND	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calcium (Ca)	*	*	2	9,44	71,1	6,58	6,38	18,5	13,6	14,6	10,5	3,97	3,61	ND	4,11	4,53	4,52	26,4	6,26	37,5	36,1			
Cadmium (Cd)	0,005	0,005	0,0008	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chrome total (Cr)	0,05	0,05	0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cobalt (Co)	*	*	0,02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cuivre (Cu)	1,0	1,0	0,003	0,108	0,0123	0,0106	0,00910	0,0110	0,00680	ND	0,207	0,146	0,0575	ND	0,0166	ND	0,00720	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fer dissous (Fe)	*	0,3	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Potassium (K)	*	*	1	1,30	1,68	ND	ND	2,24	1,06	2,14	ND	1,01	ND	1,19	ND	ND	ND	ND	2,56	1,31	3,43			
Magnésium (Mg)	*	*	2	5,33	14,0	3,27	3,27	7,80	5,68	5,98	4,45	2,16	ND	ND	2,49	2,72	2,73	7,39	2,34	14,1	19,8			
Manganèse dissous (Mn)	*	0,05	0,005	ND	ND	0,0344	0,0321	0,00900	ND	0,0241	ND	ND	ND	0,00610	ND	ND	ND	ND	0,102	0,0322	0,0201			
Molybdène (Mo)	*	*	0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Sodium (Na)	*	200	2	24,30	15,6	6,33	6,05	60,0	17,2	37,0	12,8	7,67	5,74	178	5,37	13,7	13,5	4,76	150	14,8	210			
Nickel (Ni)	*	*	0,002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,00220	ND	ND	ND	ND	ND
Plomb (Pb)	0,01	0,01	0,001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,00160	ND	ND	0,00670	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Silicium (Si)	*	*	2	3,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,55	2,95	5,30	3,38			
Zinc (Zn)	*	5	0,003	0,0123	0,0156	0,00860	0,00770	0,00720	0,00750	0,00760	0,00620	0,0212	0,00780	0,00360	0,0106	0,00650	0,00650	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Autres composés inorganiques																								
Alcalinité totale	*	*	5	90	238	58	58	88	204	86	86	40	32	106	36	60	56	120	210	184	210			
Bicarbonates	*	*	5	90	238	58	58	88	204	86	86	40	32	106	36	60	56	120	210	184	210			
Chlorures (Cl)	*	250	0,2	12,2	19,9	5,4	5,2	105	20,5	60	15,1	6,4	6,2	191	6,2	9,2	9,1	7,2	157	15,8	342			
Carbone organique total (COT)	*	*	1	3,0	5,7	3,0	2,9	1,7	2,8	1,5	2,6	2,9	3,2	2,5	2,4	2,6	2,9	2,5	4,3	4,1	6,2			
Dureté totale (mgCaCO ₃)	*	80-200 ⁽³⁾⁽⁴⁾	5	72	234	44	48	100	78	82	64	30	48	28	42	46	42	122	44	186	194			
Fluorures totaux	1,5	1,5	0,05	0,18	0,15	0,11	0,12	0,14	0,12	0,17	0,11	0,12	0,11	0,88	0,11	0,16	0,16	0,09	0,68	0,21	0,42			
Nitrate (N-NO ³)	*	*	0,05	0,61	1,21	0,38	<0,05	ND	1,25	ND	0,72	0,52	0,66	0,41	0,44	0,41	0,41	ND	ND	ND	ND			
Nitrite (N-NO ²)	1	*	0,01	ND	ND	ND	<0,01	ND	ND	ND	ND	ND												
Nitrate + Nitrite	10	10	0,05	0,61	1,21	0,38	<0,05	ND	1,25	ND	0,72	0,52	0,66	0,41	0,44	0,41	0,41	ND	ND	ND	ND			
Phosphore total (P-PO ₄ ³⁻)	*	*	0,02	0,05	ND	0,09	<0,02	ND	0,02	0,04	ND	0,02	ND	0,09	ND	ND	0,02	ND	0,23	ND	ND			
Solides totaux dissous	*	500	5	212	289	58	59	234	125	168	88	54	57	463	49	69	72	130	469	227	706			
Sulfates	*	500	0,5	7,3	5,4	3,1	3,0	5,6	8,2	7,2	6,3	2,7	3,0	3,1	4,1	4,1	4,2	10,1	5,6	17,4	10,1			
Sulfures (H ₂ S)	*	0,05	0,01	ND	ND	ND	<0,01	ND	ND	ND	ND	0,01	ND	0,13	ND	ND	ND	0,01	0,01	ND	ND			

Légende :

LDR : Limite de détection rapportée. La limite de détection rapportée est parfois différente pour certains échantillons, voir les certificats d'analyses.

* : Aucun critère disponible.

- : Non analysé.

ND : Non détecté.

Notes :

⁽¹⁾ : Les normes de potabilité présentées dans ce tableau sont tirées des tableaux 6-1 et 6-2 du *Guide de conception des installations de production d'eau potable - Volume 1 et du Règlement sur la qualité de l'eau potable*(RQEP) du MDDEP.

⁽²⁾ : En l'absence de normes du RQEP, les recommandations de potabilité sont issues des *Recommandations pour la qualité de l'eau au Canada - Tableau Sommaire*(Santé Canada, 2008).

⁽³⁾ : Seules les valeurs hors de l'intervalle d'acceptabilité sont notées en gras.

⁽⁴⁾ : Le degré de dureté de l'eau potable peut être classé comme suit, en fonction de la concentration de carbonate de calcium (CaCO₃) : eau douce, de 0 à <60 mg/L ; eau modérément dure, de 60 à <120 mg/L ; eau dure, de 120 à <180 mg/L ; eau très dure < 180 mg/L

TABLEAU 5-4

RÉSULTATS ANALYTIQUES DES EAUX DE SURFACE - HP C₁₀-C₅₀, HAP ET COV

Paramètres (µg/L)	Critères d'eau de surface pour la prévention de la contamination ⁽¹⁾	LDR	Site Haldimand							Site Tar Point	
			SURFH-11-01	SURFH-11-02	SURFH-11-03	SURFH-11-04	SURFH-11-05	DUPH-11-05 (Duplicata de SURFH-11-05)	SURFH-11-06	SURFT-11-01	SURFT-11-02
			12-12-2011	12-12-2011	12-12-2011	17-10-2012	8-02-2012	8-02-2012	28-10-2012	12-12-2011	12-12-2011
Hydrocarbures pétroliers (HP) C₁₀-C₅₀	*	100	260	220	160	ND	140	ND	ND	170	200
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)											
Acénaphthène	670	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Acénaphthylène	*	0,1	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Anthracène	8 300	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzo(a)anthracène ⁽²⁾	0	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzo(b+j+k)fluoranthène ⁽²⁾	0	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzo(a)pyrène ⁽²⁾	*	0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzo(e)pyrène	*	0,01	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzo(c)phénanthrène	*	0,1	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzo(g,h,i)pérylrène	*	0,1	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chrysène ⁽²⁾	0,0038	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Dibenzo(a,h)anthracène ⁽²⁾	0,0038	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Dibenzo(a,l)pyrène ⁽²⁾	*	0,1	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Dibenzo(a,i)pyrène ⁽²⁾	*	0,1	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Dibenzo(a,h)pyrène ⁽²⁾	*	0,1	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Diméthyl-7,12 benzo(a)anthracène	*	0,1	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fluoranthène	130	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fluorène	1 100	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Indéno(1,2,3-cd)pyrène ⁽²⁾	0,0038	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Méthyl-3 cholanthrène	*	0,1	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Naphtalène	100	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Phénanthrène	*	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Pyrène	830	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1-méthylnaphtalène	*	0,1	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2-méthylnaphtalène	600	0,1	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,3-diméthylnaphtalène	*	0,1	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,3,5-triméthylnaphtalène	*	0,1	ND	-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
HAP totaux	0,000038	0,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Composés organiques volatiles (COV)											
Benzène	2	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Toluène	700	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Éthylbenzène	530	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Xylènes Totaux	500	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chlorobenzène	130	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-Dichlorobenzène	420	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,3-Dichlorobenzène	320	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,4-Dichlorobenzène	63	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Styrène	2	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chloroforme	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chlorure de vinyle	*	0,7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-Dichloroéthane	0,38	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1-Dichloroéthène	14	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-Dichloroéthène (cis+trans)	50	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-Dichloroéthène (trans)	50	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Dichlorométhane	4,6	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	158	ND	ND	ND
1,2-Dichloropropane	0,5	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,3-Dichloropropane	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,3-Dichloropropène (cis+trans)	0,3	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1,2,2-Tétrachloroéthane	1	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Tétrachloroéthène	0,7	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	0,8	ND	ND	ND
Tétrachlorure de Carbone	*	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1,1-Trichloroéthane	200	1,0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,1,2-Trichloroéthane	0,59	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Trichloroéthène	2,5	0,3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Légende :

LDR : Limite de détection rapportée. La limite de détection rapportée est parfois différente pour certains échantillons, voir les certificats d'analyses.

* : Aucun critère disponible.

- : Non analysé.

ND : Non détecté.

Notes :⁽¹⁾ : Les critères sont ceux pour la prévention de la contamination (eau et organismes aquatiques) et proviennent du MDDEP http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp (2009).⁽²⁾ : Ces HAP, en plus du 7H-dibenzo(c,g)carbazole, du dibenzo(a,e)pyrène, du dibenzo(a,h)acridine, dibenzo(a,j)acridine et du 5-méthylchrysène, sont à considérer lors de l'évaluation du respect des critères de prévention de la contamination de l'eau ou des organismes aquatiques pour les HAP totaux.

TABLEAU 5-5

RÉSULTATS ANALYTIQUES DES EAUX DE SURFACE - MÉTAUX ET COMPOSÉS INORGANIQUES

Paramètres (mg/L)	Critères d'eau de surface pour la prévention de la contamination ⁽¹⁾	LDR	Site Haldimand								Site Tar Point	
			SURFH-11-01	DUPH-11-01 (Duplicata de SURFH-11-01)	SURFH-11-02	SURFH-11-03	SURFH-11-04	SURFH-11-05	DUPH-11-05 (Duplicata de SURFH-11-05)	SURFH-11-06	SURFT-11-01	SURFT-11-02
Date d'échantillonnage			12-12-2011	12-12-2011	12-12-2011	12-12-2011	18-10-2012	8-02-2012	8-02-2012	28-10-2012	12-12-2011	12-12-2011
Métaux												
Aluminium (Al)	0,1	0,03	0,095	0,081	0,075	0,115	0,178	ND	ND	0,035	0,086	0,083
Arsenic (As)	0,0003	0,001	ND	ND	0,001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cadmium (Cd)	0,01	0,0005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chrome total (Cr)	0,05	0,005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cobalt (Co)	*	0,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cuivre (Cu)	1	0,003	0,015	0,011	ND	ND	0,007	ND	ND	ND	0,013	0,012
Plomb (Pb)	0,01	0,001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Manganèse (Mn dissous)	0,1	0,005	ND	ND	0,09	0,02	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Molybdène (Mo)	0,04	0,005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nickel (Ni)	0,1	0,002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Silicium	*	2	2,0	2,4	2,4	1,4	3,0	3,0	3,0	3,0	1,6	1,6
Sodium (Na)	200	2	5,40	5,8	5,1	35	8,21	5,85	5,97	5,12	4,3	4,5
Zinc (Zn)	7	0,003	ND	ND	ND	ND	0,0136	0,0032	ND	0,0043	ND	ND
Fer (Fe dissous)	0,3	0,05	ND	ND	0,17	0,14	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Magnésium (Mg)	*	2	6	3	4	6	ND	2,91	3,01	ND	6	4
Potassium (K)	*	1	0,5	0,5	0,7	1,6	1,63	ND	ND	ND	0,4	0,4
Calcium (Ca)	*	2	8	10	10	17	2,55	7,3	7,03	2,33	19	23
Composés inorganiques												
Alcalinité totale	*	5	28	34	40	52	30	38	42	20	66	64
Bicarbonates	*	5	28	34	40	52	30	38	42	20	66	64
Chlorures (Cl)	250	0,2	10,5	10,8	5,3	74	9,4	8	8,3	5,2	7,8	8,7
Carbone organique total (COT)	*	1	3,1	-	2,5	3,5	10,4	3,2	3,2	3,0	2,2	2,3
Dureté totale (mgCaCO ₃)	*	5	44	38	42	68	44	50	52	34	74	76
Fluorures totaux	2	0,05	0,09	0,10	0,08	0,06	0,09	0,06	0,07	0,10	0,07	0,08
Nitrate (N-NO ³⁻)	10	0,05	0,20	0,16	0,16	0,22	0,56	0,25	0,22	ND	0,23	0,23
Nitrite (N-NO ²⁻)	1	0,010	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nitrate + Nitrite	11	0,05	0,20	0,16	0,16	0,22	0,56	0,25	0,22	ND	0,23	0,23
Phosphore total (P-PO ₄ ³⁻)	*	0,02	0,05	0,03	0,09	0,04	0,02	ND	ND	0,04	ND	ND
Solides totaux dissous	*	5	56	85	59	166	70	205	99	156	104	89
Sulfates	500	0,5	4,4	4,4	2,5	9,7	3,5	3,3	3,9	3,6	3,9	4,3
Sulfures (H ₂ S)	*	0,01	ND	0,02	ND	ND	ND	0,02	0,01	0,02	ND	ND

Légende :

LDR : Limite de détection rapportée. La limite de détection rapportée est parfois différente pour certains échantillons, voir les certificats d'analyses.

* : Aucun critère disponible.

- : Non analysé.

ND : Non détecté.

Notes :⁽¹⁾ : Les critères sont ceux pour la prévention de la contamination (eau et organismes aquatiques) et proviennent du MDDEP http://www.mddep.gov.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp (2009).

TABLEAU 5-6 (1 DE 5)

RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE D'ÉCHANTILLONNAGE RÉALISÉE PAR LNA EN 2008

Paramètres	RQEP ⁽¹⁾	Recommandations Santé Canada ⁽²⁾																	
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	0	*	37	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	21	<1	
Coliformes totaux (UFC/100ml)	10	10	-	-	-	-	-	28	20	<1	9	11	8	-	<1	-	-	>80	
Bactéries atypiques (UFC/Mem.)	200	*	>200	>200	>200	>200	>200	51	17	<1	4	3	1	>200	<1	>200	>200	77	
Entérocoques (UFC/100ml)	0	*	>100	33	2	1	53	1	<1	<1	-	-	<1	33	<1	-	>100	-	
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) (mg/L)	*	*	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	-
Cuivre (mg/l)	1	1	0,0043	0,003	0,01	N/D	N/D	0,1	0,04	0,044	0,006	N/D	0,0051	0,21	0,011	0,041	0,012	0,034	
Fer (mg/L)	*	0,3	N/D	0,44	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	0,28	N/D	N/D	N/D	N/D	0,2	N/D	N/D	
Manganèse (mg/L)	*	0,05	N/D	0,009	0,0033	N/D	N/D	N/D	N/D	0,047	0,088	0,028	N/D	N/D	0,013	0,0043	N/D	N/D	
Sodium (mg/L)	*	200	12	32	31	16	23	24	23	120	120	86	22	23	49	12	14	16	
Dureté totale (mg/L CaCO ₃)	*	80-200 ⁽³⁾⁽⁵⁾	32	27	29	40	46	49	41	140	96	63	86	68	76	34	47	30	
Sulfure (mg/L)	*	0,05	N/D	-	-	-	-	N/D	-	N/D	-	N/D	N/D	-	-	N/D	0,06	-	
Conductivité (mmhos/cm)	*	1,5	0,11	0,19	0,2	0,15	0,21	0,22	0,2	0,93	0,9	0,65	0,12	0,22	0,41	0,12	0,16	0,15	
Couleur vraie (UCV)	*	15	23	-	-	-	-	2	-	2	-	N/D	5	-	-	4	3	-	
pH	*	6,5-8,5 ⁽³⁾	7,1	6,7	6,5	6,6	6,2	6,3	6,4	6,8	6,5	6,7	6,8	6,6	6,5	6,9	7,5	6,6	
Turbidité (NTU)	< 5 ⁽⁴⁾	*	8,9	6,3	7,7	-	4,6	0,8	0,2	0,8	2,3	2,3	2,1	17	4,9	2,8	0,6	0,8	
Absorbance a 254 nm (/cm)	*	*	0,19	-	-	-	-	0,017	-	0,012	-	0,014	0,032	-	-	0,038	0,025	-	
Alcalinité totale (en Ca CO ₃) (mg/L)	*	*	46	-	-	-	-	34	-	48	-	48	34	-	-	42	44	-	
Solides totaux dissous (mg/L)	*	<500	67	-	-	-	-	110	-	520	-	320	64	-	-	130	110	-	

Légende : - = Non analysé ; N/D = Non détecté ; * Paramètre ne faisant pas à ce jour l'objet d'une norme ou recommandation

Notes :

⁽¹⁾ : Les normes de potabilité présentées dans ce tableau sont tirées des tableaux 6-1 et 6-2 du *Guide de conception des installations de prod*

⁽²⁾ : En l'absence de normes du RQEP, les recommandations de potabilité sont issues des *Recommandations pour la qualité de l'eau au Canada - Tableau Sommaire*(Santé Canada, 2008).

⁽³⁾ : Seules les valeurs hors de l'intervalle d'acceptabilité sont notées en bleu.

⁽⁴⁾ : Le critère indiqué est celui du RQEP pour une eau ne subissant aucun traitement.

⁽⁵⁾ : Le degré de dureté de l'eau potable peut être classé comme suit, en fonction de la concentration de carbonate de calcium (CaCO₃) : eau douce, de 0 à <60 mg/L ; eau modérément dure, de 60 à <120 mg/L ; eau dure, de 120 à <180 mg/L ; eau très dure, 180 mg/L et plus. Pour une dureté totale > 200 mg CaCO₃/L, l'eau est considérée de qualité médiocre, mais tolérée par les consommateurs. Pour une dureté totale > 500 mg CaCO₃/L, l'eau est considérée de qualité inacceptable pour la plupart des usages domestiques (Santé Canada, 1979).

TABLEAU 5-6 (2 DE 5)

RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE D'ÉCHANTILLONNAGE RÉALISÉE PAR LNA EN 2008

Paramètres	RQEP ⁽¹⁾	Recommandations Santé Canada ⁽²⁾													
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	0	*	<1	<1	<1	<1	2	<1	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Coliformes totaux (UFC/100ml)	10	10	78	16	1	18	-	28	-	1	28	21	39	<1	13
Bactéries atypiques (UFC/Mem.)	200	*	<1	<1	3	47	>200	<1	>200	8	21	16	19	130	8
Entérocoques (UFC/100ml)	0	*	-	1	-	<1	24	-	>100	<1	<1	-	-	-	1
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) (mg/L)	*	*	-	N/D	N/D	N/D	N/D	-	N/D	N/D	N/D	-	N/D	-	N/D
Cuivre (mg/l)	1	1	N/D	0,0087	N/D	0,0037	0,0035	0,0064	0,011	0,043	0,013	N/D	N/D	0,0074	0,0042
Fer (mg/L)	*	0,3	1,3	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	0,28	N/D	N/D
Manganèse (mg/L)	*	0,05	0,022	N/D	N/D	0,013	0,019	0,0094	N/D	0,0049	0,0034	0,0032	0,016	N/D	N/D
Sodium (mg/L)	*	200	140	13	9,4	7,6	110	51	12	110	19	34	13	11	10
Dureté totale (mg/L CaCO ₃)	*	80-200 ⁽³⁾⁽⁵⁾	5	43	120	34	62	36	35	30	22	33	24	58	38
Sulfure (mg/L)	*	0,05	-	-	N/D	-	N/D	-	-	-	N/D	-	0,04	-	N/D
Conductivité (mmhos/cm)	*	1,5	0,76	0,14	0,31	0,1	0,64	0,36	-	0,55	0,13	0,25	0,11	0,19	0,12
Couleur vraie (UCV)	*	15	-	-	N/D	-	5	-	-	-	2	-	7	-	5
pH	*	6,5-8,5 ⁽³⁾	7,8	6,2	7,4	6,1	7	6,5	-	7,4	6,6	6,7	6,5	7,1	6,8
Turbidité (NTU)	< 5 ⁽⁴⁾	*	220	1,7	0,2	7,3	23	1,5	13	1	0,8	0,7	11	0,4	2,1
Absorbance à 254 nm (/cm)	*	*	-	-	0,011	-	0,17	-	-	-	0,017	-	0,083	-	0,032
Alcalinité totale (en Ca CO ₃) (mg/L)	*	*	-	-	150	-	40	-	-	-	26	-	40	-	34
Solides totaux dissous (mg/L)	*	<500	-	-	160	-	330	-	-	-	59	-	110	-	64

Légende : - = Non analysé ; N/D = Non détecté ; * Paramètre ne faisant pas à ce jour l'objet d'une norme ou recommandation

Notes :

⁽¹⁾ : Les normes de potabilité présentées dans ce tableau sont tirées des tableaux 6-1 et 6-2 du *Guide de conception des installations de production d'eau*.

⁽²⁾ : En l'absence de normes du RQEP, les recommandations de potabilité sont issues des *Recommandations pour la qualité de l'eau au Canada - Tableau Sommaire* (Santé Canada, 2008).

⁽³⁾ : Seules les valeurs hors de l'intervalle d'acceptabilité sont notées en bleu.

⁽⁴⁾ : Le critère indiqué est celui du RQEP pour une eau ne subissant aucun traitement.

⁽⁵⁾ : Le degré de dureté de l'eau potable peut être classé comme suit, en fonction de la concentration de carbonate de calcium (CaCO₃) : eau douce, de 0 à <60 mg/L ; eau modérément dure, de 60 à <120 mg/L ; eau dure, de 120 à <180 mg/L ; eau très dure, 180 mg/L et plus. Pour une dureté totale > 200 mg CaCO₃/L, l'eau est considérée de qualité médiocre, mais tolérée par les consommateurs. Pour une dureté totale > 500 mg CaCO₃/L, l'eau est considérée de qualité inacceptable pour la plupart des usages domestiques (Santé Canada, 1979).

TABLEAU 5-6 (3 DE 5)

RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE D'ÉCHANTILLONNAGE RÉALISÉE PAR LNA EN 2008

Paramètres	RQEP ⁽¹⁾	Recommandations Santé Canada ⁽²⁾																		
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	0	*	<1	<1	5	<1	<1	<1	<1	<1	4	<1	<1	43	<1	<1	<1	1	<1	54
Coliformes totaux (UFC/100ml)	10	10	18	4	-	-	-	20	-	-	-	-	2	-	2	1	6	-	11	-
Bactéries atypiques (UFC/Mem.)	200	*	18	110	>200	>200	>200	47	>200	>200	>200	>200	<1	>200	12	15	2	>200	27	>200
Entérocoques (UFC/100ml)	0	*	<1	1	-	21	>100	1	78	13	96	1	-	41	-	-	-	-	1	-
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) (mg/L)	*	*	-	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	-	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	-	N/D
Cuivre (mg/l)	1	1	0,24	0,014	0,0093	0,011	0,0099	N/D	N/D	0,037	0,02	0,023	0,0059	0,015	0,0033	0,0058	0,016	N/D	N/D	0,0085
Fer (mg/L)	*	0,3	N/D	N/D	0,63	0,19	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	0,13	N/D	0,95
Manganèse (mg/L)	*	0,05	0,011	N/D	0,047	0,19	0,012	0,029	N/D	0,004	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	0,0051	N/D	0,056
Sodium (mg/L)	*	200	18	9,9	9,8	25	21	43	8,3	9	7,2	8,4	8,5	7,8	11	6,5	18	9,9	12	11
Dureté totale (mg/L CaCO ₃)	*	80-200 ⁽³⁾⁽⁵⁾	36	42	26	63	39	63	32	51	23	23	24	38	24	19	60	30	42	43
Sulfure (mg/L)	*	0,05	0,04	N/D	0,11	-	N/D	-	N/D	-	0,02	-	N/D	-	N/D	-	N/D	N/D	-	N/D
Conductivité (mmhos/cm)	*	1,5	0,15	0,14	0,14	0,3	0,16	0,31	0,099	0,14	0,079	0,08	0,096	0,11	0,14	0,082	0,21	0,11	0,14	0,14
Couleur vraie (UCV)	*	15	4	N/D	9	-	13	-	3	-	7	-	N/D	-	N/D	N/D	N/D	33	-	45
pH	*	6,5-8,5 ⁽³⁾	6,8	6,4	6,7	7,6	7,2	7,9	6,6	7,1	6,6	6,5	6,7	6,8	6,7	6,8	6,8	6,7	7,4	7,3
Turbidité (NTU)	< 5 ⁽⁴⁾	*	10	0,2	32	88	5,5	0,7	0,7	1	14	0,9	0,8	0,3	0,5	0,4	0,2	74	2,8	120
Absorbance à 254 nm (1/cm)	*	*	0,084	0,019	0,21	-	0,087	-	0,023	-	0,11	-	0,01	-	0,009	0,006	0,013	0,55	-	0,79
Alcalinité totale (en Ca CO ₃) (mg/L)	*	*	32	38	26	-	46	-	30	-	26	-	36	-	36	28	76	42	-	20
Solides totaux dissous (mg/L)	*	<500	85	72	140	-	89	-	88	-	55	-	56	-	110	38	160	94	-	220

Légende : - = Non analysé ; N/D = Non détecté ; * Paramètre ne faisant pas à ce jour l'objet d'une norme ou recommandation

Notes :

⁽¹⁾ : Les normes de potabilité présentées dans ce tableau sont tirées des tableaux 6-1 et 6-2 du *Guide de conception des installations de production d'eau potable - Volume 1* du *Règlement sur la qualité de l'eau potable* (RQEP) du MDDEP.

⁽²⁾ : En l'absence de normes du RQEP, les recommandations de potabilité sont issues des *Recommandations pour la qualité de l'eau au Canada - Tableau Sommaire* (Santé Canada, 2008).

⁽³⁾ : Seules les valeurs hors de l'intervalle d'acceptabilité sont notées en bleu.

⁽⁴⁾ : Le critère indiqué est celui du RQEP pour une eau ne subissant aucun traitement.

⁽⁵⁾ : Le degré de dureté de l'eau potable peut être classé comme suit, en fonction de la concentration de carbonate de calcium (CaCO₃) : eau douce, de 0 à <60 mg/L ; eau modérément dure, de 60 à <120 mg/L ; eau dure, de 120 à <180 mg/L ; eau très dure, 180 mg/L et plus. Pour une dureté totale > 200 mg CaCO₃/L, l'eau est considérée de qualité médiocre, mais tolérée par les consommateurs. Pour une dureté totale > 500 mg CaCO₃/L, l'eau est considérée de qualité inacceptable pour la plupart des usages domestiques (Santé Canada, 1979).

TABLEAU 5-6 (4 DE 5)

RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE D'ÉCHANTILLONNAGE RÉALISÉE PAR LNA EN 2008

Paramètres	RQEP ⁽¹⁾	Recommandations Santé Canada ⁽²⁾																							
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	0	*	7	3	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	54	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	
Coliformes totaux (UFC/100ml)	10	10	-	-	-	-	<1	1	<1	-	23	-	-	5	-	12	10	<1	-	24	<1	1	<1	-	
Bactéries atypiques (UFC/Mem.)	200	*	>200	>200	>200	>200	<1	11	<1	>200	38	>200	>200	<1	>200	1	8	2	>200	8	<1	<1	<1	>200	
Entérocoques (UFC/100ml)	0	*	53	-	11	14	<1	<1	<1	<1	<1	46	<1	1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2	
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) (mg/L)	*	*	N/D	N/D	N/D	-	-	N/D	N/D	N/D	-	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	170	N/D
Cuivre (mg/l)	1	1	0,004	N/D	N/D	N/D	0,0038	N/D	N/D	0,0096	N/D	0,06	0,016	0,0031	N/D	N/D	N/D	0,0042	N/D	N/D	0,015	N/D	N/D	N/D	
Fer (mg/L)	*	0,3	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	0,63	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	
Manganèse (mg/L)	*	0,05	0,011	N/D	0,0045	0,029	0,013	N/D	0,085	0,011	0,0061	0,054	N/D	N/D	0,01	N/D	N/D	N/D	0,012	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	
Sodium (mg/L)	*	200	10	6,8	10	11	36	4,6	28	6,4	6,7	8,3	11	7,4	5,3	4,8	5,4	10	7,1	7,3	5,9	6,2	6,5	8,9	
Dureté totale (mg/L CaCO ₃)	*	80-200 ⁽³⁾⁽⁵⁾	57	36	49	55	53	46	89	53	60	67	79	84	44	33	35	38	51	36	39	33	59	60	
Sulfure (mg/L)	*	0,05	-	-	0,04	-	N/D	N/D	0,08	-	-	-	-	0,03	N/D	N/D	-	-	-	-	N/D	-	N/D	-	
Conductivité (mmhos/cm)	*	1,5	0,15	0,11	0,14	0,14	0,25	0,12	0,29	0,13	0,17	0,17	0,21	0,19	0,11	0,086	0,091	0,081	0,13	0,11	0,11	0,097	0,14	0,16	
Couleur vraie (UCV)	*	15	-	-	4	-	N/D	N/D	N/D	-	3	-	-	N/D	N/D	N/D	-	-	-	-	N/D	-	N/D	-	
pH	*	6,5-8,5 ⁽³⁾	7,7	6,9	7,7	7,2	7,9	6,9	7,7	6,9	7,4	7,5	6,9	7,4	6,8	6,6	6,8	6,4	7,3	6,3	7	6,5	7,5	7	
Turbidité (NTU)	< 5 ⁽⁴⁾	*	1,5	6,5	6,4	0,8	0,4	0,3	0,3	0,2	0,8	32	0,1	0,7	1,9	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,4	
Absorbance à 254 nm (/cm)	*	*	-	-	0,052	-	0,005	N/D	0,007	-	0,006	-	-	N/D	0,019	N/D	-	-	-	-	0,005	-	0,005	-	
Alcalinité totale (en Ca CO ₃) (mg/L)	*	*	-	-	48	-	120	48	140	-	64	-	-	78	40	28	-	-	-	-	34	-	60	-	
Solides totaux dissous (mg/L)	*	<500	-	-	140	-	140	64	160	-	81	-	-	100	81	45	-	-	-	-	66	-	75	-	

Légende : - = Non analysé ; N/D = Non détecté ; * Paramètre ne faisant pas à ce jour l'objet d'une norme ou recommandation

Notes :

⁽¹⁾ : Les normes de potabilité présentées dans ce tableau sont tirées des tableaux 6-1 et 6-2 du *Guide de conception des installations de production d'eau potable - Volume 1* et du *Règlement sur la qualité de l'eau potable* (RQEP) du MDDEP.

⁽²⁾ : En l'absence de normes du RQEP, les recommandations de potabilité sont issues des *Recommandations pour la qualité de l'eau au Canada - Tableau Sommaire* (Santé Canada, 2008).

⁽³⁾ : Seules les valeurs hors de l'intervalle d'acceptabilité sont notées en bleu.

⁽⁴⁾ : Le critère indiqué est celui du RQEP pour une eau ne subissant aucun traitement.

⁽⁵⁾ : Le degré de dureté de l'eau potable peut être classé comme suit, en fonction de la concentration de carbonate de calcium (CaCO₃) : eau douce, de 0 à <60 mg/L ; eau modérément dure, de 60 à <120 mg/L ; eau dure, de 120 à <180 mg/L ; eau très dure, 180 mg/L et plus. Pour une dureté totale > 200 mg CaCO₃/L, l'eau est considérée de qualité médiocre, mais tolérée par les consommateurs. Pour une dureté totale > 500 mg CaCO₃/L, l'eau est considérée de qualité inacceptable pour la plupart des usages domestiques (Santé Canada, 1979).

TABLEAU 5-6 (5 DE 5)

RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE D'ÉCHANTILLONNAGE RÉALISÉE PAR LNA EN 2008

Paramètres	RQEP ⁽¹⁾	Recommandations Santé Canada ⁽²⁾																				
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	0	*	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	4	<1	14	<1	<1	<1	<1
Coliformes totaux (UFC/100ml)	10	10	-	<1	2	-	-	-	7	-	-	<1	<1	5	42	-	3	-	<1	<1	<1	
Bactéries atypiques (UFC/Mem.)	200	*	>200	<1	<1	>200	>200	>200	11	>200	>200	3	<1	32	<1	>200	31	>200	>200	<1	<1	<1
Entérocoques (UFC/100ml)	0	*	<1	<1	<1	<1	30	2	<1	3	<1	<1	<1	<1	<1	3	<1	7	<1	<1	-	-
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) (mg/L)	*	*	-	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	-	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Cuivre (mg/l)	1	1	N/D	0,01	N/D	N/D	0,0041	0,014	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	0,013	0,005	N/D	N/D	0,013	0,003	0,0037
Fer (mg/L)	*	0,3	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Manganèse (mg/L)	*	0,05	N/D	N/D	0,031	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	0,0043	0,005	0,015	N/D	N/D	0,0056	N/D	N/D	N/D
Sodium (mg/L)	*	200	7,4	4,6	14	4,7	38	4,9	4,9	4,8	6,2	24	8,1	49	9,2	18	5,9	9,9	16	4,3	5,7	5,7
Dureté totale (mg/L CaCO ₃)	*	80-200 ⁽³⁾⁽⁵⁾	59	19	86	27	50	36	54	26	50	43	24	11	50	37	38	170	170	33	150	160
Sulfure (mg/L)	*	0,05	0,02	-	N/D	-	-	0,04	-	0,04	-	-	-	-	-	N/D	-	-	-	N/D	N/D	N/D
Conductivité (mmhos/cm)	*	1,5	0,15	0,057	0,12	0,075	0,23	0,096	0,12	0,072	0,12	0,21	0,082	0,22	0,13	0,2	0,094	0,37	0,38	0,086	0,31	0,34
Couleur vraie (UCV)	*	15	N/D	-	2	-	-	3	-	3	-	-	-	-	-	11	-	-	-	N/D	N/D	N/D
pH	*	6,5-8,5 ⁽³⁾	7,7	6,5	8	7,3	6,6	7	7,4	7	7,2	7,1	6,7	8,7	6,7	7,7	6,7	7,4	7,2	7,1	7,6	7,7
Turbidité (NTU)	< 5 ⁽⁴⁾	*	0,4	0,1	0,7	0,1	0,8	0,8	0,9	8,7	24	0,3	0,2	2,9	0,5	63	0,5	37	5,8	0,6	0,1	N/D
Absorbance à 254 nm (/cm)	*	*	0,005	-	0,007	-	-	0,006	-	0,064	-	-	-	-	-	0,35	-	-	-	0,007	0,012	0,008
Alcalinité totale (en Ca CO ₃) (mg/L)	*	*	56	-	48	-	-	32	-	26	-	-	-	-	-	96	-	-	-	36	150	160
Solides totaux dissous (mg/L)	*	<500	120	-	65	-	-	81	-	67	-	-	-	-	-	130	-	-	-	52	260	180

Légende : - = Non analysé ; N/D = Non détecté ; * Paramètre ne faisant pas à ce jour l'objet d'une norme ou recommandation

Notes :

⁽¹⁾ : Les normes de potabilité présentées dans ce tableau sont tirées des tableaux 6-1 et 6-2 du *Guide de conception des installations de production d'eau potable - Volume 1* et du *Règlement sur la qualité de l'eau potable* (RQEP) du MDDEP.

⁽²⁾ : En l'absence de normes du RQEP, les recommandations de potabilité sont issues des *Recommandations pour la qualité de l'eau au Canada - Tableau Sommaire* (Santé Canada, 2008).

⁽³⁾ : Seules les valeurs hors de l'intervalle d'acceptabilité sont notées en bleu.

⁽⁴⁾ : Le critère indiqué est celui du RQEP pour une eau ne subissant aucun traitement.

⁽⁵⁾ : Le degré de dureté de l'eau potable peut être classé comme suit, en fonction de la concentration de carbonate de calcium (CaCO₃) : eau douce, de 0 à <60 mg/L ; eau modérément dure, de 60 à <120 mg/L ; eau dure, de 120 à <180 mg/L ; eau très dure, 180 mg/L et plus. Pour une dureté totale > 200 mg CaCO₃/L, l'eau est considérée de qualité médiocre, mais tolérée par les consommateurs. Pour une dureté totale > 500 mg CaCO₃/L, l'eau est considérée de qualité inacceptable pour la plupart des usages domestiques (Santé Canada, 1979).

TABLEAU 5-7

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE D'ÉCHANTILLONNAGE DE 2008

Paramètres	RQEP ⁽¹⁾	Recommandations Santé Canada ⁽²⁾	Nombre d'échantillons dépassant la norme ou la recommandation	Nombre d'échantillons analysés sur 89 résidences	Pourcentage de dépassement de la norme ou la recommandation	Concentration minimum	Concentration maximum
<i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	0	*	13	89	15%	<1	54
Coliformes totaux (UFC/100ml)	10	10	18	50	36%	<1	>80
Bactéries atypiques (UFC/Mem.)	200	*	39	89	44%	<1	>200
Entérocoques (UFC/100ml)	0	*	20	69	29%	<1	>100
Hydrocarbures pétroliers (C ₁₀ -C ₅₀) (mg/L)	*	*	-	76	-	N/D	170
Cuivre (mg/L)	1	1	0	89	0%	N/D	1
Fer (mg/L)	*	0,3	5	89	6%	N/D	5
Manganèse (mg/L)	*	0,05	5	89	6%	N/D	5
Sodium (mg/L)	*	200	0	89	0%	4,3	200
Dureté totale (mg/L CaCO ₃)	*	80-200 ⁽³⁾⁽⁵⁾	78	89	88%	5	170
Sulfure (mg/L)	*	0,05	3	40	8%	N/D	3
Conductivité (mmhos/cm)	*	1,5	0	88	0%	0,057	1,5
Couleur vraie (UCV)	*	15	3	42	7%	N/D	45
pH	*	6,5-8,5 ⁽³⁾	8	88	9%	6,1	8,7
Turbidité (NTU)	< 5 ⁽⁴⁾	*	24	88	27%	N/D	220
Absorbance à 254 nm (/cm)	*	*	-	42	-	0,005	0,79
Alcalinité totale (en Ca CO ₃) (mg/L)	*	*	-	42	-	20	160
Solides totaux dissous (mg/L)	*	<500	1	42	2%	38	520

TABLEAU 5-8 (1 DE 3)

COMPARAISON DES CAMPAGNES D'ÉCHANTILLONNAGE DE 2008 ET 2011-12

Paramètres	RQEP ⁽¹⁾	Recommandations Santé Canada ⁽²⁾	PPH-11-02		PPH-11-03		PPH-11-04		PPH-11-05		PPH-11-06		PPH-11-07		PPH-11-08		PPH-11-09		PPH-11-10		PPH-11-11		PPH-11-13		PPH-11-14		PPH-11-15		PPH-11-16		PPH-11-17	
			2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2011-12	2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2011
			Hydrocarbures pétroliers (C ₁₀ -C ₅₀) (mg/l)	*	*	N/D	N/D	N/D	-	N/D	-	N/D	N/D	N/D	N/D	-	N/D	-	-	-	N/D	-	-	-	N/D	-	-	-	-	N/D	-	N/D
Cuivre (mg/l)	1	1	0,04	0,0139	N/D	N/D	0,01	-	0,044	N/D	0,0093	0,0109	0,011	-	0,02	0,246	0,0074	-	N/D	0,0057	N/D	-	0,014	-	0,0064	0,0313	N/D	-	0,0096	-	N/D	N/D
Fer (mg/L)	*	0,3	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	-	N/D	N/D	0,63	N/D	0,19	-	N/D	N/D	N/D	-	0,13	N/D	N/D	-	N/D	-	N/D	N/D	N/D	-	N/D	-	N/D	N/D
Manganèse (mg/L)	*	0,05	N/D	N/D	N/D	N/D	0,0033	-	0,047	0,0094	0,047	N/D	0,19	-	N/D	N/D	N/D	-	0,0051	N/D	N/D	-	N/D	-	0,0094	0,0058	0,0032	-	0,011	-	0,085	0,094
Sodium (mg/L)	*	200	23	7,97	16	9,27	31	-	120	26,0	9,8	6,46	25	-	7,2	5,14	11	-	9,9	5,75	12	-	9,9	-	51	36,2	34	-	6,4	-	28	29,5
Dureté totale (mg/L CaCO ₃)	*	80-200 ⁽³⁾⁽⁵⁾	41	50	40	64	29	70	140	118	26	28	63	60	23	46	58	84	30	42	42	58	42	78	36	42	33	62	53	52	89	118
Sulfure (mg/l)	*	0,05	-	N/D	-	N/D	-	N/D	N/D	N/D	0,11	N/D	-	N/D	0,02	0,02	-	N/D	N/D	N/D	-	N/D	N/D	N/D	-	N/D	-	N/D	-	N/D	0,08	N/D
Conductivité (mmhos/cm)	*	1,5	0,2	0,07	0,15	0,05	0,2	0,72	0,93	0,57	0,14	0,02	0,3	0,13	0,079	0,05	0,19	0,16	0,11	0,05	0,14	0,12	0,14	0,15	0,36	0,27	0,25	0,07	0,13	0,08	0,29	0,33
pH	*	6,5-8,5 ⁽³⁾	6,4	7,2	6,6	7,11	6,5	7,25	6,8	7,52	6,7	7,23	7,6	7,13	6,6	6,84	7,1	7,25	6,7	7,89	7,4	7,51	6,4	7,48	6,5	7,04	6,7	7,34	6,9	7,18	7,7	7,9
Alcalinité totale (en Ca CO ₃) (mg/l)	*	*	-	44	-	44	-	94	48	64	26	26	-	66	26	38	-	90	42	40	-	66	38	92	-	52	-	44	-	48	140	170
Solides totaux dissous (mg/L)	*	<500	-	65	-	67	-	378	520	381	140	56	-	99	55	38	-	101	94	46	-	61	72	89	-	144	-	57	-	48	160	182

Légende : - = Non analysé; N/D = Non détecté; * Paramètre ne faisant pas à ce jour l'objet d'une norme ou recommandation

Notes :
⁽¹⁾ : Les normes de potabilité présentées dans ce tableau sont tirées des tableaux 6-1 et 6-2 du Guide de conception des installations de production d'eau potable - Volume 1 et du Règlement sur la qualité de l'eau potable (RQEP) du MDDEP

⁽²⁾ : En l'absence de normes du RQEP, les recommandations de potabilité sont issues des Recommandations pour la qualité de l'eau au Canada - Tableau Sommaire (Santé Canada, 2008).

⁽³⁾ : Seules les valeurs hors de l'intervalle d'acceptabilité sont notées en bleu.

⁽⁴⁾ : Le critère indiqué est celui du RQEP pour une eau ne subissant aucun traitement.

⁽⁵⁾ : Le degré de dureté de l'eau potable peut être classé comme suit, en fonction de la concentration de carbonate de calcium (CaCO₃) : eau douce, de 0 à <60 mg/L ; eau modérément dure, de 60 à <120 mg/L ; eau dure, de 120 à <180 mg/L ; eau très dure, 180 mg/L et plus. Pour une dureté totale > 200 mg CaCO₃/L, l'eau est considérée de qualité médiocre, mais tolérée par les consommateurs. Pour une dureté totale > 500 mg CaCO₃/L, l'eau est considérée de qualité inacceptable pour la plupart des usages domestiques (Santé Canada, 1979).

TABLEAU 5-8 (2 DE 3)

COMPARAISON DES CAMPAGNES D'ÉCHANTILLONNAGE DE 2008 ET 2011-12

Paramètres	RQEP ⁽¹⁾	Recommandations Santé Canada ⁽²⁾	PPH-11-18		PPH-11-19		PPH-11-20		PPH-11-22		PPH-11-24		PPH-11-29		PPH-11-31		PPH-11-32		PPH-11-34		PPH-11-41		PPH-11-43		PPH-11-47		PPH-11-51		PPH-11-52	
			2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012
			Hydrocarbures pétroliers (C ₁₀ -C ₅₀) (mg/l)	*	*	N/D	-	N/D	-	N/D	-	-	N/D	N/D	-	N/D	-	-	-	-	-	N/D	-	N/D	-	N/D	-	N/D	-	N/D
Cuivre (mg/l)	1	1	N/D	N/D	0,0031	N/D	0,0042	-	0,0038	-	0,01	0,162	0,0037	-	N/D	-	N/D	0,0116	N/D	N/D	N/D	-	N/D	-	0,0041	-	N/D	N/D	0,006	0,00700
Fer (mg/L)	*	0,3	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	-	N/D	-	N/D	N/D	N/D	-	N/D	-	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	-	N/D	-	N/D	-	N/D	N/D	0,28	N/D
Manganèse (mg/L)	*	0,05	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	-	0,013	-	N/D	N/D	N/D	-	0,0061	-	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	-	0,01	-	N/D	-	0,028	0,092	0,088	0,1290
Sodium (mg/L)	*	200	4,8	3,83	7,4	4,99	10	-	36	-	4,6	3,96	5,7	-	6,7	-	7,4	5,91	8,9	6,07	9,9	-	5,3	-	38	-	86	93,2	120	210
Dureté totale (mg/L CaCO ₃)	*	80-200 ⁽³⁾⁽⁵⁾	33	44	84	104	38	46	53	66	19	80	160	186	60	88	59	78	60	62	170	212	44	62	50	42	63	78	96	212
Sulfure (mg/l)	*	0,05	N/D	N/D	0,03	N/D	-	N/D	N/D	0,03	-	N/D	N/D	N/D	-	N/D	0,02	N/D	-	0,01	-	0,01	N/D	0,01	-	0,02	N/D	N/D	-	0,01
Conductivité (mmhos/cm)	*	1,5	0,086	0,08	0,19	0,15	0,081	0,06	0,25	0,15	0,057	0,02	0,34	0,34	0,17	0,14	0,15	0,13	0,16	0,1	0,37	0,38	0,11	0,09	0,23	0,04	0,65	0,54	0,9	1,4
pH	*	6,5-8,5 ⁽³⁾	6,6	7,82	7,4	7,46	6,4	7,15	7,9	7,5	6,5	7,89	7,7	7,88	7,4	8,07	7,7	7,86	7	7,48	7,4	7,78	6,8	7,27	6,6	7,68	6,7	7,11	6,5	6,7
Alcalinité totale (en Ca CO ₃) (mg/l)	*	*	28	40	78	86	-	36	120	52	-	30	160	194	64	74	56	70	-	64	-	200	40	56	-	40	48	66	-	66
Solides totaux dissous (mg/L)	*	<500	45	48	100	101	-	52	140	124	-	33	180	212	81	101	120	92	-	330	-	226	81	68	-	43	320	335	-	935

Légende : - = Non analysé; N/D = Non détecté; * Paramètre ne faisant pas à ce jour l'objet d'une norme ou recommandation

Notes :

⁽¹⁾ : Les normes de potabilité présentées dans ce tableau sont tirées des tableaux 6-1 et 6-2 du *Guide de conception des installations de production d'eau potable - Volume 1* et du *Règlement sur la qualité de l'eau potable* (RQEP) du MDDEP

⁽²⁾ : En l'absence de normes du RQEP, les recommandations de potabilité sont issues des *Recommandations pour la qualité de l'eau au Canada - Tableau Sommaire* (Santé Canada, 2008).

⁽³⁾ : Seules les valeurs hors de l'intervalle d'acceptabilité sont notées en bleu.

⁽⁴⁾ : Le critère indiqué est celui du RQEP pour une eau ne subissant aucun traitement.

⁽⁵⁾ : Le degré de dureté de l'eau potable peut être classé comme suit, en fonction de la concentration de carbonate de calcium (CaCO₃) : eau douce, de 0 à <60 mg/L ; eau modérément dure, de 60 à <120 mg/L ; eau dure, de 120 à <180 mg/L ; eau très dure, 180 mg/L et plus. Pour une dureté totale > 200 mg CaCO₃/L, l'eau est considérée de qualité médiocre, mais tolérée par les consommateurs. Pour une dureté totale > 500 mg CaCO₃/L, l'eau est considérée de qualité inacceptable pour la plupart des usages domestiques (Santé Canada, 1979).

TABLEAU 5-8 (3 DE 3)

COMPARAISON DES CAMPAGNES D'ÉCHANTILLONNAGE DE 2008 ET 2011-12

Paramètres	RQEP ⁽¹⁾	Recommandations Santé Canada ⁽²⁾	PPH-11-53		PPH-11-54		PPH-11-55		PPH-11-56		PPH-11-57		PPH-11-58		PPH-11-60		PPH-11-62		PPH-11-63		PPH-11-64		PPH-11-65		PPH-11-66			
			2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012
			Hydrocarbures pétroliers (C ₁₀ -C ₅₀) (mg/l)	*	*	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	-	N/D	N/D	N/D	-	N/D	N/D
Cuivre (mg/l)	1	1	0,011	0,230	0,0051	0,114	0,21	0,108	N/D	0,0123	0,0037	0,0106	0,0099	0,0110	N/D	N/D	0,041	0,146	0,034	0,0575	N/D	N/D	N/D	0,0166	N/D	N/D		
Fer (mg/L)	*	0,3	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	0,2	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	1,3	N/D	0,28	N/D		
Manganèse (mg/L)	*	0,05	0,013	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	0,013	0,0344	0,012	0,0090	0,029	0,0241	0,0043	N/D	N/D	N/D	N/D	0,0061	0,022	N/D	0,016	N/D		
Sodium (mg/L)	*	200	49	7,4	22	18,0	23	24,3	9,4	15,6	7,6	6,33	21	60,0	43	37,0	12	7,67	16	5,74	8,3	178	140	5,37	13	13,7		
Dureté totale (mg/L CaCO ₃)	*	80-200 ⁽³⁾⁽⁵⁾	76	52	86	86	68	72	120	234	34	44	39	100	63	82	34	30	30	48	32	28	5	42	24	46		
Sulfure (mg/l)	*	0,05	-	N/D	N/D	N/D	-	N/D	N/D	N/D	-	N/D	N/D	N/D	-	N/D	N/D	0,01	-	N/D	N/D	0,13	-	N/D	0,04	N/D		
Conductivité (mmhos/cm)	*	1,5	0,41	0,05	0,12	0,19	0,22	0,18	0,31	0,48	0,1	0,07	0,16	0,44	0,31	0,31	0,12	0,05	0,15	0,04	0,099	0,05	0,76	0,85	0,11	0,08		
pH	*	6,5-8,5 ⁽³⁾	6,5	6,4	6,8	7,9	6,6	6,77	7,4	7,47	6,1	6,9	7,2	7,84	7,9	8,4	6,9	6,96	6,6	7,02	6,6	7,7	7,8	8,33	6,5	7,1		
Alcalinité totale (en Ca CO ₃) (mg/l)	*	*	-	34	34	96	-	90	150	238	-	58	46	88	-	86	42	40	-	32	30	106	-	36	40	60		
Solides totaux dissous (mg/L)	*	<500	-	58	64	125	-	212	160	289	-	58	89	234	-	168	130	54	-	57	88	463	-	49	110	69		

Légende : - = Non analysé; N/D = Non détecté; * Paramètre ne faisant pas à ce jour l'objet d'une norme ou recommandation

Notes :
⁽¹⁾ : Les normes de potabilité présentées dans ce tableau sont tirées des tableaux 6-1 et 6-2 du *Guide de conception des installations de production d'eau potable - Volume 1* et du *Règlement sur la qualité de l'eau potable* (RQEP) du MDDEP

⁽²⁾ : En l'absence de normes du RQEP, les recommandations de potabilité sont issues des *Recommandations pour la qualité de l'eau au Canada - Tableau Sommaire* (Santé Canada, 2008).

