



VILLE DE PORTNEUF

Programme pour une protection accrue des sources d'eau potable

La Direction de l'eau potable et des eaux souterraines / Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques dans le cadre du Programme pour une protection accrue des sources d'eau potable (PPASEP) nous demandent de publier sur notre internet le rapport d'analyse de vulnérabilité de nos puits pour le prélèvement d'eau souterraine.

En juin 2018, le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques a dévoilé la Stratégie québécoise de l'eau 2018-2030 et le plan d'action 2018-2023 qui l'accompagne. Ce plan d'action prévoyait notamment le lancement du Programme pour une protection accrue des sources d'eau potable (PPASEP).

Le PPASEP découle de l'engagement du gouvernement du Québec d'offrir un soutien financier aux municipalités afin de les aider à se conformer aux obligations fixées par le Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (RPEP). En effet, le RPEP impose aux municipalités responsables d'un site de prélèvement d'eau alimentant plus de 500 personnes l'obligation de transmettre au ministère un rapport présentant les résultats de l'analyse de la vulnérabilité des sources d'eau potable dont elles sont responsables.

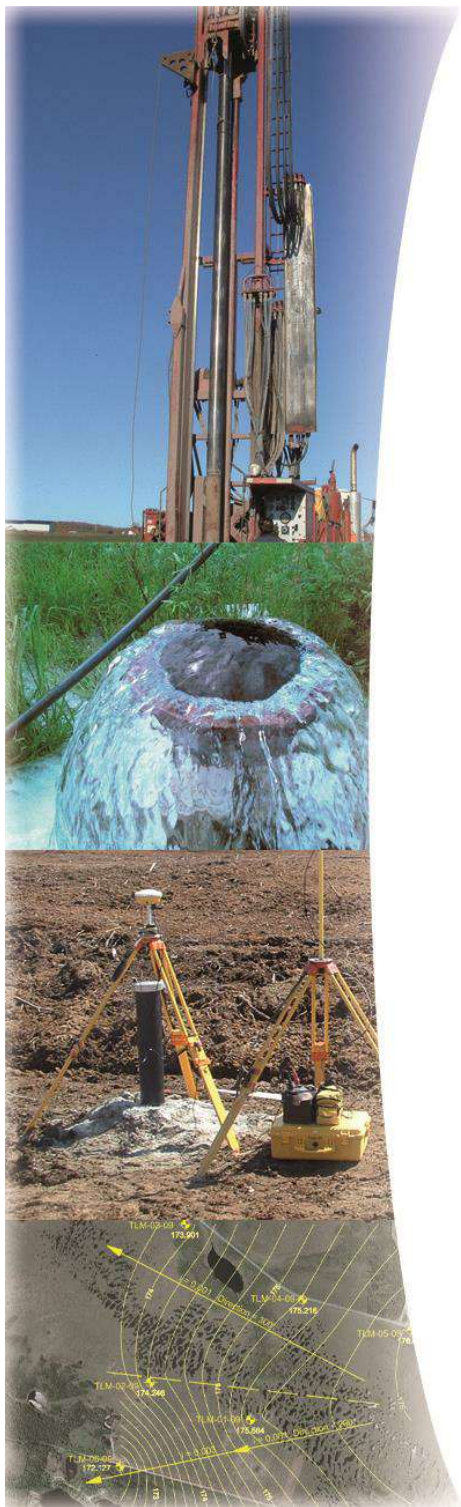
C'est ainsi que la Municipalité de Portneuf vous présente l'analyse de vulnérabilité des puits Les Sources, Provencher, Thibodeau et des trois (3) puits Saint-Louis. Au total six (6) puits furent analysés par la firme Envir'eau Puits inc spécialiste en hydrogéologie Inc.

[Rapport d'analyse de la vulnérabilité pour six points de prélèvements d'eau souterraine \(art.68, RPEP\)](#)

Bonne lecture

Le service des Infrastructures

Denis Dion, directeur des infrastructures
Téléphone : 418 808-8084



Rapport d'analyse de la vulnérabilité pour six points de prélèvement d'eau souterraine (art 68, RPEP)



Ville de Portneuf

Portneuf
MRC de Portneuf

Table des matières

1	Caractérisation sommaire du secteur d'alimentation des sites de prélèvement d'eau....	1
2	Caractérisation des sites de prélèvement d'eau.....	6
2.1	Description des sites de prélèvement.....	6
2.1.1	Description du site Thibodeau (X2177979-1).....	6
2.1.2	Description du site Provencher (X2177980-1)	7
2.1.3	Description du site Saint-Louis PE-1 (X0009253-2)	10
2.1.4	Description du site Saint-Louis PE-2 (X0009253-1)	10
2.1.5	Description du site Saint-Louis SL-3 (X0009253-3)	13
2.1.6	Description du site de prélèvement Les Sources (X0008318-2).....	15
2.2	Description des installations de production d'eau potable.....	18
2.3	Plan de localisation des aires de protection des sites de prélèvement	23
2.3.1	Site Thibodeau (X2177979-1).....	23
2.3.2	Site Provencher (X2177980-1)	26
2.3.3	Site Saint-Louis PE-1 (X0009253-2)	28
2.3.4	Site Saint-Louis PE-2 (X0009253-1)	30
2.3.5	Site Saint-Louis SL-3 (X0009253-3)	32
2.3.6	Site Les Sources (X0008318-2).....	34
2.4	Modélisation de l'aire d'alimentation des 5 puits tubulaires	36
2.4.1	Conception du modèle numérique	38
2.4.2	Conditions limites	39
2.4.3	Propriétés hydrogéologiques	41
2.4.4	Recharge	45
2.4.5	Calibration du modèle numérique.....	46
2.4.6	Analyse de la sensibilité.....	48
2.4.7	Aires de protection	50
2.5	Niveaux de vulnérabilité des aires de protection des 5 puits tubulaires.....	51
2.6	Modélisation de l'aire d'alimentation du captage Les Sources	59
2.6.1	Conception du modèle numérique	61
2.6.2	Conditions limites	62
2.6.3	Propriétés hydrogéologiques	64
2.6.4	Recharge	68
2.6.5	Calibration du modèle numérique.....	69
2.6.6	Analyse de la sensibilité.....	71
2.6.7	Aire de protection	73
2.7	Niveaux de vulnérabilité des aires de protection du captage Les Sources.....	74
3	Résultats de l'inventaire des activités anthropiques et de l'évaluation des menaces qu'elles représentent	79
3.1	Puits tubulaires.....	79

3.2	Captage Les Sources.....	82
4	Résultats de l'inventaire des événements potentiels et de l'évaluation des menaces qu'ils représentent	84
4.1	Puits tubulaires.....	84
4.2	Captage Les Sources.....	86
5	Résultats de l'inventaire des affectations du territoire	88
6	Identification des problèmes avérés.....	91
6.1	Puits tubulaires.....	91
6.2	Captage Les Sources.....	91
7	Conclusion et recommandations.....	91

Liste des figures

Figure 1 : Localisation générale	3
Figure 2 : Géologie du socle rocheux	4
Figure 3 : Géologie des dépôts meubles	5
Figure 4 : Puits Thibodeau	7
Figure 5 : Puits Provencher.....	9
Figure 6 : Puits Saint-Louis PE-1	10
Figure 7 : Puits Saint-Louis PE-2	12
Figure 8 : Puits Saint-Louis SL-3.....	14
Figure 9 : Localisation des drains du secteur Les Sources	16
Figure 10 : Regard collecteur avec trappe d'accès.....	17
Figure 11 : Accès au regard collecteur	17
Figure 12 : Réservoir / Bâtiment de service Saint-Louis	19
Figure 13 : Réservoir Hardy	20
Figure 14 : Réservoir / Bâtiment de service Les Sources	21
Figure 15 : Réservoir / Bâtiment de service Provencher.....	22
Figure 16 : Image du panneau de contrôle au réservoir Provencher	23
Figure 17 : Aires de protection du puits Thibodeau (X2177979)	25
Figure 18 : Aires de protection du puits Provencher (X2177980).....	27
Figure 19 : Aires de protection du puits Saint-Louis 1 (X0009253-2).....	29
Figure 20 : Aires de protection du puits Saint-Louis 2 (X0009253-1).....	31
Figure 21 : Aires de protection du puits Saint-Louis 3 (X0009253-3).....	33
Figure 22 : Aires de protection du captage Les Sources (X0008318)	35
Figure 23 : Grille du modèle conceptuel.....	38
Figure 24 : Section transversale (Nord-Ouest – Sud-Est, exagération verticale x10).....	39
Figure 25 : Conditions limites.....	40
Figure 26 : Localisation des puits utilisés pour la modélisation	41
Figure 27 : Conductivité hydraulique des couches	43
Figure 28 : Epaisseur des dépôts meubles	44
Figure 29 : Recharge au sol.....	45

Figure 30 : Corrélation de l'élévation des niveaux d'eau	46
Figure 31 : Piézométrie simulée au socle rocheux en état statique.....	47
Figure 32 : Analyse de sensibilité – Conductivité	48
Figure 33 : Analyse de sensibilité – Recharge	49
Figure 34 : Cotes des paramètres DRASTIC 1/4.....	54
Figure 35 : Cotes des paramètres DRASTIC 2/4.....	55
Figure 36 : Cotes des paramètres DRASTIC 3/4.....	56
Figure 37 : Cotes des paramètres DRASTIC 4/4.....	57
Figure 38 : Répartition de l'indice DRASTIC	58
Figure 39 : Grille du modèle conceptuel.....	61
Figure 40 : Section transversale (Ouest – Est, exagération verticale x5).....	62
Figure 41 : Conditions limites.....	63
Figure 42 : Localisation des puits utilisés pour la modélisation	64
Figure 43 : Conductivité hydraulique des couches	66
Figure 44 : Epaisseur des dépôts meubles	67
Figure 45 : Recharge au sol.....	68
Figure 46 : Corrélation de l'élévation des niveaux d'eau	69
Figure 47 : Piézométrie simulée aux dépôts meubles en état statique	70
Figure 48 : Analyse de sensibilité – Conductivité	71
Figure 49 : Analyse de sensibilité – Recharge	72
Figure 50 : Cotes des paramètres DRASTIC 1/2.....	76
Figure 51 : Cotes des paramètres DRASTIC 2/2.....	77
Figure 52 : Répartition de l'indice DRASTIC.....	78
Figure 53 : Inventaire des activités anthropiques – Puits tubulaires.....	81
Figure 54 : Inventaire des activités anthropiques – Captage Les Sources.....	83
Figure 55 : Inventaire des événements potentiels – Puits tubulaires.....	85
Figure 56 : Inventaire des événements potentiels – Captage Les Sources.....	87
Figure 57 : Carte d'affectations du territoire 1/2	89
Figure 58 : Carte d'affectations du territoire 2/2	90

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des ouvrages de captage actuellement en opération	1
Tableau 2 : Caractéristiques des aires d'alimentation	36
Tableau 3 : Provenance des informations utilisées	37
Tableau 4 : Élévation de la nappe (résultats mesurés vs modélisés)	46
Tableau 5 : Degré de vulnérabilité en fonction de la valeur de l'indice DRASTIC.....	51
Tableau 6 : Synthèse des restrictions dans les aires de protection intermédiaire	53
Tableau 7 : Provenance des informations utilisées	60
Tableau 8 : Élévation de la nappe (résultats mesurés vs modélisés)	69
Tableau 9 : Degré de vulnérabilité en fonction de la valeur de l'indice DRASTIC.....	74
Tableau 10 : Synthèse des restrictions dans les aires de protection intermédiaire	75

Liste des annexes

Annexe 1 : Description géologique des puits Thibodeau, Provencher, Saint-Louis 1, Saint-Louis 2, Saint-Louis 3

Annexe 2 : Document d'autorisation de mise à niveau (puits Saint-Louis)

Annexe 3 : Compilation des données générées ; niveaux de vulnérabilité (tableaux A4-1)

Annexe 4 : Compilation des données générées ; activités anthropiques (tableaux A4-2)

Annexe 5 : Compilation des données générées ; événements potentiels (tableaux A4-3)

Annexe 6 : Compilation des données générées ; affectations du territoire (tableaux A4-4)

Annexe 7 : Compilation des données générées ; problèmes avérés (tableaux A4-5)

1 Caractérisation sommaire du secteur d'alimentation des sites de prélèvement d'eau

La Ville de Portneuf utilise 6 sites de prélèvement d'eau souterraine identifiés :

- Thibodeau (X2177979-1) aménagé dans des dépôts granulaires (nappe captive)
- Provencher (X2177980-1) aménagé dans le socle rocheux
- Saint-Louis 1 ou PE-1 (X0009253-2) aménagé dans des dépôts granulaires (nappe captive)
- Saint-Louis 2 ou PE-2 (X0009253-1) aménagé dans le socle rocheux
- Saint-Louis 3 ou SL-3 (X0009253-3) aménagé dans le socle rocheux
- Les Sources (X0008318-2) aménagées dans des dépôts granulaires (nappe libre)

De ces points de prélèvement, seuls les deux premiers sont situés dans le périmètre urbain de la municipalité. Le tableau suivant présente leurs principales caractéristiques.

Caractéristiques	Thibodeau	Provencher	Saint-Louis 1 (PE-1)	Saint-Louis 2 (PE-2)	Saint-Louis 3 (SL-3)	Les Sources
Coordonnée géodésique X (m)*	197 682	198 742	197 511	197 882	197 768	199 081
Coordonnée géodésique Y (m)*	5 173 861	5 173 136	5 175 838	5 176 177	5 176 104	5 174 507
Année d'aménagement	1991	1980	1993	1991	1991	1948
Profondeur du puits (m)	35,4	22,9	28,35	39,02	24,23	3 - 5
Crépine (intervalle de profondeur), m	OUI (32,4 - 35,4)	NON	OUI (23,2 - 28,0)	NON	NON	
Profondeur dans le roc (m)	NON	14	NON	9,5	0,8	NON
Diamètre (mm)	250	250	150	150	150	150

* Projection NAD 1983 MTM, fuseau 7

Tableau 1 : Caractéristiques des ouvrages de captage actuellement en opération

Les deux premiers de même que le secteur Les Sources ont longtemps été les seuls à desservir en eau potable la portion du périmètre urbain de cette localité. Cependant, pour combler des besoins accrus en eau à la suite d'une forte demande de la construction résidentielle en lien avec l'emplacement stratégique de cette localité le long de l'autoroute Félix-Leclerc (A-40), des travaux complémentaires sont devenus nécessaires et ont conduit aux trois puits Saint-Louis dans les années '90.

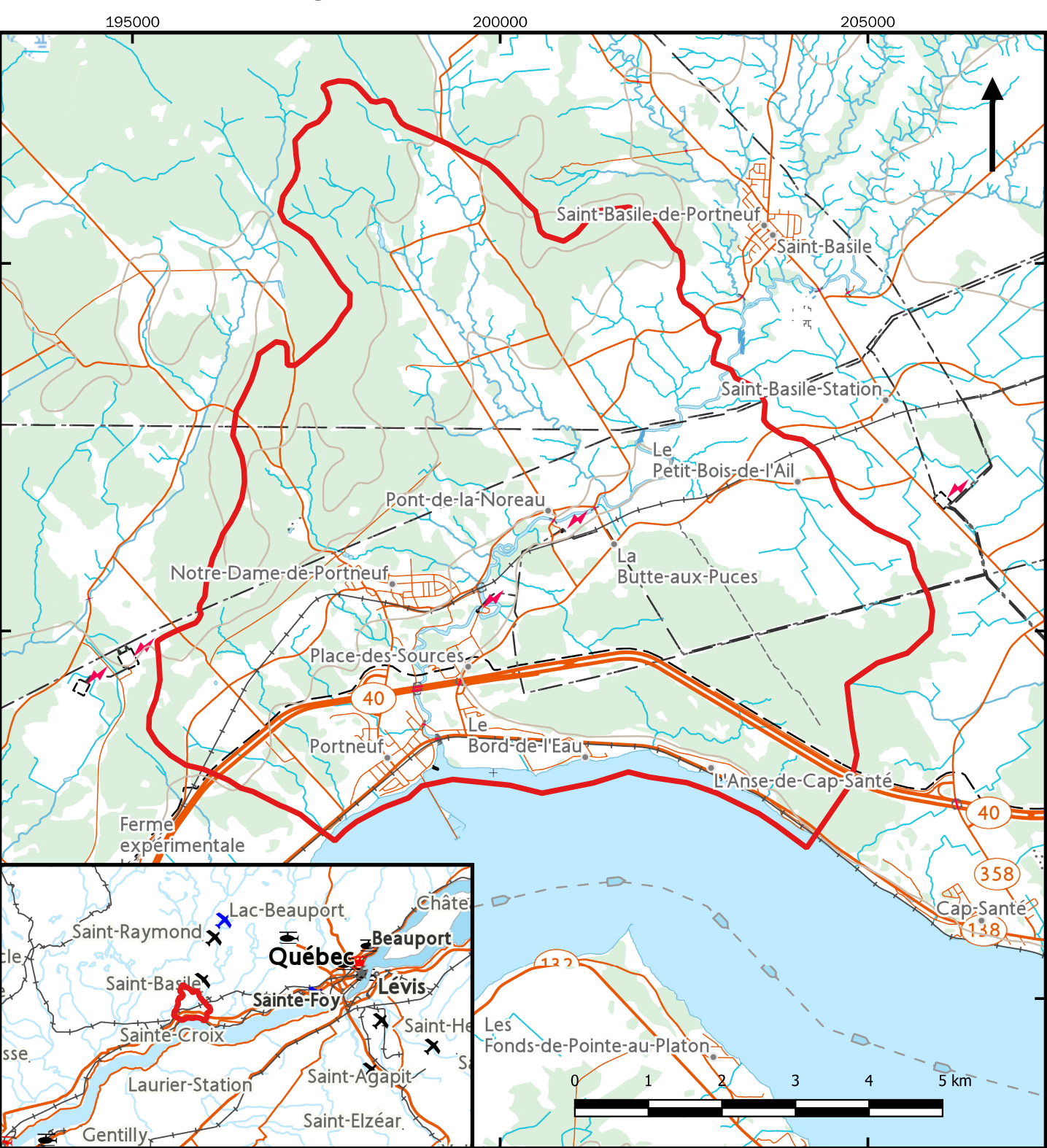
Le secteur étudié est localisé à cheval entre la province géologique du Grenville appartenant au Bouclier canadien et celle des Basses-Terres du Saint-Laurent. Dans le premier cas, cette unité est composée de gneiss granitique uniquement alors que les Basses-Terres du Saint-Laurent sont composées principalement de calcaire et de shale.

En ce qui concerne les dépôts meubles, leur répartition a été illustrée dans une étude régionale réalisée en 1998 par la Commission géologique du Canada¹. Dans les limites de la municipalité, on observe trois types de dépôts qui peuvent être délimités en fonction de la topographie. En bordure du fleuve, on observe des dépôts alluvionnaires (sable et silt). Cette séquence donne place vers le nord à des sédiments deltaïques généralement plus grossiers (silt, sable et gravier). Au nord du périmètre urbain, on retrouve des sédiments marins fins d'eau profonde et de sédiments littoraux et pré-littoraux qui remplissent la vallée de la rivière Portneuf selon une orientation sud-ouest/nord-est alors que de chaque côté de la vallée, on retrouve une alternance de till et de socle rocheux.

Les figures suivantes présentent la localisation de ces sites de prélèvement de même que les cartes géologiques du socle rocheux et des dépôts meubles.

¹ Parent M. et al., *Cartographie hydrogéologique régionale du piémont laurentien dans la MRC de Portneuf : géologie et stratigraphie des formations superficielles*, Commission géologique du Canada, Dossier public 3664-a., 1998

FIGURE 1 : Localisation générale



Légende

 Zone à l'étude

CLIENT : Ville de Portneuf
PROJET : Analyse de vulnérabilité, art 68 RPEP (PPASEP)
LIEU : Portneuf, MRC Portneuf
DÉSSINÉ PAR : Sébastien Defacq, Tech.
VÉRIFIÉ PAR : Renald McCormack géo. Hydrogéologue
DATE : Mars 2022
PROJECTION : MTM Zone 7
ÉCHELLE : 1 : 75 000
PROJET : EP-2021-14
SOURCE : Canvec (WMS)



FIGURE 2 : Géologie du socle rocheux

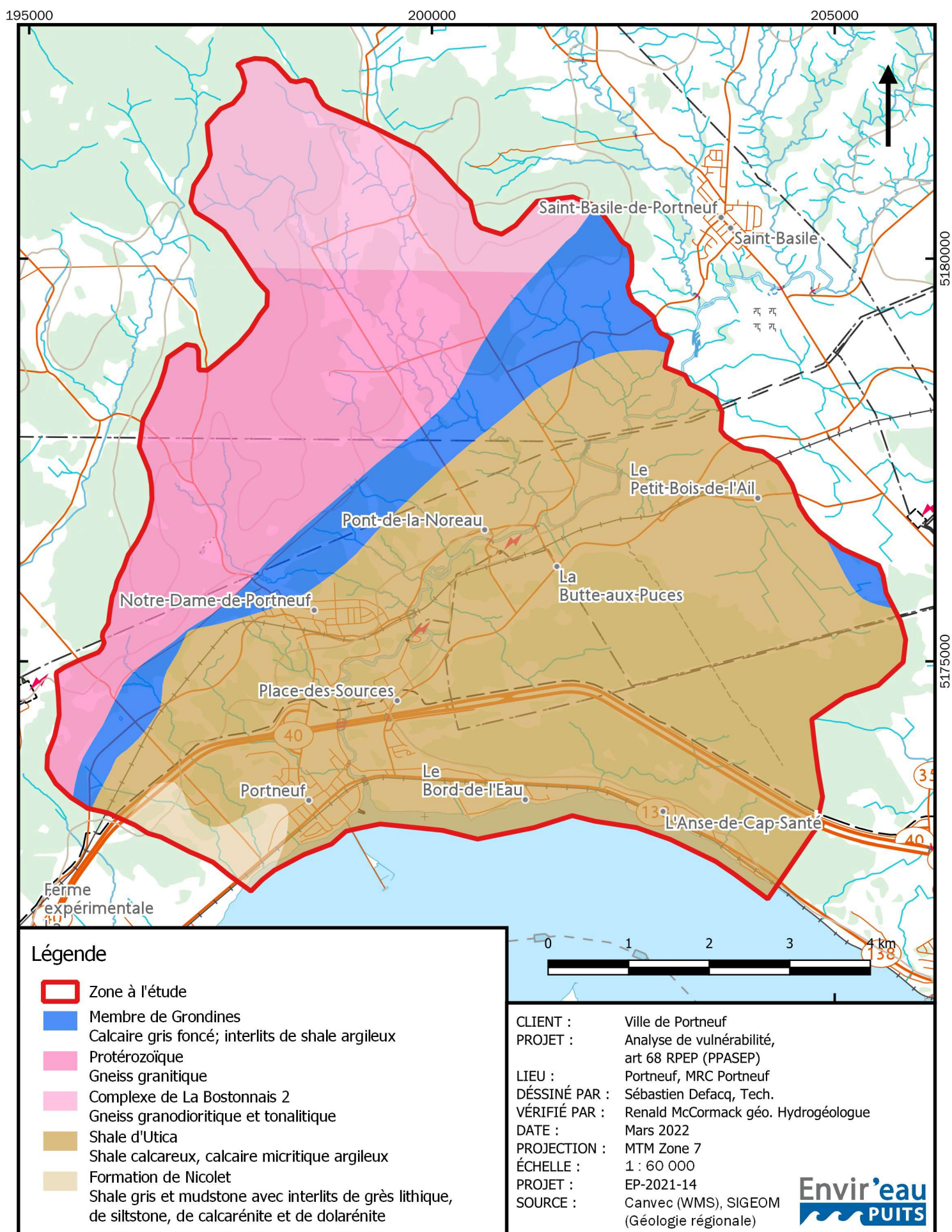
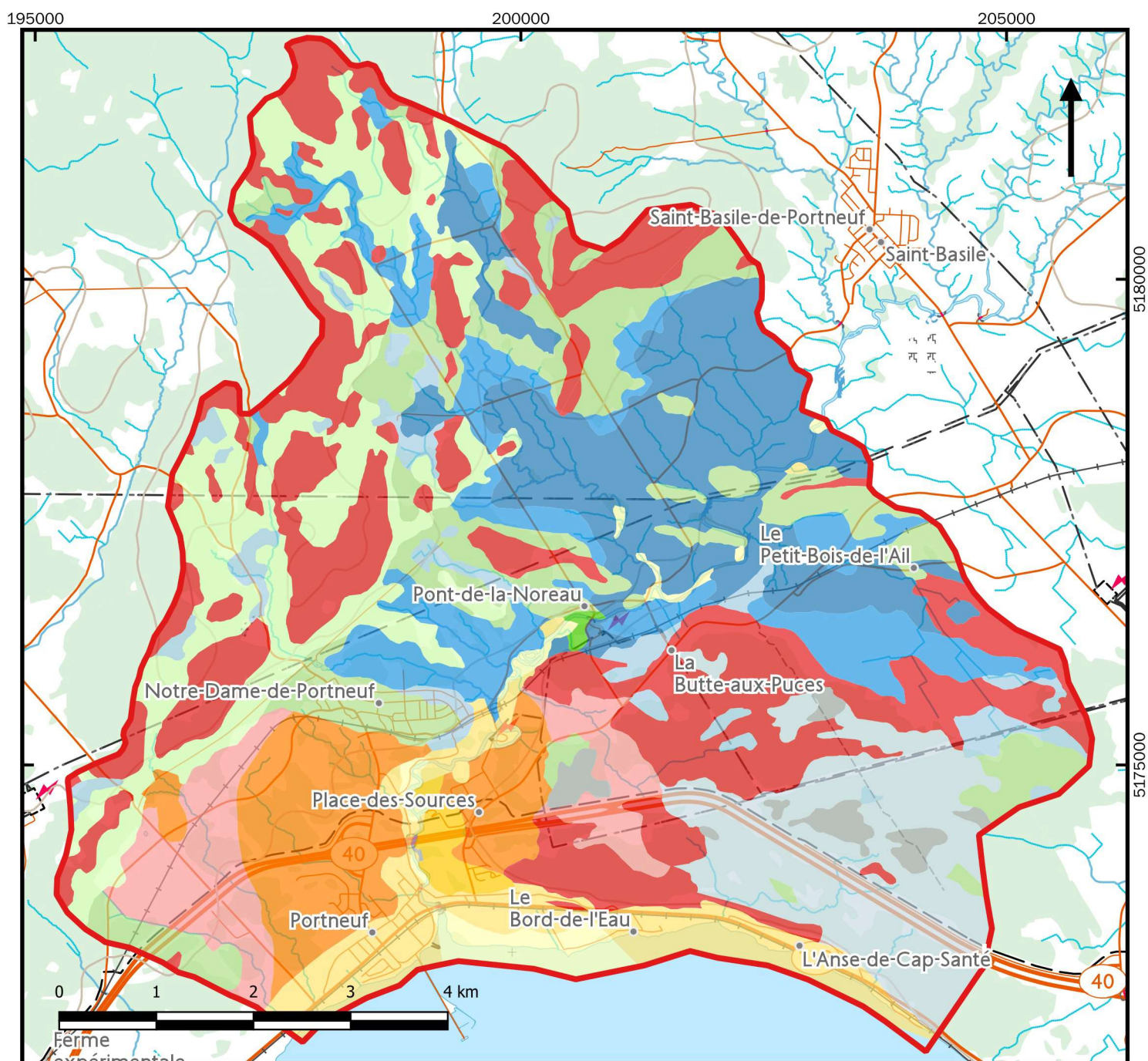


FIGURE 3 : Géologie des dépôts meubles



Légende

- Zone à l'étude
- Alluvion actuelle
- Alluvions des terrasses fluviales
- Sédiments deltaïques marins
- Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation
- Sédiments deltaïques
- Sédiments marins fins d'eau profonde
- Sédiments marins fins d'eau profonde -
- Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation marin
- Sédiments littoraux, pré-littoraux et d'exondation marin
- Roche en place
- Dépôts organiques

- Till en couverture généralement continue
- Till remanié
- Till remanié sur roc
- Roche en place

CLIENT : Ville de Portneuf
 PROJET : Analyse de vulnérabilité, art 68 RPEP (PPASEP)
 LIEU : Portneuf, MRC Portneuf
 DÉSSINÉ PAR : Sébastien Defacq, Tech.
 VÉRIFIÉ PAR : Renald McCormack géo. Hydrogéologue
 DATE : Mars 2022
 PROJECTION : MTM Zone 7
 ÉCHELLE : 1 : 60 000
 PROJET : EP-2021-14
 SOURCE : Canvec (WMS), RIES (Portneuf)

2 Caractérisation des sites de prélèvement d'eau

2.1 Description des sites de prélèvement

Les informations relatives à la description de ces sites de prélèvement proviennent des documents suivants :

- GÉOHYDROTEK INC., Travaux de recherche en eau potable à Portneuf, comté de Portneuf, Février 1979
- Cartographie hydrogéologique régionale du piémont laurentien dans la MRC de Portneuf : géologique et stratigraphie des formations superficielles, Commission géologique du Canada, Dossier public 3664a, 1998
- CONSULTANTS HGE, Ville de Portneuf, Rapport hydrogéologique – Aménagement de drains horizontaux – Secteur des sources, Projet HGE 03-2036, Juillet 2003
- CONSULTANTS HGE, Ville de Portneuf, Aires de protection – Secteur Thibodeau, Avis technique, Projet : HGE-04-2365, Juillet 2004
- CONSULTANTS HGE, Ville de Portneuf, Aires de protection – Secteur Saint-Charles, Avis technique, Projet : HGE-04-2365, Août 2004
- MISSION HGE INC., Ville de Portneuf, Aires de protection des puits municipaux, secteur Saint-Louis, rapport technique, Réf No : 05498-101, Octobre 2005
- MISSION HGE INC., Ville de Portneuf, Évaluation du rendement des puits dans les secteurs Saint-Louis, Saint-Charles et Provencher, Réf No : 12280-101, Mai 2013
- ENVIR'EAU PUITES INC., Synthèse hydrogéologique des recherches en eau souterraine, Ville de Portneuf, Projet EP-2016-08, juin 2016

2.1.1 Description du site Thibodeau (X2177979-1)

Ce site de prélèvement a été aménagé en 1991 et sa localisation est la suivante :

X : 197 682 Y : 5 173 861 Projection NAD 1983 MTM fuseau 7

Ce site de prélèvement d'eau souterraine est un puits tubulaire de 250 mm de diamètre et de 35,4 m de profondeur p/r sol et aménagé dans des dépôts granulaires sous-jacents à des dépôts argileux. Une crépine en acier inoxydable de même diamètre a été installée entre 32,4 et 35,4 m de profondeur et aucune collerette de ciment-bentonite n'y a été mise en place. La documentation précise concernant sa construction n'est plus disponible mais les détails stratigraphiques d'un piézomètre (PZ-4) qui a précédé la construction du puits Thibodeau à proximité de ce dernier fournit une bonne idée des séquences stratigraphiques recoupées. Elle apparaît à l'annexe 1.

Présentement, cet ouvrage de captage est équipé d'une pompe de marque Franklin modèle 60FA3S4-PE d'une puissance de 3 HP et de 100 mm de diamètre pouvant fournir 208 L/min. L'eau provenant de ce puits est dirigée vers l'installation de production d'eau potable Provencher via une conduite d'amenée de 100 mm de diamètre en fonte ductile. Ce puits est présentement pompé au taux de 50 m³/jour et compte tenu de l'âge de ce puits, aucun

document d'autorisation n'a été retracé par la municipalité. La figure suivante présente ce site de prélèvement.

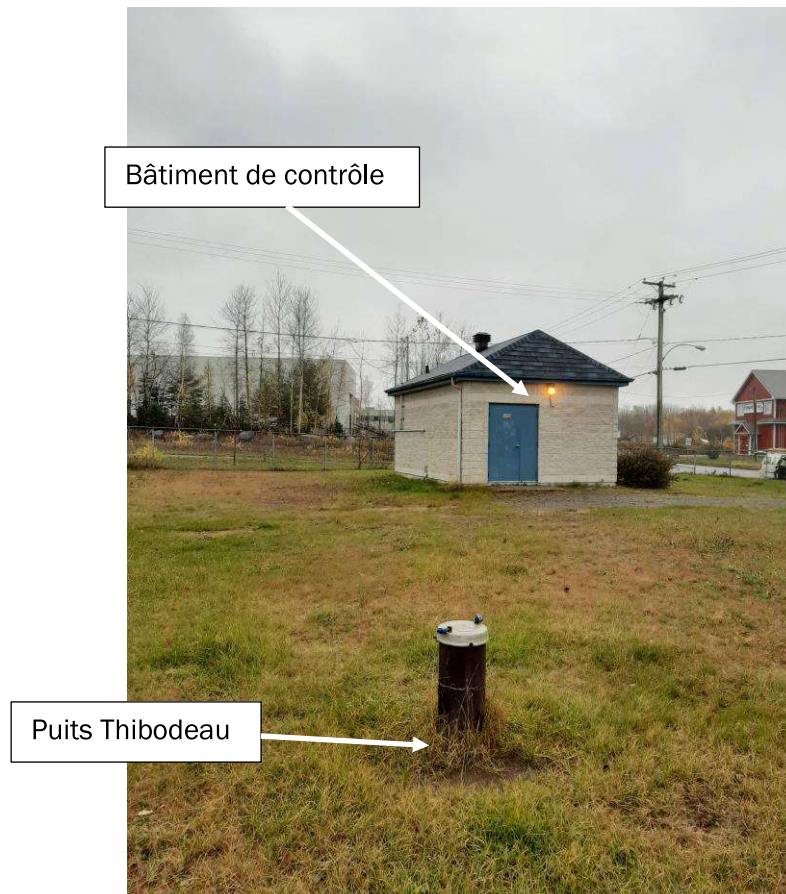


Figure 4 : Puits Thibodeau

2.1.2 Description du site Provencher (X2177980-1)

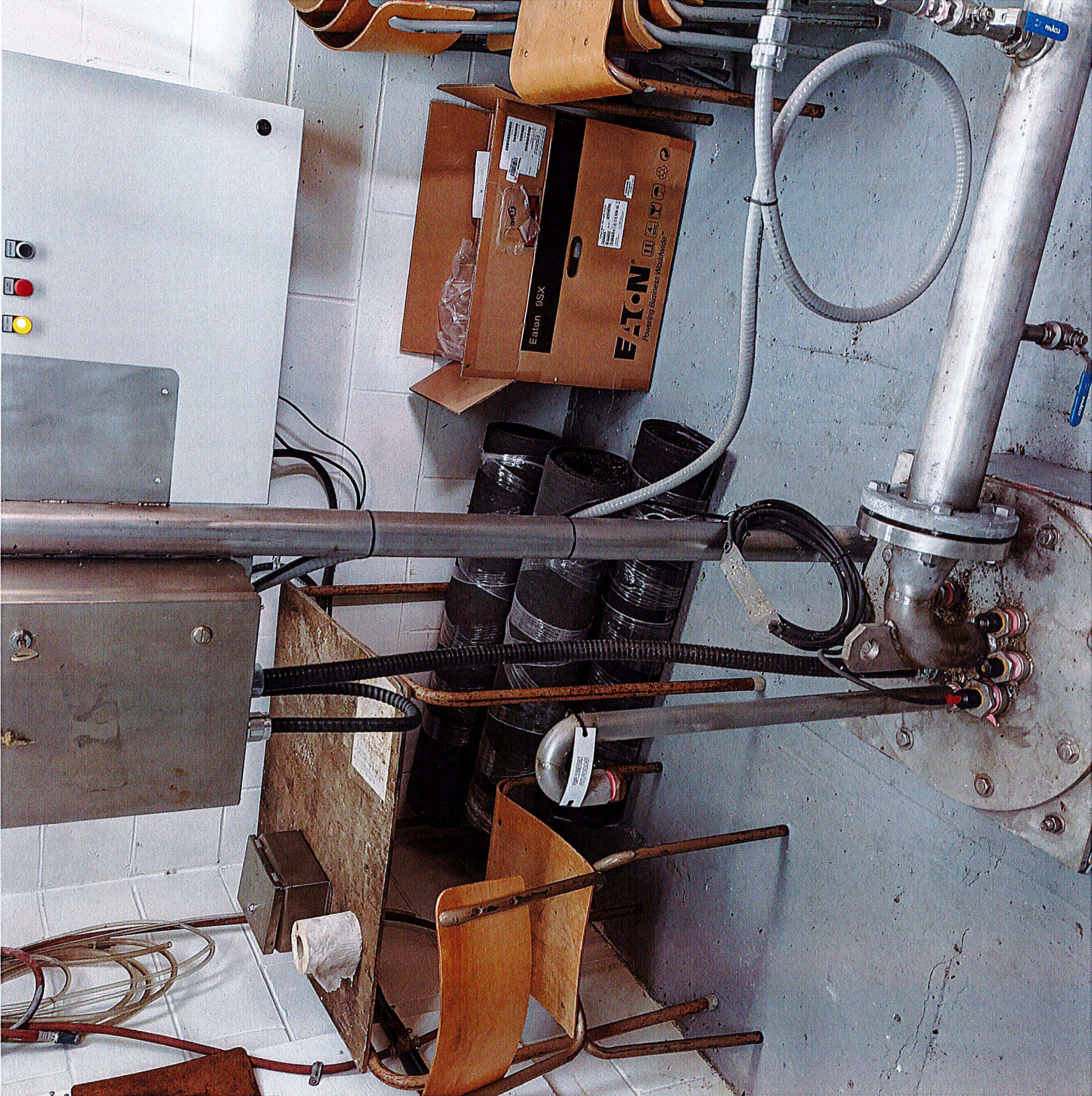
Cet ouvrage de captage a été aménagé dans les années '80 et sa localisation est la suivante :

X : 198 742 Y : 5 173 136 Projection NAD 1983 MTM fuseau 7

Ce site de prélèvement d'eau souterraine est un puits tubulaire de 250 mm de diamètre et de 22,86 m de profondeur p/r sol aménagé dans le socle rocheux. L'information stratigraphique de ce puits correspond au forage C tel que décrit dans un rapport de GÉOHYDROTEK INC. en 1979 lié à une phase de recherche en eau. Les détails stratigraphiques de ce forage C précisent les séquences géologiques ; elles apparaissent à l'annexe 1.

