MUNICIPALITÉ DE LAC-DES-ÉCORCES – SECTEUR VAL-BARRETTE
MISE À JOUR DU RAPPORT D'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ 2024
PRÉLÈVEMENT D'EAU SOUTERRAINE N^{OS} X0009229-1 ET -2





<u>Remis à :</u>

Municipalité de Lac-des-Écorces

672, boul. Saint-François

Lac-des-Écorces (Québec)

J0W 1H0

<u>Préparé par :</u>

Richelieu Hydrogéologie inc.

219, 15ième avenue, Richelieu (Québec)

J3L 3V7

Octobre 2025

Richelieu, le 27 octobre 2025

Municipalité de Lac-des-Écorces
672, boul. Saint-François
Lac-des-Écorces (Québec)
J0W 1H0

À l'attention de Mme Nathalie Labelle, directrice générale et greffière-trésorière adjointe

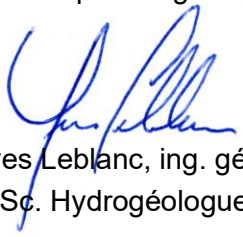
Objet : Municipalité de Lac-des-Écorces
Analyse de la vulnérabilité des puits municipaux du secteur Val-Barrette
Mise à jour incluant l'année 2024
Sites de prélèvement X0009229

Madame,

Il me fait plaisir de vous faire parvenir le rapport d'étude pour la mise à jour quinquennale de l'analyse de vulnérabilité des sites de prélèvement d'eau souterraine du secteur Val-Barrette de la municipalité de Lac-des-Écorces (Québec) dans le cadre du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (RPEP). La transmission et la diffusion des différents renseignements consignés au rapport doivent respecter l'article 68 du RPEP.

L'étude présente les caractéristiques des installations de production d'eau potable du secteur Val-Barrette ainsi que les aires de protection et niveaux de vulnérabilité de l'eau souterraine à l'intérieur de ces aires. Elle comprend également l'inventaire des activités pouvant affecter l'eau souterraine exploitée. Il en résulte que les menaces qui affectent la source d'alimentation en eau potable sont principalement l'agriculture, le transport routier ainsi que les résidences possédant leur propre traitement d'eau usée. Toutefois, ces dernières se situent à l'extérieur de l'aire de protection intermédiaire. Les priorités d'intervention afin de réduire ces menaces sont similaires à celles recommandées lors de la première étude, soit de contrôler les épandages. La consommation d'eau est stable et aucune pénurie n'est à prévoir. La seule problématique actuelle de l'eau souterraine pour la sécurité alimentaire est la formation de sous-produits de désinfection lors de la chloration de l'eau. Une surveillance rigoureuse et l'analyse des tendances sont recommandées afin de déterminer l'évolution de la problématique.

Je vous prie d'agréer, madame Labelle, l'expression de mes sentiments les meilleurs.



Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

p.j. rapport de la mise à jour de l'analyse de la vulnérabilité

RICHELIEU HYDROGÉOLOGIE INC.
219, 15IÈME AVENUE, RICHELIEU (QUÉBEC) J3L 3V7
TÉL. (450) 658-3233 COURRIEL : YVESL@SYMPATICO.CA

MUNICIPALITÉ DE LAC-DES-ÉCORCES – SECTEUR VAL-BARRETTE

MISE À JOUR DU RAPPORT D'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ 2024

PRÉLÈVEMENT D'EAU SOUTERRAINE N^{OS} X0009229-1 ET -2





<u>Remis à :</u>

Municipalité de Lac-des-Écorces

672, boul. Saint-François

Lac-des-Écorces (Québec)

J0W 1H0

<u>Préparé par :</u>

Richelieu Hydrogéologie inc.

219, 15ième avenue, Richelieu (Québec)

J3L 3V7

Octobre 2025

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction 1
1.1 Mandat 1
1.2 Mise en situation 2
2. Caractérisation du secteur d'alimentation du site de prélèvement 3
2.1 Localisation géographique du site à l'étude 3
2.2 Contexte physiographique, topographie et drainage superficiel 3
2.3 Milieu humain 6
2.4 Climat 7
2.5 Géologie 8
2.6 Hydrogéologie 8
2.6.1 Système d'information hydrogéologique (SIH) 8
2.6.2 Études hydrogéologiques locales 9
2.6.3 Suivi des eaux souterraines du Québec 10
2.6.4 Étude d'évaluation environnementale de site – Phase I 11
3. Caractérisation du prélèvement d'eau 12
3.1 Généralités 12
3.2 Description des installations de prélèvements 12
3.2.1 Description du Puits P1-VB (X-0009229-1) 13
3.2.2 Description du Puits P2-VB (X-0009229-2) 15
3.3 Description des installations de production et de distribution d'eau potable 16
3.3.1 Procédé de traitement de l'eau brute 16
3.3.2 Produits chimiques utilisés pour le traitement de l'eau potable 19
3.4 Historique de la quantité et de la qualité des eaux exploitées 19
3.4.1 Prélèvement d'eau brute 19
3.4.2 Qualité de l'eau brute et de l'eau distribuée des cinq dernières années 21
4. Délimitation des aires de protection des sites de prélèvement 23
4.1 Généralités 23
4.2 Méthodologie de délimitation 24
4.2.1 Modèle conceptuel 25
4.2.2 Modèle numérique 27
4.3 Simulations réalisées et résultats obtenus 31
4.3.1 Aire de protection intermédiaire bactériologique 31
4.3.2 Aire de protection intermédiaire virologique 31

4.3.3 Aire de protection éloignée 31
5. Niveau de vulnérabilité des eaux dans les aires de protection 32
5.1 Généralités 32
5.2 Méthodologie de calcul 33
5.2.1 Profondeur de la nappe (D) 33
5.2.2 Recharge (R) 33
5.2.3 Type d'aquifère (A) 33
5.2.4 Type de sol (S) 34
5.2.5 Topographie (T) 34
5.2.6 Impact de la zone vadose (I) 34
5.2.7 Conductivité hydraulique (C) 34
5.3 Résultats obtenus 34
6. Conclusions et recommandations 36

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du secteur d'étude

Figure 2 : Extrait de la carte topographique à l'échelle 1 : 20 000

Figure 3 : Imagerie satellitaire

Figure 4 : Extrait de la carte géologique

Figure 5 : Extrait de la carte des formations superficielles

Figure 6 : Localisation des puits, piézomètres et forages répertoriés dans le SIH

Figure 7 : Description du modèle numérique d'écoulement

Figure 8 : Piézométrie modélisée avec un prélèvement de 260 m³/jour

Figure 9 : Aires de protection intermédiaire et éloignée

Figure 10 : Indice de vulnérabilité DRASTIC

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Statistiques sur les puits et forages inventoriés dans le SIH 9

Tableau 2 : Historique reliée à la recherche en eau souterraine sur le territoire 12

Tableau 3 : Détails des installations de prélèvement d'eau 13

Tableau 4 : Produits chimiques utilisés pour le traitement des eaux 19

Tableau 5 : Données piézométriques issues de relevés effectués en 2006 et du SIH 27

Tableau 6 : Niveaux de vulnérabilité des aires de protection des puits P1-VB et P2-VB 35

LISTE DES SCHÉMAS

Schéma 1 : Réseau hydrographique du secteur (MELCC, 2020).....4
Schéma 2 : Bassin versant du cours d'eau Brunet (MELCC, 2020).....5
Schéma 3 : Milieux humides du secteur (MELCCFP, 2025).....5
Schéma 4 : Cultures déclarées en 2024 (MELCCFP, 2025).....7
Schéma 5 : Limites des périmètres de protection (Jolicoeur, 2006).....10
Schéma 6 : Aires de protection (MELCC, 2019).....23
Schéma 7 : Les sept paramètres hydrogéologiques (Decelles et al., 2019).....32

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1 : Températures et précipitations pour la station Mont-Laurier (ECCC, 2024).....7
Graphique 2 : Suivi piézométrique du MELCCFP.....11
Graphique 3 : Consommation d'eau brute mensuelle de 2011 à décembre 2024.....20
Graphique 4 : Suivi piézométrique de 2015 à 2025.....21
Graphique 5: Comparaison entre les niveaux d'eau observés et simulés.....29

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Cartes du rapport
Annexe 2 : Inventaire des puits et forages répertoriés dans le SIH
Annexe 3 : Schémas d'aménagement
Annexe 4 : Données de qualité de l'eau
Annexe 5 : Cartes de l'indice de vulnérabilité DRASTIC

ABRÉVIATIONS

ASTM :	American Society for Testing and Materials
CUBF :	Codes d'utilisation des biens-fonds
ECCC	Environnement et Changement climatique Canada
EPA :	Environmental protection agency
LiDAR :	Light Detection and Ranging (détection et estimation de la distance par la lumière)
MELCCFP :	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec
MRNF :	Ministère des Ressources naturelles et des Forêts du Québec
MRC :	Municipalité régionale de comté
PACES :	Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines
REIMR :	Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles
RESP :	Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés
RFPP :	Règlement sur les fabriques de pâtes et papiers
RLRQ :	Règlement sur les carrières et sablières
RPEP :	Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection
SCOPQ :	Système de coordonnées planes du Québec
SIG :	Système d'information géographique
SIH :	Système d'information hydrogéologique

LEXIQUE

Aire de protection : Portion de territoire protégée autour d'un puits afin de prévenir toute contamination.

Aire d'alimentation: Portion de territoire en amont d'un puits à l'intérieur de laquelle toute eau souterraine finira par être captée par ce puits.

Aquiclude et aquitard : Formation géologique imperméable ou très peu perméable où l'écoulement souterrain est très faible.

Aquifère : Formation géologique où l'eau souterraine peut être captée par un puits.

Concentration maximale acceptable (CMA) : Seuil de paramètres bactériologiques, physiques ou chimiques que l'eau potable ne doit pas dépasser afin d'éviter des risques pour la santé humaine.

Conductivité hydraulique : Mesure de la facilité d'un aquifère à transmettre l'eau. Correspond physiquement au débit pouvant circuler dans une surface de 1 m² sous un gradient hydraulique de 1.

Contaminant : Toute substance présente dans l'eau en concentration qui dépasse les concentrations naturelles et qui la rend impropre à la consommation.

DRASTIC : Système de cotation numérique à sept facteurs utilisés pour évaluer la vulnérabilité intrinsèque d'un aquifère, soit sa susceptibilité de se voir affecter par une contamination provenant directement de la surface. L'indice peut varier entre 23 et 226, plus l'indice est élevé, plus l'aquifère est vulnérable à la contamination.

Eau brute : Eau prélevée aux fins d'alimenter un système de distribution d'eau potable et qui n'a pas subi un traitement de potabilisation.

Eau potable : Eau destinée à être ingérée par l'être humain.

Eau souterraine : Eau trouvée dans les espaces entre les particules de sol ou dans les fissures du socle rocheux.

Évapotranspiration : Perte d'une partie de l'eau infiltrée par évaporation et par la transpiration des plantes.

Gradient hydraulique : Pente de la surface piézométrique. Correspond à la différence de niveau d'eau entre deux puits, divisé par la distance entre ces deux puits.

Hydrogéologie : Science qui étudie les mouvements de l'eau souterraine dans les matériaux géologiques.

Infiltration : Partie des précipitations qui pénètre sous la surface du sol.

Installation de production d'eau potable : Station à partir de laquelle l'eau potable est acheminée au réseau de distribution et qui, souvent, comporte des équipements de traitement de l'eau.

Lieu de prélèvement : lieu physique pouvant être composé d'un ou plusieurs puits rapprochés l'un de l'autre, où il est possible d'effectuer des prélèvements d'eau.

Nappe libre : Aquifère où l'eau souterraine n'est pas sous pression: elle est en équilibre avec la pression atmosphérique.

Nappe captive : Aquifère où l'eau souterraine est maintenue sous pression par une couche imperméable.

Niveau dynamique : Niveau piézométrique influencé - rabattu ou relevé - par opposition au niveau naturel au même point ; plus particulièrement, plan d'eau rabattu ou relevé, stabilisé ou non, dans un puits de pompage ou un ouvrage d'injection.

Niveau statique : Niveau piézométrique non influencé dans un puits, un piézomètre, auquel se réfère le rabattement ou le relèvement. S'oppose à un niveau dynamique influencé.

Objectifs esthétiques (OE) : Recommandation pour des paramètres physiques ou chimiques ayant un impact sur les caractéristiques esthétiques de l'eau mais n'ayant pas d'effet néfaste reconnu sur la santé humaine. Les paramètres dont la présence peut entraîner la corrosion ou l'entartrage des puits ou des réseaux d'alimentation en eau sont aussi visés par ces objectifs.

Porosité : Correspond au rapport entre le volume des vides sur le volume total d'un échantillon donné de matériau.

Porosité efficace : Correspond au rapport entre le volume d'eau pouvant se libérer de façon gravitaire sur le volume total d'un échantillon donné de matériau.

Porosité effective : Pores et interstices reliés à l'état saturé et qui permettent l'écoulement. Supérieure à la porosité efficace et inférieure à la porosité totale.

Potentiel aquifère : La capacité d'un système aquifère à fournir un débit d'eau souterraine important de manière continue.

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

Puits: Un trou cylindrique foré ou excavé dont la profondeur est plus grande que son diamètre et dont l'objectif est de rejoindre un aquifère afin d'y extraire ou d'y injecter de l'eau.

Puits d'observation ou piézomètre : Puits non utilisé pour le pompage, généralement de petit diamètre, utilisé pour mesurer l'élévation de la nappe d'eau souterraine où pour y déterminer sa qualité.

Rabattement : Différence entre le niveau d'eau avant pompage (niveau statique) et en condition de pompage (niveau dynamique).

Régime permanent d'écoulement : Écoulement souterrain à l'état d'équilibre. Indépendant du temps.

Régime d'écoulement transitoire : Écoulement souterrain à l'état de déséquilibre. Dépendant du temps, fait intervenir la notion d'emmagasinement.

Site de prélèvement en eau souterraine : Site dont les équipements permettent de prélever l'eau circulant sous la surface du sol, par exemple par l'entremise d'un puits creusé par forage, par excavation ou par enfoncement.

Système de distribution : Une canalisation, un ensemble de canalisation ou toute installation ou tout équipement servant à capter ou stocker ou à distribuer de l'eau destinée à la consommation humaine, aussi appelé « système d'aqueduc ». Le système de distribution comprend les installations ou équipements servant au traitement.

Vulnérabilité : Aptitude de l'eau souterraine à se faire contaminer par les activités/usages de surface, en fonction des conditions hydrogéologiques locales.

1. INTRODUCTION

1.1 Mandat

La municipalité de Lac-des-Écorces a mandaté *Richelieu Hydrogéologie Inc*., afin de réaliser la mise à jour quinquennale requise de l'analyse de vulnérabilité des deux sites de prélèvement d'eau souterraine de catégorie 1 desservant le secteur Val-Barrette afin de répondre à l'article 68 du *Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection* (RPEP). Les objectifs spécifiques de l'étude sont les suivants :

- Décrire les puits tubulaires alimentant le lieu de prélèvement d'eau du secteur Val-Barrette;
- Compiler l'historique des données d'exploitation et des analyses de la qualité de l'eau soutirée et distribuée ;
- Procéder à la mise à jour ou l'établissement des aires de protection immédiate, intermédiaire et éloignée pour chaque puits d'alimentation en eau souterraine ;
- Déterminer la cote de vulnérabilité des aires de protection évaluée selon la méthode DRASTIC ;
- Faire l'identification des activités anthropiques, événements potentiels et affectations du territoire susceptibles d'affecter la qualité et la quantité des eaux prélevées ;
- Faire l'évaluation des menaces que représentent les activités anthropiques et les évènements potentiels répertoriés ;
- Faire l'identification des causes pouvant expliquer ce qui affecte ou a affecté la qualité et la quantité des eaux souterraines exploitées par le prélèvement, en fonction de l'interprétation des données disponibles.

Ce document présente les résultats obtenus et les recommandations pour la protection de la ressource en eau potable provenant des deux sites de prélèvement d'eau souterraine alimentant le système de distribution d'eau potable du secteur Val-Barrette. De plus, l'étude inclut une cartographique électronique pour fins de transmission du MELCCFP.

1.2 Mise en situation

Le *Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection* (RPEP) impose aux responsables de prélèvements d'eau souterraine de catégorie 1 (article 68) de réaliser et de transmettre au ministre, tous les cinq ans, un rapport signé par un professionnel présentant une analyse de la vulnérabilité de leur source d'eau potable. Le présent rapport constitue la mise à jour du rapport d'analyse de la vulnérabilité publié en juillet 2020.

La méthodologie de réalisation d'une analyse de la vulnérabilité pour un prélèvement d'eau est détaillée dans le *Guide de réalisation des analyses de la vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable au Québec*. Les analyses de la vulnérabilité des sources mettront en lumière les faiblesses, les problèmes et les menaces qui touchent les sources d'alimentation en eau potable d'un territoire donné, et de cette vue d'ensemble se dégageront des priorités d'intervention.

La municipalité de Lac-des-Écorces possède un système de distribution d'eau potable pour le secteur Val-Barrette, dont l'alimentation en eau provient de deux sites de prélèvement d'eau souterraine (P1-VB (X-0009229-1) et P2-VB (X-0009229-2)) espacées de l'ordre de 13,5 mètres. Les deux puits tubulaires, aménagés en 2006, exploitent un horizon de gravier ainsi que les premiers mètres du socle rocheux sous un horizon de silt argileux. Ils sont localisés entre le cours d'eau Brunet et l'agglomération municipale. Ce lieu de prélèvement alimente à lui seul l'installation de production et de distribution d'eau potable du secteur Val-Barrette.

L'installation de production d'eau potable (X0009229) ainsi que l'installation de distribution (X0009228) sont situées à 140 m au sud-est des puits municipaux. Les prélèvements d'eau souterraine de la municipalité sont de catégorie 1 selon le RPEP et desservent actuellement environ 593 personnes. Les deux puits municipaux possèdent un débit de prélèvement autorisé 600 m³/jour.

2. CARACTÉRISATION DU SECTEUR D'ALIMENTATION DU SITE DE PRÉLÈVEMENT

2.1 Localisation géographique du site à l'étude

Le secteur Val-Barrette de la municipalité de Lac-des-Écorces est situé dans la région administrative des Laurentides, à l'intérieur de la MRC Antoine-Labelle. Il est situé à 5,6 km au sud du secteur urbanisé de Lac-des-Écorces. Les puits à l'étude sont situés sur le lot 2 941 763 du cadastre du Québec alors que la station d'eau potable se situe sur le lot 2 677 790 à l'adresse 194, rue de l'Hôtel-de-Ville. Les lots 4 223 642 à 4 223 653 appartiennent également à la municipalité. Les coordonnées géographiques du secteur d'étude sont les suivantes :

- 75° 21' 21,10'' Ouest
- 46° 30' 15,50'' Nord

La figure 1 de l'annexe 1 montre une carte de localisation à l'échelle 1 : 50 000 extraite des feuillets cartographiques 31J11 et 31J06 du ministère des Ressources naturelles du Canada.

2.2 Contexte physiographique, topographie et drainage superficiel

Le territoire à l'étude fait partie de la région Laurentienne et, plus spécifiquement, à l'ensemble physiographique de la « Vallée de la rivière du Lièvre ». L'ensemble topographique appartient à la « Terrasse de la rivière Kiamika » dont la pente générale du terrain est de moins de 5%. À plus de 250 m d'altitude, l'ensemble topographique correspond aux « Buttes du lac François ». Le site à l'étude se situe à 240 m d'élévation.

Les figures 2 et 3 présentent, respectivement, un extrait de la carte topographique à l'échelle 1 : 20 000 du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec et un extrait de la photographie aérienne du secteur à l'échelle 1 :10 000 obtenue sur le site *Google Earth,* datée d'octobre 2023.

Le lieu des prélèvements à l'étude est situé à l'intérieur de l'entente sur les ressources en eaux durables du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent où le transfert d'eau hors du bassin versant est interdit. Localement, le réseau hydrographique est caractérisé par le cours d'eau Brunet qui circule au sud du secteur urbanisé et se déverse dans la rivière Kiamika à 3 km au sud-ouest du secteur d'étude. Cette dernière fait partie du bassin versant de la rivière du Lièvre et de la rivière des Outaouais. Le réseau hydrographique du secteur est montré au schéma 1 alors que le schéma 2 présente le bassin versant du cours d'eau Brunet. Le barrage en terre de

faible contenance X0005432 est localisé sur le cours d'eau Brunet à proximité de la rivière Kiamika. Plusieurs barrages sont situés le long de la rivière Kiamika. Le cours d'eau Brunet dans le secteur des puits à l'étude est exclu de la zone d'inondation ciblée par l'annexe 2 du ZIS (zone d'intervention spéciale). Les lacs St-Onge, Gauvin et des Écorces caractérisent la région.

Le secteur est également caractérisé par des milieux humides potentiels, principalement de type marécage arborescent. Le marécage du ruisseau St-Onge représente un habitat faunique répertorié dans le plan des grandes affectations du sol et plan de zonage. Le schéma 3 présente la localisation des milieux humides potentiels répertoriés.