⁽³⁾ : Seules les valeurs hors de l'intervalle d'acceptabilité sont notées en bleu.

⁽⁴⁾ : Le critère indiqué est celui du RQEP pour une eau ne subissant aucun traitement.

⁽⁵⁾ : Le degré de dureté de l'eau potable peut être classé comme suit, en fonction de la concentration de carbonate de calcium (CaCO₃) : eau douce, de 0 à <60 mg/L ; eau modérément dure, de 60 à <120 mg/L ; eau dure, de 120 à <180 mg/L ; eau très dure, 180 mg/L et plus. Pour une dureté totale > 200 mg CaCO₃/L, l'eau est considérée de qualité médiocre, mais tolérée par les consommateurs. Pour une dureté totale > 500 mg CaCO₃/L, l'eau est considérée de qualité inacceptable pour la plupart des usages domestiques (Santé Canada, 1979).

TABLEAU 5-9

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS DES CAMPAGNES D'ÉCHANTILLONNAGE DE 2008 ET DE 2011-12

Paramètres	RQEP ⁽¹⁾	Recommandations Santé Canada ⁽²⁾	Nombre d'échantillons dépassant la norme ou la recommandation	Nombre d'échantillons analysés	Pourcentage de dépassement de la norme ou la recommandation	Concentration minimum	Concentration maximum
Hydrocarbures pétroliers (C ₁₀ -C ₅₀) (mg/l)	*	*	-	32	-	N/D	N/D
Cuivre (mg/l)	1	1	0	41	0%	N/D	0,21
Fer (mg/L)	*	0,3	2	41	5%	N/D	1,3
Manganèse (mg/L)	*	0,05	3	41	7%	N/D	0,19
Sodium (mg/L)	*	200	0	41	0%	4,6	140
Dureté totale (mg/L CaCO ₃)	*	80-200 ⁽³⁾⁽⁵⁾	33	41	80%	5	170
Sulfure (mg/l)	*	0,05	2	19	11%	N/D	0,11
Conductivité (mmhos/cm)	*	1,5	0	41	0%	0,057	0,93
pH	*	6,5-8,5 ⁽³⁾	4	41	10%	6,1	7,9
Alcalinité totale (en Ca CO ₃) (mg/l)	*	*	-	20	-	26	160
Solides totaux dissous (mg/L)	*	<500	1	20	5%	45	520
Hydrocarbures pétroliers (C10-C50) (mg/l)	*	*	-	19	-	N/D	N/D
Cuivre (mg/l)	1	1	0	27	0%	N/D	0,246
Fer (mg/L)	*	0,3	0	27	0%	N/D	0
Manganèse (mg/L)	*	0,05	3	27	11%	N/D	0,129
Sodium (mg/L)	*	200	1	27	4%	3,83	210
Dureté totale (mg/L CaCO ₃)	*	80-200 ⁽³⁾⁽⁵⁾	27	41	66%	28	234
Sulfure (mg/l)	*	0,05	1	41	2%	N/D	0,13
Conductivité (mmhos/cm)	*	1,5	0	41	0%	0,02	1,4
pH	*	6,5-8,5 ⁽³⁾	1	41	2%	6,4	8,4
Alcalinité totale (en Ca CO ₃) (mg/l)	*	*	-	41	-	26	238
Solides totaux dissous (mg/L)	*	<500	1	41	2%	33	935

TABLEAU 6-1 (1 DE 2)

RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE ET DE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ EXTERNE DES EAUX SOUTERRAINES

Paramètres (µg/L)	LDR	Programme d'assurance et de contrôle de la qualité																	
		PPH-11-03	DUPH-11-02 (Duplicata de PPH-11-03)	Différence relative (%)	PPH-11-23	DUPH-11-03 (Duplicata de PPH-11-23)	Différence relative (%)	POH-11-04	DUPH-11-04 (Duplicata de POH-11-04)	Différence relative (%)	PPH-11-39	DUPH-11-06 (Duplicata de PPH-11-39)	Différence relative (%)	PH-04	DUPH-11-07 (Duplicata de PH-04)	Différence relative (%)	POH-11-15	DUPH-11-08 (Duplicata de POH-11-15)	Différence relative (%)
		30-11-2011	30-11-2011		07-12-2011	07-12-2011		10-12-2011	10-12-2011		10-02-2012	10-02-2012		04-10-2012	04-10-2012		08-10-12	08-10-12	
Hydrocarbures pétroliers C₁₀-C₅₀	100	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Hydrocarbures aromatiques polycycliques																			
1,3-diméthyl-naphtalène	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
1-méthyl-naphtalène	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
2,3,5-triméthyl-naphtalène	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
2-méthyl-naphtalène	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Acénaphène	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Acénaphthylène	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Anthracène	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Benzo(a)anthracène	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Benzo(a)pyrène	0,01	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Benzo(b+j+k)fluoranthène	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Benzo(c)phénanthrène	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Benzo(e)pyrène	0,01	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Benzo(g,h,i)peryrene	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Chrysène	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Dibenzo(a,h)anthracène	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Dibenzo(a,h)pyrène	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Dibenzo(a,i)pyrène	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Dibenzo(a,l)pyrène	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Diméthyl-7,12 benzo(a)anthracène	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Fluoranthène	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Fluorène	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Méthyl-3 cholanthrène	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Naphtalène	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Phénanthrène	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Pyrene	0,1	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Composés organiques volatiles																			
1,1,1-Trichloroéthane	1,0	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
1,1,2,2-Tétrachloroéthane	1,0	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
1,1,2-Trichloroéthane	0,3	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
1,1-Dichloroéthane	1,0	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
1,2-Dichlorobenzène	1,0	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
1,2-Dichloroéthane	1,0	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
1,2-Dichloroéthane (cis+trans)	1,0	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
1,2-Dichloroéthane (trans)	1,0	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
1,2-Dichloropropane	1,0	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
1,3-Dichlorobenzène	1,0	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
1,3-Dichloropropane	1,0	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
1,3-Dichloropropène (cis+trans)	1,0	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
1,4-Dichlorobenzène	1,0	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Benzène	0,3	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Chlorobenzène	1,0	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Chloroforme	1,0	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Chlorure de vinyle	0,7	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Dichlorométhane	1,0	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Éthylbenzène	0,3	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Styrène	1,0	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Tétrachloroéthane	0,3	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Tétrachlorure de Carbone	1,0	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Toluène	1,0	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Trichloroéthane	0,3	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Xylènes Totaux	1,0	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA
Métaux (mg/L)																			
Aluminium (Al)	0,03	ND	ND	NA	ND	ND	NA	0,054	0,046	16	ND	ND	NA	ND	-	NA	ND	-	NA
Arsenic (As)	0,001	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	NA	0,002	-	NA	ND	-	NA
Baryum (Ba)	0,030	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	-	-	NA	ND	-	NA	ND	-	NA
Calcium (Ca)	2	4,94	4,83	2	11,6	11,9	3	10,4	10,4	0	18	17,8	1	6,22	-	NA	6,93	-	NA
Cadmium (Cd)	0	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	-	NA	ND	-	NA
Chrome total (Cr)	0,01	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	-	NA	ND	-	NA
Cobalt (Co)	0,02	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	-	NA	ND	-	NA
Cuivre (Cu)	0	ND	ND	NA	0,11	0,11	0	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	-	NA	ND	-	NA
Fer dissous (Fe)	0,3	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	-	NA	ND	-	NA
Potassium (K)	1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	1	ND	NA	3,14	3,34	6	1,22	-	NA	1,41	-	NA
Magnésium (Mg)	2	3,70	3,71	0,3	4,68	4,82	3	3,45	3,04	13	9	8,4	5	2,77	-	NA	3,36	-	NA
Manganèse dissous (Mn)	0,005	ND	ND	NA	ND	ND	NA	0,0063	0,0074	16	ND	0,006	NA	0,117	-	NA	0,04	-	NA
Molybdène (Mo)	0,01	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	-	NA	ND	-	NA
Sodium (Na)	2	9,27	9,04	3	7,18	7,42	3	6,17	6,21	1	42,8	51,2	18	12,2	-	NA	21,7	-	NA
Nickel (Ni)	0,002	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	-	NA	ND	-	NA
Plomb (Pb)	0	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	-	NA	ND	-	NA
Silicium (Si)	2	2,90	2,80	4	2,70	2,80	4	25,8	2,54	164,15	0,004	0,004	0	4,54	-	NA	0,003	-	NA
Zinc (Zn)	0	ND	0,0073	NA	0,0065	0,0068	5	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	-	NA	ND	-	NA
Autres composés inorganiques (mg/L)																			
Alcalinité totale	5	44	44	0	56	58	4	50	52	4	118	122	3	52	60	14	82	90	9
Bicarbonates	5	44	44	0	56	58	4	50	52	4	118	122	3	52	60	14	82	90	9
Chlorures (Cl ⁻)	0,2	9,9	8,8	12	17,8	18	1	6,3	5,5	14	44	45	2	4,1	4,3	5	10,3	10,1	2
Carbone organique total (COT)	1	1,7	1,7	0	1,5	1,5	0	1,4	1,6	13	2,3	1,7	30	4,4	-	NA	1,8	-	NA
Dureté totale (mgCaCO ₃)	0,001	64	48	29	64	80	22	60	64	6	82	88	7	76	62	20	62	44	34
Fluorures totaux	0,05	0,11	0,1	10	0,07	0,12	52	0,09	0,09	0	0,19	0,20	5	0,13	0,12	8	0,22	0,22	0
Nitrate (N-NO ³⁻)	0,05	0,27	0,29	7	0,84	0,87	4	ND											

TABLEAU 6-1 (2 DE 2)

RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE ET DE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ EXTERNE DES EAUX SOUTERRAINES

Paramètres (µg/L)	LDR	Programme d'assurance et de contrôle de la qualité														
		PPH-11-57	DUPH-11-09 (Duplicata de PPH11-57)	Différence relative (%)	PPH-11-66	DUPH-11-10 (Duplicata de PPH-11-66)	Différence relative (%)	Blanc de terrain				Blanc de transport				
		24-10-2012	24-10-2012		28-10-2012	28-10-2012		30-11-2011	13-02-2012	25-10-2012	28-10-2012	30-11-2011	13-02-2012	25-10-2012	28-10-2012	
Hydrocarbures pétroliers C₁₀-C₅₀	100	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	-	-	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques																
1,3-diméthylnaphtalène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
1-méthylnaphtalène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
2,3,5-triméthylnaphtalène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
2-méthylnaphtalène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
Acénaphène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
Acénaphthylène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
Anthracène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
Benzo(a)anthracène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
Benzo(a)pyrène	0,01	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
Benzo(b+j+k)fluoranthène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
Benzo(c)phénanthrène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
Benzo(e)pyrène	0,01	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
Benzo(g,h,i)peryène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
Chrysène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
Dibenzo(a,h)anthracène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
Dibenzo(a,h)pyrène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
Dibenzo(a,i)pyrène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
Dibenzo(a,l)pyrène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
Diméthyl-7,12 benzo(a)anthracène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
Fluoranthène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
Fluorène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
Méthyl-3 cholanthrène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
Naphtalène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
Phénanthrène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
Pyrène	0,1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	-	ND	ND	ND	ND	-	ND
Composés organiques volatiles																
1,1,1-Trichloroéthane	1,0	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
1,1,2,2-Tétrachloroéthane	1,0	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
1,1,2-Trichloroéthane	0,3	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
1,1-Dichloroéthène	1,0	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
1,2-Dichlorobenzène	1,0	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
1,2-Dichloroéthène	1,0	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
1,2-Dichloroéthène (cis+trans)	1,0	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
1,2-Dichloroéthène (trans)	1,0	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
1,2-Dichloropropane	1,0	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
1,3-Dichlorobenzène	1,0	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
1,3-Dichloropropane	1,0	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
1,3-Dichloropropène (cis+trans)	1,0	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
1,4-Dichlorobenzène	1,0	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
Benzène	0,3	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
Chlorobenzène	1,0	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
Chloroforme	1,0	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
Chlorure de vinyle	0,7	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
Dichlorométhane	1,0	ND	ND	NA	ND	ND	NA	1,3	ND	ND	-	1,2	ND	ND	-	ND
Éthylbenzène	0,3	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
Styrène	1,0	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
Tétrachloroéthène	0,3	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
Tétrachlorure de Carbone	1,0	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
Toluène	1,0	ND	10,5	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
Trichloroéthène	0,3	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
Xylènes Totaux	1,0	ND	ND	NA	ND	ND	NA	ND	ND	ND	-	ND	ND	ND	-	ND
Métaux (mg/L)																
Aluminium (Al)	0,03	ND	ND	NA	ND	ND	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arsenic (As)	0,001	ND	ND	NA	ND	ND	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Baryum (Ba)	0,030	-	ND	NA	-	-	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calcium (Ca)	2	6,58	6,38	3	4,5	4,5	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cadmium (Cd)	0,0008	ND	ND	NA	ND	ND	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chrome total (Cr)	0,01	ND	ND	NA	ND	ND	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cobalt (Co)	0,02	ND	ND	NA	ND	ND	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuivre (Cu)	0,003	0,011	0,0091	15	ND	0,0072	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fer dissous (Fe)	0,3	ND	ND	NA	ND	ND	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Potassium (K)	1	ND	ND	NA	ND	ND	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Magnésium (Mg)	2	3,27	3,27	0	2,72	2,73	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Manganèse dissous (Mn)	0,005	0,034	0,0321	7	ND	ND	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Molybdène (Mo)	0,01	ND	ND	NA	ND	ND	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sodium (Na)	2	6,33	6,05	5	13,7	13,5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nickel (Ni)	0,002	ND	ND	NA	ND	ND	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plomb (Pb)	0,001	ND	ND	NA	0,0067	ND	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silicium (Si)	2	0,003	0,003	0	0,003	0,003	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zinc (Zn)	0,003	0,009	0,0077	11	0,007	0,007	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autres composés inorganiques (mg/L)																
Alcalinité totale	5	58	58	0	60	56	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bicarbonates	5	58	58	0	60	56	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chlorures (Cl)	0,2	5,4	5,2	4	9,2	9,1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Carbone organique total (COT)	1	3,0	2,9	3	2,6	2,9	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dureté totale (mgCaCO ₃)	0,001	44	48	9	46	42	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluorures totaux	0,05	0,11	0,12	9	0,16	0,16	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrate (N-NO ³⁻)	0,05	0,38	<0,05	NA	0,41	0,41	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrite (N-NO ²⁻)	0,01	ND	<0,01	NA	ND	ND	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrate + Nitrite	0,05	0,38	<0,05	NA	0,41	0,41	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phosphore total (P-PO ₄ ³⁻)	0,02	0,09	<0,02	NA	ND	0,02	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solides totaux dissous	5	58	59	2	69	72	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfates	0,5	3,1	3,0	3	4,1	4,2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfures (H ₂ S)	0,1	ND	<0,01	NA	ND	ND	NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Légende :

LDR : Limite de détection rapportée. La limite de détection rapportée est parfois différente pour certains échantillons, voir les certificats d'analyses.

- : Non analysé.

NA : Non applicable

ND : Non détecté.

TABLEAU 6-2

**RÉSULTATS DU PROGRAMME D'ASSURANCE ET DE CONTRÔLE
DE LA QUALITÉ EXTERNE DES EAUX DE SURFACE**

Paramètres (mg/L)	LDR	Programme d'assurance et de contrôle de la qualité					
		SURFH-11-01	DUPH-11-01 (Duplicata de SURFH-11-01)	Différence relative (%)	SURFH-11-05	DUPH-11-05 (Duplicata de SURFH-11-05)	Différence relative (%)
Date d'échantillonnage	12-12-2011	12-12-2011	8-02-2012		8-02-2012		
Métaux							
Aluminium (Al)	0,03	0,095	0,081	16	ND	-	NA
Arsenic (As)	0,001	ND	ND	NA	ND	-	NA
Cadmium (Cd)	0,001	ND	ND	NA	ND	-	NA
Chrome total (Cr)	0	ND	ND	NA	ND	-	NA
Cobalt (Co)	0,02	ND	ND	NA	ND	-	NA
Cuivre (Cu)	0,003	0,015	0,011	31	ND	-	NA
Plomb (Pb)	0,001	ND	-	NA	ND	-	NA
Manganèse (Mn dissous)	0,005	ND	ND	NA	ND	-	NA
Molybdène (Mo)	0,01	ND	-	NA	ND	-	NA
Nickel (Ni)	0	ND	-	NA	ND	-	NA
Silicium	2	2,00	-	NA	0,00	-	NA
Sodium (Na)	2,000	5,4	-	NA	5,85	-	NA
Zinc (Zn)	0,003	ND	-	NA	0,0032	-	NA
Fer (Fe dissous)	0	ND	ND	NA	ND	-	NA
Magnésium (Mg)	2,000	6	3	67	2,91	-	NA
Potassium (K)	1	0,5	-	NA	ND	-	NA
Calcium (Ca)	2	8,00	10,00	22	7,30	-	NA
Composés inorganiques							
Alcalinité totale	5	28	34	19	-	42	NA
Bicarbonates	5	28	34	19	-	42	NA
Chlorures (Cl)	0,2	10,5	10,8	3	-	8	NA
Carbone organique total (COT)	1	3,1	-	NA	3,2	-	NA
Dureté totale (mgCaCO ₃)	5,000	44	38	15	-	52	NA
Fluorures totaux	0,05	0,09	0,1	11	-	0,07	NA
Nitrate (N-NO ³⁻)	0,05	0,20	-	NA	-	0,22	NA
Nitrite (N-NO ²⁻)	0,01	ND	-	NA	-	ND	NA
Nitrate + Nitrite	0,05	0,20	-	NA	-	0,22	NA
Phosphore total (P-PO ₄ ³⁻)	0,02	0,05	-	NA	-	ND	NA
Solides totaux dissous	5	56	-	NA	-	99	NA
Sulfates	0,5	4,4	-	NA	-	3,9	NA
Sulfures (H ₂ S)	0,1	ND	-	NA	-	0,01	NA

Légende :

LDR : Limite de détection rapportée. La limite de détection rapportée est parfois différente pour certains échantillons, voir les certificats d'analyses.

- : Non analysé.

ND : Non détecté.

NA : Non applicable

TABLEAU 6-3

CONTRÔLE DE QUALITÉ - BILANS IONIQUES DES PUIITS DU SITE HALDIMAND

Paramètres	meq	POH-11-02	POH-11-03	POH-11-04	POH-11-05	POH-11-06	POH-11-07	POH-11-08	POH-11-09	POH-11-10	POH-11-11	POH-11-12	POH-11-13	POH-11-14	POH-11-15	PH-01	PH-02	PH-04																	
Date échantillonnage		10-déc	25-oct	10-déc	08-oct	11-déc	13-déc	16-janv	07-déc	22-oct	04-déc	11-déc	12-déc	05-déc	08-oct	07-déc	04-déc	04-oct																	
ÉLÉMENTS CATIONIQUES MAJEURS																																			
Ca (mg/L)	20,04	11,4	0,57	3,7	0,18	10,4	0,52	11,3	0,56	36,4	1,82	5,9	0,29	5,88	0,29	26,1	1,30	191,0	9,53	7,07	0,35	2,94	0,15	6,0	0,30	17,8	0,89	6,93	0,35	2,95	0,15	3,75	0,19	6,17	0,31
Mg (mg/L)	12,15	4,37	0,36	1	0,08	3,45	0,28	4,61	0,38	15,2	1,25	4,54	0,37	3,5	0,29	10,9	0,90	1	0,08	3,6	0,30	2,6	0,21	5	0,41	6,84	0,56	3,36	0,28	3,19	0,26	1	0,08	2,81	0,23
K (mg/L)	39,0983	0,5	0,01	1,33	0,03	0,5	0,01	1,55	0,04	3,16	0,08	0,5	0,01	0,5	0,01	4,65	0,12	20,7	0,53	0,5	0,01	1,59	0,04	1,2	0,03	1,75	0,04	1,41	0,04	0,5	0,01	0,5	0,01	1,23	0,03
Na (mg/L)	22,9893	3,85	0,17	30,2	1,31	6,17	0,27	21,3	0,93	363	15,79	3,64	0,16	3,53	0,15	667	29,01	620	26,97	34,6	1,51	11,1	0,48	4,2	0,18	32,2	1,40	21,7	0,94	11,3	0,49	6,87	0,30	12,3	0,54
Total (meq/L)		1,11		1,61		1,08		1,91		18,94		0,84		0,75		31,33		37,11		2,17		0,88		0,92		2,90		1,60		0,91		0,58		1,11	
ÉLÉMENTS ANIONIQUES MAJEURS																																			
HCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)	50,04	56	1,12	78	1,56	50	1,00	94	1,88	138	2,76	46	0,92	40	0,80	262	5,24	168	3,36	104	2,08	54	1,08	36	0,72	128	2,56	82	1,64	52	1,04	38	0,76	52	1,04
Cl (mg/L)	35,453	5,3	0,15	1,9	0,05	6,3	0,18	7,1	0,20	675	19,04	3,6	0,10	4,3	0,12	1 170	33,00	1 125	31,73	19,9	0,56	10	0,28	4,9	0,14	30,5	0,86	10,3	0,29	19,6	0,55	6,2	0,17	4,1	0,12
SO ₄ (mg/L)	48,0318	13	0,27	8	0,17	15,1	0,31	9,7	0,20	0,8	0,02	0,25	0,01	6,3	0,13	0,7	0,01	95	1,98	5,4	0,11	2,6	0,05	2,8	0,06	0,25	0,01	3,5	0,07	4,9	0,10	2,7	0,06	3,8	0,08
Total (meq/L)		1,54		1,78		1,49		2,28		21,81		1,03		1,05		38,25		37,07		2,75		1,42		0,92		3,42		2,00		1,69		0,99		1,23	
Bilan ionique (%)		16,26		4,84		15,81		8,86		7,06		10,02		16,89		9,94		0,06		11,90		23,10		0,46		8,34		11,09		29,90		26,05		5,48	

TABLEAU 6-4

CONTRÔLE DE QUALITÉ - BILANS IONIQUES DES PUIXS DU SITE TAR POINT

Paramètres	meq	POT-11-01		POT-11-02		POT-11-03		PT-01	
Date échantillonnage		04-oct		04-oct		04-oct		04-oct	
ÉLÉMENTS CATIONIQUES MAJEURS									
Ca (mg/L)	20,04	6,26	0,31	37,5	1,87	36,1	1,80	26,4	1,32
Mg (mg/L)	12,15	2,34	0,19	14,1	1,16	19,8	1,63	7,39	0,61
K (mg/L)	39,0983	2,56	0,07	1,31	0,03	3,43	0,09	0,5	0,01
Na (mg/L)	22,9893	150	6,52	14,8	0,64	210	9,13	4,76	0,21
Total (meq/L)		7,10		3,71		12,65		2,15	
ÉLÉMENTS ANIONIQUES MAJEURS									
HCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)	50	210	4,20	184	3,68	210	4,20	120	2,40
Cl (mg/L)	35,453	157	4,43	15,8	0,45	342	9,65	7,2	0,20
SO ₄ (mg/L)	48,0318	5,6	0,12	17,4	0,36	10,1	0,21	10,1	0,21
Total (meq/L)		8,74		4,49		14,06		2,81	
Bilan ionique (%)		10,42		9,50		5,25		13,47	

TABLEAU 6-5 (1 DE 3)

CONTRÔLE DE QUALITÉ - BILANS IONIQUES DES PUIITS RÉSIDENTIELS

Paramètres	meq	PPH-11-01	PPH-11-03	PPH-11-06	PPH-11-08	PPH-11-10	PPH-11-14	PPH-11-17	PPH-11-18	PPH-11-19	PPH-11-21	PPH-11-23	PPH-11-24	PPH-11-26	PPH-11-27	PPH-11-28	PPH-11-30	PPH-11-32																	
Date échantillonnage		29-nov	30-nov	01-déc	02-déc	02-déc	03-déc	04-déc	02-déc	05-déc	06-déc	02-déc	02-déc	10-déc	11-déc	11-déc	13-déc	13-déc																	
ÉLÉMENTS CATIONIQUES MAJEURS																																			
Ca (mg/L)	20,04	6,48	0,32	4,94	0,25	2,78	0,14	4,67	0,23	4,8	0,24	6,65	0,33	25	1,25	8,22	0,41	17,1	0,85	12,6	0,63	11,6	0,58	2,29	0,11	19,9	0,99	65,3	3,26	59,3	2,96	56,1	2,80	16,1	0,80
Mg (mg/L)	12,15	3,74	0,31	3,7	0,30	1	0,08	2,58	0,21	2,22	0,18	3,62	0,30	7,70	0,63	2,57	0,21	5,88	0,48	4,98	0,41	4,68	0,39	1	0,08	11,6	0,95	3,85	0,32	3,45	0,28	4,72	0,39	4,87	0,40
K (mg/L)	39,0983	1,03	0,03	0,5	0,01	0,5	0,01	0,5	0,01	0,5	0,01	1,57	0,04	1,48	0,04	0,5	0,01	0,5	0,01	0,5	0,01	0,5	0,01	0,5	0,01	5,48	0,14	0,5	0,01	0,5	0,01	0,5	0,01	0,5	0,01
Na (mg/L)	22,9893	13,2	0,57	9,27	0,40	6,46	0,28	5,14	0,22	5,75	0,25	36,2	1,57	29,5	1,28	3,83	0,17	4,99	0,22	20,2	0,88	7,18	0,31	3,96	0,17	60,1	2,61	7,67	0,33	6,76	0,29	18,5	0,80	5,91	0,26
Total (meq/L)		1,23	0,97	0,51	0,68	0,69		2,24	3,20	0,80	1,57	1,93	1,29	0,38	4,70	3,92	3,55	4,01	1,47																
ÉLÉMENTS ANIONIQUES MAJEURS																																			
HCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)	50	48	0,96	44	0,88	26	0,52	38	0,76	40	0,80	52	1,04	170	3,40	40	0,80	86	1,72	62	1,24	56	1,12	30	0,60	120	2,40	208	4,16	180	3,60	170	3,40	70	1,40
Cl (mg/L)	35,453	21,6	0,61	9,9	0,28	10,3	0,29	7,8	0,22	6,6	0,19	74	2,09	13,1	0,37	6	0,17	8,7	0,25	37,1	1,05	17,8	0,50	6,3	0,18	119	3,36	9,7	0,27	9,6	0,27	37,7	1,06	7,7	0,22
SO ₄ (mg/L)	48,0318	5,4	0,11	7,5	0,16	3,5	0,07	4,5	0,09	5,5	0,11	4,1	0,09	0,7	0,01	6,1	0,13	10,5	0,22	13,5	0,28	5,8	0,12	3,4	0,07	0,25	0,01	4,8	0,10	4,8	0,10	5,1	0,11	9,4	0,20
Total (meq/L)		1,68	1,32	0,88	1,07	1,10		3,21	3,78	1,10	2,18	2,57	1,74	0,85	5,76	4,53	3,97	4,57	1,81																
Bilan ionique (%)		15,45	15,26	26,36	22,33	23,23		17,74	8,33	15,56	16,45	14,17	14,96	37,95	10,13	7,24	5,60	6,58	10,31																

TABLEAU 6-5 (2 DE 3)

CONTRÔLE DE QUALITÉ - BILANS IONIQUES DES PUIITS RÉSIDENTIELS

Paramètres	meq	Paramètres	meq	PPH-11-34	PPH-11-36	PPH-11-38	PPH-11-39	PPH-11-42	PPH-11-44	PPH-11-46	PPH-11-48	PPH-11-49	PPH-11-50	PPH-11-51	PPH-11-52	PPH-11-53	PPH-11-54	PPH-11-55															
Date échantillonnage	Date échantillonnage	09-févr	09-févr	10-févr	10-févr	11-févr	11-févr	11-févr	11-févr	11-févr	13-févr	19-sept	17-oct	18-oct	18-oct	18-oct	17-oct	21-oct															
		ÉLÉMENTS CATIONIQUES MAJEURS																															
Ca (mg/L)	20,04	Ca (mg/L)	20,04	14,5	0,72	16,3	0,81	7,64	0,38	18	0,90	14,2	0,71	39,6	1,98	86,9	4,34	13,1	0,65	3,55	0,18	18,1	0,90	14,5	0,72	45,3	2,26	3,42	0,17	15,7	0,78	9,4	0,47
Mg (mg/L)	12,15	Mg (mg/L)	12,15	4,30	0,35	6,59	0,54	3,34	0,27	9	0,74	4,34	0,36	19,2	1,58	5,79	0,48	5	0,41	1	0,08	10,2	0,84	7,9	0,65	20,6	1,70	2,17	0,18	6,7	0,55	5,33	0,44
K (mg/L)	39,0983	K (mg/L)	39,0983	0,5	0,01	0,5	0,01	0,5	0,01	3,14	0,08	0,5	0,01	1,27	0,03	1,04	0,03	0,5	0,01	3,37	0,09	2,13	0,05	2,48	0,06	3,68	0,09	2,82	0,07	1,46	0,04	1,3	0,03
Na (mg/L)	22,9893	Na (mg/L)	22,9893	6,07	0,26	21,3	0,93	18,8	0,82	42,8	1,86	7,17	0,31	81,9	3,56	36,8	1,60	4,86	0,21	397	17,27	47,1	2,05	93	4,05	210	9,13	7	0,30	18	0,78	24	1,04
Total (meq/L)		Total (meq/L)		1,35		2,30		1,49		3,58		1,39		7,15		6,44		1,29		17,61		3,85		5,48		13,18		0,73		2,16		1,98	
		ÉLÉMENTS ANIONIQUES MAJEURS																															
HCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)	50	HCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)	50	64	1,28	82	1,64	60	1,20	118	2,36	72	1,44	124	2,48	242	4,84	70	1,40	158	3,16	98	1,96	66	1,32	66	1,32	34	0,68	96	1,92	90	1,80
Cl (mg/L)	35,453	Cl (mg/L)	35,453	7,4	0,21	28,1	0,79	11,3	0,32	44	1,24	7,3	0,21	199	5,61	70	1,97	5,2	0,15	613	17,29	61	1,72	162	4,57	496	13,99	9,3	0,26	16,1	0,45	12,2	0,34
SO ₄ (mg/L)	48,0318	SO ₄ (mg/L)	48,0318	8,8	0,18	11,9	0,25	6,5	0,14	3	0,06	8,9	0,19	26,2	0,55	10,5	0,22	7,6	0,16	0,25	0,01	12,5	0,26	7,5	0,16	4,6	0,10	4	0,08	6,5	0,14	7,3	0,15
Total (meq/L)		Total (meq/L)		1,67		2,68		1,65		3,66		1,83		8,64		7,03		1,70		20,46		3,94		6,05		15,41		1,03		2,51		2,30	
Bilan ionique (%)		Bilan ionique (%)		10,50		7,74		5,33		1,14		13,68		9,42		4,40		13,88		7,46		1,22		4,88		7,77		17,11		7,59		7,27	

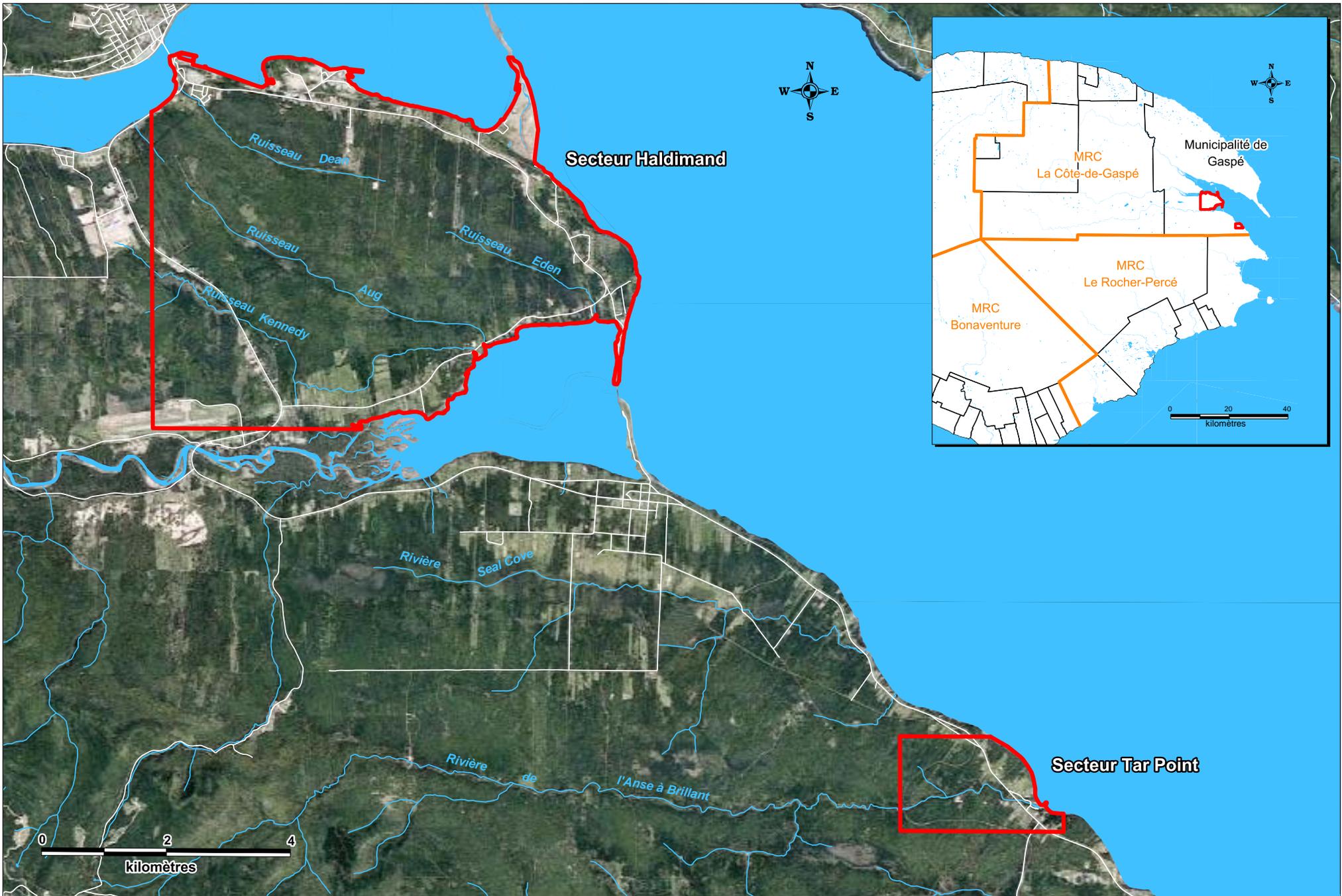
TABLEAU 6-5 (3 DE 3)

CONTRÔLE DE QUALITÉ - BILANS IONIQUES DES PUIITS RÉSIDENTIELS

Paramètres	meq	Paramètres	meq	PPH-11-56	PPH-11-57	PPH-11-58	PPH-11-59	PPH-11-60	PPH-11-61	PPH-11-62	PPH-11-63	PPH-11-64	PPH-11-65	PPH-11-66	Duplicata PPH-11-66												
Date échantillonnage		Date échantillonnage		24-oct	25-oct	25-oct	25-oct	25-oct	25-oct	28-oct	28-oct	28-oct	28-oct	28-oct	29-oct												
ÉLÉMENTS CATIONIQUES MAJEURS																											
Ca (mg/L)	20,04	Ca (mg/L)	20,04	71,1	3,55	6,58	0,33	18,5	0,92	13,6	0,68	14,6	0,73	10,5	0,52	4	0,20	3,6	0,18	1	0,05	4,1	0,20	4,5	0,22	4,5	0,22
Mg (mg/L)	12,15	Mg (mg/L)	12,15	14	1,15	3,27	0,27	7,8	0,64	5,68	0,47	5,98	0,49	4,45	0,37	2,16	0,18	1	0,08	1	0,08	2,49	0,20	2,72	0,22	2,73	0,22
K (mg/L)	39,0983	K (mg/L)	39,0983	1,68	0,04	0,5	0,01	2,24	0,06	1,06	0,03	2,14	0,05	0,5	0,01	1,01	0,03	0,5	0,01	1,19	0,03	0,5	0,01	0,5	0,01	0,5	0,01
Na (mg/L)	22,9893	Na (mg/L)	22,9893	15,6	0,68	6,33	0,28	60	2,61	17	0,74	37	1,61	13	0,57	7,7	0,33	5,7	0,25	178	7,74	5,37	0,23	13,7	0,60	13,5	0,59
Total (meq/L)		Total (meq/L)		5,42	0,89	4,23	1,91	2,88	1,47	0,74	0,52	7,91	0,66	1,06	1,05												
ÉLÉMENTS ANIONIQUES MAJEURS																											
HCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)	50	HCO ₃ (mg CaCO ₃ /L)	50	238	4,76	58	1,16	88	1,76	204	4,08	86	1,72	86	1,72	40	0,80	32	0,64	106	2,12	36	0,72	60	1,20	56	1,12
Cl (mg/L)	35,453	Cl (mg/L)	35,453	19,9	0,56	5,4	0,15	105	2,96	20,5	0,58	60	1,69	15,1	0,43	6,4	0,18	6,2	0,17	191	5,39	6,2	0,17	9,2	0,26	9,1	0,26
SO ₄ (mg/L)	48,0318	SO ₄ (mg/L)	48,0318	5,4	0,11	3,1	0,06	5,6	0,12	8,2	0,17	7,2	0,15	6,3	0,13	2,7	0,06	3	0,06	3,1	0,06	4,1	0,09	4,1	0,09	4,2	0,09
Total (meq/L)		Total (meq/L)		5,43	1,38	4,84	4,83	3,56	2,28	1,04	0,88	7,57	0,98	1,54	1,46												
Bilan ionique (%)		Bilan ionique (%)		0,11	21,71	6,68	43,26	10,51	21,59	16,82	25,33	2,15	19,82	18,74	16,51												

TABLEAU 6-6
RÉSULTATS DES BILANS IONIQUES

	Nombre d'échantillon	Bilan ionique					
		<10%		entre 10% et 20%		>20%	
Puits résidentiels - site Haldimand (PPH)	44	18	41%	18	41%	8	18%
Puits d'observation - site Haldimand (POH)	14	7	50%	6	43%	1	7%
Puits de pads - site Haldimand (PH)	3	1	33%	0	0%	2	67%
Puits d'observation - site Tar Point (POT)	3	2	67%	1	33%	0	0%
Puits de pads - site Tar Point (PT)	1	1	100%	0	0%	0	0%
Total	65	29	45%	25	38%	11	17%



Date: 2013-01-21	Projeté par: C.Scalzo
Approuvé par: J.M.Lauzon, ing.	Échelle: 1 : 80 000
No. de projet: PR11-92	No. de dessin: 1192_Fig_1-1



Teacher en énergies fossiles pétrolières au Québec

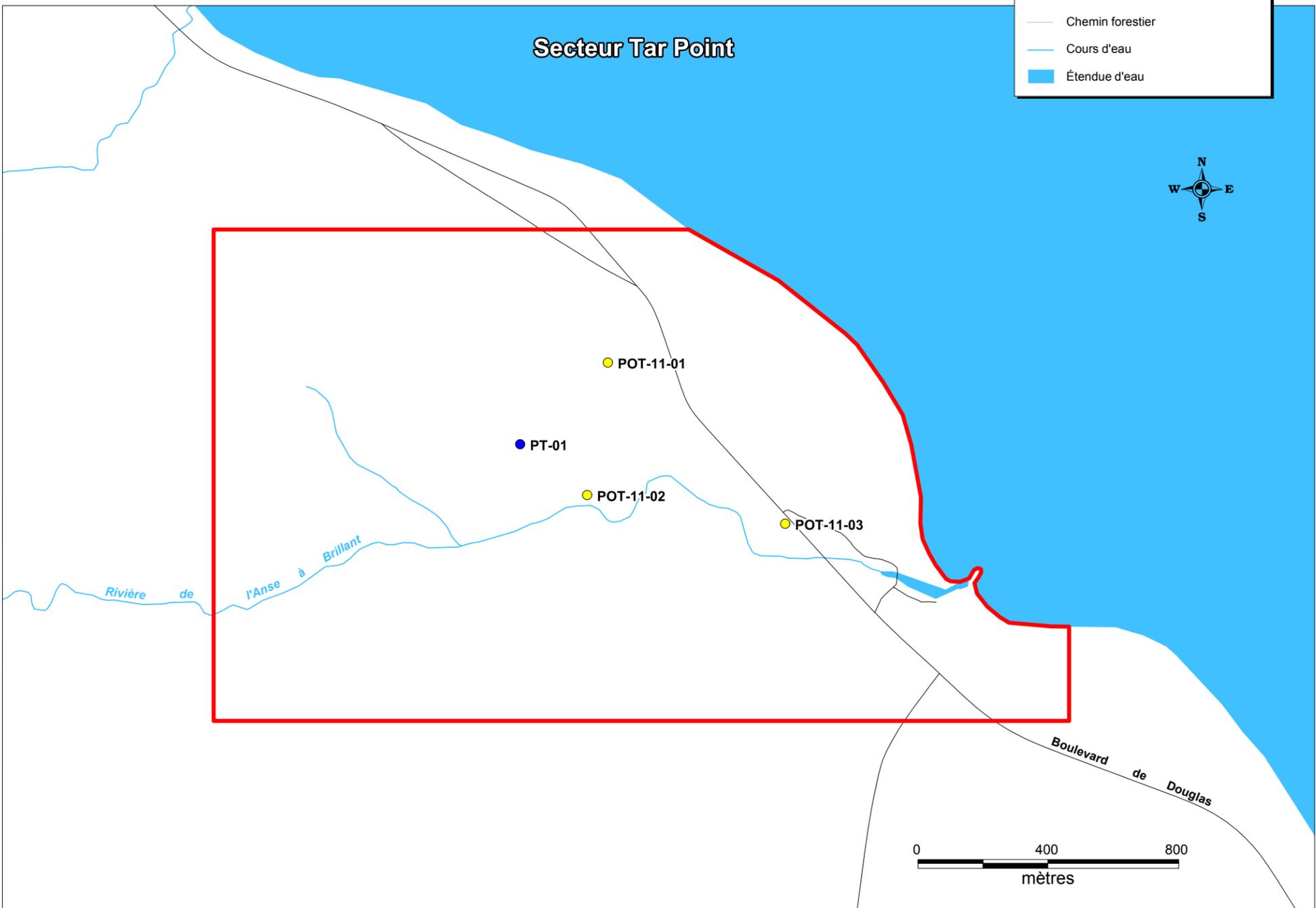
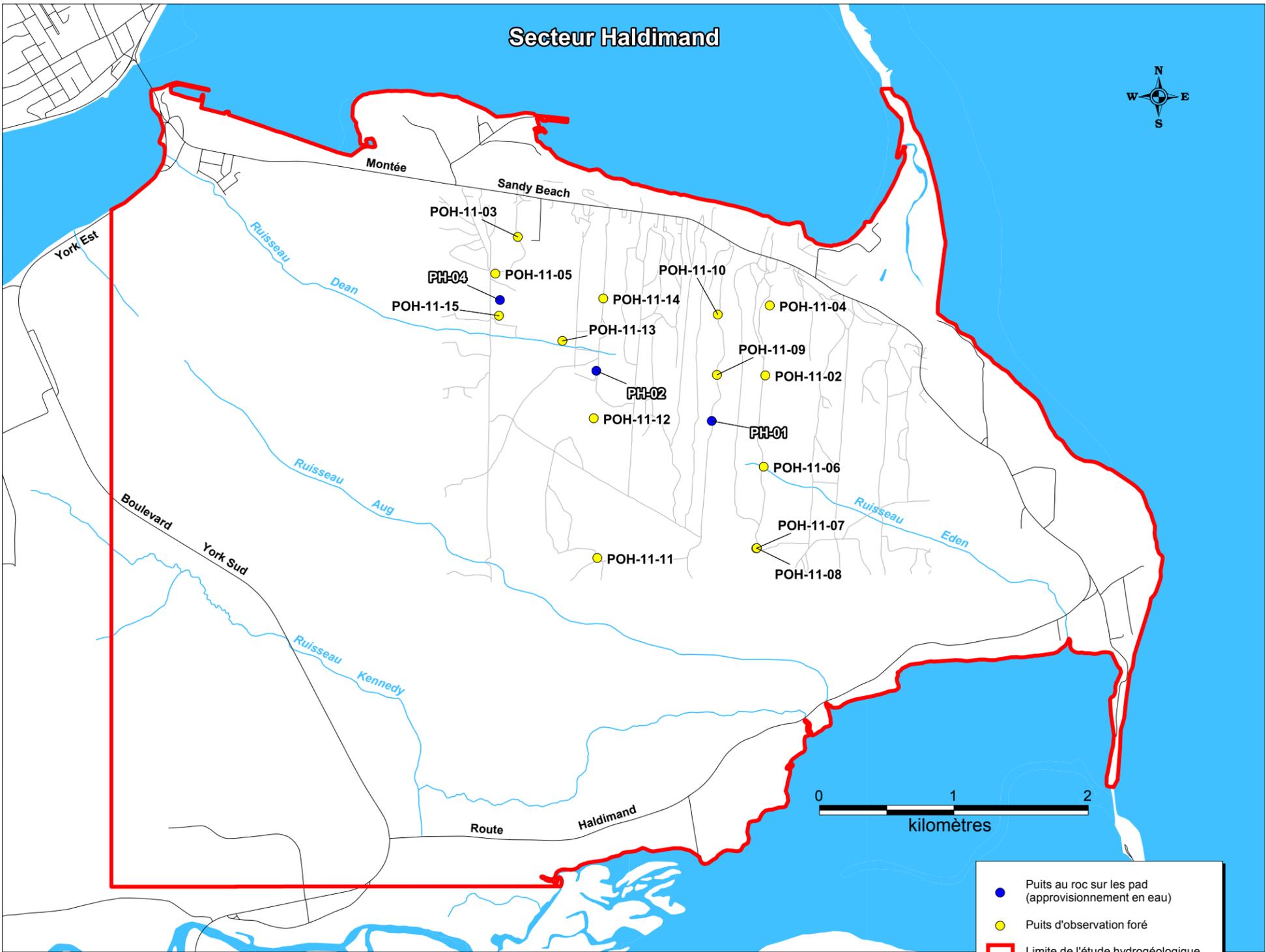


TechnoRem Inc.