Présentement, cet ouvrage de captage est équipé d'une pompe de marque Franklin modèle 60FA3S4-PE d'une puissance de 3 HP et de 100 mm de diamètre pouvant fournir 182 L/min. L'eau provenant de ce puits est dirigée vers l'installation de production d'eau potable

Provencher via une conduite d'amenée de 75 mm de diamètre en acier inoxydable. Ce puits est présentement pompé au taux de 50 m³/jour et comme pour le puits Thibodeau, aucun document d'autorisation n'est disponible. La figure suivante présente ce site de prélèvement.



2.1.3 Description du site Saint-Louis PE-1 (X0009253-2)

Cet ouvrage de captage a été aménagé en 1993 et sa localisation est la suivante :

X : 197 511 Y : 5 175 838 Projection NAD 1983 MTM fuseau 7

Ce site de prélèvement d'eau souterraine est un puits tubulaire de 150 mm de diamètre et de 28,35 m de profondeur p/r sol et aménagé dans des dépôts granulaires. Deux crépines en acier inoxydable d'ouverture différente de 150 mm de diamètre et totalisant 4,88 m de longueur ont été installées entre 23,16 et 28,04 m de profondeur alors qu'aucune collerette de bentonite n'a été mise en place. La coupe géologique de ce puits apparaît à l'annexe 1.

Présentement, cet ouvrage de captage est équipé d'une pompe de marque Franklin modèle L90BF75 d'une puissance de 7,5 HP et de 100 mm de diamètre pouvant fournir 409 L/min. L'eau provenant de ce puits est dirigée vers le réservoir Saint-Louis via une conduite d'amenée de ce puits jusqu'à l'avenue Saint-Louis en 150 mm de diamètre et par la suite, de cette dernière jusqu'au nouveau bâtiment de service en 100 mm DR-18. Ce puits est présentement pompé au taux de 336,6 m³/jour. Les figures suivantes présentent ce site de prélèvement.



Figure 6 : Puits Saint-Louis PE-1

2.1.4 Description du site Saint-Louis PE-2 (X0009253-1)

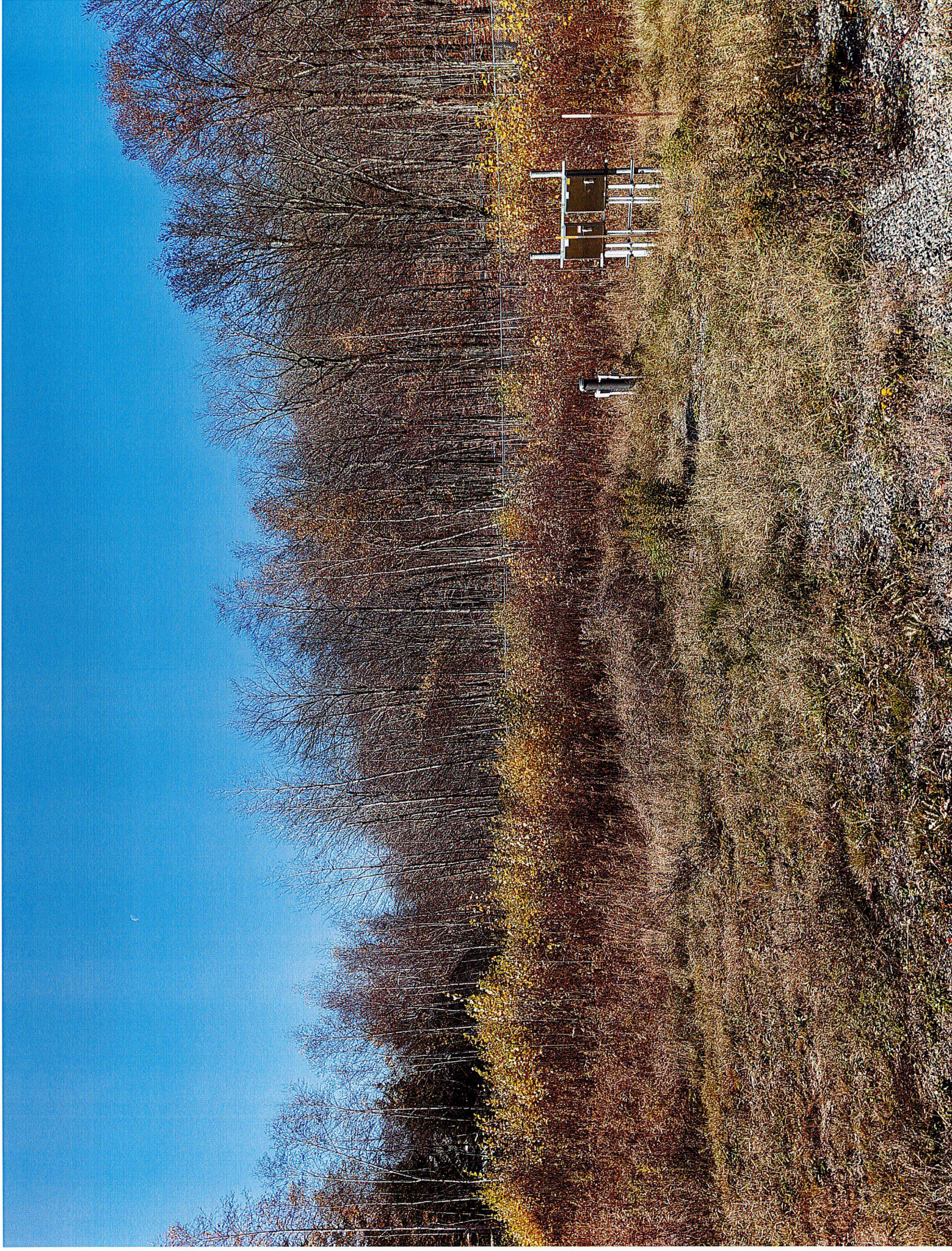
Cet ouvrage de captage a été aménagé en 1991 et sa localisation est la suivante :

X : 197 882 Y : 5 176 177 Projection NAD 1983 MTM fuseau 7

Ce site de prélèvement d'eau souterraine est un puits tubulaire de 150 mm de diamètre et de 39,02 m de profondeur p/r sol et aménagé dans le socle rocheux. Il possède une longueur de tubage de 30,47 m alors que le socle rocheux est intercepté sur une longueur de 9,45 m. Aucune collerette de bentonite n'a été mise en place. La coupe géologique de ce puits apparaît à l'annexe 1.

Présentement, cet ouvrage de captage est équipé d'une pompe de marque Berkeley modèle L30P4JMGS d'une puissance de 5 HP et de 100 mm de diamètre pouvant fournir 136 L/min.

L'eau provenant de ce puits est dirigée vers le réservoir Saint-Louis via une conduite d'amenée de 50 mm de diamètre en PEHD-DR. Ce puits est présentement pompé au taux de 84,9 m³/jour. La figure suivante présente ce site de prélèvement.



2.1.5 Description du site Saint-Louis SL-3 (X0009253-3)

Cet ouvrage de captage a été aménagé en 1991 et sa localisation est la suivante :

X : 197 768 Y : 5 176 104 Projection NAD 1983 MTM fuseau 7

Ce site de prélèvement d'eau souterraine est un puits tubulaire de 150 mm de diamètre et de 23,43 m de profondeur p/r plancher du bâtiment actuel et aménagé dans le socle rocheux. Il possède une longueur de tubage de 23,40 m, ce qui correspondrait à l'épaisseur approximative des dépôts meubles alors qu'aucune information sur leur nature n'est disponible. Le schéma de ce puits apparaît cependant à l'annexe 1.

Présentement, cet ouvrage de captage est équipé d'une pompe de marque Berkeley modèle L30P4FMGS d'une puissance de 1,5 HP et de 100 mm de diamètre pouvant fournir 136 L/min. L'eau provenant de ce puits est dirigée vers le réservoir Saint-Louis via une conduite d'amenée de 50 mm de diamètre en PEHD-DR. Ce puits est présentement pompé au taux de 49,7 m³/jour. La figure suivante présente ce site de prélèvement.

Il est à noter que ces puits du secteur Saint-Louis ont fait l'objet d'une mise à niveau en 2016 et l'autorisation relative à ces travaux a été émise en 2016. Ce document d'autorisation apparaît à l'annexe 2.



Ville de
Saint-Louis
2014

PUITS ST-LOUIS NO.3
AIRE DE PROTECTION
PUIXS D'EAU POTABLE

2.1.6 Description du site de prélèvement Les Sources (X0008318-2)

Cette installation de drains horizontaux a été aménagée en 1948 et a par la suite bénéficié de travaux d'amélioration particulièrement en 1982 en lien avec la construction de l'autoroute 40. Ce site de prélèvement est caractérisé par l'aménagement de drains horizontaux en acier inoxydable et de 150 mm de diamètre d'une longueur totale de 127 m et enfouis entre 1,5 m et 4 m de profondeur. Une coupe longitudinale de cette infrastructure apparaît à l'annexe 1.

Présentement, ces drains véhiculent l'eau captée au taux moyen de 422,3 m³/jour et l'eau provenant de ces drains est dirigée en écoulement libre vers le bâtiment de service. Les Sources ou elle est chlorée. De ce bâtiment, l'eau est pompée via une conduite de refoulement de 150 mm de diamètre en PVC vers le réservoir Hardy. La figure suivante présente la localisation de ces installations alors que la figure 11 présente un des 3 regards collecteurs donnant accès aux conduites d'amenée qui reçoivent l'eau des drains horizontaux.

Figure 9 : Localisation des drains du secteur Les Sources



Figure 10 : Regard collecteur avec trappe d'accès

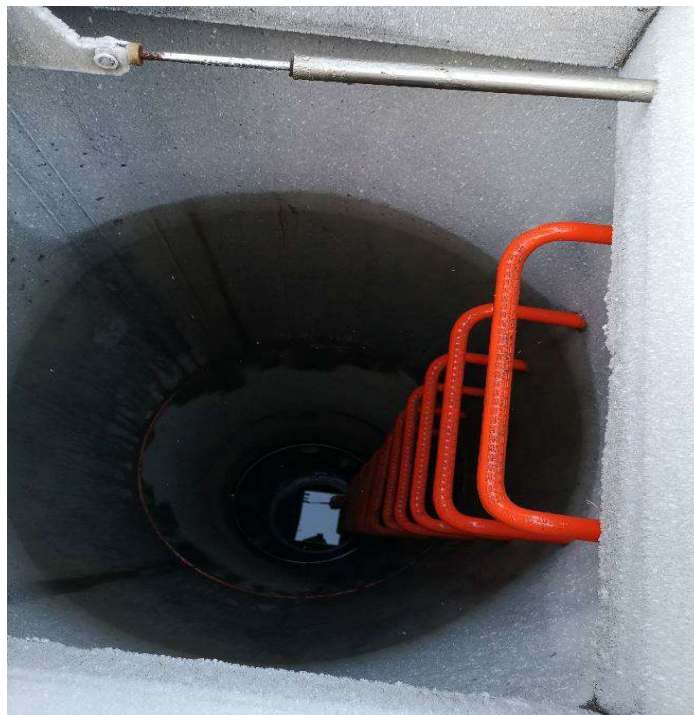


Figure 11 : Accès au regard collecteur

2.2 Description des installations de production d'eau potable

Pour le secteur nord de la ville, le réseau Saint-Louis est alimenté en eau potable par les 3 puits Saint-Louis (PE-1, PE-2 et SL-3).

Afin de maximiser l'utilisation des puits Saint-Louis, une chambre de contrôle (chambre de contrôle Saint-Louis) dégorge l'eau du secteur Saint-Louis vers le secteur sud (réseau Portneuf) à l'aide d'une vanne de contrôle de pression.

Ainsi, en plus de recevoir l'eau du secteur nord (Saint-Louis), le secteur sud est alimenté en eau potable par les puits Thibodeau, Provencher et les drains horizontaux Les Sources. Toute cette eau alimente le réseau Portneuf (secteur sud) et les réservoirs Hardy et Provencher.

À partir de ce constat, les réservoirs Saint-Louis et Hardy sont utilisés pour emmagasiner l'eau potable et contrôler la pression des réseaux Saint-Louis (secteur nord) et Portneuf (secteur sud). Le réservoir Provencher a pour rôle principal d'alimenter en eau potable le secteur Thibodeau (secteur faisant partie du réseau Portneuf) et le volume du réservoir existant Hardy combiné à celui du réservoir Provencher offre à la Ville une capacité combinée permettra de répondre adéquatement aux besoins d'opération normale et d'incendie au secteur sud (réseau Portneuf).

La municipalité travaille présentement sur l'interconnexion de ces réseaux d'aqueduc alimentés par les divers sites de prélèvement d'eau potable mentionnés précédemment à partir desquels l'eau est actuellement acheminée vers ces divers réservoirs (Saint-Louis, Saint-Charles, Hardy, Les Sources, Provencher) pour aboutir ultimement au réservoir Provencher. De ceux-ci, seul le réservoir Saint-Charles qui reçoit l'eau des puits Saint-Charles ne fait pas partie de la présente analyse de vulnérabilité en raison d'une population desservie inférieure à 500 personnes.

Les réservoirs Saint-Louis, Hardy et Provencher sont situés aux :

- Réservoir / Bâtiment de service Saint-Louis (X0009252) : 1010, Chemin du Transcontinental Est (**chloration**)
- Réservoir Hardy (X0008317) : 22, rue Hardy
- Réservoir / Bâtiment de service Les Sources : 90, Chemin Neuf (**chloration**)
- Réservoir / Bâtiment de service Provencher (X0008317) : 85, rue Provencher (**chloration**)

et les figures suivantes présentent ces installations.



Figure 12 : Réservoir / Bâtiment de service Saint-Louis





Figure 14 : Réservoir / Bâtiment de service Les Sources



Figure 15 : Réservoir / Bâtiment de service Provencher

À partir de ce constat, les réservoirs Saint-Louis, Les Sources et Provencher possèdent les équipements d'emmagasinement et de traitement alors que le réservoir Hardy n'est qu'un réservoir d'emmagasinement sans équipement de traitement.

La réorganisation de la distribution de l'eau potable a nécessité des modifications importantes à chacun d'eux de façon à interrelier tous les réservoirs identifiés ci-haut afin de répondre convenablement aux besoins tout en minimisant l'apport en eau des puits Thibodeau et Provencher situés dans la portion sud du territoire couvert par les réseaux d'aqueduc en raison de la qualité d'eau médiocre (sulfures). La figure suivante présente la logique d'alimentation de la population depuis la mise en opération du réservoir Provencher situé au 85, rue Provencher en début d'année 2020.

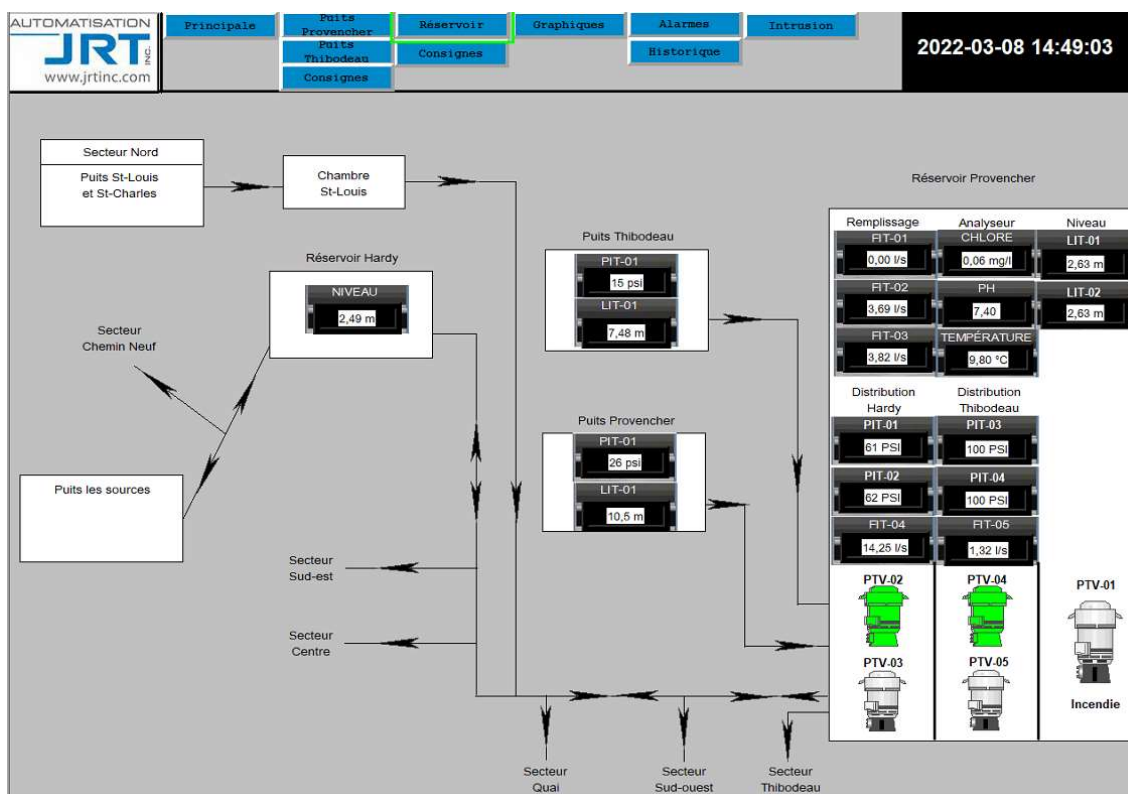


Figure 16 : Image du panneau de contrôle au réservoir Provencher

2.3 Plan de localisation des aires de protection des sites de prélèvement

Les aires de protection du site de prélèvement ont été produites par le logiciel de numérisation ModelMuse 4.0 qui utilise le code de MODFLOW 6 et le débit considéré pour le calcul de ces aires correspond au débit de consommation moyen pour chacun de ces puits et ce, entre 2014 et 2020. À noter que, par défaut, les aires de protection immédiate de chacun de ces sites de prélèvement correspondent à une distance de 30 m.

2.3.1 Site Thibodeau (X2177979-1)

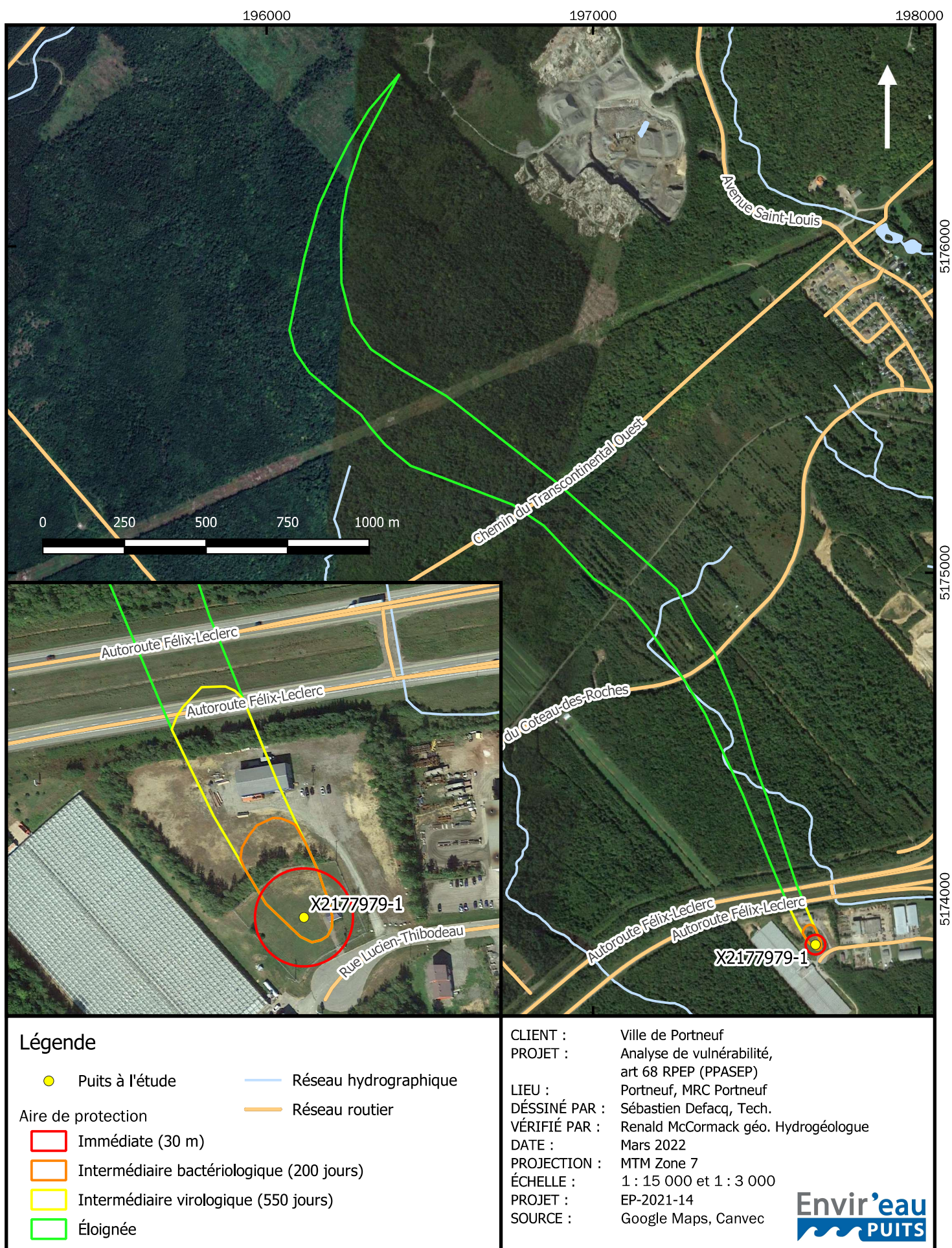
L'aire d'alimentation de ce site de prélèvement a été calculée sur la base d'une consommation moyenne de 50 m³/jour. Son point de départ est localisé à la limite ouest du modèle qui correspond à la limite d'un ensemble de petits bassins versants de niveau 1. Il est donc situé à environ 3,7 km au nord du centre de la municipalité et elle s'étend ensuite selon une direction moyenne de S 29° E et sous un gradient hydraulique moyen de 0,017 jusqu'au puits Thibodeau.

Ainsi, sur la base des caractéristiques hydrogéologiques de l'unité aquifère sollicitée et selon la consommation moyenne observée sur ce point de prélèvement, les dimensions suivantes ont été calculées :

- Largeur moyenne : 120 m
- Aire de protection intermédiaire bactériologique (200 jours) : 64 m
- Aire de protection intermédiaire virologique (550 jours) : 154 m
- Aire de protection éloignée : 3,33 km

La figure 17 présente l'étendue de cette aire d'alimentation, des aires de protection intermédiaire bactériologique (200 jours) et virologique (550 jours) de même que l'aire de protection éloignée.

FIGURE 17 : Aires de protection du puits Thibodeau (X2177979-1)



2.3.2 Site Provencher (X2177980-1)

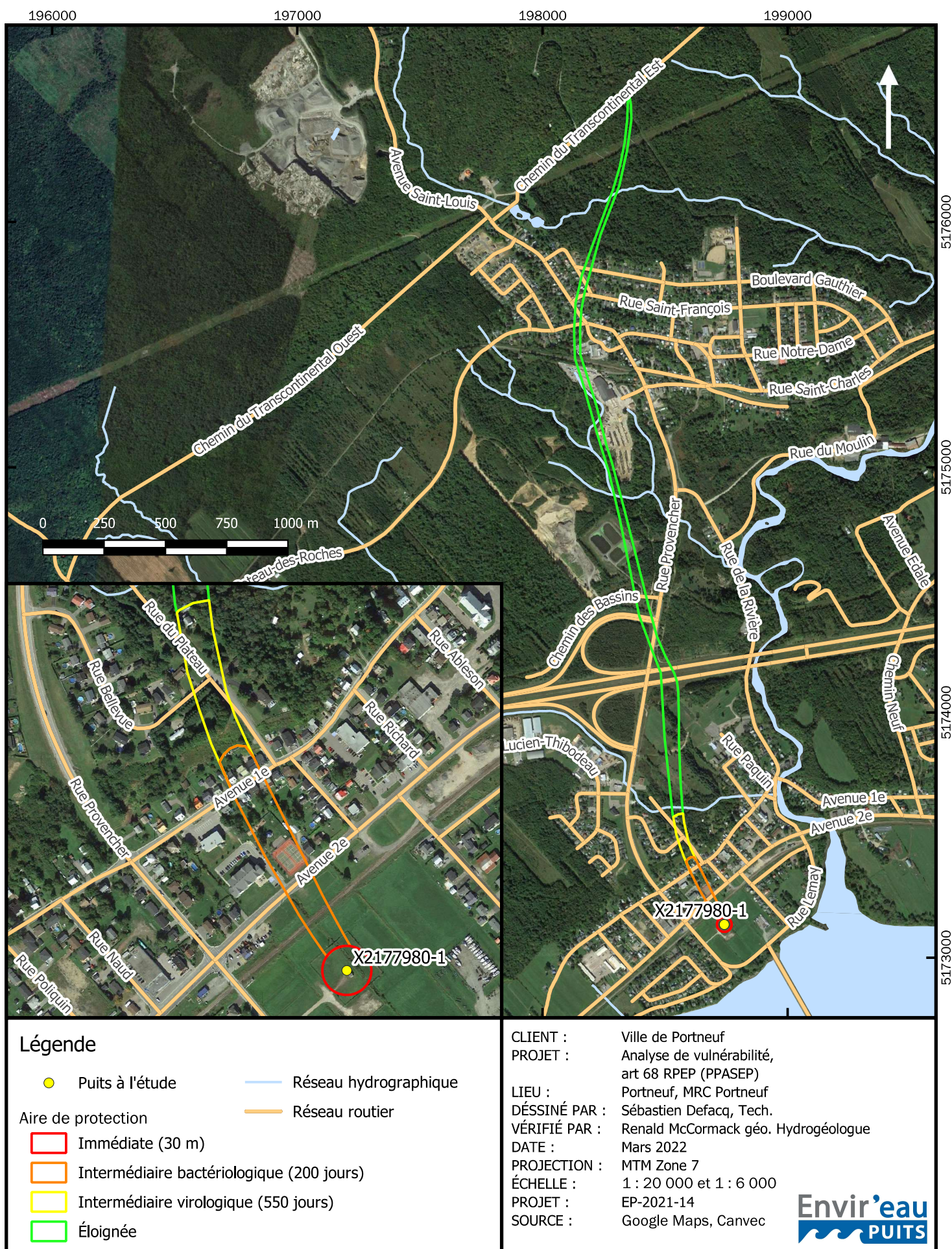
L'aire d'alimentation de ce site de prélèvement a été calculée sur la base d'une consommation moyenne de 50 m³/jour. Son point de départ est localisé à la limite ouest du modèle qui correspond au haut topographique d'un bassin versant de niveau 2. Il est donc situé à environ 3,3 km au nord du centre de la municipalité et elle s'étend ensuite selon une direction moyenne de S 8° E et sous un gradient hydraulique moyen de 0,018 jusqu'au puits.

Ainsi, sur la base des caractéristiques hydrogéologiques de l'unité aquifère sollicitée et selon la consommation moyenne observée sur ce point de prélèvement, les dimensions suivantes ont été calculées :

- Largeur moyenne : 50 m
- Aire de protection intermédiaire bactériologique (200 jours) : 306 m
- Aire de protection intermédiaire virologique (550 jours) : 491 m
- Aire de protection éloignée : 3,5 km

La figure 18 présente l'étendue de cette aire d'alimentation, des aires de protection intermédiaire bactériologique (200 jours) et virologique (550 jours) de même que l'aire de protection éloignée.

FIGURE 18 : Aires de protection du puits Provencher (X2177980-1)



2.3.3 Site Saint-Louis PE-1 (X0009253-2)

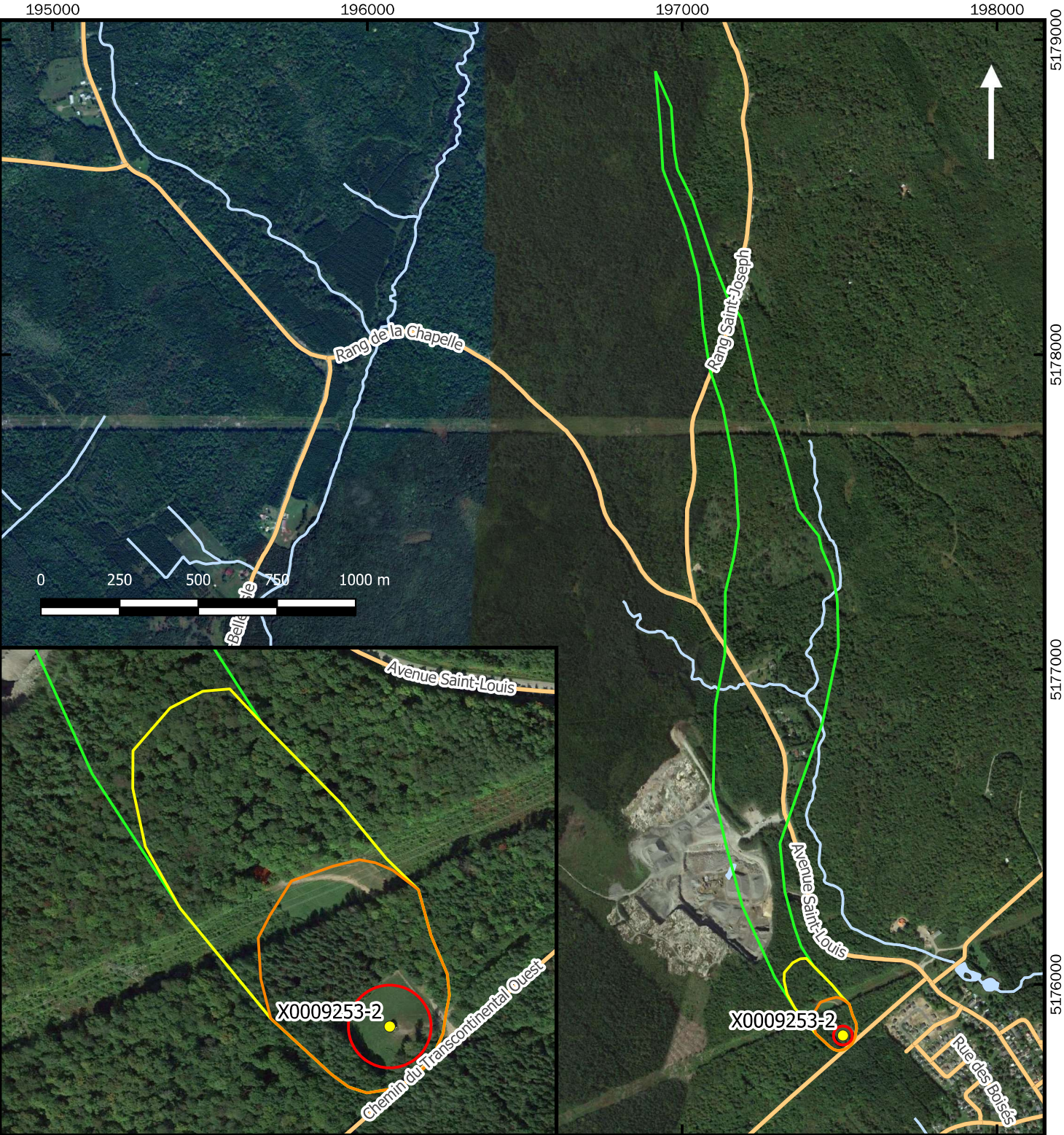
L'aire d'alimentation de ce site de prélèvement a été calculée sur la base d'une consommation moyenne de 336,6 m³/jour. Son point de départ est localisé à la limite ouest du modèle qui correspond à la limite du bassin versant de niveau 1 de la rivière Portneuf. Il est donc situé à environ 5,8 km au nord du centre de la municipalité et elle s'étend ensuite selon une direction moyenne de S 11° E et sous un gradient hydraulique moyen de 0,031 jusqu'au puits Saint-Louis 1.

Ainsi, sur la base des caractéristiques hydrogéologiques de l'unité aquifère sollicitée et selon la consommation moyenne observée sur ce point de prélèvement, les dimensions suivantes ont été calculées :

- Largeur moyenne : 270 m
- Aire de protection intermédiaire bactériologique (200 jours) : 127 m
- Aire de protection intermédiaire virologique (550 jours) : 281 m
- Aire de protection éloignée : 3,18 km

La figure 19 présente l'étendue de cette aire d'alimentation, des aires de protection intermédiaire bactériologique (200 jours) et virologique (550 jours) de même que l'aire de protection éloignée.

FIGURE 19 : Aires de protection du puits Saint-Louis 1 (X0009253-2)



Légende

- Puits à l'étude
- Réseau hydrographique
- Réseau routier
- Aire de protection
 - Immédiate (30 m)
 - Intermédiaire bactériologique (200 jours)
 - Intermédiaire virologique (550 jours)
 - Éloignée

CLIENT : Ville de Portneuf
PROJET : Analyse de vulnérabilité, art 68 RPEP (PPASEP)
LIEU : Portneuf, MRC Portneuf
DÉSSINÉ PAR : Sébastien Defacq, Tech.
VÉRIFIÉ PAR : Renald McCormack géo. Hydrogéologue
DATE : Mars 2022
PROJECTION : MTM Zone 7
ÉCHELLE : 1 : 17 500 et 1 : 4 000
PROJET : EP-2021-14
SOURCE : Google Maps, Canvec

2.3.4 Site Saint-Louis PE-2 (X0009253-1)

L'aire d'alimentation de ce site de prélèvement a été calculée sur la base d'une consommation moyenne de 84,9 m³/jour. Elle est passablement similaire au puits Saint-Louis 1 en termes d'orientation, de forme et de dimension. Ainsi, selon les valeurs de consommation obtenues et les contextes hydrogéologiques, les deux aires d'alimentation ont un parcours identique et sont à nouveau indépendantes l'une de l'autre.