Schéma 1 : Réseau hydrographique du secteur (MELCC, 2020)

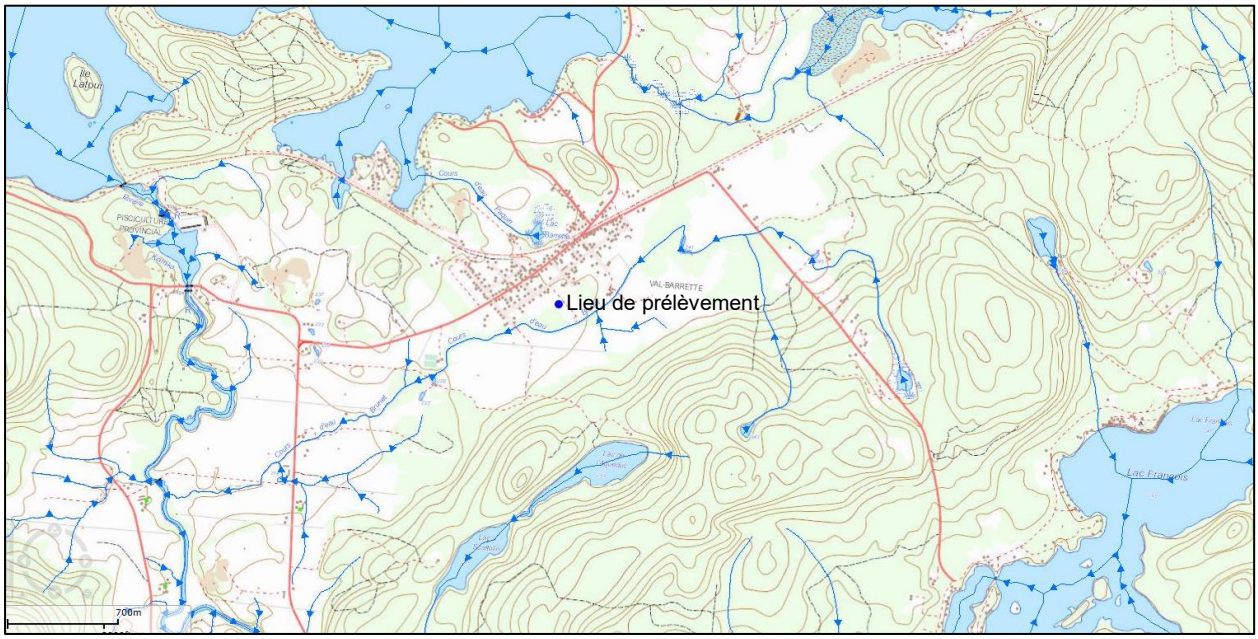


Schéma 2 : Bassin versant du cours d'eau Brunet (MELCC, 2020)

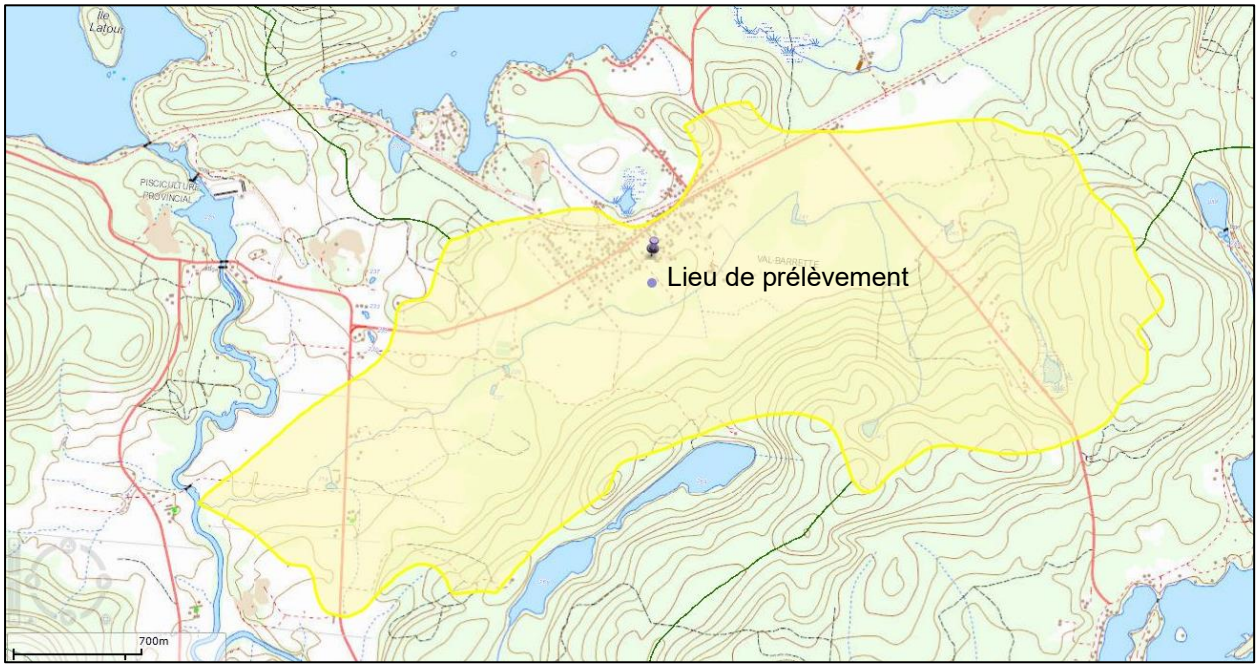
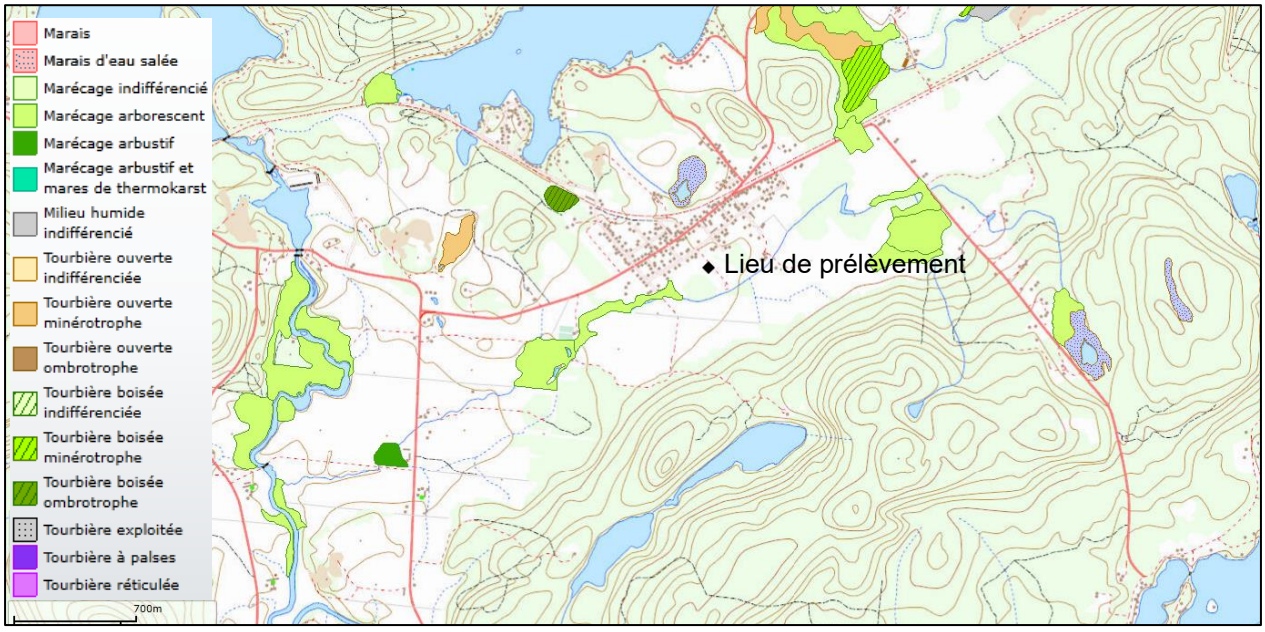


Schéma 3 : Milieux humides du secteur (MELCCFP, 2025)



2.3 Milieu humain

Le territoire environnant le secteur d'étude est caractérisé principalement par une affectation résidentielle et agricole. Les zones de cultures pour l'année 2024 sont principalement associées à la production d'avoine, de foin, multiples et de seigle. Le schéma 4 présente les cultures déclarées pour l'année 2024. Selon le plan d'urbanisme, le potentiel agricole se situe au sud du cours d'eau Brunet, dans la partie Ouest de l'agglomération municipale ainsi qu'un îlot dans la partie Est. Les principales utilisations du sol sont les suivantes :

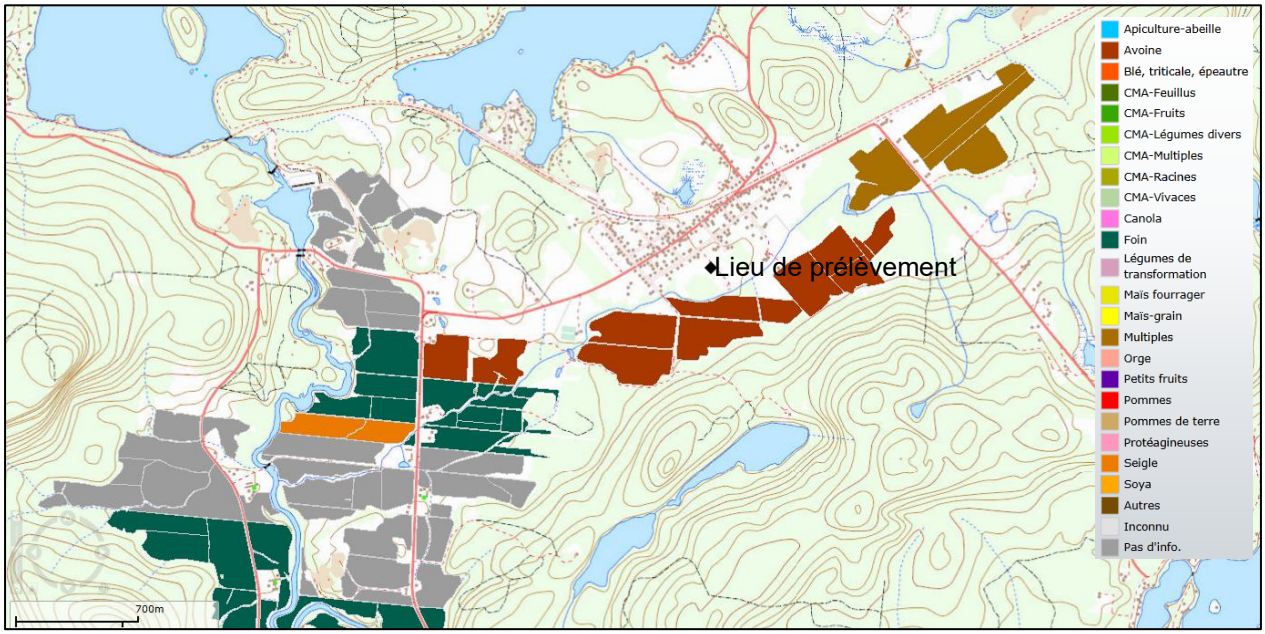
- 38,2% d'agriculture comparativement à 16,7% pour le périmètre urbain;
- 12,4% pour la superficie de forêts.

Le secteur fait partie du district écologique de « Dépression de Mont Laurier ». Il est décrit comme une forêt de feuillus caractérisée par des érablières à bouleau jaune de la zone tempérée nordique. Une station piscicole était présente à la décharge du lac des Écorces de 1972 à octobre 2022 pour la production de salmonidés indigènes destinée à l'ensemencement. Des débarcadères de bateaux sont présents pour les lacs Gauvin et des Écorces. Le chemin du *P'tit Train du Nord* traverse le secteur d'étude sur l'ancien chemin de fer.

Aucun titre minier n'est répertorié sur le territoire municipal où des contraintes sont répertoriées dans l'aire d'alimentation des puits ainsi que sur une grande partie du territoire (MERNF, 2025). Aucun dépôt de sols et de résidus industriels, ni terrain contaminé, ni d'intervention d'urgence-environnement, ni de puits pétroliers et gaziers n'est répertorié sur le territoire à l'étude dans les répertoires du MELCCFP, du MERNF et du gouvernement fédéral. Le registre des sites d'équipements pétroliers comprend quatre immeubles dont un seul dans le secteur Val-Barrette. Ce dernier est situé au 119, rue St-Joseph à environ 375 mètres de distance.

Aucun site d'enfouissement technique, ni de dépôt en tranchée n'est présent sur le territoire de Val-Barrette selon le plan d'urbanisme.

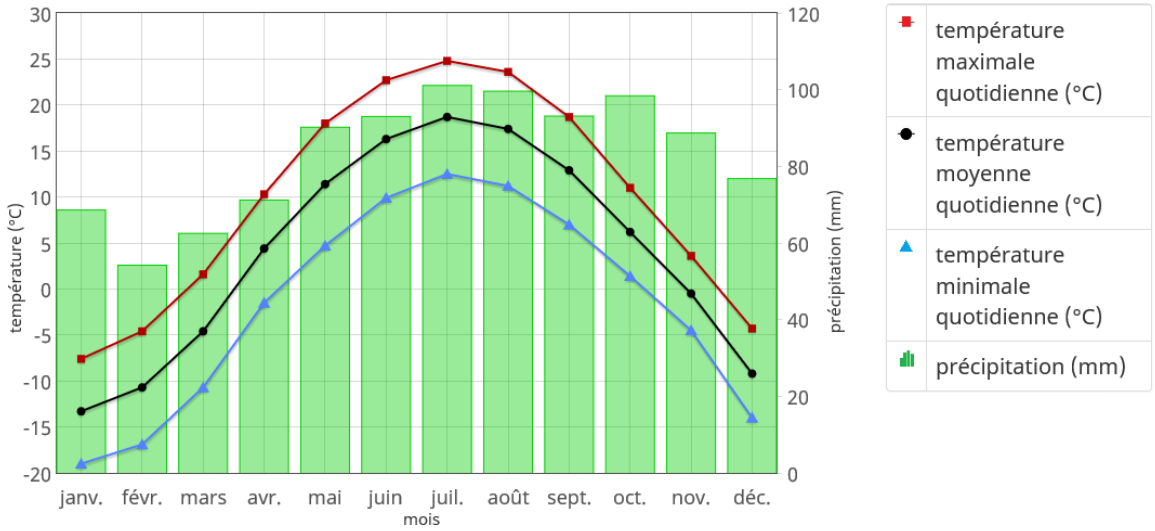
Schéma 4 : Cultures déclarées en 2024 (MELCCFP, 2025)



2.4 Climat

Les statistiques météorologiques mensuelles entre 1981 et 2010 les plus rapprochées du site à l'étude proviennent de la station d'Environnement et Changement Climatique Canada située à Mont-Laurier, soit à environ 17 kilomètres du site à l'étude et à une élévation de 244 m. Les précipitations totales annuelles sont de 997 mm par unité de surface. Les chutes de pluie totalisent 781 mm, tandis que les chutes de neige totalisent 216 cm. La moyenne mensuelle des températures varie entre 18,7°C en juillet et -13,3°C en janvier. Le graphique suivant présente les températures et précipitations pour les normales climatiques.

Graphique 1 : Températures et précipitations pour la station Mont-Laurier (ECCC, 2024)



2.5 Géologie

Le territoire à l'étude se situe dans la province géologique du Grenville et le Terrane de Mont-Laurier (Lacoste, 2001). Localement, le socle rocheux fait partie de la séquence carbonatée de la Lièvre, composée principalement de marbre et de roche calcosilicatée d'âge Mésoprotérozoïque. À l'est, le socle rocheux est constitué principalement de quartzite et de gneiss quartzeux de la suite supracrustale du Sourd. Des affleurements rocheux sont répertoriés sur le pourtour des lacs Gauvin et des Écorces ainsi que sur les hauts topographiques. Au niveau structural, une faille de cisaillement régional est cartographiée entre le lac Gauvin et le lac St-Onge. Des carrières abandonnées ont été répertoriées sur le territoire de Val-Barrette. Elles exploitaient un marbre dolomitique à calcitique (Bellemare, 1999). La figure 4 présente un extrait de la carte géologique du SIGEOM, Québec.

Les dépôts de surface dans le secteur d'étude sont composés de sédiments glaciolacustres d'eau peu profonde composés principalement de sable et parfois de gravier. En altitude, des dépôts glaciaires de type till indifférencié sont cartographiés. La figure 5 présente un extrait de la carte des formations superficielles de la région. La pédologie locale est issue principalement de sols sableux composée de loam sableux graveleux à du loam sableux très fin, incluant de la tourbe. Sur les hauts topographiques, les sols sont constitués d'un loam sableux fin de la formation de Sainte-Agathe (IRDA, 2008).

2.6 Hydrogéologie

2.6.1 Système d'information hydrogéologique (SIH)

Pour obtenir un aperçu des caractéristiques hydrogéologiques locales, le système d'information hydrogéologique (SIH) du MELCCFP a été consulté. Dans un rayon de 1,5 km autour du site à l'étude, 20 puits et forage sont répertoriés comparativement à 8 puits et forages pour un rayon de 1 km et de 49 puits et forages pour un carré utilisé pour la modélisation de 5 km par 4 km. Il s'agit d'un inventaire non exhaustif puisqu'il est possible que certains puits ne soient pas répertoriés dans le système d'information hydrogéologique du MELCCFP.

La figure 6 montre la localisation des puits et forages dans un rayon de 1,5 km, alors que leur description est présentée à l'annexe 2. Le tableau 1 présente les statistiques obtenues à partir de l'inventaire effectué. Selon les données recueillies, la majorité des puits du secteur exploitent le

socle rocheux et leur débit moyen est de l'ordre de 34,5 litres/minute. L'épaisseur des dépôts meubles est très variable avec une moyenne de 6,75 m, constitués majoritairement de sable.

Tableau 1 : Statistiques sur les puits et forages inventoriés dans le SIH

Caractéristiques	Rayon de 1,5 km (20 puits)		
	Moyenne	Minimum	Maximum
Forage jusqu'au roc		100 %	
Niveau d'eau à la fin des travaux (m)	5,0	3,05	7,6
Débit (L/min)	34,5	0,8	152
Épaisseur des dépôts meubles (m)	6,75	0,6	51,7
Profondeur (m)	71,5	22,9	122

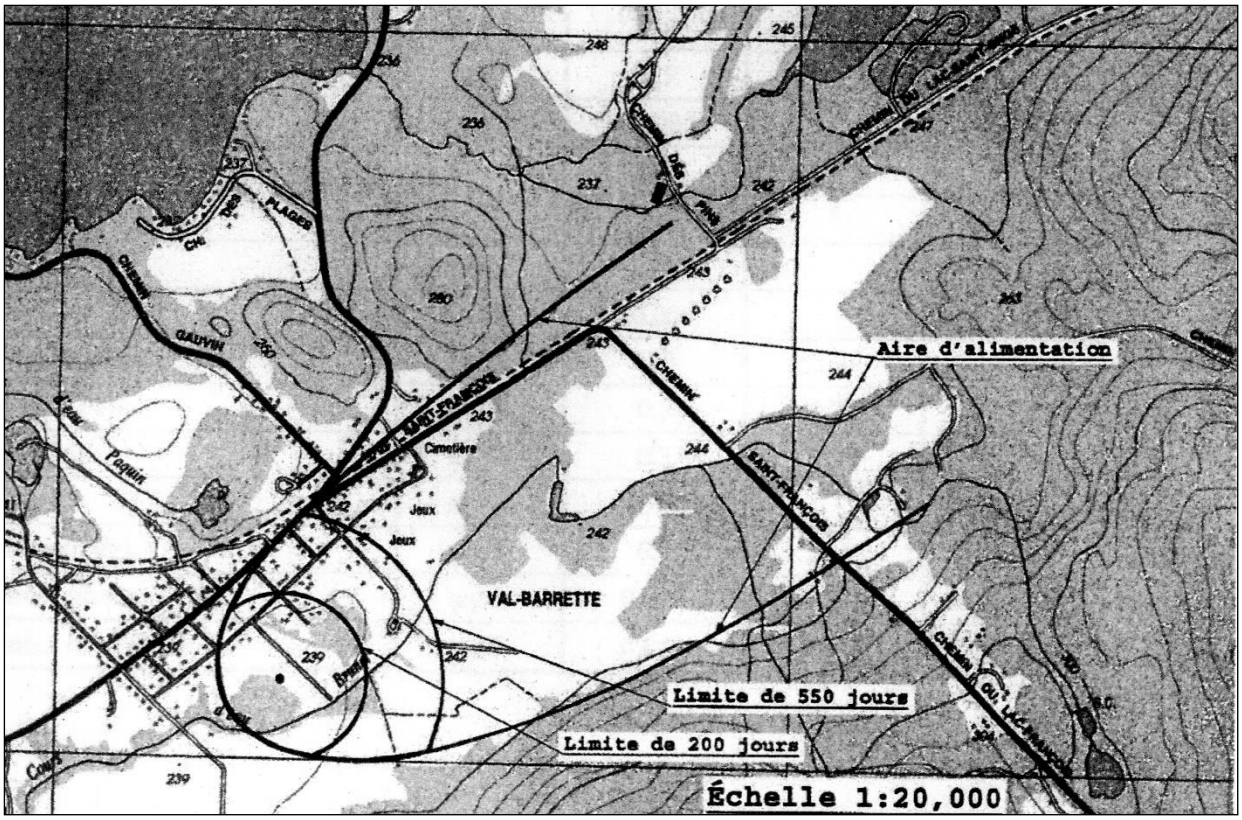
2.6.2 Études hydrogéologiques locales

Les deux rapports techniques réalisés par *Marcel Jolicoeur,* en 2006 et 2007, dans le cadre de l'approvisionnement en eau souterraine ont permis d'établir les éléments suivants concernant le contexte hydrogéologique du secteur Val-Barrette :

- Des forages exploratoires (4 forages en 2002 et 7 forages en 2005) ont été réalisés sur le territoire dans le secteur des étangs d'épuration, du poste de chloration et des terrains sportifs ;
- La séquence stratigraphique générale est constituée, de la surface vers le bas, de sable superficiel, de sable fin silteux avec argile coupé parfois d'un horizon aquifère de sable et gravier mais dont les travaux ont montré un faible débit d'exploitation de cet horizon aquifère;
- Les puits municipaux exploitent un horizon de gravier de moins de 0,9 m d'épaisseur ainsi que les deux premiers mètres de roc fracturé ;
- Le socle rocheux varie entre 59 et 72 mètres de profondeur ;
- Le niveau statique au FBV-4/06, situé dans le secteur exploité par les puits municipaux, était de 1,35 m sous la surface du terrain (238,58 m d'élévation) en mai 2006 ;
- La transmissivité moyenne de l'aquifère est de l'ordre de 143 m²/jour pour une conductivité hydraulique de 28,6 m/jour ;
- L'eau souterraine s'écoule en direction du sud-sud-ouest sous un gradient de 0,003 ;
- Le coefficient d'emmagasinement est de 1,8 x 10^{-3}, typique d'une nappe captive ;
- L'eau souterraine soutirée des puits est conforme aux normes de l'eau potable à l'exception du manganèse, du COT et de la présence occasionnelle du benzo (a) pyrène ou du pentachlorophénol ;

- L'indice DRASTIC a été évalué à 76 donc faiblement vulnérable à une contamination provenant directement de la surface ;
- Les aires de protection sont de 30 m pour la protection immédiate, de 230 mètres pour la distance de l'isochrone 200 jours (bactériologique), de 450 m pour la distance de l'isochrone 550 jours (virologique) et d'une parabole de 156 m (aval), 489 m (largeur) et 979 m pour la largeur maximale. Le schéma 5 présente les aires de protection délimitées dans le cadre de l'étude de 2006.

Schéma 5 : Limites des périmètres de protection (Jolicoeur, 2006)

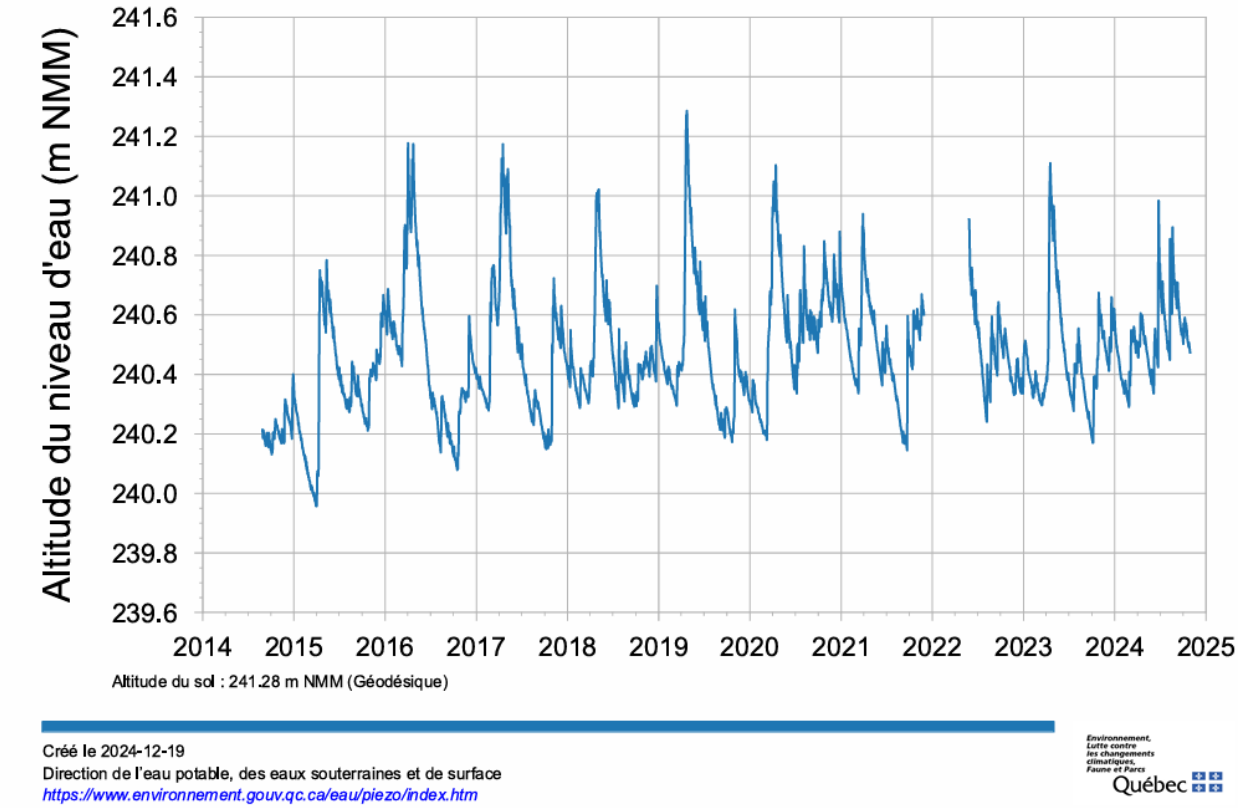


2.6.3 Suivi des eaux souterraines du Québec

Le piézomètre Pz04060001, qui correspond au forage 3/06 des études locales, est incorporé au programme de suivi des eaux souterraines effectué par le MELCCFP. Les résultats montrent, pour la période du 28 août 2014 au 29 octobre 2024, un cycle de haute piézométrie en avril à la suite à la fonte des neiges et une température moyenne de l'eau souterraine à 5,4°C. La nappe oscille de 1,22 mètre, soit entre l'élévation 239,96 et 241,29 mètres. Ce piézomètre est décrit comme étant aménagé dans une nappe captive non influencée. La compilation du suivi piézométrique est montrée au graphique 2. Le profil de la qualité de l'eau souterraine réalisé en

août 2014 montre une concentration de 0,11 mg/l de fer dissous, de 0,028 mg/l de manganèse dissous, de <0,02 mg/l en nitrate/nitrite et de 1,8 mg/l de carbone organique dissous. L'eau respecte les critères de potabilité, bien que le manganèse soit légèrement au-dessus de l'objectif esthétique mais sous la concentration maximale permise.