Caractérisation hydrogéologique des secteurs Haldimand et Tar Point, Gaspé, Québec, Phase I

Localisation du secteur d'étude

Figure:
1-1



Date: 2013-05-31	Projeté par: C. Scalzo
Approuvé par: J.M. Lauzon, ing.	Échelle: 1:35 000 / 1:15 000
No. de projet: PR11-92	No. de dessin: 1192_Fig_2-1



Leader en exploration pétrolière au Québec

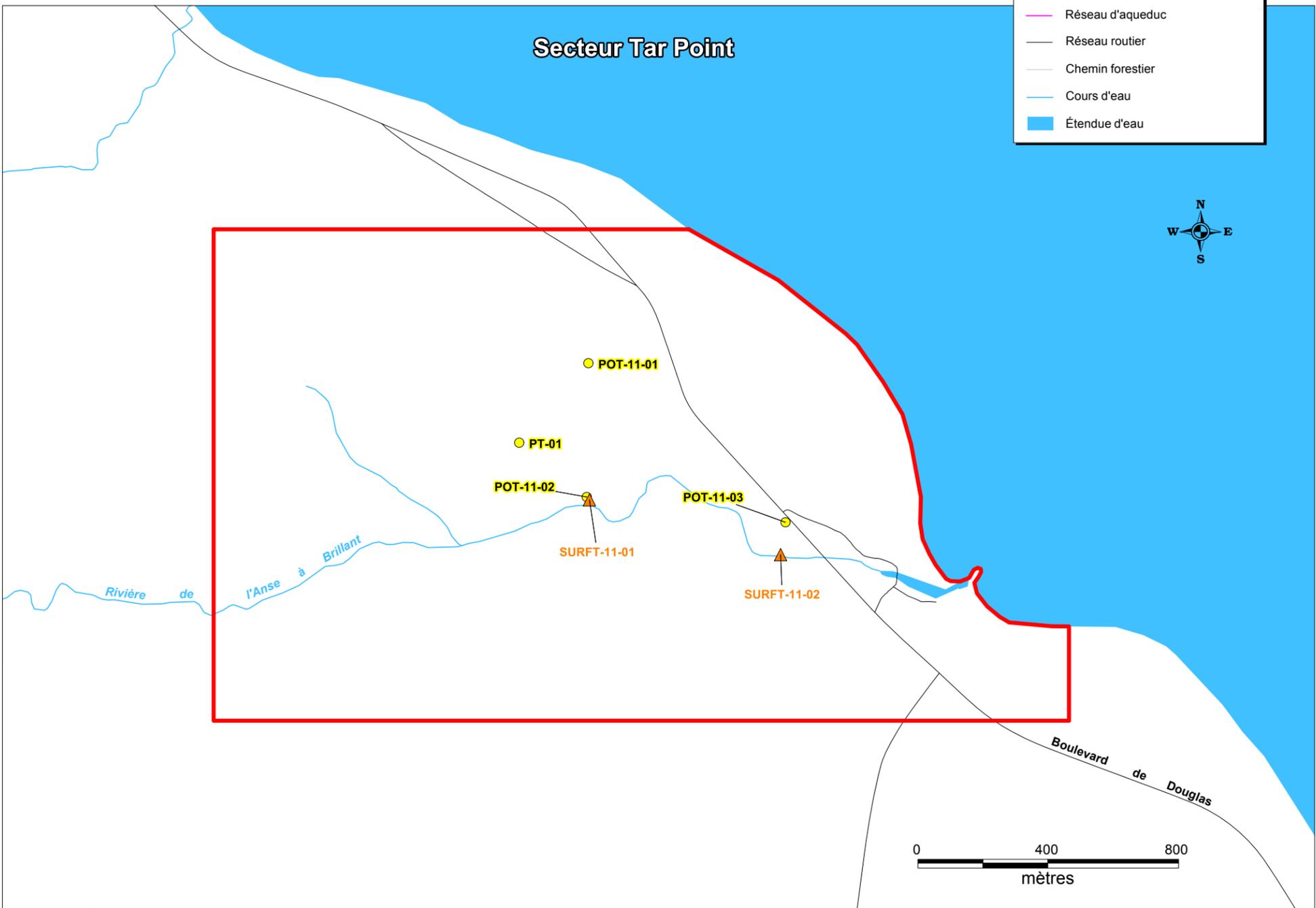
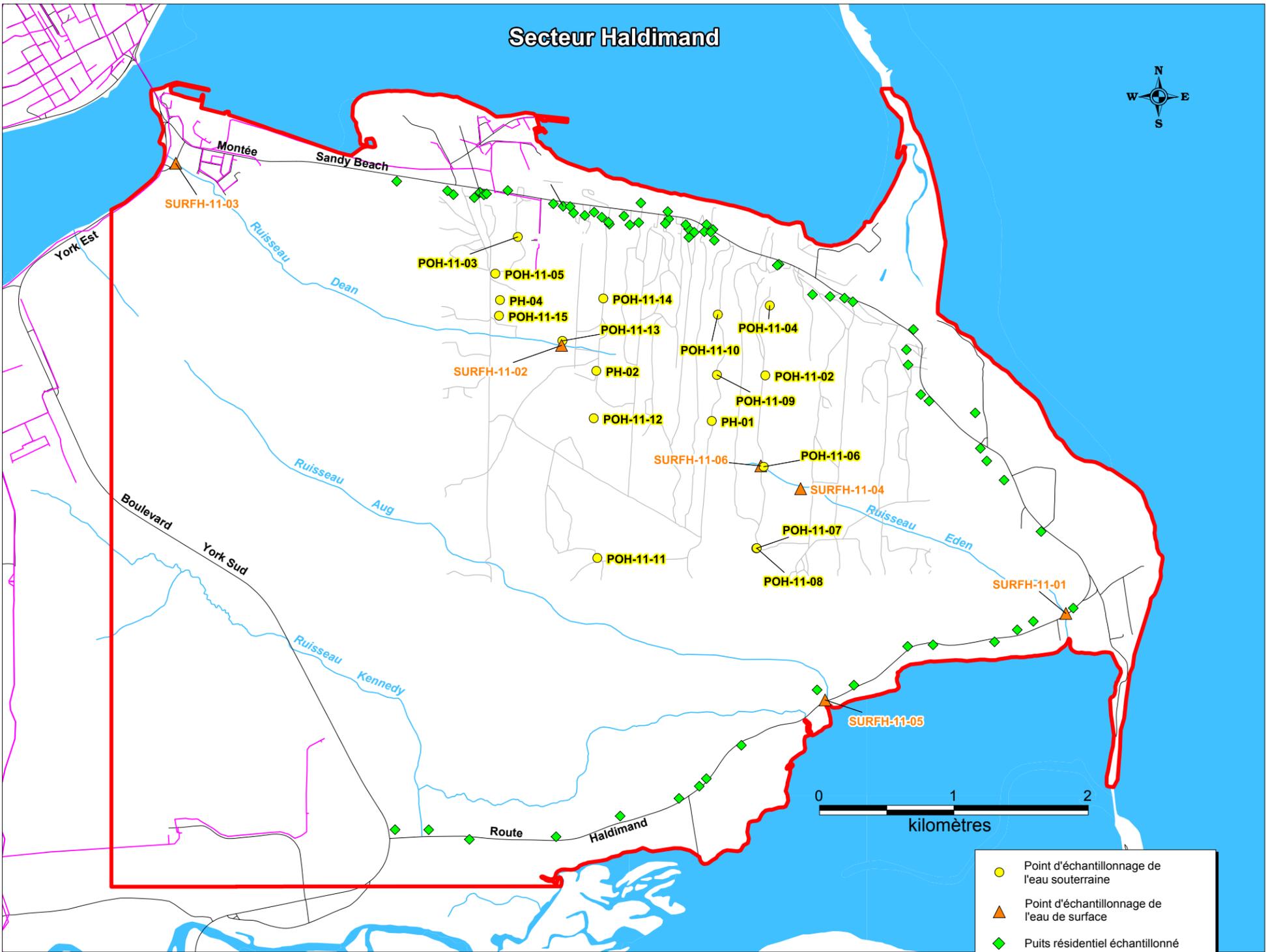


TechnoRem Inc.

Caractérisation hydrogéologique des secteurs Haldimand et Tar Point, Gaspé, Québec, Phase I

Localisation des puits d'observation

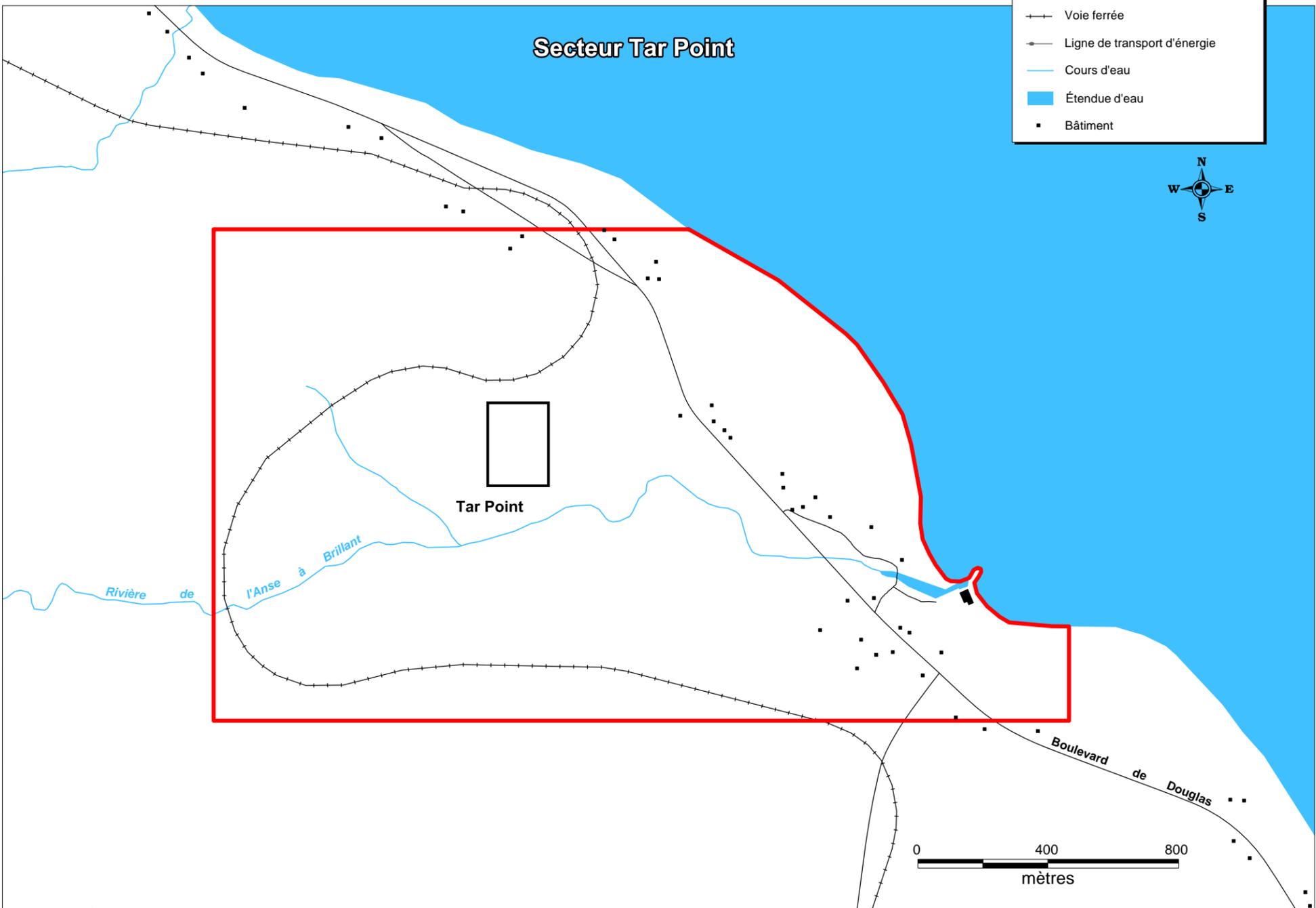
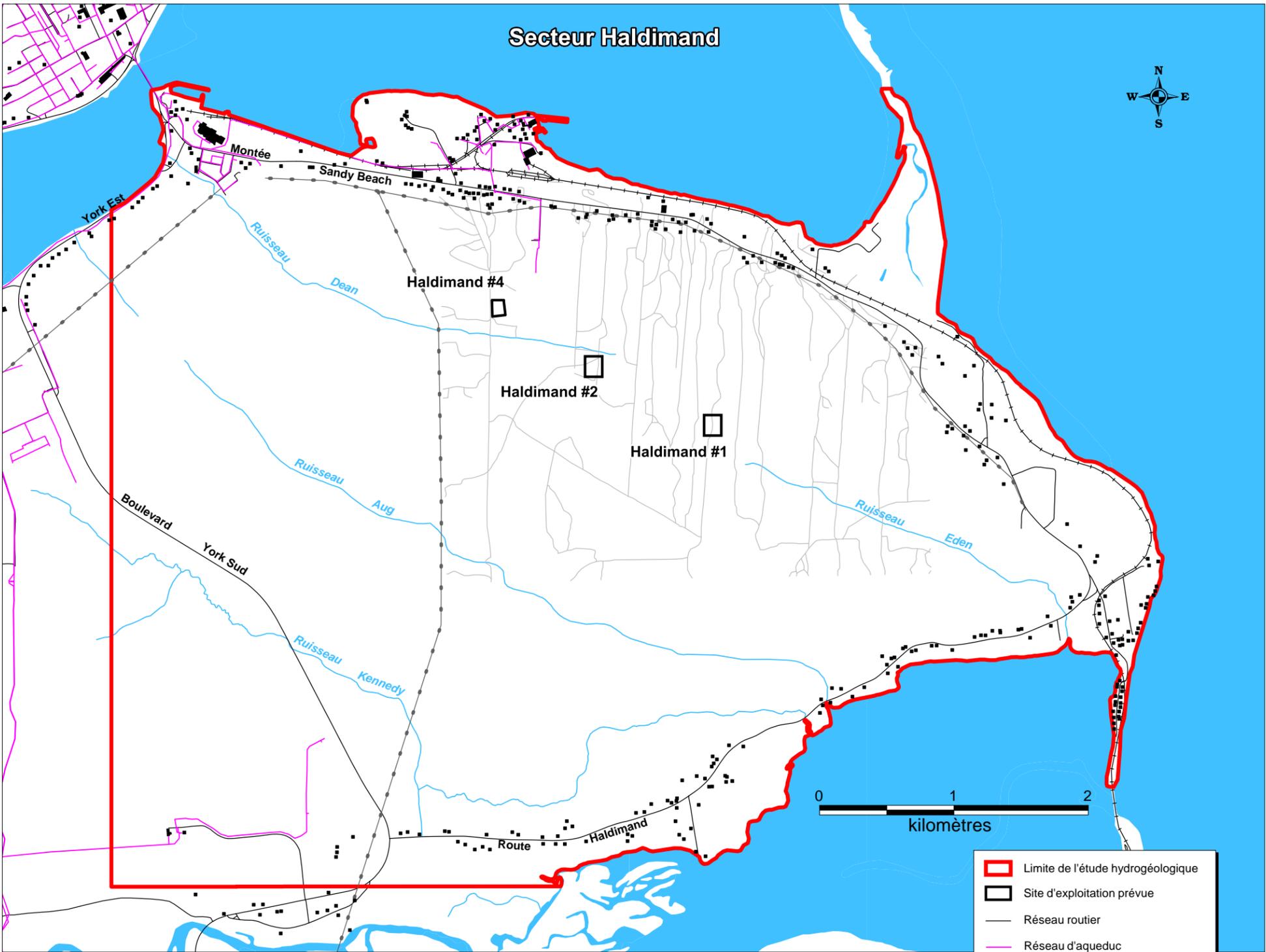
Figure:
2-1



Date: 2013-05-31	Projeté par: C. Scalzo
Approuvé par: J.M. Lauzon, ing.	Échelle: 1:35 000 / 1:15 000
No. de projet: PR11-92	No. de dessin: 1192_Fig_2-2

Leader en exploration pétrolière au Québec

TechnoRem Inc.



Date: 2013-05-22	Projeté par: C. Scalzo
Approuvé par: J.M. Lauzon, ing.	Échelle: 1:35 000 / 1:15 000
No. de projet: PR11-92	No. de dessin: 1192_Fig_3-1



Leader en exploration pétrolière au Québec

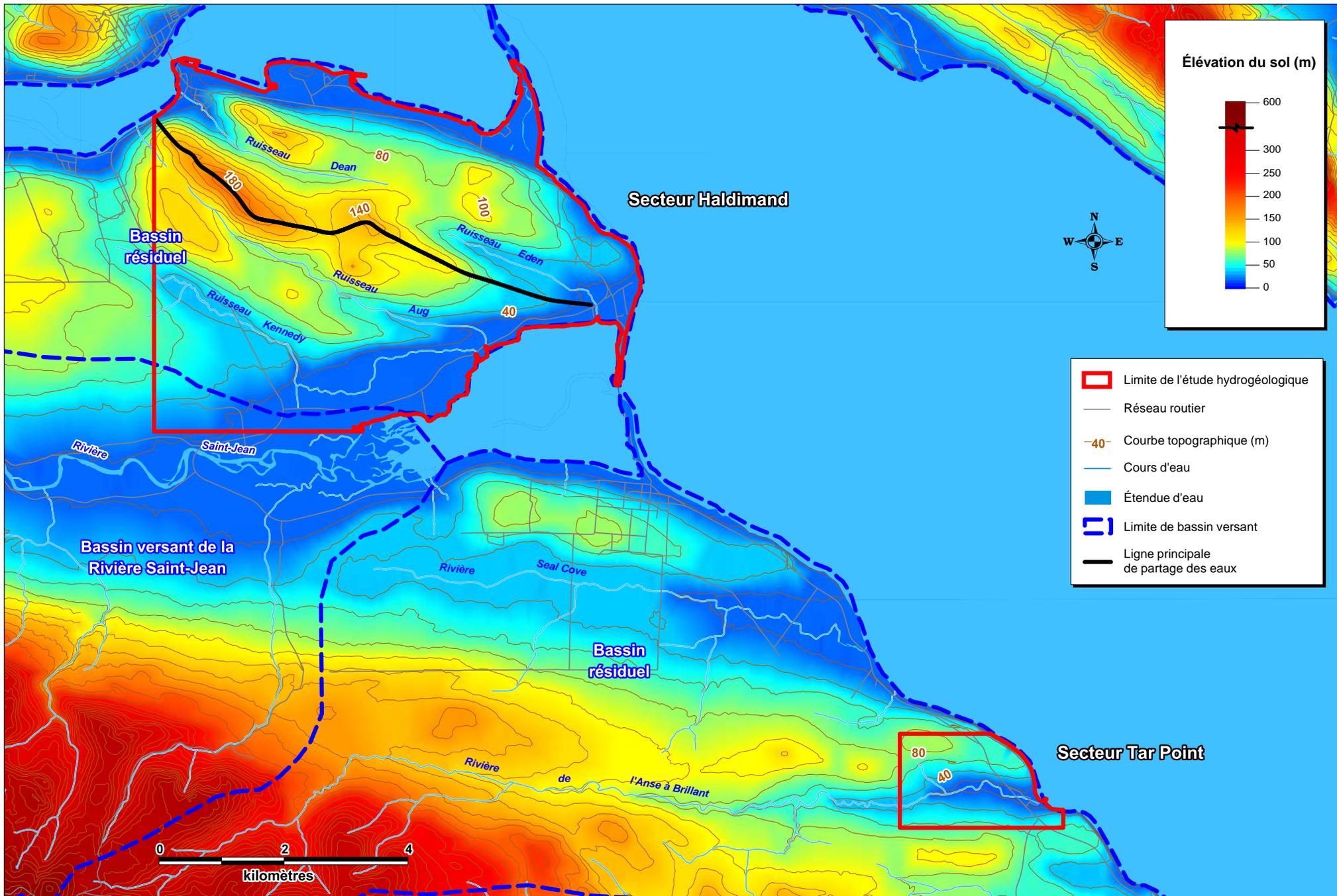


TechnoRem Inc.

Caractérisation hydrogéologique des secteurs Haldimand et Tar Point, Gaspé, Québec, Phase I

Localisation des sites d'exploitation prévus et des infrastructures humaines à proximité

Figure:
3-1



Date: 2013-08-08	Projeté par: C.Scalzo
Approuvé par: J.M.Lauzon, ing.	Échelle: 1 : 80 000
No. de projet: PR11-92	No. de dessin: 1192_Fig_3-2

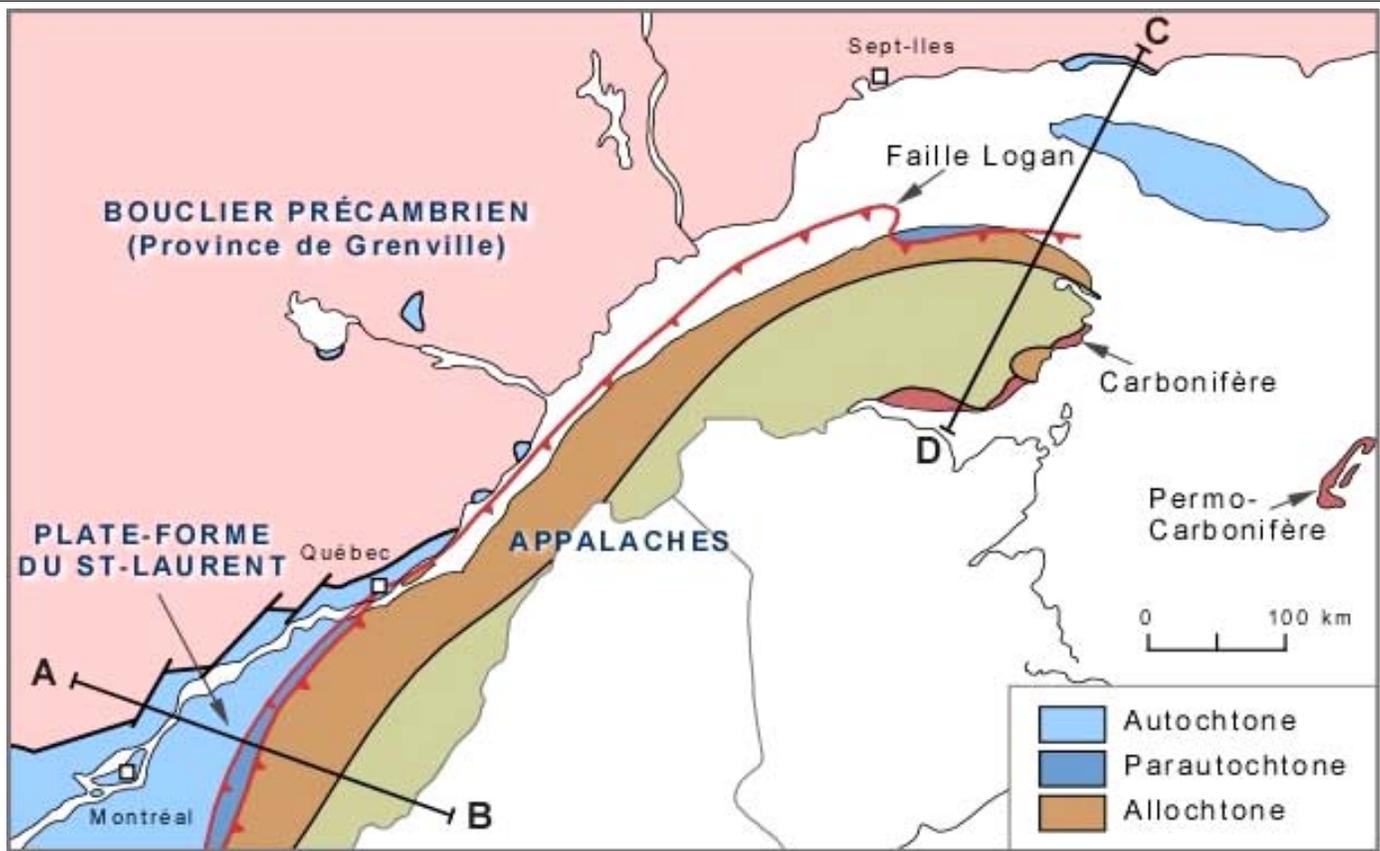

 Leader en exploration pétrolière au Québec


TechnoRem Inc.

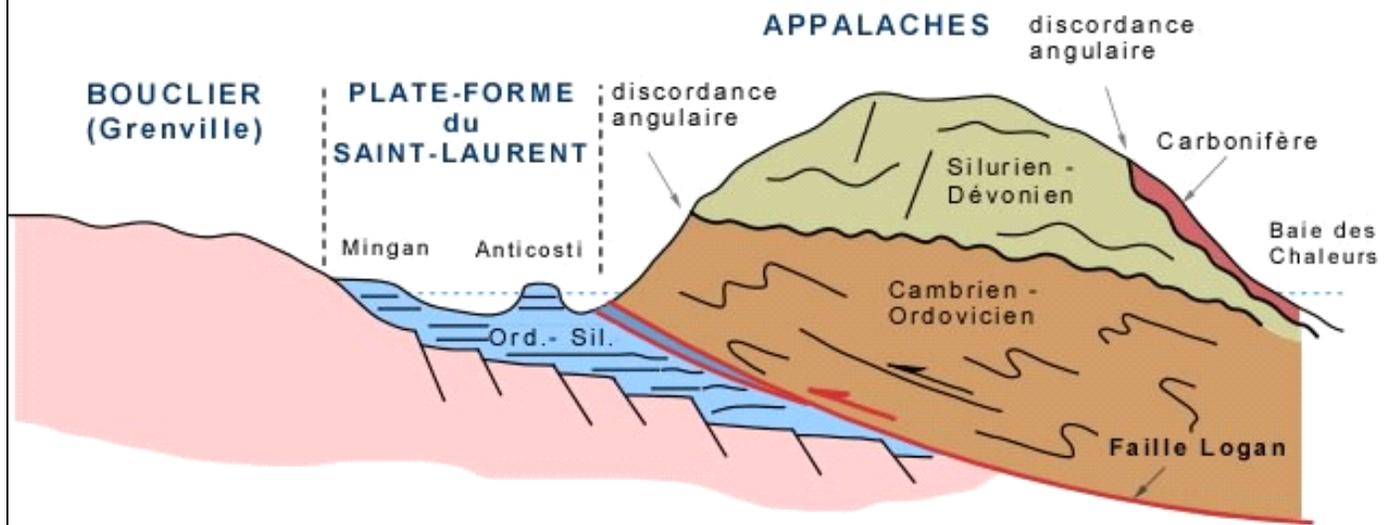
Caractérisation hydrogéologique des secteurs Haldimand
 et Tar Point, Gaspé, Québec, Phase I

Relief des secteurs d'étude et
 limite des bassins versants

Figure:
3-2



COUPE À LA HAUTEUR DE MINGAN - ANTICOSTI - GASPÉSIE



Tirée de : Bourque, P.A., 2013,
<http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s5/5.3.plate-forme.appalaches.htmlw>

CONFIDENTIEL
 ET PRIVILÉGIÉ

PÉTROLIA
 Leader en exploration pétrolière au Québec

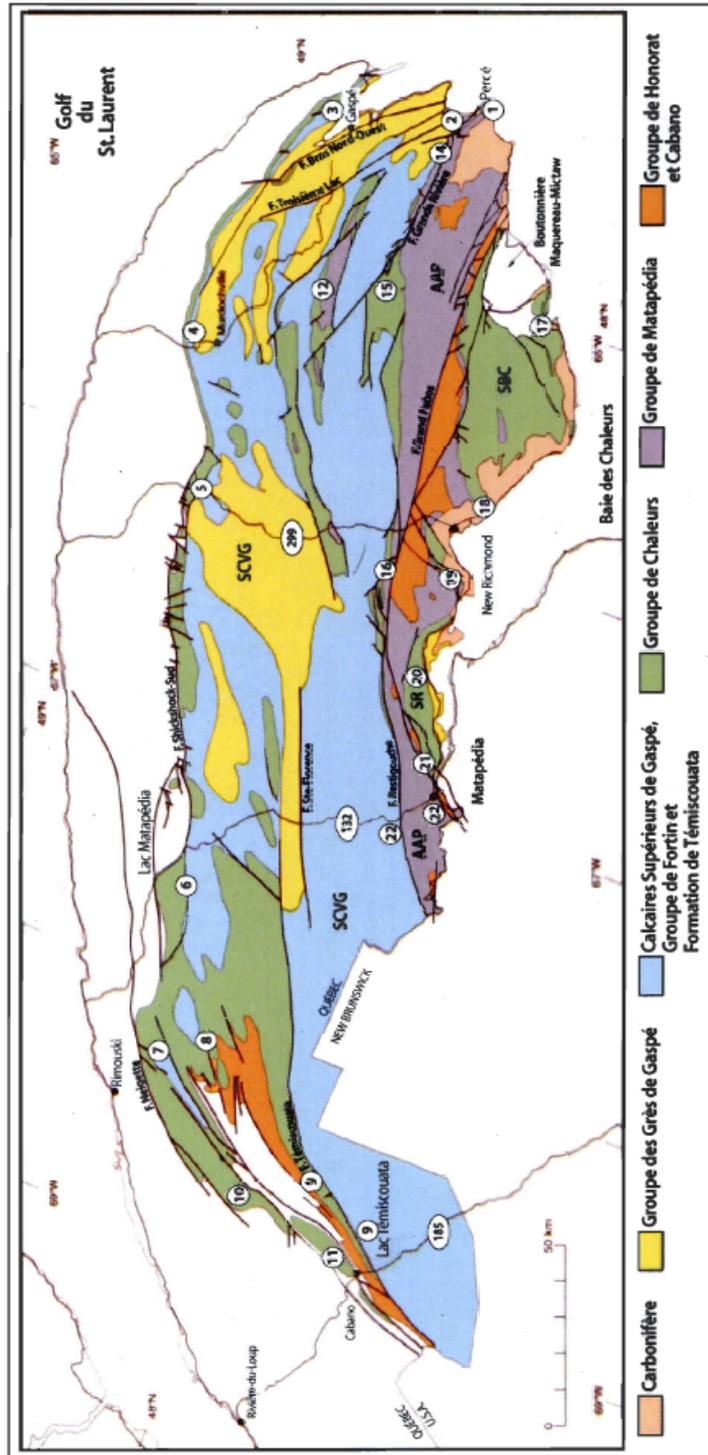
 **TechnoRem Inc.**

CARACTÉRISATION HYDROGÉOLOGIQUE DES SECTEURS HALDIMAND ET
 TAR POINT, GASPÉ, QUÉBEC, PHASE I

GÉOLOGIE SIMPLIFIÉE DE LA PÉNINSULE GASPÉSIENNE

FIGURE:
3-3

Date: 2013-04-23	Projeté par: L.Champagne	Approuvé par: J.M.Lauzon, ing.	Échelle: aucune	No. de projet: PR11-92	No. de dessin: 1192_F3-3
---------------------	-----------------------------	-----------------------------------	--------------------	---------------------------	-----------------------------



SCVG : Synclinorium de Connecticut Valley-Gaspé
 AAP : Anticlinorium d'Aroostook-Percée
 SBC : Synclinorium de la Baie des Chaleurs
 SR : Synclinal de restigouche

Tirée de : Bêche, M., 2009.

CONFIDENTIEL
 ET PRIVILÉGIÉ

PÉTROLIA
 Leader en exploration pétrolière au Québec

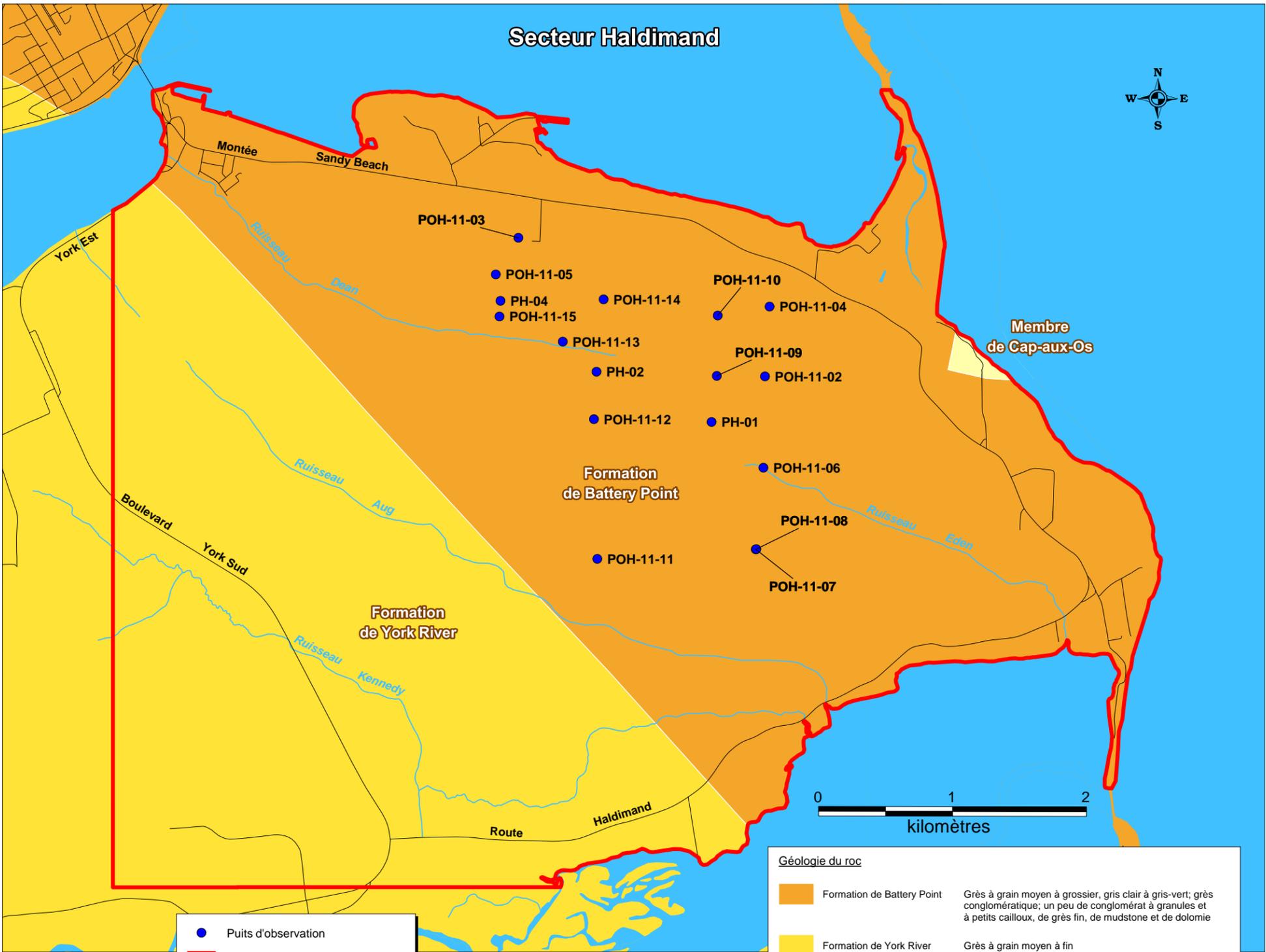
TechnoRem Inc.

CARACTÉRISATION HYDROGÉOLOGIQUE DES SECTEURS HALDIMAND ET
 TAR POINT, GASPÉ, QUÉBEC, PHASE I

CARTE SIMPLIFIÉE DE LA GÉOLOGIE
 DE LA CEINTURE DE GASPÉ

FIGURE:
 3-4

Date: 2013-04-23	Projeté par: L.Champagne	Approuvé par: J.M.Lauzon, ing.	Echelle: aucune	No. de projet: PR11-92	No. de dessin: 1192_F3-4
---------------------	-----------------------------	-----------------------------------	--------------------	---------------------------	-----------------------------

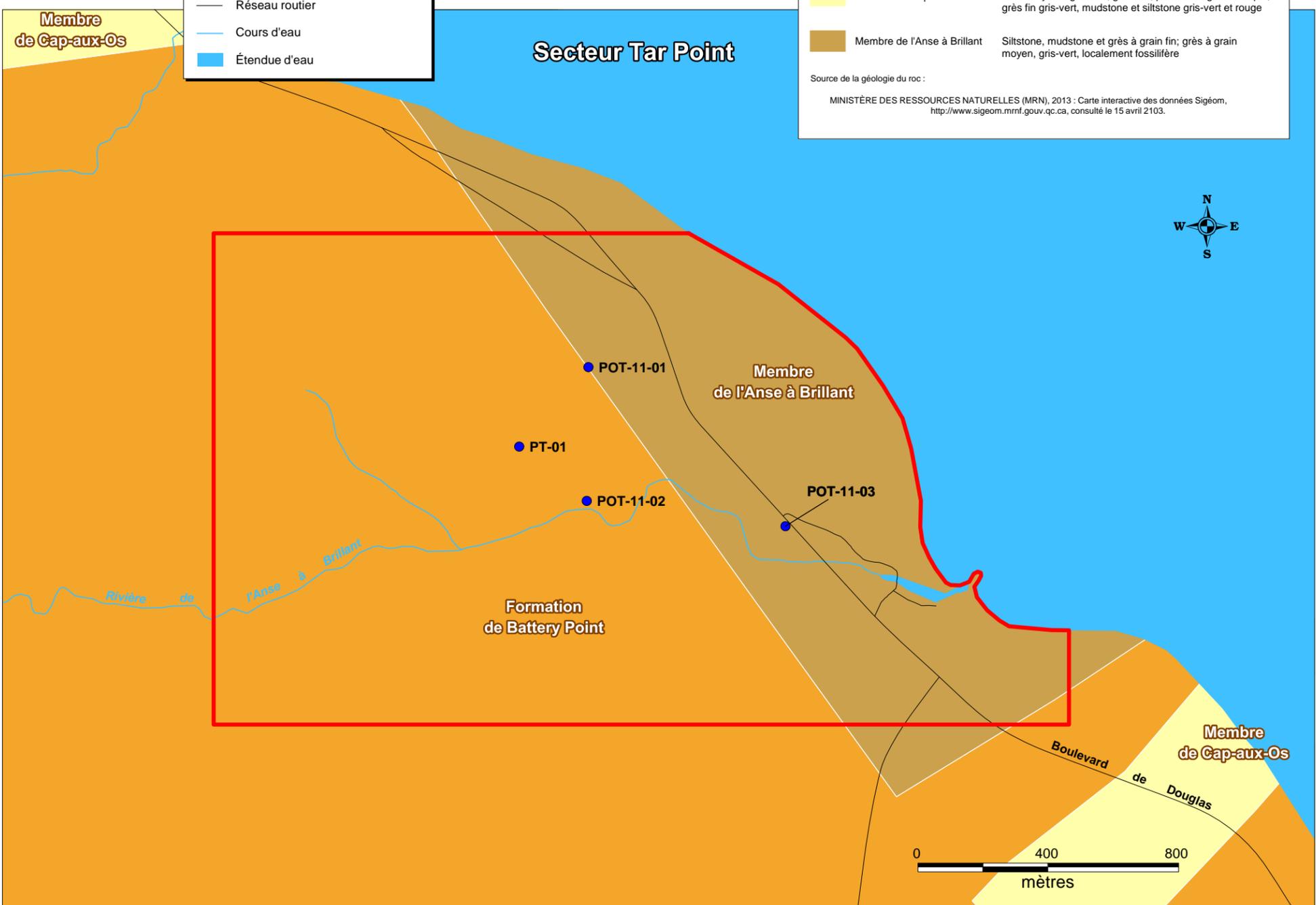


- Puits d'observation
- Limite de l'étude hydrogéologique
- Réseau routier
- Cours d'eau
- Étendue d'eau

Géologie du roc

	Formation de Battery Point	Grès à grain moyen à grossier, gris clair à gris-vert; grès conglomératique; un peu de conglomérat à granules et à petits cailloux, de grès fin, de mudstone et de dolomie
	Formation de York River	Grès à grain moyen à fin
	Membre de Cap-aux-Os	Grès moyen à grossier, gris-vert, parfois conglomératique; grès fin gris-vert, mudstone et siltstone gris-vert et rouge
	Membre de l'Anse à Brillant	Siltstone, mudstone et grès à grain fin; grès à grain moyen, gris-vert, localement fossilifère

Source de la géologie du roc :
 MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (MRN), 2013 : Carte interactive des données Sigéom, <http://www.sigeom.mrnf.gouv.qc.ca>, consulté le 15 avril 2103.



Date: 2013-05-22	Projeté par: C. Scalzo
Approuvé par: J.M. Lauzon, ing.	Échelle: 1:35 000 / 1:15 000
No. de projet: PR11-92	No. de dessin: 1192_Fig_3-5



Leader en exploration pétrolière au Québec

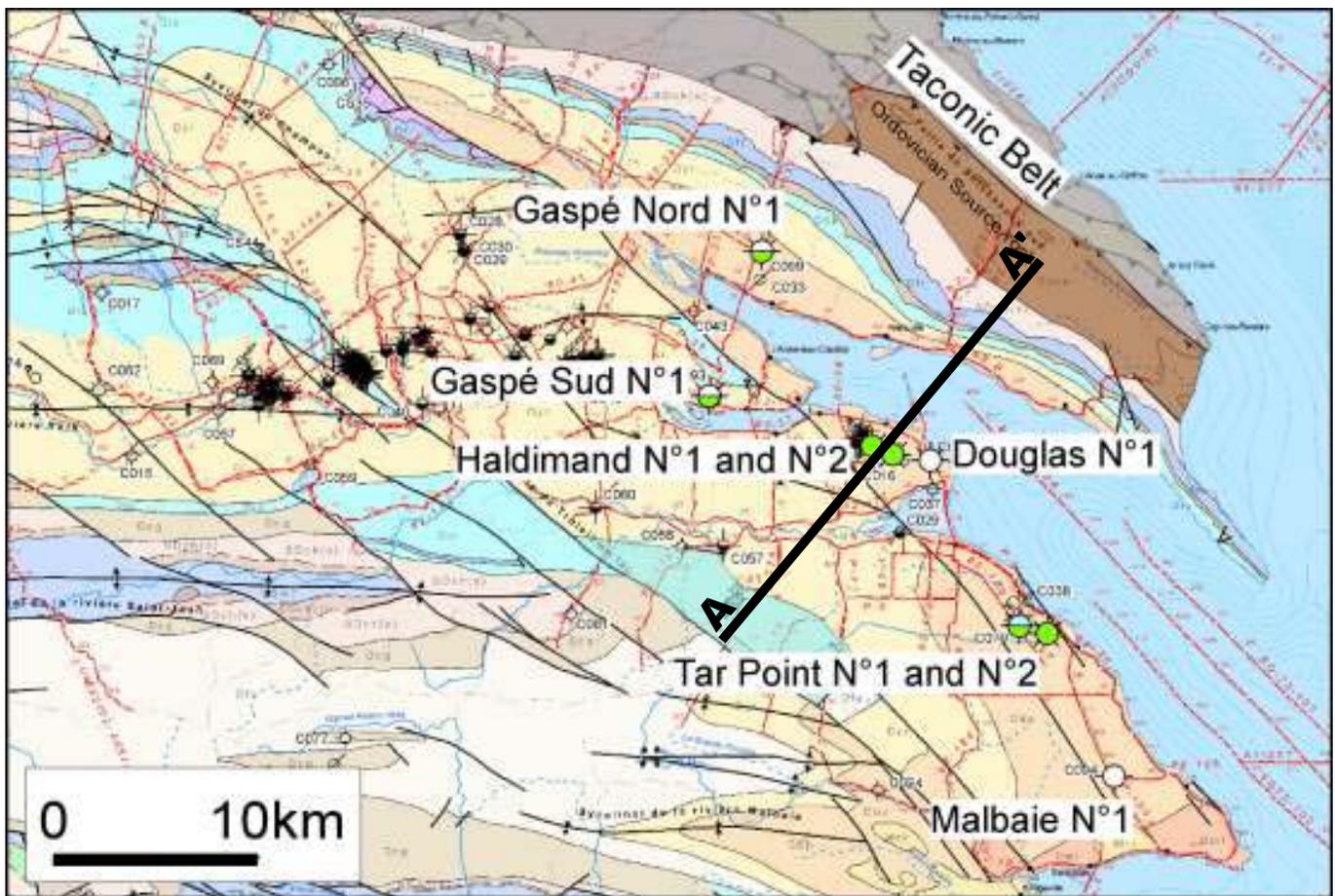
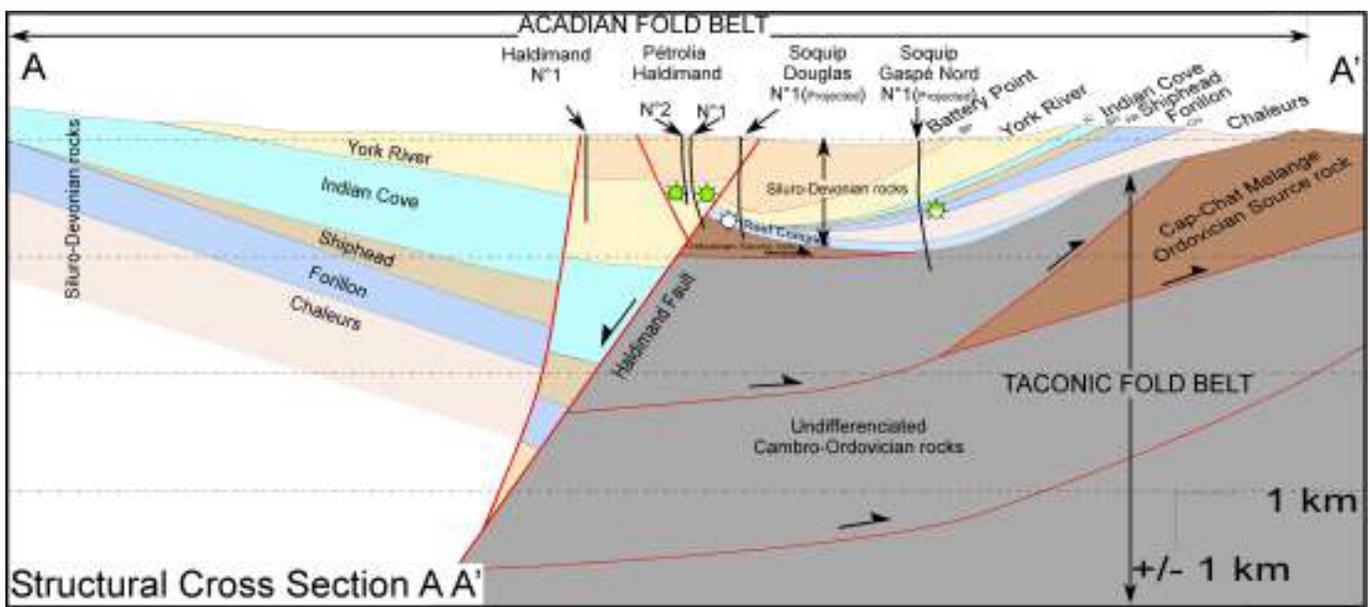


TechnoRem Inc.

Caractérisation hydrogéologique des secteurs Haldimand et Tar Point, Gaspé, Québec, Phase I

Géologie du roc et localisation des puits d'observation - Secteurs d'Haldimand et de Tar Point

Figure:
3-5



Tirée de : Pétrolia, 2013, www.petroliagas.com

CONFIDENTIEL
ET PRIVILEGIÉ



Leader en exploration pétrolière au Québec



TechnoRem

TechnoRem Inc.

CARACTÉRISATION HYDROGÉOLOGIQUE DES SECTEURS HALDIMAND ET
TAR POINT, GASPÉ, QUÉBEC, PHASE I

GÉOLOGIE DU ROC ET
COUPE GÉOLOGIQUE DU SECTEUR D'HALDIMAND

FIGURE:
3-6

Date:
2013-04-23

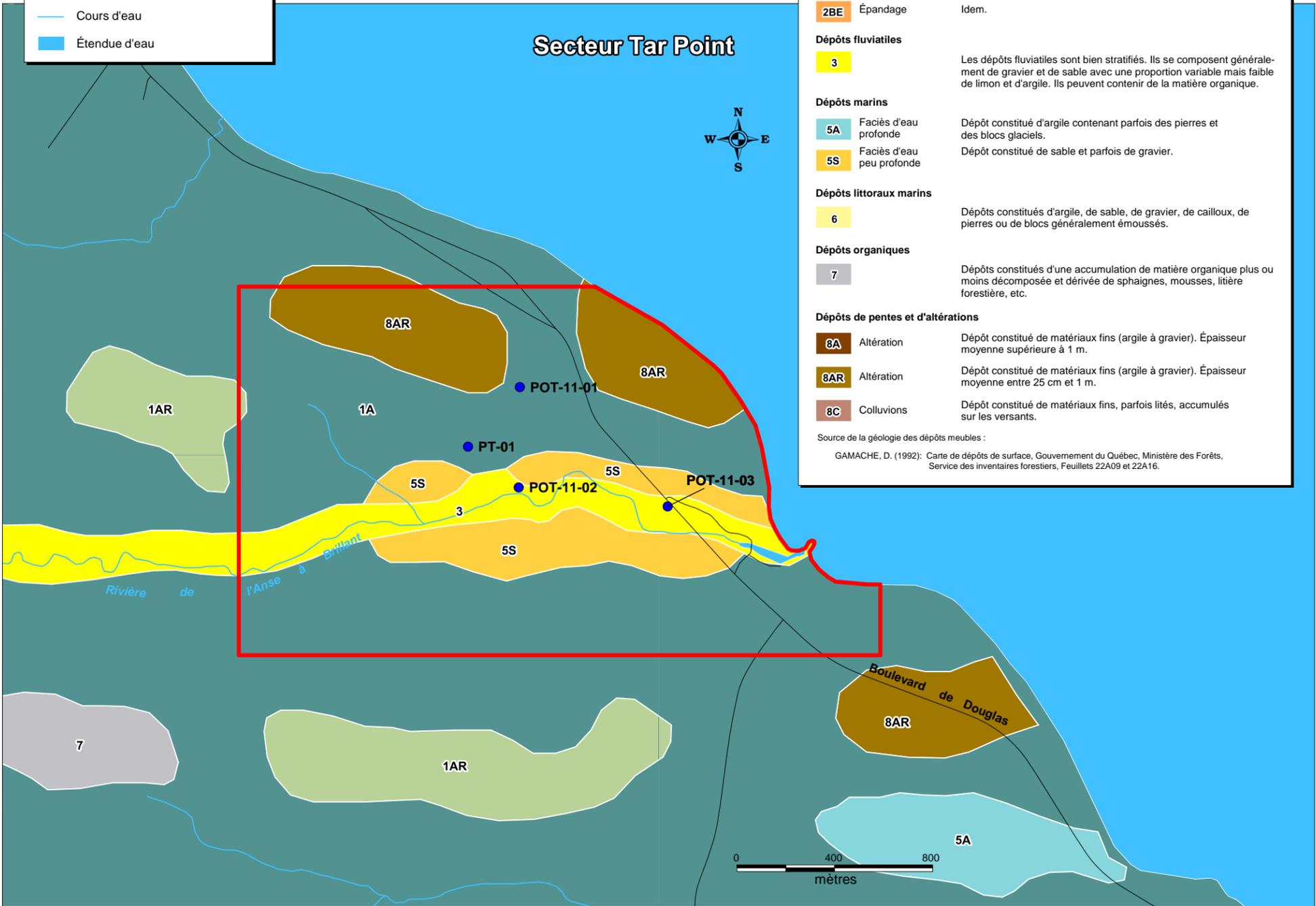
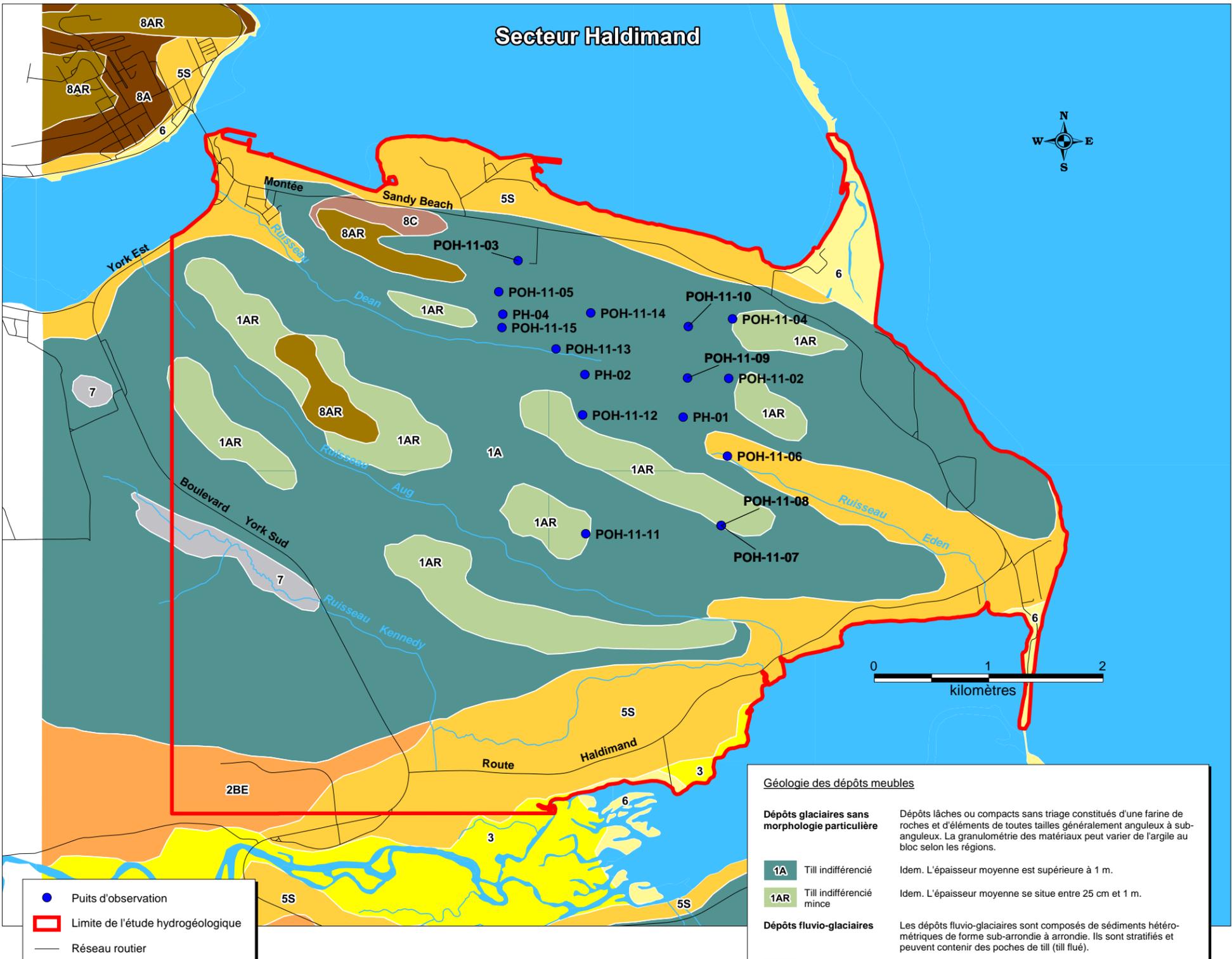
Projeté par:
L.Champagne

Approuvé par:
J.M.Lauzon, ing.