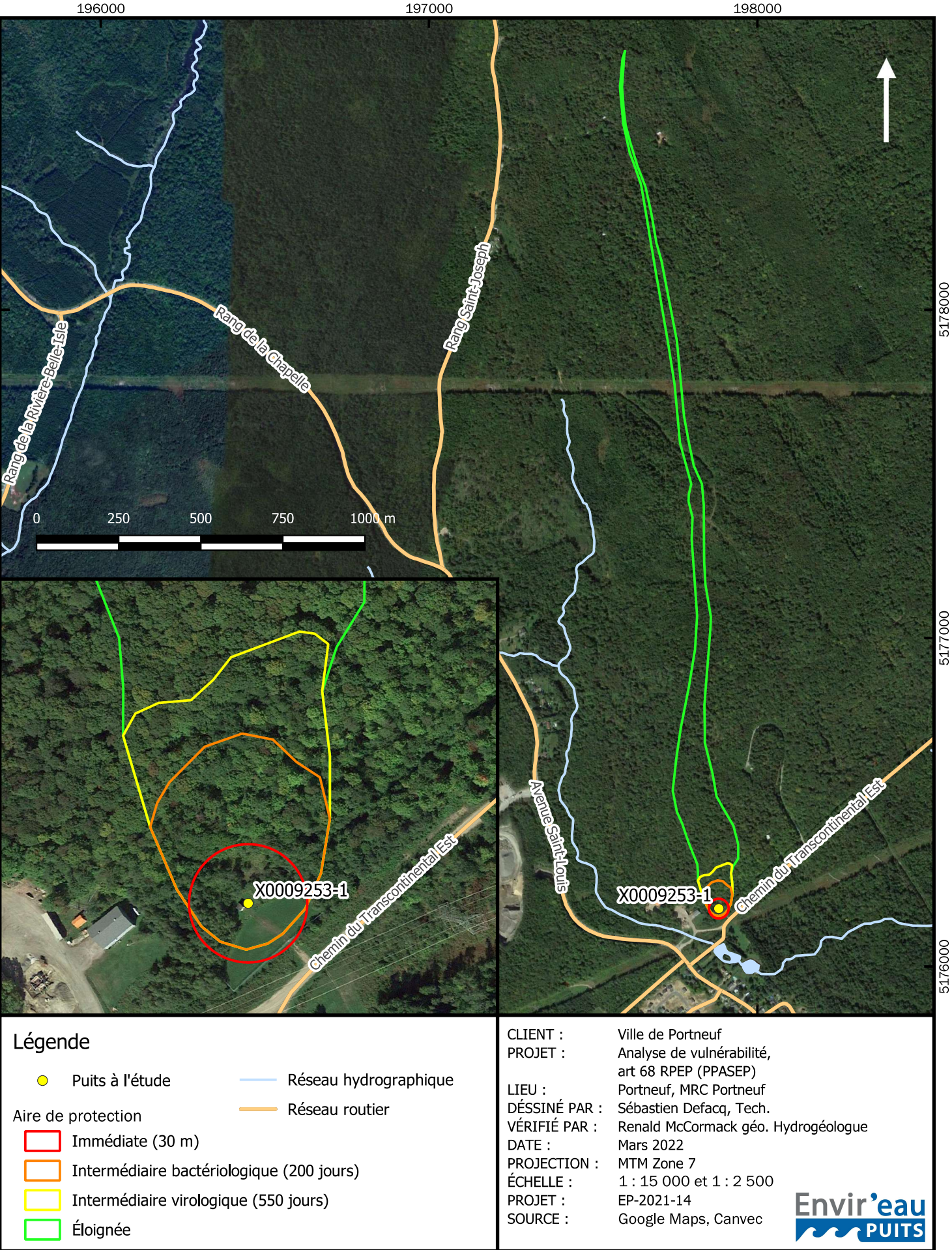
Son point de départ est localisé à la limite nord-ouest du modèle qui correspond à la limite du bassin versant de niveau 1 de la rivière. Il est donc situé à environ 5,3 km au nord du centre de la municipalité et elle s'étend ensuite selon une direction moyenne de S 5° E et sous un gradient hydraulique moyen de 0,037 jusqu'au puits Saint-Louis 2.

Ainsi, sur la base des caractéristiques hydrogéologiques de l'unité aquifère sollicitée et selon la consommation moyenne observée sur ce point de prélèvement, les dimensions suivantes ont été calculées :

- Largeur moyenne : 70 m
- Aire de protection intermédiaire bactériologique (200 jours) : 56 m
- Aire de protection intermédiaire virologique (550 jours) : 118 m
- Aire de protection éloignée : 2,45 km

La figure 20 présente l'étendue de cette aire d'alimentation, des aires de protection intermédiaire bactériologique (200 jours) et virologique (550 jours) de même que l'aire de protection éloignée.

FIGURE 20 : Aires de protection du puits Saint-Louis 2 (X0009253-1)



2.3.5 Site Saint-Louis SL-3 (X0009253-3)

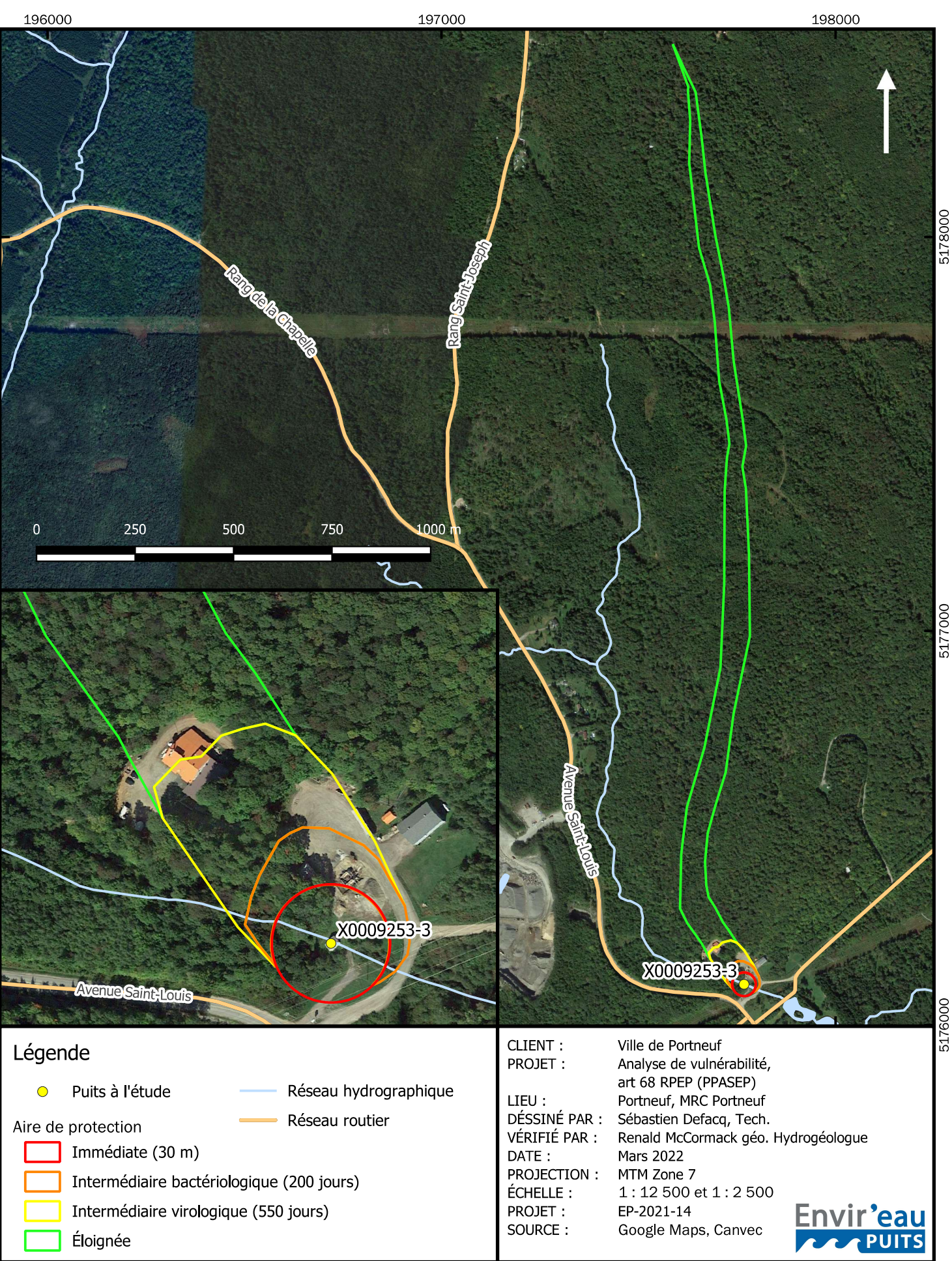
L'aire d'alimentation de ce site de prélèvement a été calculée sur la base d'une consommation moyenne de 49,7 m³/jour. Son point de départ est également localisé à la limite nord-ouest ouest du modèle qui correspond à la limite du bassin versant de niveau 1 de la rivière Portneuf. Il est donc situé à environ 5,6 km au nord du centre de la municipalité et elle s'étend ensuite selon une direction moyenne de S 6° E et sous un gradient hydraulique moyen de 0,034 jusqu'au puits.

Ainsi, sur la base des caractéristiques hydrogéologiques de l'unité aquifère sollicitée et selon la consommation moyenne observée sur ce point de prélèvement, les dimensions suivantes ont été calculées :

- Largeur moyenne : 60 m
- Aire de protection intermédiaire bactériologique (200 jours) : 86 m
- Aire de protection intermédiaire virologique (550 jours) : 125 m
- Aire de protection éloignée : 2,65 km

La figure 21 présente l'étendue de cette aire d'alimentation, des aires de protection intermédiaire bactériologique (200 jours) et virologique (550 jours) de même que l'aire de protection éloignée.

FIGURE 21 : Aires de protection du puits Saint-Louis 3 (X0009253-3)



2.3.6 Site Les Sources (X0008318-2)

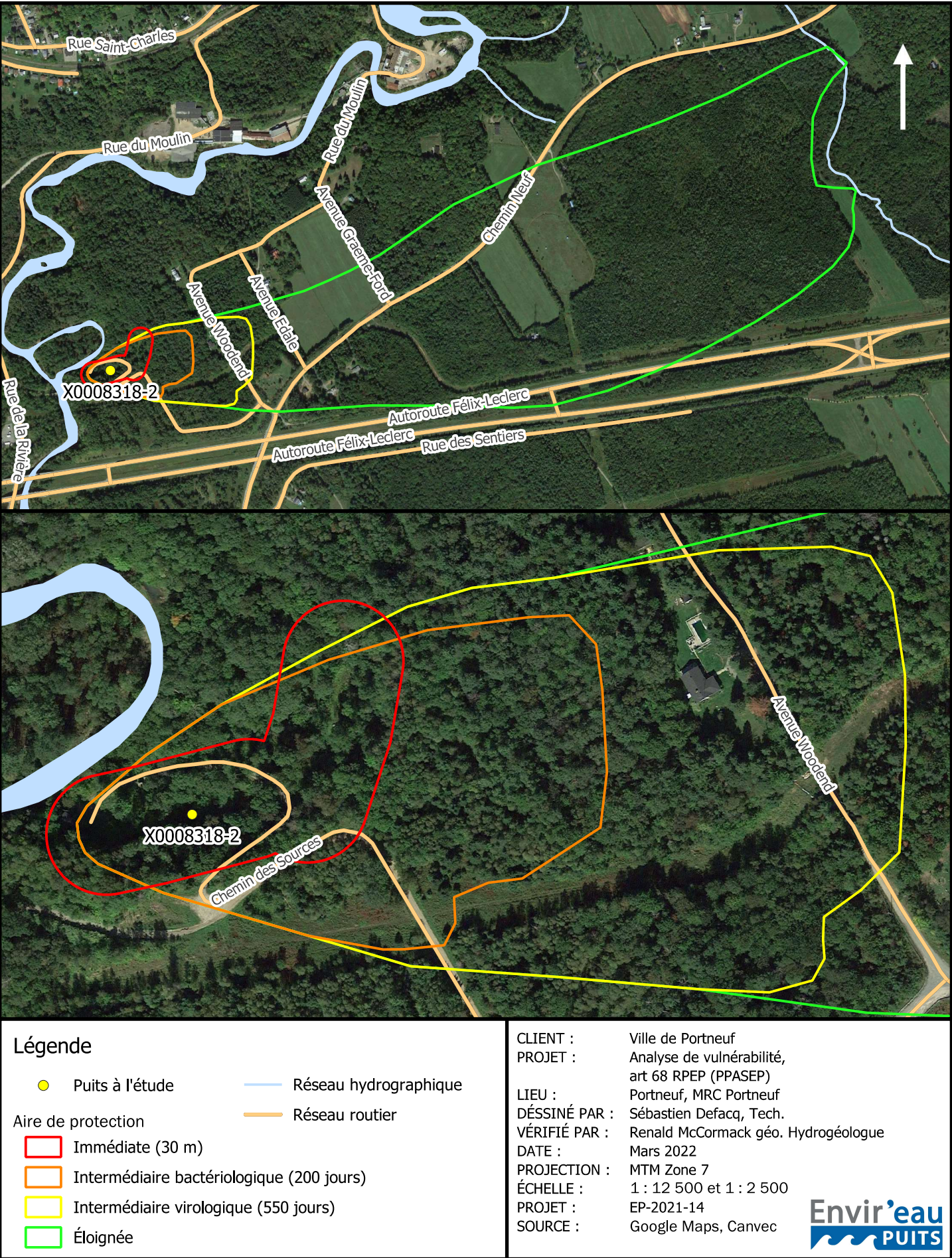
L'aire d'alimentation de ce site de prélèvement a été calculée sur la base d'une consommation moyenne de 422,3 m³/jour. Son point de départ est situé à environ 3,0 km au nord du centre de la municipalité et elle s'étend ensuite selon une direction moyenne de S 73° 0 et sous un gradient hydraulique moyen de 0,028 jusqu'au puits.

Ainsi, sur la base des caractéristiques hydrogéologiques de l'unité aquifère sollicitée et selon la consommation moyenne observée sur ce point de prélèvement, les dimensions suivantes ont été calculées :

- Largeur moyenne : 420 m
- Aire de protection intermédiaire bactériologique (200 jours) : 206 m
- Aire de protection intermédiaire virologique (550 jours) : 356 m
- Aire de protection éloignée : 1,9 km

La figure 22 présente l'étendue de cette aire d'alimentation, des aires de protection intermédiaire bactériologique (200 jours) et virologique (550 jours) de même que l'aire de protection éloignée.

FIGURE 22 : Aires de protection du puits Les Sources (X0008318-2)



Le tableau suivant résume les diverses informations reliées au calcul de l'aire d'alimentation de ces puits.

Site de prélèvement NO	Gradient moyen	Débit moyen (m ³ /j) 2020	Aire de protection bactériologique (m)	Aire de protection virologique (m)	Aire de protection éloignée (m) Longueur / largeur moyenne (m)
Thibodeau (X2177979-1)	0,017	50	64	154	3 330 / 120
Provencher (X2177980-1)	0,018	50	306	491	3 500 / 50
Saint-Louis 1 (X0009253-2)	0,031	336,6	127	281	3 180 / 270
Saint-Louis 2 (X0009253-1)	0,037	84,9	56	118	2 450 / 70
Saint-Louis 3 (X0009253-3)	0,034	49,7	86	125	2 650 / 60
Les Sources (X0008318-2)	0,028	422,3	206	356	1 900 / 420

Tableau 2 : Caractéristiques des aires d'alimentation

2.4 Modélisation de l'aire d'alimentation des 5 puits tubulaires

Afin de déterminer l'écoulement des eaux souterraines, un modèle numérique a été élaboré avec le logiciel ModelMuse 4.3 qui utilise le code de MODFLOW 6. Ce logiciel permet de modéliser le milieu géologique du secteur à l'étude et de simuler l'écoulement des eaux souterraines ainsi que l'impact du puits à l'étude afin d'en déterminer les aires d'alimentation à l'aide d'un suivi des particules.

La méthodologie utilisée consiste à concevoir un modèle numérique de la zone à partir des données disponibles et de calibrer le modèle en faisant varier les paramètres hydrauliques tel que la recharge annuelle, la conductivité hydraulique et la géométrie du secteur à l'étude afin d'obtenir une piézométrie à l'état statique en régime permanent qui permet d'être comparé avec l'élévation des niveaux d'eau observés sur le terrain et ajustée en conséquence afin d'obtenir un modèle le plus représentatif possible. Par la suite, une analyse de sensibilité du modèle est réalisée afin d'en confirmer le comportement et de valider les résultats. Le modèle ainsi obtenu permet alors de simuler le comportement des eaux souterraines pendant le pompage des puits en régime transitoire et d'effectuer un suivi de particules pour déterminer les aires de protection. Le tableau suivant indique la provenance des données qui ont été utilisées.

	Source
Topographie de la surface	- Données d'élévation (Lidar)
Topographie du roc	- Système d'information hydrogéologique du MELCC (SIH) - Cartographie hydrogéologique régionale du piémont laurentien dans la MRC de Portneuf : géologique et stratigraphie des formations superficielles, Commission géologique du Canada, Dossier public 3664a, 1998
Géologie	- Carte des dépôts meubles (RIES – Portneuf) - Carte du socle rocheux (SIGEOM, Services WMS – Géologie régionale). - Système d'information hydrogéologique du MELCC (SIH)
Réseau hydrographique	- Données topographiques du Canada – CanVec - Limites de bassin versant, Centre d'expertise hydrique du Québec
Hydrogéologie	- Système d'information hydrogéologique du MELCC (SIH) - GÉOHYDROTEK INC., Travaux de recherche en eau potable à Portneuf, comté de Portneuf, Février 1979 - CONSULTATNS HGE, Municipalité de Portneuf, Aires de protection – Secteur Thibodeau, Avis technique, Projet : HGE-04-2365, Juillet 2004 - CONSULTANTS HGE, Ville de Portneuf, Rapport hydrogéologique – Aménagement de drains horizontaux – Secteur des sources, Projet HGE 03-2036, Juillet 2003 - CONSULTATNS HGE, Municipalité de Portneuf, Aires de protection – Secteur Saint-Charles, Avis technique, Projet : HGE-04-2365, Août 2004 - MISSION HGE INC., Municipalité de Portneuf. Aires de protection des puits municipaux, secteur Saint-Louis, rapport technique, Réf No : 05498-101, Octobre 2005 - MISSION HGE INC., Ville de Portneuf, Évaluation du rendement des puits dans les secteurs Saint-Louis, Saint-Charles et Provencher, Réf No : 12280-101, Mai 2013 - ENVIR'EAU PUIITS INC., Synthèse hydrogéologique des recherches en eau souterraine, Ville de Portneuf, Projet EP-2016-08, juin 2016 - Cartographie hydrogéologique régionale du piémont laurentien dans la MRC de Portneuf : géologique et stratigraphie des formations superficielles, Commission géologique du Canada, Dossier public 3664a, 1998\

Tableau 3 : Provenance des informations utilisées

2.4.1 Conception du modèle numérique

La zone à l'étude est représentée par un polygone d'environ 10 x 9,5 km. Le modèle est découpé en cellules carrées de 100 mètres de côté et cette grille est raffinée à l'approche de cours d'eau et des puits pour atteindre des cellules de 25 mètres de côté pour un total de 12 785 cellules ; quant à la géologie, elle est représentée par 4 couches différentes dont 3 pour les dépôts meubles et une pour le socle rocheux.

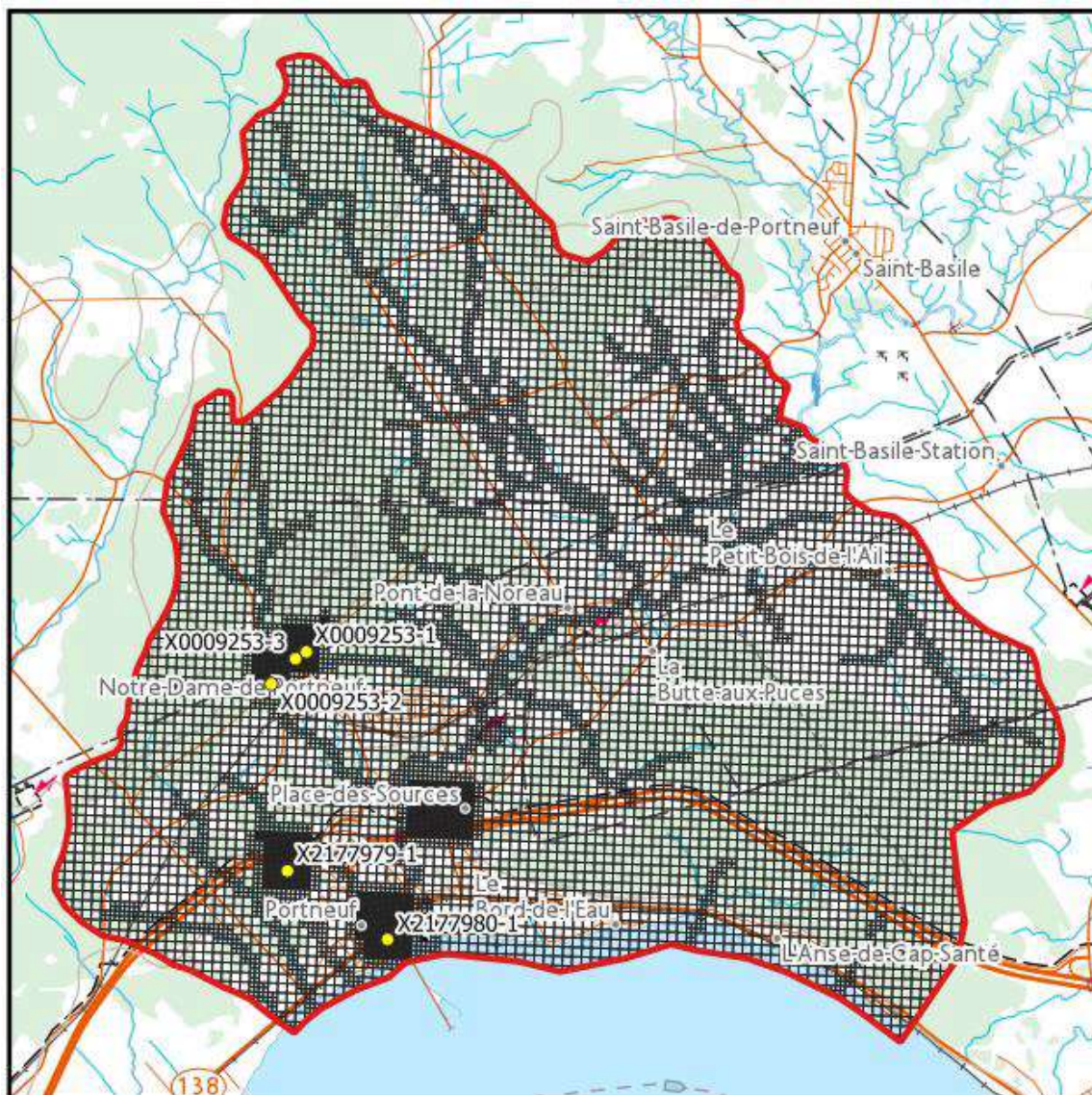


Figure 23 : Grille du modèle conceptuel

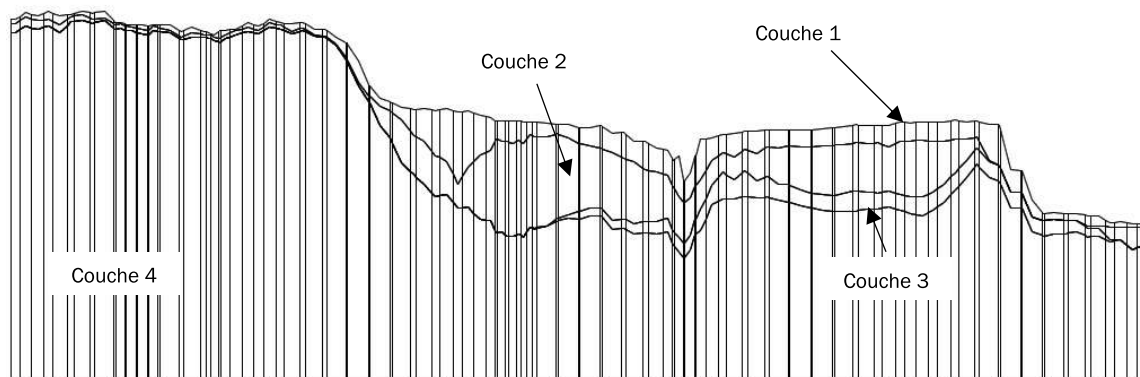


Figure 24 : Section transversale (Nord-Ouest – Sud-Est, exagération verticale x10)

2.4.2 Conditions limites

Les limites du modèle (en rouge) correspondent à l'amont des limites des bassins versants ou de sous bassins versants (limite à flux nul) pour la rivière Portneuf, ses affluents, et des petits bassins de cinq rivières se déversant directement dans le Fleuve Saint-Laurent. Au sud, le Fleuve Saint-Laurent constitue une limite à charge constante selon le niveau du Fleuve (élévation selon le MNT extrait du relevé LiDAR).

La gestion des eaux de surface est réalisée à l'aide d'une condition limite de « Drain » qui permet d'extraire l'eau de surface du modèle dès que le niveau d'eau atteint la topographie de surface en suivant la répartition des cours d'eau présents dans la zone à l'étude.

Les cellules sous condition « Limite de charge constante » sont représentées en orange et les cellules de type « Drain » sont représentées en bleu dans la figure suivante.



Figure 25 : Conditions limites

2.4.3 Propriétés hydrogéologiques

Les puits de pompage, les piézomètres PZ-2 et NDP-1 ainsi que quatre puits privés ont servi à établir la piézométrie du modèle. Ces puits sont localisés sur la figure suivante.

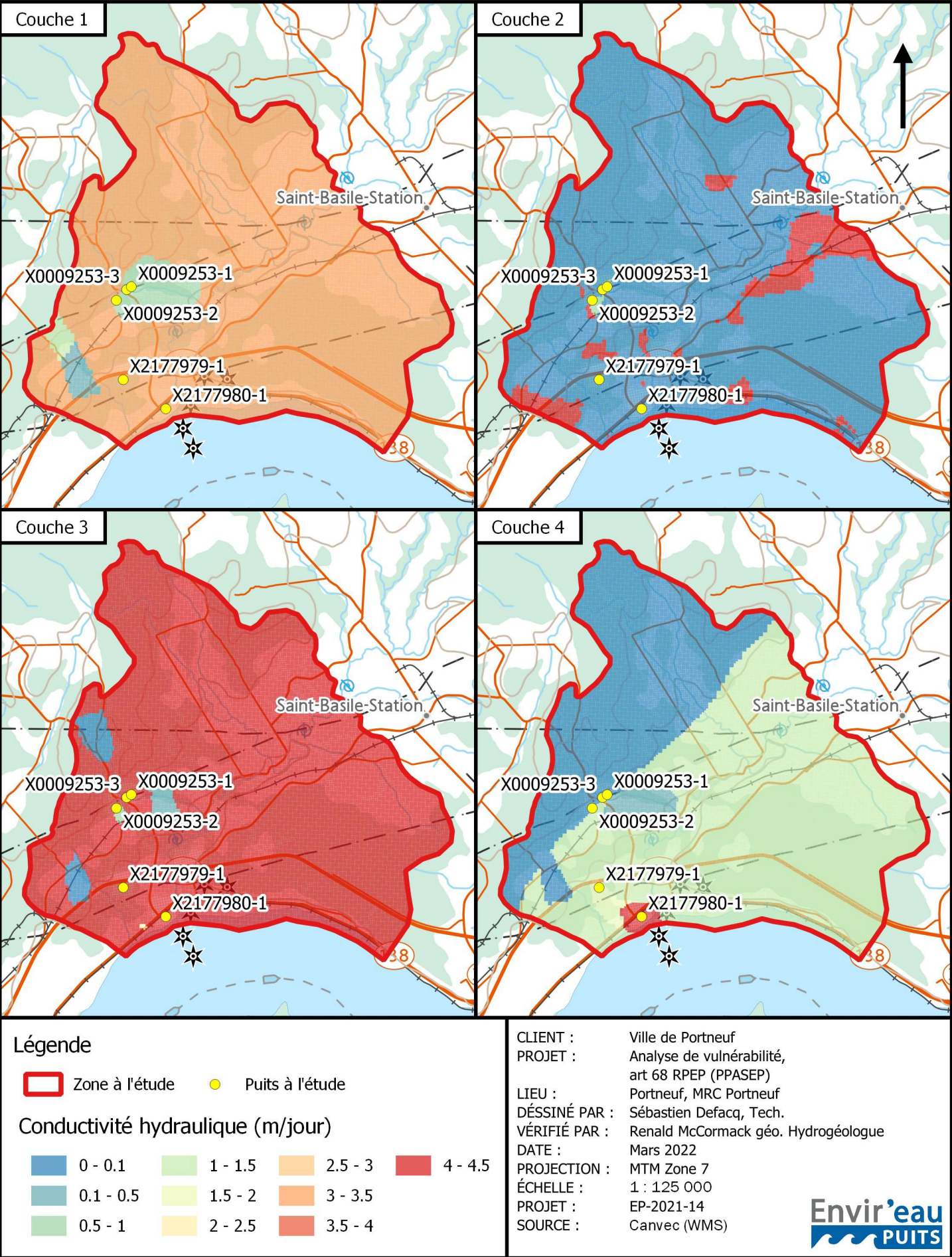


Figure 26 : Localisation des puits utilisés pour la modélisation

Les dépôts meubles en surface sont représentés avec trois couches de matériaux différents. Ces unités ont été modélisées en 3D dans le modèle car le système granulaire aquifère et l'aquitard d'argile participent aux dynamiques d'écoulement d'eau souterraine qui influent sur l'aquifère rocheux fracturé. L'épaisseur de dépôts meubles a été établie selon la compilation et la numérisation de la stratigraphie tirée des forages provenant du SIH (215 forages) et qui atteignent ainsi que des données de recherches hydrogéologiques réalisées historiquement (1968 à 2008) dans le secteur (32 forages et 39 points extraits de levés géophysiques). L'épaisseur des dépôts a servi à définir la topographie du roc qui est utilisé dans le modèle, ainsi que l'agencement des dépôts quaternaires conceptualisés en unités de 1) sables de surface, 2) argile et till, 3) sable captif sous les argiles. La couverture des dépôts quaternaire numérique a été obtenue depuis le site Canadien du Réseau d'Information sur les Eaux Souterraines (RIES) pour la région de Portneuf. Cette dernière couche numérique a été utilisée pour orienter le modèle conceptuel concernant l'agencement des dépôts meubles.

La répartition des conductivités hydrauliques a été calibrée à partir des conductivités hydrauliques typiques des dépôts quaternaires en place et le socle rocheux a été calibrée à partir a partir des différents essais de pompage disponibles dans le secteur est présentée à la figure suivante.

FIGURE 27 : Conductivité hydraulique des couches



Afin de représenter l'hétérogénéité verticale des dépôts, la conductivité hydraulique verticale du modèle représente 10 % de la conductivité horizontale. L'épaisseur des dépôts meubles utilisée dans le modèle est représentée dans la figure suivante.

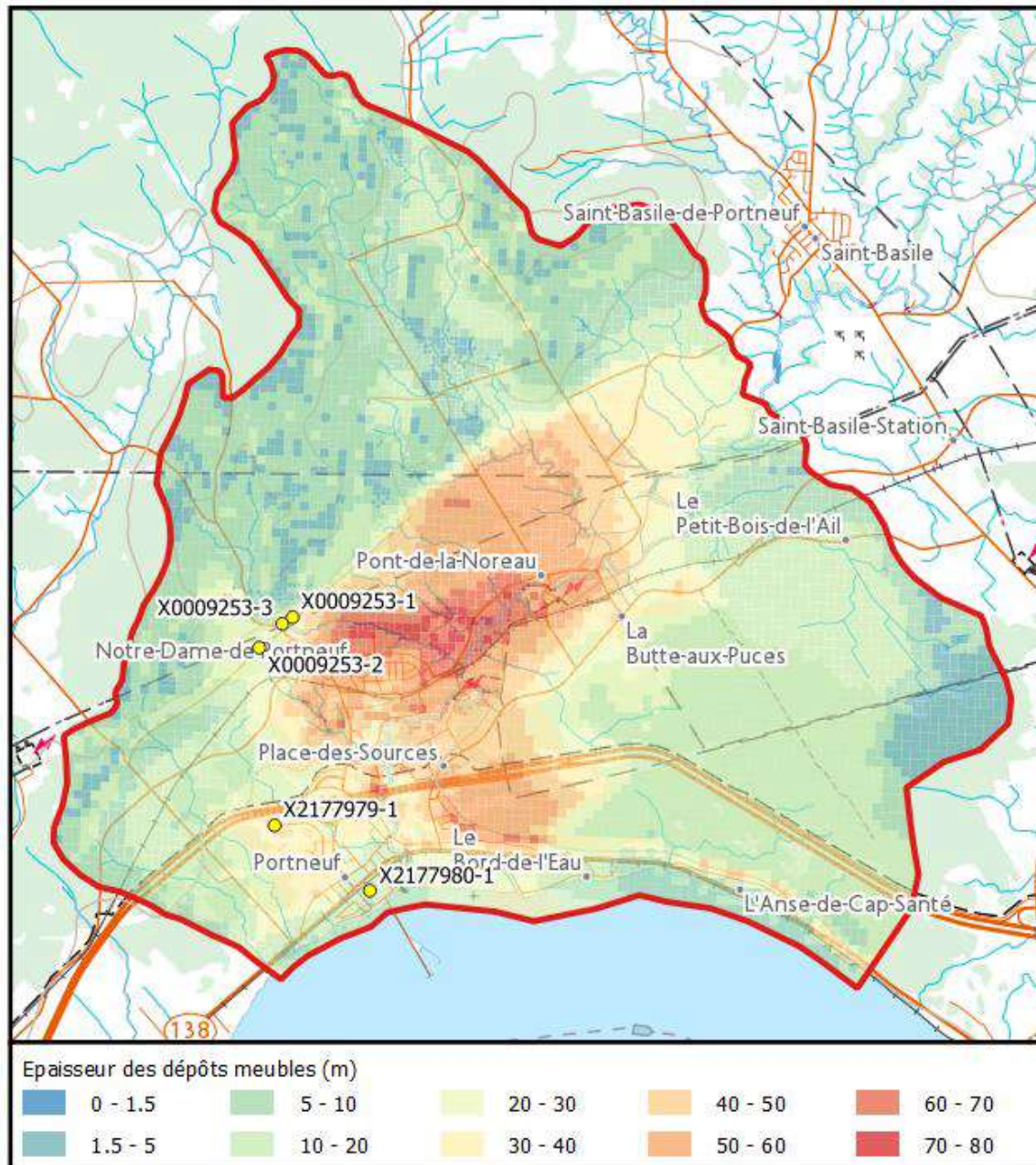


Figure 28 : Epaisseur des dépôts meubles

2.4.4 Recharge

La recharge hydraulique a été calculée à partir des données théoriques moyennes en fonction du type de dépôts meubles présents et est ensuite calibrée avec le modèle. La figure suivante représente la répartition de la recharge dans les limites de la zone à l'étude.

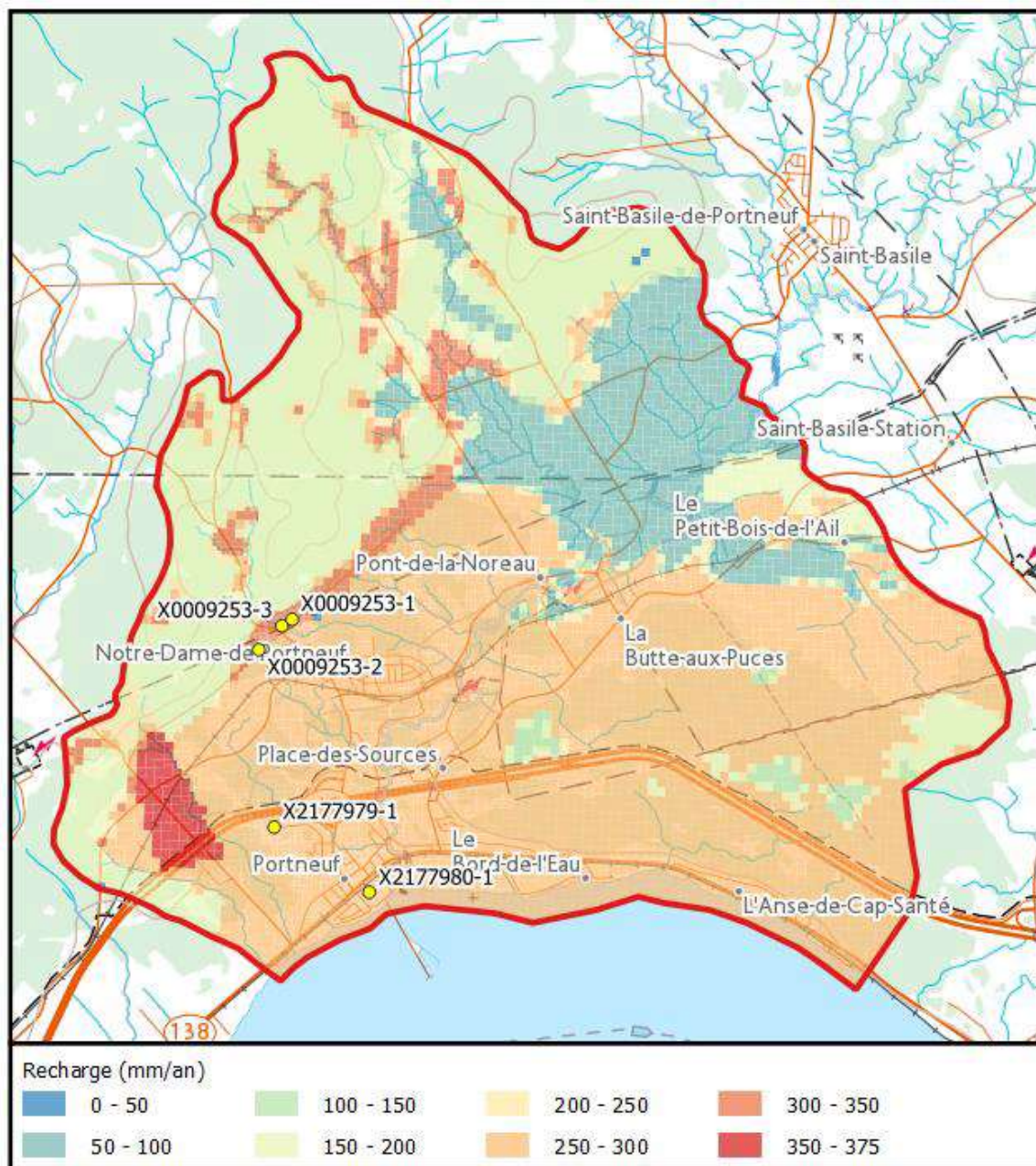


Figure 29 : Recharge au sol

2.4.5 Calibration du modèle numérique

La calibration du modèle est effectuée en comparant l'élévation des niveaux d'eau calculés en état statique par rapport aux niveaux d'eau mesurés. Les points d'observation choisis correspondent à deux puits de pompage et à des points d'observation répartis autour des puits à l'étude. Le tableau suivant montre ces résultats et la figure 30 montre la corrélation entre les niveaux.