Graphique 2 : Suivi piézométrique du MELCCFP



2.6.4 Étude d'évaluation environnementale de site – Phase I

Une évaluation environnementale de site, phase 1 a été réalisée par GENIVAR sur une bande de 50 m le long de la rue Hôtel-de-Ville, entre la rue Picardie et le cours d'eau Brunet. Historiquement, le secteur a été utilisé à des fins agricoles sans bâtiment. Actuellement, les propriétés adjacentes sont majoritairement vacantes et recouvertes de végétation sauvage. Aucune espèce faunique menacée, vulnérable ou susceptible d'être désignée menacée n'est répertoriée dans un rayon de 1 km. Toutefois, le cours d'eau Brunet pourrait être considéré comme milieu humide. L'étude conclut à l'absence de situation pouvant constituer un impact réel ou potentiel sur l'environnement du site à l'étude.

3. CARACTÉRISATION DU PRÉLÈVEMENT D'EAU

3.1 Généralités

Le secteur Val-Barrette de la municipalité de Lac-des-Écorces possède un réseau d'aqueduc alimenté en eau souterraine depuis 2007 par deux puits tubulaires (P1-VB et P2-VB) localisés sur la rue de l'Hôtel-de-Ville entre le périmètre urbanisé et le cours d'eau Brunet. L'installation de production X0009229, alimente un seul système de distribution d'eau potable (X0009228) appelé Lac-des-Écorces (Val-Barrette). Le réseau d'aqueduc de la municipalité dessert actuellement environ 593 personnes. Le tableau 2 présente un récapitulatif de l'historique de recherche en eau souterraine du secteur.

Tableau 2 : Historique reliée à la recherche en eau souterraine sur le territoire

Date	Description
Avant 2007	Alimentation en eau potable via une prise d'eau de surface (Lac de l'Aqueduc)
Printemps 2005	Exécution de 2 forages stratigraphiques (FBV-1/05 et FBV-2/05). L'horizon crépiné dans les dépôts meubles au FBV-2/05 démontre un débit inférieur à 40 guspm.
Printemps 2006	Poursuite de la recherche en eau souterraine à l'aide de 4 forages. Le forage FVB-4/06 aménagé dans le roc altéré a été soumis à des essais de pompage
2006	Aménagement de deux puits P1 et P2 en 250 mm de diamètre

Le procédé de traitement à la station de distribution comprend l'enlèvement du fer et du manganèse ainsi qu'un traitement de désinfection. La capacité de traitement est de 600 m³/jour. L'usine comprend deux réservoirs d'une capacité totale de 280 m³.

3.2 Description des installations de prélèvements

La description des deux lieux de prélèvement du secteur Val-Barrette de la municipalité de Lac-des-Écorces a été réalisée à la suite d'une visite des lieux effectuée le 28 juin 2019. Les lieux visités comprennent les puits municipaux et piézomètres ainsi que la station d'eau potable qui comprend un système d'acquisition de données d'exploitation, les réservoirs et l'usine de traitement pour la production d'eau potable. Selon les informations transmises par la municipalité aucun changement n'a été apporté aux prélèvements depuis cette visite.

L'inspection des lieux avait permis de confirmer que l'aménagement des puits est conforme. L'environnement est également conforme et on dénote l'absence de source potentielle de

contamination dans l'aire de protection immédiate de 30 m à l'exception du chemin d'accès en gravier (rue de l'Hôtel-de-Ville). Le lot des puits est clôturé sur environ 15 m par 58 m. Les puits, espacés de 13,5 m, sont exploités en alternance en fonction du niveau de la réserve.

Le piézomètre situé entre les deux puits municipaux correspond au forage FVB 4/06. L'annexe 3 présente l'aménagement des puits et du piézomètre, selon l'information recueillie. Le tableau 3 présente les coordonnées de localisation des puits municipaux.

Tableau 3 : Détails des installations de prélèvement d'eau

Site de prélèvement	# du site de prélèvement	Coordonnée MTM Est	Coordonnée MTM Nord	Profondeur prélèvement	Type de prise d'eau	Débit autorisé
Puits P1-VB	X-0009229-1	392 607 m	5 152 253 m	61,59 m	Puits tubulaire	600 m³/jour
Puits P2-LVB	X-0009229-2	392 617 m	5 152 262 m	60,00 m	Puits tubulaire	600 m³/jour

3.2.1 Description du Puits P1-VB (X-0009229-1)

Les principales caractéristiques du puits sont les suivantes :

Information générale	
Année de construction	2006
Type d'usage	Utilisation permanente
Type de prélèvement	Puits tubulaire
Environnement immédiat	Surface gazonnée, monticule important autour du puits, clôturée présente autour des puits et du piézomètre FBV 4/06
Aménagement du puits	
Margelle	2,11 m (initiale : 1,27 m)
Diamètre	250 mm
Profondeur du puits	61,59 m sous T.N.
Aquifère exploité	Gravier (0,46 m) et socle rocheux (2,59 m)
Infrastructures	
Type pompe	GRUNDFOS, 150S 150-7 (15HP) de 4Ø, située à 55 m de profondeur
Conduite	Conduite de 100 mm transporte l'eau directement vers la station d'eau potable où l'eau est traitée avant d'être distribuée dans le réseau
Suivi informatique du puits	Niveau d'eau, débit et temps de fonctionnement de la pompe
Sonde de niveau	ENDRESS+HAUSER, FMX167 à 53 m de profondeur
État des installations	Tubage d'acier en bon état, le puits est recouvert d'un couvercle scellé et d'un monticule

Autorisation	
Numéro du puits	X0009286-1
Débit de prélèvement	600 m³/jour
Autorisation de prélèvement	7319-15-01-79078-02 400388479

Le montage photographique ci-dessous permet de visualiser l'installation de prélèvement d'eau souterraine P1-VB. Le schéma d'aménagement produit lors de la construction est joint à l'annexe 3, du présent document.

Photographie 1 : Environnement du puits P1-VB



Aménagement (21 juin 2025) :

Margelle : 2,11 m

Diamètre du tubage : 250 mm

Couvercle : conforme

Absence d'eau stagnante

Piézomètre à proximité

Clôture protectrice à moins de 30 m



Accès aux lieux de prélèvement (21 juin 2025) :

Clôture de protection

Panneau indicateur

Aucune activité autre que celles relatives au prélèvement d'eau

Rue de l'Hôtel-de-Ville en gravier

3.2.2 Description du Puits P2-VB (X-0009229-2)

Les principales caractéristiques du puits sont les suivantes :

Information générale	
Année de construction	2006
Type d'usage	Utilisation permanente
Type de prélèvement	Puits tubulaire
Environnement immédiat	Surface gazonnée, monticule important autour du puits, clôturé autour des puits et du piézomètre FBV 4/06
Aménagement du puits	
Margelle	1,81 m (initiale : 0,81 m)
Diamètre	250 mm
Profondeur du puits	60 m sous T.N.
Aquifère exploité	Gravier (0,92 m) et socle rocheux (2,07 m)
Infrastructures	
Type pompe	GRUNDFOS, 150S 150-7 (15HP) de 4Ø, située à 55 m de profondeur
Conduite	Conduite de 100 mm transporte la canalisation transporte l'eau directement vers la station d'eau potable où l'eau est traitée avant d'être distribuée dans le réseau
Suivi informatique du puits	Niveau d'eau, débit et temps de fonctionnement de la pompe
Sonde de niveau	ENDRESS+HAUSER, FMX167 à 53 m de profondeur
État des installations	Tubage d'acier en bon état, le puits est recouvert d'un couvercle scellé et d'un monticule
Autorisation	
Numéro du puits	X0009286-2
Débit de prélèvement	600 m³/jour
Autorisation de prélèvement	7319-15-01-79078-02 400388479

Le montage photographique ci-dessous permet de visualiser l'installation de prélèvement d'eau souterraine P2-VB. Le schéma d'aménagement produit lors de la construction est joint à l'annexe 3 du présent document.

Photographie 2: Environnement du puits P2-VB



Aménagement (28 juin 2019):

Margelle : 1,81 m

Diamètre du tubage : 250 mm

Couvercle : conforme

Absence d'eau stagnante

Clôture protectrice à moins de 30 m



Environnement immédiat (28 juin 2019):

Présence d'une clôture pour restreindre l'accès

Panneau indicateur

P2-VB au premier plan

Surface gazonnée

Aucune activité autre que celles relatives au prélèvement d'eau

3.3 Description des installations de production et de distribution d'eau potable

Le bâtiment pour la production d'eau potable se situe au 194, rue de l'Hôtel-de-Ville, à environ 140 m au sud-est des puits de production. Il comprend le poste d'alimentation en eau, le système de traitement de l'eau, le stockage, le pompage pour la distribution et le suivi informatique des installations de production. Le numéro de l'installation de production d'eau potable est le X0009229 alors que l'installation de distribution est le X0009228.

3.3.1 Procédé de traitement de l'eau brute

Le procédé de traitement à la station de production comprend l'enlèvement du fer et du manganèse et une désinfection. Le procédé comprend une injection de permanganate de potassium en conduite, suivi de filtres à sable vert sous pression, installés en parallèle et d'une

désinfection à l'hypochlorite de sodium. Selon la municipalité, aucun problème bactériologique n'est répertorié à l'eau traitée. L'usine comprend deux réservoirs d'une capacité totale de 280 m³. Elle possède une capacité de filtration d'environ 670 m³/jour.

Le suivi électronique de la distribution comprend le suivi des puits, de la qualité de l'eau souterraine (turbidité, chlore, pH et température), du réservoir des boues de lavage, et des débits de filtration et de distribution. Le montage photographique ci-dessous permet de visualiser les installations de production d'eau potable.

Le montage photographique 3 permet de visualiser les installations de production d'eau potable.

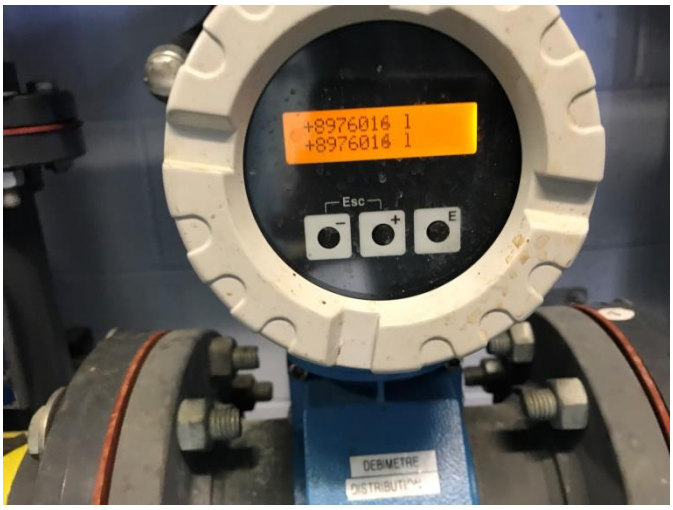
Photographie 3 : Installations de production d'eau potable



Bâtiment pour la production et distribution d'eau potable (28 juin 2019)



Intérieur du bâtiment (21 juin 2025)



Compteur d'eau individuel (28 juin 2019):

Magnétique

Débit cumulatif

Débit instantané



Traitement (21 juin 2025)

Pompes doseuses

Réservoirs de permanganate et d'hypochlorite de sodium



Réservoirs et génératrice (28 juin 2019):

Réservoir constitué de 2 cellules

Capacité : 280 m³

Génératrice sur dalle de béton

3.3.2 Produits chimiques utilisés pour le traitement de l'eau potable

Au total, deux produits chimiques sont utilisés pour le traitement des eaux, tel qu'indiqué dans le tableau ci-dessous. Les quantités obtenues sont similaire à celles publiées dans le rapport d'analyse de 2020.

Tableau 4 : Produits chimiques utilisés pour le traitement des eaux

Produit chimique utilisé pour le traitement des eaux	Masse annuellement utilisée (moyenne des cinq dernières années)
Permanganate de potassium	162 kg
Hypochlorite de sodium 12%	2058 litres

3.4 Historique de la quantité et de la qualité des eaux exploitées

3.4.1 Prélèvement d'eau brute

Les données de consommation d'eau ont été fournies par la municipalité pour les années 2011 à décembre 2024. Le graphique suivant présente la compilation de la consommation mensuelle d'eau brute prélevée des deux puits de la municipalité. Les données de consommation qui y sont présentées montrent les faits suivants :

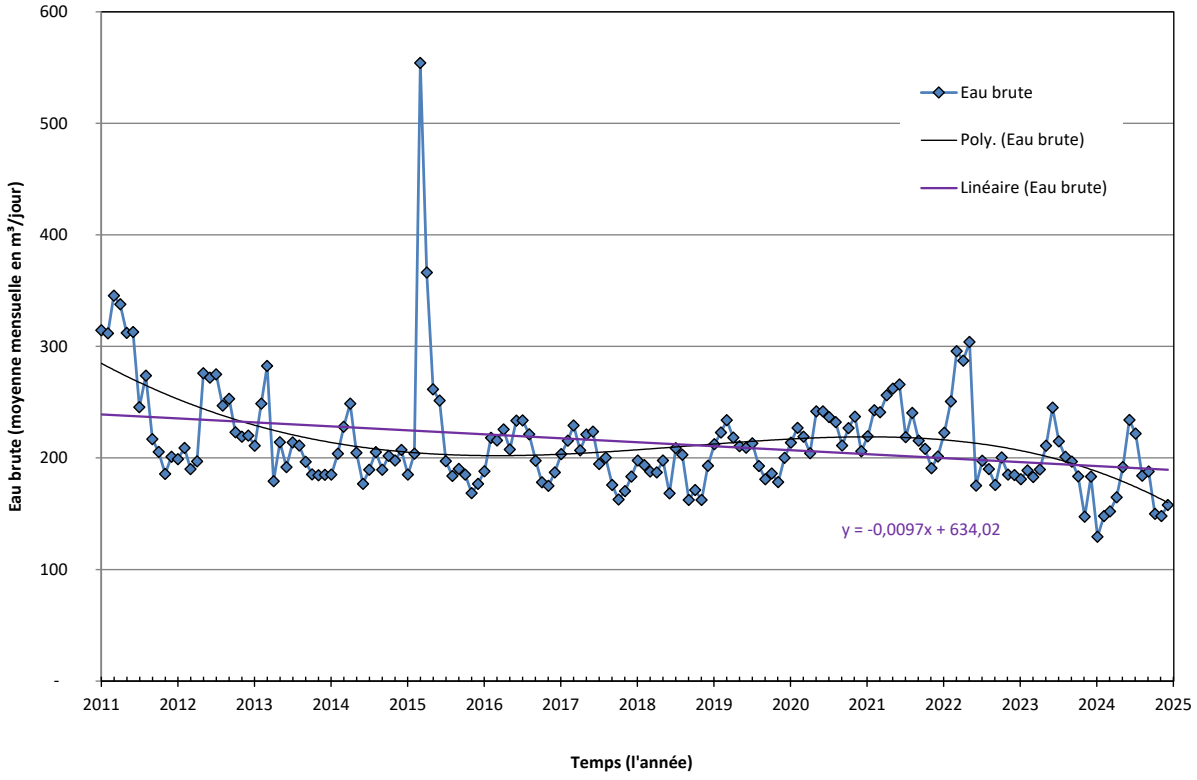
- Le prélèvement moyen annuel d'eau brute combiné des deux puits pour les cinq dernières années varie entre 172 et 230 m³/jour avec une moyenne de 209 m³/jour. Le prélèvement maximum mensuel est de 304 m³/jour en mai 2022, occasionné par deux bris d'aqueduc ;
- La consommation moyenne d'eau par personne est de l'ordre de 352 L/personne/jour;
- La plus forte consommation a été observée pour l'année 2011 avec un débit moyen de 272 m³/jour ;
- La consommation générale est plutôt constante avec, sur les cinq dernières années, une légère tendance à la baisse ;
- La quantité d'eau soutirée des deux puits est similaire.

Le graphique 3 présente la compilation de la consommation d'eau brute prélevée des deux puits de la municipalité. Le prélèvement d'eau moyen mensuel est relativement constant depuis avril 2013 à l'exception du printemps 2015 et 2022. La courbe de tendance linéaire indique une baisse de consommation sur les quatorze années de données. Le nombre de personnes desservies serait de 593 pour le secteur Val-Barrette. L'historique d'exploitation des puits a démontré l'absence de pénurie d'eau. De plus, le débit d'exploitation n'excède jamais la capacité de filtration

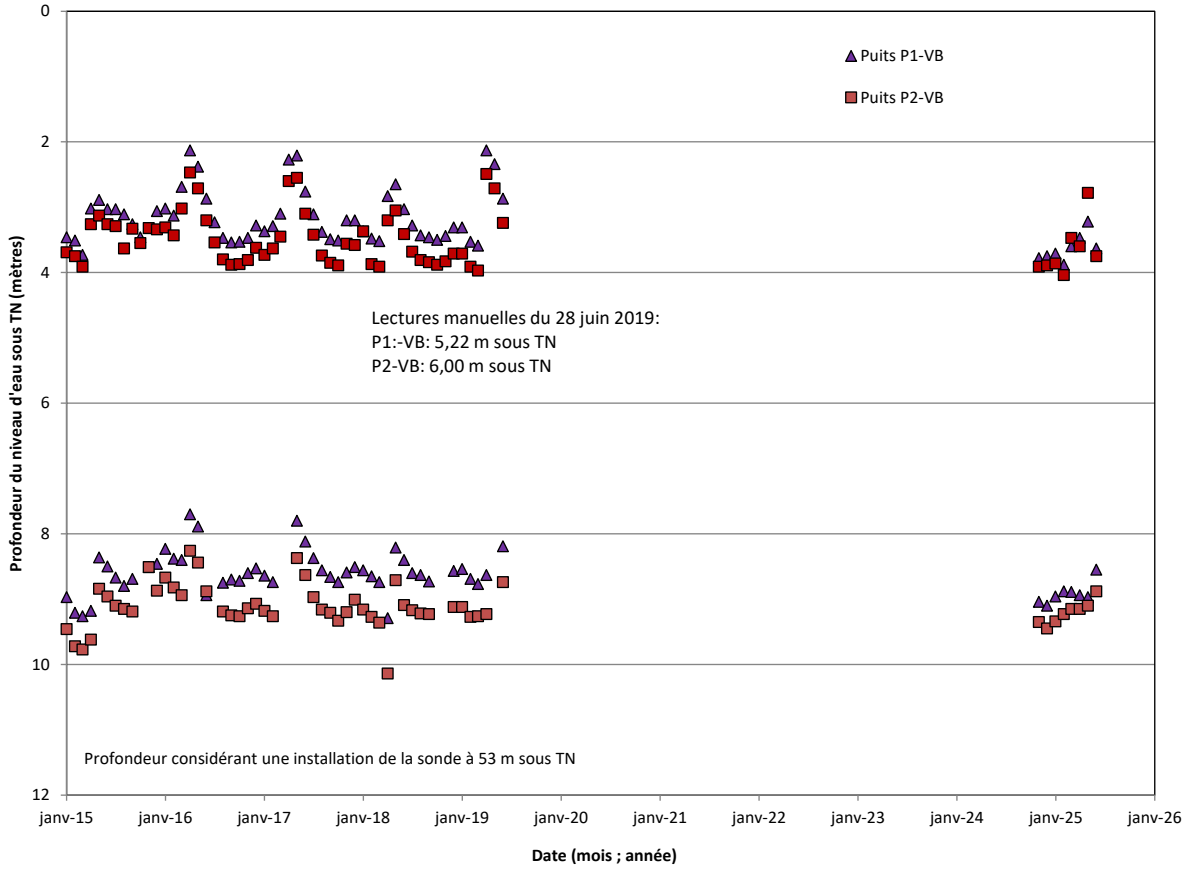
de l'usine d'environ 670 m³/jour, ni le débit de prélèvement autorisé de 600 m³/jour à chacun des puits.

Le graphique 4 compile le suivi piézométrique réalisé par la municipalité de 2015 à 2024. Des données ont été perdues lors du changement de SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) en novembre 2024. Les données entre novembre 2024 et juin 2025 montrent une piézométrie similaire à celle observée entre les années 2015 et 2019. Les niveaux dynamiques enregistrés indiquent l'absence d'une problématique de surexploitation de l'aquifère et confirme l'exploitation similaire des deux puits.

Graphique 3 : Consommation d'eau brute mensuelle de 2011 à décembre 2024



Graphique 4 : Suivi piézométrique de 2015 à 2025



3.4.2 Qualité de l'eau brute et de l'eau distribuée des cinq dernières années

Les données disponibles concernant la qualité de l'eau souterraine brute ainsi que la qualité physico-chimique de l'eau distribuée entre 2020 et 2024 sont présentées à l'annexe 4 du présent document.

Le suivi à l'eau brute montre une conformité pour la qualité microbiologique de l'eau soutirée pour les cinq années de suivi. Les paramètres organiques analysés au puits P1-VB (composés organiques volatils, composés phénoliques du RQEP, les pesticides de l'annexe 2 du RQEP et les substances organiques du RQEP) analysés en mai 2020 et en juin 2025 se situent tous sous la limite de détection. Ces données montrent l'absence d'une problématique pour ces paramètres bien qu'une détection de benzo (a) pyrène et de pentachlorophénol ont déjà été notés dans l'eau antérieurement (voir tableau 5). Le dernier certificat d'analyses est joint à l'annexe 7 du présent document.

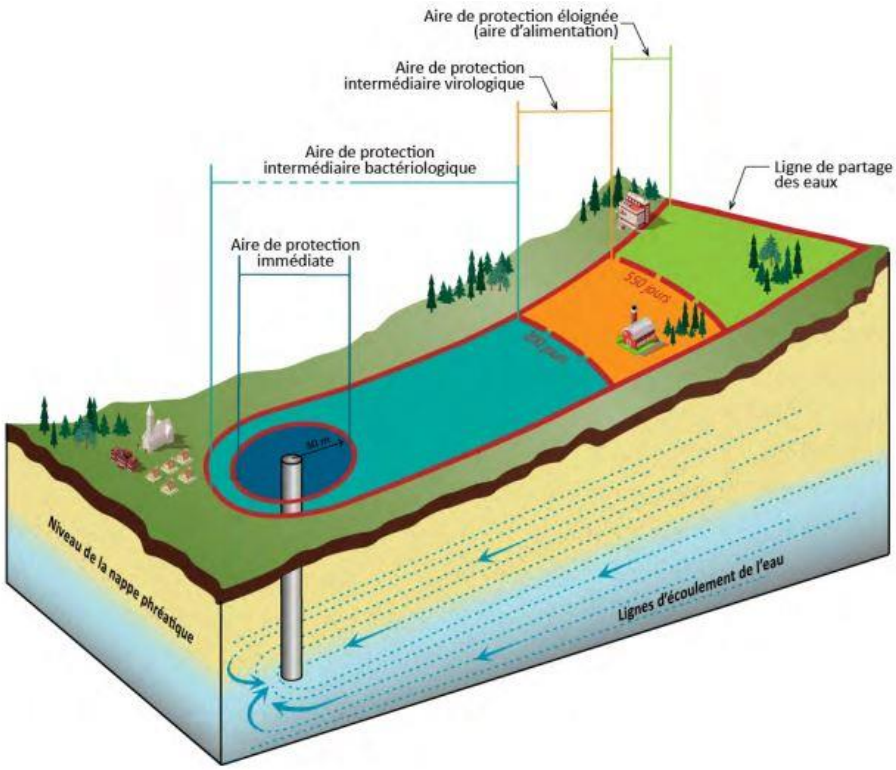
L'eau distribuée respecte les normes en vigueur à l'exception de trois analyses pour le taux de trihalométhanes totaux sur les vingt et une analyses réalisées au cours des cinq dernières années. La valeur observée de trihalométhanes totaux est variable avec des concentrations qui fluctuent entre 29,9 et 115,2 µg/litre, pour une moyenne de 66,9 µg/litre. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus lors de la première étude réalisée en 2020. Les nitrites-nitrates sont toujours sous la limite de détection, ce qui démontre l'absence d'impact de fertilisants et des installations septiques environnants.