Échelle:
aucune

No. de projet:
PR11-92

No. de dessin:
1192_F3-6



- Puits d'observation
- Limite de l'étude hydrogéologique
- Réseau routier
- Cours d'eau
- Étendue d'eau

Géologie des dépôts meubles	
Dépôts glaciaires sans morphologie particulière	
 1A	Till indifférencié Idem. L'épaisseur moyenne est supérieure à 1 m.
 1AR	Till indifférencié mince Idem. L'épaisseur moyenne se situe entre 25 cm et 1 m.
Dépôts fluvio-glaciaires	
 2BE	Épandage Idem.
Dépôts fluviaux	
 3	Dépôts fluviaux sont bien stratifiés. Ils se composent généralement de gravier et de sable avec une proportion variable mais faible de limon et d'argile. Ils peuvent contenir de la matière organique.
Dépôts marins	
 5A	Faciès d'eau profonde Dépôt constitué d'argile contenant parfois des pierres et des blocs glaciaires.
 5S	Faciès d'eau peu profonde Dépôt constitué de sable et parfois de gravier.
Dépôts littoraux marins	
 6	Dépôts constitués d'argile, de sable, de gravier, de cailloux, de pierres ou de blocs généralement émoussés.
Dépôts organiques	
 7	Dépôts constitués d'une accumulation de matière organique plus ou moins décomposée et dérivée de sphaignes, mousses, litière forestière, etc.
Dépôts de pentes et d'altérations	
 8A	Altération Dépôt constitué de matériaux fins (argile à gravier). Épaisseur moyenne supérieure à 1 m.
 8AR	Altération Dépôt constitué de matériaux fins (argile à gravier). Épaisseur moyenne entre 25 cm et 1 m.
 8C	Colluvions Dépôt constitué de matériaux fins, parfois lités, accumulés sur les versants.
Source de la géologie des dépôts meubles :	
GAMACHE, D. (1992): Carte de dépôts de surface, Gouvernement du Québec, Ministère des Forêts, Service des inventaires forestiers, Feuilles 22A09 et 22A16.	

Date: 2013-05-22	Projeté par: C. Scalzo
Approuvé par: J.M. Lauzon, ing.	Échelle: 1:40 000 / 1:20 000
No. de projet: PR11-92	No. de dessin: 1192_Fig_3-7



Leader en exploration pétrolière au Québec

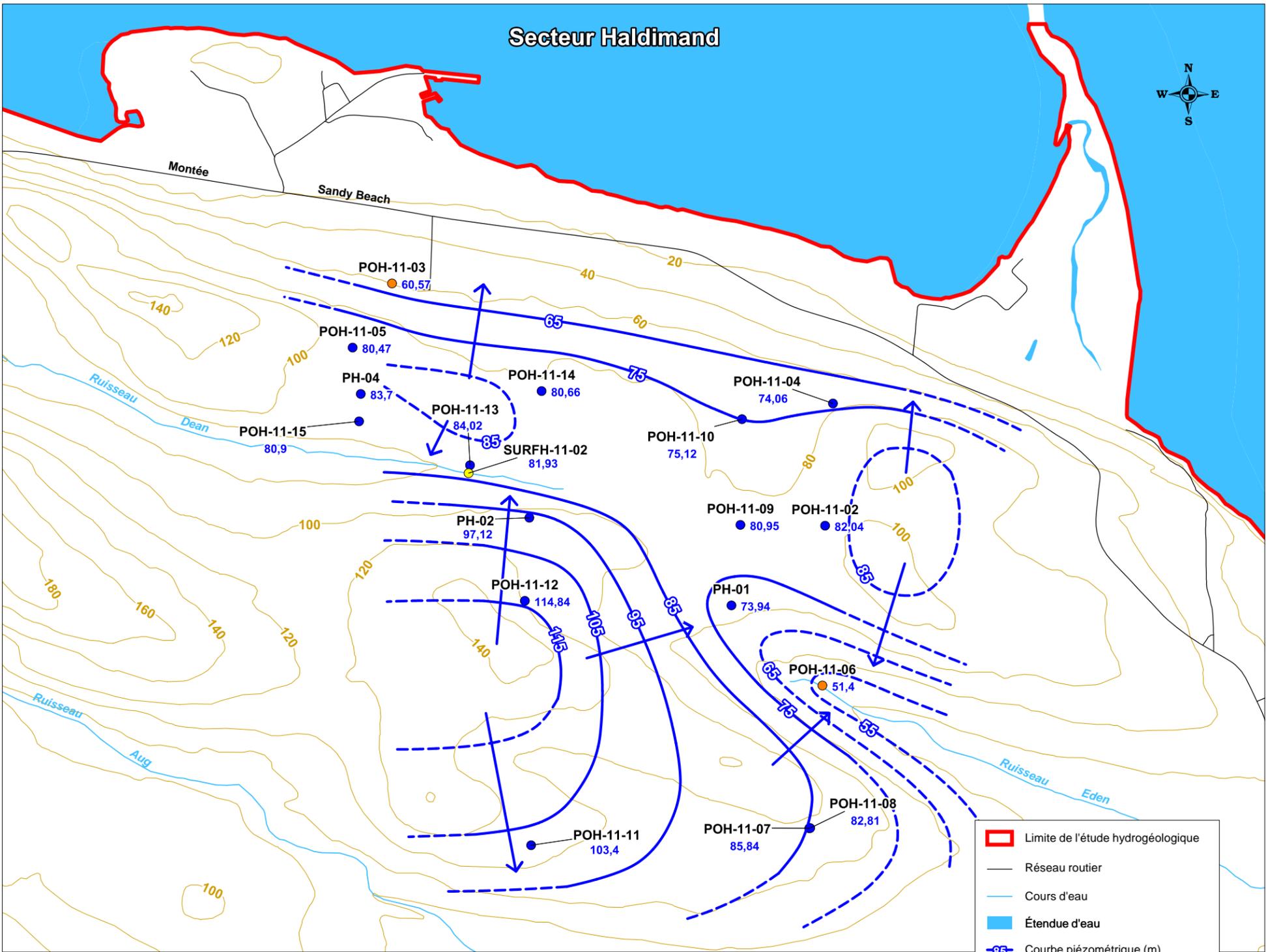


TechnoRem Inc.

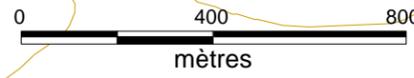
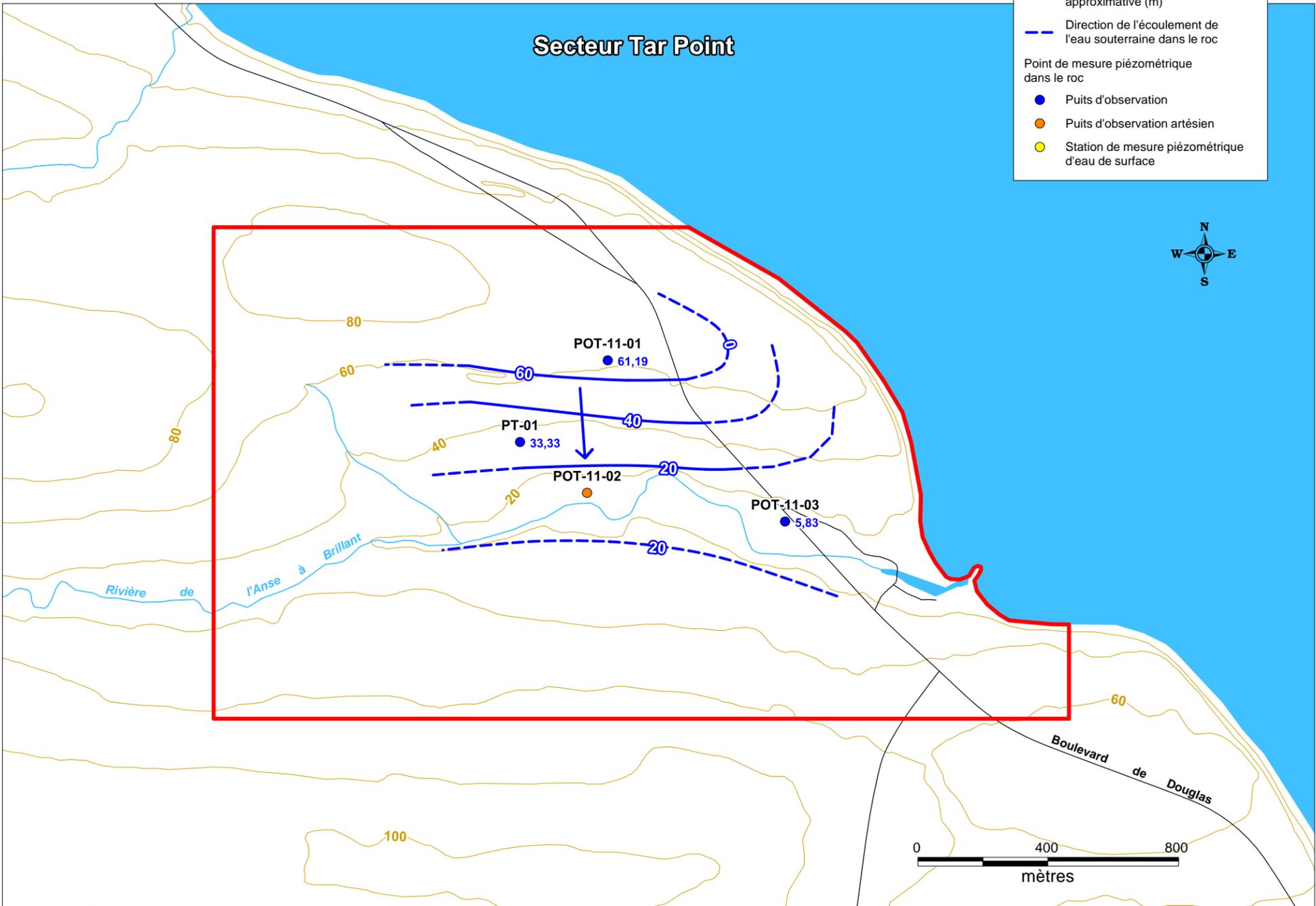
Caractérisation hydrogéologique des secteurs Haldimand et Tar Point, Gaspé, Québec, Phase I

Géologie des dépôts meubles et localisation des puits d'observation - Secteurs d'Haldimand et de Tar Point

Figure:
3-7



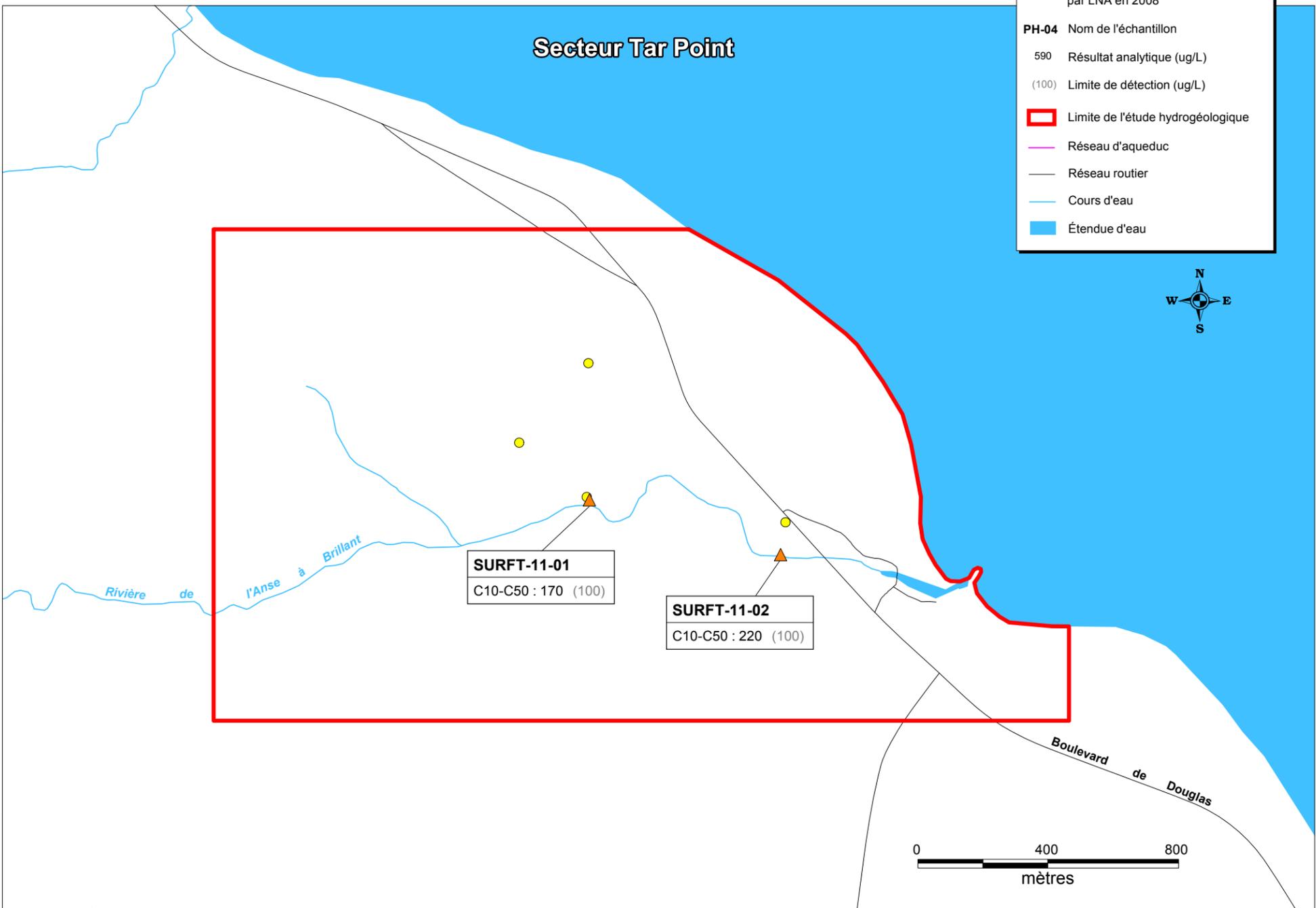
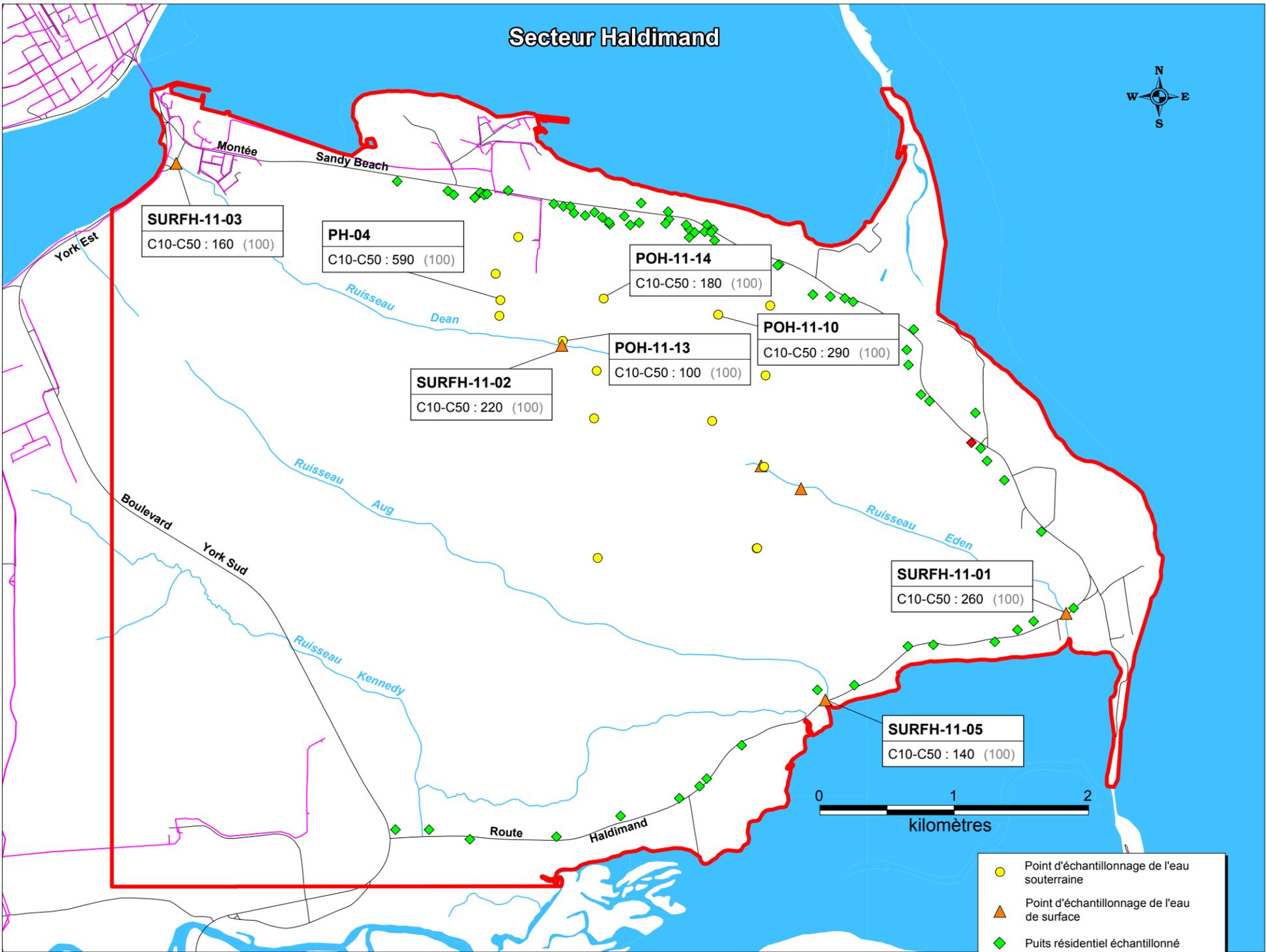
- Limite de l'étude hydrogéologique
 - Réseau routier
 - Cours d'eau
 - Étendue d'eau
 - Courbe piézométrique (m)
 - Courbe piézométrique approximative (m)
 - Direction de l'écoulement de l'eau souterraine dans le roc
- Point de mesure piézométrique dans le roc
- Puits d'observation
 - Puits d'observation artésien
 - Station de mesure piézométrique d'eau de surface



Date: 2013-04-17	Projeté par: C. Scalzo
Approuvé par: J.M.Lauzon, ing.	Échelle: 1:20 000 / 1:15 000
No. de projet: PR11-92	No. de dessin: 1192_Fig_4-1

Leader en exploration pétrolière au Québec

TechnoRem Inc.



- Point d'échantillonnage de l'eau souterraine
- ▲ Point d'échantillonnage de l'eau de surface
- ◆ Puits résidentiel échantillonné
- ◆ Puits résidentiel échantillonné par LNA en 2008
- PH-04** Nom de l'échantillon
- 590 Résultat analytique (ug/L)
- (100) Limite de détection (ug/L)
- Limite de l'étude hydrogéologique
- Réseau d'aqueduc
- Réseau routier
- Cours d'eau
- Étendue d'eau

Date: 2013-08-08	Projeté par: C. Scalzo
Approuvé par: J.M.Lauzon, ing.	Échelle: 1:35 000 / 1:15 000
No. de projet: PR11-92	No. de dessin: 1192_Fig_5-1

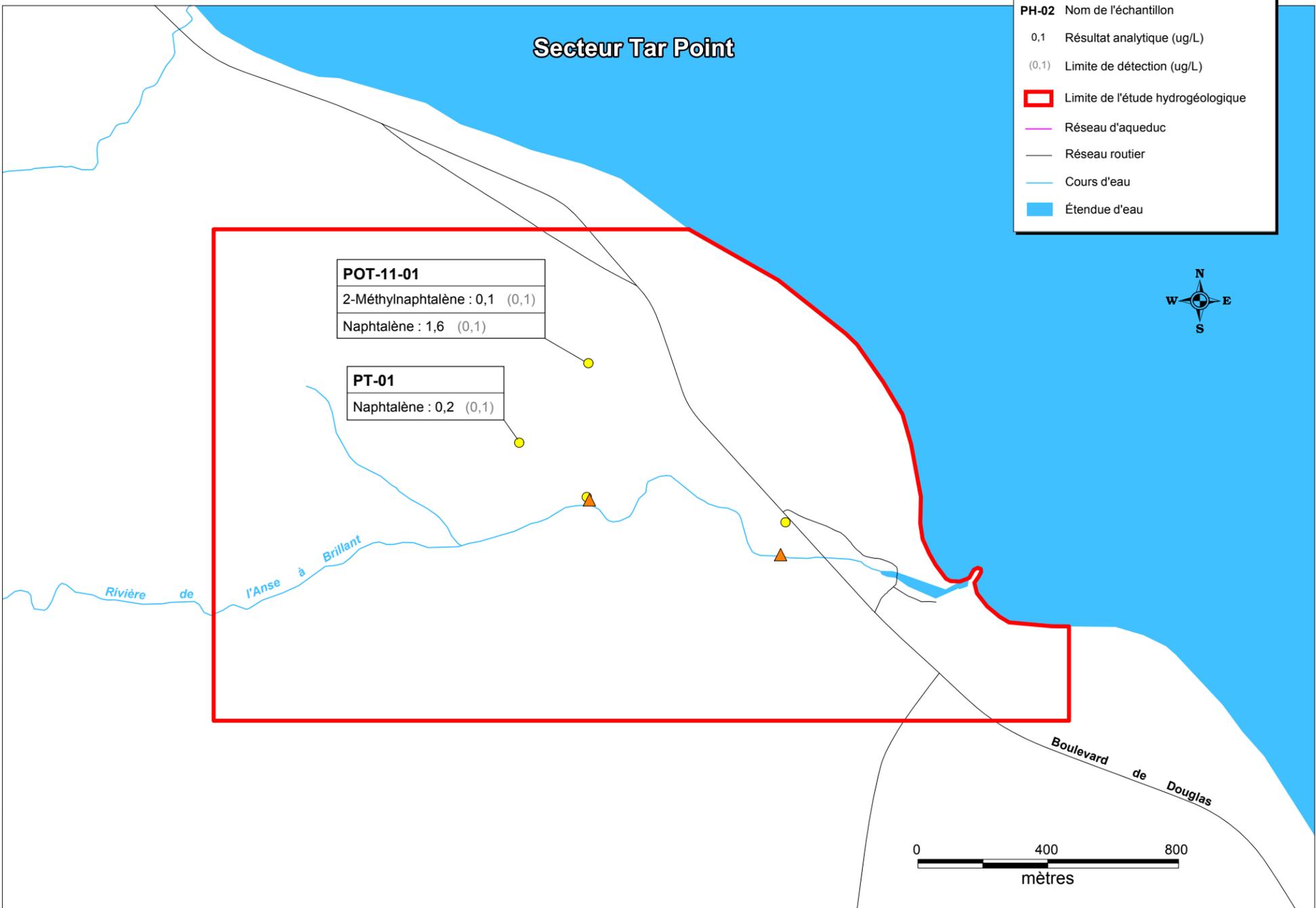
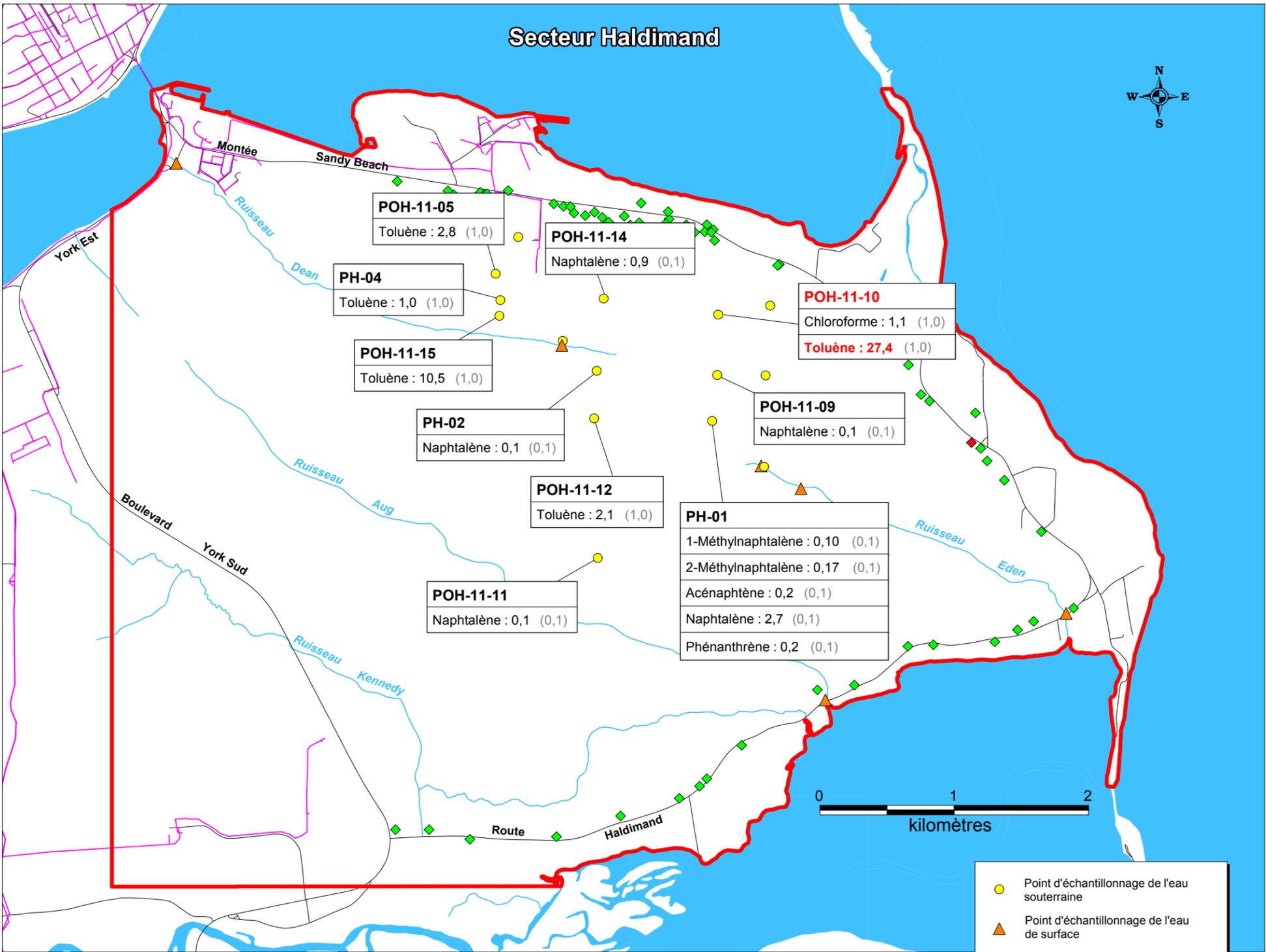
Leader en exploration pétrolière au Québec

TechnoRem Inc.

Caractérisation hydrogéologique des secteurs Haldimand et Tar Point, Gaspé, Québec, Phase I

Résultats analytiques des eaux souterraines et de surface - HP C10C50

Figure:
5-1





**GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA
OPEN FILE 7492**

**Borehole geophysical studies in a fractured sedimentary rock
aquifer in Haldimand, Gaspé, Québec**

**H. Crow, M. Raynauld, R. Lefebvre, E. Gloaguen,
K. Brewer, T. Cartwright**

2014



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Canada



**GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA
OPEN FILE 7492**

**Borehole geophysical studies in a fractured sedimentary rock
aquifer in Haldimand, Gaspé, Québec**

**H. Crow¹, M. Raynauld², R. Lefebvre², E. Gloaguen², K. Brewer¹,
T. Cartwright¹**

¹ Geological Survey of Canada (Ottawa), 601 Booth Street, Ottawa, ON K1A 0E8

² Institut national de la recherche scientifique, 490 rue de la Couronne, Québec, QC G1K 9A9

2014

©Her Majesty the Queen in Right of Canada 2014

doi:10.4095/293363

This publication is available for free download through GEOSCAN (<http://geoscan.ess.nrcan.gc.ca/>).

Recommended citation

Crow, H., Raynauld, M., Lefebvre, R., Gloaguen, E., Brewer, K., Cartwright, T. 2014. Borehole geophysical studies in a fractured sedimentary rock aquifer in Haldimand, Gaspé, Québec; Geological Survey of Canada, Open File 7492. doi:10.4095/293363

Table of Contents

1	INTRODUCTION.....	1
1.1	Regional and Geological Setting	2
2	FIELDWORK.....	3
3	PROCESSING	7
4	INTERPRETATION AND ANALYSIS.....	8
4.1	Lithological Interpretation.....	8
4.2	Structural Interpretation	10
4.3	Fluid Analyses	12
4.3.1	<i>Temperature</i>	14
4.3.2	<i>Fluid Conductivity</i>	14
4.3.3	<i>Flow Meter</i>	15
4.3.4	<i>Video Logs</i>	15
5	SUMMARY	17
6	DISCUSSION.....	18
6.1	Depth or Elevation? What is the Main Influence on Lithology and Groundwater Flow?	18
6.2	Faulting as a Structural Control?	18
6.3	Recommendations for Future Similar Projects.....	18
	ACKNOWLEDGEMENTS.....	21
	REFERENCES	21
	APPENDIX I - Interpreted Geophysical Log Suites	
	APPENDIX II - Geophysical Log Background	
	APPENDIX III - Digital Data Files	

1 INTRODUCTION

To investigate a potential link between an 800 m-deep petroleum reservoir and a shallow fractured rock aquifer system, the Institut national de la recherche scientifique (INRS) is conducting a groundwater study in the Haldimand Sector of Gaspé, Québec. In 2011 and 2012, 15 new observation wells were drilled and groundwater was sampled in these, and three pre-existing, wells. Surface water was also sampled across the site. To support the study and evaluate the downhole tools best suited for this type of investigation, the Geological Survey of Canada (GSC) collected geophysical logs in 10 open rock and 3 PVC-cased wells during the fall of 2012 (Table 1). Logs were acquired to better understand the lithological variations in the near-surface sedimentary rock, *in situ* variation in fluid temperature & conductivity, flow rates and direction of flow along the wellbore, and the structural orientations of fractures intersected by the boreholes.

Table 1 – Well locations and elevations.

Well	UTMs (NAD 83, Zone 20)		Open/Cased Method/diam.	Depth Drilled (m)	Surface Elevation (MASL)
	Easting	Northing			
POH-11-02	395 921	5 407 159	open, hammer, 152 mm	42.1	94.11
POH-11-03	394 098	5 408 228	open, cored, 76 mm	51.0	60.25
POH-11-04	395 965	5 407 683	PVC-cased, hammer, 152 mm	41.9	76.41
POH-11-05	393 925	5 407 957	open, hammer, 152 mm	42.7	91.27
POH-11-06	395 904	5 406 475	open, hammer, 152 mm	36.0*	47.53
POH-11-09	395 574	5 407 156	open, hammer, 152 mm	46.3**	83.92
POH-11-10	395 575	5 407 620	open, cored, 76 mm	51.5	75.87
POH-11-12	394 629	5 406 859	open, hammer, 152 mm	40.2	119.44
POH-11-14	394 727	5 407 765	open, hammer, 152 mm	40.0	82.03
POH-11-15	393 947	5 407 643	PVC-cased, hammer, 152 mm	19.8	84.37
PH-01	395 520	5 406 827	open, hammer, 152 mm	44.5	79.88
PH-02	394 660	5 407 212	open, hammer, 152 mm	27.0	100.61
PH-04	393 956	5 407 759	PVC-cased, hammer, 152 mm	40.0	84.80

*Blocked at 23.9 m at time of logging

**Blocked at 25.0 m at time of logging

Analyses of these geophysical, hydrogeological, and hydrogeochemical datasets are the basis for conceptual and numerical models of the groundwater system, currently being developed at the INRS. Ultimately, an improved understanding of groundwater flow in the area will allow for an assessment of potential impact to groundwater quality from local petroleum industry activities.

This report describes the geophysical logging carried out on site by the GSC, presents the findings of the downhole dataset analyses, and provides the interpreted log figures and digital log data in Appendices I and II. In tandem with these analyses, groundwater sample analyses are being conducted, and current results have been described in Raynauld et al. (2013b).

1.1 Regional and Geological Setting

The field site is located within the municipality of Gaspé, Québec, in the Haldimand sector 3 to 7 km from downtown Gaspé. The sedimentary rock surface is folded and elevation varies from sea level to 200 m in the center of the Haldimand peninsula, bounded by the St. Jean and York Rivers (Figure 1). Provincial Highway 132 runs around the inhabited edge of the peninsula, while its forested interior is only accessible through trails on private land. The principal source of groundwater in the region is the near-surface fractured sedimentary rock aquifer, and local residential wells are drilled to an average depth of 30.5 m (Raynauld et al., 2013a). The primary users of groundwater in the study area are local residents.

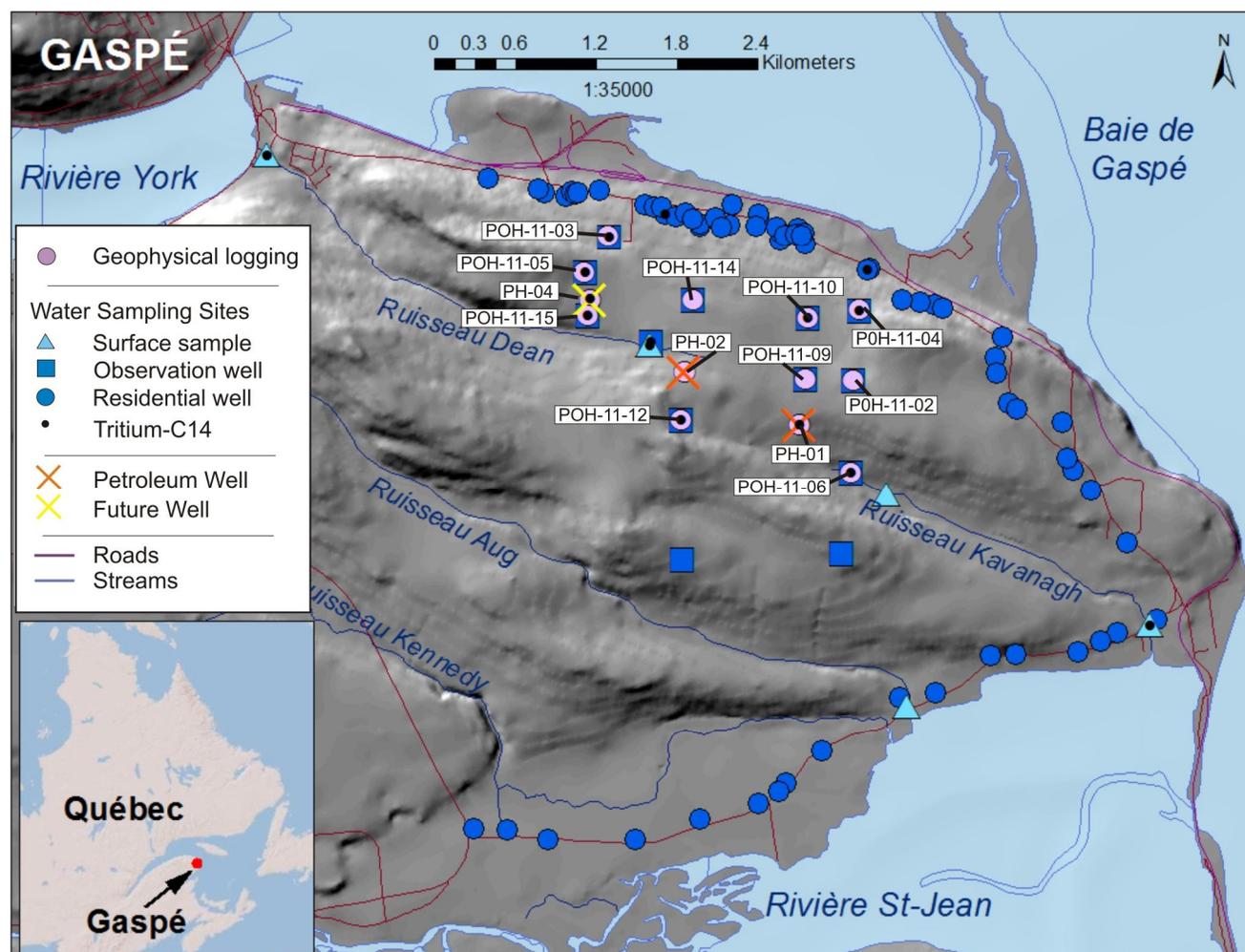


Figure 1 – Locations of the boreholes logged during the GSC field campaign, along with sites where water samples were collected in 2012. Modified from Raynauld et al., 2012.

The near surface sedimentary rock in the area is composed of Devonian-age fluvial sandstone and mudstone sequences of the Battery Point Formation (Desbiens, 1990), which extend hundreds of metres below surface. Deep hydrocarbon reservoirs are found within the underlying York River Formation at depths ranging between 630 and 1200 m. For more information on the reservoir geology, see Petrolia (2013a and 2013b).

The region is known for its hydrocarbon potential, and natural hydrocarbon seeps are present at several locations near Haldimand. Historic petroleum exploration activity has led to abandoned

shallow wells in the area. Two recent exploration wells have been drilled in the region (Petrolia Haldimand No. 1 and Petrolia Haldimand No. 2), which reach the top of the reservoir in the York River formation at depths of 930 m and 722 m, respectively. Haldimand No. 1 has been producing at a moderate non-commercial rate. A third exploration well, Petrolia Haldimand No. 4, is waiting for full authorization to begin drilling. Each deep well is located next to a 6" water well (PH-series) that was used to provide groundwater for the drilling. Well PH-04 was drilled near Petrolia Haldimand No. 4 in October 2012.

A hydrogeological characterization was carried out in 2011 and 2012 by TechnoRem (2013), a hydrogeological consulting firm from Laval. Twelve 6" (152 mm) boreholes were hammer-drilled in 2011 for the groundwater study. In the fall of 2012, two additional cored 3" (76 mm) boreholes were drilled. Of these 17 shallow groundwater monitoring boreholes on site, the 13 boreholes listed in Table 1 were accessible for geophysical logging.

2 FIELDWORK

Field work was carried out by a two-person GSC crew between October 30 – November 19, 2012. Table 2 contains a summary of the logs collected in each borehole, and Table 3 describes each tool's resolution, basic collection parameters, and the practical interpretation of each log. A more detailed description of the tools can be found in Appendix II.

Geophysical logs provide a means of identifying and characterizing lithological units based on variations in their chemical and physical properties. "Lithological logs" (spectral gamma, inductive and guard resistivity, magnetic susceptibility) augment geological interpretation when cores cannot be retrieved, and allow for correlation of marker horizons or geological units between wells. The group of logs known as "hydrogeophysical" (fluid temperature/conductivity, flow meter, caliper) detects vertical fluid movement in the borehole caused by flowing fractures intersected by the wellbore. Temperature logs can also be used to infer fluid movement behind PVC casing. Finally, the acoustic televiewer (ATV) collects high-resolution (mm-scale) amplitude and time images of the inside of the borehole wall. This allows for analysis of wall roughness, orientation of structural features cross-cutting the borehole, and estimation of the fracture aperture at the borehole wall. The televiewer log can be considered structural, hydrogeophysical, and to a lesser extent, lithological, in groundwater studies. To accompany the televiewer images, a video camera was used to record moving images of gas bubbles or particle movement in the groundwater, and assess overall well condition.

Prior to leaving for the field, laboratory calibrations were performed with the temperature tool, flow meter, and orientation systems of the ATV tool. Additional calibrations were performed after returning from the field with the temperature and fluid conductivity tools.

The water level was measured in the borehole upon arrival at each well site. The fluid temperature and conductivity tools were the first instruments lowered into the borehole to collect the log in undisturbed fluid. A period of 10-20 minutes was allowed for the tools to thermally equilibrate in the top of the water column before the logging began. Video logging was performed next to avoid degrading fluid clarity with centralized tools which rub the borehole wall. Natural gamma, inductive conductivity, magnetic susceptibility, and resistivity were then collected in any order, followed by the televiewer. Once the televiewer, video, and fluid logs were reviewed together, intervals for the heat pulse flow meter tests were selected to bracket visible deviations in the fluid logs and/or open fractures seen in the ATV images.

In cased wells, tools which must come into contact with the borehole wall (resistivity), image the rock walls (televiewer, video camera), or interact with the fluid in the open well (fluid conductivity, flow meter) could not be used.

Table 2. Geophysical logs collected in Haldimand during the Oct/Nov 2012 field trip.

Borehole	Open rock / PVC-cased	Geophysical Log								
		Structural	Hydrogeophysical			Lithological				Video Log
		ATV (& caliper)	Flow Meter	Fluid Cond	Fluid Temp	Mag. Susc.	Nat Gam.	Ind.. Res.	Guard Res.	
PH-01	Open	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PH-02	Open	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
PH-04	Cased				✓	✓	✓	✓		✓
POH-11-02	Open	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
POH-11-03	Open	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
POH-11-04	Cased				✓	✓	✓	✓		
POH-11-05	Open	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
POH-11-06	Open	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
POH-11-09	Open	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
POH-11-10	Open	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
POH-11-12	Open	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
POH-11-14	Open	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
POH-11-15	Cased				✓	✓	✓	✓		

Table 3. Summary of the downhole geophysical log suite.

Downhole Geophysical Log <i>[Manufacturer]</i>	Logging Unit	Radius of Investigation <i>[Vertical resolution]</i>	Logging Speed	Logging Interval	Practical interpretations in open rock
Acoustic Televiewer <i>[Advanced Logic Technology/ Mount Sopris]</i>	Dual images: Traveltime (millisec) Amplitude (unitless)	Open face of borehole wall Minimum azimuthal resolution: 1.25 pixel/deg <i>[Minimum scan width: 0.001 m]</i>	0.5 m/min	0.001 m	In open rock: structural orientation (strike direction & dip), fracture aperture at borehole wall
Acoustic Caliper Interpreted from ATV traveltime data	mm	Open face of borehole wall [Caliper resolution: 0.0001 m]	0.5 m/min	0.001 m	Wall roughness, fracture aperture at borehole wall
Heat Pulse Flow meter <i>[Mount Sopris]</i>	US Gal/min	Within borehole 0.03 USGal/min	Stationary readings	User selected; based on ATV and fluid temp. results	Direction and volume of vertical flow
Fluid Conductivity <i>[GSC]</i>	Frequency, converted to conductivity $\mu\text{S/cm}$	Influenced by surrounding materials <i>[logging interval]</i>	1 m/min	0.01 m	Anomalies due to groundwater flow; changes in groundwater conductivity, lithology
Fluid Temperature <i>[GSC]</i>	Frequency, converted to degrees Celcius ($^{\circ}\text{C}$)	Influenced by surrounding materials <i>[logging interval]</i>	1 m/min	0.01 m	Anomalies due to groundwater flow; lithology (as related to thermal conductivity)
Magnetic Susceptibility <i>[Geonics/Mount Sopris]</i>	parts per thousand SI (ppt SI)	0.3 m <i>[submetre]</i>	3 m/min	0.02 m	Magnetite (heavy mineral) concentration, lithological boundaries
Spectral Gamma <i>[Mount Sopris]</i>	Counts per second (cps)	0.3 - 0.6 m <i>[centimetres, function of logging speed]</i>	1 m/min	0.01 m	Relative grain-size, lithological boundaries

Downhole Geophysical Log <i>[Manufacturer]</i>	Logging Unit	Radius of Investigation <i>[Vertical resolution]</i>	Logging Speed	Logging Interval	Practical interpretations in open rock
Inductive Conductivity/ Resistivity <i>[Geonics/Mount Sopris]</i>	milliSiemens /metre (mS/m) or Ohm-metres (Ohm-m)	0.3 m <i>[submetre]</i>	3 m/min	0.02 m	Formation conductivity (grain and/or porewater conductivity), lithological boundaries
Guard Resistivity <i>[Mount Sopris]</i>	Ohm-metres (Ohm-m)	0.15 – 0.20 m <i>[2 cm]</i>	3 m/min	0.02 m	Relative formation resistivity, lithological boundaries
Video Camera (Forward Looking) GeoVISION	cm	Open face of borehole wall [encoder resolution: 0.01 m]	Lowered by hand ~2-3 m/min	cm-scale	Borehole condition, movement of gas bubbles or particles in fluid column, inflow of fluid into well

Geophysical data were acquired using a Mount Sopris logging system with a Matrix console and interchangeable downhole probes, with the exception of the fluid tools and the downhole video camera. A laptop computer recorded the data using the Matrix logging software. The fluid temperature/conductivity logs were collected with in-house tools coupled with an IFG winch and GSC logging software. On site calibrations were carried out with the inductive resistivity and magnetic susceptibility tools before the logging runs. The downhole black and white GeoVISION camera system was lowered down the borehole by hand to control speed, and to stop and record features of interest. Depths are recorded using an encoder wheel, and the digital images are recorded to computer as .MPEG files. For all logging tools, corrections for sensor offset and casing stick up were made prior to logging, and logs were recorded relative to ground surface.

The acoustic televiewer was centralized in the borehole using a pair of aluminum, four-arm, bowspring centralizers. As decentralization negatively affects the quality of the image, care was taken to ensure the tool was well centered in the borehole before the log was recorded. Due to the 152 mm borehole diameter, the maximum resolution was used for the logging (288 pts per revolution, or 1.25 pixels/deg, with 0.001 m logging intervals). The logs were collected from the bottom of the hole upwards to keep constant tension on the wireline at low logging speeds.

During heat pulse flow meter testing, ambient flows (i.e. natural upward/downward fluid gradients) were observed in all of the wells except PH-02. Measured flows ranged between 0.04 and 3.67 l/min (0.01 and 0.97 US Gal/min), although the tool is calibrated for flows between 0.11 and 3.78 l/min (0.03 and 1 US Gal/min). This means that although flow was detected below 0.11 l/min, flows in the very low end of the range (<0.11 l/min) may be slightly off. The test began with the tool positioned at the first depth of interest. Once three heat pulse triggers yielded the same values (± 0.08 l/min or ± 0.02 USGal/min), the test continued, moving the tool to the next target depth. Five-to-ten minutes were given for the fluid to stabilize after the tool was moved in the borehole. In well PH-11-10, presumed gas emission interfered with the testing, requiring several tests to be performed at one depth. Minimum and maximum values for that depth were then displayed on the log figure.

Although upward flow in POH-11-06 exceeded the flow meter’s capacity, fluid logs and the caliper were successful in identifying the significant inflow zones in the open portion of the well. After fluid logging, the well collapsed at 23.9 m and image logs could not be collected in the lower portion of the borehole.