Puits	Mesuré (m)	Modélisé (m)	Résiduel (m)
1090	45.28	45.78	0.50
1400 st-louis	104.60	106.49	1.89
650	53.97	50.40	-3.57
930	64.71	68.48	3.77
ndp-1	63.26	59.60	-3.66
Provencher	4.00	5.63	1.63
PZ-2	81.57	77.84	-3.73
Thibodeau	31.40	29.80	-1.60

Tableau 4 : Élévation de la nappe (résultats mesurés vs modélisés)

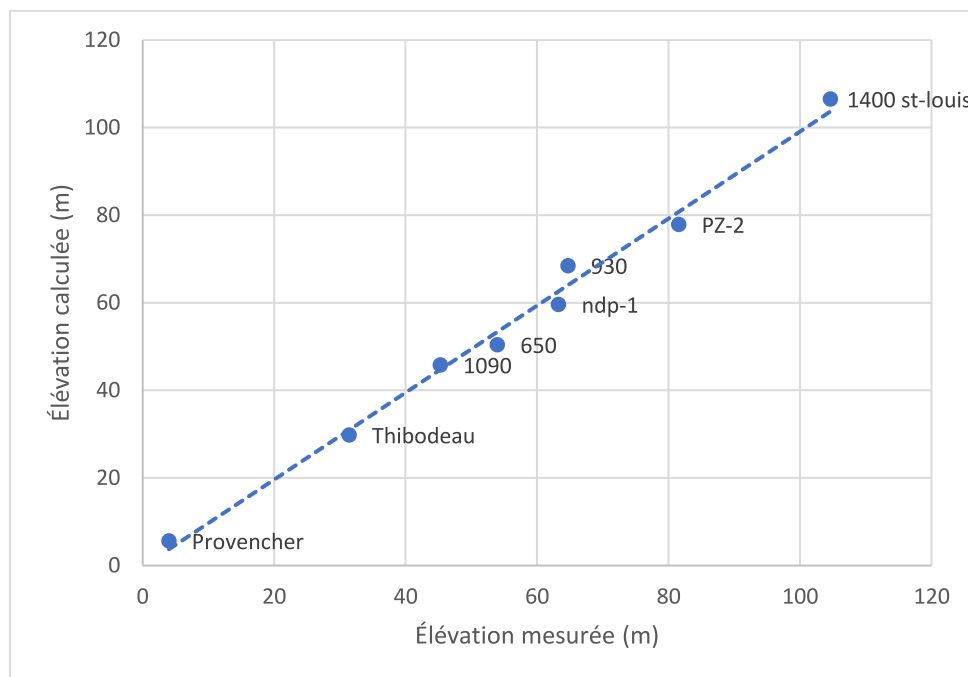


Figure 30 : Corrélation de l'élévation des niveaux d'eau

Avec ces résultats il est possible de calculer le pourcentage d'erreur RMS normalisé. Dans le cas présent, la calibration du modèle montre un RMS normalisé de 2,8 %, ce qui indique une calibration adéquate du modèle. La figure suivante présente la piézométrie simulée avec la modélisation au niveau des dépôts meubles en état statique.

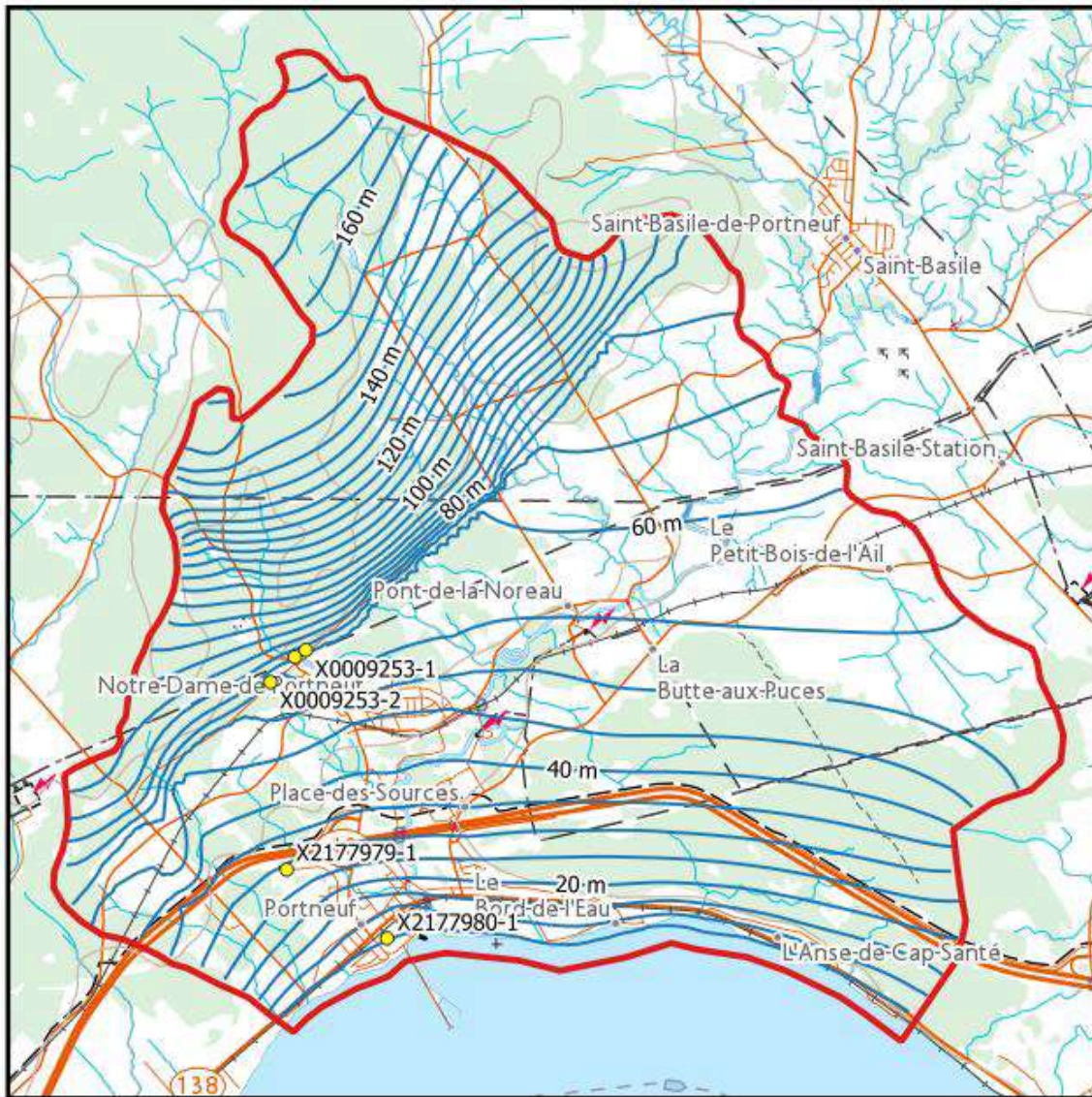


Figure 31 : Piézométrie simulée au socle rocheux en état statique

2.4.6 Analyse de la sensibilité

L'analyse de la sensibilité est réalisée selon la norme ASTM D5611-94. La conductivité hydraulique ainsi que la recharge sont modifiées un paramètre à la fois suivant un facteur de 50 à 150 % de la valeur calibrée. Les résultats obtenus montrent l'évolution de l'erreur RMS normalisée ainsi que les erreurs résiduelles des niveaux d'eau en mètres pour les différentes valeurs, ce qui permet de confirmer les valeurs de conductivité hydraulique et de recharge utilisées lors de la calibration. Les deux figures suivantes montrent les résultats de l'analyse de sensibilité.

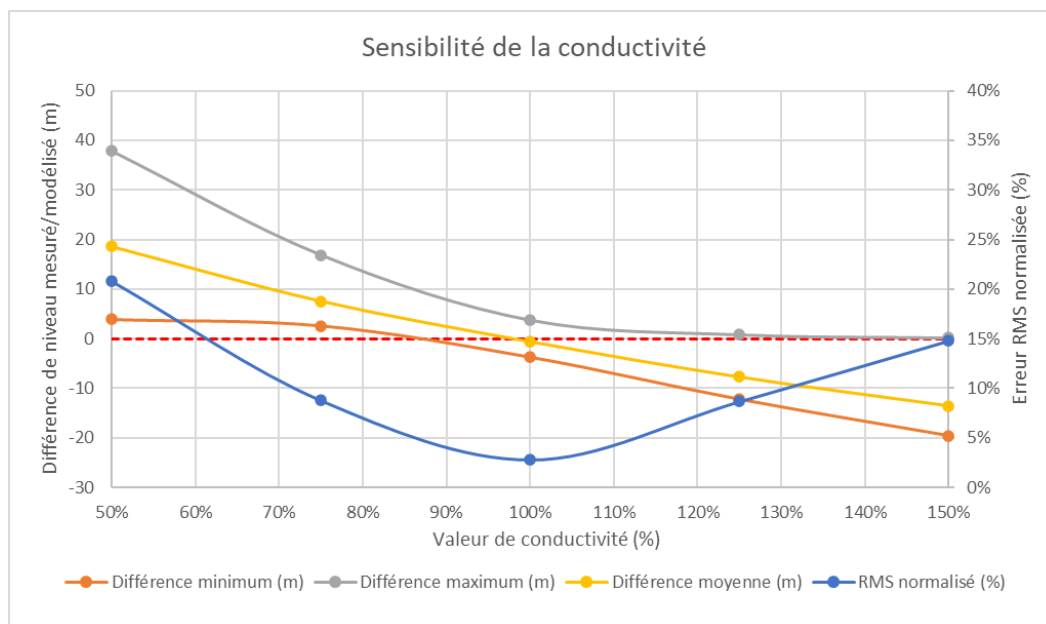


Figure 32 : Analyse de sensibilité – Conductivité

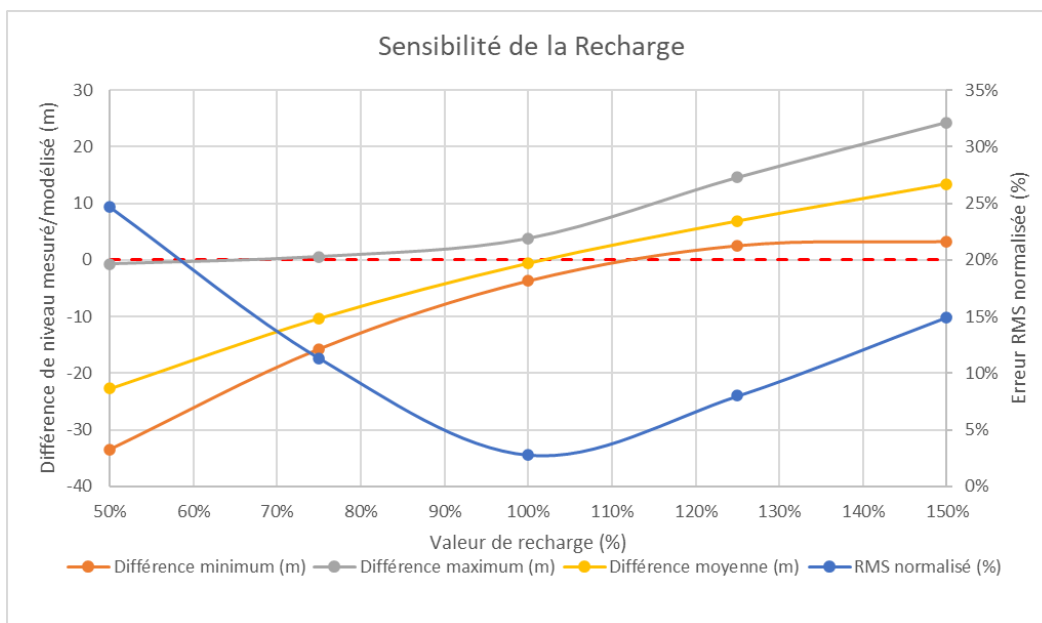


Figure 33 : Analyse de sensibilité – Recharge

D'après les résultats obtenus, les changements sur la calibration autant sur la conductivité hydraulique que sur la recharge montrent un impact significatif sur les résultats observés ; d'autre part, les variations de calibration entraînent un changement du comportement de l'écoulement des eaux souterraines, ce qui a un impact important sur les aires de protection et donc sur les conclusions de l'étude.

Ce qui permet de conclure que d'après la norme ASTM D5611-94, le présent modèle a une sensibilité de type 3 car une modification dans la calibration entraîne un impact significatif sur les niveaux résiduels et sur le résultat de l'étude, c'est-à-dire les aires de protection, qui sont aussi affectées de façon significative lors des variations. Il est donc possible d'affirmer que les résultats obtenus sont réalistes avec les points d'observation disponibles.

2.4.7 Aires de protection

À la suite des résultats de l'analyse de sensibilité qui viennent confirmer la calibration du modèle, un suivi de particules (particle tracking) sur 200 et 550 jours a été effectué sur ce puits pour déterminer les aires de protection bactériologique et virologique. L'aire de protection éloignée est déterminée avec un suivi de particules sur une longue durée et sont délimitées par les bassins versants présents dans la zone étudiée. Quant à l'aire de protection immédiate, un rayon fixe de 30 mètres est utilisé.

Les fichiers Shapefile des aires de protection sont disponibles à l'adresse suivante :

<https://www.dropbox.com/sh/1bs52rkxgf30wns/AABRW0WlrOQmSrajvWaJMUNYa?dl=0>

Mot de passe : EP-2021-14

2.5 Niveaux de vulnérabilité des aires de protection des 5 puits tubulaires

Les travaux qui ont été réalisés par Les Consultants HGE et Mission HGE entre 2002 et 2004 dans le cadre des exigences règlementaires du RCES ont révélé des indices DRASTIC suivants :

- 88 (puits Thibodeau) granulaires
- 77 (puits Provencher)
- 92 (puits Saint-Louis PE-1) granulaires
- 90 (puits Saint-Louis PE-2)
- 92 (puits Saint-Louis PE-3)

En vertu de l'article 53 du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection, ces valeurs correspondent localement à une catégorie de vulnérabilité qualifiée de « faible ».

Ces ouvrages de captage sont aménagés soit dans des unités de dépôts granulaires (Thibodeau et Saint-Louis PE-1) ou dans le socle rocheux. Dans ces deux cas, ces horizons producteurs sont surmontés soit de dépôts argileux ou de séquences de roche saine qui assurent une protection adéquate contre l'infiltration de contaminants d'origine anthropique sur les aires de protection immédiate de ces 5 puits.

Dans le cadre de la présente analyse, la vulnérabilité des eaux souterraines à l'échelle régionale a été évaluée à partir des données recueillies lors de la conception du modèle numérique destiné à la réalisation des aires de protection, des données piézométriques simulées et des données topographiques de Canvec. Par ailleurs, le tableau suivant précise les intervalles de vulnérabilité tel que définis à l'article 53 du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection.

Indice DRASTIC	Degré de vulnérabilité
≤100	Faible
100 à 180	Moyen
≥ 180	Élevé

Tableau 5 : Degré de vulnérabilité en fonction de la valeur de l'indice DRASTIC

Dans le cas présent, les valeurs de l'indice DRASTIC **maximales** au sein des aires de protection de ces sites de prélèvement qui ont été obtenues à partir de l'ensemble des données sont les suivantes :

- Puits Thibodeau :
 - Aire de protection intermédiaire bactériologique : 116
 - Aire de protection intermédiaire virologique : 116
 - Aire de protection éloignée (dépôts granulaires) : 126
- Puits Provencher :
 - Aire de protection intermédiaire bactériologique : 144
 - Aire de protection intermédiaire virologique : 138
 - Aire de protection éloignée (dépôts granulaires) : 135

- Puits Saint-Louis 1 :
 - Aire de protection intermédiaire bactériologique : 106
 - Aire de protection intermédiaire virologique : 105
 - Aire de protection éloignée (dépôts granulaires) : 141
- Puits Saint-Louis 2 :
 - Aire de protection intermédiaire bactériologique : 125
 - Aire de protection intermédiaire virologique : 115
 - Aire de protection éloignée (dépôts granulaires) : 136
- Puits Saint-Louis 3 :
 - Aire de protection intermédiaire bactériologique : 125
 - Aire de protection intermédiaire virologique : 125
 - Aire de protection éloignée (dépôts granulaires) : 137

Nous constatons donc que l'ensemble des aires de protection intermédiaire bactériologique doit donc être catégorisé comme ayant un indice DRASTIC moyen et certaines restrictions sont alors applicables dans l'aire de protection intermédiaire virologique (articles 58, 59, 60, 61, 63 et 64) tel que précisé dans le tableau suivant et ce, en raison de la présence d'une faible portion de son aire qui présente un indice de vulnérabilité « moyen ».

Cependant, compte tenu de l'absence d'activités agricoles dans ces aires de protection à l'exception de l'extrémité sud-est de l'aire de protection virologique de P-1, aucune restriction n'est applicable.

Les valeurs de l'indice de chaque paramètre ainsi que la répartition de l'indice DRASTIC sont présentées dans les figures 34, 35, 36, 37 et 38.

Le tableau A4-1 de l'annexe 3 présente le niveau de vulnérabilité pour l'ensemble des aires de protection.

Article RPEP	Aire de protection	Restriction
58	Virologique	À moins d'être réalisé à des fins d'entretien domestique ou d'utiliser des boues certifiées conformes aux normes CAN/BNQ 0413-200, CAN/BNQ 0413-400 ou BNQ 419-090, 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 sont interdits dans l'aire de protection intermédiaire virologique d'un prélèvement d'eau souterraine lorsque son niveau de vulnérabilité des eaux est moyen ou élevé
59	Bactériologique, par. 1	L'aménagement d'une cour d'exercice et le stockage, à même le sol, de déjections animales, de matières fertilisantes azotées, 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 sont interdits
59	Virologique, par. 2	L'aménagement d'une cour d'exercice et le stockage, à même le sol, de déjections animales, de matières fertilisantes azotées, 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 sont interdits lorsque la concentration en nitrates-nitrites est supérieure à 5 mg/l N à deux reprises ou plus sur une période de deux ans.
60	Bactériologique	L'aménagement d'une aire de compostage est interdit
61	Bactériologique	L'aménagement d'un ouvrage de stockage de déjections animales ou d'un bâtiment d'élevage d'animaux est interdit
63	Bactériologique, (par. 3)	Le pâturage et l'épandage 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 sont interdits dans l'aire de protection intermédiaire bactériologique d'un prélèvement d'eau souterraine lorsque son niveau de vulnérabilité des eaux est élevé (paragraphe 1) ou moyen (paragraphe 3) .
63	Virologique, (par. 2)	Le pâturage et l'épandage 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 sont interdits lorsque la concentration en nitrates-nitrites est supérieure à 10 mg/l N à deux reprises ou plus sur une période de deux ans.
64	Bactériologique, (par. 1)	Le pâturage et l'épandage de déjections animales, de compost de ferme ou de matières résiduelles fertilisantes doivent être effectués conformément à la recommandation d'un professionnel
64	Virologique, (par. 2)	Le pâturage et l'épandage de déjections animales, de compost de ferme ou de matières résiduelles fertilisantes doivent être effectués conformément à la recommandation d'un professionnel lorsque la concentration en nitrates-nitrites est supérieure à 5 mg/l N à deux reprises ou plus sur une période de deux ans.

Tableau 6 : Synthèse des restrictions dans les aires de protection intermédiaire

FIGURE 34 : Cotes des paramètres DRASTIC 1/4



Légende

- Puits à l'étude
- Réseau hydrographique
- Réseau routier

Cote des paramètres de l'indice DRASTIC

1	3	5	7	9
2	4	6	8	10

CLIENT : Ville de Portneuf
PROJET : Analyse de vulnérabilité, art 68 RPEP (PPASEP)
LIEU : Portneuf, MRC Portneuf
DÉSSINÉ PAR : Sébastien Defacq, Tech.
VÉRIFIÉ PAR : Renald McCormack géo. Hydrogéologue
DATE : Mars 2022
PROJECTION : MTM Zone 7
ÉCHELLE : 1 : 30 000
PROJET : EP-2021-14
SOURCE : Google Maps, Canvec

FIGURE 34 : Cotes des paramètres DRASTIC 2/4



FIGURE 36 : Cotes des paramètres DRASTIC 3/4



Légende

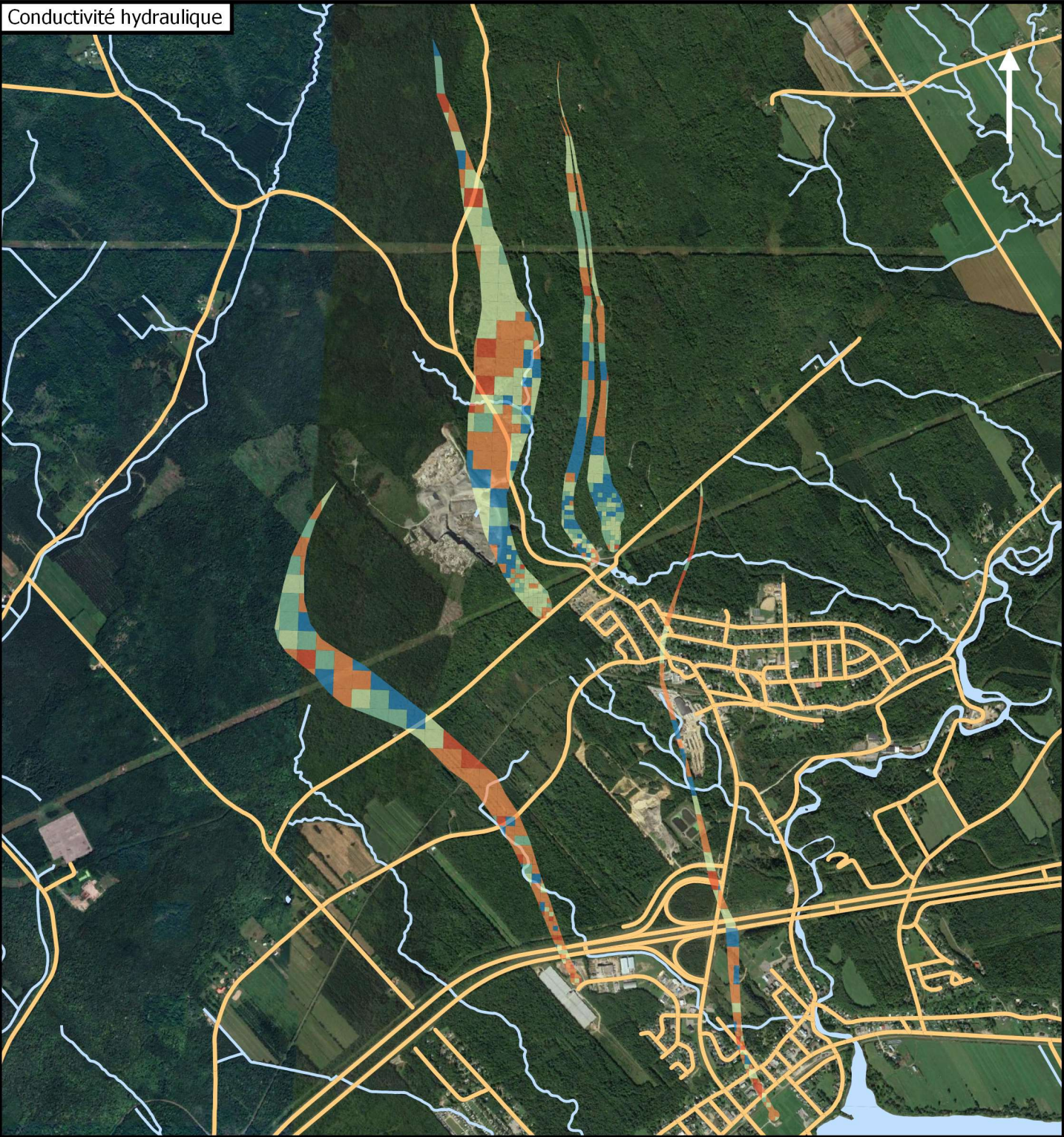
- Puits à l'étude
- Réseau hydrographique
- Réseau routier

Cote des paramètres de l'indice DRASTIC

1	3	5	7	9
2	4	6	8	10

CLIENT : Ville de Portneuf
PROJET : Analyse de vulnérabilité, art 68 RPEP (PPASEP)
LIEU : Portneuf, MRC Portneuf
DÉSSINÉ PAR : Sébastien Defacq, Tech.
VÉRIFIÉ PAR : Renald McCormack géo. Hydrogéologue
DATE : Mars 2022
PROJECTION : MTM Zone 7
ÉCHELLE : 1 : 30 000
PROJET : EP-2021-14
SOURCE : Google Maps, Canvec

FIGURE 37 : Cotes des paramètres DRASTIC 4/4



Légende

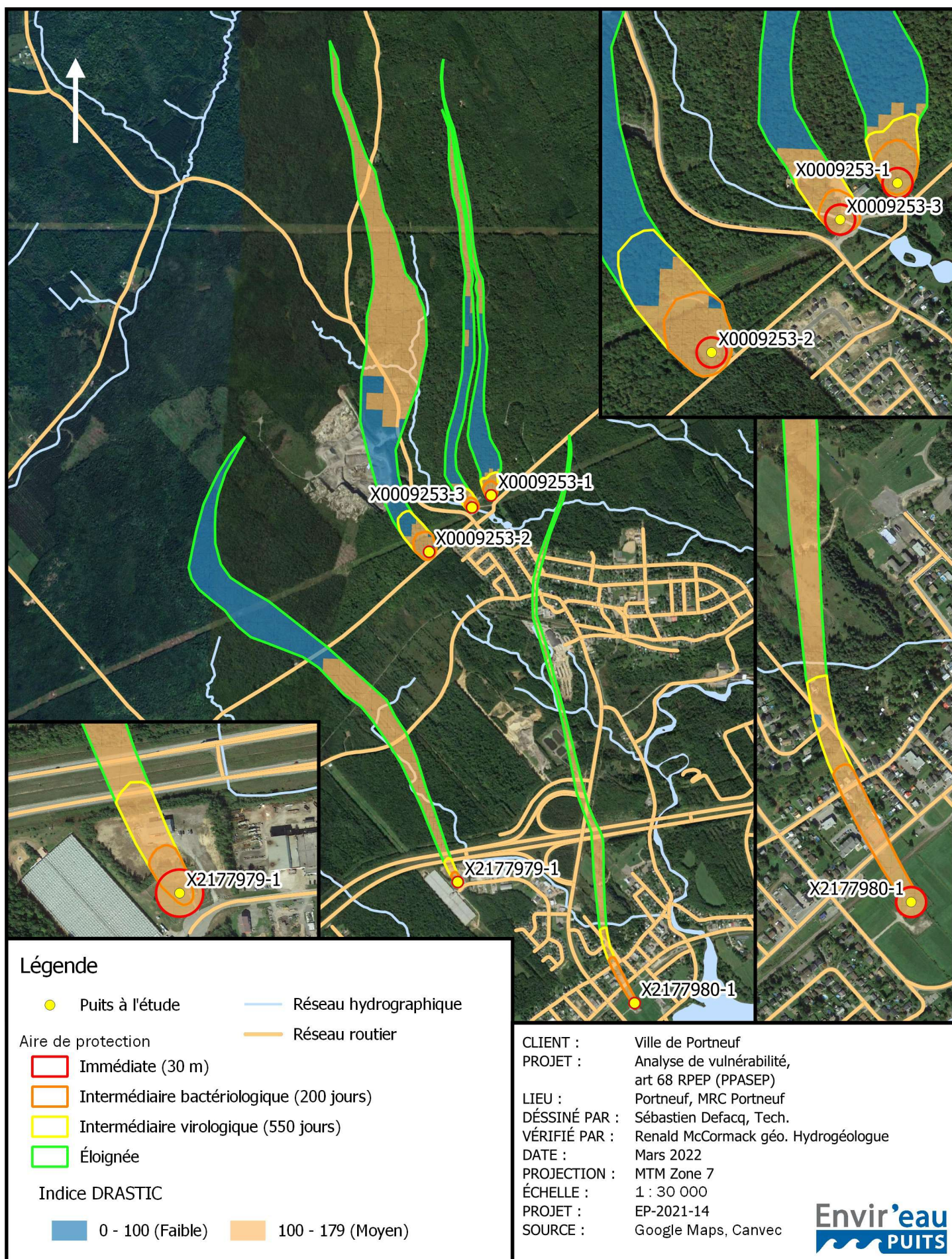
- Puits à l'étude
- Réseau hydrographique
- Réseau routier

Cote des paramètres de l'indice DRASTIC

1	3	5	7	9
2	4	6	8	10

CLIENT : Ville de Portneuf
PROJET : Analyse de vulnérabilité, art 68 RPEP (PPASEP)
LIEU : Portneuf, MRC Portneuf
DÉSSINÉ PAR : Sébastien Defacq, Tech.
VÉRIFIÉ PAR : Renald McCormack géo. Hydrogéologue
DATE : Mars 2022
PROJECTION : MTM Zone 7
ÉCHELLE : 1 : 30 000
PROJET : EP-2021-14
SOURCE : Google Maps, Canvec

FIGURE 38 : Répartition de l'indice DRASTIC



2.6 Modélisation de l'aire d'alimentation du captage Les Sources

Afin de déterminer l'écoulement des eaux souterraines, un modèle numérique a été élaboré avec le logiciel ModelMuse 4.3 qui utilise le code de MODFLOW 6. Ce logiciel permet de modéliser le milieu géologique du secteur à l'étude et de simuler l'écoulement des eaux souterraines ainsi que l'impact du puits à l'étude afin d'en déterminer les aires d'alimentation à l'aide d'un suivi des particules.

La méthodologie utilisée consiste à concevoir un modèle numérique de la zone à partir des données disponibles et de calibrer le modèle en faisant varier les paramètres hydrauliques tel que la recharge annuelle, la conductivité hydraulique et la géométrie du secteur à l'étude afin d'obtenir une piézométrie à l'état statique en régime permanent qui permet d'être comparé avec l'élévation des niveaux d'eau observés sur le terrain et ajustée en conséquence afin d'obtenir un modèle le plus représentatif possible. Par la suite, une analyse de sensibilité du modèle est réalisée afin d'en confirmer le comportement et de valider les résultats. Le modèle ainsi obtenu permet alors de simuler le comportement des eaux souterraines pendant le pompage des puits en régime transitoire et d'effectuer un suivi de particules pour déterminer les aires de protection. Le tableau suivant indique la provenance des données qui ont été utilisées.

	Source
Topographie de la surface	- Données d'élévation (Lidar)
Topographie du roc	- Système d'information hydrogéologique du MELCC (SIH) - Cartographie hydrogéologique régionale du piémont laurentien dans la MRC de Portneuf : géologique et stratigraphie des formations superficielles, Commission géologique du Canada, Dossier public 3664a, 1998
Géologie	- Carte des dépôts meubles (RIES – Portneuf) - Carte du socle rocheux (SIGEOM, Services WMS – Géologie régionale). - Système d'information hydrogéologique du MELCC (SIH)
Réseau hydrographique	- Données topographiques du Canada – CanVec - Limites de bassin versant, Centre d'expertise hydrique du Québec
Hydrogéologie	- Système d'information hydrogéologique du MELCC (SIH) - GÉOHYDROTEK INC., Travaux de recherche en eau potable à Portneuf, comté de Portneuf, Février 1979 - CONSULTANTS HGE, Ville de Portneuf, Rapport hydrogéologique – Aménagement de drains horizontaux – Secteur des sources, Projet HGE 03-2036, Juillet 2003 - CONSULTATNS HGE, Municipalité de Portneuf, Aires de protection – Secteur Thibodeau, Avis technique, Projet : HGE-04-2365, Juillet 2004 - CONSULTATNS HGE, Municipalité de Portneuf, Aires de protection – Secteur Saint-Charles, Avis technique, Projet : HGE-04-2365, Août 2004 - MISSION HGE INC., Municipalité de Portneuf. Aires de protection des puits municipaux, secteur Saint-Louis, rapport technique, Réf No : 05498-101, Octobre 2005 - MISSION HGE INC., Ville de Portneuf, Évaluation du rendement des puits dans les secteurs Saint-Louis, Saint-Charles et Provencher, Réf No : 12280-101, Mai 2013 - ENVIR'EAU PUITES INC., Synthèse hydrogéologique des recherches en eau souterraine, Ville de Portneuf, Projet EP-2016-08, juin 2016 - Cartographie hydrogéologique régionale du piémont laurentien dans la MRC de Portneuf : géologique et stratigraphie des formations superficielles, Commission géologique du Canada, Dossier public 3664a, 1998\

Tableau 7 : Provenance des informations utilisées

2.6.1 Conception du modèle numérique

La zone à l'étude est représentée par un rectangle d'environ 3,5 x 3,8 km. Les limites du modèle (en rouge) représentent une sous-partie du modèle régional bâti pour les puits de captage à l'ouest de la rivière Portneuf. Ce précédent modèle régional incluait en effet une représentation en 3D des épaisseurs des dépôts meubles (sables de surface, unité d'argile, unités granulaires captives) et du roc. La présente zone modélisée se focalise sur les sables de surface qui alimentent la résurgence d'eau souterraine qui est exploitée à l'emplacement des deux drains horizontaux du secteur Les Sources.