4. DÉLIMITATION DES AIRES DE PROTECTION DES SITES DE PRÉLÈVEMENT

4.1 Généralités

La détermination des aires de protection vise à protéger l'installation de prélèvement elle-même, ainsi que la portion de l'aquifère qui la réalimente. Le *Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection* (RPEP) prévoit trois types d'aires de protection pour les prélèvements d'eau souterraine : l'aire de protection immédiate, l'aire de protection intermédiaire de type bactériologique et virologique ainsi que l'aire de protection éloignée. Les aires de protection sont montrées au schéma ci-dessous.

Schéma 6 : Aires de protection (MELCC, 2019)



L'aire de protection immédiate correspond à un cercle d'un rayon arbitraire de 30 mètres centré sur le puits. La localisation de l'aire de protection immédiate doit être indiquée sur les lieux de manière à assurer sa visibilité en tout temps à tous ses accès, notamment par l'usage d'un panneau indicateur. Toute activité présentant un risque de contamination de l'eau est interdite dans l'aire de protection immédiate d'un prélèvement d'eau souterraine, sauf celles relatives à

l'opération, à l'entretien, à la réfection ou au remplacement de l'installation de prélèvement d'eau ou des équipements accessoires. Ces restrictions sont décrites à l'article 56 du RPEP.

L'aire de protection intermédiaire est délimitée par des temps de migration des eaux souterraines correspondant à une période de 200 jours pour assurer la protection bactériologique et à une période de 550 jours pour assurer la protection virologique du lieu de prélèvement d'eau souterraine. Les restrictions s'appliquant à l'aire de protection intermédiaire sont relatives aux épandages de boues usées, de déjections animales, de matières fertilisantes azotées, de composts de ferme ou de matières résiduelles fertilisantes. Ces restrictions sont décrites aux articles 58 à 64 du RPEP.

L'aire de protection éloignée correspond à l'aire d'alimentation, soit la superficie de terrain au sein de laquelle les eaux souterraines y circulant vont éventuellement être captées par le prélèvement d'eau. Les restrictions s'appliquant à l'aire de protection éloignée visent l'aménagement d'un site de forage destiné à rechercher ou à exploiter du pétrole, du gaz naturel, de la saumure ou un réservoir souterrain ainsi que l'exécution d'un sondage stratigraphique. Ces restrictions sont décrites à l'article 66 du RPEP.

4.2 Méthodologie de délimitation

Plusieurs méthodes sont disponibles pour faire le calcul et la cartographie des aires de protection intermédiaires et éloignée, dont notamment :

- Les méthodes des rayons arbitraires, où des cercles centrés sur l'installation de prélèvement permettent de définir ses aires de protection ;
- Les méthodes cartographiques, où les aires de protection sont tracées de façon intuitive en utilisant les principes des réseaux d'écoulement ;
- Les méthodes par calculs analytiques, où des formules relativement simples et faisant appel à plusieurs hypothèses permettent de calculer des aires de protection adaptées aux propriétés hydrogéologiques en place ;
- Les méthodes par calculs numériques, où la zone d'étude est divisée en plusieurs mailles possédant chacune ses propriétés, permettant ainsi de refléter les variations spatiales des propriétés hydrogéologiques et interférences avec d'autres puits.

Le choix de la méthodologie dépend à la fois des enjeux de protection et de la complexité du milieu aquifère dans lequel se trouve l'installation de prélèvement d'eau souterraine. Étant donné la présence de milieux agricoles à proximité et la complexité du modèle géologique, la méthode numérique a été retenue pour faire le calcul des aires de protection des installations de prélèvement. Les limites des aires de protection ont été établies par Jolicoeur en 2006 par calculs analytiques dont les résultats ont été présentés au schéma 5. Le débit d'exploitation utilisé est le même que l'étude réalisée en 2020, soit débit d'exploitation combiné de 260 m³/jour puisque le débit d'exploitation n'a pas augmenté durant les cinq dernières années.

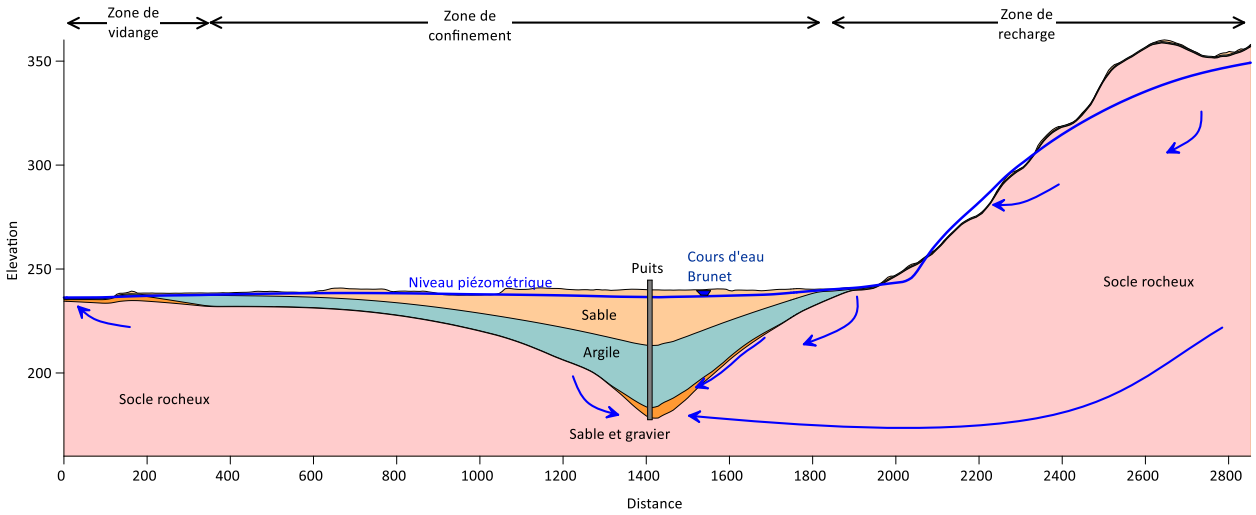
La méthodologie généralement admise pour la réalisation de travaux de modélisation numérique est décrite dans Anderson et Woessner (1992). D'abord, des données de base sont acquises, soit par des travaux de terrain, soit par une revue de littérature. Par la suite, ces données sont interprétées afin de faire la définition du modèle conceptuel qui doit représenter de façon simplifiée la compréhension des processus d'écoulement souterrain par rapport aux objectifs précis de l'étude. Ensuite, un code numérique est choisi, puis utilisé pour numériser sous forme d'équations mathématiques le maillage des couches du modèle, les conditions limites et les propriétés hydrauliques des unités hydrostratigraphiques.

Une fois le modèle numérique élaboré et les débits de prélèvement déterminés, le parcours à rebours de particules d'eau à partir des puits a été simulé avec des temps de parcours respectifs de 200 jours, 550 jours et à l'infini, de façon à reproduire les isochrones représentatifs des aires de protection bactériologique, virologique et éloignée. Une fois la simulation réalisée, les lignes d'écoulement des particules virtuelles d'eau ont été exportées en format .SHP. Des polygones délimitant l'enveloppe extérieure de ces lignes d'écoulement ont ensuite été créés, puis superposés à la carte du territoire.

4.2.1 Modèle conceptuel

Le principe de la modélisation consiste à élaborer un modèle conceptuel basé sur les informations disponibles et sur les travaux de terrain; à représenter ce modèle conceptuel par un modèle numérique; à ajuster les paramètres de ce modèle afin qu'il puisse représenter, avec un bon degré de confiance, les observations effectuées sur le terrain; pour ensuite l'utiliser à des fins prédictives en conservant tout autre paramètre identique. Les informations hydrogéologiques sont présentées dans les paragraphes qui suivent.

Le modèle conceptuel comprend un aquifère régional formé par le réseau de fractures du socle rocheux régional, lequel est surmonté d'un aquifère composé par des sédiments meubles granulaires et des premiers mètres très fissurés du socle rocheux. Le tout est recouvert par un aquitard de sédiments fins glacio-lacustres. La séquence est complétée en surface par un mince horizon de sables littoraux. La recharge est assurée par l'infiltration des précipitations sur les collines de part et d'autre de la vallée du cours d'eau Brunet et dans les discontinuités de l'aquitard. La coupe schématique ci-dessous illustre ce modèle conceptuel.



Les données provenant de l'ensemble des sources d'information disponibles ont permis de déterminer les propriétés hydrogéologiques de l'aquifère dans le territoire à l'étude. Ainsi, à l'échelle locale, les propriétés hydrogéologiques de l'aquifère sont les suivantes :

- Conductivité hydraulique de 3,3 x 10^{-2} cm/sec (Jolicoeur, 2007).
- Porosité effective de 0,20 selon la littérature (Johnson, 1967);

Le tableau 5 présente les élévations piézométriques mesurées en 2006 lors de l'étude réalisée pour la construction des puits de production, ainsi que les élévations piézométriques tirées des données du SIH. Ces données ont constitué la base de référence utilisée pour faire le calibrage du modèle hydrogéologique. Elles indiquent un écoulement souterrain qui converge vers le centre de la vallée du cours d'eau Brunet, puis vers le sud-ouest, selon le sens d'écoulement du cours d'eau.

Tableau 5 : Données piézométriques issues de relevés effectués en 2006 et du SIH

Nom actuel	Coordonnées MTM fuseau 9		Piézométrie statique
	X (m)	Y (m)	(m)
FVB-1-05	392708	5152162	238,59
FVB-2-05	391974	5151752	234,13
FVB-2-06	392026	5151758	234,12
Pz04060001	393094	5152678	240,92
FVB-4-06	392611	5152256	238,58
P1-VB	392607	5152253	238,09
P2-VB	392617	5152262	238,45
SIH-3	390080	5152090	229,11
SIH-4	390098	5152130	223,58
SIH-5	390121	5150700	206,19
SIH-6	390185	5153750	231,41
SIH-19	391077	5150410	214,19
SIH-20	391131	5150210	210,88
SIH-21	391164	5151120	209,45
SIH-22	391241	5151400	215,88
SIH-27	391448	5152830	235,14
SIH-30	391652	5152780	237,45

4.2.2 Modèle numérique

Le logiciel *Visual MODFLOW* a été utilisé pour modéliser l'écoulement souterrain afin d'atteindre les objectifs de l'étude. Ce logiciel utilise le code *MODFLOW 2005* qui permet de représenter de façon simplifiée l'écoulement des eaux souterraines. Ce code a été développé par la Commission Géologique des États-Unis (USGS) et son utilisation est largement répandue au Canada et aux États-Unis. De plus, il est reconnu par les instances gouvernementales. Les équations qui gouvernent le modèle sont présentées dans le manuel de référence du modèle (Mc Donald et Harbaugh, 1988).

Le domaine modélisé couvre une superficie de 20 km². Les dimensions du domaine modélisé sont de 5 000 m par 4 000 m. Le maillage est orienté parallèlement à l'axe du système de coordonnées géodésiques MTM fuseau 9. L'origine du système de maillage est située aux coordonnées suivantes: 390 000 m Est et 5 150 000 m Nord. Les mailles du modèle forment un carré ayant une arrête de 20 m. Celles-ci sont raffinées à 8 m dans le secteur des puits. Verticalement, le modèle est composé de quatre couches. L'élévation du toit du modèle correspond à la surface topographique extraite du modèle numérique d'élévation issu de la BDTQ. La couche 1 représente l'aquifère superficiel de sable, la couche 2 représente l'aquitard d'argile glacio-lacustre, la couche

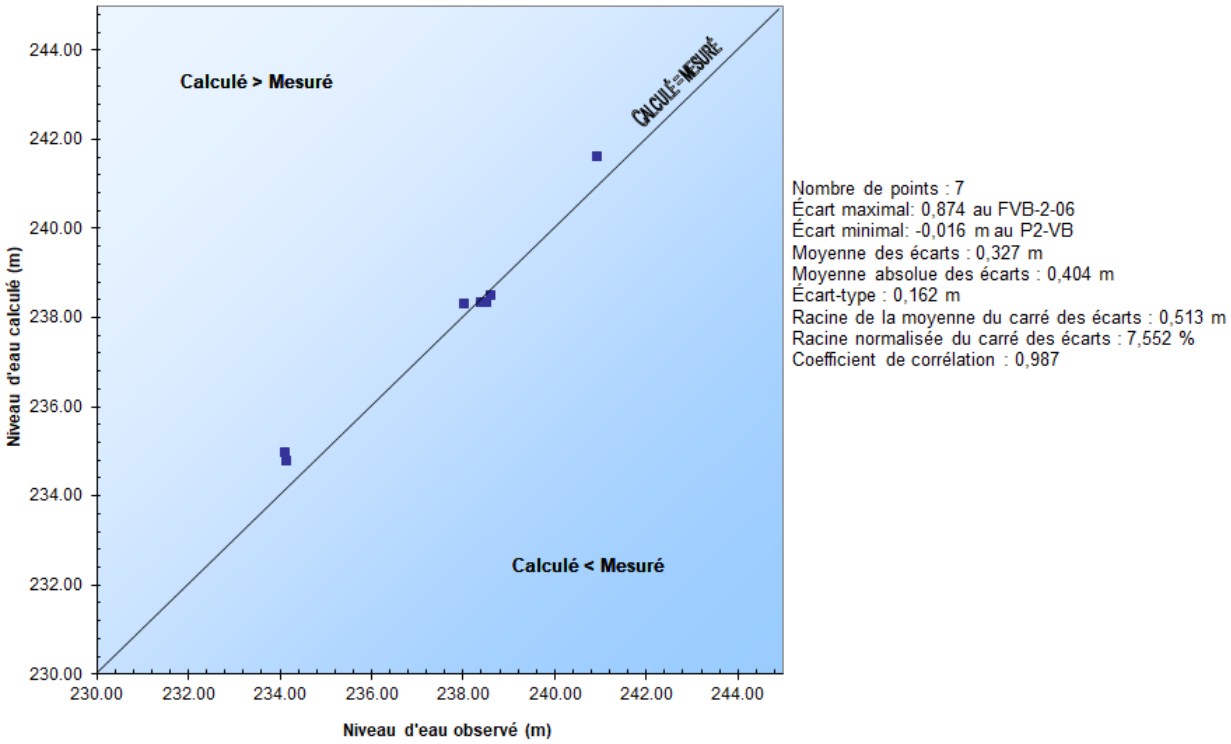
3, l'aquifère de sable et gravier et de roc fracturé à l'interface sol-roc et la couche 4, le socle rocheux sain. Les surfaces qui délimitent ces couches ont été interprétées selon les informations disponibles tirées des études hydrogéologiques et du SIH.

Les propriétés hydrogéologiques qui ont été insérées dans le modèle sont celles qui ont été mesurées lors des études hydrogéologiques, lorsque disponibles, sinon elles ont été tirées de la littérature, puis ajustées lors du processus de calibrage du modèle. Ainsi, la conductivité hydraulique de l'aquifère est de 3,33 x 10^{-2} cm/sec, tandis que la conductivité hydraulique des autres unités varie de 1 x10^{-6} à.5 x 10^{-3} cm/sec (voir figure 7).

Les limites latérales du modèle ont été simulées avec des limites de type « charge constante » pour simuler les niveaux d'eau aux limites du modèle. Des conditions limites de type « drains » ont été utilisées afin de représenter les cours d'eau superficiels de faible importance, tandis que les lacs ont été simulés au moyen de conditions limites de type « rivière ». Des conditions limites de type « Recharge » ont été utilisées afin de simuler le flux d'eau entrant par la surface via l'infiltration des précipitations. Pour ce faire, le territoire a été subdivisé en trois zones. Un taux de recharge constant de 350 mm/an a été assigné sur les mailles du modèle où l'altitude est élevée et que le socle rocheux est près de la surface, une recharge de 310 mm/an a été assignée aux zones de moyenne altitude, où le till est cartographié et une recharge de 270 mm/an a été assignée aux zones de basse altitude où des sables superficiels sont cartographiés (voir figure 7). Finalement, une condition limite de type « ETS » a été assignée à toute la surface du modèle afin d'éviter que la nappe phréatique se retrouve au-dessus de la topographie. Une valeur potentielle de 500 mm/an lui été assignée.

Le calibrage du modèle a été effectué en ajustant la conductivité hydraulique de chacune des unités, ainsi que la recharge, de façon à reproduire la piézométrie observée. Le calibrage a été considéré satisfaisant lorsqu'il n'a plus été possible de diminuer les écarts entre les données mesurées et les données calculées sans recourir à des conditions limites non identifiables physiquement ou par interprétation. Le graphique 5 présente les résultats de la calibration de la simulation en régime permanent. Les différences entre les charges observées et les charges calculées par le modèle sont attribuables à l'approximation faite quant à l'homogénéité des couches géologiques faisant partie du modèle. Le modèle permet néanmoins de représenter le sens global de l'écoulement des eaux souterraines et respecte la géométrie de l'aquifère. La grille du modèle numérique, les unités hydrogéologiques et les conditions limites du modèle numérique sont présentées à la figure 7 du présent document.

Graphique 5: Comparaison entre les niveaux d'eau observés et simulés



Une évaluation qualitative de la sensibilité des paramètres utilisés pour la conception du modèle numérique a été réalisée. Cette évaluation a été effectuée pendant le processus de calibrage en notant l'effet des changements dans les paramètres sur le résultat obtenu en simulation prédictive.

La norme de l'ASTM (American Society for Testing and Materials) nommée D 5611 - Sensitivity Analysis décrit les quatre types de sensibilité des paramètres:

- Sensibilité de type 1: la modification d'un paramètre n'a pas d'effet sur le calibrage ni sur le résultat;
- Sensibilité de type 2: la modification d'un paramètre change le calibrage, pas le résultat;
- Sensibilité de type 3: la modification d'un paramètre change le calibrage ainsi que le résultat;
- Sensibilité de type 4: la modification d'un paramètre n'a pas d'effet sur le calibrage, mais change le résultat.

Les quatre types de sensibilité décrits ci-dessus font référence au modèle calibré en régime permanent et aux aires de protection obtenues. Les paragraphes suivants décrivent le type de sensibilité respectif pour les paramètres de conductivité hydraulique et pour les conditions limite de recharge, de charges constantes et de drains.

La sensibilité de la conductivité hydraulique de l'aquifère est de type 1 pour de faibles variations à l'intérieur du même ordre de grandeur. Pour un changement d'ordre de grandeur, sa sensibilité est de type 3. En effet, une mauvaise évaluation de la conductivité hydraulique aurait pour conséquence de ne pas représenter adéquatement le patron d'écoulement observé, par conséquent, de changer la forme et la superficie des aires de protection autour des puits sous les conditions projetées. La conductivité hydraulique ayant été bien documentée dans l'aquifère, il est peu probable que ce paramètre soit la source d'une importante erreur dans l'outil prédictif.

Sous de légères modifications de recharge (augmentation de 10%), le modèle possède une sensibilité de type 1. Pour des modifications plus importantes de recharge (augmentation de 50%), ce paramètre possède une sensibilité de type 2.

La modification des charges des conditions limites de type rivière qui représentent les lacs a été réalisée sur la conductance des sédiments. Celle-ci possède une sensibilité de type 1. En effet, ceux-ci sont éloignés et en faible lien avec l'aquifère. Les conditions limites de type drain sont également de type 1, puisqu'elles sont situées à la surface du modèle et n'affectent que très peu l'aquifère qui est maintenu captif sous une épaisse couche d'argile.

Le développement du modèle conceptuel s'appuie sur des hypothèses de travail, lesquelles ont été énumérées dans une section précédente. Cependant, les hypothèses posées causent parfois des différences entre les résultats simulés et les résultats mesurés, car le modèle géologique réel est beaucoup plus complexe que l'idéalisation représentée par le modèle numérique.

Aussi, tel que discuté dans la section précédente, les écarts entre les charges calculées par le modèle et les charges observées peuvent provenir de la simplification d'un modèle géologique complexe. En effet, les charges hydrauliques réelles sont en mouvement constant, ce qui n'est pas le cas dans le modèle numérique. Dans ces circonstances, une calibration présentant une erreur moyenne absolue d'environ un mètre montre que le modèle représente de façon adéquate le système et peut être considéré comme calibré pour les simulations qui font l'objet de ce rapport.

Ainsi, les interprétations hydrogéologiques présentées dans ce rapport, calibrées sur les données mesurées, constituent la meilleure représentation possible de l'écoulement souterrain et convergent vers les constats de terrain. Il faut toutefois considérer ce modèle numérique comme un outil de compréhension et de gestion plutôt que comme une prédiction absolue.

4.3 Simulations réalisées et résultats obtenus

Une simulation représentant l'exploitation de l'installation de prélèvement a été réalisée pour simuler les aires de protection intermédiaires et éloignée des puits au débit de 260 m³/jour. Il est à noter qu'à l'échelle du modèle, les deux puits ont été considérés comme un seul prélèvement.

Pour ce faire, le module MODPATH a été utilisé. Ce module permet la simulation du transport advectif de particules fictives d'eau. Il permet d'établir la distance qui correspond à des temps de parcours des eaux souterraines (200 jours pour la protection bactériologique et 550 jours pour la protection virologique). La figure 8 présente une carte de la piézométrie obtenue, tandis que la figure 9 montre la localisation des aires de protection.

4.3.1 Aire de protection intermédiaire bactériologique

L'aire de protection bactériologique du puits est caractérisée par l'isochrone de 200 jours. Elle possède une superficie d'environ 2,7 ha. Elle s'étend sur une distance maximale de 210 m à partir des puits.

4.3.2 Aire de protection intermédiaire virologique

L'aire de protection virologique du puits est caractérisée par l'isochrone de 550 jours. Elle possède une superficie d'environ 17,4 ha en incluant l'aire de protection bactériologique. Elle s'étend sur une distance maximale de 540 m des puits.

4.3.3 Aire de protection éloignée

L'aire de protection éloignée des puits possède une forme complexe due au relief relativement plat du territoire à l'étude. Elle possède une superficie d'environ 270 ha en incluant les aires de protection intermédiaires. Elle s'étend sur une distance maximale de 2 500 m des puits.

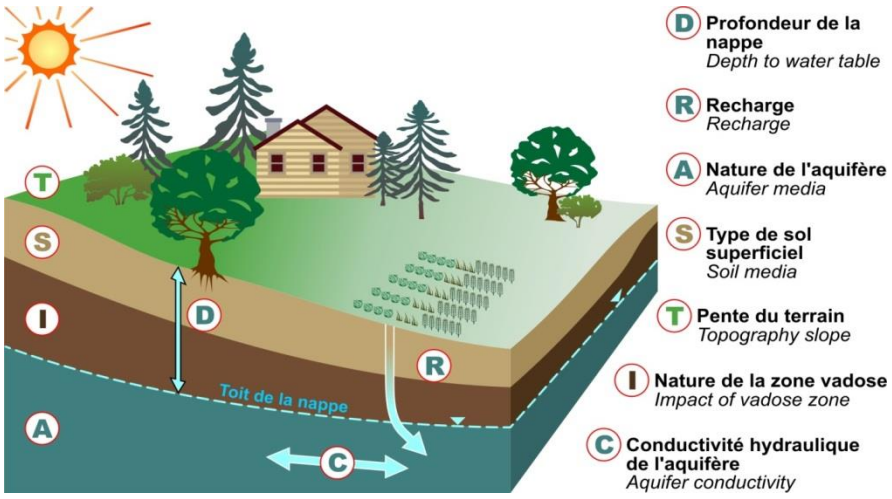
5. NIVEAU DE VULNÉRABILITÉ DES EAUX DANS LES AIRES DE PROTECTION

5.1 Généralités

La vulnérabilité de l'aquifère à la contamination par rapport aux activités de surface a été établie sur la base de l'indice DRASTIC (Aller et al., 1987). Il s'agit d'une méthode ou d'un système normalisé qui permet une évaluation quantitative du potentiel de contamination des nappes d'eau souterraine à l'aide des conditions hydrogéologiques qui prévalent dans la région concernée. La méthode DRASTIC est décrite en détail dans le document EPA/600 2-87-035 (Aller, 1987).