In well PH-02, no flows were detected under ambient conditions, so a pump test was performed to identify permeable intervals in the borehole. A Redi-Flo 2 Grundfos pump and controller were used to induce upward flow in the borehole. The pump was placed at 7 m depth, 3 m below the top of the water column. Flow rate was monitored every few minutes on surface using a graded bucket and a stopwatch, while water levels were measured in the borehole using a water-level meter. The flow rate was carefully adjusted to avoid exceeding the tool’s upper limit of 3.78 l/min (1.0 US Gal/min), and also to equalize the pumping rate with the recharge (i.e. no measurable drop in water level during the pumping). Once the pumping and water levels were stabilized in PH-02, the test began with the tool positioned at the first depth of interest at the bottom of the well, and moved upwards. The testing concluded with a final test a few metres below the pump, where the upward flow measured by the tool was equal to that of the pump.

3 PROCESSING

Logs from each borehole were imported into WellCAD borehole software and elevation scales were added into the log figures. Log completion details and information from the cuttings logs were incorporated into the dataset. Due to calibrations carried out in the field and/or lab prior to logging, very little processing was required for the stratigraphic and fluid logs.

Televiwer images were imported into WellCAD and oriented to magnetic north for structural interpretation. An acoustic caliper was calculated from the traveltime image using a fluid velocity corrected to the fluid temperature log. Structures were classified using the scheme developed for this project (Table 4). Dip angles of the structures were then corrected for minor borehole tilt (1-5° from vertical) as measured by the televiwer’s accelerometers.

Table 4 – Structural classification table.

Structure Type	Structure Sub-type	Sample Structure	Structure Code
Broken Zone	Evidence of flow	Intersecting fractures, weakened zone	BZ-F 
	No evidence of flow		BZ-NF 
Open Feature	Continuous/discontinuous fracture with aperture - evidence of flow	Open joint, open bedding partings	O-F 
	Continuous/discontinuous fracture with aperture - no evidence of flow		O-NF 
Closed Feature	Parallel	Bedding, foliation	Cpl 
	Perpendicular	High angle joints	Cpr 

4 INTERPRETATION AND ANALYSIS

Figures containing the interpreted log suite from each borehole can be found in Appendix I. To provide boundary conditions for the groundwater modelling, a set of site-wide parameters which summarized the geological and groundwater properties measured on site were also developed, and are discussed below.

4.1 Lithological Interpretation

To assess site-wide sedimentary rock conditions, lithological logs (gamma, resistivity, and magnetic susceptibility) were compared side by side using the elevation scale. The guard resistivity logs effectively identified an interval of elevated resistivity, the lower contact of which formed a sharp marker horizon (marker horizon 1) present in all the wells. This horizon could also be identified in the natural gamma logs as the top of a sequence of elevated natural gamma counts. A second sequence of upward increasing natural gamma counts topped by a sharp contact formed a second marker horizon (marker horizon 2). These, and other notable log features, could generally be traced from well to well in cross-section, and formed the basis for three units identified in Figure 2. Representative logs from POH-11-02 and POH-11-03 were chosen to form a “Geophysical Type Log”. Cuttings logs, provided by TechnoRem Ltd. of Laval, QC (TechnoRem, 2013), were used to summarize the materials found within each unit. When the core from the two cored boreholes will be logged, the results will enhance these descriptions.

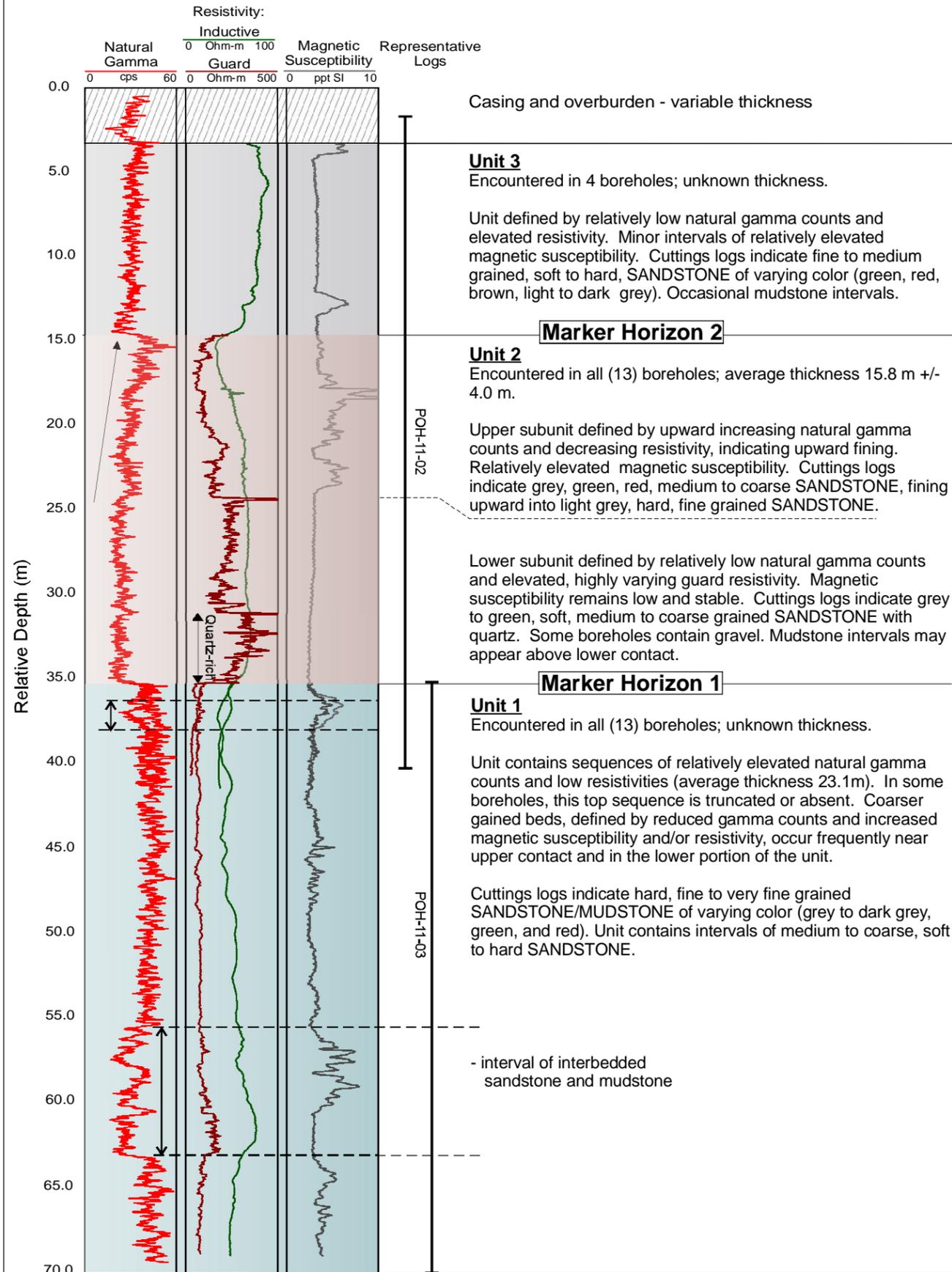
Unit 1, whose top is formed by marker horizon 1, is encountered in all 13 boreholes and is defined by relatively elevated natural gamma counts associated with very fine grained sandstones and mudstones. These rocks are described as hard and vary in color from light to dark grey, red, and green. A thick sequence of elevated natural gamma counts was often found at the top of this unit, averaging 23.1 m in thickness (where present), although it was truncated or absent in a few boreholes, suggesting the influence of erosion or possibly faulting. Coarser grained intervals, defined by a drop in gamma counts and an increase in resistivity and/or magnetic susceptibility, were observed near the bottom of the unit.

Unit 2, whose top is formed by marker horizon 2, is encountered in all 13 boreholes and is defined by relatively low gamma counts and elevated resistivities. The unit is approximately 15.8 ± 4.0 m in thickness, and is divided into two subunits based on changes in the magnetic susceptibility logs and resistivity logs. The lower subunit is defined by a sharp lower contact and relatively elevated resistivity (marker horizon 1), associated with the quartz described in the cuttings logs. Mudstone intervals may be present above the lower contact. Magnetic susceptibility and natural gamma levels are low and very stable through this subunit. In the upper subunit, natural gamma counts increase / resistivities decrease upwards, indicating an upward fining sequence. Magnetic susceptibilities in this unit vary and are more elevated than in the underlying subunit.

Unit 3 is interpreted in only four boreholes. It is defined primarily by a sharp lower contact with Unit 2 (marker horizon 2), and relatively elevated resistivities. A stable natural gamma log suggests that this unit is fairly uniform in grain size. Cuttings logs describe this unit as fine to medium grained, soft to hard sandstone which varies in color (green, red, brown, and grey). Mudstone intervals are present.

Within each of these units, geophysical signatures vary from well to well in thickness and mineralogy/grain size, suggesting variability in depositional environment over short distances (<1 km). These results are in accordance with conditions expected in a fluvial environment.

Geophysical Type Section



Fracture Frequency by Unit

Too few data in this interval (2 m of televiewer data in 1 borehole)	
All open/partially open features	0.70 / m
Open/partially open flowing features	0.35 / m
(153 m of televiewer data in 10 boreholes)	
All open/partially open features	0.73 / m
Open/partially open flowing features	0.12 / m
(172 m of televiewer data in 10 boreholes)	

Fracture Frequency by Depth

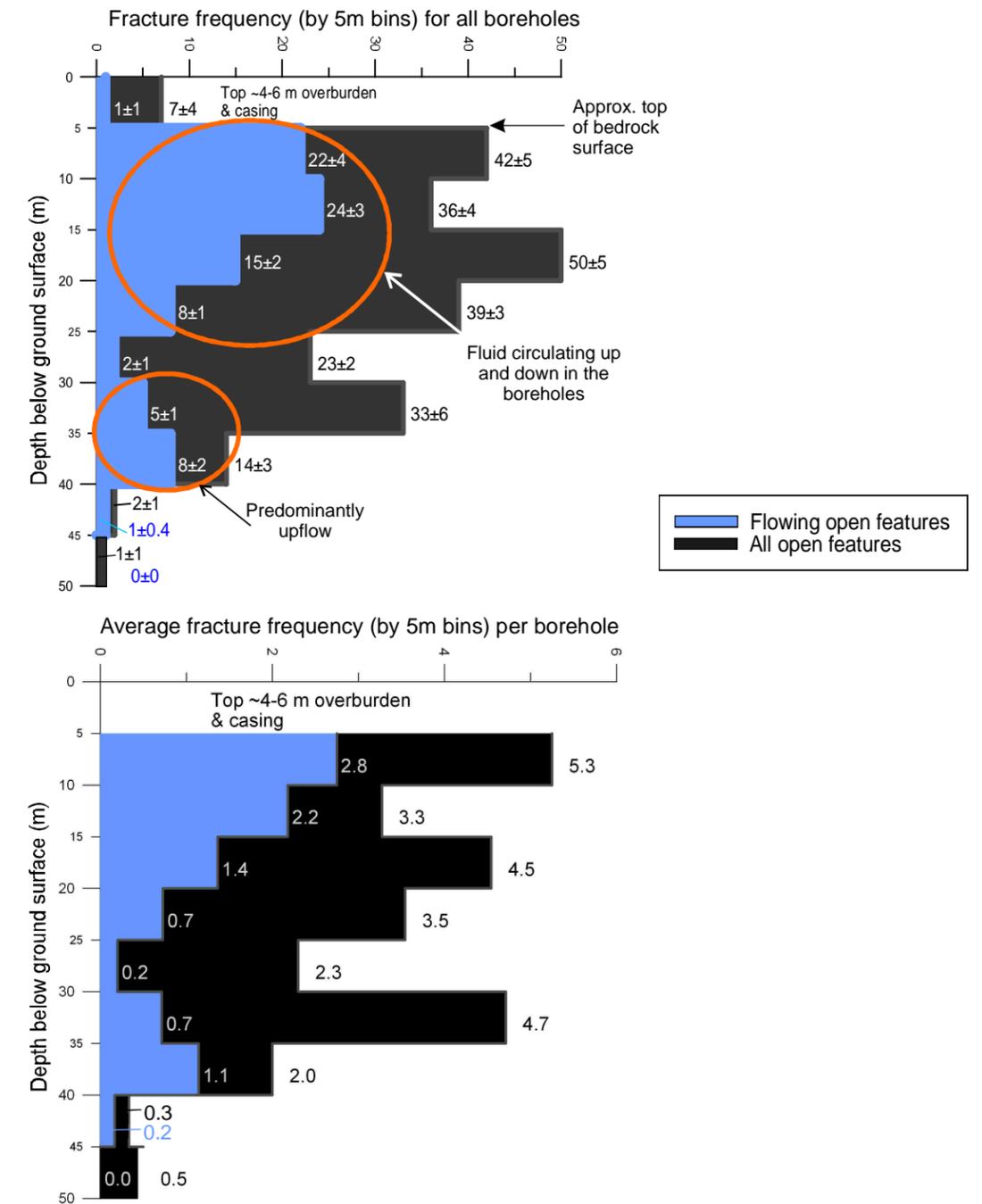


FIGURE 2
Geological units and fracture frequency

Haldimand, Gaspé, Québec
Nov 2012

Open File 7492
Geological Survey of Canada



Figure 2 also shows fracture frequency ‘by Unit’ and ‘by depth below ground surface’. Open features (fractures) are described as either “open - not flowing”, or “open - flowing” based on the interpretation of fluid logs (see Section 4.3). When interpreted by Unit, flowing fractures are, on average, 3 times more common in Unit 2 than in Unit 1, likely because Unit 1 is deeper than Unit 2. To study whether depth may have a greater influence on fracture frequency than lithology, fracture frequency was also plotted as a function of depth. Since not all boreholes reached 50 m depth, the average number of fractures per 5-m bin per borehole was calculated to remove sample bias in the shallower depths. In both cases, trends indicate that there is a significant drop in ‘open’ and ‘open and flowing’ fractures below 40 m. As elevation of marker horizons varies across the site, this suggests that fracture patterns are primarily controlled by depth below rock surface, and not as closely related to elevation or geological unit, although geological unit certainly has some influence.

4.2 Structural Interpretation

Planar structural features interpreted from analysis of oriented televiewer images were plotted as poles on stereonet after plane projection on the upper hemisphere of an equal-area Schmidt diagram (Figure 3). Features were corrected for the tilt of the borehole (generally between 0.5° – 5° from vertical) prior to analysis, and dips are presented relative to horizontal, and azimuths relative to magnetic north. Stereonets are shown in Figure 3, and Table 5 presents the summary statistics grouped by Unit number.

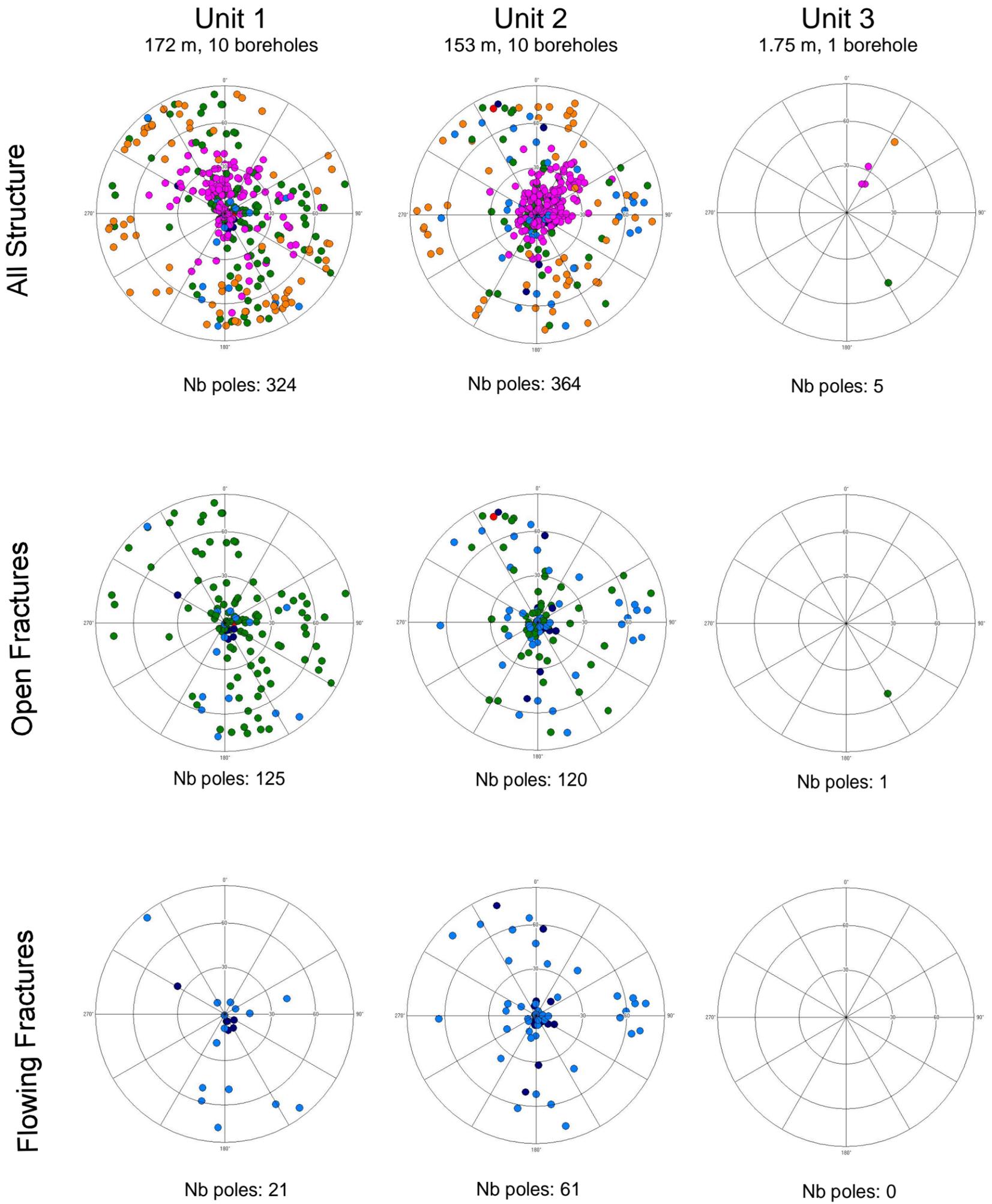
Table 5 – Mean azimuth and dip angles based on stereonet analyses (refer to Table 4 for feature acronyms).

Feature Type	Unit 1			Unit 2		
	Mean Azimuth (°)	Mean Dip (°)	Nb. features	Mean Azimuth (°)	Mean Dip (°)	Nb. features
BZ-F	196	4	6	133	4	17
BZ-NF	87	4	2	343	37	2
O-F (all angles)	162	25	15	82	5	44
O-NF (all angles)	103	16	102	89	2	57
Closed ~ low angle (Cpl)	13	9	126	49	7	192
Closed ~ high angle (Cpr)	149	81	73	162	70	52

Broken zones (BZ) are defined in this study as structures which are continuously fractured over 0.3 vertical metres or more, and exhibit significant aperture in the caliper log (>25 mm beyond the nominal borehole diameter at some point within the broken zone). These features were relatively few and could be difficult to analyse due to their non-planar expression on the borehole wall. They tend to be relatively low dipping features which are a result of cross-cutting or closely spaced fractures which were further damaged or washed out by drilling.

Closed planar (Cpl) features are primarily low angle (mean dips 7° - 9°) in both Units 1 and 2, with a NW scatter trend in Unit 1, and a NE scatter trend in Unit 2. This scatter may be a result of changes in depositional environments, or a consequence of later regional deformation. Closed steeply dipping features (Cpr) were of similar mean orientations in both Units 1 and 2 (149°/81° and 162°/70°, respectively) suggesting that joint patterns may be a product of regional or near-surface stress

Polar Projection of Dip Direction Equal Area, Northern Hemisphere



Pole Legend

- Broken zone - flow interpreted
- Open fracture - flow interpreted
- Broken zone - no flow detected
- Open fracture - no flow detected
- Closed feature - parallel
- Closed feature - perpendicular

Fracture frequency by unit

	Unit 1	Unit 2	Unit 3
Open feature	0.73 / m	0.70 / m	sample size too small
Open & flowing	0.12 / m	0.35 / m	

FIGURE 3
Structure by Unit

Haldimand, Gaspé, Québec
Nov 2012

Open File 7492
Geological Survey of Canada



conditions and not strictly unit dependent. However, the significant scatter in these features also suggests that intrinsic heterogeneity exists in the geologic formations, in agreement with a fluvial origin.

Open features (O) have dips which are low angle (0° - 30° , 52% of open features), moderate angle (30° - 60° , 26% of features), and high angle (60° – 90° , 24% of open features). Approximately 33% of open fractures are flowing (O-F, BZ-F), and these are a subset within the open features. Features interpreted as flowing (see following section) are usually low angle (0° - 30° , 57% of flowing features). Moderate angle (30° - 60° , 25% of features) and high angle (60° – 90° , 18% of open features) represent 43% all flowing features. These results indicate that fractures which transmit fluid are mainly (sub)-horizontal in the upper 35 m of the rock surface.

4.3 Fluid Analyses

A summary of fluid properties is presented in Table 6 and Figure 4. Ambient groundwater flow was detected in all wells except PH-02. Flow entering or exiting the borehole through fractures was interpreted where the flow meter measured a change in fluid flow above/below an open feature, and where the fluid logs measured a corresponding change in temperature and/or conductivity. Minor permeable features were also interpreted where small changes in temperature or conductivity were observed, even if flow was not measured by the flow meter, (i.e. minor flow below 0.03 Gal/min). Flowing fractures were totaled over 5 m intervals and plotted as fracture frequency logs next to the structure column of each borehole figure in Appendix I. Figure 4 shows that the rock mass is fractured primarily in the upper 35 m of the rock surface, but that the flowing features are concentrated in the upper 20 m, with a small increase between 25 and 35 m.

Table 6 – Summary of fluid values for each logged well. Temperatures from cased wells not shown in Figure 4 as casing may influence temperatures.

Borehole	Flow direction	Max Flow measured (l/min)	Gas observed?	Conductivity range (μ S/cm)	Temp. range ($^{\circ}$ C)
PH-02	no ambient flow measured	Upward induced 3.0	no	22 - 105	6.4 - 10.6
PH-01	up	0.64	yes	25 - 1567	7.1 - 8.7
POH-11-03	up	3.67	yes	70 - 85	6.9 - 7.0
POH-11-06	up	87 l/min after 24 h on October 26 – 27, 2012 (TechnoRem, 2013)	no	783 - 9940	-0.6 - -0.5
POH-11-10	up	0.77	yes	2063 - 33055	6.7 - 7.4
POH-11-12	up	0.12	yes	40 - 130	6.4 - 8.2
POH-11-14	up	0.13	no	140 - 1100	6.4 - 8.4
POH-11-05	down	3.07	no	-	6.6 - 8.6
POH-11-09	down	0.20	no	36 - 120	7.0 - 8.8
POH-11-02	down and up	0.22 down, 0.09 up	no	50 - 145	6.5 - 7.0
PH-04	N/A - PVC cased				6.6 - 9.0
POH-11-04	N/A - PVC cased				6.5 - 10.4
POH-11-15	N/A - PVC cased				4.0 - 5.7

Fluid properties versus fracture frequency

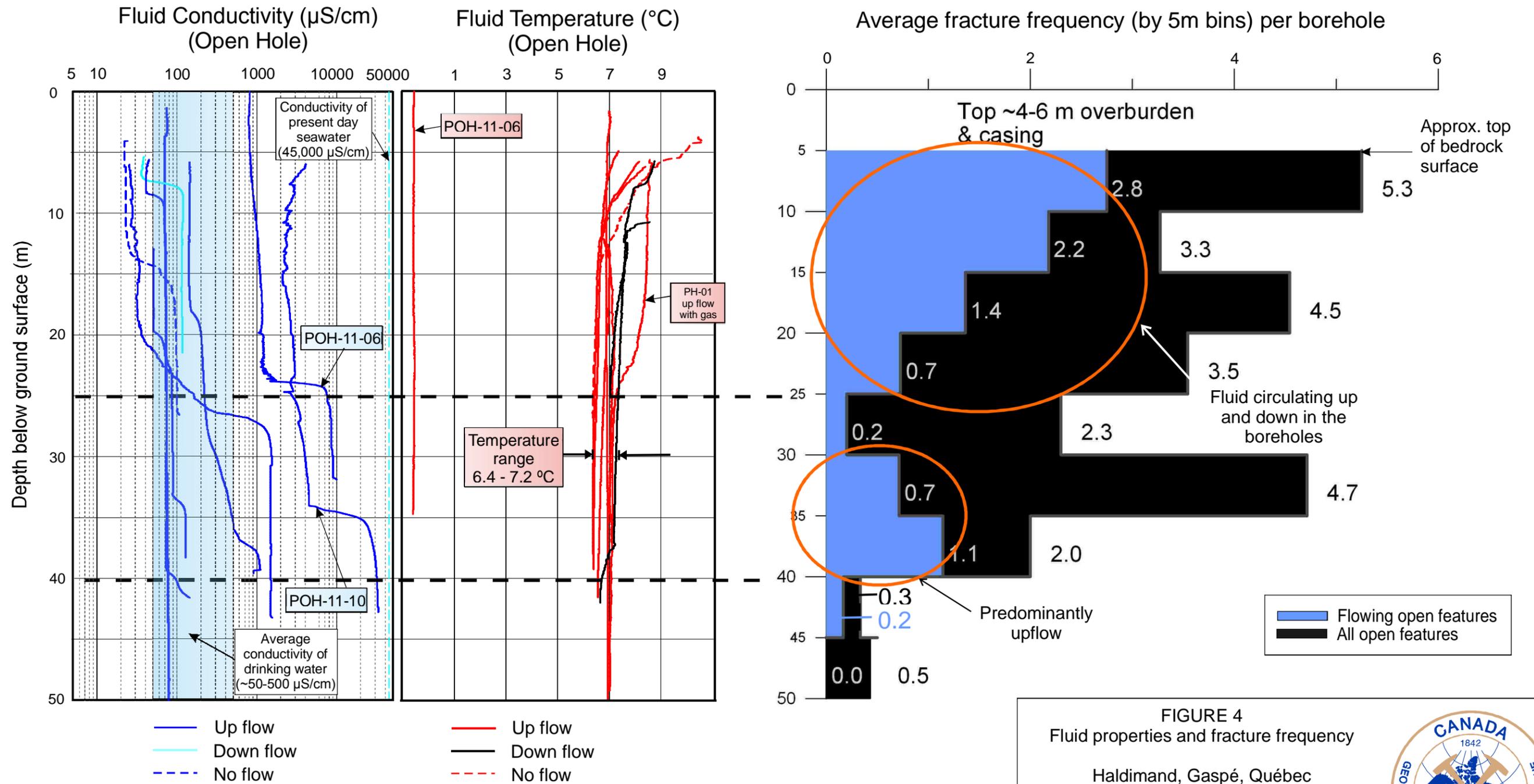


FIGURE 4
Fluid properties and fracture frequency

Haldimand, Gaspé, Québec
Nov 2012

Open File 7492
Geological Survey of Canada



4.3.1 Temperature

Fluid logs indicate that the average groundwater temperature ranged between 6.4 and 7.2°C, and generally decreased with increasing depth. However, temperatures were slightly more elevated (7.3 – 7.6°C) in the two down-flowing wells in the upper 25 m, suggesting a rapid recharge connection with warmer surface waters (heavy October rainfall). Below 25 m, temperatures become more uniform, an observation in agreement with the bulk of the fluid flow occurring in the upper 20 m of the rock surface (see Figure 4).

Notable temperature anomalies were present in PH-01, PH-02, and POH-11-06. In the interval between 6 and 24 m, temperatures were more elevated in PH-01 than other wells at these depths (reaching 8.7°C) and may have been influenced by the presence of gas bubbling to surface. In PH-02, the interval between 4.0 and 5.6 m corresponds to the most elevated temperatures among all the boreholes. As ambient flow greater than 0.11 l/min was not interpreted in this well (i.e. “no flow” detected by flow meter), fluids in the top 1.6 m of the water column were more influenced by air temperatures. In POH-11-06, fluid from fractures at and below 23.9 m was rising to surface at very elevated flow rates (reported by TechnoRem as 87 l/min after a 24-h flowing period on October 26-27, 2012). This fluid was measured at temperatures between -1 and 0°C, a condition which is very difficult to explain, other than possible tool malfunction. As the thermistor in this temperature tool behaves non-linearly approaching 0°C, a careful tool recalibration in an ice bath was performed in the lab post survey and data were back calibrated to check the results. Lab calibrations indicated the tool was working normally. It is possible that results may have been influenced by borehole conditions (elevated fluid velocities, pressures, and conductivities) and interfered with temperature sensors.

4.3.2 Fluid Conductivity

Although most conductivities are low (i.e. <200 µS/cm), values in the flowing portions of the wells across the site ranged from <20 µS/cm (i.e. POH-11-02, PH-01) to 1000 – 2000 µS/cm (i.e. POH-11-06, POH-11-10 respectively). Electrical conductivities in up-flowing wells POH-11-06 and POH-11-10 indicate that surficial groundwater has mixed with more conductive fluids at depth which are rising to the surface. Their origin, chemistry, and age are a topic of research in the INRS hydrogeological site study.

It was common to see an increase in conductivity in the non-flowing interval at base of a well. This could be caused by an increase in fines content settling to the bottom of the well, and could be identified by a clouding of fluid in the video logs (i.e. POH-11-02, and -14 where electrical conductivities in this interval range between 130 – 1100 µS/cm). In absence of up-flowing high conductivity groundwater, there may also be a connection between the finer grained sedimentary rock of Unit 1 and a small (i.e. ~100’s µS/cm) increase in fluid conductivity, although this may be a consequence of Unit 1 being in the base of the hole.

In wells POH-11-06 and POH-11-10, however, the fluid in the base of the well was clear in appearance but conductivities were more elevated than in other wells. Conductivities at the base of POH-11-10 rose to 33,000 µS/cm, and conductivities at the base of POH-11-06 rose to 9,900 µS/cm (although this well collapsed before the video camera/televIEWer could be lowered into the base of the well). POH-11-06 is located in a topographic depression and may be associated with a deep discharge zone influenced by more saline (and possibly older) groundwater. POH-11-10, however, is located on the shoulder of a local topographic high where upflows may be structurally as well as topographically controlled. The influence of upward flowing pathways on salinity is one of the themes being

researched and modeled by INRS using all 89 groundwater samples collected at the sites shown in Figure 1 (see Raynauld et al., 2012).

4.3.3 *Flow Meter*

In all but one borehole, the flow meter measured upward or downward flow ranging between 0.04 and 3.67 l/min. Table 6 presents the directions and maximum magnitudes of flow measured, while log figures in Appendix I present the individual interpretations of the flowing intervals in each well. As flows are ambient, the data does not represent how transmissive the fractures are, but how much flow was moving through the fracture system at the time of testing. Zones of localized discharge can be identified by the up-flowing wells.

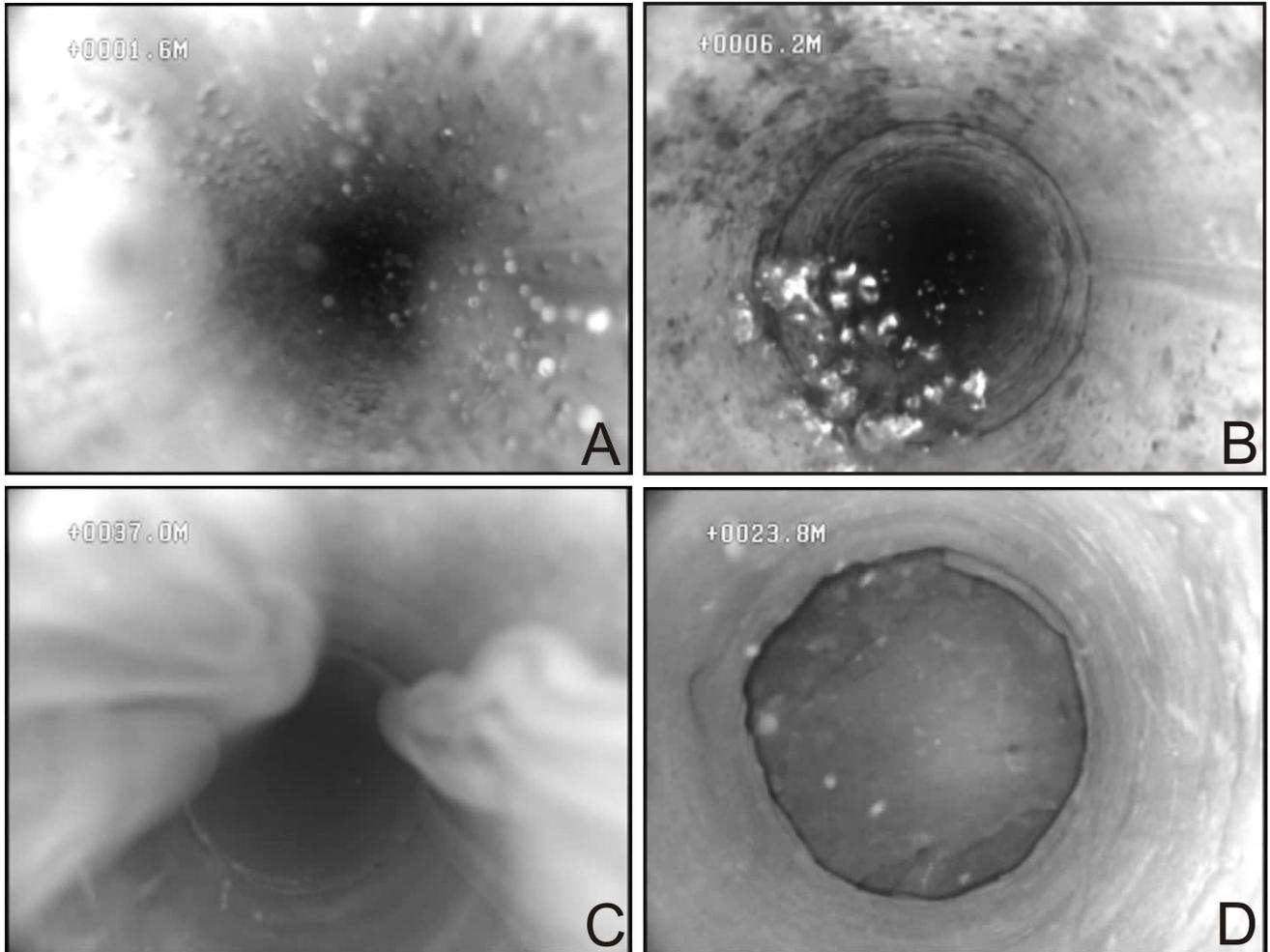
As shown in the upper 6 m of borehole PH-02, a “no-flow” measurement by the flow meter (i.e. <0.04 l/min) does not necessarily mean that the zone is not transmitting small volumes of flow. Within the broken zone spanning 4.60 – 6.70 m depth, there is a 1.0°C drop in fluid temperature, indicating that cooler fluids are entering the borehole through this zone at very low flow rates under ambient conditions. A pumping test in this well helped to identify the transmissive fractures in the well. This indicates why the sensitive fluid temperature and conductivity logs are so important for the detection of very small volumes of fluid flow in these studies.

4.3.4 *Video Logs*

Video log recordings in each borehole provided moving images of features which would otherwise not have been captured. The images were particularly useful in detecting the presence of apparent gas bubbles in up-flowing wells PH-01, POH-11-03, -10, and -12 (Figure 5). What appeared as gas ranged in appearance from small clear single bubbles at infrequent intervals (POH-11-12) to relatively large bursts of gas (PH-01), to fast flowing small clear and black bubbles (POH-11-10). In borehole POH-11-03, upward flowing trails of what appeared like “smoke” floated upwards, generally not mixing with the water column. This may be caused by fine dissolved gas bubbles, although it could also be related to mud forced into the fractures during drilling earlier in the fall or some other naturally occurring fine grained material flowing along open fractures in the rock mass. The analysis of methane gas in groundwater is needed to provide firmer indications that the features seen on the video log are gas bubbles.

Video logs also captured images of water entering some of the boreholes above the water table. Partially open fractures (those which do not extend completely around the borehole) convey water into the borehole, showing that fractures which are transmitting groundwater to/from the borehole do not need to be completely open or planar.

Upward flowing features



Downward flowing features

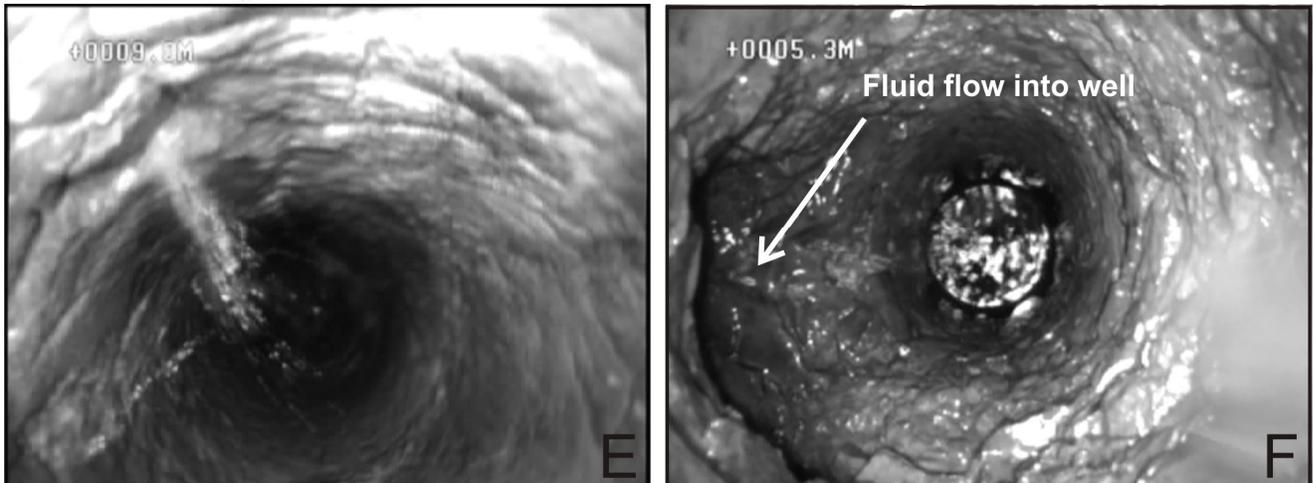


Figure 5 – Video still images of fluid flow in wells. A) Continuous bubbling in POH-11-10. B) Gas burst in PH-01. C) Trails of fine material entering borehole in POH-11-03. D) High volume flow in POH-11-06 right above caved-in fracture zone. E & F) Flow entering borehole above water table in POH-11-05 (E) and PH-01 (F).

5 SUMMARY

Geophysical logging in 13 boreholes at the Haldimand site provided a suite of logs which have helped in the hydrogeological characterization of the rock stratigraphy, structure, and fluid properties.

Lithological logs, and in particular, the guard resistivity logs, were effective in identifying variations in geological strata which can be correlated from well to well through two identified marker horizons. The logs were also used to develop a representative 'type section' of geophysical properties in the upper 50 m of the sedimentary rock sequence, and to distinguish three lithological units. While these units show gamma/resistivity trends, variable tool response can be seen from hole to hole. This is consistent with deposition in a fluvial environment, as there is local variability in unit thicknesses and grain sizes over horizontal distances of less than 500 m.

Fluid and televiewer logs indicate the top 0 - 35 m of the rock exhibit open/partially open fractures, and all open (uncased) boreholes but one were found to be naturally up- or down-flowing at the time of logging. Fluid temperature and fluid conductivity logs together were extremely effective in identifying fractures which were transmitting fluid into, or out of, the borehole. Follow-up flow meter tests above and below these depths indicate up/down flows range between 0.04 – 3.67 l/min (with the exception of one well which is upward flowing at 87 l/min). These up- and down-flow trends in the wells agree with groundwater recharge and discharge zones as interpreted from the piezometric map obtained with groundwater level measurements in the wells. A drop in fluid flow levels during the course of field work appears to correlate with decreasing precipitation levels. This suggests a rapid connection between surface recharge zones and the entire aquifer, as well as links between the aquifer and local streams. This observation is in also agreement with warmer groundwater temperatures in the highly fractured upper 20 m of the rock surface.

Video logs were an important addition to the fluid log suite. In four of the up-flowing wells, apparent gas bubbles (type and origin currently unknown) ranged in appearance from small clear single bubbles at infrequent intervals, to relatively large bursts of bubbles, to fast-flowing small clear and black bubbles, and finally, to upward flowing trails of fine particles and/or gas. Analyses of dissolved gas concentrations in groundwater will provide firmer evidence of the nature and origin of these bubbles.

Nearly 700 structural features in the hammer-drilled and cored boreholes were identified in the televiewer logs. These structures were classified based on a system developed for this project and plotted as poles on stereonet relative to magnetic north. When interpreted with fluid log data, approximately 33% of open features are found to be flowing, and of these, 57% are dipping between 0° - 30°, and 25% are dipping 30° - 60°, indicating that the majority of the fractures which transmit fluid are horizontal-to-moderately dipping, and most are found in the upper 20 m of the rock surface. Only 18% of structures transmitting fluid in the top 40 m of the rock surface are steeply (>60°) dipping.

Figures 2, 3, and 4 present a site-wide summary of the lithological and structural conditions by unit, and groundwater conditions by depth in the upper 50 m of the ground surface. These parameters will help better understand the groundwater flow system in this region and will support the development of the groundwater numerical model.

6 DISCUSSION

6.1 Depth or Elevation? What is the Main Influence on Lithology and Groundwater Flow?

Plotting guard resistivity logs at the same elevation scale indicates that there are commonalities among the geological units based on elevation. However, a plot of fracture frequency versus depth shown alongside fluid logs versus depth (Figure 4) suggests that the fluid and fracture patterns are primarily influenced by depth below rock surface (subcrop), and are not as closely related to elevation, geologic unit, or sea level (as in the case of the fluid logs; see Figure 6). Flowing fractures could be found in either Units 1 or 2 (Unit 3 is cased, so direct measurements could not be made) and were not solely controlled by unit or geological material. However, when borehole data from all 13 holes are analysed, flowing fractures are, on average, 3 times more common in Unit 2 than in Unit 1 because Unit 1 is deeper than Unit 2 – therefore, fracture frequency is reported as both “by depth” (by 5 metre bin sizes), and “by unit” (see Figure 2).

Figure 6 shows that fluid temperatures converge on 7.0°C with depth, but that proximity to sea level does not clearly lead to an overall increase in fluid conductivity (i.e. sea water infiltration). The elevated fluid conductivities in POH-11-06 and POH-11-10 both terminate above sea level (14 m and 33 m, respectively). However, the deepest well, POH-11-03, is up-flowing with low conductivities (<100 $\mu\text{S}/\text{cm}$) along the entire well, indicating that upward gradients do not necessarily lead to high fluid conductivities. These observations reflect varying discharge and recharge zones across short distances on site, and that the properties of the fluids in the discharge (up-flowing) wells are not elevation dependant in the near surface which is fractured and heterogeneous. Conditions would likely become more homogenous with decreasing elevation as the deeper groundwater regime becomes predominant.

6.2 Faulting as a Structural Control?

To date, the geochemical results seem to be well related to the length of flow paths (Raynauld et al., 2013). This does not preclude some possible structural control on upflow, however. The presence of high pressure upward flows in borehole POH-11-06 (87 l/min), and elevated fluid conductivities in POH-11-06 and POH-11-10 suggests the possibility of structural controls in the rock, which are forming pathways that are bringing deeper, more conductive fluids to surface. Additionally, truncation of Unit 1 may be present in boreholes -05, -14, and -15, however, lithological variation inherent in a fluvial sequence makes faulting difficult to determine from lithological logs alone.

At this stage, any conclusion on faulting would be premature, and much more work is needed to assess the primary controls on groundwater movement in the rock. More detailed modeling, and possibly site drilling or seismic profiling would be required to assess the prevalence of near-surface faulting throughout the study area.

6.3 Recommendations for Future Similar Projects

An element of this project for the GSC involved assessing the most effective downhole tool suite for hydrogeological studies focusing on potential groundwater impacts from hydrocarbon exploration and/or production.

In open rock, lithological variations were well defined by a combination of the natural gamma, (guard) resistivity, and magnetic susceptibility tools. Induction resistivity logs lacked the vertical resolution

needed for cm-scale logging, however, they were necessary in PVC-cased holes to assess lithological variations together with the natural gamma logs, and correlate the logs from hole to hole.

Fluid logs (temperature *and* conductivity) are key in the detection of fluid movement in the wellbore, and, at this site, in the assessment of conductive (saline) groundwater flowing upward from greater depths. These logs are especially important in areas of very low flow (i.e. below the detection limit of a flow meter).

At this site, ambient flows were measured in all but one borehole. However, the relative amount of ambient flow entering/exiting the borehole cannot be used to estimate the fracture transmissivity (T), and thus the hydraulic conductivity (K) of the media. This is particularly true here where recharge rates are closely tied to precipitation, which changed from day to day and decreased throughout the course of the three week fieldtrip. If, however, flow is measured under two relatively steady conditions (i.e. ambient and pumped flow), a transmissivity can be estimated (Paillet, 1998). Ambient and pumped logging would need to be conducted together at future well sites for T or K estimation.

The acoustic televiewer logs were very effective in the assessment of structural orientations in the fluid-filled portion of the boreholes, and allowed for the calculation of 360° caliper logs. For future work, the addition of an optical televiewer (with true color images) would enhance structural and lithological analysis, and would provide images above the water table. This would lead to a more representative structural dataset in the key fractured interval (0 - 20 m) below the top of rock.

The video log proved to be very important for observing groundwater movement and gas flow within the well. Images also indicated where fluid became cloudy in the base of the well, and provided a picture of borehole conditions above and below the water surface (i.e. ooze on walls, broken zones, and fracture continuity into the walls). The pictures significantly enhanced the interpretation of the fluid and ATV logs, and allowed for the identification of bubbles in the wells, which would have otherwise gone undetected.

Although not used here, downhole sonic logs would also have been very helpful by providing compressional (P) and shear (S) wave velocities in the rock mass surrounding the boreholes. Using V_p and V_s in combination has been used successfully to look at variation in lithology and porosity (Hearst et al, 2000).

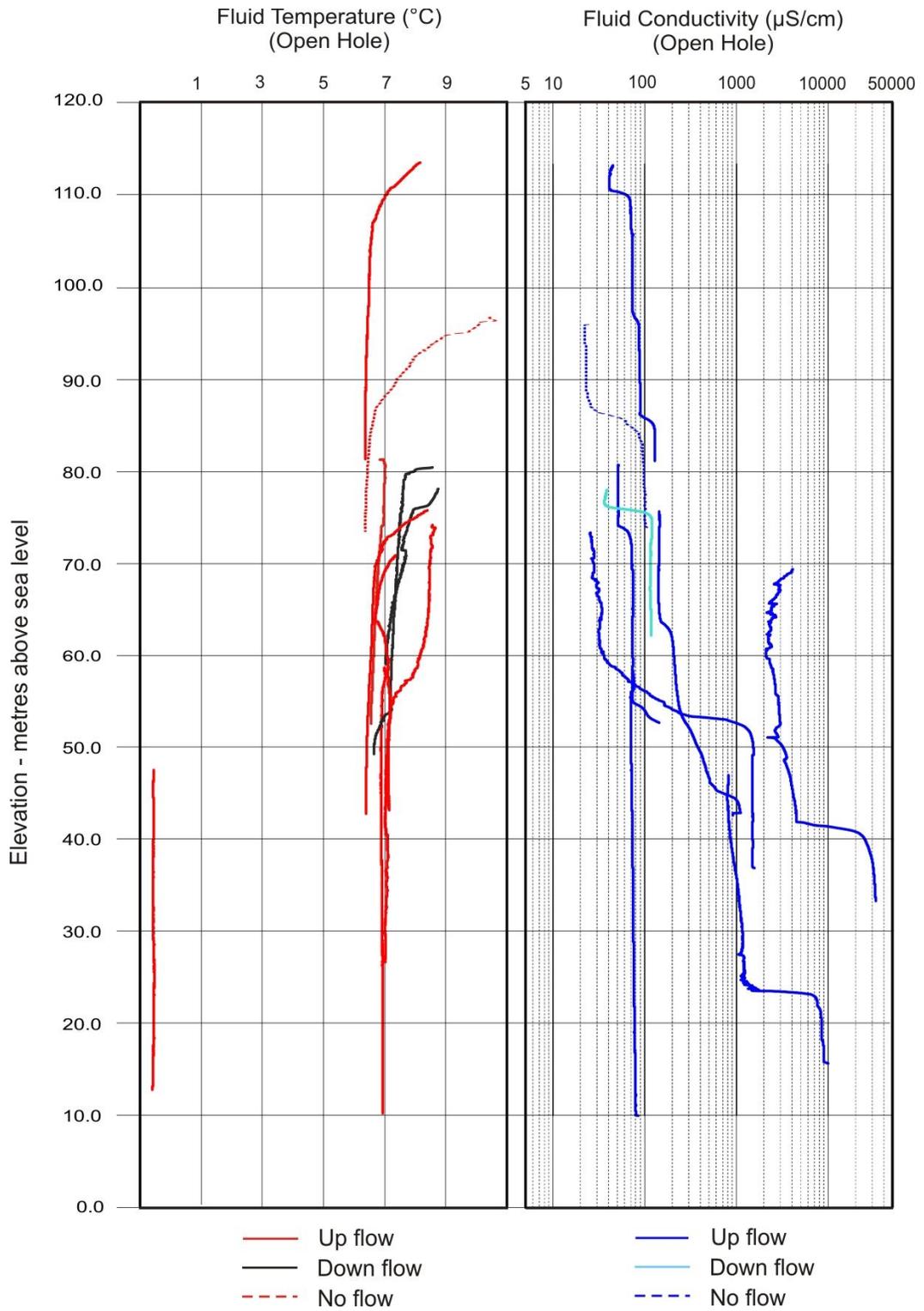


Figure 6 – Fluid temperature and conductivity versus elevation in all 13wells.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to acknowledge the contributions of Pétrolia who granted permission to NRCan to access their observation wells and cores, which were drilled for this study by TechnoRem Inc. The authors also acknowledge TechnoRem who provided the geological and well completion data for this report. Funding for the downhole geophysical logging was provided by the Environmental Geoscience Program of Natural Resources Canada. With our thanks to Dr. Christine Rivard for her review of this report.