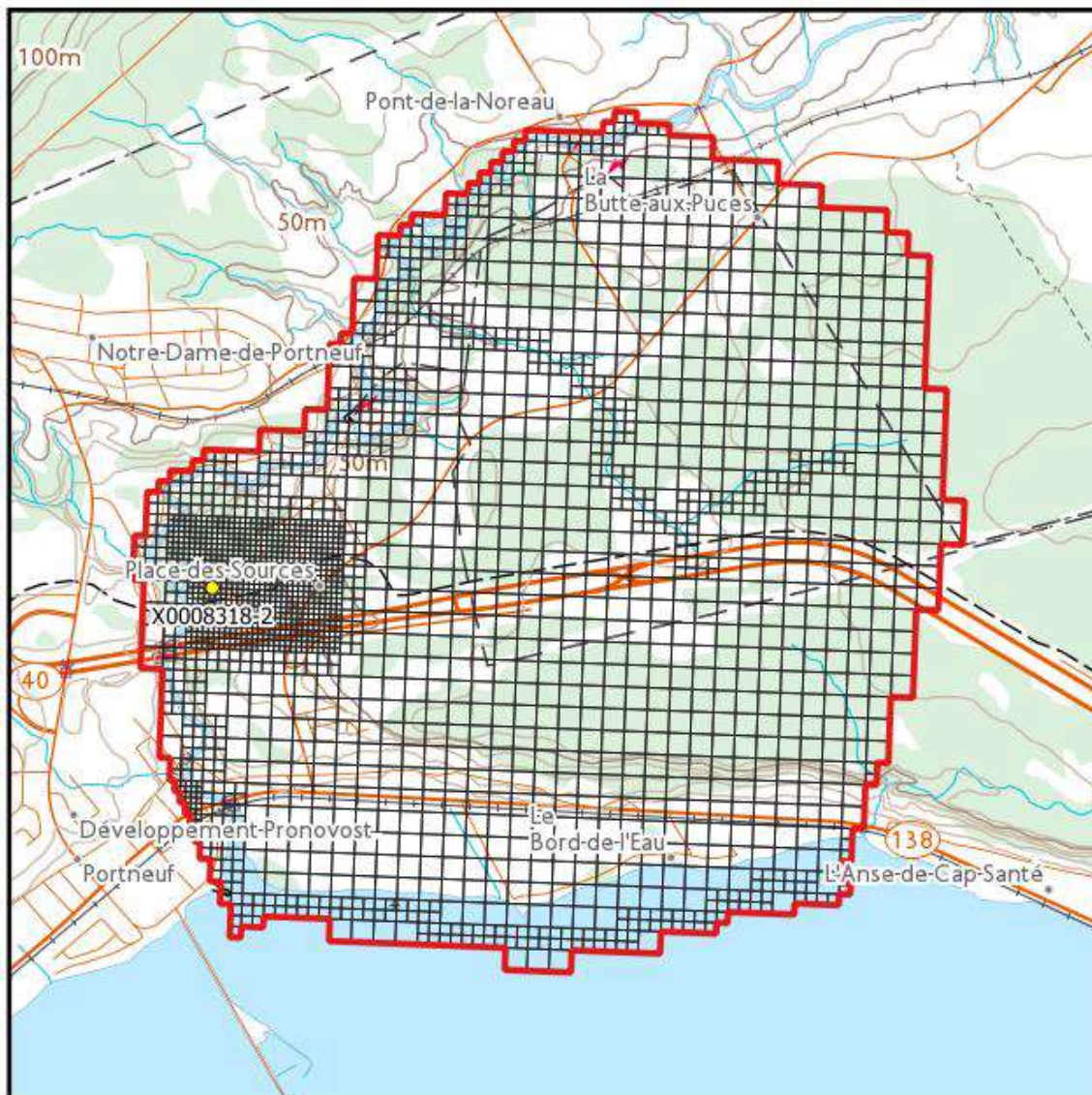


Figure 39 : Grille du modèle conceptuel

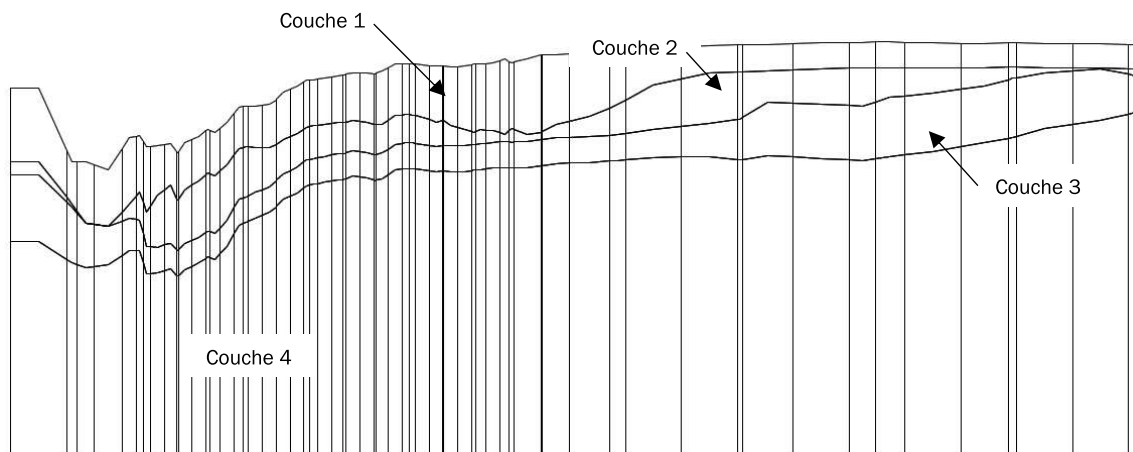


Figure 40 : Section transversale (Ouest - Est, exagération verticale x5)

2.6.2 Conditions limites

Les conditions limites du modèle correspondent à des charges constantes imposées le long de la rivière Portneuf (côté Ouest), et le long du Fleuve Saint-Laurent (limite Sud). La limite vers l'est (flux nul) correspond à des hauts topographiques représentant globalement une ligne de partage des eaux pour l'aquifère des sables de surface. Compte tenu de l'importance de dénivelé du talus situé au sud du plateau et au nord du Fleuve, une ligne de charge constante a été imposée le long de la limite Sud du Talus. Ceci a été nécessaire au maintien des niveaux d'eau souterraine sur le plateau à des valeurs similaires à celles observées pour les puits d'observation installés sur le plateau (profondeur de nappe d'environ 8 m), et à modéliser des conditions propices à la résurgence vers le secteur de Les Sources.

Les cellules sous condition « Limite de charge constante » sont représentées en orange dans la figure suivante.

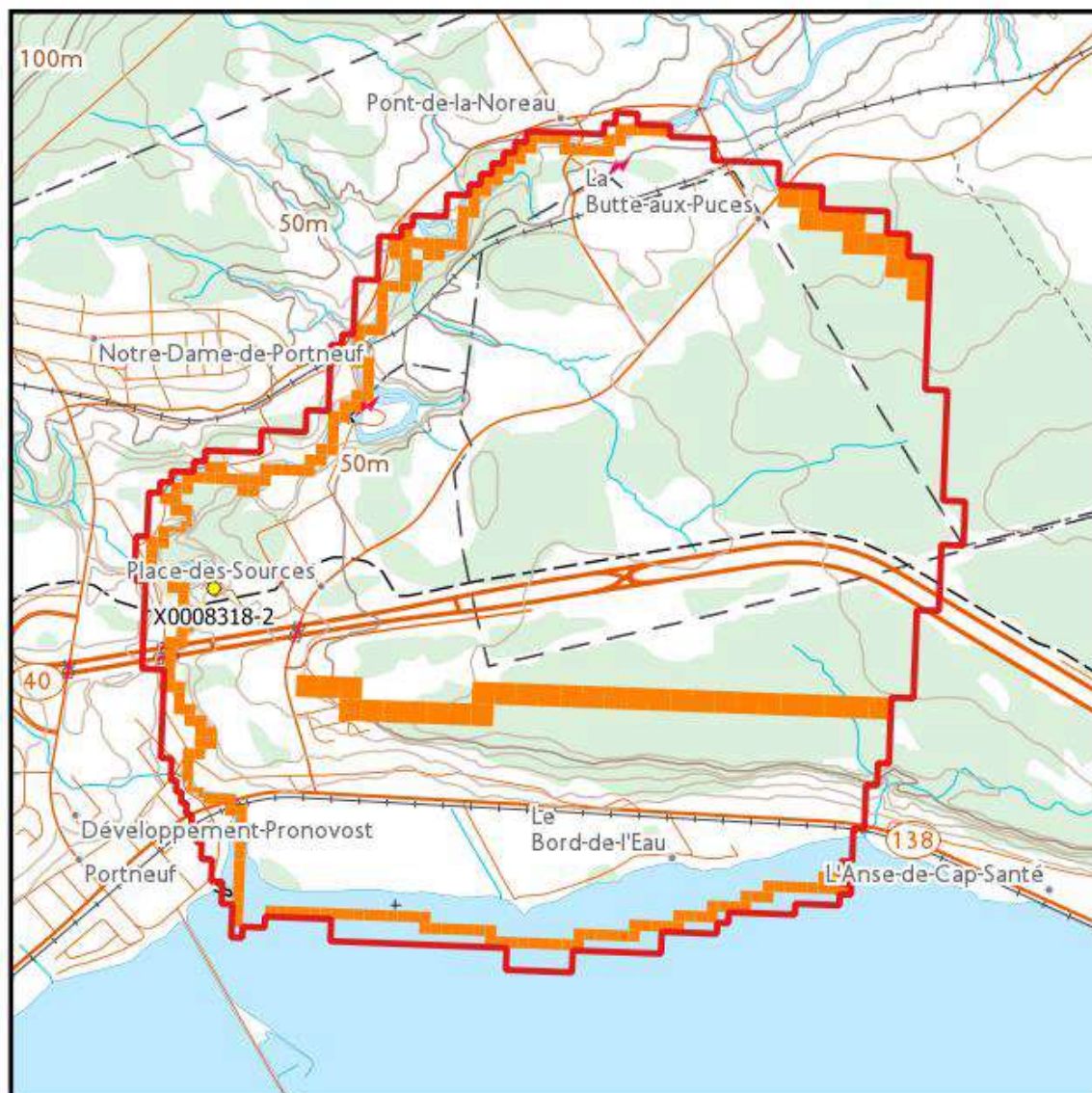


Figure 41 : Conditions limites

2.6.3 Propriétés hydrogéologiques

Les niveaux mesurés de cinq puits d'observations ont servi à la réalisation de la piézométrie de la zone.

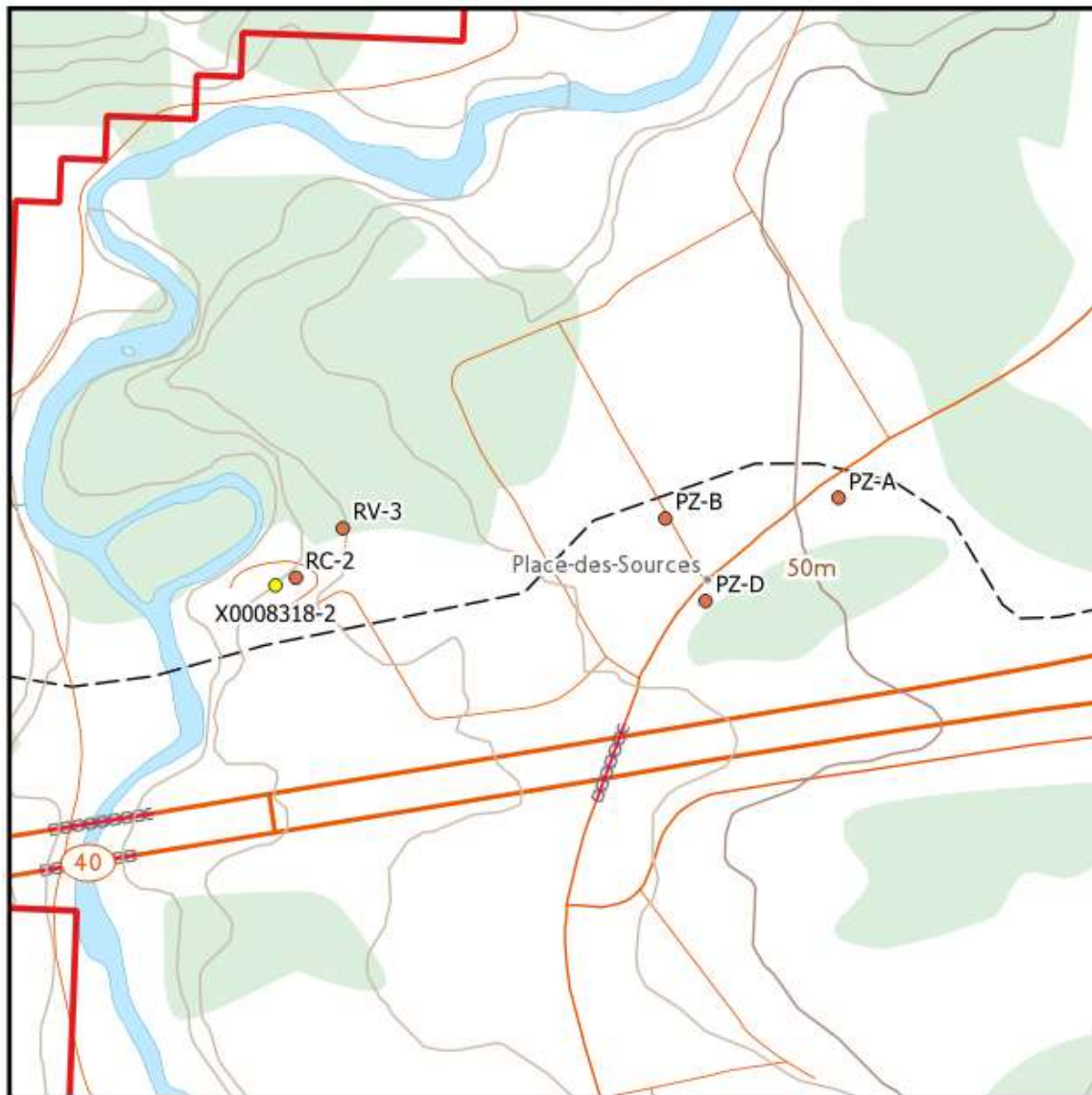
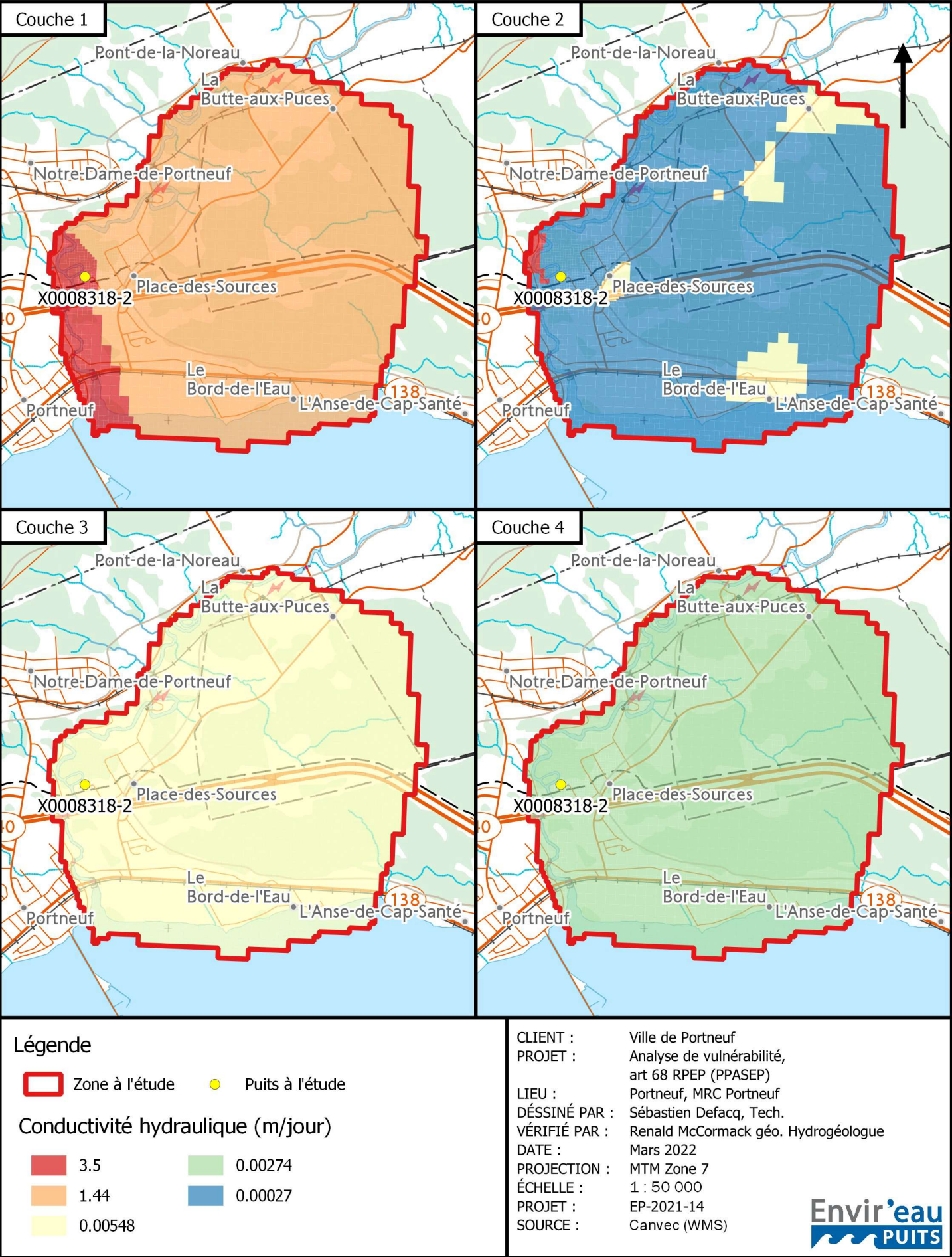


Figure 42 : Localisation des puits utilisés pour la modélisation

Les dépôts meubles en surface sont représentés avec trois couches de matériaux différents, une première modélisation a été réalisée en faisant varier la conductivité hydraulique (considérée dans un premier temps homogène sur la zone d'étude) à partir de la moyenne géométrique de la conductivité hydraulique mesurée pour le secteur, soit une conductivité hydraulique autour de 2533 m/an pour les sables de surface (rapport HGE 03-2036). Ensuite, une zone située en aval hydraulique de la résurgence a été définie pour faire varier la conductivité hydraulique du sable et finaliser le calage de la partie aval, adjacente au captage. La quatrième couche correspond au socle rocheux.

Les différentes conductivités hydrauliques de ces quatre couches sont réparties dans la figure suivante.

FIGURE 43 : Conductivité hydraulique des couches



Afin de représenter l'hétérogénéité verticale des dépôts, la conductivité hydraulique verticale du modèle représente 10 % de la conductivité horizontale. L'épaisseur des dépôts meubles utilisée dans le modèle est représentée dans la figure suivante.

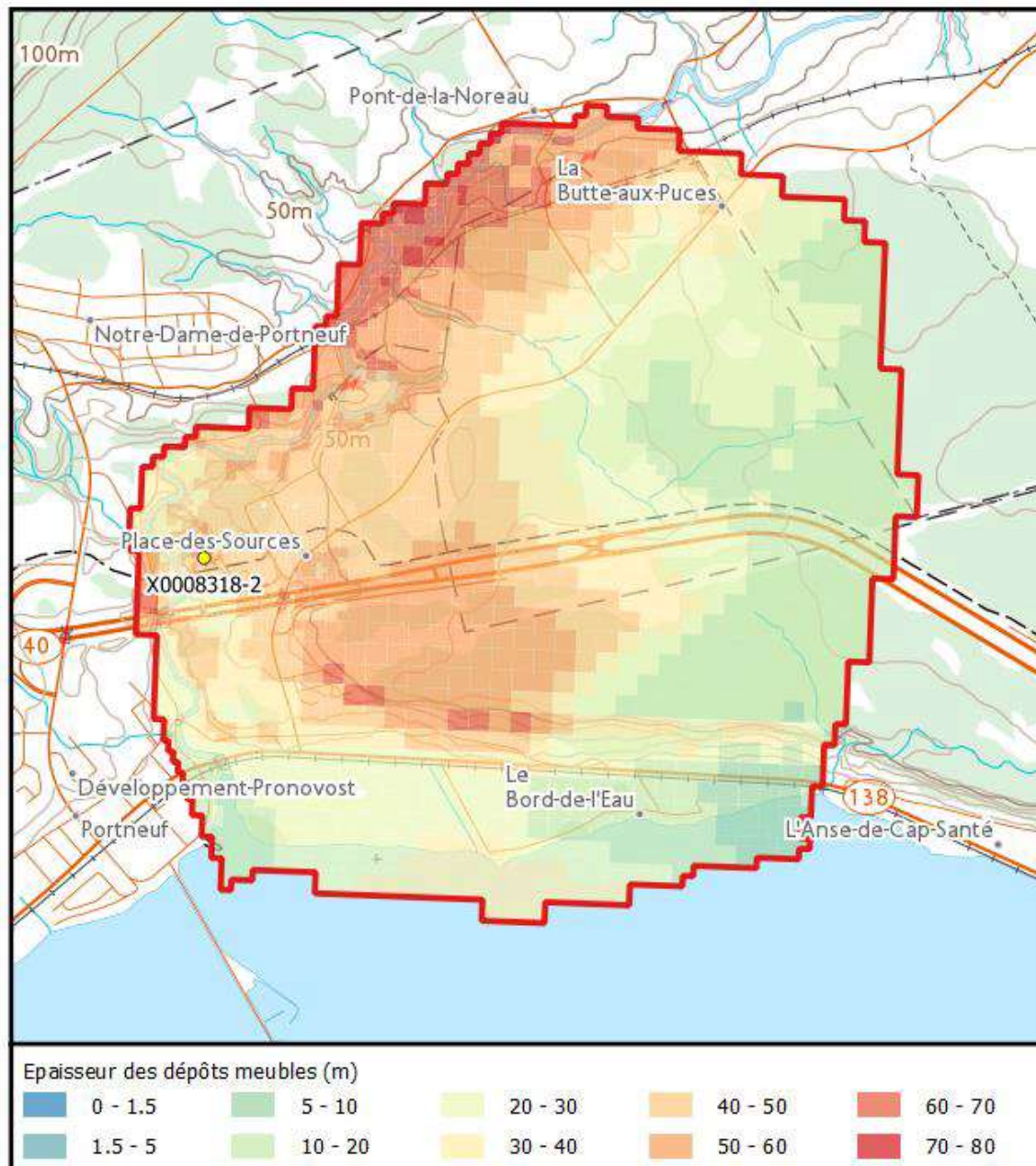


Figure 44 : Épaisseur des dépôts meubles

2.6.4 Recharge

La recharge hydraulique a été calculée à partir des données théoriques moyenne en fonction du type de dépôts meubles présents et est ensuite calibrée avec le modèle. La figure suivante représente la répartition de la recharge dans les limites de la zone à l'étude.

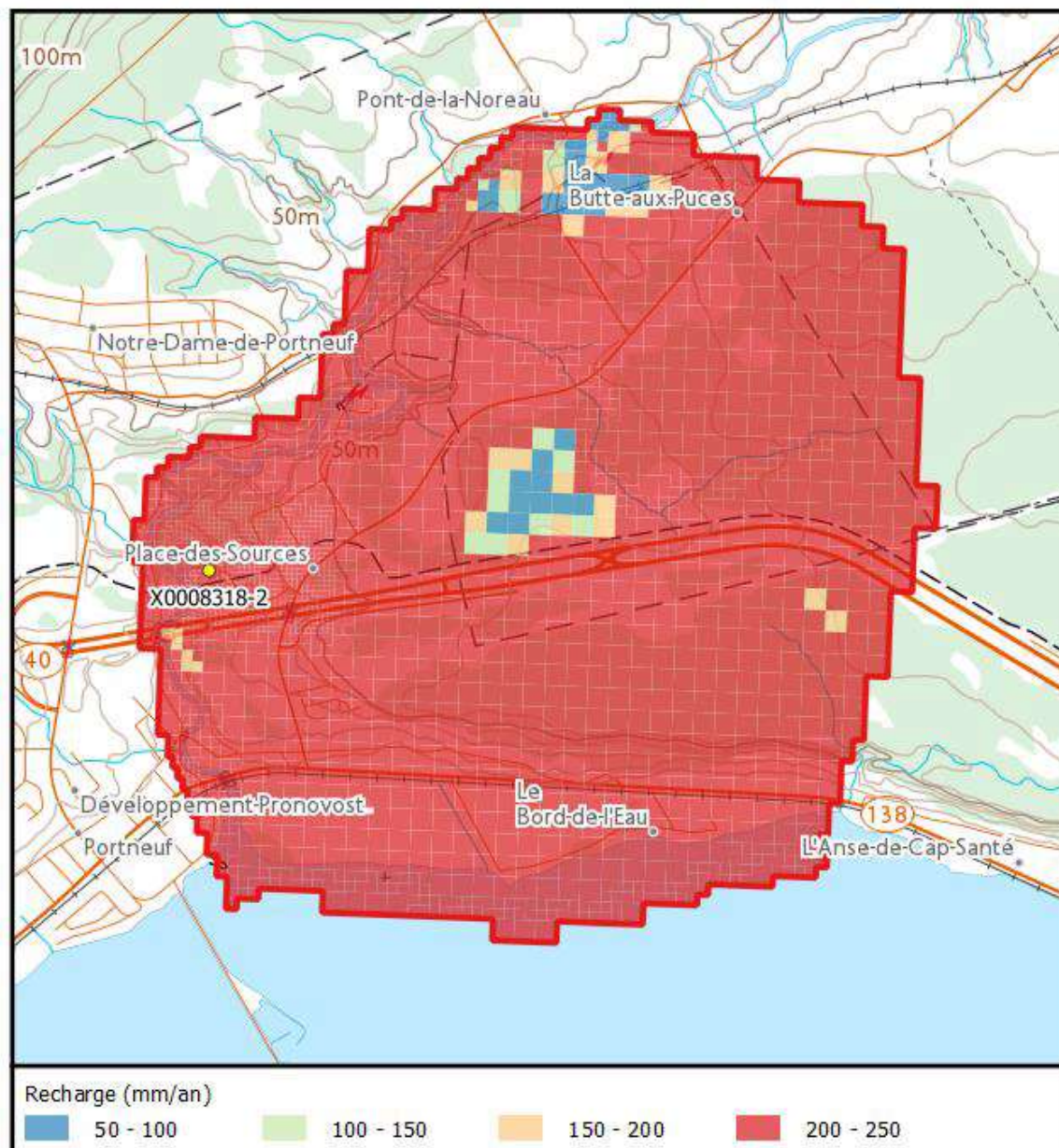


Figure 45 : Recharge au sol

2.6.5 Calibration du modèle numérique

La calibration du modèle est effectuée en comparant l'élévation des niveaux d'eau calculés en état statique par rapport aux niveaux d'eau mesurés. Les points d'observation choisis correspondent à quatre puits d'observation répartis autour des drains. Le tableau suivant montre ces résultats et la figure 44 montre la corrélation entre les niveaux.

Puits	Mesuré (m)	Modélisé (m)	Résiduel (m)
PZ-A	46.34	46.45	0.11
PZ-B	41.86	41.40	-0.46
PZ-D	41.51	42.63	1.12
RC-3	17.90	17.95	0.05

Tableau 8 : Élévation de la nappe (résultats mesurés vs modélisés)

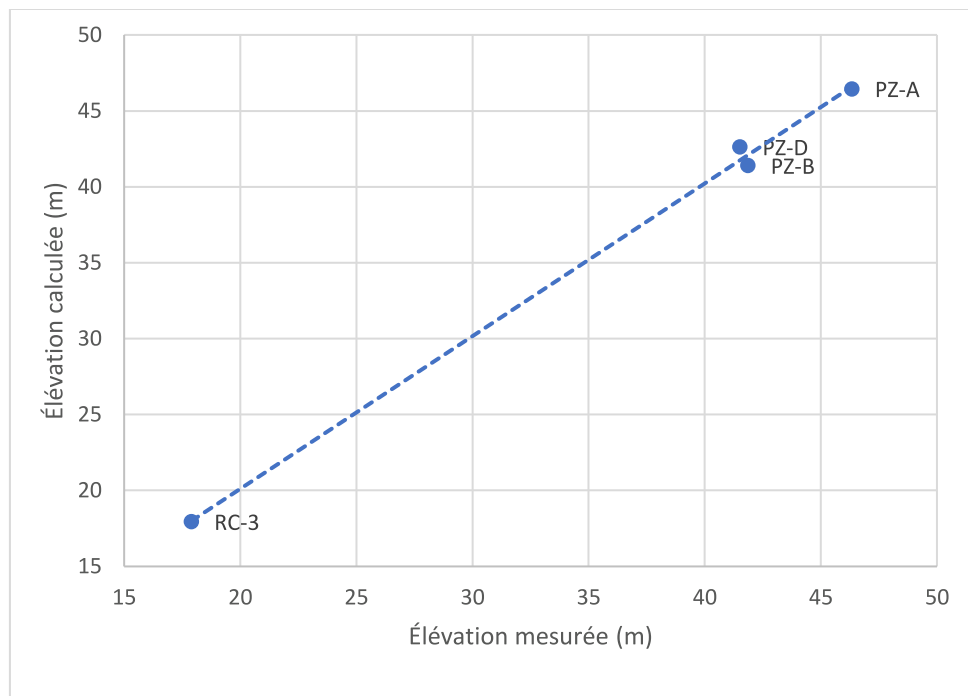


Figure 46 : Corrélation de l'élévation des niveaux d'eau

Avec ces résultats il est possible de calculer le pourcentage d'erreur RMS normalisé. Dans le cas présent, la calibration du modèle montre un RMS normalisé de 3,0 % par rapport aux mesures de niveaux d'eaux mesurés dans les puits d'observation en 2021. Cette piézométrie était cohérente avec la direction de l'écoulement de l'eau souterraine sur cette zone qui avait été établie via de nombreuses mesures piézométriques avant la mise en fonction des tranchées drainantes en 2003 (rapport HGE 03-2036). La figure suivante présente la piézométrie simulée avec la modélisation au niveau des dépôts meubles en état statique.

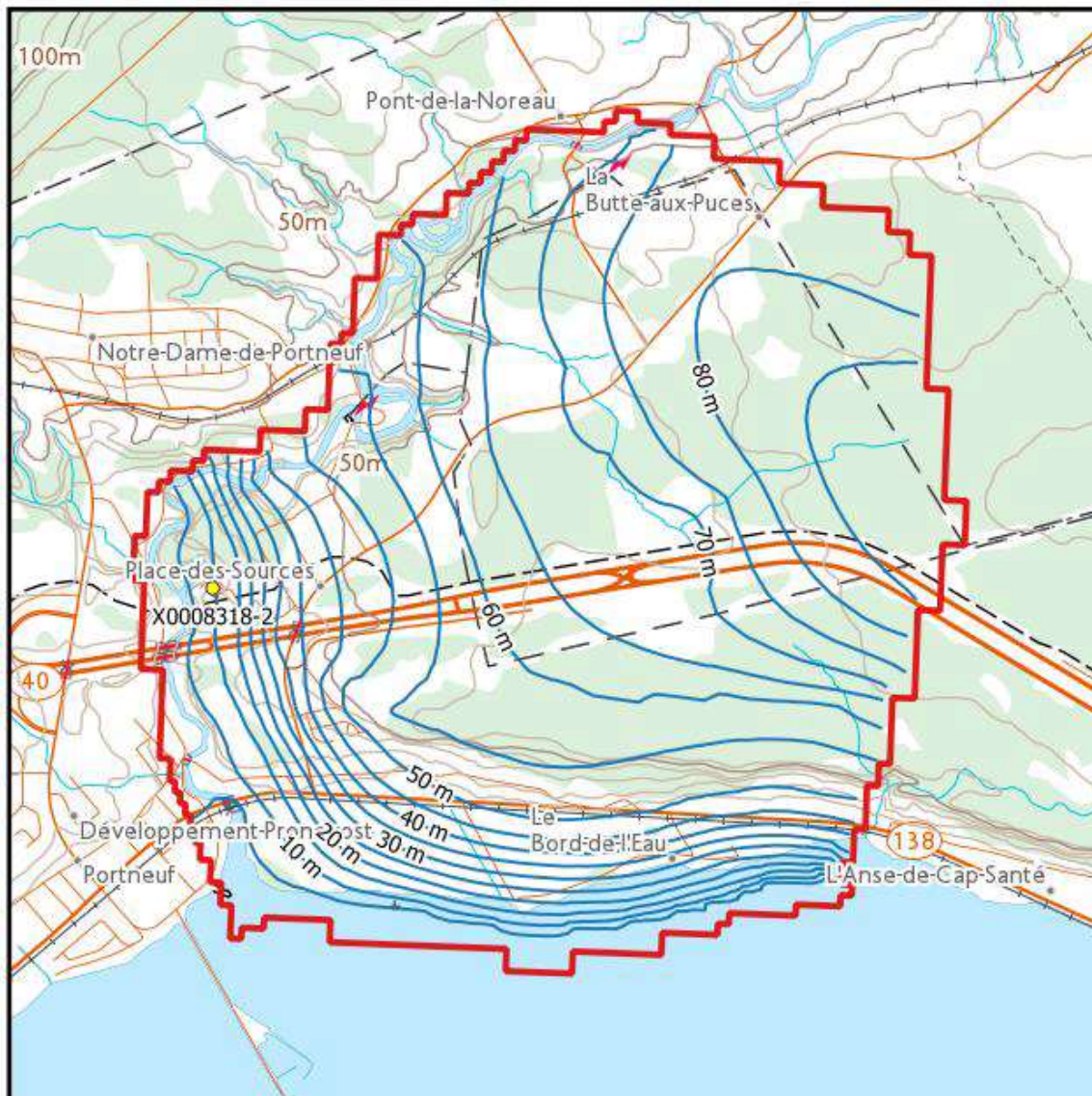


Figure 47 : Piézométrie simulée aux dépôts meubles en état statique

2.6.6 Analyse de la sensibilité

L'analyse de la sensibilité est réalisée selon la norme ASTM D5611-94. La conductivité hydraulique ainsi que la recharge sont modifiées un paramètre à la fois suivant un facteur de 50 à 150 % de la valeur calibrée. Les résultats obtenus montrent l'évolution de l'erreur RMS normalisée ainsi que les erreurs résiduelles des niveaux d'eau en mètres pour les différentes valeurs, ce qui permet de confirmer les valeurs de conductivité hydraulique et de recharge utilisées lors de la calibration. Les deux figures suivantes montrent les résultats de l'analyse de sensibilité.

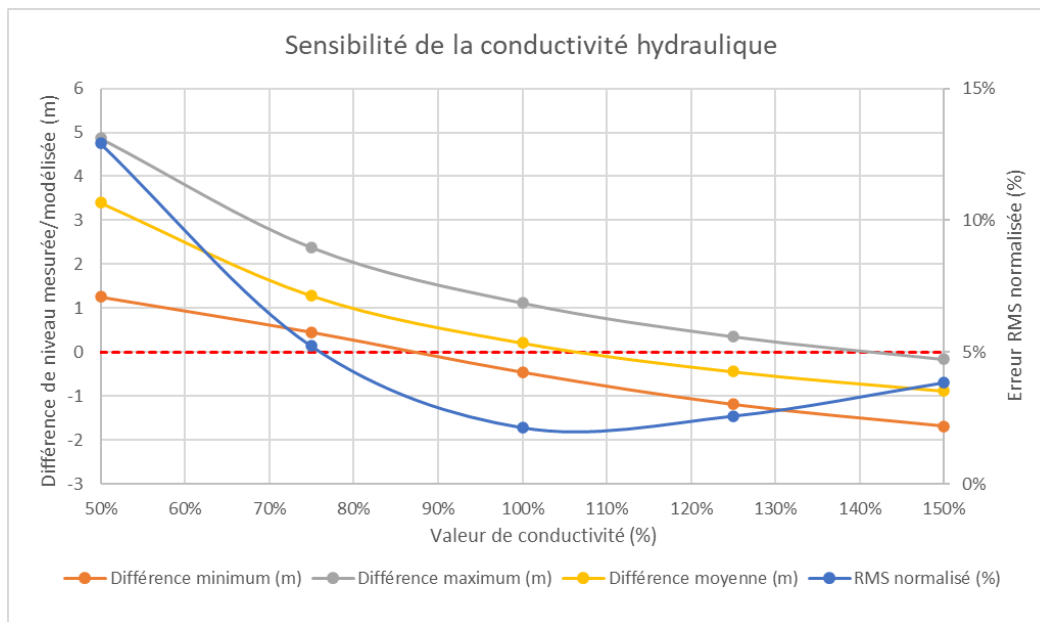


Figure 48 : Analyse de sensibilité – Conductivité

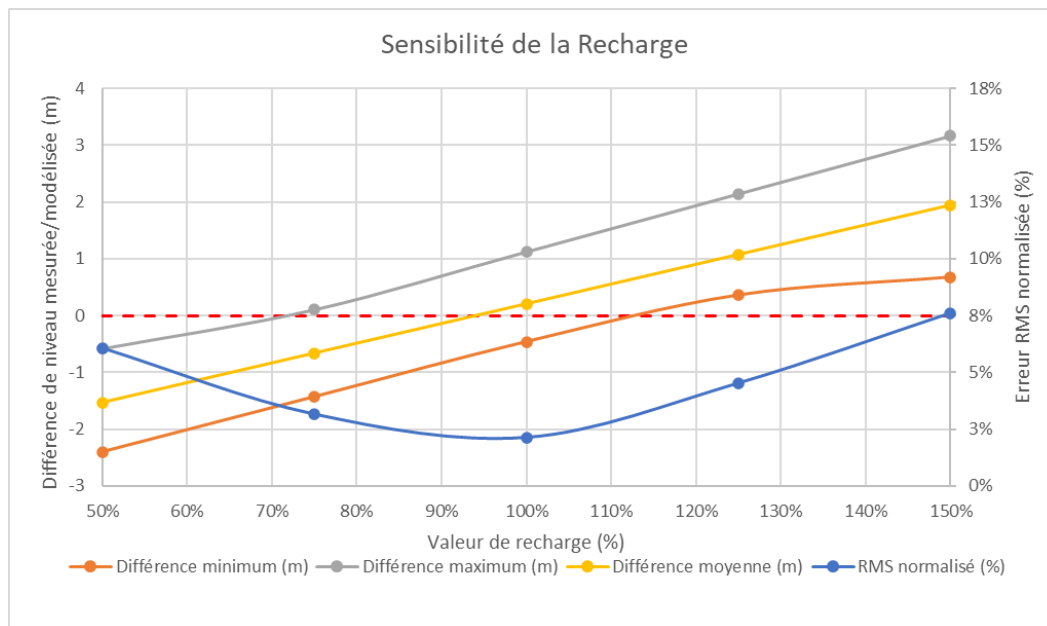


Figure 49 : Analyse de sensibilité – Recharge

D'après les résultats obtenus, les changements sur la calibration autant sur la conductivité hydraulique que sur la recharge montrent un impact significatif sur les résultats observés ; d'autre part, les variations de calibration entraînent un changement du comportement de l'écoulement des eaux souterraines, ce qui a un impact important sur les aires de protection et donc sur les conclusions de l'étude.