Cette méthode tient compte de sept paramètres hydrogéologiques, soit la profondeur de l'aquifère, le taux de recharge, la nature de l'aquifère, le type de sol superficiel, la pente du terrain, la nature de la zone comprise entre la surface et le toit de l'aquifère et enfin, la conductivité hydraulique. Ces paramètres sont illustrés au schéma 8. Chacun de ces paramètres est quantifié en lui attribuant une valeur numérique, laquelle est à son tour multipliée par un facteur pondérateur. L'indice DRASTIC résultant est la somme des produits obtenus pour chacun des paramètres considérés. Plus l'indice est élevé, plus le potentiel de contamination de la nappe d'eau souterraine est élevé. L'indice DRASTIC d'un aquifère peut théoriquement être évalué au minimum à 23 et, au maximum, à 226. Pour fins de cartographie, un code de couleur de l'indigo au rouge est attribué à cette plage de valeurs de vulnérabilité.

Schéma 7 : Les sept paramètres hydrogéologiques (Decelles et al., 2019)



5.2 Méthodologie de calcul

La carte d'indice DRASTIC pour l'aquifère exploité par la municipalité de Lac-des-Écorces, secteur Val-Barrette a été préparée selon la méthodologie suivante : chacun des paramètres de l'indice DRASTIC a d'abord été cartographié en format matriciel, ensuite, les mailles de chacune des grilles correspondant aux paramètres ont été multipliées par leur facteur pondérateur respectif, puis les sept grilles ont été additionnées de façon à obtenir un indice DRASTIC pour chaque maille du fichier matriciel. Un travail de classification par couleur selon la méthodologie décrite dans le document original de l'EPA a ensuite été fait pour compléter la cartographie. Les paragraphes qui suivent décrivent chacun des paramètres de l'indice DRASTIC.

5.2.1 Profondeur de la nappe (D)

Puisque l'aquifère est captif à libre en fonction des dépôts superficiels. La profondeur de la nappe est parfois l'épaisseur de la couche d'argile, lorsque présente, sinon la profondeur de la nappe. Dans les aires de protection des puits, les cotes varient de 1 à 10 soit plus grand que 31 m à plus petit que 1,5 m. La carte « paramètre D » de l'annexe 5 présente la distribution des cotes reliées à la profondeur de la nappe d'eau souterraine.

5.2.2 Recharge (R)

La recharge nette, c'est-à-dire le taux de recharge attribué au modèle, moins le trop-plein évacué par les conditions limites représentant la surface du sol, a été extraite du modèle numérique pour générer la grille de distribution de la recharge. Les données ont été reclassées selon les classes de la méthode DRASTIC. Ainsi, des cotes de 1 (< 50 mm/an) à 9 (>250 mm/an) ont été obtenues. La zone de faible recharge correspond majoritairement à la zone de nappe captive alors que la recharge augmente en zone de relief. La carte « paramètre R » de l'annexe 5 montre la distribution des cotes reliées à la recharge annuelle de l'aquifère.

5.2.3 Type d'aquifère (A)

La formation aquifère de la zone d'étude est constituée de sable et gravier dans la vallée et de roche ignée en bordure. Une cote de 8 a été assignée pour l'unité de sables et graviers, comparativement à 3 pour la zone rocheuse. La carte « paramètre A » de l'annexe 5 représente la distribution des cotes reliées à l'aquifère.

5.2.4 Type de sol (S)

La carte des types de sols a été calquée à partir de la carte des sols de l'IRDA. Pour l'ensemble des aires de protection, des cotes de 2, 6, 7 et 9 ont été attribuées selon le type de sol présent, soit de la terre noire, loam sableux, sable loameux et sable grossier. La carte « paramètre S » de l'annexe 5 illustre les résultats.

5.2.5 Topographie (T)

Le paramètre de topographie est classé selon la pente pour chaque cellule de la grille de travail. Cette matrice est obtenue directement à l'aide de l'outil *Terrain Modelling* du logiciel Surfer et reclassée selon le paramètre topographie de la méthode DRASTIC. Dans la grande partie des aires de protection, le terrain est relativement plat. Toutefois des cotes de 1 à 10 ont été attribuées dans l'aire d'alimentation des puits. La carte « paramètre T » de l'annexe 5 indique les pentes du terrain classées selon les cotes DRASTIC.

5.2.6 Impact de la zone vadose (I)

L'indice DRASTIC pour l'impact de la zone vadose a été évalué à partir de la carte des formations superficielles et de la carte d'épaisseur des dépôts meubles. Lorsque les dépôts meubles sont de nature argileuse, l'aquifère est considéré comme captif et alors, une cote de 1 est attribuée. Une cote de 2 est donnée sur les portions du territoire où les dépôts meubles cartographiés sont d'origine glaciaire (till). La zone de transition entre ces deux unités est composée de sédiments glaciolacustres littoraux de cote 6. La carte « paramètre I » de l'annexe 5 représente la distribution des cotes attribuées.

5.2.7 Conductivité hydraulique (C)

Les conductivités hydrauliques obtenues suite au processus de calibrage du modèle d'écoulement ont été utilisées pour attribuer la cote C. Ces conductivités hydrauliques correspondent à une cote de 6 (3×10^{-4} à 5×10^{-4} m/s) au centre de la vallée et de 1 (5×10^{-7} à 5×10^{-5} m/s) sur les côtés. La carte « paramètre C » de l'annexe 5 illustre les résultats.

5.3 Résultats obtenus

La figure 10 présente une carte de répartition de l'indice DRASTIC pour un maillage de 20 m par 20 m et superposée aux aires de protection. Il est possible d'y observer que l'indice DRASTIC

varie sur le territoire à l'étude entre 69 et 150. Il est à noter que la zone la plus vulnérable se situe en bordure de la zone de relief au contact de l'aquifère de sable et gravier et les roches ignées.

La valeur maximale de l'indice DRASTIC observée sur les aires de protection immédiate et intermédiaire bactériologique est dans le niveau de vulnérabilité faible (84). L'indice DRASTIC est moyen pour l'aire de protection intermédiaire virologique et éloignée avec une cote maximale de 102 et 150, respectivement. Le tableau 6 présente les plages d'indices DRASTIC obtenues pour chaque aire de protection.

Tableau 6 : Niveaux de vulnérabilité des aires de protection des puits P1-VB et P2-VB

Aire de protection	Plage d'indices DRASTIC	Niveau de vulnérabilité
Immédiate	80 - 83	Faible
Intermédiaire (bactériologique)	70 - 84	Faible
Intermédiaire (virologique)	69 - 102	Moyen
Éloignée	69 - 150	Moyen

6. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

À la lumière des inventaires et calculs réalisés dans le cadre de ce mandat, il est possible de formuler les conclusions et recommandations suivantes :

- Le secteur Val-Barrette, de la municipalité de Lac-des-Écorces, exploite pour l'approvisionnement en eau de son réseau d'aqueduc, un site composé de deux prélèvements d'eau souterraine exploitant un aquifère composé du contact entre les dépôts meubles et le socle rocheux. L'aquifère est captif à l'endroit des puits, mais la couche d'argile qui maintient le confinement est discontinue en direction de l'amont ;
- L'aménagement des installations de prélèvement d'eau et leur aire de protection immédiate respecte les normes prescrites dans le RPEP à l'exception du périmètre clôturé qui est inférieur au 30 m réglementaire ;
- Les caractéristiques des installations de prélèvement sont bien documentées et un système de traitement d'eau permet de rendre celle-ci conforme avant sa distribution en réseau. Toutefois, les caractéristiques de l'eau permettent la formation de sous-produits de la chloration ;
- Le prélèvement d'eau moyen mensuel est relativement constant et le débit moyen enregistré pour les cinq dernières années est de 209 m³/jour ;
- Les aires de protection intermédiaire et éloignée ont été mises à jour en 2020 à l'aide du logiciel *Visual MODFLOW* pour un débit d'exploitation journalier de 260 m³/jour, soit le débit prévu dans un horizon de 5 ans. La compilation des données de consommation d'eau montre aucune hausse dans les cinq dernières années. Il n'a donc pas été requis de reprendre le calcul des aires de protection des puits exploités ;
- La cartographie de la vulnérabilité intrinsèque de l'aquifère a été effectuée selon la méthode DRASTIC. Les aires de protection immédiate et intermédiaire bactériologique ont un niveau de vulnérabilité faible alors que les aires de protection intermédiaire virologique et éloignée ont un niveau de vulnérabilité moyen ;

RÉFÉRENCES

Aller, L., Bennett, T., Lehr, J.H., and Petty, R.J., 1985, DRASTIC- A standardized system for evaluating ground water pollution potential using hydrogeologic settings. U.S. Environmental Protection Agency report EPA/600/2-85/018, 163 p.

Bellemare, Y., 1999. Inventaire des carrières de pierre, région des Hautes-Laurentides (SNRC 31J). rapport MB 99-02. Ministère des ressources naturelles du Québec, Secteur des mines.

Frederic, J.R., août 1977. Rapport de mise en valeur sur le gisement de dolomie de Val-Barrette, Canton de Campbell, Comté de Labelle, Québec.

GENIVAR, 2007. Évaluation environnementale de site, Phase I, rue Hôtel-de-Ville, Lac-des-Écorces (Québec).

GENIVAR, 2007. Description sommaire et débits de conception, chapitre 2 et Captage des eaux souterraines, chapitre 3.

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), janvier 2009. Cartes pédologiques, feuillets 31J1101 et 31J06201, échelle 1 : 20 000.

Jolicoeur, M., juin 2006. Municipalité de Lac-des-Écorces, Secteur Val-Barrette, Étude hydrogéologique, Recherche en eau souterraine.

Jolicoeur, M., janvier 2007. Municipalité de Lac-des-Écorces, Secteur Val-Barrette, Rapport de construction des puits P.P.1/06 et P.P.2/06.

Lacoste, P., 2001. Géologie de la région de Ferme-Neuve (SNRC 31J/11). RG 2000-01. Géologie Québec.

Ministère de l'énergie et des ressources naturelles du Québec (SIGEOM), 2010. Cartes géologiques du SIGÉOM – feuillet 31J, Compilations géologiques 31J11 et 31J06.

Ministère de l'énergie et des ressources naturelles du Québec (SIGPEG), 2016. Carte des puits pétroliers et gaziers. http://sigpeg.mrn.gouv.qc.ca/gpg/hydrocarbures/hydrocarbures.htm

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, 2019. Détermination des aires de protection des prélèvements d'eau souterraine et des indices

de vulnérabilité DRASTIC – Guide technique. Site Internet: http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/souterraines/drastic/guide.pdf

Environnement et Changement climatique Canada, 2024. Normales et moyennes climatiques de 1981 – 2010, Station Mont-Laurier. Site Internet : https://climate.weather.gc.ca/climate_normals/index_f.html

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec, 2025. Atlas de l'eau. Site Internet: https://services-mddelcc.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=371faa9786634167a7bdefdead35e43e

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, 2018. Guide de réalisation des analyses de la vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable au Québec. Site internet : http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/prelevements/guide-analyse-vulnerabilite-des-sources.pdf

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, mise à jour 2019. Guide de conception des installations de production d'eau potable. Site Internet: http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/guide/index.htm

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec, 2025. Installations municipales de distribution d'eau potable. Site Internet: http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/distribution/resultats.asp

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec, 2025. Registre des interventions d'Urgence-Environnement. Site Internet: http://www.environnement.gouv.qc.ca/ministere/urgence_environnement/resultats_region.asp

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec, 2025. Répertoire des barrages. Site internet : https://www.cehq.gouv.qc.ca/barrages/default.asp

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec, 2025. Répertoire des dépôts de sols et de résidus industriels. Site Internet: http://www.environnement.gouv.qc.ca/sol/residus_ind/recherche.asp

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec 2025. Répertoire des terrains contaminés. Site Internet: http://www.environnement.gouv.qc.ca/sol/terrains/terrains-contamines/recherche.asp

Ministère de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec, 2025. Réseau de suivi des eaux souterraines du Québec. Site internet : http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/piezo/index.htm

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec, 2025. Service de diffusion de la cartographie hydrogéologique. Site internet : https://www.servicesenligne.mddep.gouv.qc.ca/Atlas

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec, 2025. Système d'information hydrogéologique (SIH). Site Internet: http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/souterraines/sih/index.htm

Ministère des ressources naturelles du Canada, 1994. Cartes topographiques 31J11 et 31J06, échelle 1/50 000.

Ministère des ressources naturelles du Québec, 2006. Cartes topographiques 31J11-0101 et 31J06-0201, échelle 1/20 000.

Ministère des ressources naturelles et des forêts du Québec (GESTIM), 2025. Cartes des titres miniers 31J11 et 31J06, échelle 1/50 000.

Prosept inc. (Ryan, A.), 4 mars 2025. Évaluation de l'évolution des taux de trihalométhanes (THM) aux réseaux des secteurs Lac-des-Écorces et Val-Barrette.

Publications Québec, 1er mai 2025, Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (RPEP).

Publications Québec, 1er mai 2025, Règlement sur la qualité de l'eau potable (RQEP).

Richelieu Hydrogéologie inc., juillet 2020. Municipalité de Lac-des-Écorces, Secteur Val-Barrette, Rapport d'analyse de la vulnérabilité, Prélèvements d'eau souterraine N^{os} X0009229-1 et -2.

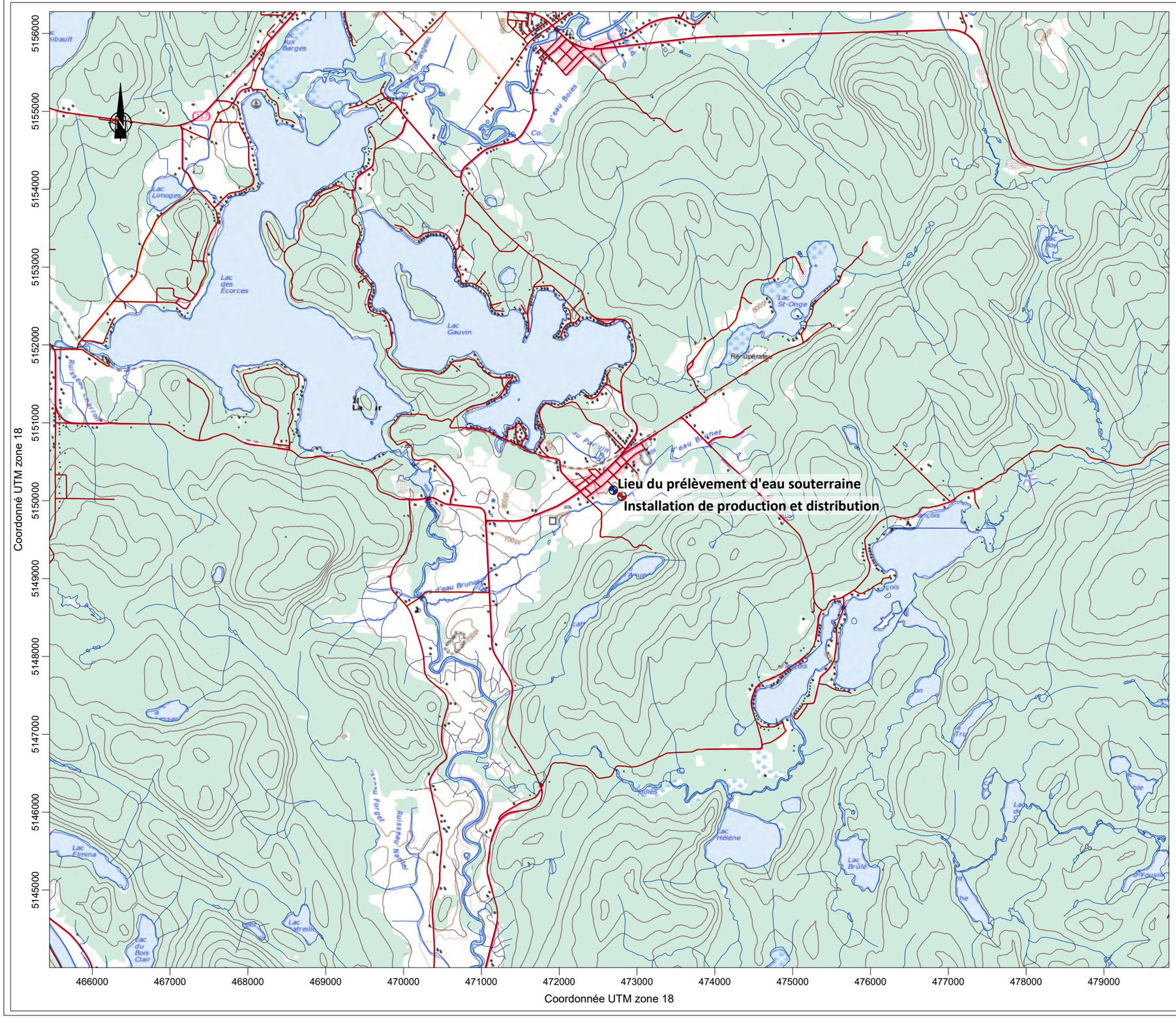
Santé Canada, 2006. Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : Les trihalométhanes. Site internet : https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/recommandations-pour-qualite-eau-potable-canada-trihalomethanes.html

Secrétariat du conseil du trésor du Canada, Inventaire des sites contaminés fédéraux. Site internet : https://www.tbs-sct.gc.ca/fcsi-rscf/home-accueil-fra.aspx

Service de l'aménagement du territoire de la M.R.C. d'Antoine-Labelle, 2000. Plan d'urbanisme, Règlement numéro 259-2000, Municipalité de Val-Barrette.

Service de l'inventaire forestier du Québec et Société générale de foresterie Sylvico inc., 14 février 1992. Carte de dépôts de surface, Document de travail.

ANNEXE 1 : FIGURES



Légende

- Sites du prélèvement d'eau souterraine du secteur Val-Barrette
- Installation de production et de distribution de l'eau potable

0 1000 2000 3000 4000

Carte topographique tirée de Ressources Naturelles Canada
feuillets 31J06 et 31J11

Richelieu Hydrogéologie inc.

Titre

FIGURE 1 : LOCALISATION DU SECTEUR D'ÉTUDE

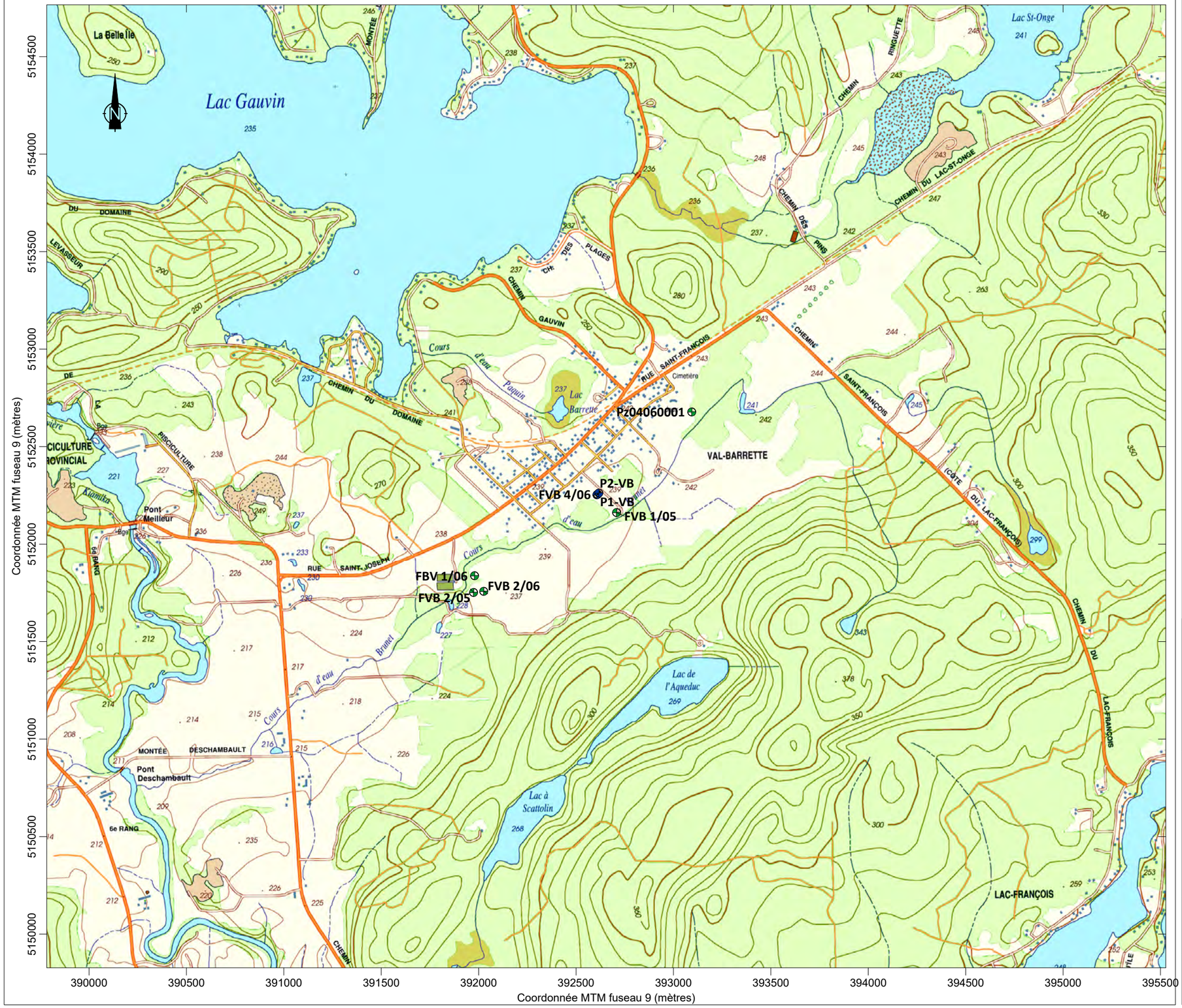
Projet

MUNICIPALITÉ DE LAC-DES-ÉCORCES - SECTEUR VAL-BARRETTE
MISE À JOUR DU RAPPORT D'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ 2024
PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE N^{OS} X0009229-1 et -2

Interprétation et dessin

Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date	Échelle
Octobre 2025	1 : 50 000



Légende

- Prélèvement d'eau souterraine du secteur Val-Barrette
- Puits d'observation utilisé dans le cadre de l'étude

0 500 1000 1500 2000

Carte topographique tirée de Ressources Naturelles Québec
feuillets 31J06-201 et 31J11-101

Richelieu Hydrogéologie inc.