REFERENCES

- Desbiens, S., 1990. La formation de York River de la région de Gaspé : un complexe deltaïque. Commission Géologique du Canada, Québec, Dossier public 2235, p.21-22.
- Hearst, J.R., Nelson, P.H. and Paillet, F.L., 2000. Well Logging for Physical Properties; John Wiley and Sons Ltd., England, 483 p.
- Pétrolia, 2013a. <http://haldimand.petroliagaz.com/imports/medias/pdf/Communiqués-presse/2009-10-22-fr-petrolia-devoile-premiers-resultats-haldimand2.pdf> <accessed Nov 2013>
- Pétrolia, 2013b. <http://www.petroliagaz.com/imports/medias/pdf/2013-01-31-depliant-fr.pdf> <accessed Nov 2013>
- Raynauld, M. Crow, H., Fagnan, N.; Lefebvre, R.; Molson, J. Gloaguen, E.; Benoit, N. 2013a. Caractérisation des conditions hydrogéologiques au-dessus du réservoir pétrolier de Haldimand, Gaspé, Québec; *In proceedings: GéoMontreal 2013 - 66th Annual Canadian Geotechnical Conference and 11th Joint CGS/IAH-CNC Groundwater Conference*, Montreal, Canada, September 29th - October 3, 2013
- Raynauld, M., Lefebvre, R., Crow, H., Gloaguen, E., Ahad, J., Molson, J. 2013b. Caractérisation hydrogéologique du secteur Haldimand: Phase initiale. Rapport Intérimaire. Institut national de la recherche scientifique (INRS) – Centre Eau Terre Environnement, Rapport de Recherche R-1459, Octobre 2013.
- TechnoRem Inc., 2013. Caractérisation hydrogéologique des secteurs Haldimand et Tar Point, Gaspé, Québec, Phase I, Rapport préliminaire, Réf. : PR11-92, juin 2013, 121 p. plus annexes.

APPENDIX I

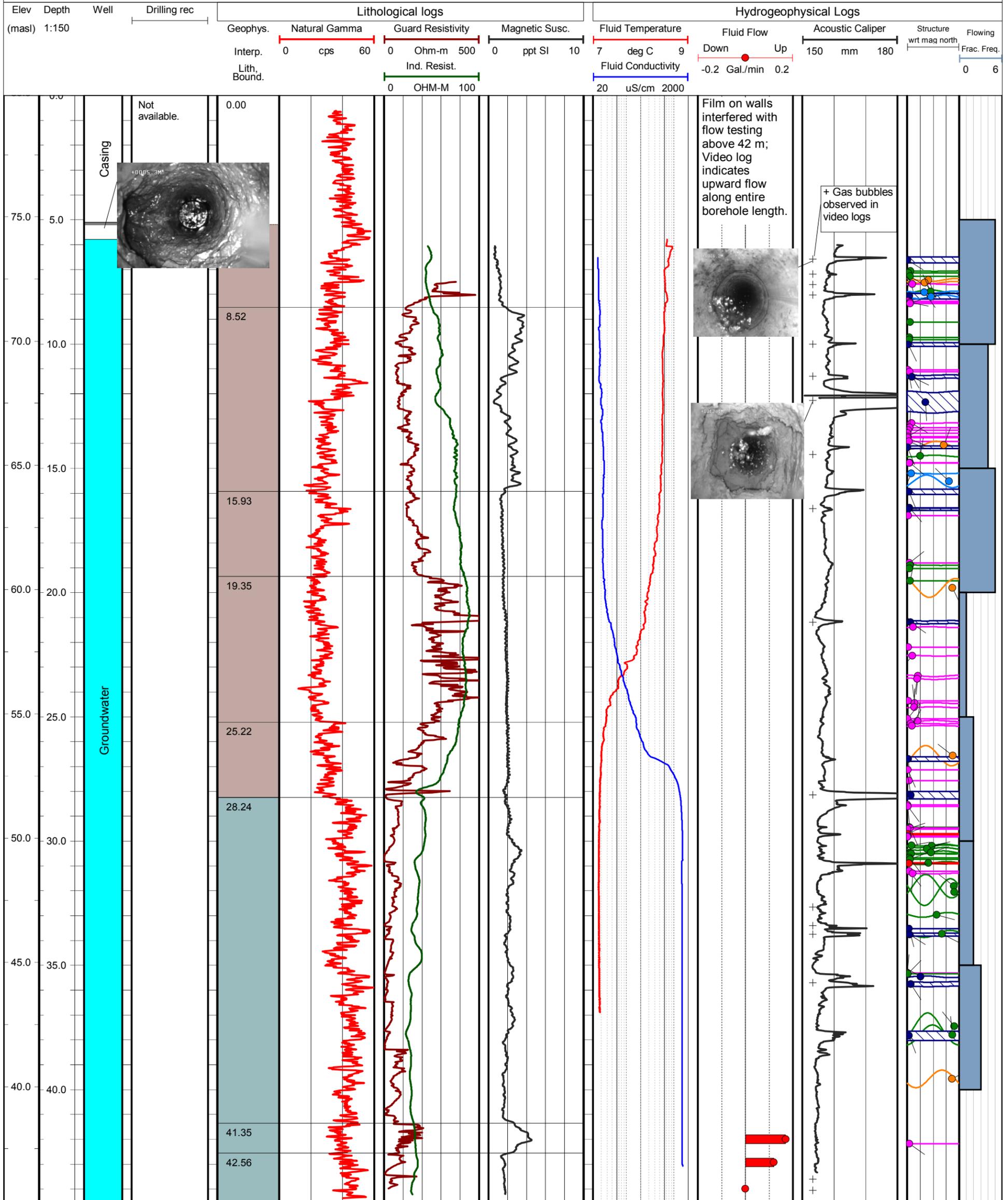
Interpreted Geophysical Log Suites

Borehole: PH-01
 Location: Haldimand, QC
 Project: Groundwater Asmt.
 Study Area: Gaspésie, QC

Easting: 395 520 m
 Northing: 5 406 827 m
 UTM Zone: 20
 Datum: NAD 83

Date Drilled: 2005
 Method: Hammer
 Diameter: 152 mm
 Depth: 44.5 m

Date Logged: 8-10-Nov-'12
 Water Level: 5.79 m
 Logged By: GSC
 Log Ref: Soil Surface

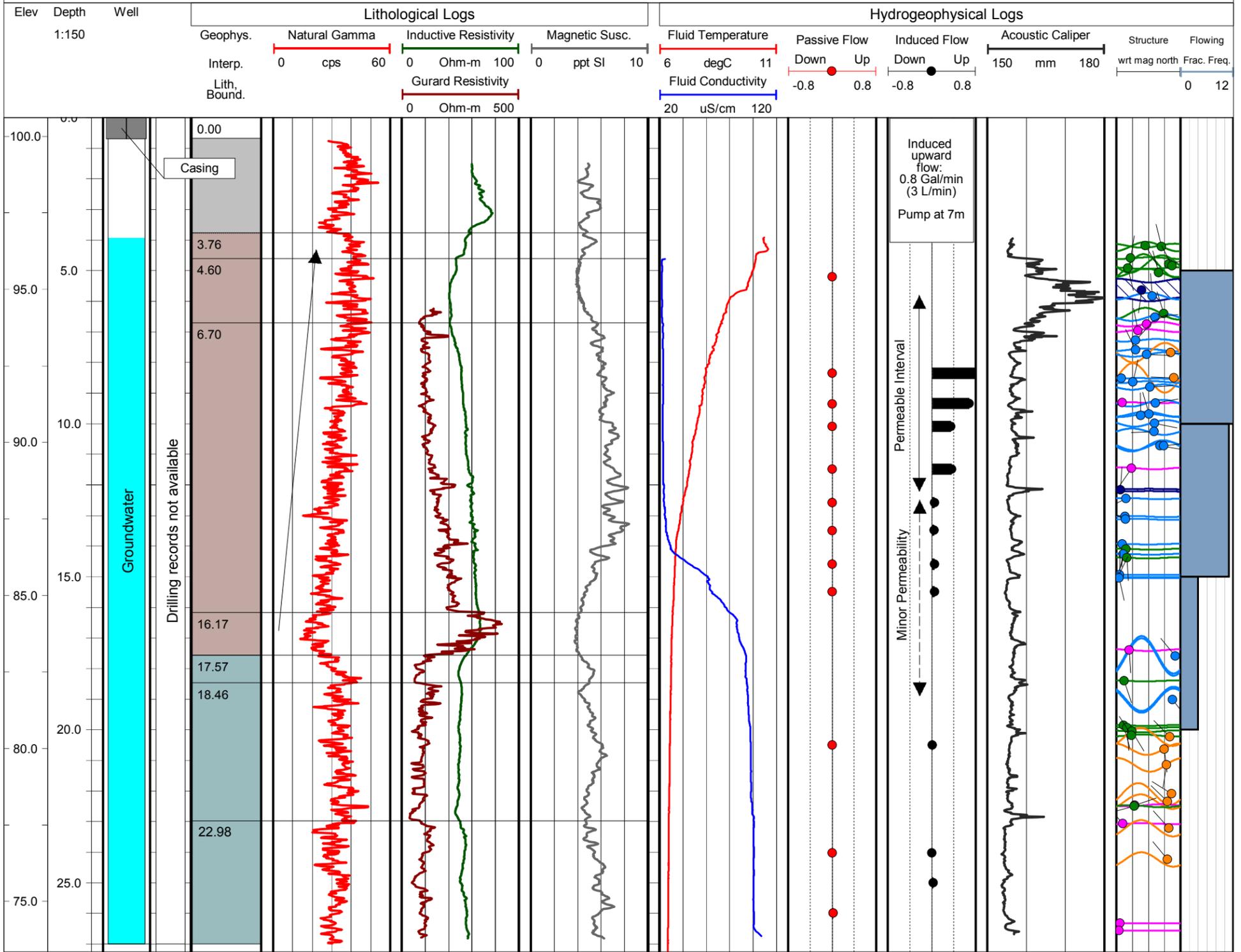


Borehole: PH-02
 Location: Haldimand, QC
 Project: Grndwater Asmt
 Study Area: Gaspésie, QC

Easting: 394 660 m
 Northing: 5 407 212 m
 UTM Zone: 20
 Datum: NAD83

Date Drilled: N/A
 Method: Hammer
 Diameter: 152 mm
 Depth: 27 m

Date Logged: 14,15-Nov-'12
 Water Level: 3.93 m
 Logged By: GSC
 Log Ref: Soil Surface

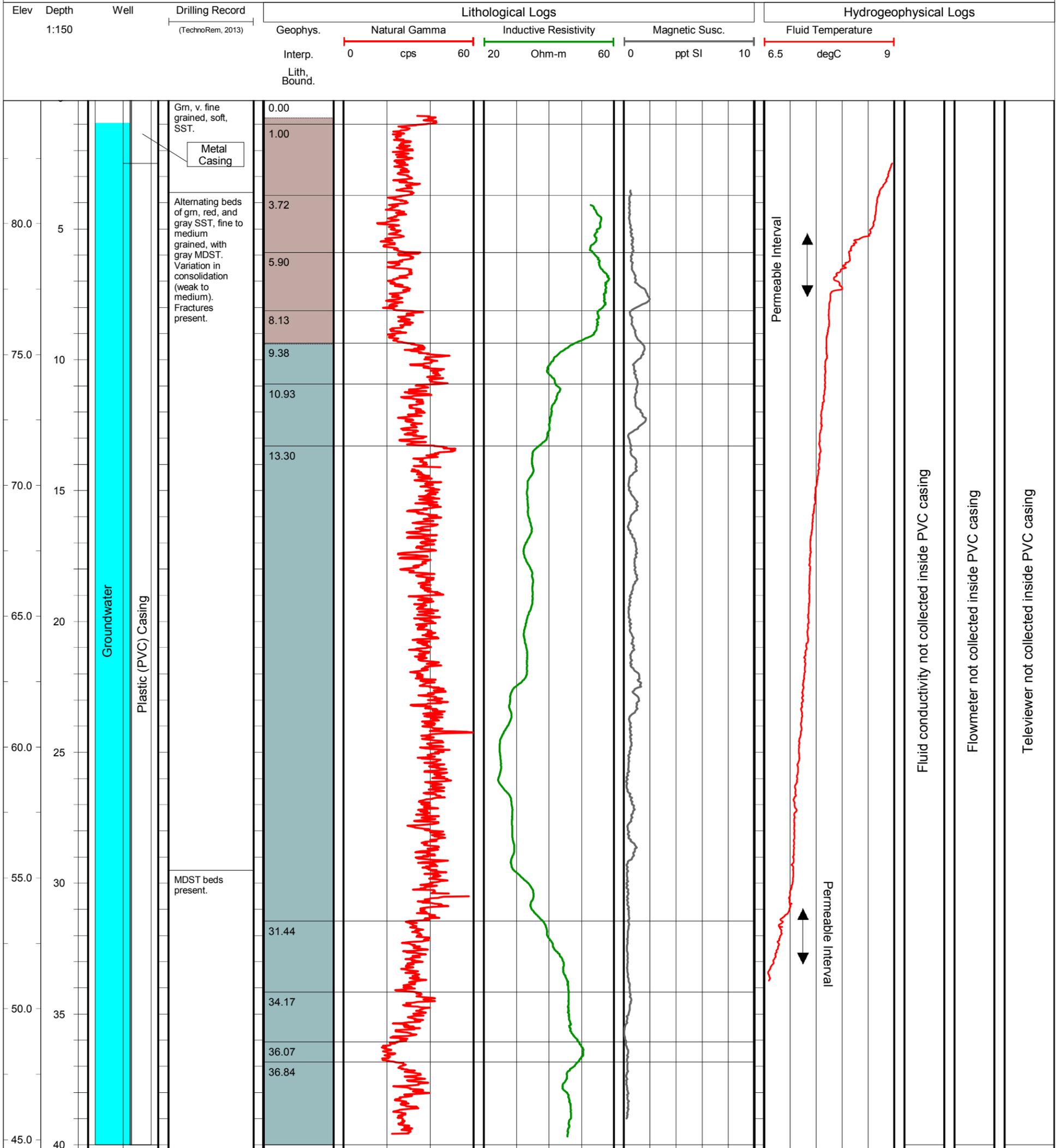


Borehole: PH-04
 Location: Haldimand, QC
 Project: Grndwater Asmt
 Study Area: Gaspésie, QC

Easting: 393 956 m
 Northing: 5 407 759 m
 UTM Zone: 20
 Datum: NAD83

Date Drilled: 2-Oct-'12
 Method: Rot. Perc.
 Diameter: 152 mm
 Depth: 40.18 m

Date Logged: 2-Nov-'12
 Water Level: 0.96 m
 Logged By: GSC
 Log Ref: Soil Surface

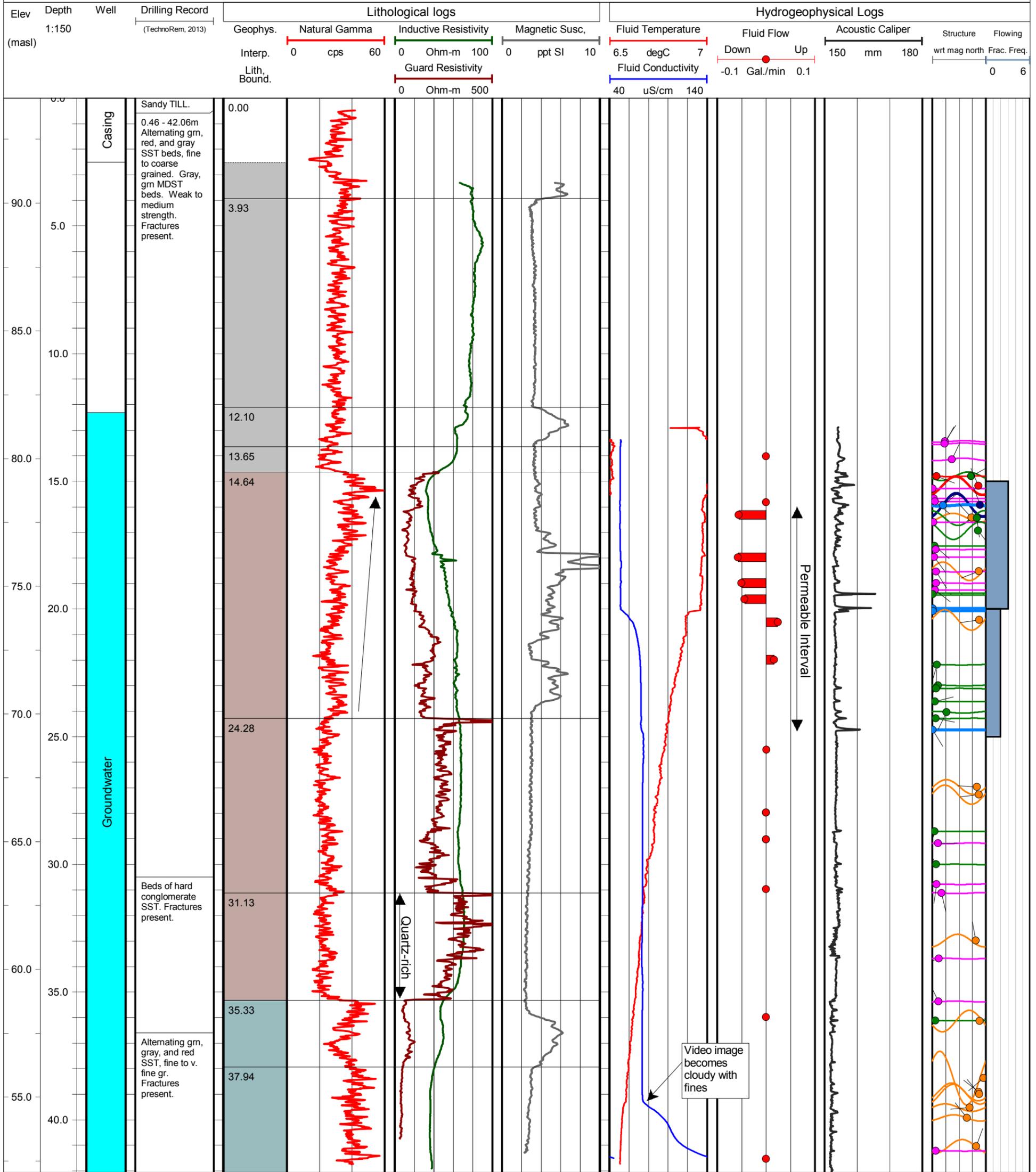


Borehole: POH-11-02
 Location: Haldimand, QC
 Project: Groundwater Asmt
 Study Area: Gaspésie, QC

Easting: 395 920 m
 Northing: 5 407 159 m
 UTM Zone: 20
 Datum: NAD83

Date Drilled: 5-Dec-'11
 Method: Rot. Perc.
 Diameter: 152 mm
 Depth: 42.06 m

Date Logged: 11,12-Nov-'12
 Water Level: 12.32 m
 Logged By: GSC
 Log Ref: Soil Surface

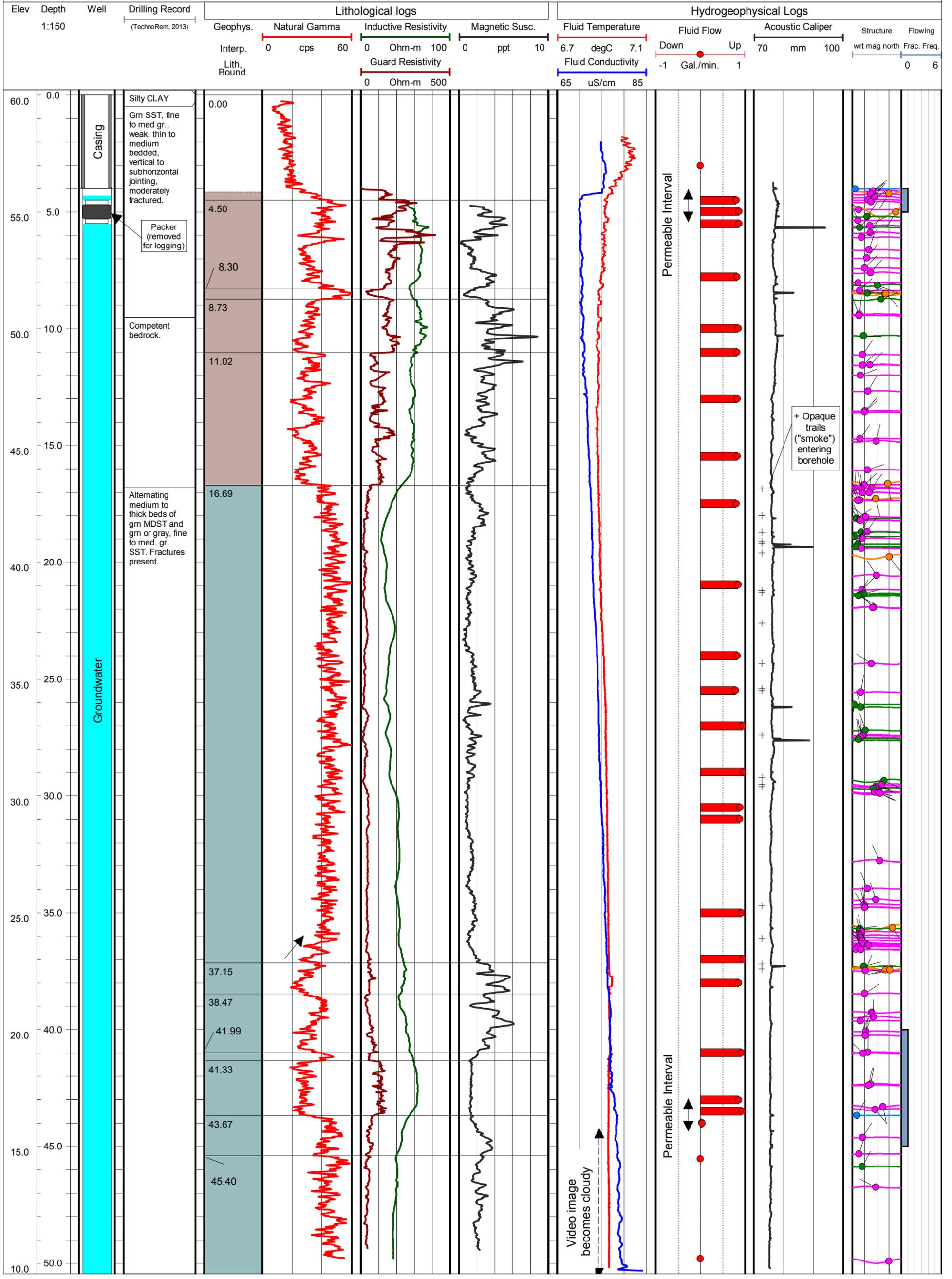


Borehole: POH-11-03
 Location: Haldimand, QC
 Project: Grndwater Asmt
 Study Area: Gaspésie, QC

Easting: 394 098 m
 Northing: 5 408 227 m
 UTM Zone: 20
 Datum: NAD83

Date Drilled: 16-Oct-'12
 Method: Cored
 Diameter: 76 mm
 Depth: 50.46 m

Date Logged: 6,7-Nov-'12
 Water Level: Artesian
 Logged By: GSC
 Log Ref: Soil Surface

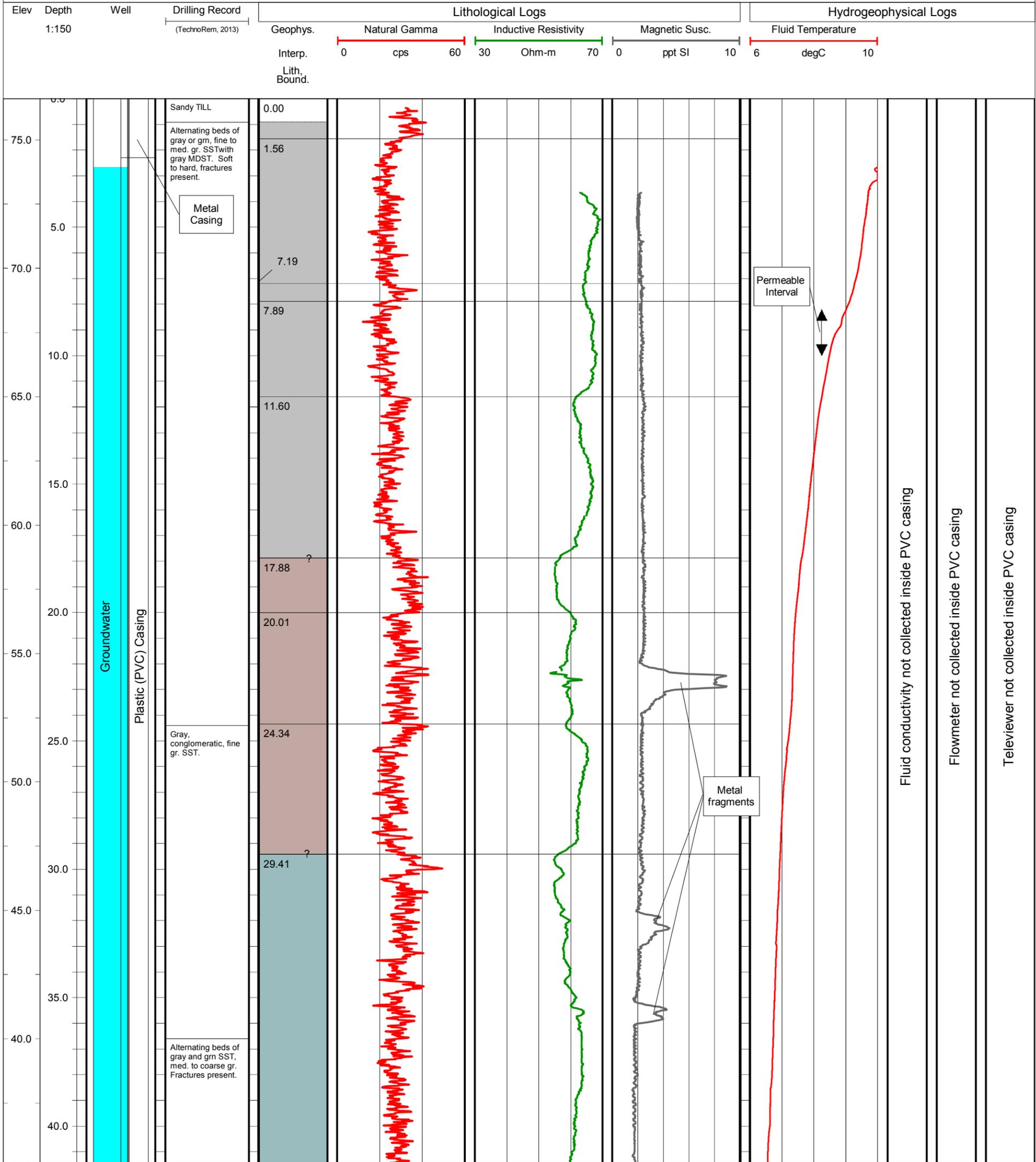


Borehole: POH-11-04
 Location: Haldimand, QC
 Project: Grndwater Asmt
 Study Area: Gaspésie, QC

Easting: 395 965 m
 Northing: 5 407 683 m
 UTM Zone: 20
 Datum: NAD83

Date Drilled: 5-Dec-'11
 Method: Hammer
 Diameter: 152 mm
 Depth: 41.45 m

Date Logged: 12-Nov-'12
 Water Level: 2.66
 Logged By: GSC
 Log Ref: Soil Surface

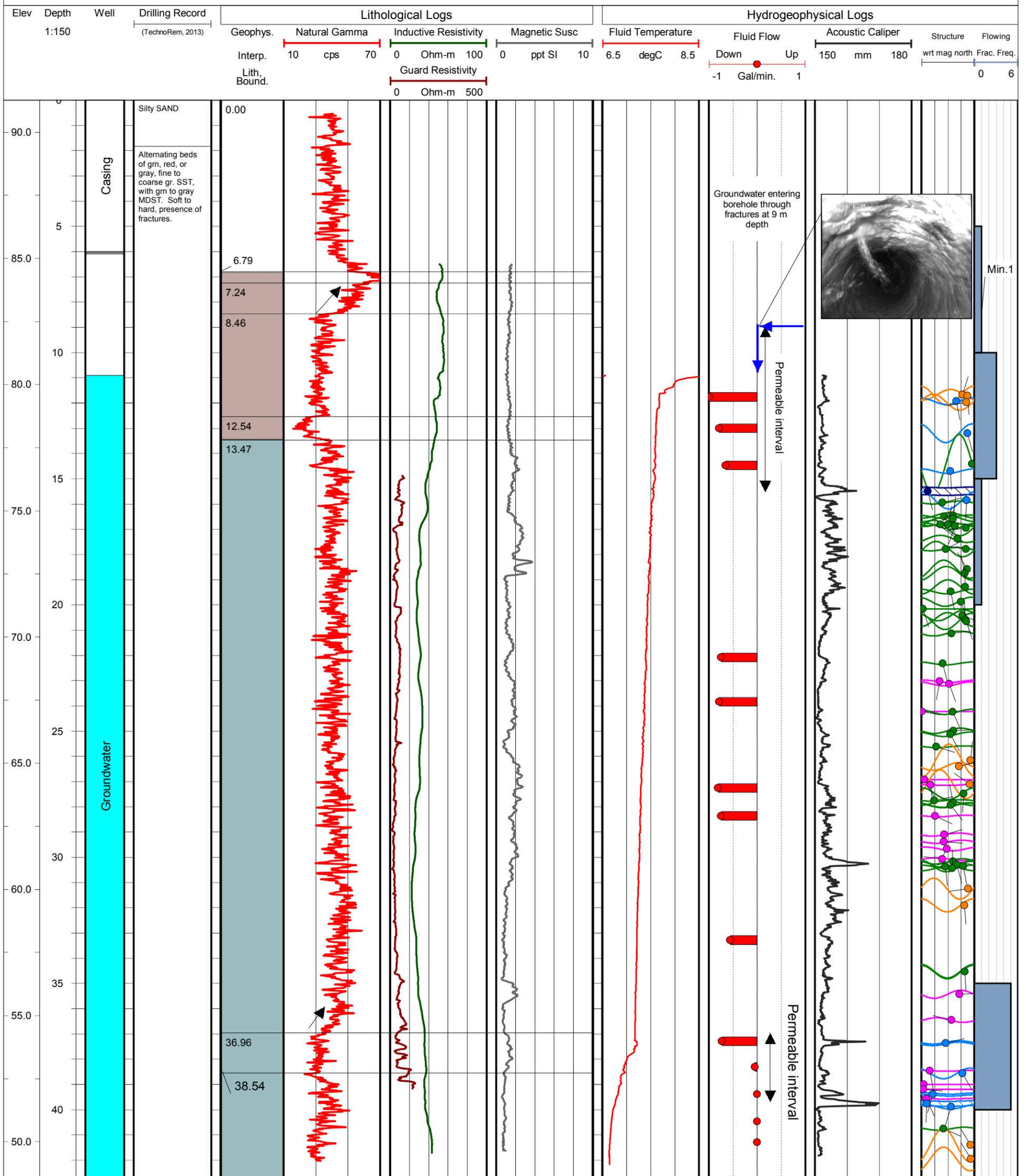


Borehole: POH-11-05
 Location: Haldimand, QC
 Project: Grndwater Asmt
 Study Area: Gaspésie, QC

Easting: 393 925 m
 Northing: 5 407 957 m
 UTM Zone: 20
 Datum: NAD83

Date Drilled: 3-Oct-'11
 Method: Hammer
 Diameter: 152 mm
 Depth: 42.67 m

Date Logged: 1,2-Nov-'12
 Water Level: 10.91 m
 Logged By: GSC
 Log Ref: Soil Surface

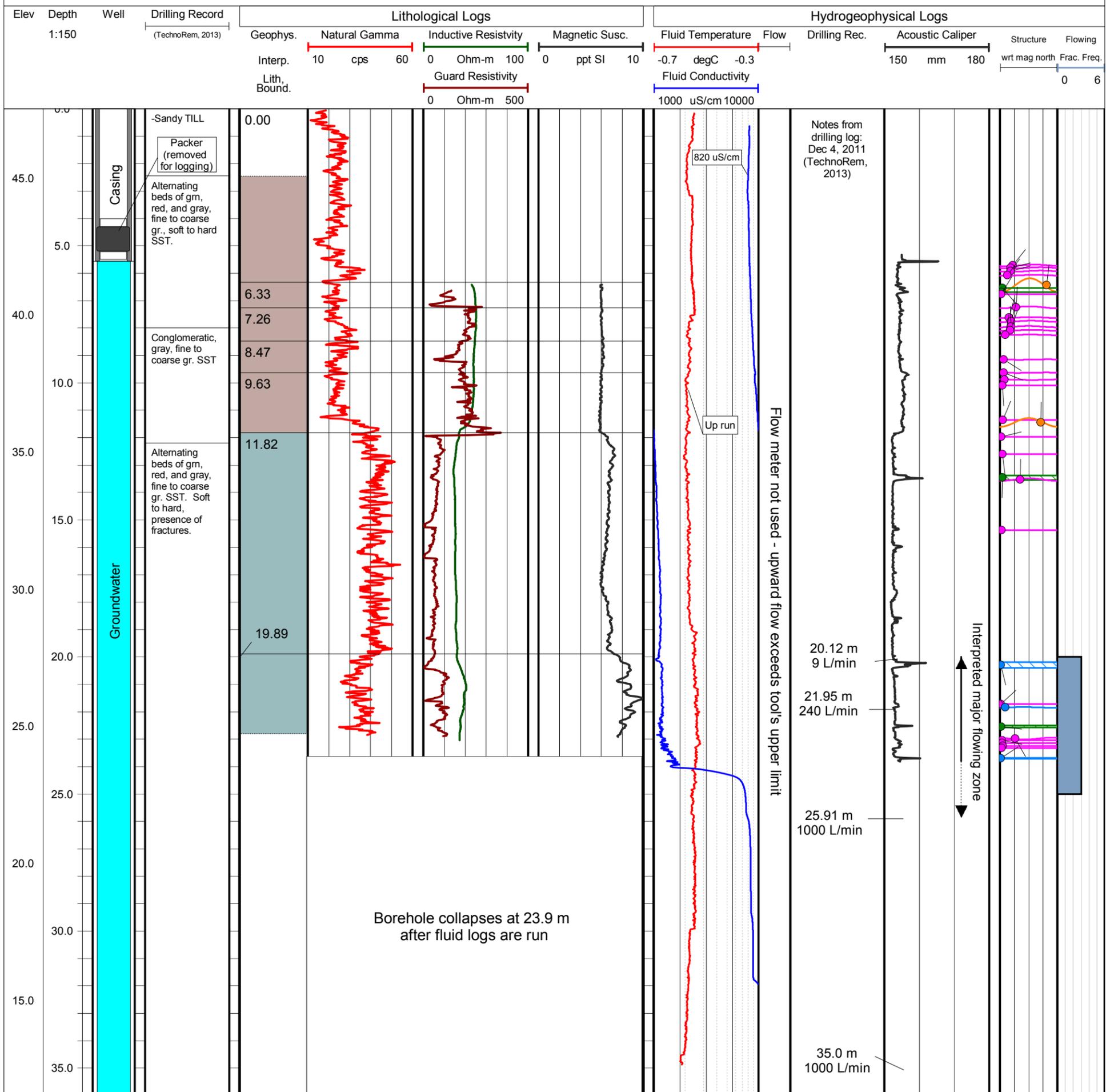


Borehole: POH-11-06
 Location: Haldimand, QC
 Project: Grndwater Asmt
 Study Area: Gaspésie, QC

Easting: 395 903.6 m
 Northing: 5 406 475.1 m
 UTM Zone: 20
 Datum: NAD83

Date Drilled: 4-Dec-'11
 Method: Perc.-rotary
 Diameter: 152 mm
 Depth: 35.96 m

Date Logged: 17,18-Nov-'12
 Water Level: Artesian
 Logged By: GSC
 Log Ref: Soil Surface

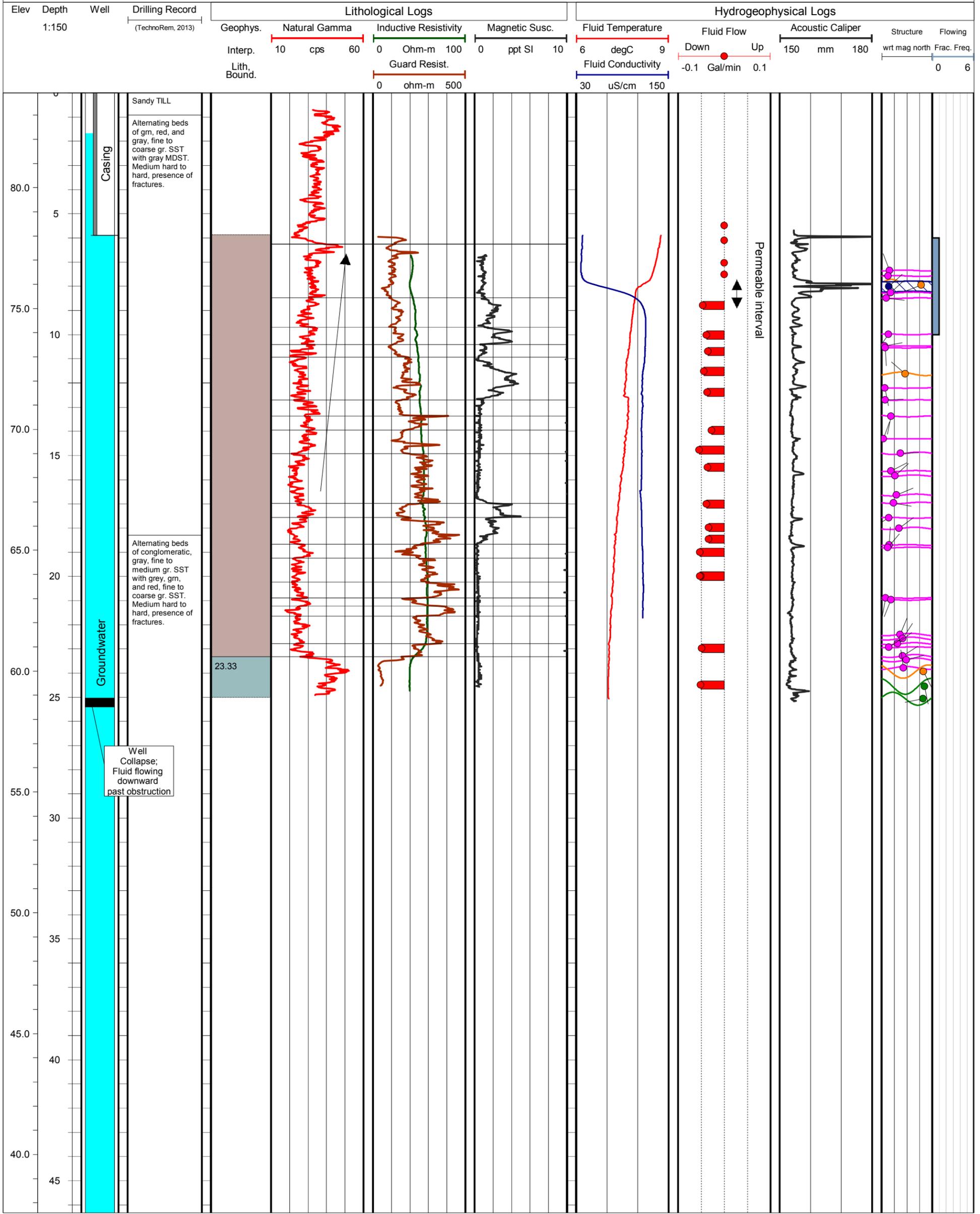


Borehole: POH-11-09
 Location: Haldimand, QC
 Project: Grndwater Asmt
 Study Area: Gaspésie, QC

Easting: 395 574 m
 Northing: 5 407 156 m
 UTM Zone: 20
 Datum: NAD83

Date Drilled: 30-Nov-'11
 Method: Hammer
 Diameter: 152 mm
 Depth: 46.33 m

Date Logged: 5,8-Nov-'12
 Water Level: 1.67 m
 Logged By: GSC
 Log Ref: Soil Surface

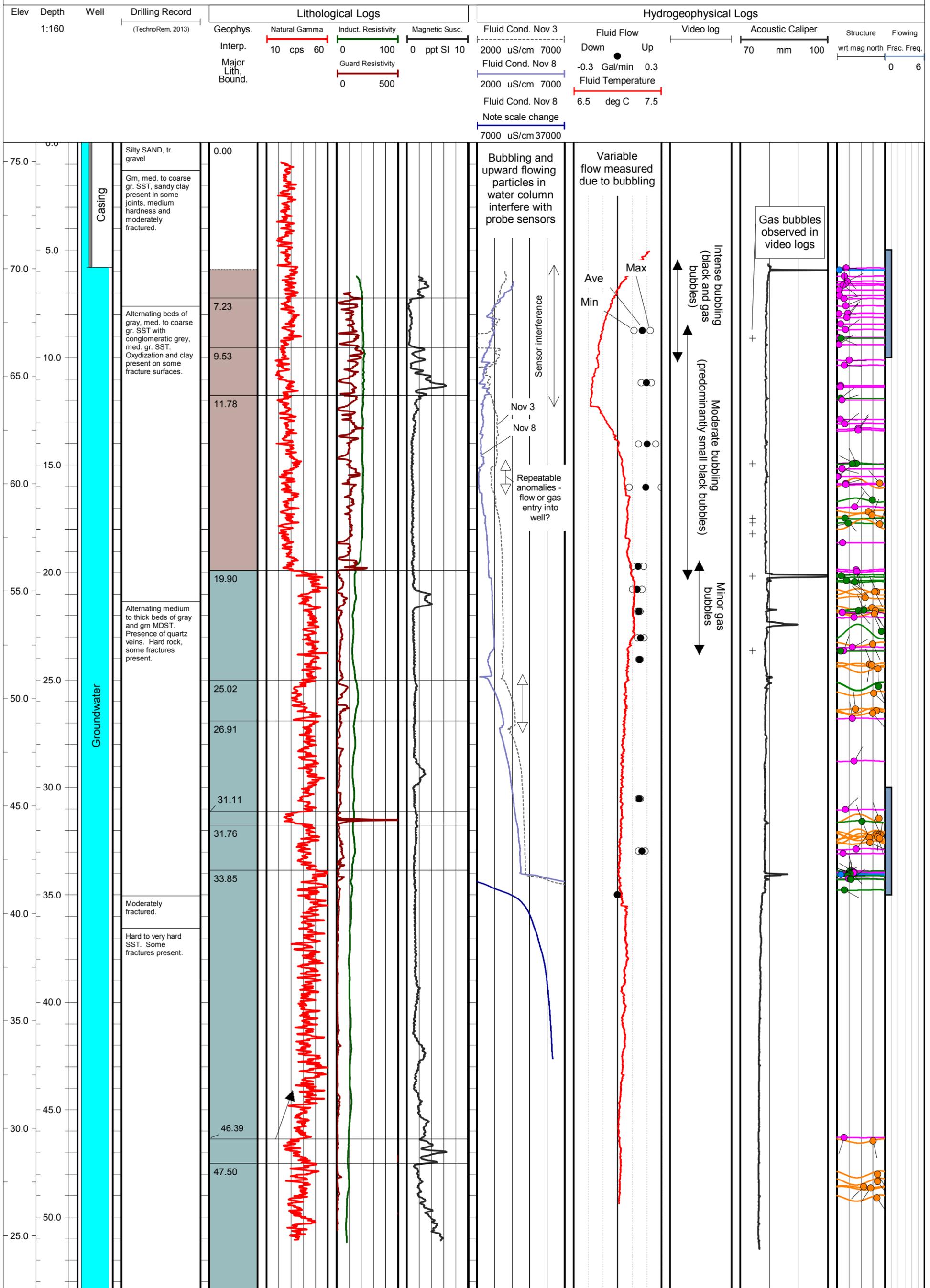


Borehole: POH-11-10
 Location: Haldimand, QC
 Project: Grndwater Asmt
 Study Area: Gaspésie, QC

Easting: 395 575.3 m
 Northing: 5 407 619.6 m
 UTM Zone: 20
 Datum: NAD83

Date Drilled: 2012
 Method: Cored
 Diameter: 76 mm
 Depth: 53.34 m

Date Logged: 3,4-Nov-'12
 Water Level: 0.02 m
 Logged By: GSC
 Log Ref: Soil Surface

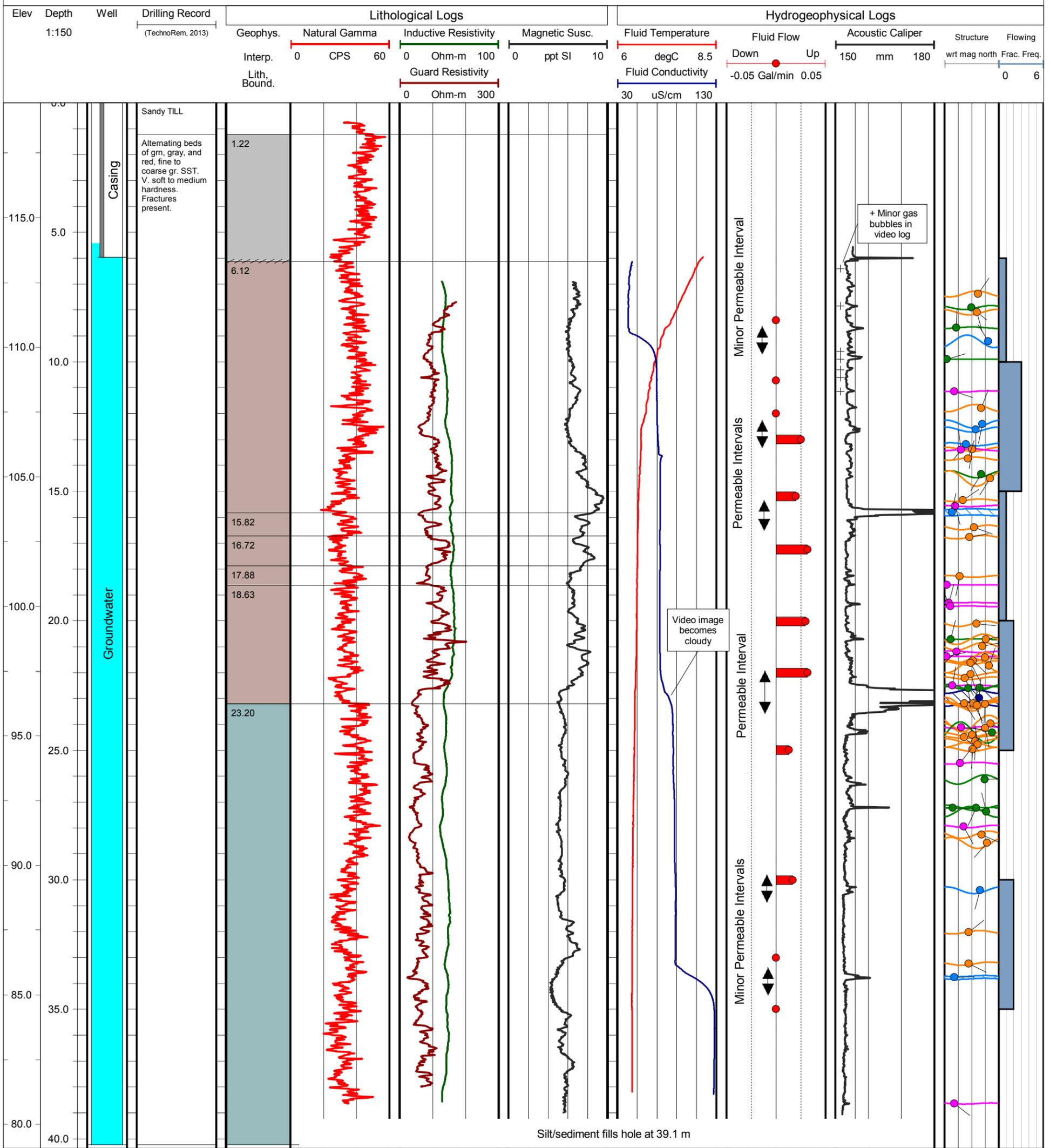


Borehole: POH-11-12
 Location: Haldimand, QC
 Project: Grndwater Asmt
 Study Area: Gaspésie, QC

Easting: 394 629 m
 Northing: 5 406 859 m
 UTM Zone: 20
 Datum: NAD83

Date Drilled: 29-Nov-'11
 Method: Hammer
 Diameter: 152 mm
 Depth: 40.23 m

Date Logged: 15-17-Nov-'12
 Water Level: 5.42 m
 Logged By: GSC
 Log Ref: Soil Surface