Ce qui permet de conclure que d'après la norme ASTM D5611-94, le présent modèle présente une sensibilité de type 3 car une modification dans la calibration entraîne un impact significatif sur les niveaux résiduels et sur le résultat de l'étude, c'est-à-dire les aires de protection, qui sont aussi affectées de façon significative lors des variations. Il est donc possible d'affirmer que les résultats obtenus sont réalistes avec les points d'observation disponibles.

2.6.7 Aire de protection

À la suite des résultats de l'analyse de sensibilité qui viennent confirmer la calibration du modèle, un suivi de particules (particle tracking) sur 200 et 550 jours a été effectué sur ce captage d'eau souterraine pour déterminer les aires de protection bactériologique et virologique. L'aire de protection éloignée est déterminée avec un suivi de particules sur une longue durée et sont délimitées par une limite hydraulique. Quant à l'aire de protection immédiate, un rayon fixe de 30 mètres est utilisé autour des deux drains horizontaux crépinés.

Les fichiers Shapefile des aires de protection sont disponibles à l'adresse suivante :

<https://www.dropbox.com/sh/1bs52rkxgf30wns/AABRW0WlrOQmSrajvWaJMUNYa?dl=0>

Mot de passe : EP-2021-14

2.7 Niveaux de vulnérabilité des aires de protection du captage Les Sources

Les travaux qui ont été réalisés par Les Consultants HGE en 2002 - 2003 dans le cadre des exigences réglementaires du RCES ont révélé un indice DRASTIC de 158.

En vertu de l'article 53 du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection, ces valeurs correspondent localement à une catégorie de vulnérabilité qualifiée de « moyen ».

Dans le cadre de la présente analyse, la vulnérabilité des eaux souterraines à l'échelle régionale a été évaluée à partir des données recueillies lors de la conception du modèle numérique destiné à la réalisation des aires de protection, des données piézométriques simulées et des données topographiques de Canvec. Par ailleurs, le tableau suivant précise les intervalles de vulnérabilité tel que définis à l'article 53 du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection.

Indice DRASTIC	Degré de vulnérabilité
≤100	Faible
100 à 180	Moyen
≥ 180	Élevé

Tableau 9 : Degré de vulnérabilité en fonction de la valeur de l'indice DRASTIC

Dans le cas présent, les valeurs de l'indice DRASTIC **maximales** au sein des aires de protection de ces sites de prélèvement qui ont été obtenues à partir de l'ensemble des données sont les suivantes :

- Captage Les Sources :
 - Aire de protection intermédiaire bactériologique : 141
 - Aire de protection intermédiaire virologique : 156
 - Aire de protection éloignée (dépôts granulaires) : 157

Nous constatons donc que l'ensemble des aires de protection intermédiaire bactériologique doit donc être catégorisé comme ayant un indice DRASTIC moyen et certaines restrictions sont alors applicables dans l'aire de protection intermédiaire virologique (articles 58, 59, 60, 61, 63 et 64) tel que précisé dans le tableau suivant et ce, en raison de la présence d'une faible portion de son aire qui présente un indice de vulnérabilité « moyen ».

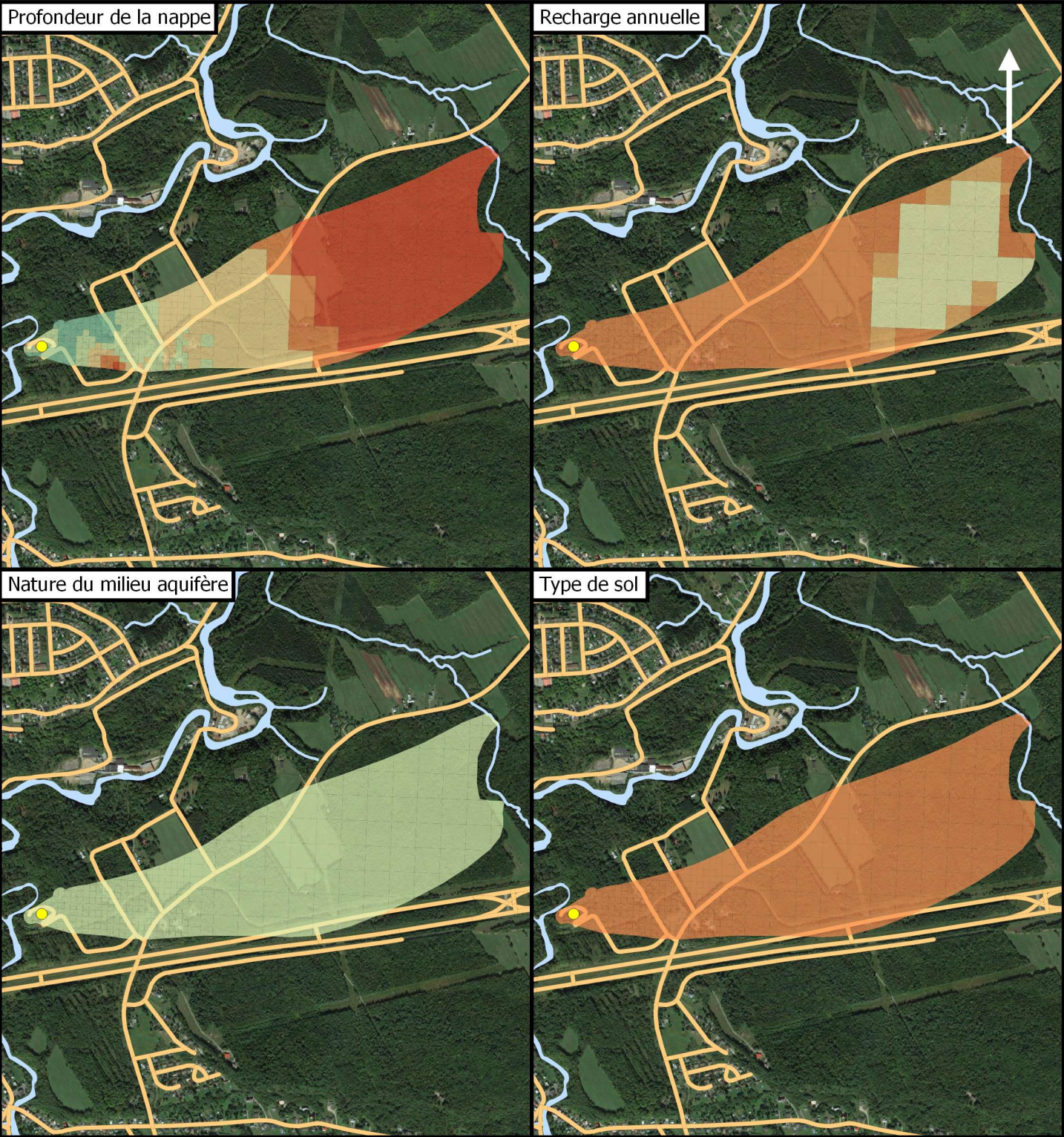
Les valeurs de l'indice de chaque paramètre ainsi que la répartition de l'indice DRASTIC sont présentées dans les figures 50, 51 et 52.

Le tableau A4-1 de l'annexe 3 présente le niveau de vulnérabilité pour l'ensemble des aires de protection.

Article RPEP	Aire de protection	Restriction
58	Virologique	À moins d'être réalisé à des fins d'entretien domestique ou d'utiliser des boues certifiées conformes aux normes CAN/BNQ 0413-200, CAN/BNQ 0413-400 ou BNQ 419-090, 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 sont interdits dans l'aire de protection intermédiaire virologique d'un prélèvement d'eau souterraine lorsque son niveau de vulnérabilité des eaux est moyen ou élevé
59	Bactériologique, par. 1	L'aménagement d'une cour d'exercice et le stockage, à même le sol, de déjections animales, de matières fertilisantes azotées, 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 sont interdits
59	Virologique, par. 2	L'aménagement d'une cour d'exercice et le stockage, à même le sol, de déjections animales, de matières fertilisantes azotées, 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 sont interdits lorsque la concentration en nitrates-nitrites est supérieure à 5 mg/l N à deux reprises ou plus sur une période de deux ans.
60	Bactériologique	L'aménagement d'une aire de compostage est interdit
61	Bactériologique	L'aménagement d'un ouvrage de stockage de déjections animales ou d'un bâtiment d'élevage d'animaux est interdit
63	Bactériologique, (par. 3)	Le pâturage et l'épandage 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 sont interdits dans l'aire de protection intermédiaire bactériologique d'un prélèvement d'eau souterraine lorsque son niveau de vulnérabilité des eaux est élevé (paragraphe 1) ou moyen (paragraphe 3) .
63	Virologique, (par. 2)	Le pâturage et l'épandage 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 sont interdits lorsque la concentration en nitrates-nitrites est supérieure à 10 mg/l N à deux reprises ou plus sur une période de deux ans.
64	Bactériologique, (par. 1)	Le pâturage et l'épandage de déjections animales, de compost de ferme ou de matières résiduelles fertilisantes doivent être effectués conformément à la recommandation d'un professionnel
64	Virologique, (par. 2)	Le pâturage et l'épandage de déjections animales, de compost de ferme ou de matières résiduelles fertilisantes doivent être effectués conformément à la recommandation d'un professionnel lorsque la concentration en nitrates-nitrites est supérieure à 5 mg/l N à deux reprises ou plus sur une période de deux ans.

Tableau 10 : Synthèse des restrictions dans les aires de protection intermédiaire

FIGURE 50 : Cotes des paramètres DRASTIC 1/2



Légende

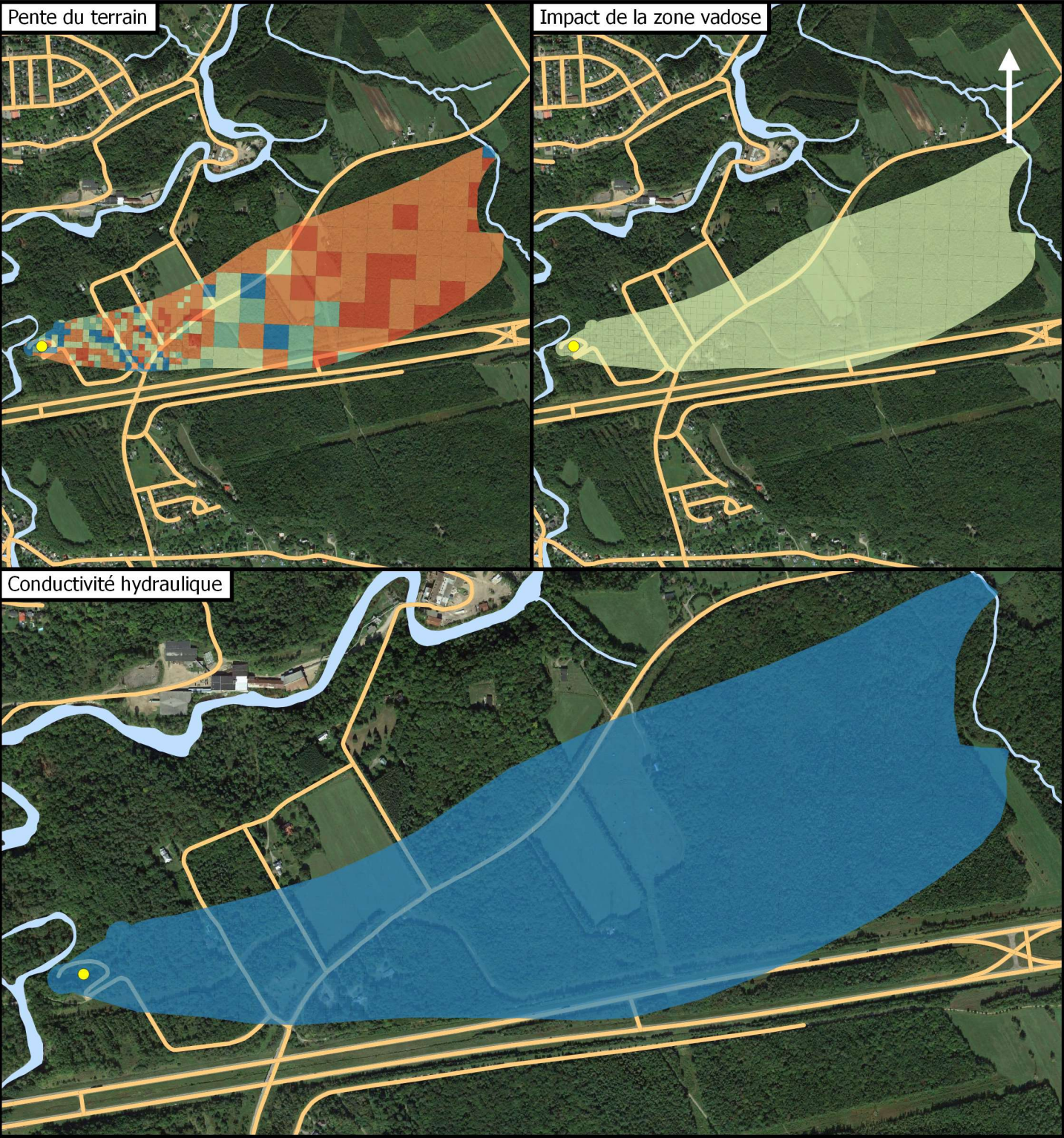
- Puits à l'étude
- Réseau hydrographique
- Réseau routier

Cote des paramètres de l'indice DRASTIC

1	3	5	7	9
2	4	6	8	10

CLIENT : Ville de Portneuf
PROJET : Analyse de vulnérabilité, art 68 RPEP (PPASEP)
LIEU : Portneuf, MRC Portneuf
DÉSSINÉ PAR : Sébastien Defacq, Tech.
VÉRIFIÉ PAR : Renald McCormack géo. Hydrogéologue
DATE : Mars 2022
PROJECTION : MTM Zone 7
ÉCHELLE : 1 : 22 500
PROJET : EP-2021-14
SOURCE : Google Maps, Canvec

FIGURE 51 : Cotes des paramètres DRASTIC 2/2



Légende

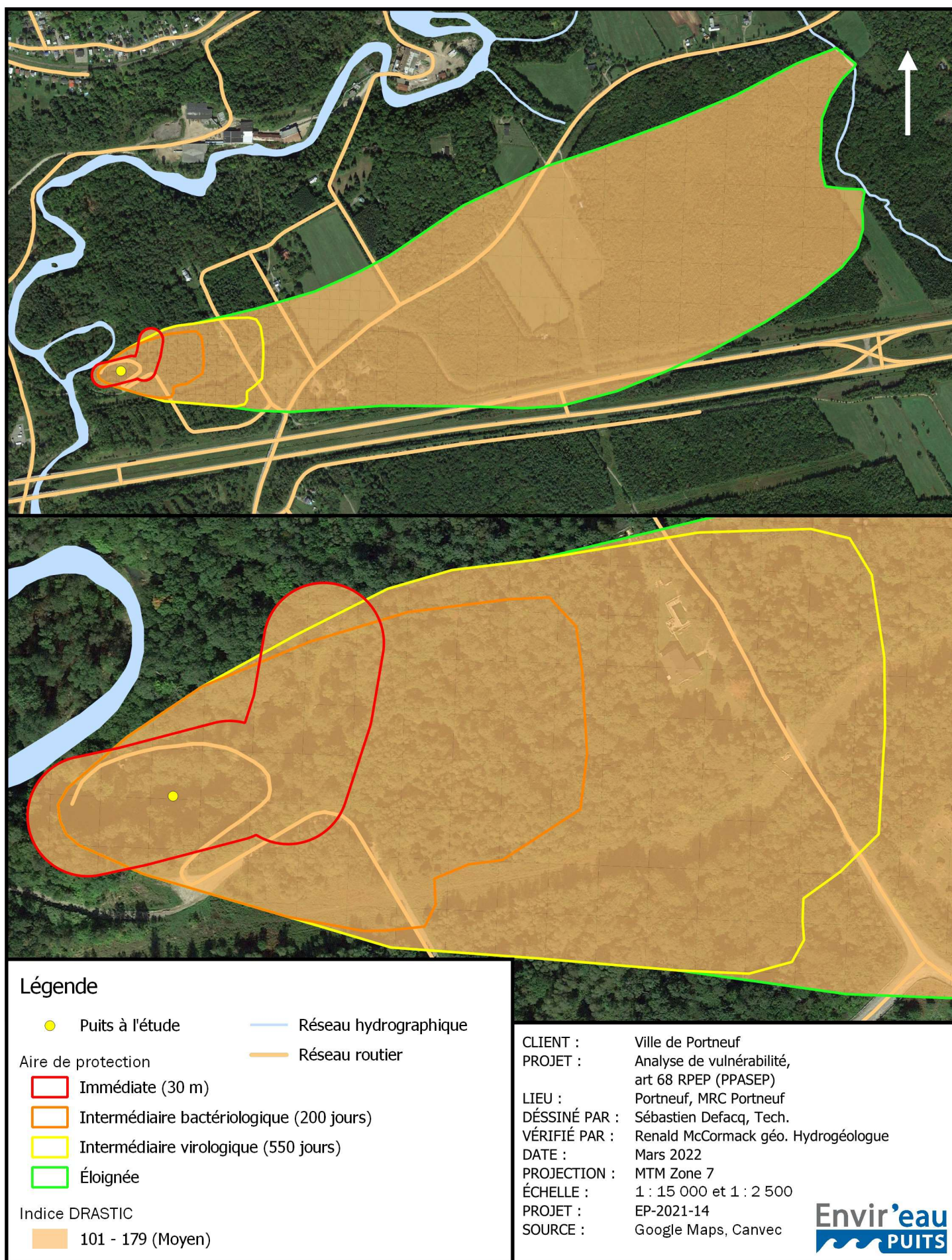
- Puits à l'étude
- Réseau hydrographique
- Réseau routier

Cote des paramètres de l'indice DRASTIC

1	3	5	7	9
2	4	6	8	10

CLIENT : Ville de Portneuf
PROJET : Analyse de vulnérabilité, art 68 RPEP (PPASEP)
LIEU : Portneuf, MRC Portneuf
DÉSSINÉ PAR : Sébastien Defacq, Tech.
VÉRIFIÉ PAR : Renald McCormack géo. Hydrogéologue
DATE : Mars 2022
PROJECTION : MTM Zone 7
ÉCHELLE : 1 : 22 500 et 1 : 11 250
PROJET : EP-2021-14
SOURCE : Google Maps, Canvec

FIGURE 52 : Répartition de l'indice DRASTIC



3 Résultats de l'inventaire des activités anthropiques et de l'évaluation des menaces qu'elles représentent

Compte tenu de contextes hydrogéologiques différents, cet inventaire est divisé en deux catégories de captage soit les 5 puits tubulaires de même que l'installation de captage Les Sources.

3.1 Puits tubulaires

Tel que l'indiquent les figures précédentes, les aires d'alimentation peuvent être séparées en deux groupes soit celles rattachées aux deux puits localisés dans le périmètre urbain et celles rattachées aux 3 autres puits à l'extérieur de ce dernier. Dans le premier cas, les secteurs recoupés par ces aires d'alimentation se répartissent de la façon suivante :

- Puits Thibodeau (X2177979-1) : 5 % en milieu urbain (Portneuf sud) et 95 % en milieu rural et très majoritairement boisé
- Puits Provencher (X2177980-1) : 20 % en milieu urbain (Portneuf sud et Portneuf nord) et 80 % en milieu rural et très majoritairement boisé

Ces aires constituent des bandes de largeur moyenne d'environ 120 m (Thibodeau) et 50 m (Provencher), de longueur variant entre 3,3 km (Thibodeau) et 3,5 km (Provencher) et se côtoyant selon une direction grossièrement nord-ouest et nord respectivement.

Les activités reliées aux pratiques agricoles (épandage de pesticides et d'engrais chimique et organique) sont donc absentes sur la très grande majorité du territoire recoupé par ces aires de protection. Dans le cas du puits Thibodeau, les aires de protection intermédiaire bactériologique et virologique englobent partiellement l'autoroute Félix-Leclerc (A-40). Cette présence peut théoriquement affecter la qualité de l'eau captée à ce point de prélèvement municipal et l'intervalle de l'indice DRASTIC (101 – 179) qui a été calculé dans ces aires de protection intermédiaires bactériologique et virologique indique que la formation aquifère granulaire sollicitée n'est pas totalement bien protégée contre ces activités anthropiques. Dans le cas du puits Provencher, les aires de protection intermédiaire bactériologique et virologique recoupent de faibles portions du périmètre urbain du secteur sud de la municipalité alors que l'aire de protection éloignée recoupe une faible partie du secteur nord de cette dernière (secteur Saint-Louis). Comme pour le puits Thibodeau, Ces activités peuvent également théoriquement affecter la qualité de l'eau captée à ce point de prélèvement municipal car l'intervalle de l'indice DRASTIC (101 – 179) qui a été calculé dans ces aires de protection intermédiaires bactériologique et virologique indique que la formation aquifère rocheuse sollicitée n'est pas totalement bien protégée contre ces activités anthropiques.

Comme ces deux puits se retrouvent en périmètre urbain, ces aires d'alimentation recoupent de faibles tronçons du réseau d'égout collecteur d'eaux usées. L'épandage de sels de voirie dans les rues du périmètre urbain et de l'autoroute est également susceptible d'altérer la qualité de l'eau souterraine. Cependant, la qualité de l'eau observée dans ces puits depuis plus de 30 ans ne présente aucun indice de contamination provenant de ces activités

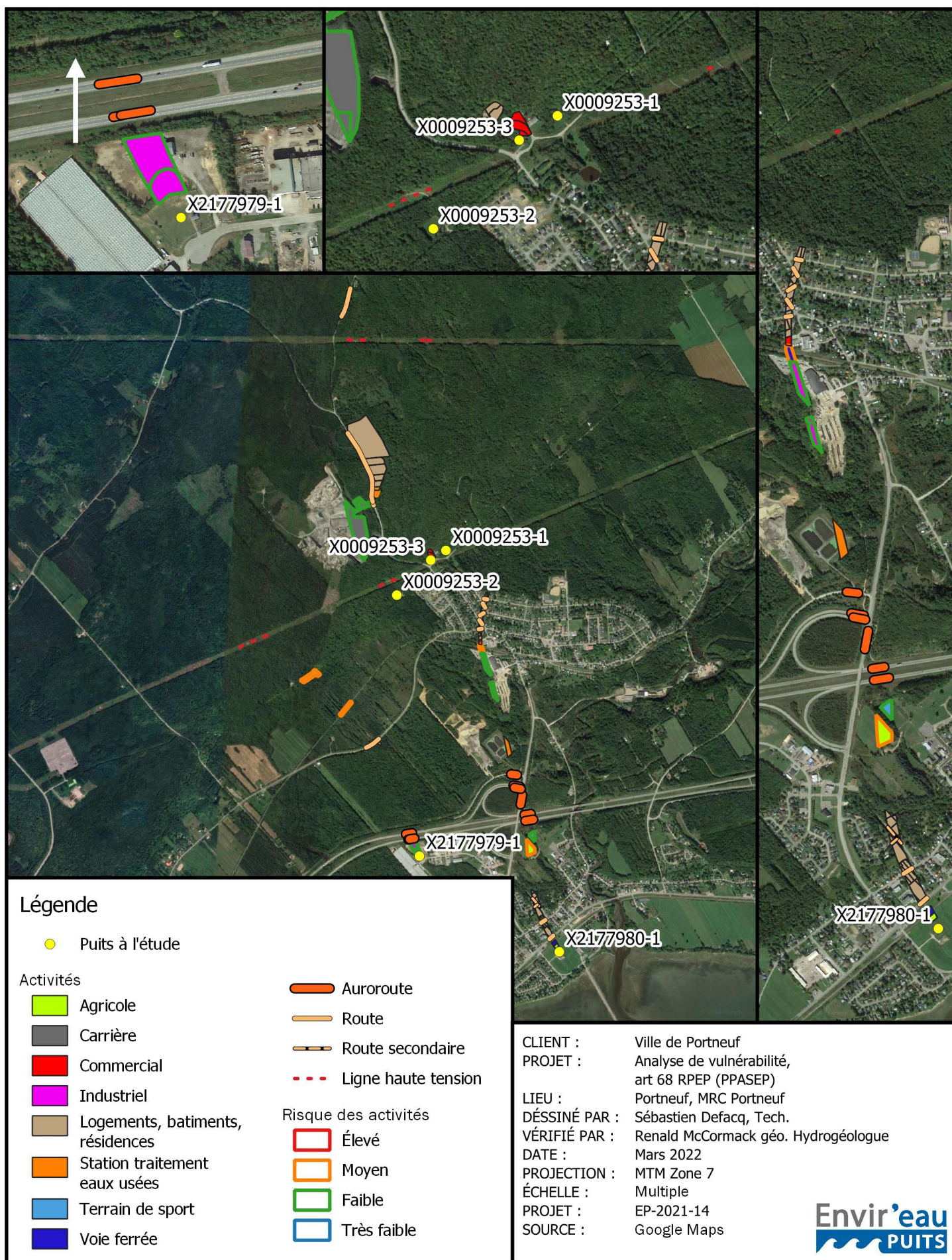
environnantes. Par ailleurs, la portion nord de ces aires d'alimentation est caractérisée par la présence de zones totalement boisées à l'exception de quelques tronçons du réseau routier et de la ligne de transport d'énergie d'Hydro-Québec dans l'aire de protection éloignée.

En ce qui concerne les puits à l'extérieur du périmètre urbain (les 3 puits Saint-Louis), les aires d'alimentation présentent des formes longilignes et étroites sur la presque totalité de leur parcours. Elles affichent des largeurs moyennes d'environ 270 m (Saint-Louis 1), 70 m (Saint-Louis 2) et 60 m (Saint-Louis 3) et de longueur variant entre 2,5 km (Saint-Louis 2) et 3,2 km (Saint-Louis 1). Ces trois aires sont parallèles l'une à l'autre et s'étendent selon une direction essentiellement nord - sud.

À l'exception d'une faible portion de l'aire d'alimentation éloignée du puits Saint-Louis 1 qui empiète légèrement sur l'exploitation d'une carrière de même que sur quelques tronçons du corridor routier, toutes ces aires d'alimentation se retrouvent en milieu très majoritairement boisé avec la présence de deux lignes de transport d'énergie d'Hydro-Québec qui les recoupe perpendiculairement au premier tiers de leur parcours. Ainsi, à l'exception de la carrière, aucune activité anthropique intensive n'y est pratiquée. La figure suivante présente l'inventaire des activités anthropiques associées aux puits tubulaires.

Les tableaux A4-2 de tous ces puits compilant l'inventaire des activités anthropiques dans ces aires d'alimentation apparaissent à l'annexe 4.

FIGURE 53 : Inventaire des activités anthropiques – Puits tubulaires



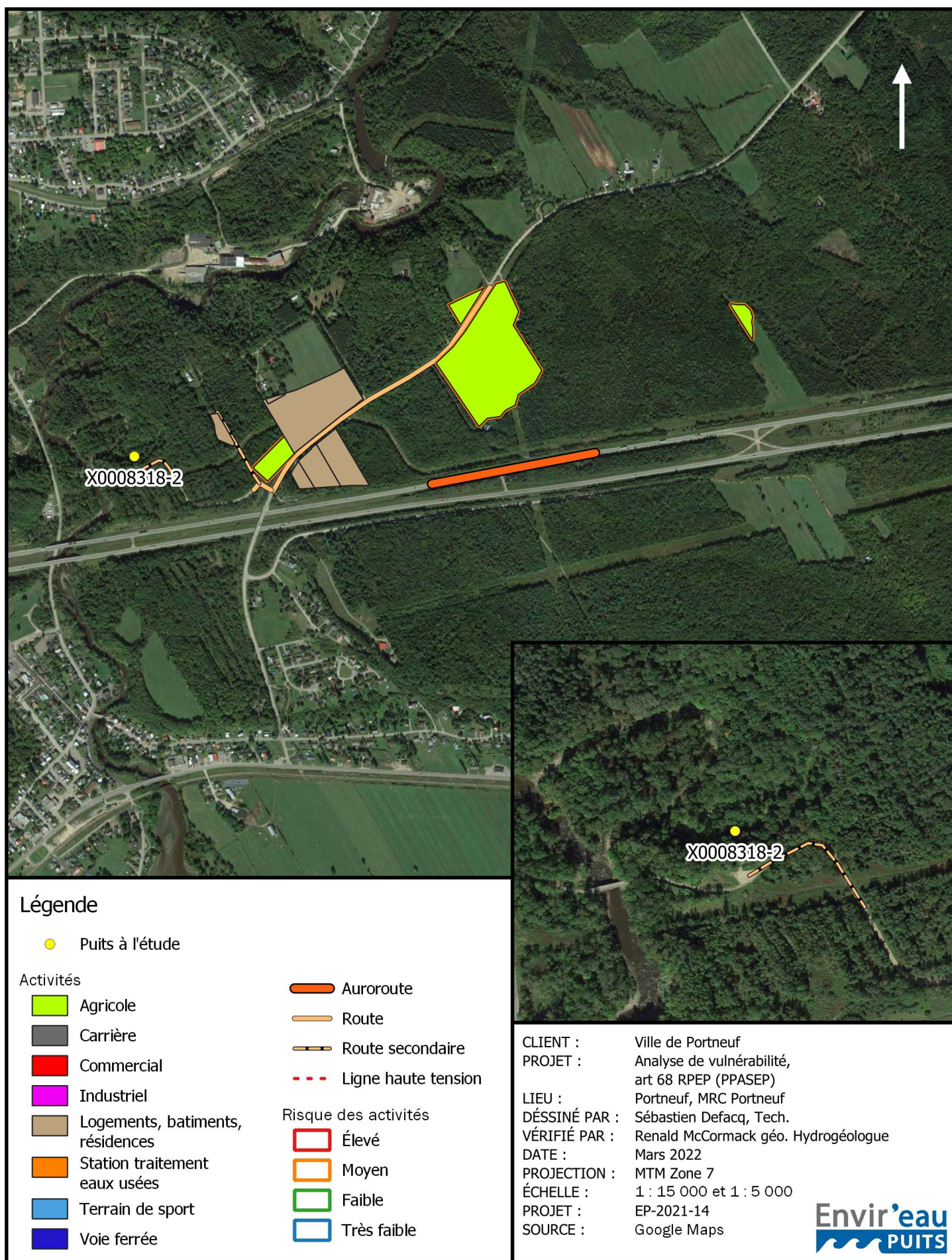
3.2 Captage Les Sources

Dans le cas du captage Les Sources, les secteurs englobés par cette aire d'alimentation sont répartis en secteur boisé (75 %) et en parcelles agricoles (25 %).

Les activités reliées aux pratiques agricoles (épandage de pesticides et d'engrais chimique et organique) sont donc présentes sur une faible portion du territoire recoupé par ces aires de protection. Ces activités peuvent théoriquement affecter la qualité de l'eau captée à ces points de prélèvement municipal alors que la valeur de l'indice DRASTIC (157) dans ces aires de protection intermédiaires bactériologique et virologique indique que la formation aquifère granulaire sollicitée est mal bien protégée contre ces activités anthropiques. Nous notons également la présence d'un gazoduc qui serpente à travers l'aire de protection éloignée. La figure suivante présente l'inventaire des activités anthropiques associées aux puits tubulaires.

Comme pour les puits tubulaires, l'inventaire des activités anthropiques dans cette aire d'alimentation apparaît dans les tableaux A4-2 de l'annexe 4.

FIGURE 54 : Inventaire des activités anthropiques – Captage Les Sources



4 Résultats de l'inventaire des événements potentiels et de l'évaluation des menaces qu'ils représentent

Tel que mentionné précédemment, les aires d'alimentation de seulement deux captages d'eau souterraine recoupent le périmètre urbain de la municipalité et ce, sous forme de bandes très étroites.

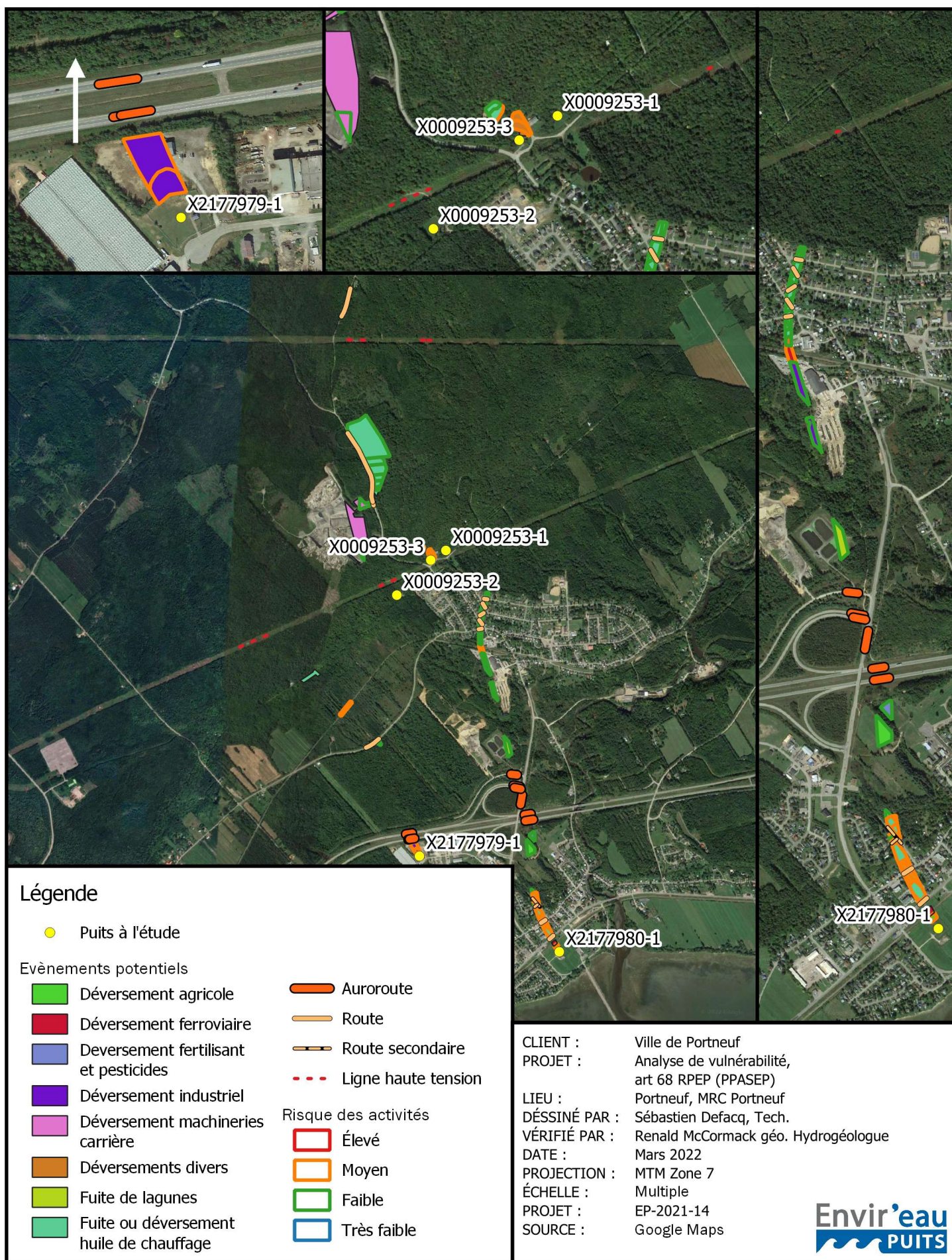
4.1 Puits tubulaires

C'est l'aire d'alimentation du puits Provencher qui traverse une plus grande partie du périmètre urbain et est donc celui qui présente la plus forte concentration d'activités anthropiques avec ses résidences privées qui utilisent une multitude de produits chimiques domestiques, le réseau d'égout municipal et le réseau routier sur lequel circulent des voitures, camions, machinerie agricole et autobus augmentant le risque de déversement accidentel de produits chimiques de toutes sortes en plus de recevoir des sels de déglacage en hiver.

Ailleurs sur le territoire municipal, ces aires englobent essentiellement des lots boisés où aucune activité anthropique intensive n'y est pratiquée. La figure suivante présente l'inventaire des événements potentiels associés aux puits tubulaires.

Les tableaux A4-3 de l'annexe 5 regroupe l'inventaire des événements potentiels dans ces aires d'alimentation.