Titre

FIGURE 2 : EXTRAIT DE LA CARTE TOPOGRAPHIQUE À L'ÉCHELLE 1 : 20 000

Projet

MUNICIPALITÉ DE LAC-DES-ÉCORCES - SECTEUR VAL-BARRETTE
MISE À JOUR DU RAPPORT D'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ 2024
PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE N^{OS} X0009229-1 ET -2

Interprétation et dessin

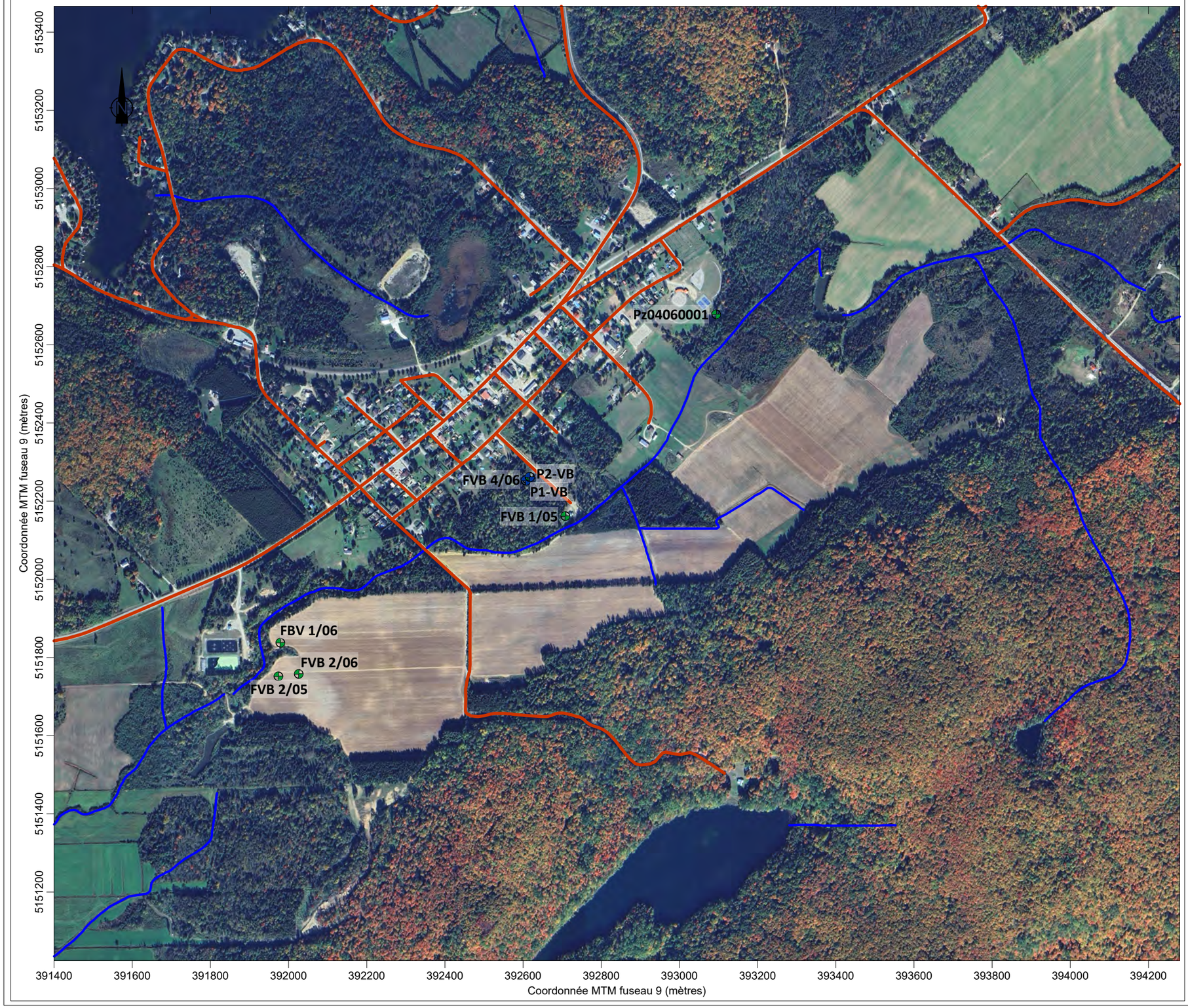
Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date

Octobre 2025

Échelle

1 : 20 000



Légende

- Prélèvement d'eau souterraine du secteur Val-Barrette
- Puits d'observation utilisé dans le cadre de l'étude

0 200 400 600 800 1000

Imagerie en date du 01/10/2023 tirée de Google Earth
Réseaux routiers et hydrographiques: CANVEC

Richelieu Hydrogéologie inc.

Titre

FIGURE 3 : IMAGERIE SATELLITAIRE

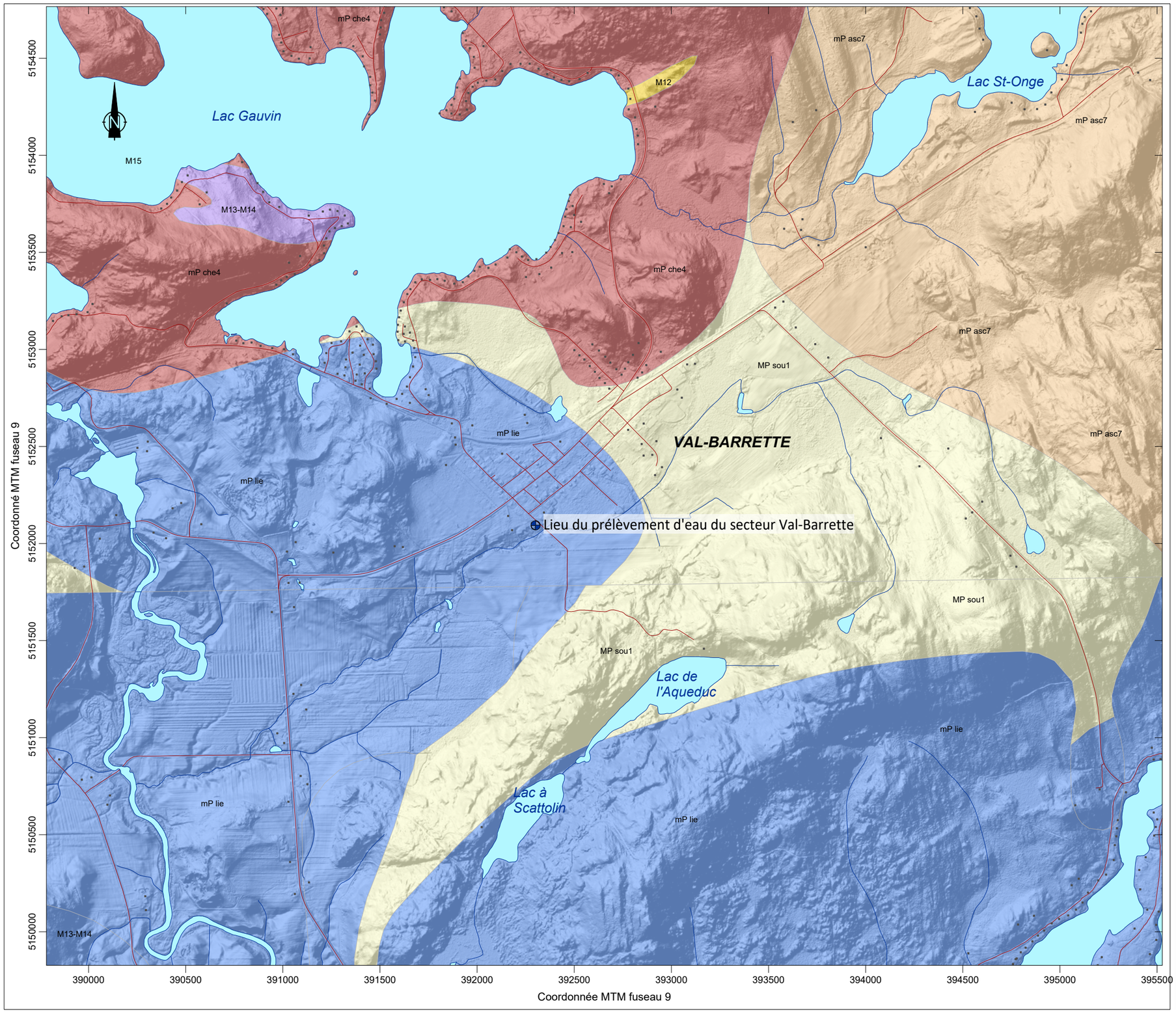
Projet

MUNICIPALITÉ DE LAC-DES-ÉCORCES - SECTEUR VAL-BARRETTE
MISE À JOUR DU RAPPORT D'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ 2024
PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE N^OS X0009229-1 ET -2

Interprétation et dessin

Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date	Échelle
Octobre 2025	1 : 10 000



Légende

- Lieu du prélèvement d'eau souterraine
- mP che4 — Suite intrusive de Chevreuil : monzonite quartzifère, monzonite etmonzogranite
- mP asc7 — Suite supracrustale de l'Ascencion : Paragneiss
- mP lie — Séquence carbonatée de la Lièvre : marbre et roche calcosilicatée
- MP sou1 — Suite supracrustale du Sourd : Quartzite et gneiss quartzeux
- M12 — Quartzite

0 500 1000 1500 2000

Réseaux routiers et hydrographiques: CANVEC
Modèle numérique d'altitude : LiDAR, MERN Québec
Géologie : SIGEOM, feuillets 31J11 et 31J06, MERN Québec

Richelieu Hydrogéologie inc.

Titre

FIGURE 4 : EXTRAIT DE LA CARTE GÉOLOGIQUE

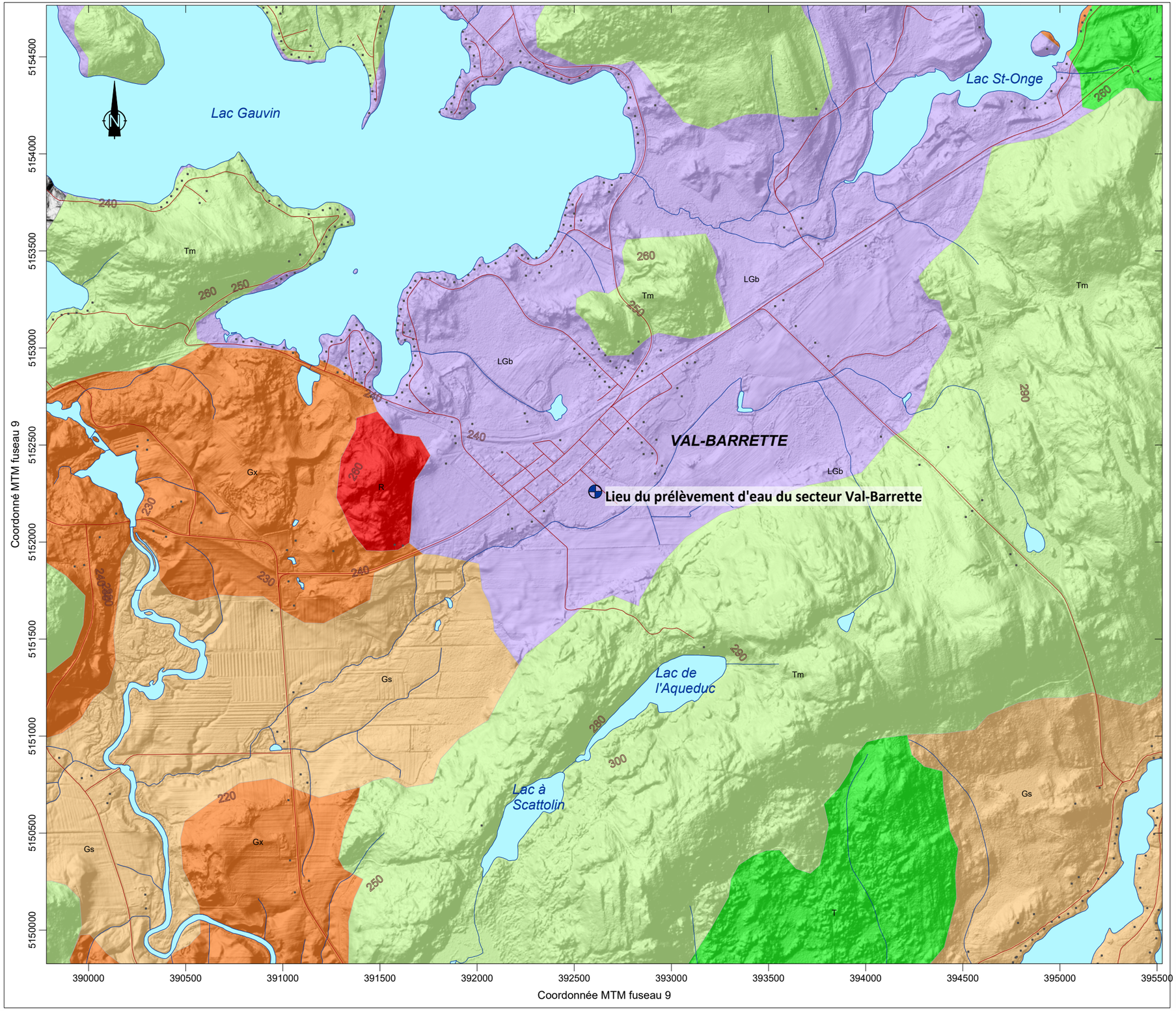
Projet

MUNICIPALITÉ DE LAC-DES-ÉCORCES - SECTEUR VAL-BARRETTE
MISE À JOUR DU RAPPORT D'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ 2024
PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE N^{OS} X0009229-1 ET -2

Interprétation et dessin

Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date	Échelle
Octobre 2025	1 : 20 000



Légende

- Lieu du prélèvement d'eau souterraine
- O — Sédiments organiques : tourbe, débris végétaux
- LGb — Sédiments glaciolacustres littoraux : sable, sable silteux, gravier et blocs
- Gs — Sédiments d'épandage proglaciaire : sable, gravier, blocs
- Gx — Sédiments juxtaglaciaires : sable et gravier, blocs, une peu de diamicton
- Tm — Till en couverture mince et discontinue : silt, sable, gravier et cailloux
- T — Till non différencié : silt, sable, gravier et cailloux
- Affleurements du socle rocheux

0 500 1000 1500 2000

Réseaux routiers et hydrographiques: CANVEC
Modèle numérique d'altitude : LiDAR, MERN Québec
Géologie : Service des inventaires forestiers, feuillets 31J11 et 31J06, MERN Québec

Richelieu Hydrogéologie inc.

Titre

FIGURE 5 : EXTRAIT DE LA CARTE DES FORMATIONS SUPERFICIELLES

Projet

MUNICIPALITÉ DE LAC-DES-ÉCORCES - SECTEUR VAL-BARRETTE
MISE À JOUR DU RAPPORT D'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ 2024
PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE N^{OS} X0009229-1 ET -2

Interprétation et dessin

Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date

Octobre 2025

Échelle

1 : 20 000



Légende

- Prélèvement d'eau souterraine du secteur Val-Barrette
- Piézomètre aménagé dans le cadre d'étude antérieure
- Forage répertorié dans le Système d'Information Hydrogéologique (SIH)

0 500 1000 1500 2000

Carte topographique tirée de Ressources Naturelles Québec
feuillets 31J06-201 et 31J11-101

Richelieu Hydrogéologie inc.

Titre

FIGURE 6 : LOCALISATION DES PUITS, PIÉZOMÈTRES ET FORAGES RÉPERTORIÉS DANS LE SIH (rayon de 1,5 km)

Projet

MUNICIPALITÉ DE LAC-DES-ÉCORCES - SECTEUR VAL-BARRETTE
MISE À JOUR DU RAPPORT D'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ 2024
PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE N^{OS} X0009229-1 et -2

Interprétation et dessin

Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

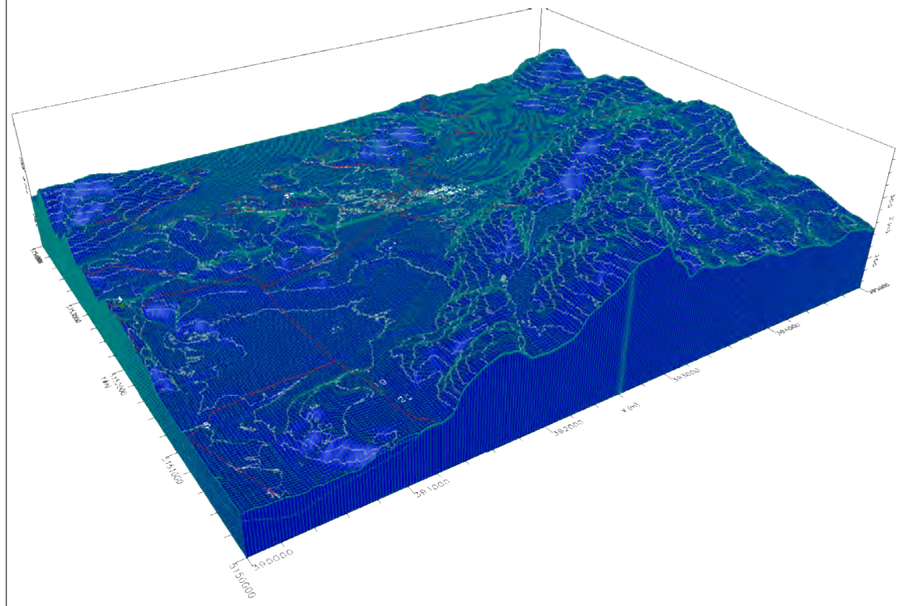
Date

Octobre 2025

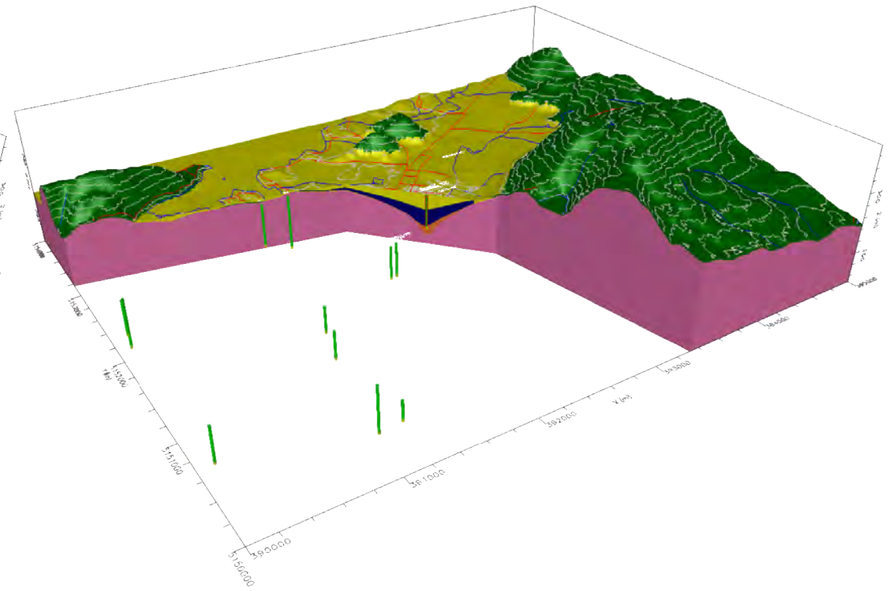
Échelle

1 : 20 000

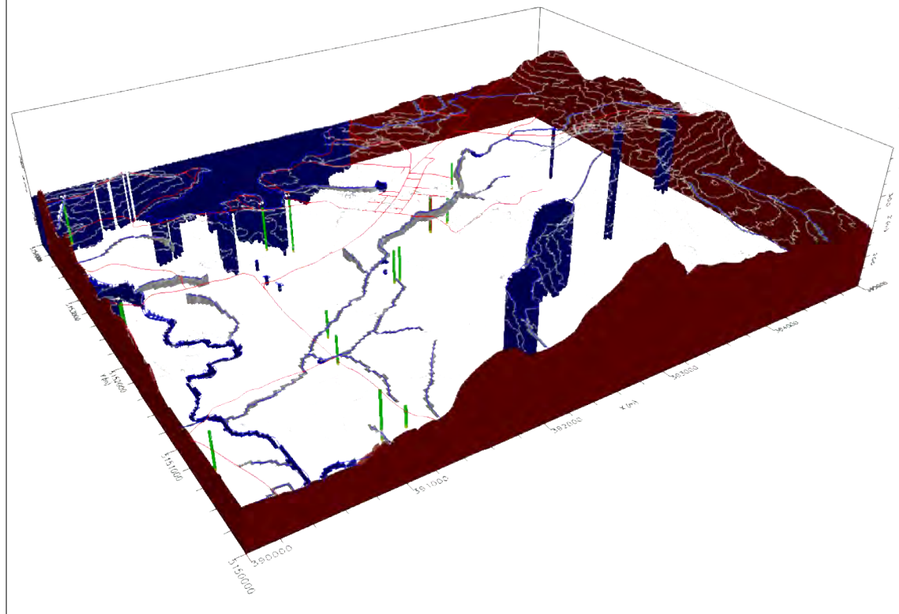
A) Grille du modèle numérique



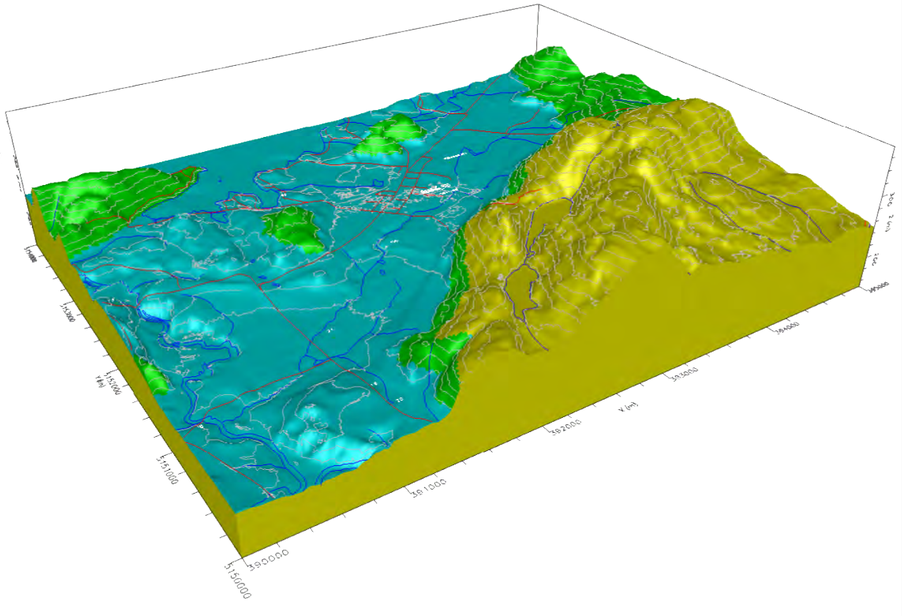
B) Propriétés hydrogéologiques



C) Conditions limites



D) Conditions limites de recharge



Légende

Unités hydrostratigraphiques

Socle rocheux	K = 1,0 x 10^{-5} cm/sec
Till	K = 2,0 x 10^{-4} cm/sec
Sédiments fluvio-glaciaires	K = 3,3 x 10^{-2} cm/sec
Sédiments fins	K = 1,0 x 10^{-6} cm/sec
Sables superficiels	K = 5,0 x 10^{-3} cm/sec

Conditions limites

- Charges imposées mixtes (type "rivière")
- Charges imposées mixtes (type "drains")

Conditions limites de recharge

- 350 mm/an
- 310 mm/an
- 270 mm/an

Richelieu Hydrogéologie inc.