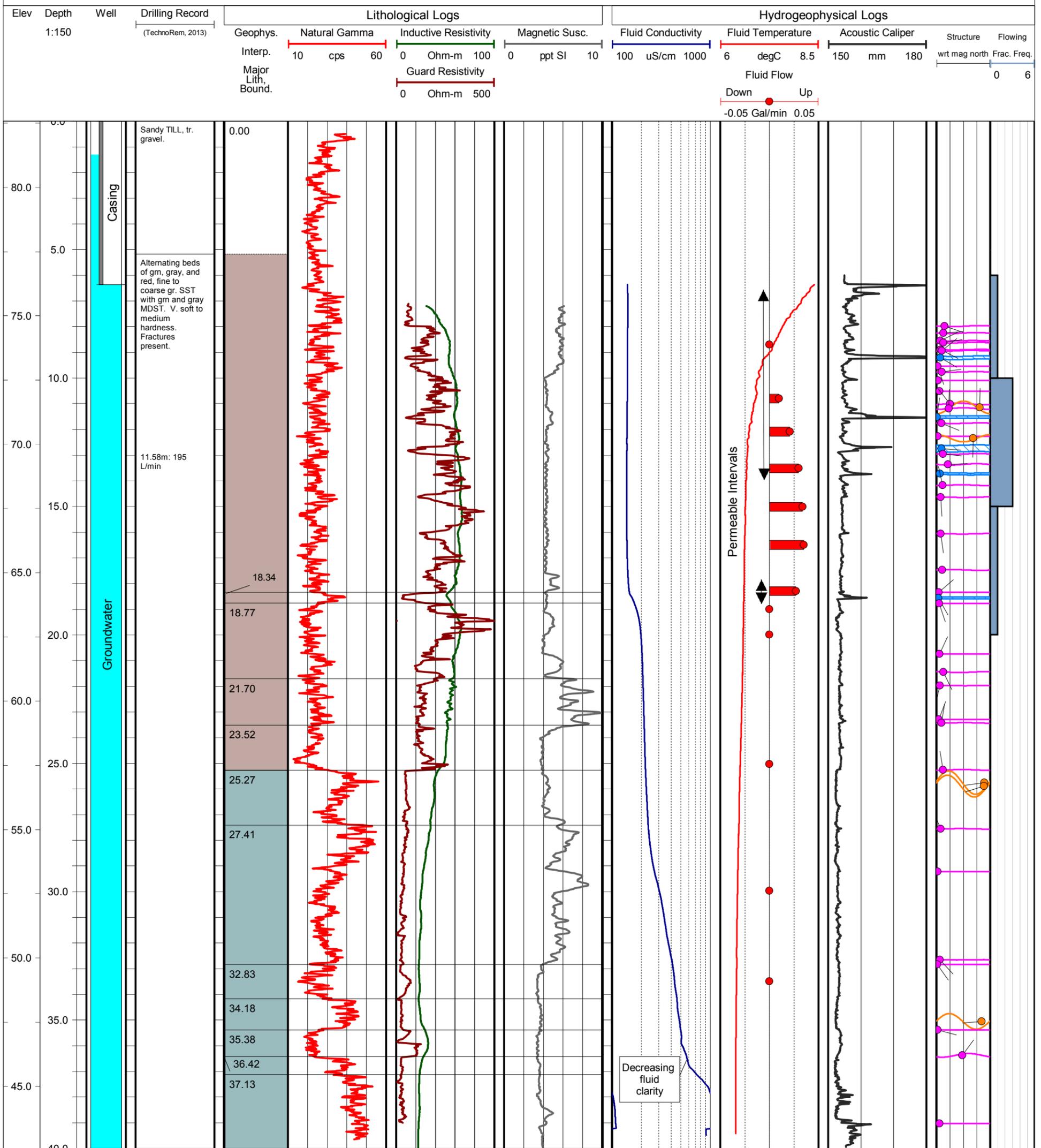


Borehole: POH-11-14
 Location: Haldimand, QC
 Project: Grndwater Asmt
 Study Area: Gaspésie, QC

Easting: 394 727 m
 Northing: 5 407 765 m
 UTM Zone: 20
 Datum: NAD83

Date Drilled: 29-Nov-'11
 Method: Hammer
 Diameter: 152 mm
 Depth: 40.0 m

Date Logged: 13,14-Nov-'12
 Water Level: 1.29 m
 Logged By: GSC
 Log Ref: Soil Surface

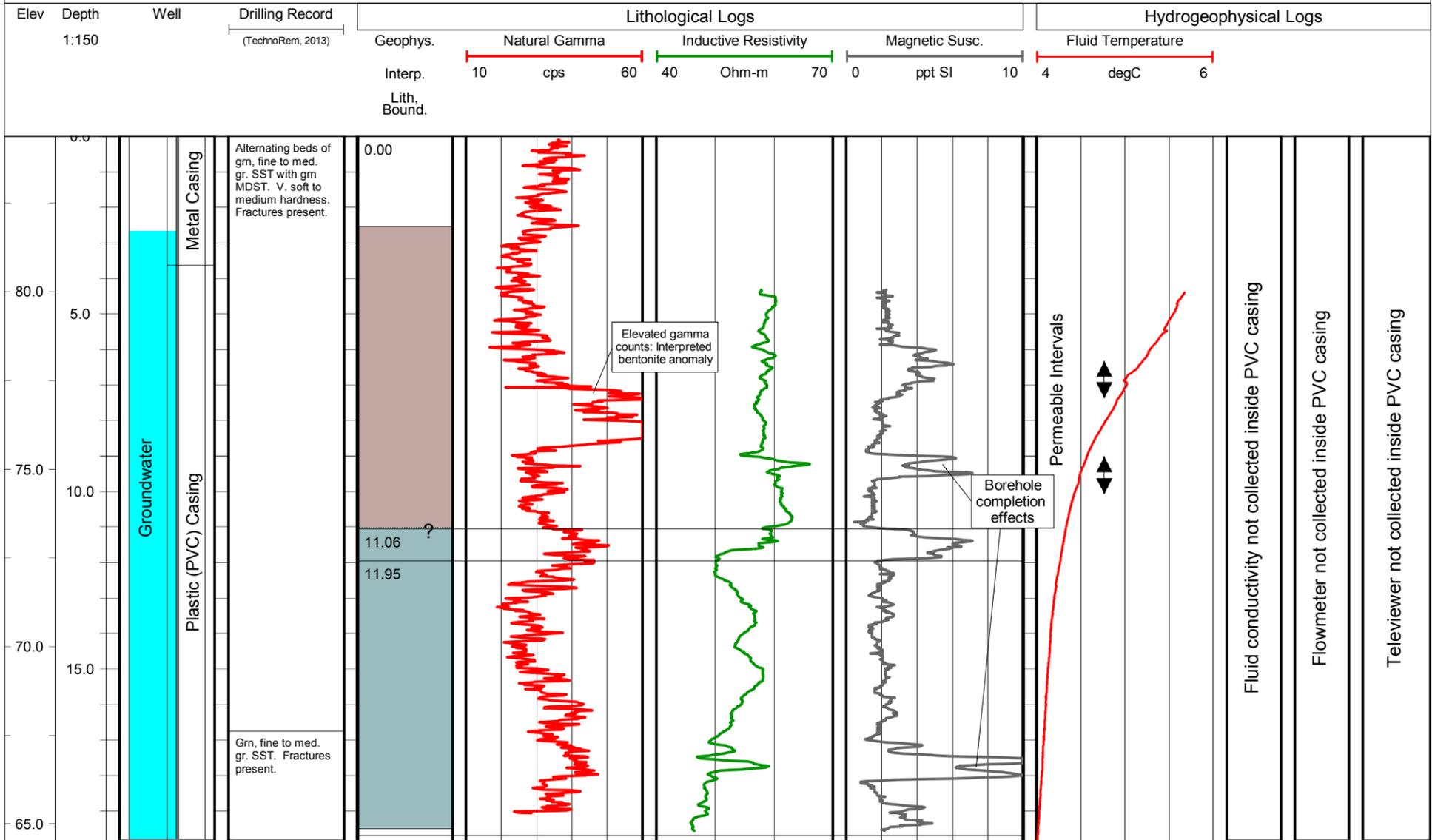


Borehole: POH-11-15
 Location: Haldimand, QC
 Project: Grndwater Asmt
 Study Area: Gaspésie, QC

Easting: 393 947 m
 Northing: 5 407 643 m
 UTM Zone: 20
 Datum: NAD83

Date Drilled: 2011
 Method: Hammer
 Diameter: 152 mm
 Depth: 19.80 m

Date Logged: 10-Nov-'12
 Water Level: 3.63
 Logged By: GSC
 Log Ref: Soil Surface



APPENDIX II

Geophysical Log Background

Appendix II provides background information on the downhole logging methods used in this project. The tools described in the logging suite are Mount Sopris logging tools, except for the fluid temperature and conductivity which were developed in-house.

1.0 Gamma Methods

Natural gamma logging detects the presence of naturally occurring or man-made radioactive isotopes. The most common naturally-occurring isotopes in rock and soil are potassium (K), uranium (U), and thorium (Th), the most common being potassium in rock forming minerals.

Natural gamma logging tools measure radioactivity by converting gamma rays (photons) emitted from the formation into electronic pulses using a scintillator crystal (detector) in the tool. For total count gamma logging, it is sufficient to count the total number of pulses per second. In spectral gamma logging, the amplitude of the pulse is needed to determine whether the gamma ray energy lies within the range corresponding to the windows for K, U, or Th. At each depth interval, a spectrum (counts per second versus energy levels) is built from the amplitudes of the incident gamma particles (Figure III-a). The counts from each window can be later processed to calculate the weight percent of K, U, and Th in the formation using curves determined at downhole calibration facilities.

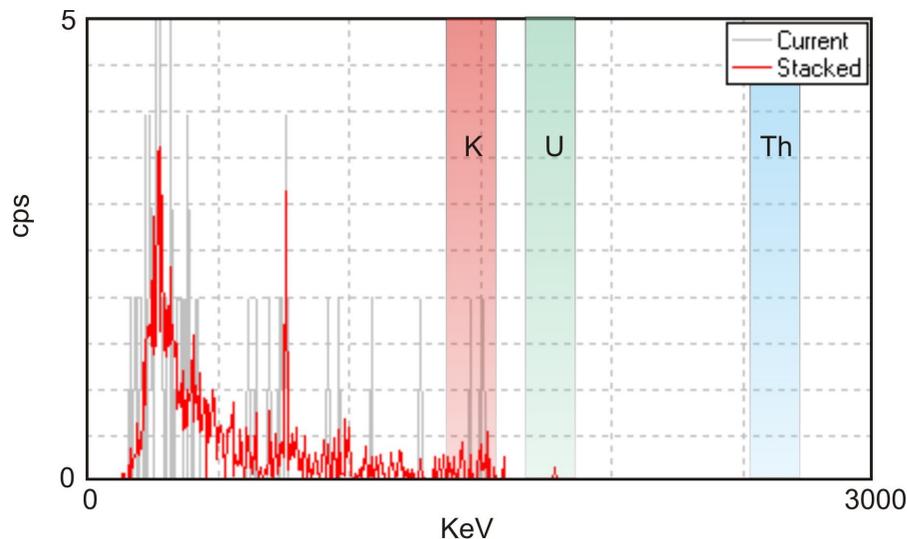


Figure III-a. Sample spectrum indicating counts within the potassium (K), uranium (U), and thorium (Th) windows.

Radioactive decay is statistical in nature and photon emission follows a Poisson's distribution. The standard deviation of the count number will be its square root. The accuracy of the measurement is greatest at high count rates over slower logging speeds. Therefore it is preferable to maintain a very low logging speed.

When overburden units are logged, relative abundances of potassium, and especially uranium and thorium will generally be low, if present. This is particularly true in finer grained soils where the heavier elements were dropped out of suspension earlier in the sedimentary process, although

exceptions exist. In soils, therefore, gamma energy is generally more present in the lower ranges due to scattering, and can be used as a relative indicator of grain size. A denser formation will cause the natural radiation to be attenuated more quickly, therefore coarser grain sizes will tend to have a lower count rate, while softer soils with finer grain sizes (silt/clay) and higher porosity will tend to record higher count levels.

2.0 Electromagnetic Induction Methods

The **apparent conductivity** logging tool uses an alternating current of 40 kHz AC in a dipole transmitter to generate a magnetic field which induces electric fields in the formation. A dipole receiver in turn measures the responding signal, whose quadrature phase is proportional to the conductivity of the materials intersected by the borehole. Additional coils are used to focus the current out into the borehole to reduce the tool's sensitivity to the borehole fluid and improve its vertical resolution.

In soil and rock logging, the apparent conductivity measured is a bulk conductivity, meaning that the grains and pore water both contribute to the total conductivity values. If the pore water is saline or otherwise conductive (e.g. leachate contamination), this will overwhelm the conductivity of the soil/rock matrix. In absence of conductive pore water, the conductivity tool provides a method of identifying variation in stratigraphic units, and tends to mirror the trends of the natural gamma log, where fine-grained materials tend to be more conductive than coarse.

The **magnetic susceptibility** measurement is the ratio between the primary magnetic field and the in-phase component of the magnetic field produced by the host material. Although traditionally used for downhole mineral exploration due to its sensitivity to magnetic minerals (e.g. magnetite, ilmenite, pyrrhotite), the susceptibility tool has been shown to be extremely useful for lithological logging purposes in unconsolidated sediments and sedimentary rocks of low susceptibilities (McNeill et al., 1996).

Although these inductive tools are quite similar, lithological mapping requires a very sensitive magnetic susceptibility logger (in the sub-parts-per-thousand SI) with a high degree of temperature compensation. Therefore, two induction tools are used for the conductivity and susceptibility logging, with slightly different coil configurations and temperature compensation electronics.

Note that the unit for magnetic susceptibility is most commonly SI, but some texts also use the unit CGS. The conversion between these two systems is:

$$SI = 4\pi * CGS.$$

3.0 Electrical Methods

The **guard resistivity** log, a type of focused-resistivity measurement, is designed to identify the boundaries of thin beds and measure their resistivity, even in the presence of highly conductive fluids (see Keys, 1997; Hearst, 2000). As opposed to induction methods, the guard tool comes into direct contact with the borehole walls and is run in open boreholes. A button electrode on the side of the tool emits a small AC current (50 μ s) into the formation. The tool body forms the guard electrode which maintains a constant potential surface, forcing the current out into the rocks surrounding the well and diminishing any current flow along the wellbore. The result is a focused resistivity measurement with

a vertical resolution of approximately 2.5 cm (Mount Sopris, 2009). This tool provides **qualitative resistivity values**, not a true resistivity measurement.

4.0 Fluid Logging Methods

4.1 Fluid Temperature

The GSC conducted borehole research in the late 70's and early 80's on techniques for high resolution temperature measurements on the order of 0.0001°C. The purpose was to investigate the feasibility of recording temperature gradients in fluid-filled boreholes which would reflect the intersected lithology (Bristow and Conway, 1984). The GSC has recently redeveloped a temperature tool based on the original GSC design which could also potentially identify small temperature changes indicative of fluid movement behind casing for groundwater studies, as well as subtle changes in temperature in open rock holes where fluid is entering or exiting the borehole through flowing fractures.

To be effective, the temperature tool must be the first probe to enter the borehole after the fluid has been able to stabilize for at least 24 hours, and the log must be recorded in the downward direction. Slow logging speeds prevent mixing of the fluid ahead of the probe and allow time for the thermistor to react to slight changes in temperature. Gradient calculations (dT/dz) assist in identifying zones where fluctuations occur over very small changes in temperature.

4.2 Fluid Conductivity

The GSC's fluid conductivity tool is similar in design to the temperature tool, but uses two electrodes in the base (bullnose) of the tool to measure changes in fluid conductivity. The tool's response is calibrated in the lab against four calibration solutions of varying conductivity (deionized water ~0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 178 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 1460 $\mu\text{S}/\text{cm}$, and 12880 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

As with the temperature tool, the conductivity tool must be among the first probes to enter the borehole after the fluid has been able to stabilize for at least 24 hours, and the log must be recorded in the downward direction. Slow logging speeds prevent mixing of the fluid ahead of the probe and allow time for the electrodes to react to slight changes in fluid conductivity.

4.3 Heat Pulse Flow meter

Many methods have been developed over recent decades to measure vertical fluid flow along an open borehole or well screen for groundwater applications. These methods have included impellers, tracer-release methods, thermal-pulse flow meters, and electromagnetic (EM) flow meters. Thermal and EM vertical component flow meters are quite sensitive in low-flow conditions, permitting high-resolution measurement of the ambient vertical flow in natural or pumped borehole environments. Ambient flow measurements provide information on the direction of the vertical component of the hydraulic gradient and the location of hydraulically active features in fractured bedrock. Measurements made under pumped conditions provide information on the relative differences in the permeability of targeted bedrock zones or fractures.

The heat pulse flow meter used in these surveys (HFM-2293 manufactured by Mount Sopris Instrument Co.) is based on a design by the US Geological Survey to collect measurements in low-velocity flow environments (Hess, 1982, 1986). This flow meter contains a heating grid with

equidistant temperature sensors positioned a few centimetres above and below the grid. Rubber diverter petals centralize and seal the probe in the borehole, forcing the fluid to pass through a wire mesh over the heating grid and the sensors. When the tool is in position for a series of readings, a heat pulse is triggered by the user on a laptop computer. The grid heats a lens of water that moves up or down with the flow of the borehole fluid past either the upper or lower sensor. An amplifier detects the difference in temperature between the sensors, and converts the output to a frequency which is sent up the cable and recorded by the laptop. The software records the time elapsed between when the heat pulse was triggered and when the sensor records the peak temperature change, carried by the flow.

If natural flow is not detectable in the borehole (i.e. <0.110 l/min), artificial upward flow can be induced with a submersible pump to determine the relative flow drawn from permeable fractures. Flow rate must be carefully monitored every few minutes on surface using a graded container and a stopwatch, while water levels are measured in the borehole using a water level meter. This ensures the change in flow rate measured by the tool can be attributed to changes in hydraulic conductivity of the rock mass and not to changes in the pumping rate. The pump's flow rate must be carefully adjusted so it does not exceed the tool's upper limit of 3.78 l/min, and also to equalize the pumping rate with the recharge (i.e. no measurable drop in water level during the pumping). In non-hydraulically conductive boreholes, reaching stability is very difficult, and sometimes not possible. In these cases, the flow results are converted from a volumetric value, to a percentage of the total pumping rate measured simultaneously at the surface during the downhole flow measurement.

Flow meter measurements are influenced by number of factors, including the construction and degree of development of a well, and the natural hydrogeological conditions: factors which can change over time. Logging conditions during the test will also influence the results. Proper sealing with the tool's rubber diverters is critical, as a poor seal caused by borehole wall enlargements (such as in fractures or washouts) will influence flow determinations. Collecting caliper and fluid temperature/fluid conductivity logs before flow meter logging guides the selection of test intervals. Allowing sufficient time for the fluid to settle after moving the tool in the borehole is also critical, particularly in wells with very low ambient flows.

5.0 Imaging Methods

Televiwers collect images of the inside of the borehole wall in very high resolution, either using ultrasonic pulses (acoustic televiewer, ATV), or color digital scans (optical televiewer, OTV). The tools are highly effective in the detection and evaluation of fractures, lithological characterization, dip and dip direction of features for rock mass structural analyses, and casing inspections.

5.1 Acoustic Televiewer (ATV)

The **ATV** transmits a pulse from a fixed transducer and a rotating focusing mirror, and records the amplitude and travel time of the signal reflected by the borehole wall. The ATV used in these surveys (the ABI40, manufactured by Advanced Logic Technology SA.) records the entire reflected wave train, and processing algorithms allow the software in real time to determine the first reflection from the tool's acoustic window, the bedrock wall, and all other subsequent reflections.

Line scans of the borehole wall are collected in intervals as small as 1 mm, and at a resolution as high as 288 pixels/revolution. The number of pixels per degree will depend on the diameter of the borehole. To collect images this detailed, the tool must be run very slowly (~ 1 m/min) however a slight decrease

in quality (i.e. 2 mm intervals and/or fewer pixels/rev) can allow for a faster logging speed (~2-3 m/min).

The tool is equipped with an APS544 orientation sensor, containing a 3-axis magnetometer and 3 accelerometers, to constantly resolve magnetic north and the tilt of the tool. Each line scan contains the direction of magnetic north, and also the tilt of the borehole at that depth. The tool can resolve azimuth with an accuracy of 1°, and tilt to an accuracy of 0.5°. When the travel time and amplitude images are imported into processing software, they can be oriented to magnetic north (or to the high side of the borehole in the case of inclined borings). Once the dip and dip direction of structural features are interpreted, they can be corrected for any tilt of the borehole from vertical.

Centralization is key in the collection of high quality images, particularly with the ATV. The tool is kept centered in the borehole with the use of two or more bowspring arm centralizers, made of non-magnetic material, fixed to the tool's housing.

The ATV's travel time image can be processed to build a 360° caliper of the borehole shape. This can then serve as a mesh around which the amplitude image can be draped to create a 3D image of the borehole. Features such as open fractures and washouts can be better visualized using this technique.

References

- Bristow, Q., and Conaway, J.G., 1984. Temperature Gradient measurements in boreholes using low noise high resolution digital techniques, Current Research, Part B, Geological Survey of Canada, Paper 84-1B, p.101-108.
- Hearst, J.R., Nelson, P.H. and Paillet, F.L., 2000. Well Logging for Physical Properties; John Wiley and Sons Ltd., England, 483 p.
- Hess, A. E., 1982. A heat-pulse flowmeter for measuring low velocities in boreholes, U.S. Geological Survey Open-File Report 82-699, U.S. Geological Survey, Reston, Virginia.
- Hess, A. E., 1986. Identifying hydraulically conductive fractures with a slow-velocity borehole flowmeter, Canadian Geotechnical Journal, 23:69-78.
- Keys, W.S., 1997. A practical guide to borehole geophysics in environmental investigations; CRC Press Inc., Boca Raton, FL., 176 p.
- McNeill, J.D., Hunter, J.A., and Bosnar, M., 1996. Application of a borehole induction susceptibility logger to shallow lithological mapping, Journal of Environmental and Engineering Geophysics, Vol. 1, p. 77-90.
- Mount Sopris Instruments, 2009. 2GDA-1000 DX Series Dual Density/Guard/Caliper Probe Manual, Mount Sopris Instruments Co. Inc., Golden Colorado, rev. August 7, 2009.

APPENDIX III

Digital data:

- LAS digital log files
- Excel spreadsheets of flow meter tests
- Structural dataset

Organic constituents in wells and surface water samples from Haldimand, Gaspé, Québec

A report completed for l'Institut National de la Recherche (INRS)
June 2013

By Jason M. E. Ahad^{1*} and Hooshang Pakdel²

¹Geological Survey of Canada, Natural Resources Canada, Québec, QC, G1K 9A9,
Canada, jason.ahad@nrcan.gc.ca (*corresponding author), tel: 418-654-3721, fax: 418-
654-2615

²INRS Eau Terre Environnement, Québec, QC, G1K 9A9, Canada



INRS
Université d'avant-garde

Table of contents

1	Introduction and rational	2
2	List of samples	3
3	Volatile organic compounds (VOCs)	4
3.1	<i>Methodology</i>	4
3.2	<i>Results</i>	4
	<i>Figure 1. The full-scan GC-MS chromatograms showing distributions of VOCs in a) Haldimand oil, b) seep S1, c) seep POT-2, and d) a commercial gasoline sample.</i>	5
	<i>Table 1. Concentrations in parts per billion (ppb or µg/L) of VOCs in water and seep samples.</i>	6
4	Total dissolved and particulate organics	6
4.1	<i>Methodology</i>	6
	<i>Table 2. Total organics extracted by liquid- liquid extraction and distributions of n-alkanes in water, seep and Haldimand oil samples.</i>	7
4.2	<i>Results</i>	7
	<i>Figure 2. The relative distributions of n-alkanes in a) Haldimand oil, b) seep POT-2, c) observation well PH-04, d) surface water SUR-11-01, e) observation well POH-11-03, and f) residential well PPH-11-11</i>	8
5	Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)	8
5.1	<i>Methodology</i>	8
5.2	<i>Results</i>	9
	<i>Table 3. Concentrations in parts per trillion (ppt or ng/L) of PAHs in water samples, and in parts per billion (ppb and µg/L) for the Haldimand oil sample.</i>	9
6	Acid Extractable Organics (AEOs)	11
6.1	<i>Methodology</i>	11
6.2	<i>Results</i>	11
	<i>Table 4. Concentrations in mg/L (parts per million or ppm) of AEOs in water and seep samples, and in weight % of oil for the Haldimand oil sample.</i>	12
7	Discussion	12
7.1	<i>PAH Diagnostic Ratios</i>	12
	<i>Figure 3. The full-scan GC-MS chromatograms for the AEO fraction from a) Haldimand oil, b) seep POT-2, c) seep S1, d) surface water SUR-11-01, e) observation well POH-11-03, and f) residential well PPH-11-11.</i>	13
7.2	<i>Distributions of n-alkanes</i>	14
7.3	<i>Characterization of AEOs</i>	14
8	Conclusions	14
9	References	15

1 Introduction and rationale

The Gaspé Peninsula in eastern Québec, Canada is known for its petroleum hydrocarbon potential (Grundman et al., 2012). Within this region, the Haldimand block is estimated to contain approximately 7.7 million barrels of oil reserves (Carsted and Chipperfield, 2010). Due to the complex regional geology and comparability to the “tight oil” found in the Bakken Shale Formation in North Dakota and Montana, it is likely that commercial production of this resource will require the use of horizontal drilling and hydraulic fracturing. The environmental impact that tight oil development has on local groundwater resources, however, remains uncertain. For example, although hydraulic fracturing is currently being used to extract tight oil from the Bakken Shale Formation (Wiseman, 2009), the impact that these practices have on local groundwater resources has not been fully studied (Preston et al., 2011). Since the commercial production of tight oil involves a similar approach to that used to extract shale gas, in which contamination of shallow groundwater may occur due to toxic substances in hydraulic fracturing fluid and/or produced brines during drilling, transport, and disposal (Gregory et al., 2011; Warner et al., 2012), a similar risk to groundwater should be considered for the future development of the Gaspé region.

Responsible management and stewardship of petroleum resources in the Gaspé region thus requires the characterization of dissolved constituents found in the shallow groundwater prior to any commercial production. In addition to the potential environmental impact caused by extraction practices, groundwater and surface waters found in areas containing significant petroleum deposits can contain relatively high levels of naturally occurring contaminants that pose no less of a threat to human health. This information must be obtained beforehand so that the potential impact of petroleum extraction can be assessed accurately.

Here we report results from a range of analyses aimed to characterize the background levels of organic compounds found in shallow groundwater and surface waters of the Haldimand region, Gaspé, Québec. A range of relevant compounds that are typically associated with petroleum deposits, such as benzene, toluene, ethylbenzene and xylenes (BTEX), other volatile organic compounds (VOC), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and the acid extractable organics (AEOs) fraction including “naphthenic acids” were analyzed. Naphthenic acids (NAs) are a complex mixture of relatively water-soluble, alkyl-substituted acyclic and cycloaliphatic carboxylic acids found in crude oil that are highly toxic to aquatic organisms and are endocrine disrupting (Lister et al., 2008; Richardson, 2010). In the Athabasca oil sands region of northern Alberta, Canada, the extraction of bitumen leads to elevated concentrations of NAs in oil sands process-affected waters. Considered the principal source of toxicity in tailings ponds (Allen, 2008), NAs may seep into the shallow groundwater (Ahad et al., 2013; Oiffer et al., 2009) and thus pose a potential risk to aquatic ecosystems. While the quality of the tight oil found in Gaspé and the method used to extract it will differ from that used to extract bitumen in the Athabasca oil sands region, the natural occurrence of significant levels of petroleum-derived organic acids and their subsequent release to the environment should be considered.

2 List of samples

Date	Description	Sample ID
28-10-12	rue Forest seep	POT-2
28-10-12	stream close to POH-11-06	SUR-11-06
29-10-12	stream	SUR-11-01
30-10-12	stream	SUR-11-02
30-10-12	residential well	PPH-11-01
31-10-12	Haldimand oil sample	Haldimand
31-10-12	seep close to PAD #1	Seep S1
31-10-12	observation well	POH-11-05
31-10-12	residential well	PPH-11-11
31-10-12	stream	SUR-11-03
01-11-12	observation well	PH-01
01-11-12	observation well	PH-04
01-11-12	observation well	POH-11-13
01-11-12	observation well	POH-11-15
02-11-12	observation well	POH-11-03
02-11-12	observation well	POH-11-04
02-11-12	observation well	POH-11-06
02-11-12	observation well	POH-11-09
02-11-12	observation well	POH-11-12

3 Volatile organic compounds (VOCs)

3.1 Methodology

The concentrations of volatile organic compounds (VOCs) were determined following US Environmental Protection Agency (EPA) Method 8260. VOC standards (Chromatographic Specialities) conforming to EPA Method 502.2 were used for quantification. Diluted VOC standard solutions were prepared in 500 mL glass jars containing ultrapure water and 50 mL headspace. A 5 g aliquot of pre-combusted (400°C for 4 hr) NaCl₂ was added to each jar, which was then crimp-sealed with PTFE-lined aluminum caps and heated in a water bath at 50°C for 1 hr. A 1 mL aliquot of the headspace was collected and manually injected into the GC. Water samples for VOC analysis were prepared in the same manner as diluted standards. VOCs in the Haldimand oil sample were characterized by injecting 100 mg of the oil into a 500 mL jar containing ultrapure water and analysing the headspace in the same manner as water samples and standards.

VOCs were analysed using an Agilent gas chromatograph mass spectrometer (GC-MS) system (MSD 5975C and GC 7890A) equipped with a 60 m × 0.32 mm DB 624 column (0.32 µm film thickness). Samples were injected in splitless mode with the injector at 230°C. The following GC oven temperature program was used: 35°C (4 min), 4°C/min to 200°C (10 min), with a column flow (He) of 1.5 mL/min. The MS was operated in full scan mode.

3.2 Results

All compounds found in the VOC standard mixture were detected down to 1 ppb. The limits of detection for brominated and chlorinated compounds were 0.4 and 0.1 ppb, respectively. The limit of detection for BTEX compounds (benzene, toluene, ethylbenzene and xylenes) was between 0.01-0.1 ppb.

Water samples

The concentrations of VOCs determined in the Haldimand region water samples are shown in Table 1. The relatively high variation in VOC concentrations between some replicate analyses reflects the very low levels of VOCs in these samples. Only trace amounts (0.01-0.6 ppb) of BTEX, trimethylbenzene, and propylbenzene were detected in surface water and groundwater samples. With the exception of a very low concentration (0.1 ppb) of toluene found in POT-2, BTEX compounds were not detected in either of the two seep samples (POT-2 and S1).

Haldimand oil and seep samples

The Haldimand oil and two seep samples demonstrated similar complex VOC distributions as shown in Figure 1. The Haldimand oil sample contained approximately 30% VOCs and was characterized by a mixture of highly branched, saturated hydrocarbons. The most abundant compounds were *n*-C₆ to *n*-C₁₃. We identified approximately 500 ppm (i.e., µg/g, parts per million) toluene, 1000 ppm ethylbenzene and 2000 ppm trimethylbenzene in the Haldimand oil sample. We did not identify any brominated or chlorinated hydrocarbons in oil or seep samples. For comparative purposes and to check for a possible anthropogenic contribution to seep samples, a commercial gasoline sample was also analyzed. Due to the absence of BTEX in POT-2 and S1 (and high levels of BTEX in gasoline), it does not appear that gasoline is a potential source of hydrocarbons to seep samples (Figure 1). Additionally, the distribution of BTEX compounds in the Haldimand oil sample was not similar to that found in gasoline.

The seep sample from rue Forest (POT-2) contained approximately 0.25 g/L of oil. Similar to the Haldimand oil sample (but at much lower levels), the VOC fraction was dominated by *n*-alkanes in the C9-C14 range. Seep POT-2 also contained highly branched alkanes (mainly isoprenoids), as well as alkyl cycloalkanes. Volatile aromatic hydrocarbons were found at very low levels in this sample.

The S1 seep sample contained approximately 2.6 g/L of oil. Its VOC content was similar to POT-2 and Haldimand oil samples with the following two main differences: 1) S1 was a highly degraded sample that contained no detectable *n*-alkanes (see Section 4) or BTEX compounds, and 2) the most abundant compound was methylcyclohexane. Approximately 50-60% of oil was composed of dioctylphthalate, which is presumably a plastic contaminant introduced during sampling.

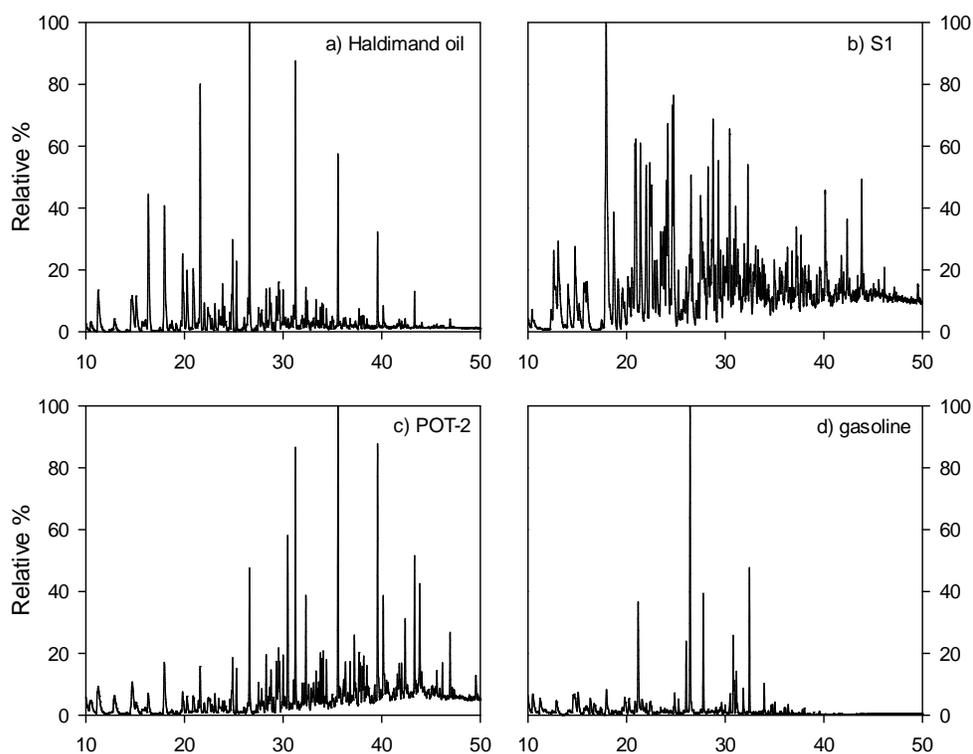


Figure 1. The full-scan GC-MS chromatograms showing distributions of VOCs in a) Haldimand oil, b) seep S1, c) seep POT-2, and d) a commercial gasoline sample.

Table 1. Concentrations in parts per billion (ppb or µg/L) of VOCs in water and seep samples.

Sample	Benzene	Toluene	Trimethylbenzene	m-Xylene	p-Xylene	Ethylbenzene	Propylbenzene
POH-11-12	< 0.2	< 0.1, 0.1	nd, 0.06	nd	nd	nd	0.06, 0.1
SUR-11-06	0.1, 0.5	0.02, nd	nd	nd	nd	nd	0.04, 1.0
SUR-11-01	0.14	0.02	nd	0.02	nd	nd	0.02
POT-2*	nd	0.1	nd	nd	nd	nd	nd
SUR-11-02	0.2	0.04	0.06	< 0.01	0.05	nd	nd
PPH-11-01	< 0.01	< 0.01	0.07		nd	< 0.01	nd
POH-11-05	0.1	0.04	0.04	< 0.01	0.02	0.01	0.01
POH-11-11	0.1	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	nd
SUR-11-13	0.1	0.06	0.05	0.03	0.04	0.03	nd
PH-01	0.03	0.1	0.04	0.01	nd	0.01	nd
PH-04	nd	0.1		0.02	0.01	nd	nd
POH-11-13	0.05	0.2	0.02	0.03	0.02	nd	nd
POH-11-15	0.1, 0.4	0.6, 1.0	0.06, 0.9	nd	nd	nd	nd
POH-11-03	0.04	0.2	0.04	nd	nd	nd	nd
POH-11-04	0.1	0.02	0.1	0.02	nd	nd	nd
POH-11-10	0.1, 1.5	0.1, 0.1	0.05, nd	0.02, 0.5	nd	nd	nd
POH-11-06	0.1	0.08	0.06	0.04	nd	0.03	nd
S1**	< 0.2	< 0.1, 0.1	nd, 0.06	nd	nd	nd	0.06, 0.1

* Seep sample with 0.25 g/l oil, See Fig 1 for the chromatogram.

** Seep sample with 1% oil. See Fig 1 for detail

Replicate analyses are shown in red

nd = not detected

4 Total dissolved and particulate organics

4.1 Methodology

The total dissolved and particulate phase organics in water samples (divided into 2 × 250 mL aliquots) were extracted by liquid-liquid extraction in a separatory funnel using dichloromethane (6 × 50 mL). After vigorous mixing the organic phase was recovered, evaporated to dryness, and then weighed to determine concentration. The total organic fraction in a 500 mg aliquot of the Haldimand oil sample was characterized following removal of volatiles lighter than hexane. The extract was separated into fractions by column chromatography using 10 g of pre-combusted (400°C for 4 hr) SiO₂ and Al₂O₃ (2 to 1 weight ratio). The following fractions were obtained: F1 (hexane), F2 (dichloromethane), and F3 (10% methanol in dichloromethane). Fraction F2 was further purified using 10 g SiO₂ into the following sub-fractions: F2-1 (hexane), F2-2 (dichloromethane), and F2-3 (10% methanol in dichloromethane). Fraction F1 was used for *n*-alkane analysis and fraction F2-2 for PAH analysis (see Section 5).

The concentrations of straight-chain alkanes (i.e., normal or *n*-alkanes) in total organics from oil or water samples were determined by GC-MS using a 30 m × 0.25 mm i.d. DB-5 capillary column (0.25 µm film thickness). Samples were injected in splitless mode with the injector at 280°C. The following GC oven temperature program was used: 70°C (2 min), 8°C/min to 200°C (10 min), 10°C/min to 300°C (5 min), with a column flow (He) of 1.1 mL/min. The MS was operated in full scan mode. Standard solutions were prepared from C24 and C28 *n*-alkanes (Sigma-Aldrich) in toluene.

Table 2. Total organics extracted by liquid- liquid extraction and distributions of *n*-alkanes in water, seep and Haldimand oil samples.

Sample	total organics	CPI*	ppt [§]	<i>n</i> -alkane distribution
	mg/L		<i>n</i> -alkanes	
POT-2	500	1.06	abundant	C9-C30
SUR-11-06	1.0	1.05	4.7	C21-C37
SUR-11-01	0.2	1.12	1.2	C22-C33
SUR-11-02	0.2	1.18	0.7	C23-C33
PPH-11-01	0.4	1.00	6	C21-C40
Haldimand	oil	1.07	abundant	C8-C33
S1	2640	-	nd	-
POH-11-05	0.3	1.15	1	C23-C31
PPH-11-11	1.1	0.97	0.7	C22-C32
SUR-11-03	0.7	1.05	2.4	C23-C37
PH-01	0.1	0.96	2.9	C20-C37
PH-04	1.1	1.01	20	C21-C37
POH-11-13	0.5	0.99	5.9	C25-C37
POH-11-15	0.9	1.13	1	C17-C35
POH-11-03	0.5	1.00	23	C20-C37
POH-11-04	0.6	0.97	5.5	C20-C35
POH-11-06	0.03	1.01	1.3	C22-C37
POH-11-09	1.3	1.06	71.2	C22-C37
POH-11-12	0.2	1.04	3.5	C22-C36

* Carbon preference index (CPI)

$$CPI = 0.5 \cdot \frac{\sum(X_i + X_{i+2} + \dots + X_n)}{\sum(X_{i-1} + X_{i+1} + \dots + X_{n-1})} + 0.5 \cdot \frac{\sum(X_i + X_{i+2} + \dots + X_n)}{\sum(X_{i+1} + X_{i+3} + \dots + X_{n+1})}$$
 where $i = 25$ and $n = 33$ (adapted from Schefuß et al., 2003)

§ ppt = parts per trillion (ng/L), nd = not detected

4.2 Results

The total dissolved and particulate phase organic contents of water samples and *n*-alkane distributions are listed in Table 2. The concentrations of total organics in water samples (not including the two seep samples) were low, ranging from 0.03 mg/L at well POH-11-06 to 1.3 mg/L at well POH-11-09. The main constituents of total organics were *n*-alkanes, although they were found in very low abundances (i.e., parts per trillion range). The relative distributions of *n*-alkanes in several representative samples are shown in Figure 2. With the exception of Haldimand oil and seep sample POT-2, which contained relatively high levels of lower molecular weight *n*-alkanes (i.e., < C19), all samples showed a similar Gaussian distribution pattern with a maximum centered on C27-C28. The carbon preference index (CPI) for all samples (Table 2) fell within a very narrow range (0.96-1.18), pointing to a common origin for *n*-alkanes. Further discussion of CPI values is provided in Section 7.

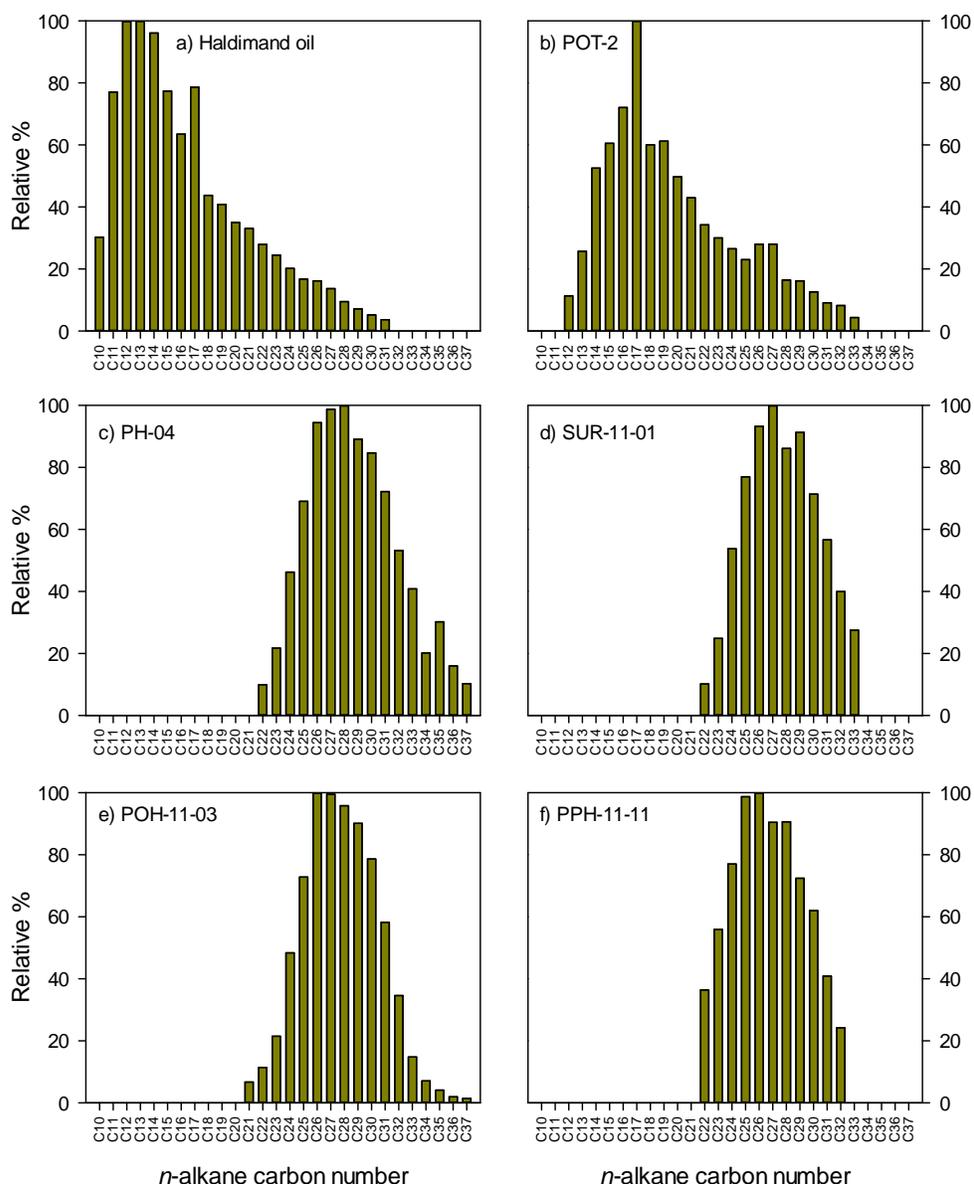


Figure 2. The relative distributions of *n*-alkanes in a) Haldimand oil, b) seep POT-2, c) observation well PH-04, d) surface water SUR-11-01, e) observation well POH-11-03, and f) residential well PPH-11-11.

5 Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)

5.1 Methodology

The 16 EPA priority PAHs in addition to retene, perylene and coronene were determined from standard solutions (Ultra Scientific). To prepare aqueous PAH standards, small amounts of PAH standards were injected into a 500 mL glass bottle filled with ultrapure water no headspace. The bottles were then mixed rigorously in an ultrasonic bath for 5 min, divided into 2 × 250 mL aliquots, and extracted by liquid-liquid extraction in a separatory funnel using dichloromethane

(6 × 50 mL). The 6 dichloromethane extracts were mixed and evaporated to near dryness and then analysed in 200 µL of toluene. Aqueous standards containing 9,10-dihydrophenanthrene and m-terphenyl prepared in 500 mL ultrapure water were used to determine PAH recovery. For the analysis of PAHs in the Haldimand oil sample, fractionation and purification procedure was followed as outlined in Section 4.1. Due to analytical difficulties, concentrations of PAHs were not analysed in the seep samples.

Concentrations of PAHs were determined from the total organics extracts described in Section 4 by GC-MS using a 30 m × 0.25 mm i.d. DB-5 capillary column (0.25 µm film thickness). Samples were injected in splitless mode with the injector at 280°C. The following GC oven temperature program was used: 70°C (2 min), 8°C/min to 200°C (10 min), 10°C/min to 310°C (5 min), with a column flow (He) of 1.1 mL/min. The MS was operated in selected ion monitoring mode (SIM) to target the principal ions formed by unsubstituted PAHs.

5.2 Results

The limits of quantification for PAHs in water samples ranged between ~0.05 to 0.1 parts per trillion (ppt), or ng/L. The percent recovery for PAHs was between 90-110%; however, similar to VOCs, the variation between some replicate sample analyses was relatively high, reflecting the very low levels of PAHs in water samples (replicate analyses are not shown in Table 3). Additional replicate extractions of a 5 ppb standard PAH solution in 500 mL ultrapure water yielded between 70-85% recoveries.

As shown in Table 3, the concentrations of PAHs in water samples were extremely low, with a maximum of only ~5 ng/L found for phenanthrene in sample PH-04. The highest concentration amongst the suite of PAHs examined here was a value of ~27 ng/L found for coronene in sample PPH-11-11. While PAH concentrations in the Haldimand oil sample were an order of magnitude higher (ppb range) compared to water samples, they were significantly lower compared to other types of petroleum (e.g., Athabasca oil sands bitumen, PAHs up to $\sim 3.0 \times 10^6$ ng/g; (Yang et al., 2011). The PAH fraction in the Haldimand oil sample contained relatively higher levels of alkylated PAHs (not quantified), compounds which are often associated with crude oil and petroleum deposits (Yang et al., 2011). Further discussion of PAHs is provided in Section 7.

Table 3. Concentrations in parts per trillion (ppt or ng/L) of PAHs in water samples, and in parts per billion (ppb and µg/L) for the Haldimand oil sample.

	SUR-11-03	PH-04	POH-11-03	POH-11-15	POH-11-05	POH11-09	POH-11-12	PH-01
naphthalene	1.06	1.08	0.18	0.32	0.29	0.06	0.53	0.93
acenaphthylene	0.23	nd	nd	0.14	0.12	nd	nd	0.05
acenaphthene	0.97	0.51	nd	nd	nd	nd	nd	nd
fluorene	0.98	nd	nd	0.62	0.35	0.42	0.56	0.22
phenanthrene	0.99	4.84	1.1	4.76	3.9	1.65	0.92	0.93
anthracene	0.19	1.25	nd	0.46	0.24	nd	nd	0.12
fluoranthene	0.52	1.28	0.21	3.54	0.99	0.81	0.34	0.24
pyrene	1.18	2.11	0.45	3.45	1.02	0.77	0.48	0.49
benzo[a]anthracene	0.3	2.17	nd	0.8	1.07	0.35	0.08	0.08
chrysene	0.25	1.06	nd	1.32	0.48	0.32	0.09	0.08

benzo[b]fluoranthene	0.23	2.63	nd	1.83	1.3	0.31	0.4	0.21
benzo[k]fluoranthene	0.25	nd	nd	0.42	0.09	0.73	0	nd
benzo[a]pyrene	0.2	0.27	nd	0.72	0.1	0.17	0.05	nd
indeno[1,2,3-cd]pyrene	0.19	nd	nd	0.75	0.29	0.27	nd	nd
dibenzo[a,h]anthracene	0.12	nd						
benzo[g,h,i]perylene	0.57	0.69	nd	1.52	0.58	0.26	nd	0.1
perylene	2.31	10.37	nd	9.41	nd	1.9	1.73	0.07
retene	0.49	5.78	0.44	0.88	1.21	0.23	0	nd
coronene	2.69	1.64	nd	1.23	1.86	nd	0.63	0.26
<i>Fluora / (Fluora+Py)</i>	<i>0.31</i>	<i>0.38</i>	<i>0.32</i>	<i>0.51</i>	<i>0.49</i>	<i>0.51</i>	<i>0.41</i>	<i>0.33</i>

	POH-11-13	SUR-11-02	SUR-11-06	PPH-11-01	POH-11-06	PPH-11-11	POH-11-04	SUR-11-01
naphthalene	1.1	2.66	4.25	0.8	0.59	1.03	0.52	0.27
acenaphthylene	0.13	nd	0.08	nd	nd	nd	nd	nd
acenaphthene	0.12	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
fluorene	0.28	nd	nd	nd	nd	3.45	nd	nd
phenanthrene	2.78	0.92	0.8	0.41	0.97	0.78	0.16	0.38
anthracene	nd	nd	nd	0.15	0.15	0.17	0.04	0.36
fluoranthene	1.03	0.23	0.15	0.17	0.43	0.24	0.12	0.16
pyrene	1.19	0.4	nd	0.21	0.5	nd	0.21	0.3
benzo[a]anthracene	1.41	0.05	0.1	nd	0.06	0.1	nd	nd
chrysene	0.46	0.08	0.13	nd	0.08	0.12	0.13	nd
benzo[b]fluoranthene	0.12	0.11	nd	nd	nd	0.14	nd	nd
benzo[k]fluoranthene	nd	0.14	nd	nd	nd	nd	nd	nd
benzo[a]pyrene	0.1	nd	nd	nd	0.07	0.08	nd	nd
indeno[1,2,3-cd]pyrene	nd	nd	nd	0.3	0.05	0.09	nd	nd
dibenzo[a,h]anthracene	nd	nd	nd	nd	0.06	0.06	nd	nd
benzo[g,h,i]perylene	0.41	0.72	nd	nd	0.12	nd	nd	nd
perylene	nd	0.27	nd	8.52	0.12	0.2	nd	nd
retene	nd	1.34	0.2	nd	0.26	0.73	0.26	0.32
coronene	5.13	nd	nd	26.96	0.6	nd	nd	nd
<i>Fluora / (Fluora+Py)</i>	<i>0.46</i>	<i>0.37</i>		<i>0.45</i>	<i>0.46</i>		<i>0.36</i>	<i>0.35</i>

	oil
naphthalene	10.5
acenaphthylene	2.2
acenaphthene	7.6
fluorene	15.7
phenanthrene	17.1
anthracene	2.7
fluoranthene	0.1
pyrene	0.9
benzo[a]anthracene	nd
chrysene	1.8
benzo[b]fluoranthene	nd
benzo[k]fluoranthene	nd
benzo[a]pyrene	nd
indeno[1,2,3-cd]pyrene	nd

dibenzo[a,h]anthracene	nd
benzo[g,h,i]perylene	nd
perylene	nd
retene	1.5
coronene	nd
<i>Fluora / (Fluora+Py)</i>	<i>0.10</i>

nd = not detected

6 Acid Extractable Organics (AEOs)

6.1 Methodology

The acid extractable organics (AEOs) in water, seep and oil samples were extracted following the method described by Ahad et al. (2012). Briefly, between ~0.5-15 L of water was filtered under vacuum using pre-combusted (450°C for 4 hours) glass fibre filters (~1 µm pore size diameter), acidified to pH 4.5, and extracted using loose Strata-X-A solid phase extraction sorbent (Phenomenex). The AEOs in the seep and Haldimand oil samples were extracted in a soxhlet apparatus using dichloromethane. The extract was then dissolved in 300 mL of cold hexane while stirring. Asphaltene, the hexane insoluble fraction, was filtered off to recover the maltene fraction. The extraction was repeated twice to remove most of the asphaltenes. The maltene fraction was then dissolved in 100 mL hexane and extracted with 4 × 100 mL 1N NaOH in water. The aqueous phase was further extracted with 2 × 100 mL hexane. The hexane fraction was discarded. The aqueous fraction containing AEOs was acidified to pH 2 and extracted with 10% methanol in dichloromethane (5 × 100 mL). The concentrations of AEOs in water, seep and oil samples were determined by weighing the fractions obtained after extraction.