FIGURE 55 : Inventaire des évènements potentiels – Puits tubulaires

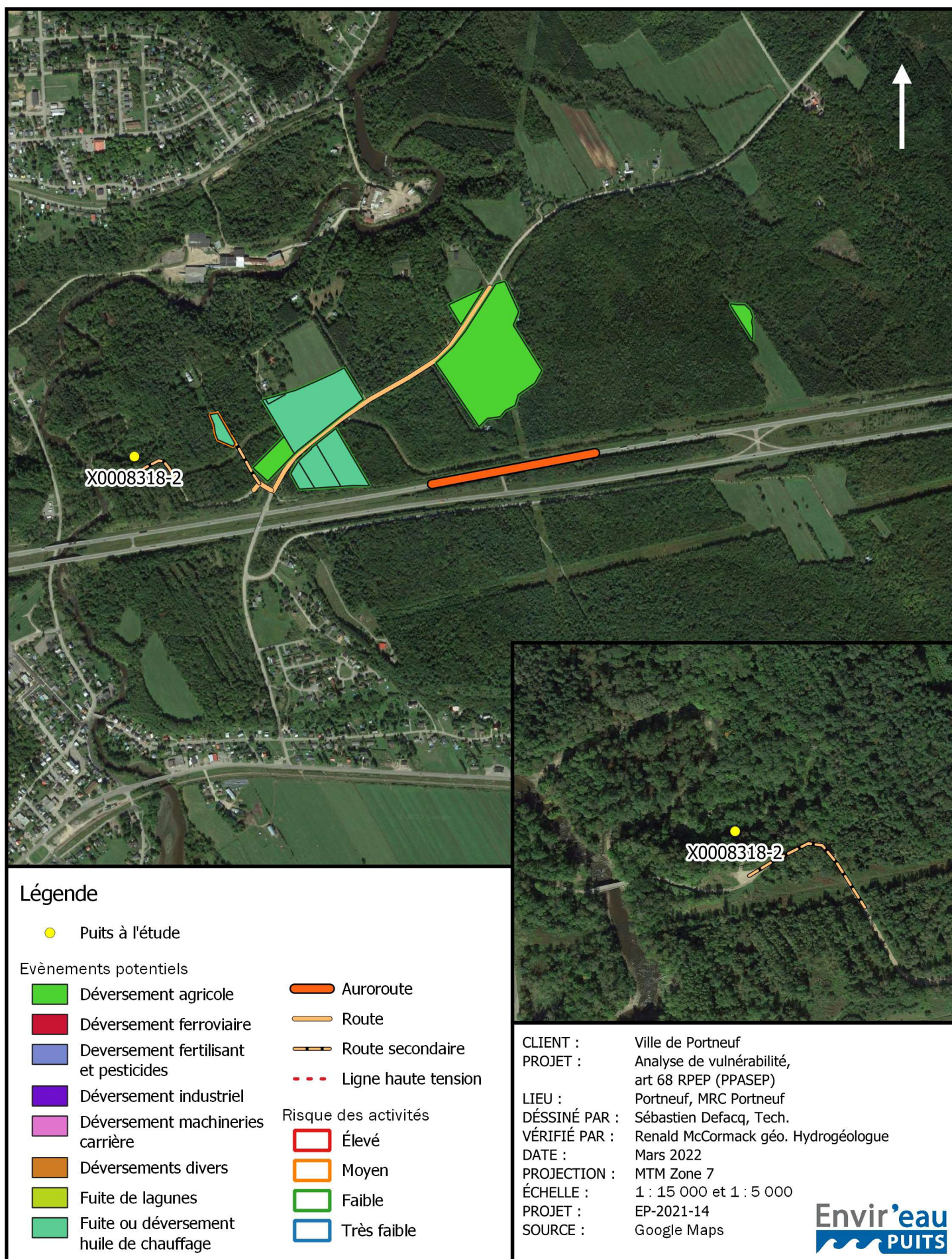


4.2 Captage Les Sources

Tel que mentionné précédemment, les secteurs englobés par les aires de protection intermédiaire apparaissent dans un secteur entièrement boisé alors que les parcelles agricoles apparaissent dans l'aire de protection éloignée occupant la moitié nord de cette aire d'alimentation.

Comme pour les puits tubulaires, l'inventaire des événements potentiels dans cette aire d'alimentation apparaît dans les tableaux A4-3 de l'annexe 5.

FIGURE 56 : Inventaire des évènements potentiels – Captage Les Sources



5 Résultats de l'inventaire des affectations du territoire

Les grandes affectations du territoire nous ont été transmises par la MRC de Portneuf. Ainsi, alors que les aires de protection intermédiaire bactériologique et virologique associées aux puits Thibodeau et Provencher apparaissent en zone urbaine et respectivement dans les catégories **Autres affectations urbaines (Industrielle)** et **Affectations à caractère public (Récréative)**, les aires de protection intermédiaire bactériologique et virologique associées aux quatre autres captages incluant le secteur Les Sources apparaissent dans la catégorie **Affectations reliées à l'exploitation des ressources (Agricole dynamique et agricole viable)**. Quant aux aires de protection éloignée, la très grande majorité de leur étendue englobe des zones d'**Affectations reliées à l'exploitation des ressources (Agricole dynamique et agricole viable)**.

Le tableau A4-4 de l'annexe 6 regroupe l'inventaire des affectations que recoupent ces aires d'alimentation.

Les figures suivantes présentent la répartition des affectations sur lesquelles ont été superposées les aires de protection des six points de prélèvement municipaux.

FIGURE 57 : Affectations du territoire 1/2

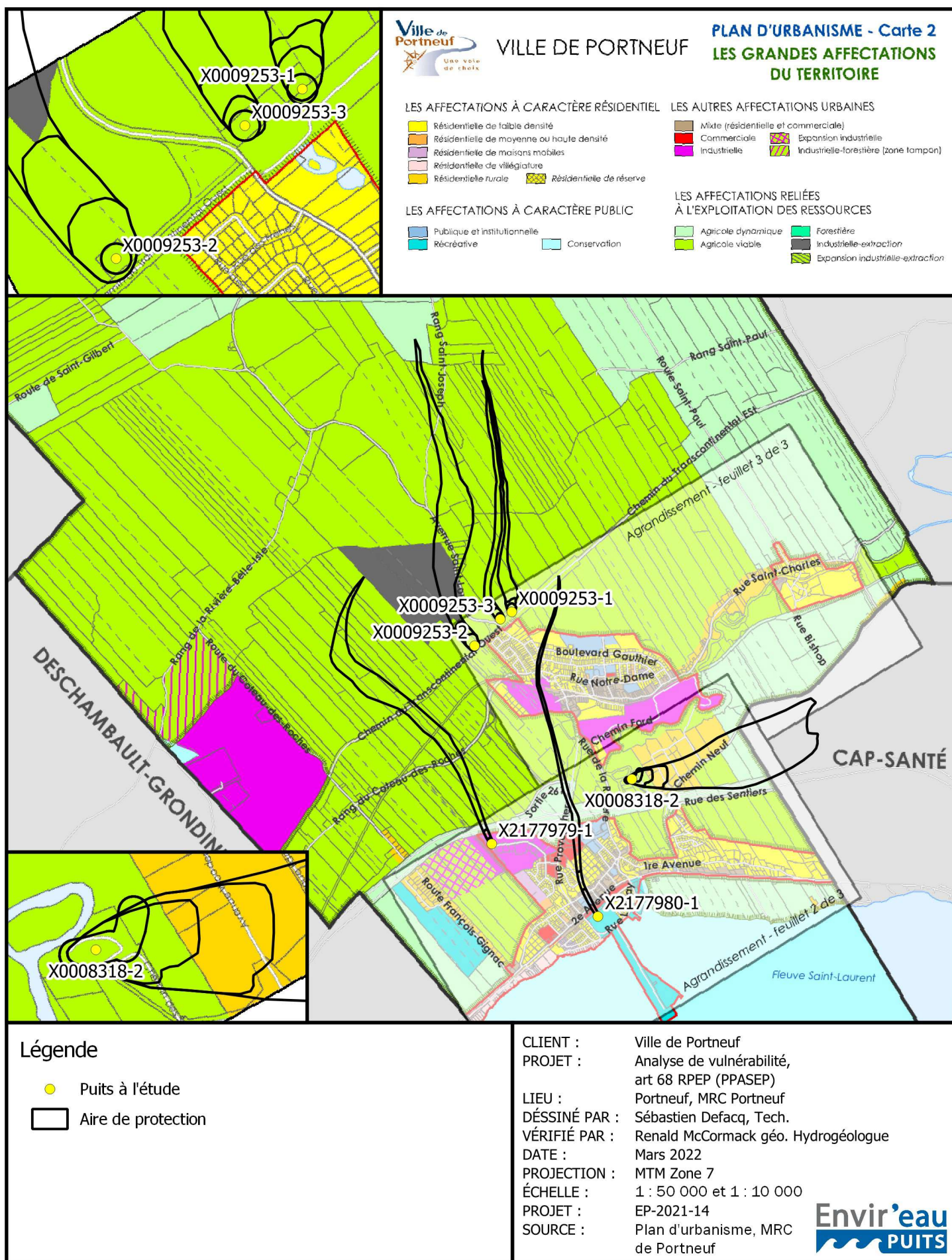
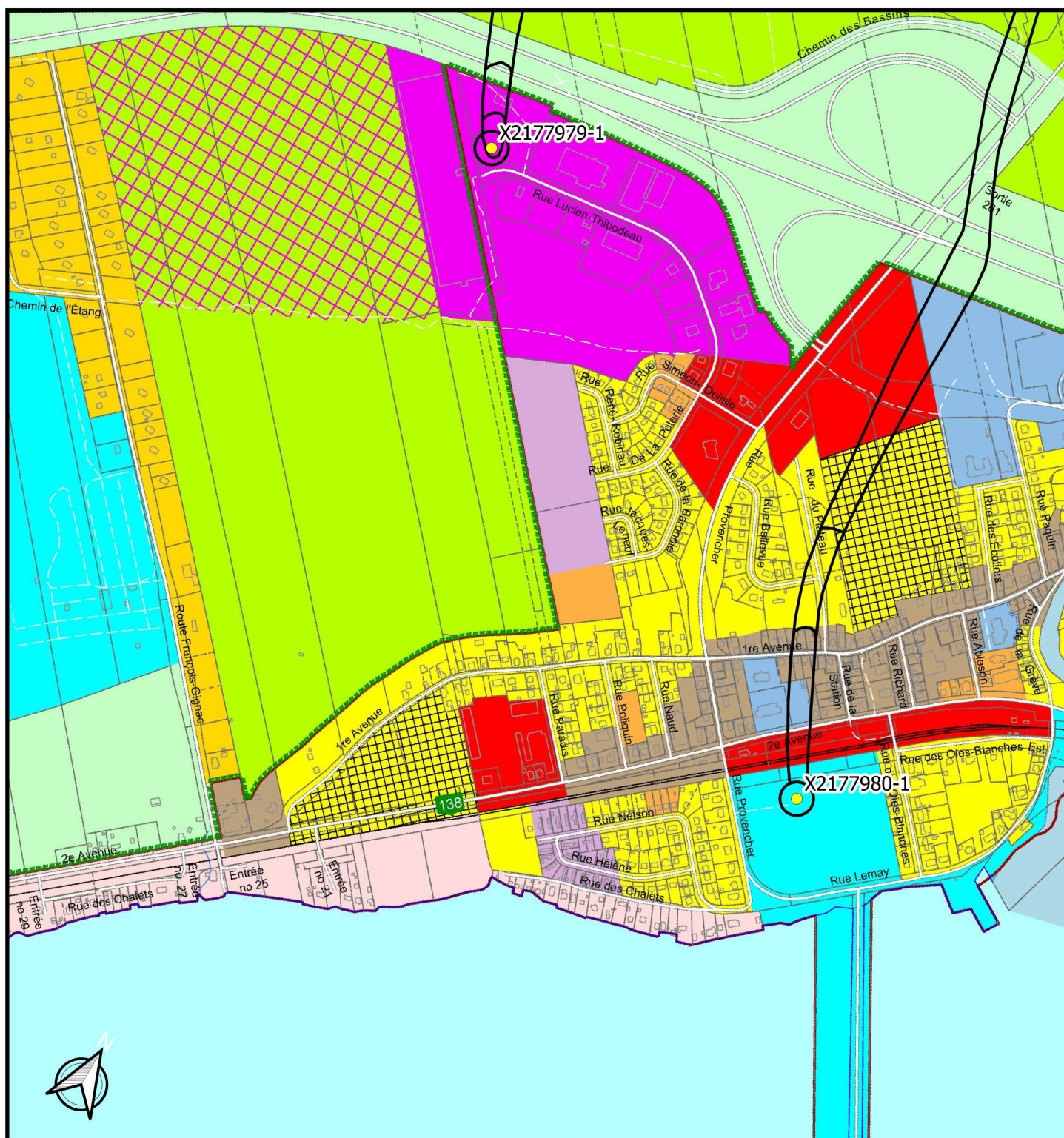


FIGURE 58 : Affectations du territoire 2/2



Légende

- Puits à l'étude
- Aire de protection

CLIENT : Ville de Portneuf
 PROJET : Analyse de vulnérabilité, art 68 RPEP (PPASEP)
 LIEU : Portneuf, MRC Portneuf
 DÉSSINÉ PAR : Sébastien Defacq, Tech.
 VÉRIFIÉ PAR : Renald McCormack géo. Hydrogéologue
 DATE : Mars 2022
 PROJECTION : MTM Zone 7
 ÉCHELLE : 1 : 10 000
 PROJET : EP-2021-14
 SOURCE : Plan d'urbanisme, MRC de Portneuf

6 Identification des problèmes avérés

Ces puits ont été aménagés il y a plusieurs décennies et aucune évidence de contamination provenant des activités anthropiques n'est apparue au fil de ces années d'opération. Par conséquent, les activités qui se déroulent dans les aires d'alimentation qui ont été déterminées dans le cadre de la présente analyse de vulnérabilité ne présentent pas de menace particulière sur la qualité de l'eau souterraine provenant de ces deux points de prélèvement.

6.1 Puits tubulaires

Le tableau A4-5 de l'annexe 7 fournit les informations appropriées sur ces problèmes avérés.

6.2 Captage Les Sources

Le tableau A4-5 de l'annexe 7 fournit les informations appropriées sur ces problèmes avérés.

7 Conclusion et recommandations

L'obligation de procéder aux exigences de l'article 68 du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (Q-2, r.35.2) a été réalisée une première fois (obligation de procéder à tous les cinq ans) afin de préciser les activités anthropiques apparaissant dans l'aire d'alimentation des captages d'eau souterraine alimentant en eau potable le périmètre urbain de la municipalité de Fortierville et ce, selon le *Guide de réalisation des analyses de la vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable au Québec* du MELCC. Plus précisément, les items suivants ont été développés :

- 1) les caractéristiques du prélèvement d'eau ;
- 2) la modélisation numérique de l'aire d'alimentation ;
- 3) l'inventaire des activités anthropiques ;
- 4) l'inventaire des événements potentiels ;
- 5) l'inventaire des affectations du territoire ;
- 6) l'identification de problèmes avérés.

Ces travaux ont permis de fournir le portrait actuel de la situation en termes de sources potentielles de contamination.

Les aires d'alimentation des 5 puits tubulaires présentent une forme identique compte tenu du contexte géologique et des caractéristiques hydrogéologiques du secteur et sont toutes parallèles l'une par rapport à l'autre et ne se chevauchent pas. Elles englobent majoritairement des portions de territoire densément boisées. Deux d'entre eux (Thibodeau et Provencher) apparaissent dans le périmètre urbain mais ne recoupent qu'une très faible portion de ce dernier. Quant au captage Les Sources, l'aire d'alimentation recoupe quelques parcelles agricoles dans la zone de protection éloignée et l'absence de dépôts imperméables dans ce secteur offre donc peu de protection aux activités anthropiques à caractère agricole.

À partir de ces observations, les recommandations suivantes sont formulées essentiellement pour le secteur Les Sources en raison de leur plus grande vulnérabilité :

- Procéder à l'analyse des nitrates-nitrites à la fréquence d'une fois/2 mois entre mai et octobre ;
- Procéder à l'analyse (septembre) des pesticides apparaissant à l'annexe 1 du Règlement sur la qualité de l'eau potable (Q-2, r.40) ;
- Procéder à la réalisation de sondages exploratoires (3 à 5) dans les prochaines années dans le périmètre urbain de la municipalité afin de raffiner le modèle numérique qui a été réalisé.

Rédigé par :



Renald McCormack, géo., hydrogéologue



MARS 2022

Annexe 1

Description géologique des puits Thibodeau, Provencher,
Saint-Louis 1, Saint-Louis 2 et Saint-Louis 3

3. RÉSULTATS DES TRAVAUX

3.1 Description du puits P-4 et du piézomètre PZ-4

Une partie du réseau d'aqueduc de la municipalité de Portneuf est présentement alimentée par le puits P-4 qui est localisé dans le secteur industriel, sur la rue Thibodeau. Ce puits exploite un aquifère de sable et gravier. Son diamètre est de 25,4 centimètres. D'après les informations obtenues de la municipalité, aucune collerette de ciment-bentonite n'a été aménagée au pourtour du tubage, mais du ciment se retrouve en surface autour du puits. Puisque la municipalité ne possède aucun document relatif à la construction du puits P-4, nous nous sommes référés au piézomètre PZ-4, qui est situé à 15,6 mètres au nord-ouest du puits P-4, afin d'identifier les caractéristiques hydrogéologiques et la stratigraphie des dépôts meubles.

Le piézomètre PZ-4 a servi de puits d'essai avant la construction du puits final P-4. La stratigraphie au droit de celui-ci est décrite au tableau qui suit.

Tableau 3.1 : Stratigraphie de PZ-4

De (mètres)	À (mètres)	Description
0,00	3,05	Sable
3,05	9,14	Sable silteux, traces de gravier
9,14	16,76	Silt argileux
16,76	18,29	Argile
18,29	25,91	Gravier argileux
25,91	27,43	Sable argileux, traces de cailloux
27,43	33,53	Sable moyen, traces de cailloux
33,53	35,05	Sable fin, traces de cailloux
35,05	38,10	Sable moyen, traces de cailloux
38,10	39,62	Sable silteux
39,62	41,15	Sable grossier
41,15		Roc

Le puits d'essai PZ-4 a été construit en 1990. Il a une profondeur totale de 35 mètres et un diamètre de 20,3 centimètres. Un tuyau protecteur de même diamètre a été laissé en place de 0 à 32 mètres de profondeur et une crépine Johnson en acier inoxydable de type « Pipe Size » a été aménagée entre 32 à 35 mètres de profondeur. La crépine présente des ouvertures de 2 mm (80/1000 pouces). Le forage PZ-4 présente actuellement une margelle de 31 centimètres. Selon le schéma en date du mois d'août 1990, il

2.0 Secteur Provencher

Le secteur d'exploitation Provencher est localisé face au quai, entre la voie ferrée et le fleuve Saint-Laurent. Le puits C a été aménagé en 1979 et selon les informations contenues dans le rapport de la firme Geohydrotek inc., le puits a un diamètre de 25,40 centimètres et une profondeur totale de 22,86 mètres par rapport à la surface du sol. Le puits est aménagé dans le socle rocheux et l'eau provient de fractures localisées entre 18,89 et 20,42 mètres par rapport à la surface du sol. Le débit d'exploitation recommandé en 1979 était de 333 litres/min (88 guspm). Il est également mentionné dans le rapport qu'en l'absence de frontière négative lors de la réalisation d'un pompage continu ou prolongé, le débit pourrait atteindre 757 litres/min (200 guspm).

Une inspection caméra, était prévue au site du puits C pour vérifier les informations contenues dans le rapport daté de 1979. Toutefois, il a été impossible de descendre la caméra à l'intérieur du puits pour réaliser l'inspection caméra sans procéder au retrait des équipements de pompage. Les données du rapport de 1979 ont donc été utilisées comme point de référence. Dans le futur, si la Ville procède au retrait des équipements de pompage, la réalisation d'une inspection caméra permettrait de valider la longueur du tubage d'acier et la profondeur des fractures qui fournissent l'eau.

La Ville exploite le puits C de façon intermittente, principalement à cause de la présence de sulfure dans l'eau, qui confère à cette dernière une odeur de soufre. En effet, le puits est utilisé seulement lorsque le niveau d'eau dans le réservoir atteint une certaine élévation. Il est donc exploité seulement quelques heures par jour, à un débit instantané de l'ordre de 750 litres/min (198 guspm).

Pour la réalisation de l'essai de pompage prolongé, la Ville a apporté des modifications aux installations afin de s'assurer que le puits C soit utilisé comme principale source d'alimentation pour la durée du pompage. Le but de l'essai de pompage prolongé était de valider si le puits est en mesure de supporter un débit de 757 litres/min (200 guspm) à long terme. Pour la réalisation des travaux, les puits et piézomètres présents sur le terrain ont été utilisés comme points d'observation de la nappe. La localisation des points d'observation est illustrée à la figure 1 de l'annexe 1.

Lors de la réalisation de l'essai de pompage, les niveaux d'eau ont été mesurés à l'aide d'une sonde de lecture manuelle dans le puits C et les piézomètres A, B, D, E pour être en mesure de suivre le comportement de la nappe durant l'essai de pompage. Les données relevées au puits C sont présentées sous forme de graphique d'interprétation représentant le rabattement du niveau de la nappe en fonction du logarithme du temps de pompage (voir annexe 2).

Afin d'obtenir des lectures continues et précises aux différents points d'observation, le suivi piézométrique a aussi été réalisé à l'aide de sondes à pression munies d'un système d'acquisition automatique de données, aussi appelées *leveloggers*. La sonde à pression, immergée dans le puits, enregistre la pression de la colonne d'eau et une conversion des données recueillies permet de connaître la position du niveau piézométrique par rapport au niveau de référence que constitue le haut du tubage de l'ouvrage. Durant la période du suivi, la fréquence d'enregistrement des données a été fixée toutes les 2 minutes. Les données recueillies sont illustrées aux figures 2 à 6 de l'annexe 1.



Consultants
H.G.E. INC.

SCHEMA D'INSTALLATION DE PUIITS

PROJET: 91-591

PUITS: PE-1

DATE: JAN.1993

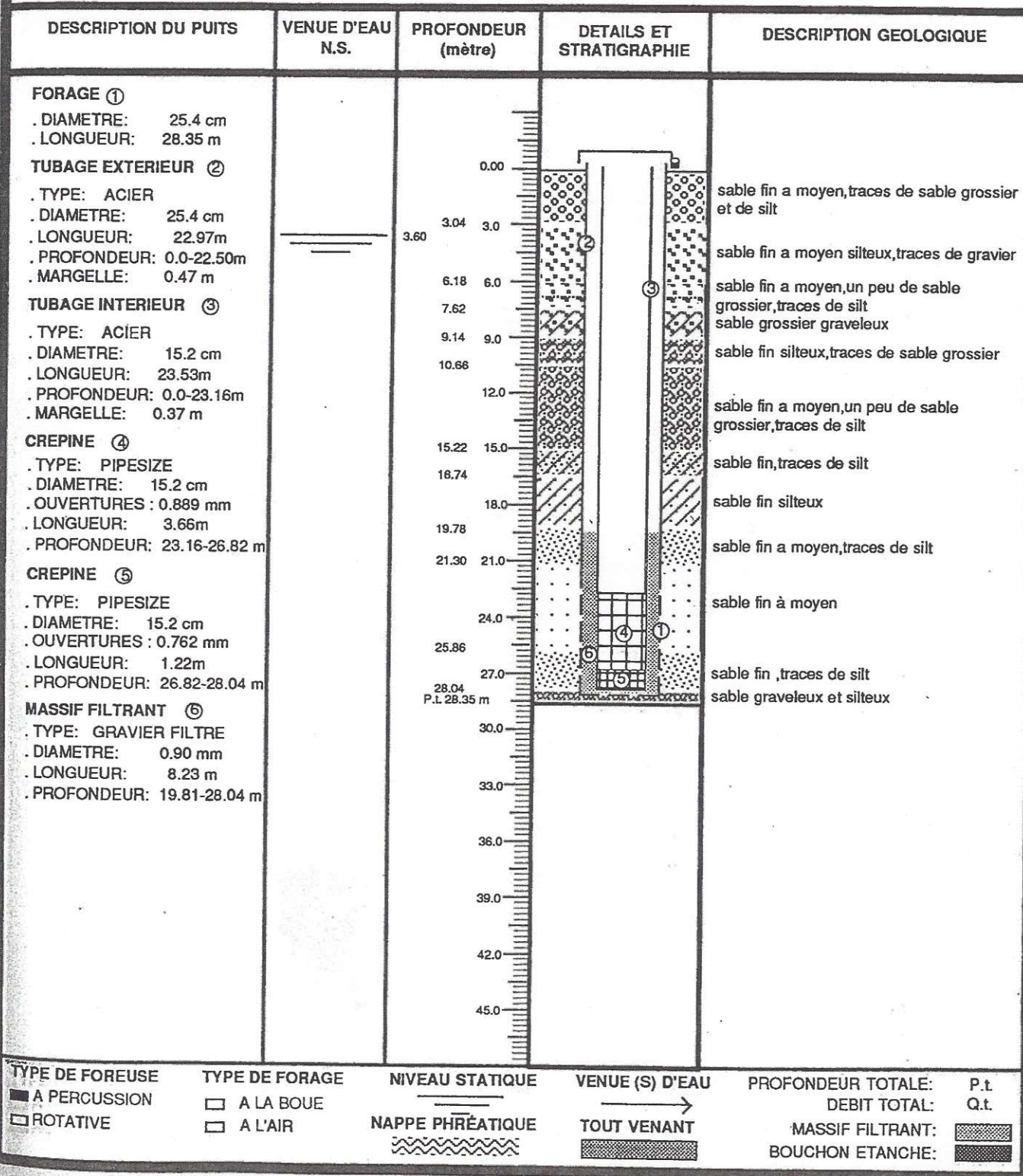


FIGURE 5.1

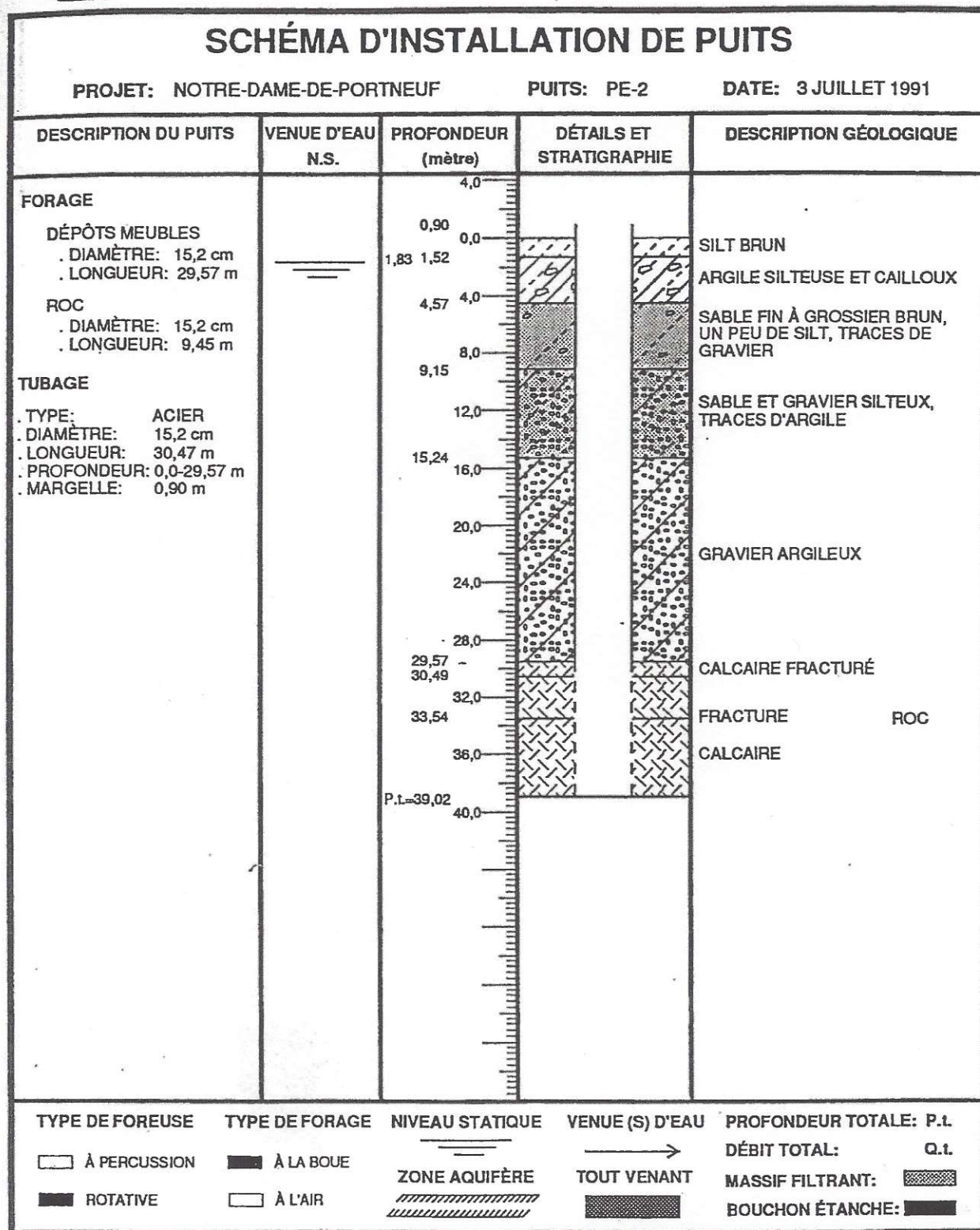
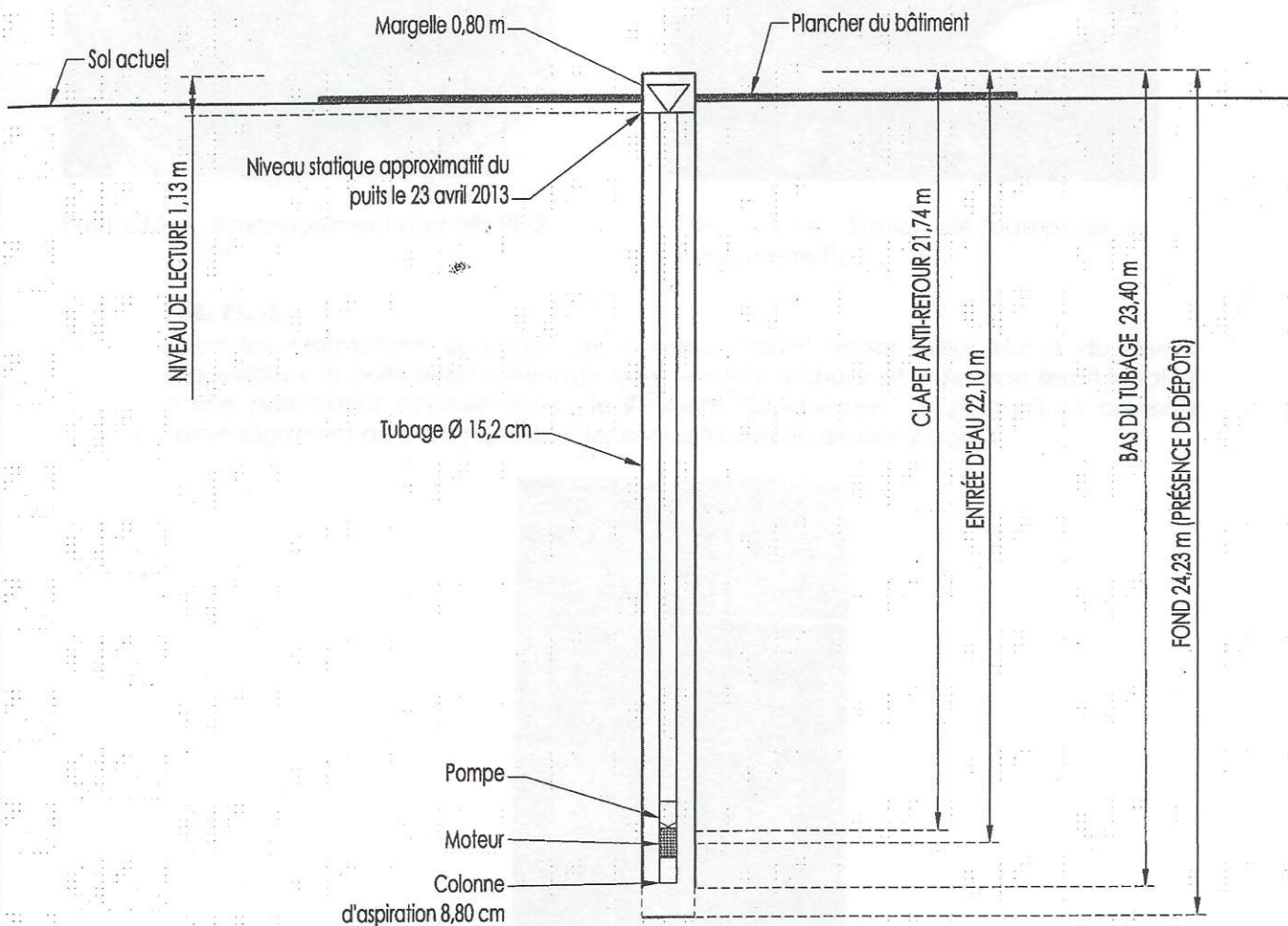


Figure 5. Schéma d'installation du puits d'essai PE-2



Annexe 2

Document d'autorisation de mise à niveau des puits Saint-Louis

Québec, le 26 juillet 2016

Monsieur Denis Dion
297, 1^{re} Avenue
Portneuf (Québec) G0A 2Y0

N/Réf. : 7314-03-34048-02
N/Doc. : 401368472

Objet : Travaux de mise à niveau des installations de production d'eau
potable – Secteur Saint-Louis

Madame,
Monsieur,

Vous trouverez ci-joint l'autorisation signée le 26 juillet 2016 par Mme Isabelle Olivier,
directrice régionale, concernant le projet mentionné en rubrique.

Nous vous remercions que selon l'engagement signé le 17 juin 2016, la Ville de Portneuf
s'est engagée à transmettre au ministre du Développement durable, de l'Environnement
et de la Lutte contre les changements climatiques une attestation, signée par un ingénieur,
spécifiant que les travaux ont été réalisés conformément aux plans, devis et documents
faisant partie intégrante de l'autorisation délivrée.

Cette attestation devra être transmise au sousigné dans les 60 jours suivant la réalisation
des travaux autorisés prévu le 31 mars 2017.

Veuillez accepter, Monsieur, nos salutations les meilleures.

LA/epb

Luc Audet
Luc Audet, ing.

Service de l'analyse et de l'expertise
de la Capitale-Nationale

1175, boulevard Lebourgneuf, bureau 100
Québec (Québec) G2K 0B7
Téléphone : 418 644-8844
Télécopieur : 418 646-1214
Courriel : luc.audet@mdelcc.gouv.qc.ca
Internet : www.mdelcc.gouv.qc.ca

675, route Cameron, bureau 200
Sainte-Marie (Québec) G6E 3V7
Téléphone : 418 386-8000
Télécopieur : 418 386-8080
Internet : www.mdelcc.gouv.qc.ca

Ⓢ Ce papier contient des fibres recyclées après consommation.

03 AOUT 2016

Québec, le 26 juillet 2016

AUTORISATION
Loi sur la qualité de l'environnement
(RLRQ, chapitre Q-2, article 32)

Ville de Portneuf
297, 1^{re} Avenue,
Portneuf (Québec) G0A 2Y0

N/Réf. : 7314-03-34048-01
N/Doc. : 401368465

Objet : Mise à niveau des installations de production d'eau potable –
Secteur Saint-Louis

Mesdames,
Messieurs,

À la suite de votre demande d'autorisation datée du 5 février 2016, reçue le
11 février 2016 et complétée le 14 juillet 2016, j'autorise, conformément à
l'article 32 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (RLRQ, chapitre Q-2),
le titulaire ci-dessus mentionné à réaliser le projet décrit ci-dessous :

Débranchement des puits du réseau de distribution et
raccordement vers le système de traitement
Raccordement du système de traitement de l'eau au réseau de
distribution.

Mise en place d'un système de désinfection à l'hypochlorite
de sodium et d'équipements de contrôle visant l'enlèvement
de 99,99 % des virus à l'eau distribuée par les puits PF-1,
PF-2 et PSL-3

Les travaux auront lieu sur le lot 2 981 289, dans le secteur
de Saint-Louis de la ville de Portneuf, municipalité régionale
de comté de Portneuf.