Titre

FIGURE 7: DESCRIPTION DU MODÈLE NUMÉRIQUE D'ÉCOULEMENT

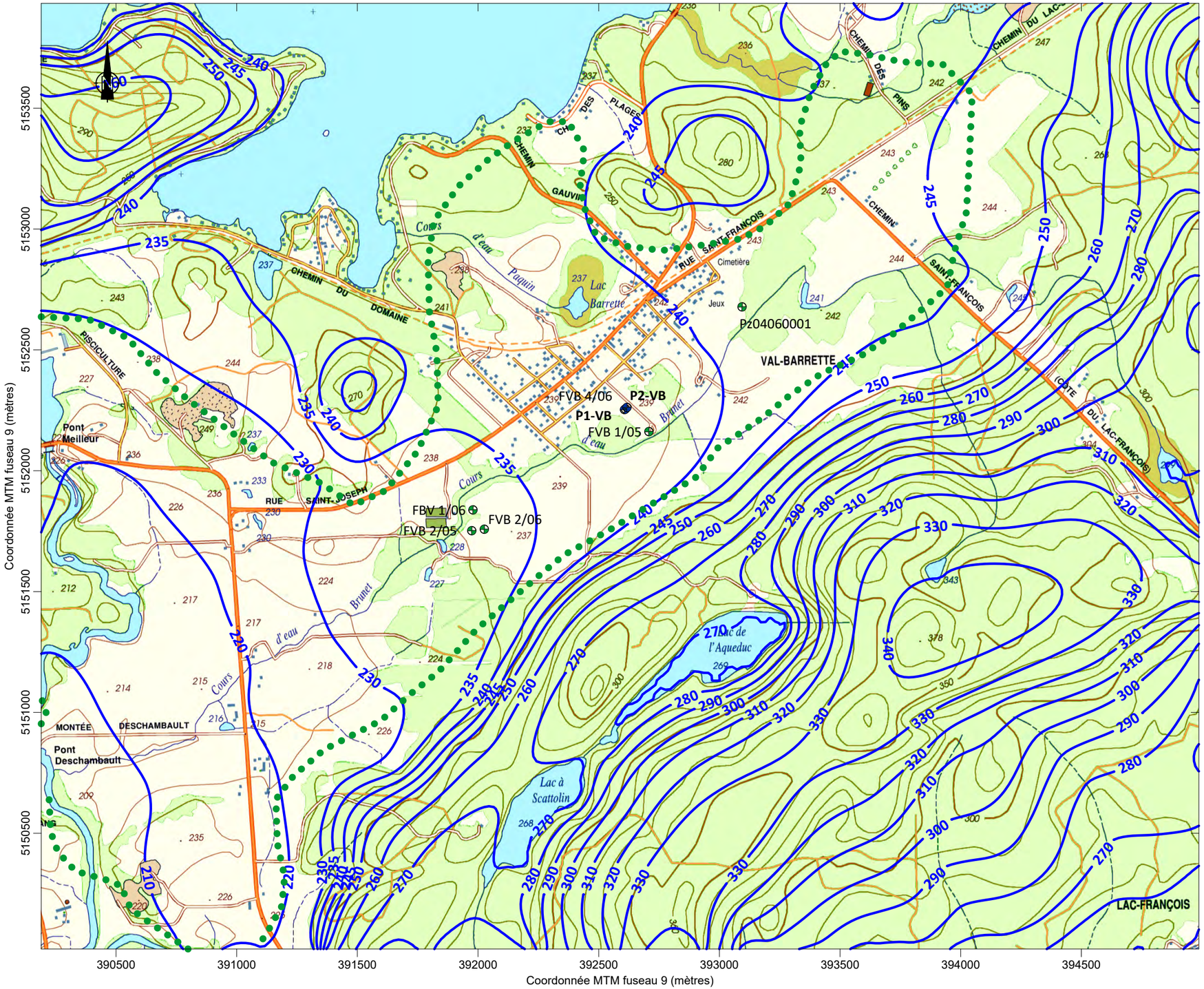
Projet

MUNICIPALITÉ DE LAC-DES-ÉCORCES - SECTEUR VAL-BARRETTE
MISE À JOUR DU RAPPORT D'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ 2024
PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE NO X0009229

Interprétation et dessin

Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date	Échelle
Octobre 2025	Aucune



Légende

- Prélèvement d'eau souterraine
- Puits d'observation
- Courbe isopièze (à tous les 10 m)
- Limites de l'aquifère granulaire

0 500 1000 1500

Carte topographique tirée de Ressources Naturelles Québec
feuillet 31J11-101 et 31J06-201



Titre

FIGURE 8: PIÉZOMÉTRIE MODÉLISÉE
AVEC UN PRÉLÈVEMENT DE 260 M³/JOUR

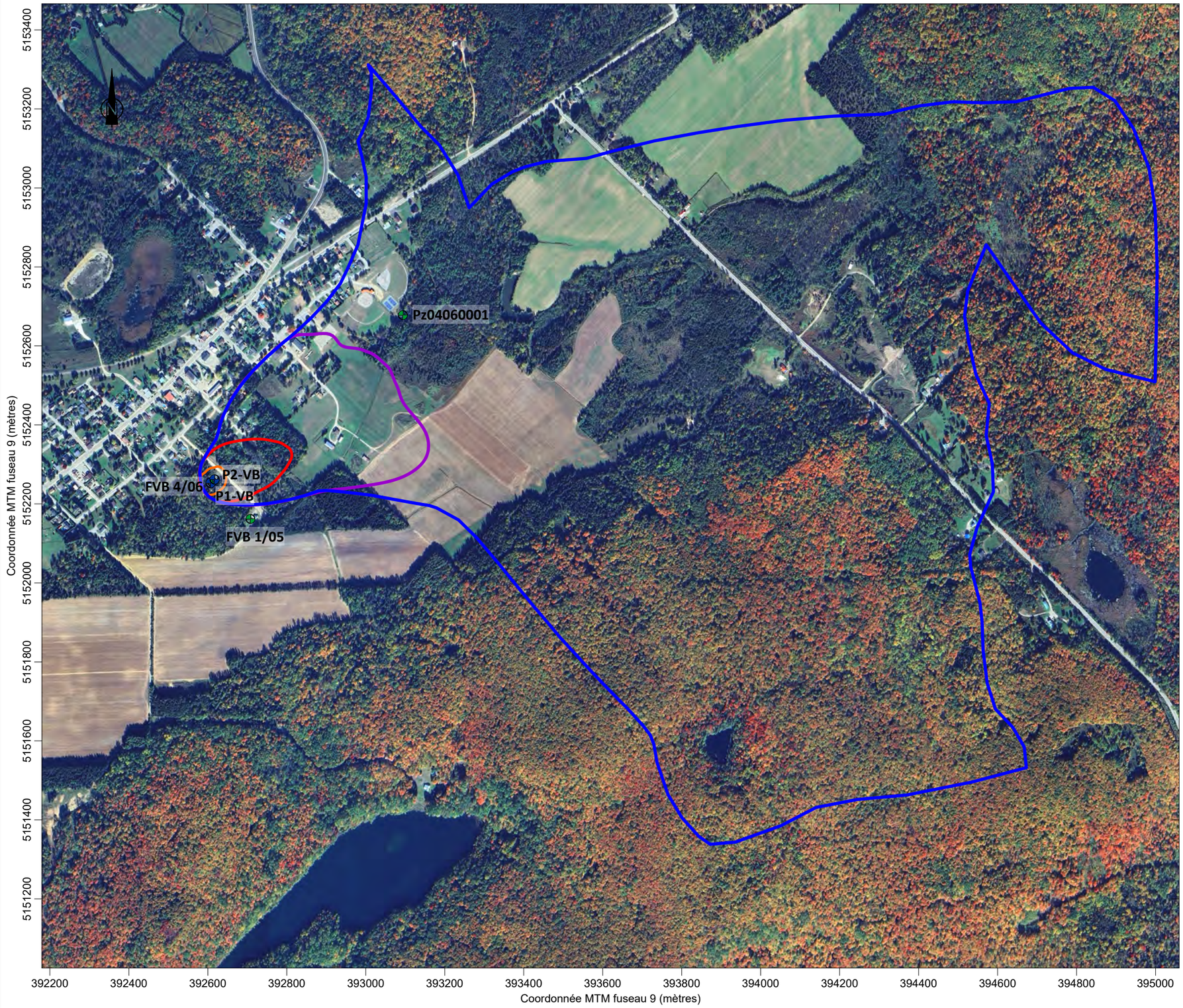
Projet

MUNICIPALITÉ DE LAC-DES-ÉCORCES - SECTEUR VAL-BARRETTE
MISE À JOUR DU RAPPORT D'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ 2024
PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE N^{OS} X0009229-1 ET -2

Interprétation et dessin

Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date	Échelle
Octobre 2025	1 : 17 000



Légende

- Prélèvement d'eau souterraine du secteur Val-Barrette
- Puits d'observation utilisé dans le cadre de l'étude
- Aire de protection intermédiaire bactériologique
- Aire de protection intermédiaire virologique
- Aire de protection éloignée

0 200 400 600 800 1000

Image en date du 01/10/2023 tirée de Google Earth

Richelieu Hydrogéologie inc.

Titre

FIGURE 9 : AIRES DE PROTECTION INTERMÉDIAIRE ET ÉLOIGNÉE

Projet

MUNICIPALITÉ DE LAC-DES-ÉCORCES - SECTEUR VAL-BARRETTE
MISE À JOUR DU RAPPORT D'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ 2024
PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE NOS X0009229-1 ET -2

Interprétation et dessin

Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date

Octobre 2025

Échelle

1 : 10 000

Lac Gauvin

VAL-BARRETTE

Route 311

P2-VB
P1-VB

Lac de l'Aqueduc

Coordonné MTM fuseau 9

5153600
5153400
5153200
5153000
5152800
5152600
5152400
5152200
5152000
5151800
5151600
5151400

392200
392400
392600
392800
393000
393200
393400
393600
393800
394000
394200
394400
394600
394800
395000

Coordonnée MTM fuseau 9

Légende

Indice de vulnérabilité DRASTIC

210
190
170
150
130
110
90
70
50
30

Prélèvement d'eau souterraine à l'étude

Aire de protection bactériologique

Aire de protection virologiques

Aire de protection éloignée

0 200 400 600 800 1000

Réseaux routiers et hydrographiques: CANVEC
Modèle numérique d'altitude : LiDAR, MERN Québec
Indice DRASTIC : Richelieu Hydrogéologie

Richelieu Hydrogéologie inc.

Titre

FIGURE 10 : INDICE DE VULNÉRABILITÉ DRASTIC

Projet

MUNICIPALITÉ DE LAC-DES-ÉCORCES - SECTEUR VAL-BARRETTE
MISE ÀJOUR DU RAPPORT D'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ 2024
PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE N^{OS} X0009229-1 ET -2

Interprétation et dessin

Guillaume Légaré-Couture, M.Sc. Env.
Analyste en géomatique

Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date

Octobre 2025

Échelle

1 : 10 000

ANNEXE 2 : INVENTAIRE DES PUITS ET FORAGES DANS LE SIH

Recherche dans le SIH dans un rayon de 1,5 km autour du point 46° 30' 15,3" Nord et 75° 21' 21" Ouest

INFORMATIONS SUR LE PUITS											INFORMATIONS STRATIGRAPHIQUES							
#	Coor X (m)	Coor Y (m)	Propriétaire	Adresse	Profondeur (m)	Longueur tubage (m)	Niveau eau fin (m)	Date pompage	Durée pompage (hres)	Débit (l/min)	Épaisseur et Description							
1	391164	5151120	CLEMENT PILON	995 ch KIAMIKA	24.4	14.3	-7.62	1997-08-19	1	60.5	13.7	DEPO	10.7	ROCH				
2	391241	5151400	Ferme Camy SNC	79 rang 7	122	52.4	-3.05	2006-11-17	0.8	3.8	21.3	ARGL	27.4	SILT	3	GRAV	70.1	ROCH
3	391229	5153650	Marie Malo	68 ch du Domaine Beaux-Rivages	122	6.1	Inconnu	2006-06-29	1	0.8	0.6	SABL/GRA	121.3	GRGN				
4	391331	5152870	MICHEL CLERMONT	55 CH. DU DOMAINE	85.4	3.7	Inconnu	2001-11-08	1	45.5	0.3	TERR	0.6	SABL	84.5	ROCH		
5	391430	5152920	Inconnu	Inconnu	85.4	9.1	Inconnu	1999-08-24	1	30.3	0.6	TERR	4	SABL	1.5	ARGL	79.3	ROCH
6	391431	5152870	ELEOPORE ROUSSEAU	Inconnu	29.6	3.4	Inconnu	1979-10-19	Inconnu	6.8	2.4	SABL	27.1	ROCH				
7	391448	5152830	Gaston Brassard	484 ch. Beaurivage	73.2	11.9	-3.05	2008-07-16	1	9.1	9.5	SABL_AVEC_GRAV	63.7	ROCH				
8	391626	5153130	ANN M BOUDREAULT	Inconnu	37.2	2.4	Inconnu	1985-08-01	Inconnu	90.9	0.9	TERR	36.3	ROCH				
9	391635	5152630	JACQUES RAYMOND	Inconnu	48.8	4	Inconnu	1980-09-20	Inconnu	30	1.8	SABL	1.8	TERR	45.1	ROCH		
10	391652	5152780	Gilbert Meilleur	292 ch Beaux-Rivages	110.7	7.3	-6.1	2007-05-24	0.5	11.4	5.5	SABL	105.2	ROCH				
11	391680	5152930	Inconnu	Inconnu	97.6	4.6	Inconnu	1999-08-23	1	75.7	0.3	TERR	1.5	SABL/BLO	95.7	ROCH		
12	391732	5152830	MARCEL BELANGER	271 ch GAUVIN	73.2	4	Inconnu	1998-07-27	1	4.9	0.6	TERR	0.9	SABL	71.6	ROCH		
13	391780	5152930	Inconnu	Inconnu	42.1	6.1	Inconnu	2000-06-29	1	45.4	3	SABL/BLO	39	ROCH				
14	391990	5153390	LAURETTE TANGUAY	Inconnu	22.9	10.1	Inconnu	1977-09-01	Inconnu	11.4	10.1	GRAV	12.8	ROCH				
15	392120	5153440	MICHEL CONSTANTIN	233 CH GAUVIN	54.9	4.6	Inconnu	1994-10-31	1	3	0.6	TERR	0.6	SABL	53.7	ROCH		
16	392399	5153410	Monique Chase Pascale Villami Daniell	377 ch des Plages	42.7	12.8	Inconnu	2016-06-29	0.7	151.5	6.1	SABL	4.6	SABL/ARG	0.6	GRAV	31.4	ROCH
17	392510	5153590	isabelle coiteux	570 route 311 sud	85.4	6.7	Inconnu	2017-11-22	1	68.2	0.9	GRAV/SAB	84.5	ROCH				
18	392889	5152450	RAYMOND SIGOUIN	Inconnu	98.1	3	Inconnu	1980-09-06	Inconnu	2.7	0.3	TERR	1.8	SABL	96	ROCH		
19	393130	5152950	ARMAND LAJEUNESSE	Inconnu	121.9	3	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu	1.2	TERR	120.7	ROCH				
20	393617	5153660	RODOLPHE L'ECUYER	Lac-des-Ecorces	52.4	7.3	Inconnu	1986-06-25	1	4.6	0.6	TERR	3	ARGL	3.4	SABL/BLO	45.4	ROCH

ANNEXE 3 : SCHÉMAS D'AMÉNAGEMENT

PUITS P1-VB

Coordonnées, MTM, NAD83, fuseau 9

392 607 m Est

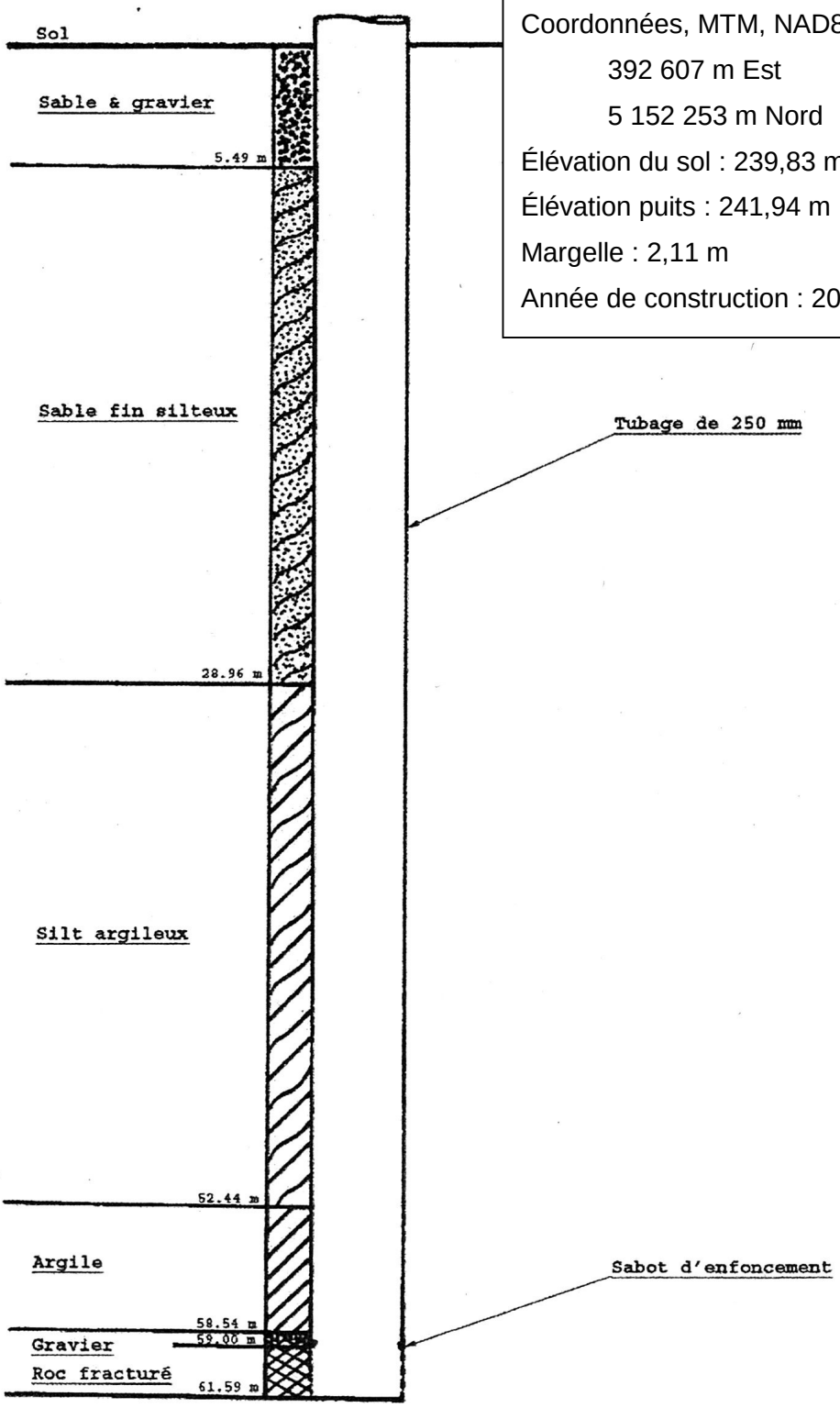
5 152 253 m Nord

Élévation du sol : 239,83 m (lidar)

Élévation puits : 241,94 m

Margelle : 2,11 m

Année de construction : 2006



PUITS P2-VB

Coordonnées, MTM, NAD83, fuseau 9

392 617 m Est

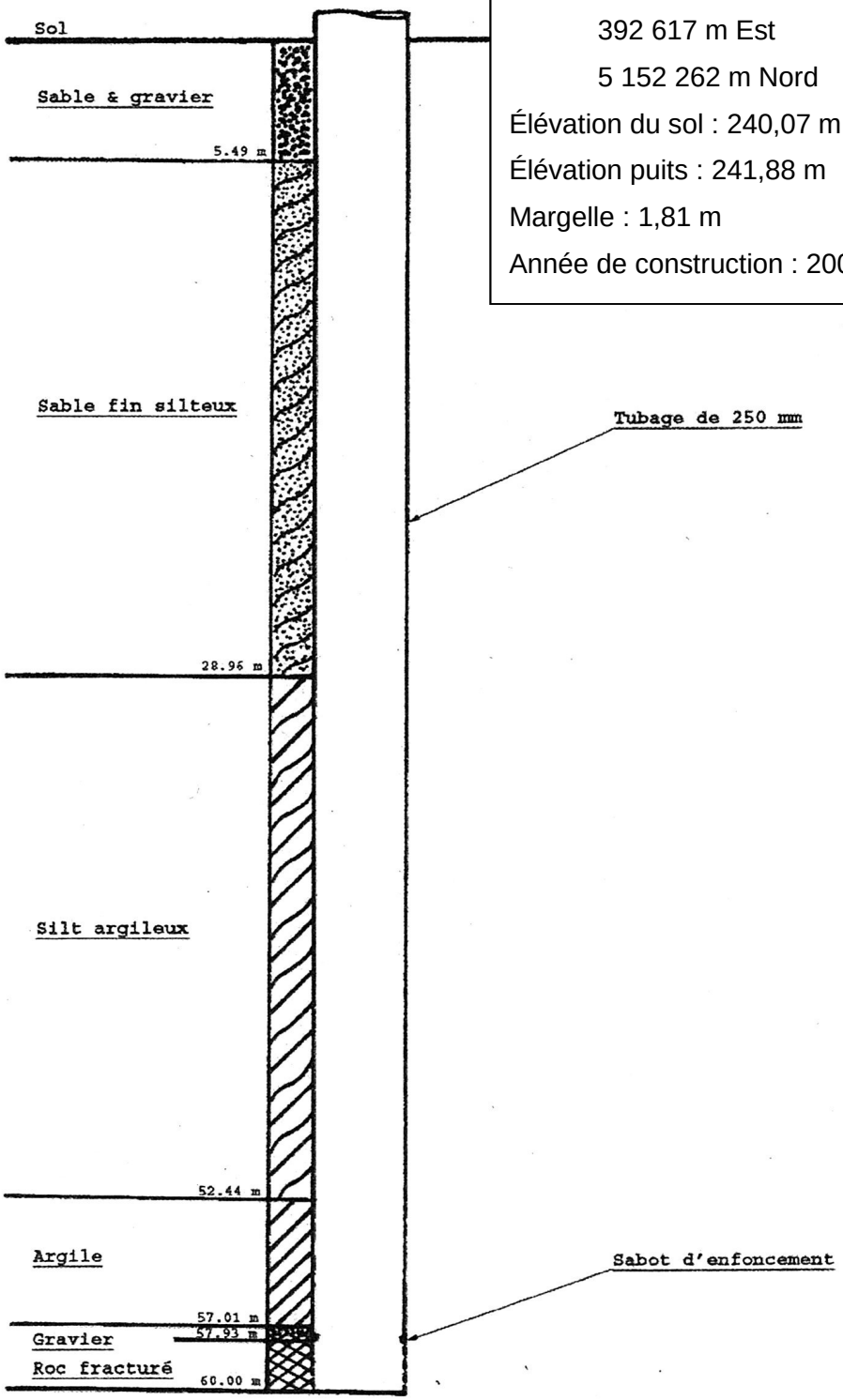
5 152 262 m Nord

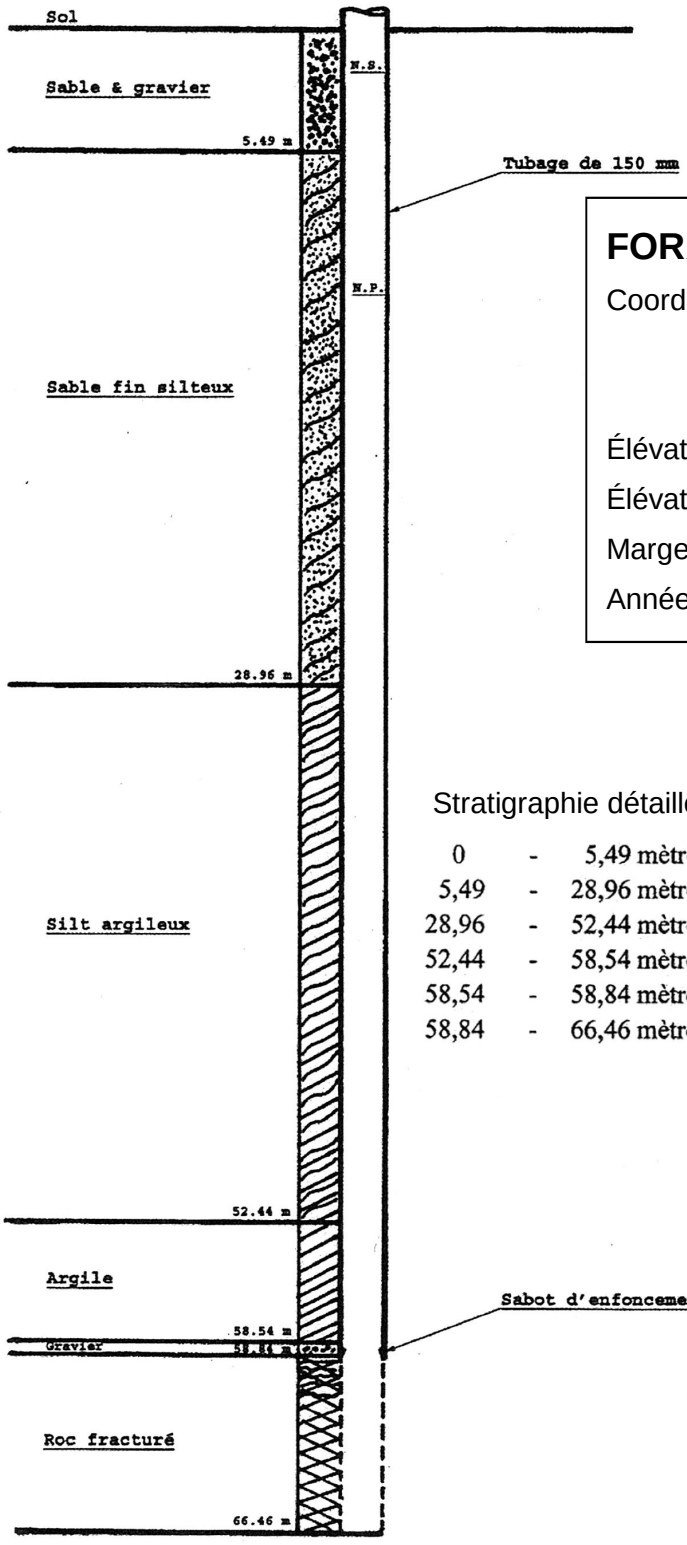
Élévation du sol : 240,07 m (lidar)