To qualitatively characterize AEO fractions, samples (~ 10 mg) were derivatized to their t-butyldimethylsilyl esters at 60°C in a sealed vial for 2 hr using *N*-tert-Butyldimethylsilyl-*N*-methyltrifluoroacetamide (MTBSTFA). Five mL of ultrapure water was added to the derivatized solution which was subsequently extracted using dichloromethane (3 × 50 mL). All three extracts were combined and then evaporated to dryness under N₂. The t-butyldimethylsilyl esters of AEOs were analyzed by GC-MS using a 30 m × 0.25 mm i.d. DB-5 capillary column (0.25 µm film thickness). Samples were injected in splitless mode with the injector at 290°C. The following GC oven temperature program was used: 40°C (2 min), 30°C/min to 110°C, 10°C/min to 290°C (10 min), with a column flow (He) of 1.0 mL/min. The MS was operated in full scan mode.

6.2 Results

The concentrations of AEOs in water and seep samples and the weight % of AEOs in the Haldimand oil sample are shown on Table 4. Based on replicate analyses of water samples the coefficient of variance for AEO concentrations was generally < 12%. The concentrations of AEOs in water samples (not including seeps) were in general rather low, ranging from 0.1 to 2.1 mg/L., wt %) Higher levels of AEOs (4.5 and 7.6 mg/L) were found in the two seep samples (Table 4), whereas the Haldimand oil sample contained approximately 0.01% (by weight) AEOs. Full scan GC-MS chromatograms for the AEO fractions from several samples are shown in Figure 3. The AEO fractions from the Haldimand oil and two seep samples, in particular that from seep POT-2, were characterized by a high component of linear acids. Further discussion of AEOs is provided in the following section.

Table 4. Description and concentrations in mg/L (parts per million or ppm) of AEOs in water and seep samples, and in weight % of oil for the Haldimand oil sample.

Sample	AEOs (mg/L or wt %)	Description
PH-1	0.5	NAs not detected, low in phthalates , abundant linear acids C14-C18, mainly hydroxy cyclic (cholesterols)
PH-4	0.8	NAs not detected, linear acids C14-C18, phthalates the most abundant
POH-11-03	0.5	NAs not detected, low in phthalates and abundant linear acids C14-C18, mainly hydroxy cyclics (cholesterols)
POH-11-04	0.5	NAs not detected, low in phthalates and abundant linear acids C14-C18, mainly hydroxy cyclic (cholesterols)
POH-11-05	1.3	NAs not detected, linear acids, phthalates the most abundant
POH-11-05 (duplicate)	1.1	NAs not detected, linear acids, phthalates the most abundant
POH-11-13	0.9	NAs not detected, linear acids, phthalates the most abundant
POH-11-15	0.7	NAs not detected, high in phthalates and linear acids C14-C18, low in hydroxy cyclic (cholesterols)
POH-11-15 (duplicate)	0.9	NAs not detected, high in phthalates and linear acids C14-C18, low in hydroxy cyclic (cholesterols)
PPH-11-01	2.1	NAs not detected, low in phthalates and linear acids C14-C18, abundant hydroxy cyclic (cholesterols)
PPH-11-11	0.8	NAs not detected, low in phthalates and abundant linear acids C14-C18, mainly hydroxy cyclics (cholesterols)
Surf-11-01	1.0	NAs not detected, linear acids, phthalates the most abundant
Surf-11-01	1.0	NAs not detected, linear acids, phthalates the most abundant
Surf-11-02	1.2	NAs not detected, low in phthalates and linear acids, mainly hydroxy cyclics
Surf-11-03	2.5	NAs not detected, low in phthalates and abundant linear acids C14-C18, mainly hydroxy cyclics (cholesterols)
Surf-11-06	2.1	NAs not detected, low in phthalates and linear acids, mainly hydroxy cyclics (cholesterols)
Seep S1	3.2	NAs in trace detected. A similar distribution pattern to Haldimand oil, although with more cholesterol-type organics
POT2	2.8	Phthalates most abundant, C14 –C18 linear acids in lower proportion than Seep 2013 (A,B,C), trace levels of NAs
Haldimand Oil	0.01% (weight %)	Unresolved 'hump' typical of petroleum-derived AEOs. However, only low amounts of mono-, di- and tri-membered ring NAs were detected, indicating very little biodegradation in the source oil

7 Discussion

7.1 PAH Diagnostic Ratios

PAH diagnostic ratios (i.e., the relative abundance between certain PAH clusters) can be used as qualitative tools to characterize and identify sources. In general, higher ratios are interpreted to suggest a relatively greater component of pyrogenic (i.e., combustion) versus petrogenic (i.e., petroleum) inputs. However, particular care must be taken when the concentrations of PAHs are low and are known to originate from multiple sources (Yunker et al., 2002). Such is the case for the water samples analyzed in this study, where levels of PAHs were in the barely detectable parts per trillion range. Nonetheless, some insight may be provided by the application of diagnostic ratios to the current dataset.

Here we have used the ratio fluoranthene/(fluoranthene+pyrene), or Fl/(Fl+Py) to differentiate between pyrogenic and petrogenic PAHs. As shown on Table 3, in many samples the concentrations of these compounds were too low to provide a reliable value. For those water samples in which a value could be calculated, Fl/(Fl+Py) ratios ranged from a low of 0.31 in

stream sample SUR-11-03 to a high of 0.51 in observation well samples POH-11-15 and POH11-09. Ratios less than ~ 0.4 are considered to be indicative of a petrogenic source, ratios between 0.4 to 0.5 are thought to be derived from fossil fuel combustion, and ratios > 0.5 are thought to originate from grass, wood or coal combustion (Tobiszewski and Namieśnik, 2012). The lowest ratio of 0.10 found for the Haldimand sample is thus in agreement with this classification. While caution is needed in interpreting diagnostic ratios data due to the very low PAH concentrations, Fl/(Fl+Py) ratios point to a predominantly combustion origin for PAHs in surface water and groundwater, with a only a minor potential contribution from oil.

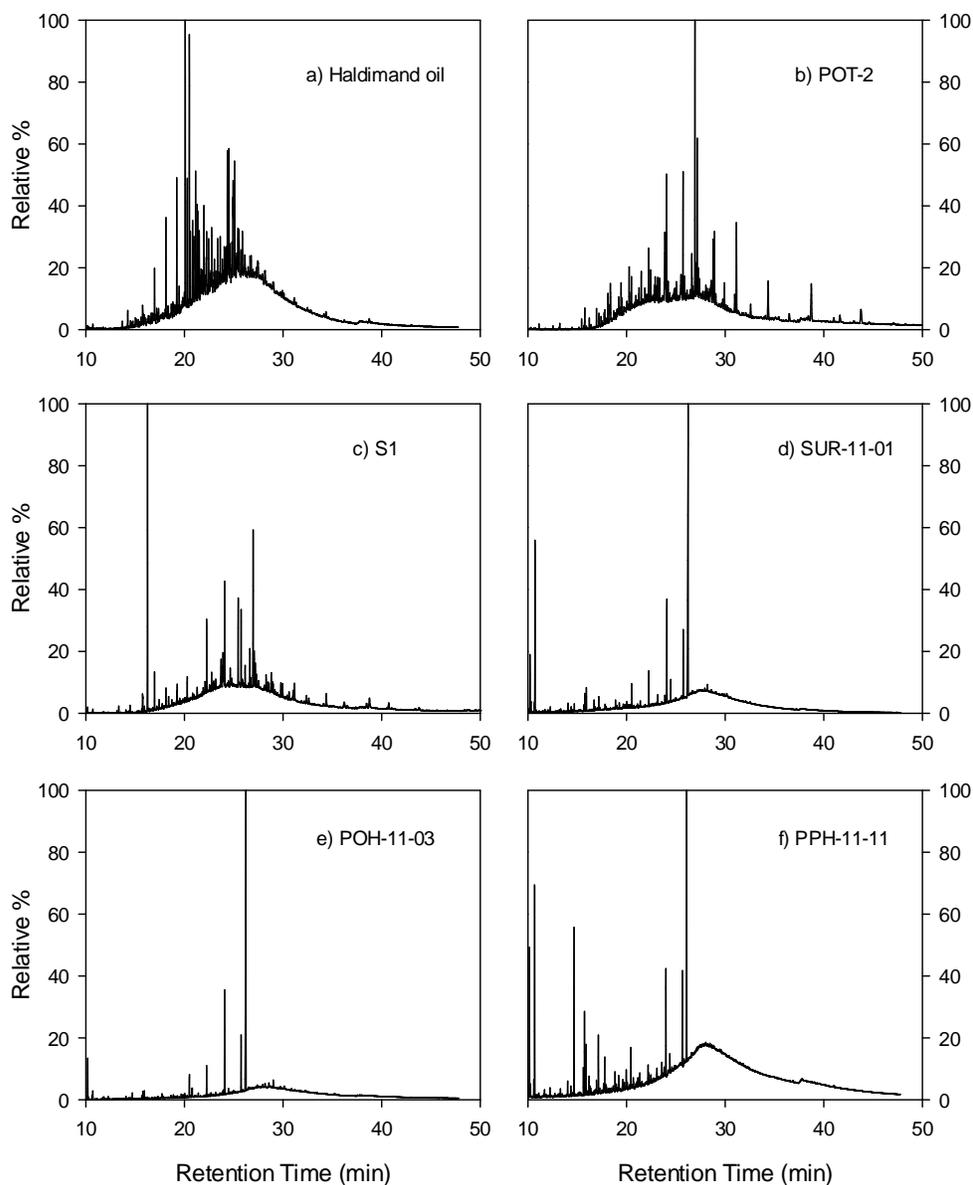


Figure 3. The full-scan GC-MS chromatograms for the AEO fraction from a) Haldimand oil, b) seep POT-2, c) seep S1, d) surface water SUR-11-01, e) observation well POH-11-03, and f) residential well PPH-11-11.

7.2 Distributions of *n*-alkanes

n-Alkanes derived from plant waxes (generally the dominant source in sediments) are dominated by long, odd-numbered alkanes within the C₂₄–C₃₅ range (Bray and Evans, 1961; Eglinton and Eglinton, 2008). Conversely, *n*-alkanes in thermally mature petrogenic sources (e.g., crude oil, high rank coal, thermally mature shale) generally show a dominance in the C₁₅–C₂₅ range (Amijaya et al., 2006; Esemé et al., 2006; Harb et al., 2003; Petersen et al., 2007). These variations in homologue distributions are often expressed using the carbon preference index (CPI), which is the ratio of the sums of odd- over even-numbered *n*-alkanes, usually calculated within the C₂₄–C₃₅ range (i.e., Ahad et al., 2011; Schefuß et al., 2003). Terrestrial plant waxes generally have high (>3) CPI values (Bi et al., 2005; Chikaraishi and Naraoka, 2003), whereas *n*-alkanes in fossil fuels have CPI values close to 1.0 (Esemé et al., 2006; Harb et al., 2003; Petersen et al., 2007).

As shown on Table 2, all the samples analyzed here, including oil, seep, surface and groundwater samples, had CPI values close to 1. Given the evidence for a predominantly combustion-derived origin for PAHs in these water samples (see Section 7.1), it is unlikely that *n*-alkanes could have originated from oil (although obviously in the case of the Haldimand and seep POT-2 samples the CPI values close to 1 reflect an oil source). Instead, it is likely that erosion from organic-rich sedimentary rocks (e.g., shale) was the main source for the low levels of *n*-alkanes found in the water samples examined in this study.

7.3 Characterization of AEOs

Reservoir biodegradation is considered the main process for the production of organic acids found in crude oil deposits (Barth et al., 2004; Tomczyk et al., 2001; Watson et al., 2002). The unresolved ‘hump’ shown on Figure 3 for the Haldimand oil and seep S1 samples was a combination of various organics such as cholesterol types which are abundant in surface water as well as in petroleum derivatives. Only traces of mono-, di- and tri-membered ring naphthenic acids were detected, indicating very little biodegradation in the source oil.

The unresolved ‘hump’ observed in the AEO fractions of the water samples (representative samples SUR-11-01, POH-11-3 and PPH-11-11 are shown in Figure 3) was similar to that found in the oil and seep sample, although a larger component of high molecular weight AEO were found in the water compared to oil and seep samples. No naphthenic or hopanoic acids were found in any of the water samples, confirming the insignificant contribution of petroleum-derived organics to groundwater and surface water in this region. The dominant source for AEOs in water samples (and to a large extent also in seep samples) is thus considered to be plant and soil organic matter.

8 Conclusions

The organic constituents (BTEX, other VOCs, PAHs and AEOs) in surface water, groundwater, petroleum seeps and a crude oil sample from the Haldimand region in the Gaspé peninsula in Eastern Quebec were characterized and quantified. With the exception of the two naturally occurring seep samples, the water samples (both surface and groundwater) contained very low levels of organic constituents that were considerably less than the Canadian Council of Ministers for the Environment water quality guidelines (1999). This study thus demonstrates that organic contaminants from naturally occurring petroleum do not significantly impact the water

quality in this section of the Gaspé peninsula. This information should be considered in any risk assessment prior to commercial hydrocarbon production.

9 References

Ahad, J.M.E., Ganeshram, R.S., Bryant, C.L., Cisneros-Dozal, L.M., Ascough, P.L., Fallick, A.E., Slater, G.F., 2011. Sources of n-alkanes in an urbanized estuary: Insights from molecular distributions and compound-specific stable and radiocarbon isotopes. *Mar. Chem.* 126, 239-249.

Ahad, J.M.E., Pakdel, H., Savard, M.M., Calderhead, A.I., Gammon, P.R., Rivera, A., Headley, J.V., Peru, K.M., 2013. Characterization and Quantification of Mining-Related “Naphthenic Acids” in Groundwater near a Major Oil Sands Tailings Pond. *Environmental Science & Technology* 47, 5023–5030.

Ahad, J.M.E., Pakdel, H., Savard, M.M., Simard, M.-C., Smirnoff, A., 2012. Extraction, separation and intramolecular carbon isotope characterization of Athabasca oil sands acids in environmental samples. *Anal. Chem.* 84, 10419–10425.

Allen, E.W., 2008. Process water treatment in Canada's oil sands industry: II. A review of emerging technologies. *Journal of Environmental Engineering and Science* 7, 499-524.

Amijaya, H., Schwarzbauer, J., Littke, R., 2006. Organic geochemistry of the Lower Suban coal seam, South Sumatra Basin, Indonesia: Palaeoecological and thermal metamorphism implications. *Org. Geochem.* 37, 261-279.

Barth, T., Høiland, S., Fotland, P., Askvik, K.M., Pedersen, B.S., Borgund, A.E., 2004. Acidic compounds in biodegraded petroleum. *Org. Geochem.* 35, 1513-1525.

Bi, X.H., Sheng, G.Y., Liu, X.H., Li, C., Fu, J.M., 2005. Molecular and carbon and hydrogen isotopic composition of n-alkanes in plant leaf waxes. *Org. Geochem.* 36, 1405-1417.

Bray, E.E., Evans, E.D., 1961. Distribution of *n*-paraffins as a clue to recognition of source beds. *Geochim. Cosmochim. Acta* 22, 2-15.

Carsted, D.J., Chipperfield, J.L., 2010. Technical Review of Certain P&NG Holdings of Pétrolia Inc. in Québec and New Brunswick (As of September 30, 2010). Sproule Associates Ltd., Calgary, AB, p. 58.

CCME, 1999. Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life.

Chikaraishi, Y., Naraoka, H., 2003. Compound-specific delta D-delta C-13 analyses of n-alkanes extracted from terrestrial and aquatic plants. *Phytochemistry* 63, 361-371.

Eglinton, T.I., Eglinton, G., 2008. Molecular proxies for paleoclimatology. *Earth. Planet. Sci. Lett.* 275, 1-16.

Eseme, E., Littke, R., Agyingi, C.M., 2006. Geochemical characterization of a cretaceous black shale from the Mamfe Basin, Cameroon. *Petrol. Geosci.* 12, 69-74.

Gregory, K.B., Vidic, R.D., Dzombak, D.A., 2011. Water management challenges associated with the production of shale gas by hydraulic fracturing. *Elements* 7, 181-186.

Grundman, G., Behar, F., Malo, M., Baudin, F., Lorant, F., 2012. Evaluation of hydrocarbon potential of the Paleozoic (Cambrian-Devonian) source rocks of the Gaspé Peninsula, Québec, Canada: Geochemical characterization, expulsion efficiency, and erosion scenario. *AAPG Bulletin* 96, 729-751.

Harb, F.S.D., El Nady, M.M., Basta, J.S., 2003. Oil : Oil correlation for some oil fields in the north western part of the Western Desert, Egypt. *Pet. Sci. Technol.* 21, 1583-1600.

Lister, A., Nero, V., Farwell, A., Dixon, D.G., Van der Kraak, G., 2008. Reproductive and stress hormone levels in goldfish (*Carassius auratus*) exposed to oil sands process-affected water. *Aquat. Toxicol.* 87, 170-177.

Oiffer, A.A.L., Barker, J.F., Gervais, F.M., Mayer, K.U., Ptacek, C.J., Rudolph, D.L., 2009. A detailed field-based evaluation of naphthenic acid mobility in groundwater. *J. Contam. Hydrol.* 108, 89-106.

Petersen, H.I., Nytoft, H.P., Ratanasthien, B., Foopatthanakamol, A., 2007. Oils from Cenozoic rift-basins in central and northern Thailand: Source and thermal maturity. *J. Pet. Geol.* 30, 59-77.

Preston, T.M., Tangen, B.A., Chesley-Preston, T.L., Gleason, R.A., Haines, S.S., Post van der Burg, M., Smith, B.D., Sojda, R.S., Thamke, J.N., 2011. Risk of Contamination of Aquatic Resources from Energy Development in the Williston Basin Based on a Spatial, Chemical, and Geophysical Assessment, GSA Annual Meeting, Minneapolis, MN.

Richardson, S.D., 2010. Environmental Mass Spectrometry: Emerging Contaminants and Current Issues. *Anal. Chem.* 82, 4742-4774.

Schefuß, E., Ratmeyer, V., Stuut, J.-B.W., Jansen, J.H.F., Sinninghe Damsté, J.S., 2003. Carbon isotope analyses of n-alkanes in dust from the lower atmosphere over the central eastern Atlantic. *Geochim. Cosmochim. Acta* 67, 1757-1767.

Tobiszewski, M., Namieśnik, J., 2012. PAH diagnostic ratios for the identification of pollution emission sources. *Environ. Pollut.* 162, 110-119.

Tomczyk, N.A., Winans, R.E., Shinn, J.H., Robinson, R.C., 2001. On the nature and origin of acidic species in petroleum. 1. Detailed acid type distribution in a California crude oil. *Energy and Fuels* 15, 1498-1504.

Warner, N.R., Jackson, R.B., Darrah, T.H., Osborn, S.G., Down, A., Zhao, K., White, A., Vengosh, A., 2012. Geochemical evidence for possible natural migration of Marcellus Formation brine to shallow aquifers in Pennsylvania. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 109, 11961-11966.

Watson, J.S., Jones, D.M., Swannell, R.P.J., Van Duin, A.C.T., 2002. Formation of carboxylic acids during aerobic biodegradation of crude oil and evidence of microbial oxidation of hopanes. *Org. Geochem.* 33, 1153-1169.

Wiseman, H., 2009. Untested Waters: The Rise of Hydraulic Fracturing in Oil and Gas Production and the Need to Revisit Regulation. *Fordham Environmental Law Review* 20, 115.

Yang, C., Wang, Z., Yang, Z., Hollebone, B., Brown, C.E., Landriault, M., Fieldhouse, B., 2011. Chemical Fingerprints of Alberta Oil Sands and Related Petroleum Products. *Environ. Forensics* 12, 173-188.

Yunker, M.B., Macdonald, R.W., Vingarzan, R., Mitchell, R.H., Goyette, D., Sylvestre, S., 2002. PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition. *Org. Geochem.* 33, 489-515.

Extraction and analysis of acid extractable organics (AEOs) containing “naphthenic acids” (NAs) in samples from the Gaspé region of Québec

Jason M. E. Ahad, Geological Survey of Canada, Natural Resources Canada, Québec
Hooshang Pakdel, INRS – Eau Terre Environnement, Québec

Summary:

Water samples collected from the Gaspé region of Québec in autumn 2012 and autumn 2013 were shipped to the Delta-lab (GSC-Québec) for analysis of acid extractable organics (AEOs) containing “naphthenic acids”.

All samples were filtered and treated with sorbent at pH 4.5- 4.8. Absorbed organic acids were then eluted from the sorbent, recovered and derivatised. AEOs were characterized by gas chromatography mass spectrometry (GC-MS) using an Agilent GC 7890A and MSD 5975C following silylation to trimethylsilyl or tertbutyl dimethylsilyl derivatives.

Sample names and results are summarized in Table 1. Most samples looked fairly similar. Naphthenic acids as described by the “classical” NA formula (i.e., $C_nH_{2n+Z}O_2$, where n indicates the carbon number and Z is zero or a negative, even integer that specifies the hydrogen deficiency resulting from ring formation) were only detected in the Haldimand oil, naturally-occurring oil seeps, and a few water samples. All samples contained mainly hydroxylated cyclic compounds such as cholesterols, linear fatty acids (mainly C14-C18) and phthalates (i.e., a common plasticizer) with different proportions. As the phthalates do not originate from contamination due to laboratory protocol, it is assumed that they originate from the field, and are perhaps associated with tubing and other equipment used to collect water samples. Hydroxylated cyclics mainly contribute to the composition of the unresolved hump in total ion chromatograms of all samples, as detected by *tert*-butyldimethyl silyl or three methyl silyl derivatives. Representative chromatograms for the three main types of water samples as well as chromatograms for the oil and seep samples are shown below (Figure 1).

General trends (see Table 1 and Figure 1 below):

POH-11-05 type samples contain mainly phthalates with low hydroxylated cyclics (i.e., cholesterol-type organics) and linear acids.

Surfh-11-06 type samples contain moderate amount of phthalates and low amounts of linear acids. Hydroxylated cyclics are the most abundant organics.

PPH-11-01 types are abundant in hydroxylated cyclics and very low in phthalates and linear acids.

The Haldimand oil sample and seep sample S1 contained an unresolved ‘hump’ typical of petroleum-derived AEOs. However, only low amounts of mono-, di- and tri-membered ring NAs were detected, indicating very little biodegradation in the source oil. The distribution of AEOs in Seep S1 was similar to the oil, although S1 contained more cholesterol-type organics which are abundant in surface waters. Seep samples POT2 and Seep 2013 (triplicates A, B and C) contained very low to trace levels of NAs, were dominated by C14, C16 and C18 linear acids, and contained high amounts of phthalates.

Table 1. Concentrations and characterisations of acid extractable organics (AEOs) in samples from the Gaspé region of Québec. Naphthenic acids (NAs) here are defined as those corresponding to the “classical” NA formula (i.e., $C_nH_{2n+2}O_2$).

Samples received in 2012

Sample	AEOs mg/L	Note
PH-1	0.5	NAs not detected, low in phthalates , abundant linear acids C14-C18, mainly hydroxy cyclic (cholesterols)
PH-4	0.8	NAs not detected, linear acids C14-C18, phthalates the most abundant
POH-11-03	0.5	NAs not detected, low in phthalates and abundant linear acids C14-C18, mainly hydroxy cyclics (cholesterols)
POH-11-04	0.5	NAs not detected, low in phthalates and abundant linear acids C14-C18, mainly hydroxy cyclic (cholesterols)
POH-11-05	1.3	NAs not detected, linear acids, phthalates the most abundant
POH-11-05 (duplicate)	1.1	NAs not detected, linear acids, phthalates the most abundant
POH-11-13	0.9	NAs not detected, linear acids, phthalates the most abundant
POH-11-15	0.7	NAs not detected, high in phthalates and linear acids C14-C18, low in hydroxy cyclic (cholesterols)
POH-11-15 (duplicate)	0.9	NAs not detected, high in phthalates and linear acids C14-C18, low in hydroxy cyclic (cholesterols)
PPH-11-01	2.1	NAs not detected, low in phthalates and linear acids C14-C18, abundant hydroxy cyclic (cholesterols)
PPH-11-11	0.8	NAs not detected, low in phthalates and abundant linear acids C14-C18, mainly hydroxy cyclics (cholesterols)
Surf-11-01	1.0	NAs not detected, linear acids, phthalates the most abundant
Surf-11-01	1.0	NAs not detected, linear acids, phthalates the most abundant
Surf-11-02	1.2	NAs not detected, low in phthalates and linear acids, mainly hydroxy cyclics
Surf-11-03	2.5	NAs not detected, low in phthalates and abundant linear acids C14-C18, mainly hydroxy cyclics (cholesterols)
Surf-11-06	2.1	NAs not detected, low in phthalates and linear acids, mainly hydroxy cyclics (cholesterols)

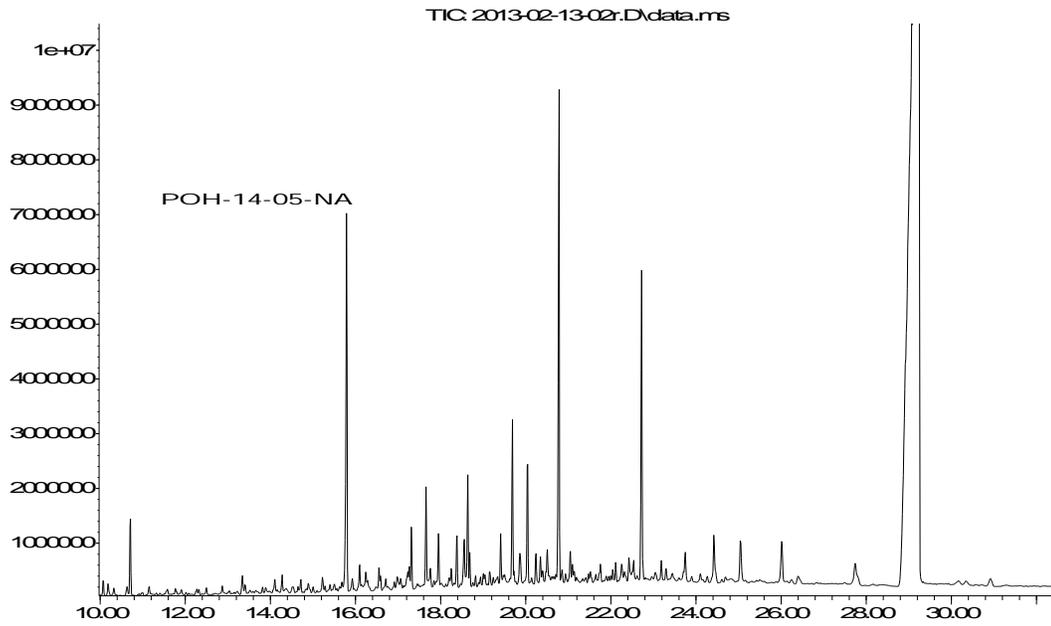
Samples received in 2013

Sample	AEOs mg/L	Note
PH-2	0.8	NAs in trace. No phthalates. High relative amount of oxygenated linear compounds, C16 and C18 linear acids
POH-11-02	0.2	NAs not detected, Low in phthalates, High C16 and C18 linear acids (low in C14), low in cyclic oxygenated compounds
POH-11-10	1.5	NAs in trace detected, mainly phthalates, C14-C18 linear acids, very low in linear oxygenated compounds, adamantine alcohol detected
POH-11-10 (replicate)	1.0	NAs in trace. Mainly phthalates, C14-C18 linear acids, very low in linear oxygenated compounds, adamantine alcohol detected
POH-11-11	0.4	Mainly NAs, fractionated into three fractions, NA type 1, 2 and 3
POH-11-14	0.6	Mainly NAs
SJ-PE2	0.7	NAs not detected, mainly phthalates, C18 methyl ester.

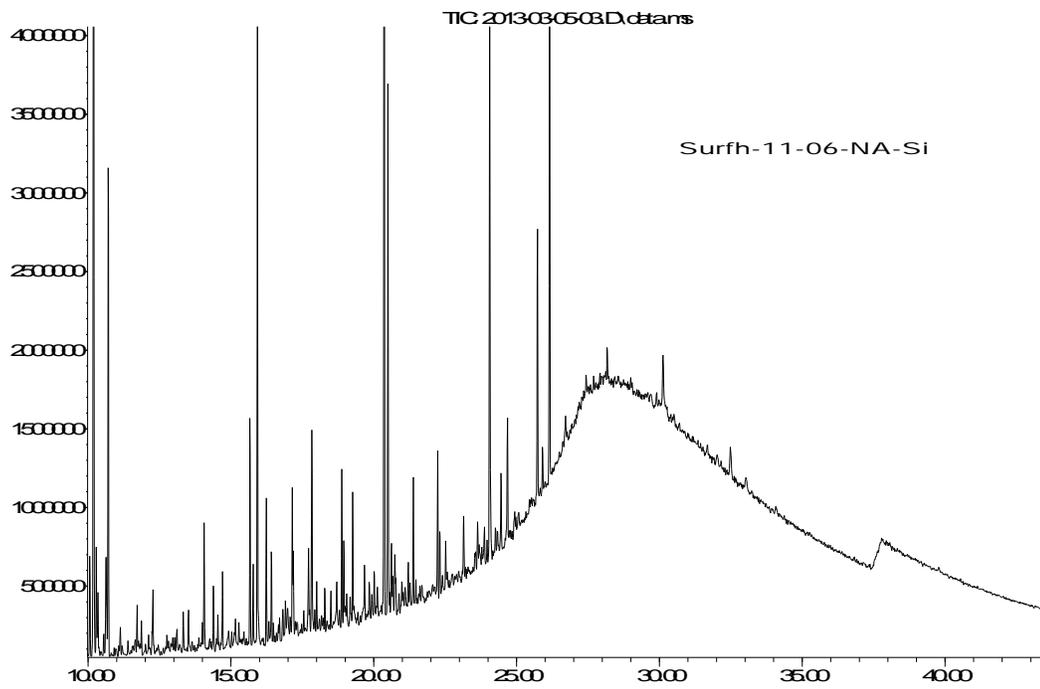
Oil and Seep samples

Sample	AEOs mg/L	Note
Haldimand Oil	0.01% (weight %)	Unresolved 'hump' typical of petroleum-derived AEOs. However, only low amounts of mono-, di- and tri-membered ring NAs were detected, indicating very little biodegradation in the source oil
Seep S1	3.2	NAs in trace detected. A similar distribution pattern to Haldimand oil, although with more cholesterol-type organics
POT2	2.8	Phthalates most abundant, C14 –C18 linear acids in lower proportion than Seep 2013 (A,B,C), trace levels of NAs
Seep 2013-A	17.6	Phthalates most abundant, abundant C14, C16 and C18 linear acids, cyclic hydroxylated organics
Seep 2013-B	9.7	Similar to A
Seep 2013-C	15.4	Similar to A

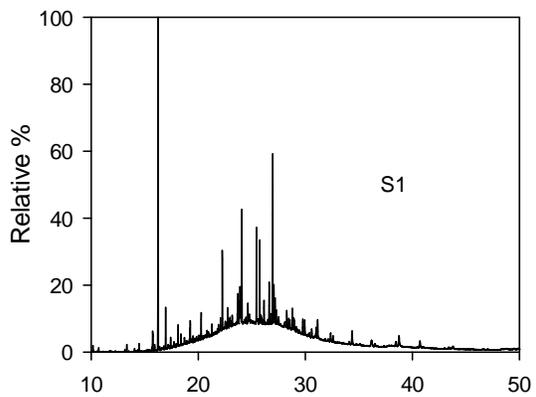
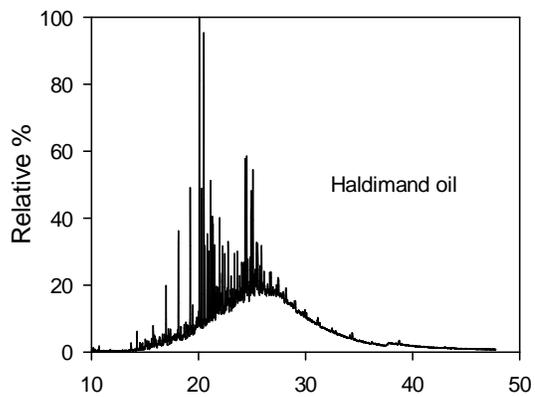
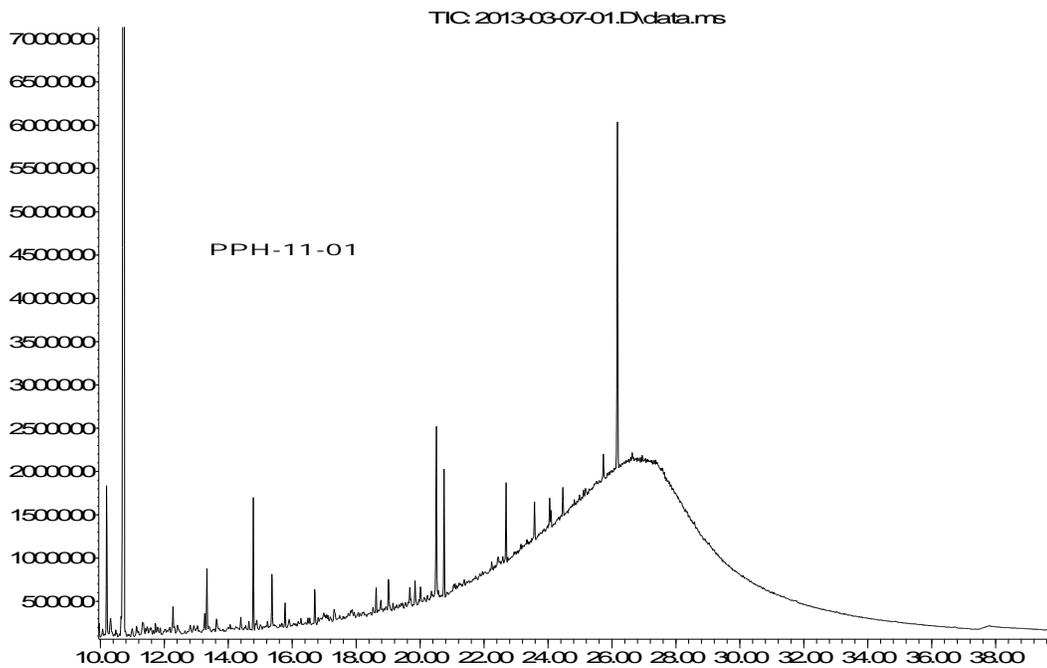
Abundance



Abundance



Abundance



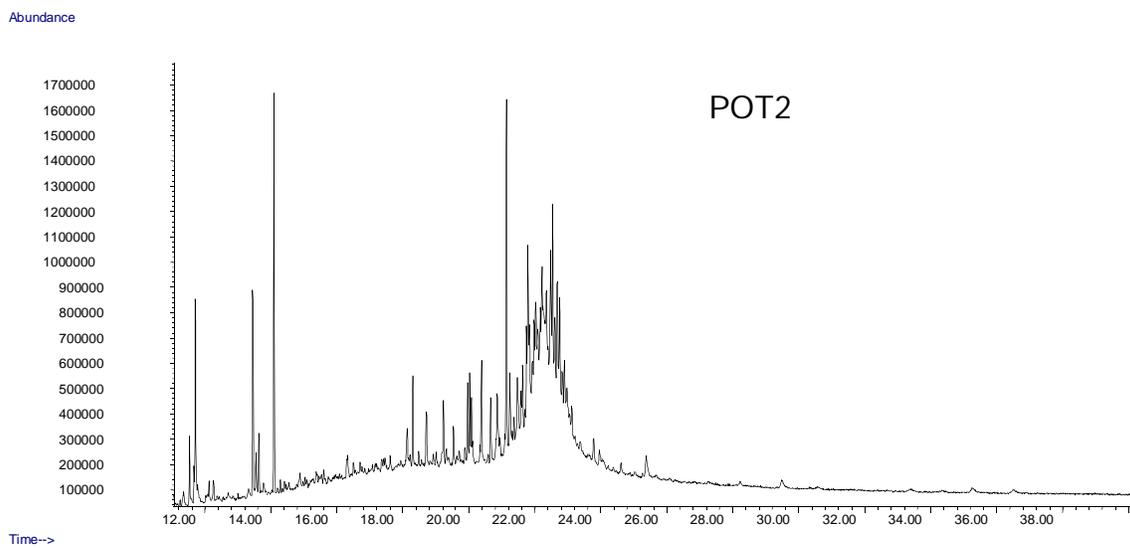
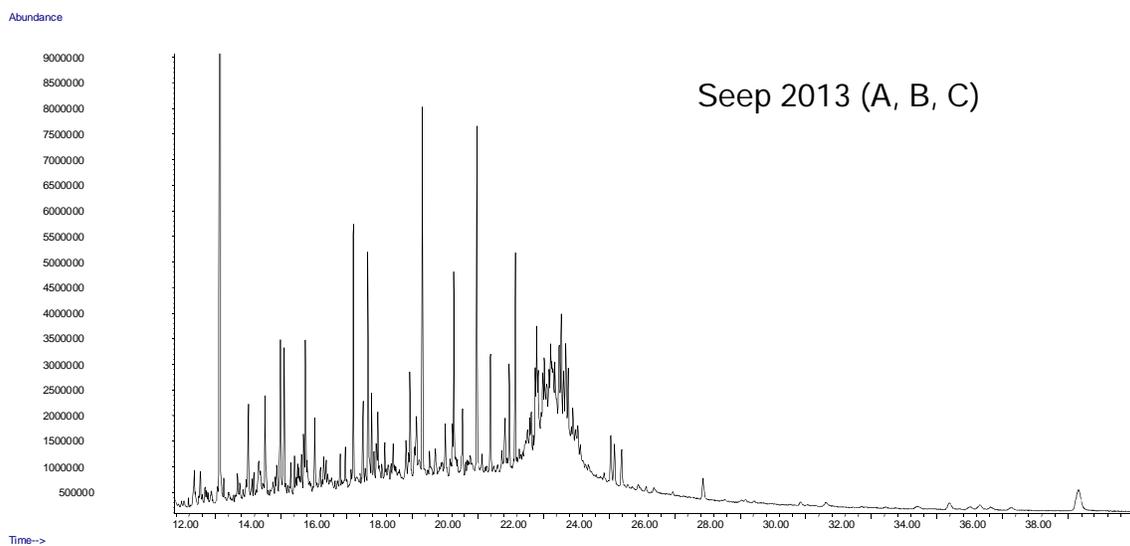


Figure 1. Full-scan GC-MS chromatograms for the AEO fraction containing NAs for a few representative samples.

TOXICITÉ/DANGÉROSITÉ DE 15 ADDITIFS DE FORAGE**(PUITS PETROLIA-HALDIMAND NO. 4)**

Cette évaluation concerne une série de 15 additifs de forage qui apparaissent dans mon rapport du 20 décembre 2012 (Évaluation de fiches signalétiques concernant des additifs de forage**). Ce rapport présente une évaluation de la dangerosité de 30 additifs de forage utilisés dans l'industrie. Rappelons que cette évaluation était basée essentiellement sur une analyse des fiches signalétiques et les informations apparaissent au répertoire toxicologique de la CSST.

Les 15 additifs dont il est question ici sont ceux qui correspondent au forage Petrolia-Haldimand No. 4 et sont classés en fonction, entre autres, de la section de forage (profondeur) à laquelle ils sont destinés et à leur probabilité d'utilisation. Le présent rapport présente une évaluation de la toxicité/dangerosité (colonne I du Tableau 1 ci-joint) des produits dans le fluide initial (toxicité intrinsèque) qui tient compte de la proportion de chacun d'eux dans les fluides de forage et des propriétés ou utilisations connues de certains de ces produits.

1. Section 1 : profondeur de 0 à 210 mètres (3 additifs)

Le fluide de forage contient les produits suivants dans une solution aqueuse (94,2% - H₂O)

- Bentonite (5,7%) : Bentonite (argile), Gypse, Silice cristalline
- Caustic (0,02%) : Hydroxyde de sodium (NaOH)
- Bicarbonate de sodium (NaHCO₃) 0,09%

Ces produits peuvent être considérés comme très peu toxiques. À l'exception de la silice dont le potentiel cancérigène est reconnu par plusieurs organismes réglementaires. Notons toutefois que la toxicité de la silice est essentiellement associée à la voie respiratoire et que la proportion maximale dans le fluide est de l'ordre de 0,28%.

2. Section 2 : profondeur de 210 à 646 mètres (6 additifs)

Le fluide de forage contient les produits suivants dans une solution aqueuse (89,8% - H₂O)

- Barite (3,49%) : Sulfate de baryum (BaSO₄), Silice cristalline, Mica.
- Benonite (5,94%) : Bentonite (argile), Gypse, Silice cristalline

- Caustic (0,03%) : Hydroxide de sodium (NaOH)
- Duovis (0,22%) : Gomme de xanthane, Glyoxal
- PolyPac (0,3%) : Carboxyméthylcellulose
- Bicarbonate de sodium (NaHCO_3) 0,2%

Le sulfate de baryum est un produit insoluble dans l'eau qui est connu pour son utilisation en tant qu'agent de contraste en radiologie (imagerie médicale).

La gomme de xanthane est un polyside utilisé comme agent de texture notamment en alimentation et le glyoxal dont la proportion maximale dans le fluide est de l'ordre de 0,003% est légèrement toxique (irritation, sensibilisant cutané) et est utilisé dans certains produits cosmétiques.

La carboxyméthylcellulose est un agent épaississant qui est utilisé en alimentation.

3. Section 3: profondeur de 646 à 1087 mètres (8 additifs)

Le fluide de forage contient les produits suivants dans un mélange de Puredrill HT-40 (81,11%) et d'eau (9.01%)

Le Puredrill HT-40 est un distillat de pétrole (C11 – C25) qui est en fait de l'huile minérale dont la toxicité est faible.

- Barite (1,83%) : Sulfate de Baryum, Silice cristalline, Mica
- Chlorure de calcium (1,52%) : CaCl_2
- Ecotrol (0,15%) : copolymère styrène-acrylate, Silice amorphe
- EMI 157 (0,19%) : Acides oléiques et linoléiques:
- HPR (0,067%) : Polyamide, Éther de triéthylène glycol et de monobutyle (DEGBE), Carbonate de propylène
- Lime (2,1%) : Hydroxyde de calcium
- Novamul HF (1,98%) : Polyamide, Diéthylène glycol, Éther de triéthylène glycol et de monobutyle
- Truvis (1,98%) : Bentonite (Alkyl ammonium quaternaire), Silice cristalline.

L'Ecotrol contient un co-polymère (thermoplastique) qui est utilisé sans les cosmétiques considéré comme peu toxique.

L'EMI 157 contient essentiellement des acide gras dont principalement l'acide oléique qui est un acide gras monoinsaturé retrouvé dans les huiles végétales et graisse animales et l'acide linoléique qui est un acide gras polyinsaturé oméga-6 qui est un acide gras essentiel provenant de l'alimentation.

Le Novamul HF est constitué essentiellement de polyamide insoluble dans l'eau qui un polymère synthétique de très faible toxicité. Les protéines et les peptides sont des polyamides naturels.

Le diéthylène glycol est un polymère simple soluble dans l'eau qui est considéré comme peu toxique en exposition aiguë ou chronique.

Le DEGBE est un produit peu toxique (voie orale ou cutanée) utilisé comme solvants dans de nombreuses applications comme dans les cosmétiques et les teintures capillaires.

** Tardif R. Évaluation de fiches signalétiques concernant des additifs de forage (Évaluation des dangers), Rapport soumis à Petroliia, Décembre 2012, 29 pages.

Propriété des fluides de forage du puits (tableau 1)
Pétrolia, Haldimand No 4

Section du forage	Profondeur	Composition	Concentration (fluide /eau)	Quantité	Fonction	Utilisation	Proportion (mélange en %)	Toxicité Dangersité	Commentaires
Coffrage de surface	0 à 210 mètres	Eau		78000 litres	Base du fluide	Obligatoire	93,825	n/a	
Fluide à base d'eau		Bentonite	Insoluble	4720 kg	Densité	Obligatoire	6,051	Négligeable ⁽¹⁾	Bentonite = Argile (utilisée en alimentation/agent clarifiant)
Volume de 211 mètres cubes		Caustic	280 mg/L	22 kg	pH	Nécessaire	0,028	Négligeable	Hydroxide de sodium
		Sodium bicarbonate	960 mg/L	75 kg	Dureté	Si nécessaire	0,096	Négligeable	Sodium : ≤200 mg/L (organoleptique); PH 6,5-8,5 (corrosion/entartrage)
							100		
Coffrage intermédiaire	210 à 646 mètres	Eau		229000 litres	Base du fluide	Obligatoire	89,827	n/a	
Fluide à base d'eau		Barite	Peu hydrosoluble	8000 kg	Densité +	Nécessaire	3,493	Faible	Baryum CMA = 1 mg/L /BaSO4 agent opacifiant en radiologie du tube digestif
Volume de 229 mètres cubes		Bentonite	Insoluble	13600 kg	Densité	Obligatoire	5,938	Négligeable	Argile
		Caustic	300 mg/L	68,04 kg	pH	Nécessaire	0,029	Négligeable	Sodium : 200 mg/L (organoleptique); PH 6,5-8,5 (corrosion/entartrage)
		Duovis	2,18 g/L	500 kg	Contrôle viscosité	Nécessaire	0,218	Négligeable	Gomme de xanthane: agent de texture alimentation; Glyoxal: < 1%
		Poly Pac	3,0 g/L	680 kg	Contrôle perte fluide	Si nécessaire	0,297	Négligeable	Carboxymethylcellulose (agent épaissant en alimentation)
		Sodium bicarbonate	2 g/L	453,6 kg	Dureté	Si nécessaire	0,198	Négligeable	
							100		
Trou de 8 1/2 pouces	646 à 1087 mètres (TVD)	Puredrill HT-40 (90%)	Insoluble	295200 litres	Base du fluide	Obligatoire	81,115	Moyenne	Distillat de pétrole
Fluide à base d'hule		Eau (10%)		32800 litres	Base du fluide	Obligatoire	9,013	n/a	
Volume de 328 mètres cubes		Barite	Peu hydrosoluble	6000 kg	Densité +	Nécessaire	1,829	Négligeable	Baryum CMA = 1 mg/L /BaSO4 agent opacifiant en radiologie du tube digestif
		Calcium Chloride	152g /L eau	5000 kg	Contrôle salinité	Obligatoire	1,524	Négligeable	pas de norme
		Ecotrol	Insoluble	500 kg	Émulsifiant	Nécessaire	0,152	Faible	Polymère insoluble/silice
		EMI 157	Insoluble	625 kg	Émulsifiant	Si nécessaire	0,191	Négligeable	Acides oléiques/linoléiques
		HPR	4,3 g/L eau	218 kg	Viscosité puits "H"	Si névessaire	0,067	Faible	TEGBE et Carbonate de propylène hydrosolubles
		Lime	209,6 g/L eau	6875 kg	pH et floculation	Obligatoire	2,096	Négligeable	Hydroxyde de Calcium
		Novamul	8,06 g/L eau	6662 kg	Émulsifiant	Obligatoire	2,031	Faible	Polyamides insolubles/diéthylène glycol (30%)et TEGBE (10%) hydrosolubles
		Truvis	Insoluble	6500 kg	Viscosité	Obligatoire	1,982	Négligeable	Bentonite/silice
							100		