La présente autorisation est délivrée sur la base des renseignements contenus dans le « Formulaire de demande d'autorisation pour réaliser un projet assujéti à l'article 32 de la Loi sur la qualité de l'environnement », daté du 5 février 2016 et signé par Mme Katherine Bourque Rodrigue, ingénieur chez WSP Canada inc.,

Les documents suivants font partie intégrante de la présente autorisation :

- Plans intitulés : « Ville de Portneuf – Mise aux normes des installations d'eau potable secteur Saint-Louis », feuillets F01 à F04, révision 2, feuillets MM-1 à MM-7, révision 1, tous du 5 février 2016, signés et scellés par Mme Katherine Bourque Rodrigue, ingénieur chez WSP Canada inc.;

- Devis intitulé : « Ville de Portneuf – Mise aux normes du système de distribution de l'eau potable – Secteur Saint-Louis – infrastructures municipales - Projet No 151-07915-00 », signé et scellé par Mme Katherine Bourque Rodrigue, tous deux ingénieurs chez WSP Canada inc.;

- Rapport d'ingénierie intitulé : « Ville de Portneuf – Mise en conformité des installations d'eau potable du secteur Saint-Louis – Projet No 151-07915-00 », daté du 2 février 2016, signé par M. Vincent Croteau, ingénieur jr., et M. Stéphane Vachon, ingénieur, tous deux pour WSP Canada inc.;

- Résolution numéro 2015-11-228 de la Ville de Portneuf du 11 novembre 2015 et signé par Mme France Marcotte, Greffière, concernant l'engagement à transmettre l'attestation de conformité des travaux;

- Information complémentaire transmise par courriel au ministre du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, le 17 juin 2016 par M. Stéphane Vachon, ingénieur chez WSP Canada inc., concernant des précisions sur le projet.

- Information complémentaire transmise par courriel au ministre du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, le 14 juillet 2016 par M. Stéphane Vachon, ingénieur chez WSP Canada inc., concernant des précisions sur le projet.

En cas de divergence entre ces documents, l'information contenue au document le plus récent prévaut.

N/Réf. : 7314-03-34097-01
N/Doc. : 401368465

Le projet devra être réalisé conformément à ces documents.

En outre, cette autorisation ne dispense pas le titulaire d'obtenir toute autre autorisation requise par toute loi ou tout règlement le cas échéant.

Pour le ministre,



Isabelle Olivier, ing.

Directrice régionale de l'analyse et de
l'expertise de la Capitale-Nationale
et de la Chaudière-Appalaches

IO/LA/epb

Annexe 3

Compilation des données générées : niveau de vulnérabilité
(tableau A4-1)

Tableau A4-1 : Niveaux de vulnérabilité des aires de protection

Nom de l'aire de protection évaluée	Plage d'indices DRASTIC	Description de la répartition des indices DRASTIC obtenus	Niveau de vulnérabilité des eaux dans l'aire de protection évaluée
Thibodeau			
Immédiate	111 - 116	Un résultat de 88 a été calculé au droit du puits lors de l'intervention hydrogéologique des Consultants HGE Inc. en 2002. Quant à la présente analyse et donnant suite aux travaux de modélisation, nous avons déterminé une plage de 111-116	Moyen
Intermédiaire	111 - 116	Cette plage de valeurs correspond à l'aire de protection intermédiaire bactériologique	Moyen
Intermédiaire	111 - 116	Cette plage de valeurs correspond à l'aire de protection intermédiaire virologique	Moyen
Éloignée	83 - 126	Cette plage de valeurs correspond à l'aire de protection intermédiaire éloignée	Moyen
Provencher			
Immédiate	134 - 138	Un résultat de 77 a été calculé au droit du puits lors de l'intervention hydrogéologique des Consultants HGE Inc. en 2002. Quant à la présente analyse et donnant suite aux travaux de modélisation, nous avons déterminé une plage de 134-138	Moyen
Intermédiaire	110 - 144	Cette plage de valeurs correspond à l'aire de protection intermédiaire bactériologique	Moyen
Intermédiaire	97 - 138	Cette plage de valeurs correspond à l'aire de protection intermédiaire virologique	Moyen
Éloignée	101 - 135	Cette plage de valeurs correspond à l'aire de protection intermédiaire éloignée	Moyen
PE-1			
Immédiate	99 - 105	Un résultat de 92 a été calculé au droit du puits lors de l'intervention hydrogéologique des Consultants HGE Inc. en 2002. Quant à la présente analyse et donnant suite aux travaux de modélisation, nous avons déterminé une plage de 99 - 106	Moyen
Intermédiaire	99 - 106	Cette plage de valeurs correspond à l'aire de protection intermédiaire bactériologique	Moyen
Intermédiaire	83 - 105	Cette plage de valeurs correspond à l'aire de protection intermédiaire virologique	Moyen
Éloignée	83 - 141	Cette plage de valeurs correspond à l'aire de protection intermédiaire éloignée	Moyen
PE-2			
Immédiate	109 - 125	Un résultat de 90 a été calculé au droit du puits lors de l'intervention hydrogéologique des Consultants HGE Inc. en 2002. Quant à la présente analyse et donnant suite aux travaux de modélisation, nous avons déterminé une plage de 109 - 126	Moyen
Intermédiaire	107 - 125	Cette plage de valeurs correspond à l'aire de protection intermédiaire bactériologique	Moyen
Intermédiaire	99 - 115	Cette plage de valeurs correspond à l'aire de protection intermédiaire virologique	Moyen
Éloignée	83 - 136	Cette plage de valeurs correspond à l'aire de protection intermédiaire éloignée	Moyen
SL-3			
Immédiate	111 - 121	Un résultat de 92 a été calculé au droit du puits lors de l'intervention hydrogéologique des Consultants HGE Inc. en 2002. Quant à la présente analyse et donnant suite aux travaux de modélisation, nous avons déterminé une plage de 111 - 121	Moyen
Intermédiaire	107 - 125	Cette plage de valeurs correspond à l'aire de protection intermédiaire bactériologique	Moyen
Intermédiaire	107 - 125	Cette plage de valeurs correspond à l'aire de protection intermédiaire virologique	Moyen
Éloignée	83 - 137	Cette plage de valeurs correspond à l'aire de protection intermédiaire éloignée	Moyen

Nom de l'aire de protection évaluée	Plage d'indices DRASTIC	Description de la répartition des indices DRASTIC obtenus	Niveau de vulnérabilité des eaux dans l'aire de protection évaluée
		Les Sources	
Immédiate	108 - 151	Un résultat de 158a été calculé au droit du puits lors de l'intervention hydrogéologique des Consultants HGE Inc. en 2002. Quant à la présente analyse et donnant suite aux travaux de modélisation, nous avons déterminé une plage de 108 - 161	Moyen
Intermédiaire	113 - 141	Cette plage de valeurs correspond à l'aire de protection intermédiaire bactériologique	Moyen
Intermédiaire	113 - 156	Cette plage de valeurs correspond à l'aire de protection intermédiaire virologique	Moyen
Éloignée	115 - 157	Cette plage de valeurs correspond à l'aire de protection intermédiaire éloignée	Moyen

Annexe 4

Compilation des données générées : activités anthropiques
(tableaux A4-2)

Tableau A4-2-5 : Résultats de l'inventaire des activités anthropiques et de l'évaluation des menaces qu'elles représentent (puits Thibodeau)

#	Nom de l'activité anthropique	Description de l'activité anthropique	Nom de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Coordonnées de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Code CUBF
1	Logements, bâtiments, résidences	Présence potentielle de fosse septiques	-	Voir plan des activités	1000
2	Logements, bâtiments, résidences	Présence potentielle de fosse septiques	-	Voir plan des activités	1990
3	Voie ferrée	Présence potentielle de remblais contaminés	-	Voir plan des activités	4111
4	Industriel	Industrie du bois	-	Voir plan des activités	2799
5	Voie de circulation	Autoroute	-	Voir plan des activités	4550
6	Voie de circulation	Autoroute	-	Voir plan des activités	4550
7	Ligne haute tension	Hydro-Québec	-	Voir plan des activités	NA

#	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Gravité de base
1	Logement	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Effluents fosse septiques. Chimique	Grave
2	Autres immeubles résidentiels	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Effluents fosse septiques. Chimique	Grave
3	Chemin de fer (sauf train touristique, aiguillage et cour de triage)	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Hydrocarbures et métaux lourds (remblais)	Grave
4	Autres industries du bois	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Faibles émissions contaminants organiques et inorganiques	Mineure
5	Voie de circulation	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Chlorures	Mineur
6	Voie de circulation	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Chlorures	Mineur
7		Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Herbicides	Grave

#	Gravité ajustée	Description de l'ajustement	Fréquence	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
1	Sérieuse	Diminution un niveau (aire	Très fréquent	Élevé	Élevé
2	Mineure	Diminution deux niveau (aire éloignée, vulnérabilité faible)	Très fréquent	Moyen	Moyen
3	Sérieuse	Diminution un niveau (aire éloignée)	Fréquent	Moyen	Moyen
4	Mineure	Aucun ajustement	Fréquent	Faible	Faible
5	Mineur	Aucun ajustement	Fréquent	Faible	Faible
6	Mineur	Aucun ajustement	Fréquent	Faible	Faible
7	Mineur	Ajustement a la gravite minimale. Utilisation d'herbicides peu probable par HQ	Occasionnel	Très faible	Très faible

Tableau A4-2-1 : Résultats de l'inventaire des activités anthropiques et de l'évaluation des menaces qu'elles représentent (puits Provencher)

#	Nom de l'activité anthropique	Description de l'activité anthropique	Nom de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Coordonnées de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Code CUBF
1	Logements, bâtiments, résidences	Présence potentielle de fosse septiques	-	Voir plan des activités	1000
2	Agricole	Culture /élevage	-	Voir plan des activités	9100
3	Logements, bâtiments, résidences	Présence potentielle de fosse septiques	-	Voir plan des activités	1000
4	Logements, bâtiments, résidences	Présence potentielle de fosse septiques	-	Voir plan des activités	1000
5	Voie ferrée	Présence potentielle de remblais contaminés	-	Voir plan des activités	4111
6	Agricole	Culture /élevage	-	Voir plan des activités	1000
7	Voie ferrée	Présence potentielle de remblais contaminés	-	Voir plan des activités	4111
8	Industriel	Industrie du bois	-	Voir plan des activités	2723
9	Terrain de sport	-	-	Voir plan des activités	6312
10	Voie de circulation	route	-	Voir plan des activités	4552
11	Voie de circulation	Autoroute	-	Voir plan des activités	4550
12	Ligne haute tension	Hydro-Québec	-	Voir plan des activités	NA

#	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Gravité de base
1	Logement	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Effluents fosse septiques. Microbiologique et chimique	Catastrophique
2	NA	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Contaminants microbiologique organiques et inorganiques	Catastrophique
3	Logement	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Effluents fosse septiques. Microbiologique et chimique	Catastrophique
4	Logement	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Effluents fosse septiques. Chimique	Grave
5	Chemin de fer (sauf train touristique, aiguillage et cour de triage)	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Hydrocarbures et métaux lourds (remblais)	Grave
6	NA	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Contaminants organiques et inorganiques	Grave
7	Chemin de fer (sauf train touristique, aiguillage et cour de triage)	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Hydrocarbures et métaux lourds (remblais)	Grave
8	Fabrication de produits de charpente en bois (autres qu'en bois massif)	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Faibles émissions contaminants organiques et inorganiques	Mineure
9	NA	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Fertilisant inorganiques, pesticides	Grave
10	Voie de circulation	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Chlorures	Mineur
11	Voie de circulation	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Chlorures	Mineur
12		Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de	Herbicides	Grave

#	Gravité ajustée	Description de l'ajustement	Fréquence	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
1	Grave	Diminution un niveau (traitement eau)	Très fréquent	Très élevé	Très élevé
2	Grave	Diminution un niveau (traitement eau)	Fréquent	Élevé	Élevé
3	Sérieuse	Diminution deux niveau (vulnérabilité faible, traitement eau)	Très fréquent	Élevé	Élevé
4	Sérieuse	Diminution un niveau (aire éloignée)	Très fréquent	Élevé	Élevé
5	Grave	Aucun ajustement	Fréquent	Élevé	Élevé
6	Sérieuse	Diminution un niveau (aire éloignée)	Fréquent	Moyen	Moyen
7	Sérieuse	Diminution un niveau (aire éloignée)	Fréquent	Moyen	Moyen
8	Mineure	Aucun ajustement	Fréquent	Faible	Faible
9	Sérieuse	Diminution un niveau (aire éloignée)	Occasionnel	Faible	Faible
10	Mineur	Aucun ajustement	Fréquent	Faible	Faible
11	Mineur	Aucun ajustement	Fréquent	Faible	Faible
12	Mineur	Ajustement a la gravite minimale. Utilisation d'herbicides peu probable par HQ	Occasionnel	Très faible	Très faible

Tableau A4-2-2 : Résultats de l'inventaire des activités anthropiques et de l'évaluation des menaces qu'elles représentent (puits Saint-Louis 1)

#	Nom de l'activité anthropique	Description de l'activité anthropique	Nom de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Coordonnées de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Code CUBF
1	Logements, bâtiments, résidences	Présence potentielle de fosse septiques	-	Voir plan des activités	1000
2	Logements, bâtiments, résidences	Présence potentielle de fosse septiques	-	Voir plan des activités	1000
3	Carrière	Extraction de la pierre	-	Voir plan des activités	8542
4	Voie de circulation	route	-	Voir plan des activités	4559
5	Ligne haute tension	Hydro-Québec	-	Voir plan des activités	NA
6	Ligne haute tension	Hydro-Québec	-	Voir plan des activités	NA

#	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considérés	Gravité de base
1	Logement	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Effluents fosse septiques. Chimique	Grave
2	Logement	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Effluents fosse septiques. Chimique	Grave
3	Extraction de la pierre pour le concassage et l'enrochement	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Faible émission hydrocarbures	Mineur
4	Voie de circulation	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Chlorures	Mineur
5		Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Herbicides	Grave
6		Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Herbicides	Grave

#	Gravité ajustée	Description de l'ajustement	Fréquence	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
1	Sérieuse	Diminution un niveau (aire éloignée)	Très fréquent	Élevé	Élevé
2	Mineure	Diminution deux niveau (aire éloignée, vulnérabilité faible)	Très fréquent	Moyen	Moyen
3	Mineur	Aucun ajustement	Fréquent	Faible	Faible
4	Mineur	Aucun ajustement	Fréquent	Faible	Faible
5	Mineur	Ajustement a la gravite minimale. Utilisation d'herbicides peu probable par HQ	Occasionnel	Très faible	Très faible
6	Mineur	Ajustement a la gravite minimale. Utilisation d'herbicides peu probable par HQ	Occasionnel	Très faible	Très faible

Tableau A4-2-3 : Résultats de l'inventaire des activités anthropiques et de l'évaluation des menaces qu'elles représentent (puits Saint-Louis 2)

Nom de l'activité anthropique	Description de l'activité anthropique	Nom de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Coordonnées de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Code CUBF
Ligne haute tension	Hydro-Québec	-	Voir plan des activités	NA

Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Gravité de base
	4	Herbicides	Grave

Gravité ajustée	Description de l'ajustement	Fréquence	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
Mineur	Ajustement a la gravite minimale. Utilisation d'herbicides peu probable par HQ	Occasionnel	Très faible	Très faible

Tableau A4-2-4 : Résultats de l'inventaire des activités anthropiques et de l'évaluation des menaces qu'elles représentent (puits Saint-Louis 3)

#	Nom de l'activité anthropique	Description de l'activité anthropique	Nom de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Coordonnées de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Code CUBF
1	Logements, bâtiments, résidences	Présence potentielle de fosse septiques	-	Voir plan des activités	NA
2	Logements, bâtiments, résidences	Présence potentielle de fosse septiques	-	Voir plan des activités	NA
3	Ligne haute tension	Hydro-Québec	-	Voir plan des activités	NA

#	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Gravité de base
1		Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Effluents fosse septiques. Microbiologique et chimique	Catastrophique
2		Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Effluents fosse septiques. Chimique	Grave
3		Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Herbicides	Grave

#	Gravité ajustée	Description de l'ajustement	Fréquence	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
1	Grave	Diminution un niveau (traitement eau)	Très fréquent	Très élevé	Très élevé
2	Sérieuse	Diminution un niveau (aire éloignée)	Très fréquent	Élevé	Élevé
3	Mineur	Ajustement a la gravite minimale. Utilisation d'herbicides peu probable par HQ	Occasionnel	Très faible	Très faible

Tableau A4-2-6 : Résultats de l'inventaire des activités anthropiques et de l'évaluation des menaces qu'elles représentent (Secteur Les Sources)

#	Nom de l'activité anthropique	Description de l'activité anthropique	Nom de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Coordonnées de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Code CUBF
1	Logements, bâtiments, résidences	Présence potentielle de fosse septiques	-	Voir plan des activités	NA
2	Logements, bâtiments, résidences	Présence potentielle de fosse septiques	-	Voir plan des activités	1000
3	Agricole	Culture /élevage	-	Voir plan des activités	6242
4	Voie de circulation	route secondaire	-	Voir plan des activités	4564
5	Voie de circulation	Routes et autoroute	-	Voir plan des activités	4563

#	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Gravité de base
1		Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Effluents fosse septiques. Microbiologique et chimique	Catastrophique
2	Logement	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Effluents fosse septiques. Chimique	Grave
3	NA	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Contaminants organiques et inorganiques	Grave
4	Voie de circulation	Aire de protection immédiate	Chlorures	Mineur
5	Voie de circulation	Aires de protection intermédiaire et éloignée (à l'exclusion de l'aire de protection immédiate)	Chlorures	Mineur

#	Gravité ajustée	Description de l'ajustement	Fréquence	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
1	Grave	Diminution un niveau (traitement eau)	Très fréquent	Très élevé	Très élevé
2	Sérieuse	Diminution un niveau (aire éloignée)	Très fréquent	Élevé	Élevé
3	Sérieuse	Diminution un niveau (aire éloignée)	Fréquent	Moyen	Moyen
4	Sérieuse	Augmentation un niveau (aire immédiate)	Fréquent	Moyen	Moyen
5	Mineur	Aucun ajustement	Fréquent	Faible	Faible

Annexe 5

Compilation des données générées : événements potentiels
(tableaux A4-3)

Tableau A4-3-5 : Résultats de l'inventaire des événements potentiels et de l'évaluation des menaces qu'ils représentent (puits Thibodeau)

#	Nom de l'événement potentiel	Nom de l'activité anthropique associée à l'événement potentiel	Description de l'activité anthropique associée à l'événement potentiel	Nom de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Coordonnées de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité
1	Déversement routier	Route ou autoroute	-	-	Voir plan des événements
2	Déversement ferroviaire	Voie ferrée	-	-	Voir plan des événements
3	Déversement industriel	Industrie du bois	-	-	Voir plan des événements
4	Déversement routier	Route ou autoroute	-	-	Voir plan des événements
5	Fuite ou déversement huile de chauffage	Présence potentielle de système de chauffage à l'huile	-	-	Voir plan des événements
6	Déversement herbicide	Entretien ligne haute tension	-	-	Voir plan des événements
7	Fuite ou déversement huile de chauffage	Présence potentielle de système de chauffage à l'huile	-	-	Voir plan des événements

#	Code CUBF de l'activité anthropique	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Gravité de base
1	4550	Voie de circulation	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Contaminants organiques et inorganiques divers	Catastrophique
2	4111	Chemin de fer (sauf train touristique, aiguillage et cour de triage)	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Contaminants organiques et inorganiques	Catastrophique
3	2799	Autres industries du bois	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Contaminants organiques et inorganiques	Grave
4	4550	Voie de circulation	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Contaminants organiques et inorganiques divers	Catastrophique
5	1000	Logement	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Hydrocarbures	Grave
6	NA		Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Herbicides	Grave
7	1990	Autres immeubles résidentiels	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Hydrocarbures	Grave

#	Gravité ajustée	Description de l'ajustement	Probabilité	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
1	Catastrophique	Aucun ajustement	Possible	Élevé	Élevé
2	Grave	Diminution un niveau (aire éloignée)	Possible	Moyen	Moyen
3	Grave	Aucun ajustement	Possible	Moyen	Moyen
4	Grave	Diminution un niveau (aire éloignée)	Possible	Moyen	Moyen
5	Sérieuse	Diminution un niveau (aire éloignée)	Possible	Faible	Faible
6	Mineur	Ajustement à la gravité minimale. Utilisation d'herbicides peu probable par HQ	Peu probable	Très faible	Très faible
7	Mineure	Diminution deux niveau (aire éloignée, vulnérabilité faible)	Possible	Très faible	Très faible

Tableau A4-3-1 : Résultats de l'inventaire des événements potentiels et de l'évaluation des menaces qu'ils représentent (puits Provencher)

#	Nom de l'événement potentiel	Nom de l'activité anthropique associée à l'événement potentiel	Description de l'activité anthropique associée à l'événement potentiel	Nom de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Coordonnées de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité
1	Déversement ferroviaire	Voie ferrée	-	-	Voir plan des événements
2	Déversement routier	Route ou autoroute	-	-	Voir plan des événements
3	Déversement agricole	Agriculture	-	-	Voir plan des événements
4	Déversement ferroviaire	Voie ferrée	-	-	Voir plan des événements
5	Déversement routier	Route ou autoroute	-	-	Voir plan des événements
6	Déversement routier	Route ou autoroute	-	-	Voir plan des événements
7	Fuite ou déversement huile de chauffage	Présence potentielle de système de chauffage à l'huile	-	-	Voir plan des événements
8	Déversement agricole	Agriculture	-	-	Voir plan des événements
9	Déversement fertilisant et pesticides	Terrain de sport	-	-	Voir plan des événements
10	Déversement industriel	Industrie du bois	-	-	Voir plan des événements
11	Déversements divers	Commercial, entreposage	-	-	Voir plan des événements
12	Fuite de lagunes	Lagune de traitement des eaux usées	-	-	Voir plan des événements
13	Fuite ou déversement huile de chauffage	Présence potentielle de système de chauffage à l'huile	-	-	Voir plan des événements
14	Fuite ou déversement huile de chauffage	Présence potentielle de système de chauffage à l'huile	-	-	Voir plan des événements
15	Déversement herbicide	Entretien ligne haute tension	-	-	Voir plan des événements

#	Code CUBF de l'activité anthropique	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Gravité de base
1	4111	Chemin de fer (sauf train touristique, aiguillage et cour de triage)	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Contaminants organiques et inorganiques	Catastrophique
2	4550	Voie de circulation	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Contaminants organiques et inorganiques divers	Catastrophique
3	9100	NA	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Contaminants microbiologique organiques et inorganiques	Catastrophique
4	4111	Chemin de fer (sauf train touristique, aiguillage et cour de triage)	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Contaminants organiques et inorganiques	Catastrophique
5	4550	Voie de circulation	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Contaminants organiques et inorganiques divers	Catastrophique
6	4550	Voie de circulation	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Contaminants organiques et inorganiques divers	Catastrophique
7	1000	Logement	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Hydrocarbures	Grave
8	1000	NA	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Contaminants organiques et inorganiques	Grave
9	6312	NA	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	fertilisants inorganiques, pesticides	Grave
10	2723	Fabrication de produits de charpente en bois (autres qu'en bois massif)	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Contaminants organiques et inorganiques	Grave
11	6355	Service de location de camions, de remorques utilitaires et de véhicules de plaisance	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Contaminants organiques et inorganiques	Grave
12	NA		Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Eaux usées (chimique)	Grave
13	1000	Logement	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Hydrocarbures	Grave
14	1000	Logement	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Hydrocarbures	Grave
15	NA		Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Herbicides	Grave

#	Gravité ajustée	Description de l'ajustement	Probabilité	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
1	Catastrophique	Aucun ajustement	Possible	Élevé	Élevé
2	Catastrophique	Aucun ajustement	Possible	Élevé	Élevé
3	Grave	Diminution un niveau (traitement eau)	Possible	Moyen	Moyen
4	Grave	Diminution un niveau (aire éloignée)	Possible	Moyen	Moyen
5	Catastrophique	Aucun ajustement	Peu probable	Moyen	Moyen
6	Grave	Diminution un niveau (aire éloignée)	Possible	Moyen	Moyen
7	Grave	Aucun ajustement	Possible	Moyen	Moyen
8	Sérieuse	Diminution un niveau (aire éloignée)	Possible	Faible	Faible
9	Sérieuse	Diminution un niveau (aire éloignée)	Possible	Faible	Faible
10	Sérieuse	Diminution un niveau (aire éloignée)	Possible	Faible	Faible
11	Sérieuse	Diminution un niveau (aire éloignée)	Possible	Faible	Faible
12	Sérieuse	Diminution un niveau (aire éloignée)	Possible	Faible	Faible
13	Sérieuse	Diminution un niveau (vulnérabilité faible)	Possible	Faible	Faible
14	Sérieuse	Diminution un niveau (aire éloignée)	Possible	Faible	Faible
15	Mineur	Ajustement a la gravite minimale. Utilisation d'herbicides peu probable par HQ	Peu probable	Très faible	Très faible

Tableau A4-3-2 : Résultats de l'inventaire des événements potentiels et de l'évaluation des menaces qu'ils représentent (puits Saint-Louis 1)

#	Nom de l'événement potentiel	Nom de l'activité anthropique associée à l'événement potentiel	Description de l'activité anthropique associée à l'événement potentiel	Nom de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Coordonnées de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité
1	Déversement routier	Route ou autoroute	-	-	Voir plan des événements
2	Déversement machineries carrière	Carrière	-	-	Voir plan des événements
3	Déversement routier	Route ou autoroute	-	-	Voir plan des événements
4	Fuite ou déversement huile de chauffage	Présence potentielle de système de chauffage à l'huile	-	-	Voir plan des événements
5	Déversement herbicide	Entretien ligne haute tension	-	-	Voir plan des événements
6	Déversement herbicide	Entretien ligne haute tension	-	-	Voir plan des événements
7	Déversement machineries carrière	Carrière	-	-	Voir plan des événements
8	Fuite ou déversement huile de chauffage	Présence potentielle de système de chauffage à l'huile	-	-	Voir plan des événements

#	Code CUBF de l'activité anthropique	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Gravité de base
1	4550	Voie de circulation	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Contaminants organiques et inorganiques divers	Catastrophique
2	8542	Extraction de la pierre pour le concassage et l'enrochement	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Hydrocarbures	Grave
3	4550	Voie de circulation	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Contaminants organiques et inorganiques divers	Catastrophique
4	1000	Logement	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Hydrocarbures	Grave
5	NA		Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Herbicides	Grave
6	NA		Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Herbicides	Grave
7	8542	Extraction de la pierre pour le concassage et l'enrochement	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Hydrocarbures	Grave
8	1000	Logement	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Hydrocarbures	Grave

#	Gravité ajustée	Description de l'ajustement	Probabilité	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
1	Grave	Diminution un niveau (aire éloignée)	Possible	Moyen	Moyen
2	Sérieuse	Diminution un niveau (aire éloignée)	Possible	Faible	Faible
3	Sérieuse	Diminution deux niveau (aire éloignée, vulnérabilité faible)	Possible	Faible	Faible
4	Sérieuse	Diminution un niveau (aire éloignée)	Possible	Faible	Faible
5	Mineur	Ajustement à la gravité minimale. Utilisation d'herbicides peu probable par HQ	Peu probable	Très faible	Très faible
6	Mineur	Ajustement à la gravité minimale. Utilisation d'herbicides peu probable par HQ	Peu probable	Très faible	Très faible
7	Mineure	Diminution deux niveau (aire éloignée, vulnérabilité faible)	Possible	Très faible	Très faible
8	Mineure	Diminution deux niveau (aire éloignée, vulnérabilité faible)	Possible	Très faible	Très faible

Tableau A4-3-3 : Résultats de l'inventaire des événements potentiels et de l'évaluation des menaces qu'ils représentent (puits Saint Louis 2)

Nom de l'événement potentiel	Nom de l'activité anthropique associée à l'événement potentiel	Description de l'activité anthropique associée à l'événement potentiel	Nom de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Coordonnées de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité
Déversement herbicide	Entretien ligne haute tension	-	-	Voir plan des évènements
Code CUBF de l'activité anthropique	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Gravité de base
NA		Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Herbicides	Grave
Gravité ajustée	Description de l'ajustement	Probabilité	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
Mineur	Ajustement à la gravité minimale, Utilisation d'herbicides peu probable par HQ	Peu probable	Très faible	Très faible

Tableau A4-3-4 : Résultats de l'inventaire des événements potentiels et de l'évaluation des menaces qu'ils représentent (puits Saint-Louis 3)

#	Nom de l'événement potentiel	Nom de l'activité anthropique associée à l'événement potentiel	Description de l'activité anthropique associée à l'événement potentiel	Nom de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Coordonnées de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité
1	Déversements divers	Commercial, entreposage	-	-	Voir plan des événements
2	Déversements divers	Commercial, entreposage	-	-	Voir plan des événements
3	Fuite ou déversement huile de chauffage	Présence potentielle de système de chauffage à l'huile	-	-	Voir plan des événements
4	Fuite ou déversement huile de chauffage	Présence potentielle de système de chauffage à l'huile	-	-	Voir plan des événements
5	Déversement herbicide	Entretien ligne haute tension	-	-	Voir plan des événements

#	Code CUBF de l'activité anthropique	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Gravité de base
1	6379	Autres entreposages	Aire de protection immédiate	Contaminants organiques et inorganiques	Grave
2	6379	Autres entreposages	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Contaminants organiques et inorganiques	Grave
3	NA		Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Hydrocarbures	Grave
4	NA		Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Hydrocarbures	Grave
5	NA		Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Herbicides	Grave

#	Gravité ajustée	Description de l'ajustement	Probabilité	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
1	Catastrophique	Augmentation un niveau (aire immédiate)	Possible	Élevé	Élevé
2	Grave	Aucun ajustement	Possible	Moyen	Moyen
3	Grave	Aucun ajustement	Possible	Moyen	Moyen
4	Sérieuse	Diminution un niveau (aire éloignée)	Possible	Faible	Faible
5	Mineur	Ajustement a la gravite minimale. Utilisation d'herbicides peu probable par HQ	Peu probable	Très faible	Très faible

Tableau A4-3-6 : Résultats de l'inventaire des événements potentiels et de l'évaluation des menaces qu'ils représentent (puits Secteur Les Sources)

#	Nom de l'événement potentiel	Nom de l'activité anthropique associée à l'événement potentiel	Description de l'activité anthropique associée à l'événement potentiel	Nom de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Coordonnées de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité
1	Déversement routier	Route secondaire	-	-	Voir plan des événements
2	Déversement routier	Route secondaire	-	-	Voir plan des événements
3	Déversement routier	Route ou autoroute	-	-	Voir plan des événements
4	Fuite ou déversement huile de chauffage	Présence potentielle de système de chauffage à	-	-	Voir plan des événements
5	Déversement agricole	Agriculture	-	-	Voir plan des événements
6	Fuite ou déversement huile de chauffage	Présence potentielle de système de chauffage à	-	-	Voir plan des événements

#	Code CUBF de l'activité anthropique	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Gravité de base
1	4550	Voie de circulation	Aire de protection immédiate	Contaminants organiques et inorganiques divers	Catastrophique
2	4550	Voie de circulation	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de	Contaminants organiques et inorganiques divers	Catastrophique
3	4550	Voie de circulation	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection	Contaminants organiques et inorganiques divers	Catastrophique
4	NA		Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de	Hydrocarbures	Grave
5	6242	NA	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection	Contaminants organiques et inorganiques	Grave
6	1000	Logement	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection	Hydrocarbures	Grave

#	Gravité ajustée	Description de l'ajustement	Probabilité	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
1	Catastrophique	Aucun ajustement	Peu probable	Moyen	Moyen
2	Catastrophique	Aucun ajustement	Peu probable	Moyen	Moyen
3	Grave	Diminution un niveau (aire éloignée)	Possible	Moyen	Moyen
4	Grave	Aucun ajustement	Possible	Moyen	Moyen
5	Sérieuse	Diminution un niveau (aire éloignée)	Possible	Faible	Faible
6	Sérieuse	Diminution un niveau (aire éloignée)	Possible	Faible	Faible

Annexe 6

Compilation des données générées : affectations du territoire
(tableaux A4-4)

Tableau A4-4 : Résultats de l'inventaire des affectations du territoire

Puits	Nom de l'affectation	Aire ou combinaison d'aires de protection que touche l'affectation	Affectation représentant un risque ou contribuant à la protection	Nom de l'activité anthropique permise représentant un risque	Description de la nature et de l'ampleur du risque associé à l'activité anthropique permise
Provencher	Agroforestière	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Affectation contribuant à la protection		Contribuant à la protection si non exploité
	Récréative	Aire de protection immédiate	Affectation contribuant à la protection		
	Récréative	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Affectation contribuant à la protection		
	Commerciale	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Affectation représentant un risque	Activités commerciales	Contaminants organique et inorganique divers
	Commerciale	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Affectation représentant un risque	Activités commerciales	Contaminants organique et inorganique divers
	Industrielle	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Affectation représentant un risque	Activités industrielles	Contaminants organique et inorganique divers
	Public	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Affectation représentant un risque	Terrain de sport	Faible risque si utilisation de fertilisants et de pesticides
	Public	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Affectation représentant un risque	Terrain de sport	Faible risque si utilisation de fertilisants et de pesticides
	Résidentiel et commercial	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Affectation représentant un risque	Résidences et commerces	Contaminants organique et inorganique divers, système de chauffage à l'huile, fosses septiques
	Résidentielle	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Affectation représentant un risque	Résidences	Contaminants organique et inorganique divers, système de chauffage à l'huile, fosses septiques
	Résidentielle	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Affectation représentant un risque	Résidences	Contaminants organique et inorganique divers, système de chauffage à l'huile, fosses septiques
	Transport	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Affectation représentant un risque	Voies de circulation	Présence potentielle de remblais contaminés, risques de déversements
Saint-Louis 1	Agroforestière	Aire de protection immédiate	Affectation contribuant à la protection		Contribuant à la protection si non exploité
	Agroforestière	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Affectation contribuant à la protection		Contribuant à la protection si non exploité
	Agroforestière	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Affectation contribuant à la protection		Contribuant à la protection si non exploité
	Agricole	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Affectation représentant un risque	Agriculture	Contaminants liés à l'agriculture (fertilisants organiques et inorganiques, pesticides)
	Industrielle	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Affectation représentant un risque	Activités industrielles	Contaminants organique et inorganique divers
Saint-Louis 2	Agroforestière	Aire de protection immédiate	Affectation contribuant à la protection		Contribuant à la protection si non exploité
	Agroforestière	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Affectation contribuant à la protection		Contribuant à la protection si non exploité
	Agroforestière	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Affectation contribuant à la protection		Contribuant à la protection si non exploité
Saint-Louis 3	Agroforestière	Aire de protection immédiate	Affectation contribuant à la protection		Contribuant à la protection si non exploité
	Agroforestière	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Affectation contribuant à la protection		Contribuant à la protection si non exploité
	Agroforestière	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Affectation contribuant à la protection		Contribuant à la protection si non exploité
Thibodeau	Agroforestière	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Affectation contribuant à la protection		Contribuant à la protection si non exploité
	Industrielle	Aire de protection immédiate	Affectation représentant un risque	Activités industrielles	Contaminants organique et inorganique divers
	Industrielle	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Affectation représentant un risque	Activités industrielles	Contaminants organique et inorganique divers
	Transport	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Affectation représentant un risque	Voies de circulation	Présence potentielle de remblais contaminés, risques de déversements
	Transport	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Affectation représentant un risque	Voies de circulation	Présence potentielle de remblais contaminés, risques de déversements
Les Sources	Agroforestière	Aire de protection immédiate	Affectation contribuant à la protection		Contribuant à la protection si non exploité
	Agroforestière	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Affectation contribuant à la protection		Contribuant à la protection si non exploité
	Agroforestière	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Affectation contribuant à la protection		Contribuant à la protection si non exploité
	Agroforestière	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Affectation contribuant à la protection		Contribuant à la protection si non exploité
	Agricole	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Affectation représentant un risque	Agriculture	Contaminants liés à l'agriculture (fertilisants organiques et inorganiques, pesticides)
	Résidentielle	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Affectation représentant un risque	Résidences	Contaminants organique et inorganique divers, système de chauffage à l'huile, fosses septiques
	Résidentielle	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Affectation représentant un risque	Résidences	Contaminants organique et inorganique divers, système de chauffage à l'huile, fosses septiques
	Transport	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Affectation représentant un risque	Voies de circulation	Présence potentielle de remblais contaminés, risques de déversements
	Transport	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Affectation représentant un risque	Voies de circulation	Présence potentielle de remblais contaminés, risques de déversements

Annexe 7

Compilation des données générées : problèmes avérés
(tableaux A4-5)

Tableau A4-5 : Identification des problèmes avérés et des causes probables

Identification du problème avéré	Description du problème avéré	Description des données ayant servi à définir le problème avéré	Indication des causes	Type de cause	Description de la cause	Aire ou combinaison d'aires de protection où est située la cause	Présence dans l'inventaire des activités anthropiques
Aucune contamination d'origine chimique et microbiologique n'a été observée dans ces puits et les nitrates-nitrites n'ont jamais excédé 0,5 mg/l N-NO3	Aucune concentration inquiétante de nitrates-nitrites depuis leur mise en opération	Suivi qualitatif de la municipalité	N/A	Anthropique	N/A	Toutes les aires de protection	Non