Élévation puits : 241,88 m

Margelle : 1,81 m

Année de construction : 2006





FORAGE FVB 4/06

Coordonnées, MTM, NAD83, fuseau 9

392 611 m Est

5 152 256 m Nord

Élévation du sol : 239,93 m (lidar)

Élévation puits : 242,05 m

Margelle : 2,12 m

Année de construction : 2006

Stratigraphie détaillée du forage

0	-	5,49 mètres	Sable et gravier
5,49	-	28,96 mètres	Sable fin silteux
28,96	-	52,44 mètres	Silt argileux
52,44	-	58,54 mètres	Argile
58,54	-	58,84 mètres	Gravier grossier
58,84	-	66,46 mètres	Roc (granite fracturé)
			Venue d'eau très importante

ANNEXE 4 : DONNÉES DE QUALITÉ DE L'EAU

Tableau 1: Qualité microbiologique, secteur Val-Barrette, de l'eau brute de 2020 à 2024

Date	# échantillon	État à la réception	Escherichia coli (100 ml)	Bactéries entérocoques (UFC/100 ml)	Lieu
2020-03-16	556958	Conforme	0	0	Puits #2, V-B
2020-06-15	567606	>12°C	0	0	Puits #1 V-B
2020-07-15	573204	-	0	0	Puits#2 V-B
2020-08-18	579539	-	0	0	Puits #1 V-B
2020-11-25	594448		0	0	Puits#2 V-B
2021-05-17	612795	>12°C	0	0	Puits #1 V-B
2021-10-18	638463	-	0	0	Puits#2 V-B
2022-05-17	3664404	Conforme	0	0	Puits #1 V-B
2022-10-18	3694354	Conforme	0	0	Puits#2 V-B
2023-05-15	3720518	>12°C	0	0	Puits #1 V-B
2023-10-17	3753249	>12°C	0	0	Puits#2 V-B
2024-05-21	3783684	Conforme	0	0	Puits #1 V-B
2024-10-23	3817737	Conforme	0	0	Puits#2 V-B

Tableau 2: Analyse des trihalométhanes de l'eau distribuée de 2020 à 2024 pour le secteur Val-Barrette

Date	# échantillon	Trihalométhanes totaux µg/l	Bromodichlorométhane µg/l	Bromoforme µg/l	Chloroforme µg/l	Chlorodibromométhane* µg/l	Localisation
2020-01-27	550458	**115,2**	4,8	<0,3	110,2	<0,3	Patinoire
2020-03-03	555409	54	1	<1	52	<1	Patinoire
2020-05-19	563316	**91,3**	2,1	<0,3	89,2	<0,3	163 rue St-Joseph
2020-08-18	579540	57,8	<0,3	<0,3	57,8	<0,3	Chalet patinoire
2020-11-10	592630	29,9	0,6	<0,3	29,3	<0,3	Patinoire
2021-01-19	599666	67,0	2	<0,3	65	<0,3	Patinoire
2021-04-20	609228	58	2	<1	57	<1	Patinoire
2021-07-19	623008	66	2	<1	64	<1	100 rue Saint-Joseph
2021-10-18	638462	66	2	<1	64	<1	Patinoire
2022-01-19	650266	70	2	<1	68	<1	Patinoire
2022-04-19	3659979	48	2	<1	47	<1	220 rue Dinelle
2022-07-19	3677135	**100**	4	<1	98	<1	Patinoire
2022-10-18	3694356	59	2	<1	57	<1	Patinoire
2023-01-17	3705763	71	2,1	<0,3	68,8	<0,3	Patinoire
2023-05-02	3718628	54	2	<1	52	<1	Patinoire
2023-07-19	3734294	68	1	<1	67	<1	Patinoire
2023-10-17	3753252	59,7	1,4	<0,3	57,9	0,4	Patinoire
2024-01-17	3766064	61	2	<1	59	<1	Patinoire
2024-04-15	3777943	67,7	1,9	<0,3	65,8	<0,3	Patinoire
2024-07-16	3796092	69,2	2,7	0,7	65,2	0,6	Chalet patinoire
2024-10-21	3817159	72,1	2,4	0,6	69,1	<0,3	Patinoire

Tableau 3: Turbidité, nitrites-nitrates, pH, cuivre et plomb de l'eau distribuée de 2020 à 2024 pour le secteur Val-Barrette

Date	# échantillon	Turbidité (UTN)	Nitrites-nitrates (mg/L)	pH	Cuivre (mg/L)	Plomb (mg/L)
2020-02-10	552405	<0,12	<0,04			
2020-05-19	563323	<0,12	<0,04	7,3		
2020-05-12	562698		<0,04	6,9		
2020-06-08	566664	<0,12				
2020-07-15	573206	<0,12				
2020-08-12	578488	<0,12	<0,04	7,3		
2020-09-14	583901	<0,12				
2020-09-29	586529				0,3253	<0,0005
2020-09-29	586527				0,1914	<0,0005
2020-09-29	586530				0,0415	<0,0005
2020-09-29	586531				0,2428	0,0006
2020-10-14	589043	<0,12				
2020-11-10	592629	<0,12	<0,04	7,82		
2020-12-14	596622	<0,12				
2021-01-04	597974	<0,12	<0,04	7,01		
2021-02-02	601041	<0,12				
2021-03-02	603971	<0,12				
2021-04-07	607471		<0,04	7,6		
2021-05-03	610798	<0,12				
2021-06-08	616089	<0,12				
2021-07-19	623007				0,1592	0,0005
2021-07-05	620323				0,14	0,0038
2021-07-05	620324			6,91	0,3572	0,003
2021-07-07	620771		<0,04	6,83		
2021-07-07	620772	<0,12		6,83		
2021-08-02	625370	<0,12				
2021-09-08	632275	<0,12			0,4262	<0,0005
2021-09-08	632274				0,3054	<0,0005
2021-09-08	632276				0,3105	<0,0005
2021-10-05	637081	<0,12	<0,04	7,52		
2021-11-01	640598	<0,12				
2021-12-08	646137	0,14				
2022-01-04	648282	0,32	<0,04	6,99		
2022-02-08	652300	<0,12				
2022-03-07	654894	<0,12				
2022-04-04	3657936	<0,12	<0,04	6,95		
2022-05-02	3662358	<0,12				
2022-06-07	3667822	<0,12				
2022-07-04	3672829	<0,12	<0,04	6,95		
2022-08-01	3679365	<0,12				
2022-08-23	3683996				0,1974	0,0015
2022-08-23	3683995				0,0833	0,0005
2022-08-23	3683994				0,2251	<0,0005
2022-08-23	3683998				0,159	<0,0005
2022-08-23	3683997				0,2315	0,0016
2022-09-06	3686735	<0,12				
2022-10-12	3693413	<0,12				
2022-10-12	3693415	0,19	<0,04	7,1		
2022-11-09	3698130	0,23				
2022-12-06	3701564	0,21				
2023-01-12	3705341	0,16				

Date	# échantillon	Turbidité (UTN)	Nitrites-nitrates (mg/L)	pH	Cuivre (mg/L)	Plomb (mg/L)
2023-02-07	3708093	0,13	<0,04	7,5		
2023-03-06	3711045	0,23				
2023-04-04	3714935	0,28	<0,04	7,3		
2023-05-02	3718627	0,23				
2023-06-05	3724204	0,19				
2023-07-04	3730336	0,23	<0,04	7,5		
2023-08-08	3738523	0,3				
2023-08-23	3742258				0,1656	<0,0005
2023-08-23	3742249				0,1569	<0,0005
2023-08-23	3742254				0,043	<0,0005
2023-08-23	3742255				0,2015	<0,0005
2023-08-23	3742256				0,1989	0,0007
2023-09-05	3744233	0,14				
2023-10-02	3750112	0,17	<0,04	7,4		
2023-11-07	3756485	0,19				
2023-12-05	3760656	0,17				
2024-01-03	3763901	0,18				
2024-02-06	3768941	0,19	<0,04	7,5		
2024-03-04	3772563	0,2				
2024-04-02	3776040	0,17	<0,04	7,7		
2024-05-06	3781132	0,28				
2024-06-03	3786138	0,17				
2024-07-02	3791906	0,2	<0,04	7,6		
2024-08-05	3800273	<0,12				
2024-09-03	3807406	<0,12				
2024-09-11	3809608				0,2275	0,0006
2024-09-11	3809609				0,2644	<0,0005
2024-09-11	3809611				0,3658	0,0008
2024-10-08	3814926	<0,12	<0,04	7,2		
2024-11-04	3819314	0,16				
2024-12-02	3824082	0,39				

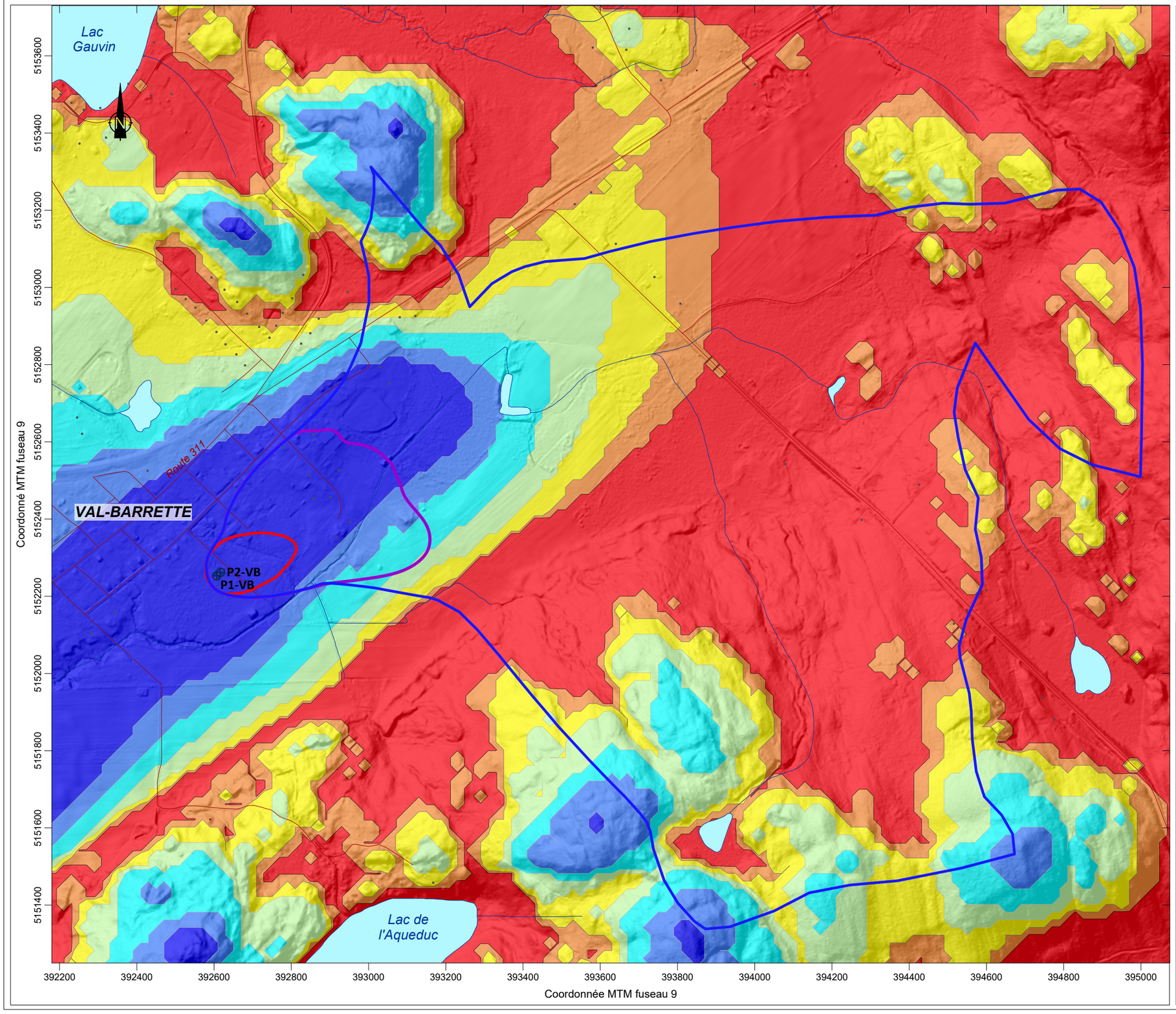
Tableau 4: Suivi de paramètres inorganiques de l'eau de 2020 à 2024 pour le secteur Val-Barrette

Paramètres	Valeur maximale (RQEP ou rec.)	Puits #1	Garage	Puits #1	Garage	Garage	Garage	Garage	Puits #1
Date de l'échantillonnage		2020-05-12	2020-07-15	2020-11-05	2021-11-08	2022-09-06	2023-09-05	2024-09-03	2025-06-11
Antimoine	0,006		<0,0002	<0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
Arsenic (mg/L)	0,01		<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	
Baryum (mg/L)	1		<0,0220	0,0388	0,0234	0,0234	0,0256	0,0232	
Bore (mg/L)	5		<0,006	<0,006	0,002	<0,002	<0,002	0,003	
Cadmium (mg/L)	0,005		<0,00005	<0,00005	0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	
Chrome total (mg/L)	0,05		0,0003	0,0002	0,0001	0,0001	0,0003	<0,001	
Cuivre (mg/L)	1			0,0005					
Cyanures (mg/L)	0,2		<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
Fluorures (mg/L)	1,5		0,26	0,26	0,22	0,23	0,25	0,23	
Mercure (mg/L)	0,001		<0,00001		<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	
Plomb (mg/L)	0,01			<0,0005					
Sélénium (mg/L)	0,01		<0,0006	<0,0006	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	
Uranium (mg/L)	0,02		<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	
Nitrates & Nitrites (mg/L N)	10			<0,040					
Nitrites (mg/L N)	1			<0,01					
Turbidité (UTN)	5			<0,12					
Bromures	-			0,01					
Fer	0,3			**0,52**					
Manganèse	0,12 (*0,020*)			**0,1473**					
Chlorures	250			<2					
Sulfures	0,05			<0,03					
Azote ammoniacal (mg/L N)	-			0,03					
Azote total Kjeldahl (mg/L N)	-			<0,70					
Couleur vraie par le laboratoire (UCV)	<15			**22**					
pH par le laboratoire	6,5 - 8,5			7,27					
Carbone organique total	-			2,5					
THM (µg/l)	80 µg/l	<1,0							<1

Tableau 5: Suivi de certains paramètres inorganiques de l'eau brute pour le secteur Val-Barrette

Paramètres organiques	Valeur maximale	F.E .4/06 2006-05-11	P2-VB 2006-11-07	P1-VB 2020-05-12	P1-VB 2025-06-11
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques					
Benzo (a) pyrène (ug/L)	0,01	**0,02**	<0,003	<0,003	<0,003
BTEX					
Benzène (µg/L)	0,5	<0,2	<0,1	<0,3	<0,2
Pesticides de l'annexe 2 du RQEP					
Acide dichloro-2,4 phénoxyacétique (2,4-D) (µg/l)	70	<0,3	<0,2	<0,03	<0,04
Atrazine et ses métabolites (µg/l)	3,5	<0,3	<1,0	<0,3	<0,3
Carbaryl (µg/l)	70	<0,2	<0,3	<0,2	<0,2
Carbofuran (µg/l)	70	<0,2	<0,1	<0,2	<0,2
Chlorpyrifos (µg/l)	70	<0,2	<0,1	<0,2	<0,2
Diazinon (µg/l)	14	<0,2	<0,1	<0,2	<0,2
Dicamba (µg/l)	85	<0,6	<2,0	<0,6	<0,6
Diquat (µg/l)	50		<2,0	<10	<10
Diuron (µg/l)	110	<0,3	<1,0	<0,3	<0,3
Glyphosate (µg/L)	210		<0,7	<10	<10
Métolachlore (µg/l)	35	<0,2	<0,02	<0,2	<0,2
Métribuzine (µg/l)	60	<0,2	<0,4	<0,2	<0,2
Paraquat (en dichlorures) (µg/l)	7		<1,0	<0,60	<0,84
Piclorame (µg/l)	140	<0,6	<0,3	<0,06	<0,06
Simazine (µg/l)	9	<0,2	<0,1	<0,2	<0,2
Trifluraline (µg/l)	35	<0,2	<0,1	<0,2	<0,2
Composés organiques de l'annexe 2 du RQEP					
Chlorure de vinyle (µg/L)	2	<0,2	<0,5	<0,3	<0,2
1,1-Dichloroéthylène (µg/L)	10	<1	<0,1	<1,0	<1,0
1,2-dichlorobenzène (µg/L)	150	<0,2	<0,1	<0,3	<0,2
1,4-dichlorobenzène (µg/L)	5	<0,2	<0,1	<0,3	<0,2
1,2-dichloroéthane (µg/L)	5	<0,1	<0,1	<0,3	<0,1
Dichlorométhane (µg/L)	50	<0,9	<1	<0,9	<0,9
2,4-dichlorophénol (ug/L)	700		<0,05	<030	<0,30
Monochlorobenzène (µg/L) - chlorobenzène	60			<0,3	<0,2
Pentachlorophénol (ug/L)	42		*0,05*	<0,40	<0,40
Tétrachloroéthylène (µg/L) (µg/L)	25	<0,2	<0,1		<0,2
2,3,4,6-tétrachlorophénol (ug/L)	70		<0,5	<0,40	<0,40
Tetrachlorure de carbone (µg/L)	5	<0,2	<0,1	<0,3	<0,2
2,4,6-trichlorophénol (ug/L)	5		<0,05	<0,40	<0,40
Trichloroéthylène (µg/L)	5	<0,1	<0,1	<0,3	<0,2

ANNEXE 5 : CARTES DE L'INDICE DE VULNÉRABILITÉ DRASTIC



Légende

Profondeur de la nappe libre

- Cote 1: > 31 m
- Cote 2: 23 - 31 m
- Cote 3: 15 - 23 m
- Cote 5: 9 - 15 m
- Cote 7: 4.5 - 9 m
- Cote 9: 1.5 - 4.5 m
- Cote 10: < 1.5 m

Prélèvement d'eau souterraine à l'étude

Aire de protection bactériologique

Aire de protection virologiques

Aire de protection éloignée

0 200 400 600 800 1000

Réseaux routiers et hydrographiques: CANVEC
Modèle numérique d'altitude : LiDAR, MERN Québec
Indice DRASTIC : Richelieu Hydrogéologie

Richelieu Hydrogéologie inc.

Titre

ANNEXE 5 : VULNÉRABILITÉ DRASTIC
PARAMÈTRE D
PROFONDEUR DE LA NAPPE

Projet

MUNICIPALITÉ DE LAC-DES-ÉCORCES - SECTEUR VAL-BARRETTE
MISE À JOUR DU RAPPORT D'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ 2024
PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE N^{OS} X0009229-1 ET -2

Interprétation et dessin

Guillaume Légaré-Couture, M.Sc. Env.
Analyste en géomatique

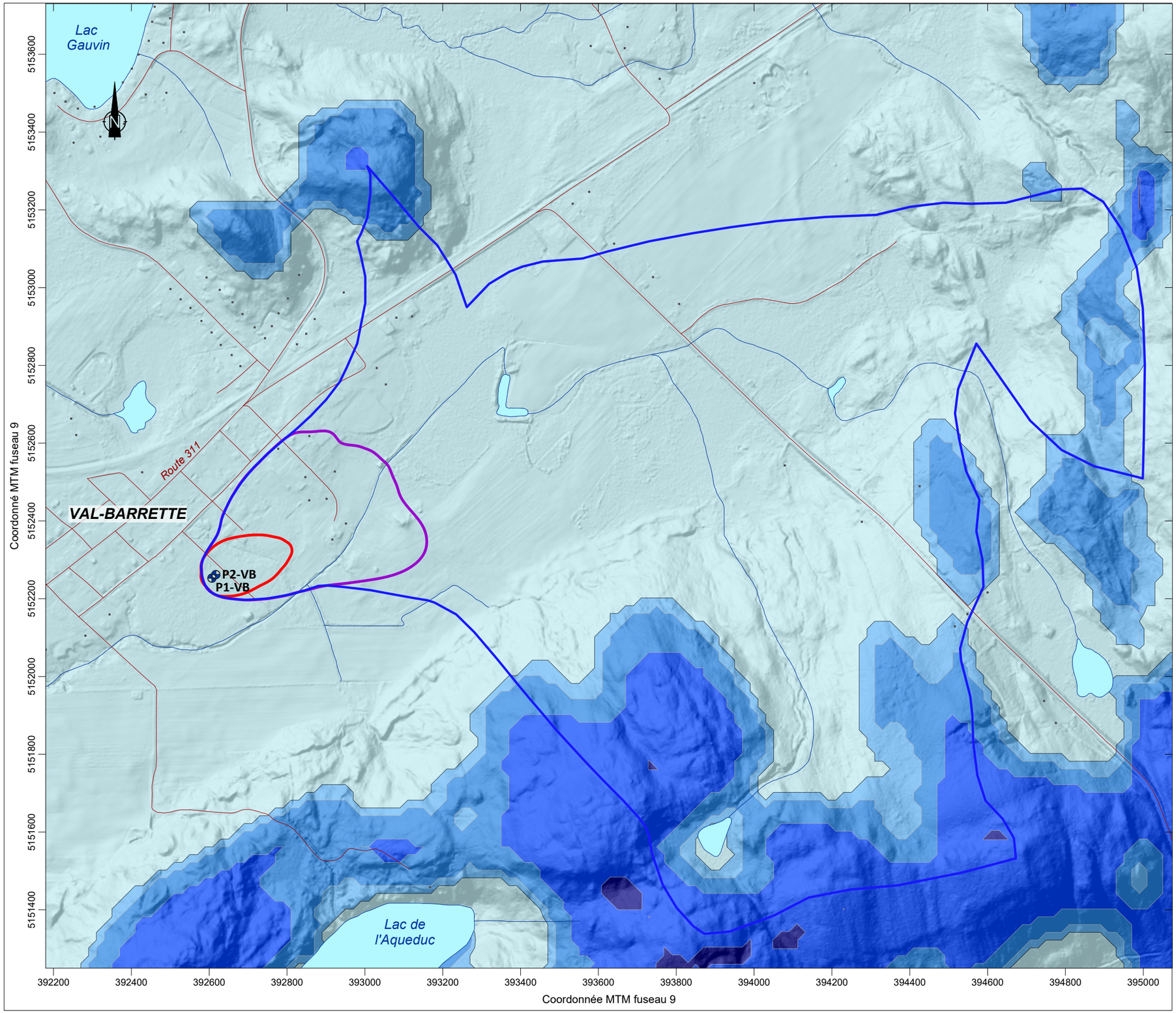
Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date

Octobre 2025

Échelle

1 : 10 000



Légende

Recharge annuelle (mm/an)

- Cote 1: < 50 mm/an
- Cote 3: 50-100 mm/an
- Cote 6: 100-180 mm/an
- Cote 8: 180-250 mm/an
- Cote 9: > 250 mm/an

Prélèvement d'eau souterraine à l'étude

Aire de protection bactériologique

Aire de protection virologiques

Aire de protection éloignée

0 200 400 600 800 1000

Réseaux routiers et hydrographiques: CANVEC
Modèle numérique d'altitude : LiDAR, MERN Québec
Indice DRASTIC : Richelieu Hydrogéologie

Richelieu Hydrogéologie inc.

Titre

ANNEXE 5 : VULNÉRABILITÉ DRASTIC PARAMÈTRE R RECHARGE

Projet

MUNICIPALITÉ DE LAC-DES-ÉCORCES - SECTEUR VAL-BARRETTE
MISE À JOUR DU RAPPORT D'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ 2024
PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE N^{OS} X0009229-1 ET -2

Interprétation et dessin

Guillaume Légaré-Couture, M.Sc. Env.
Analyste en géomatique

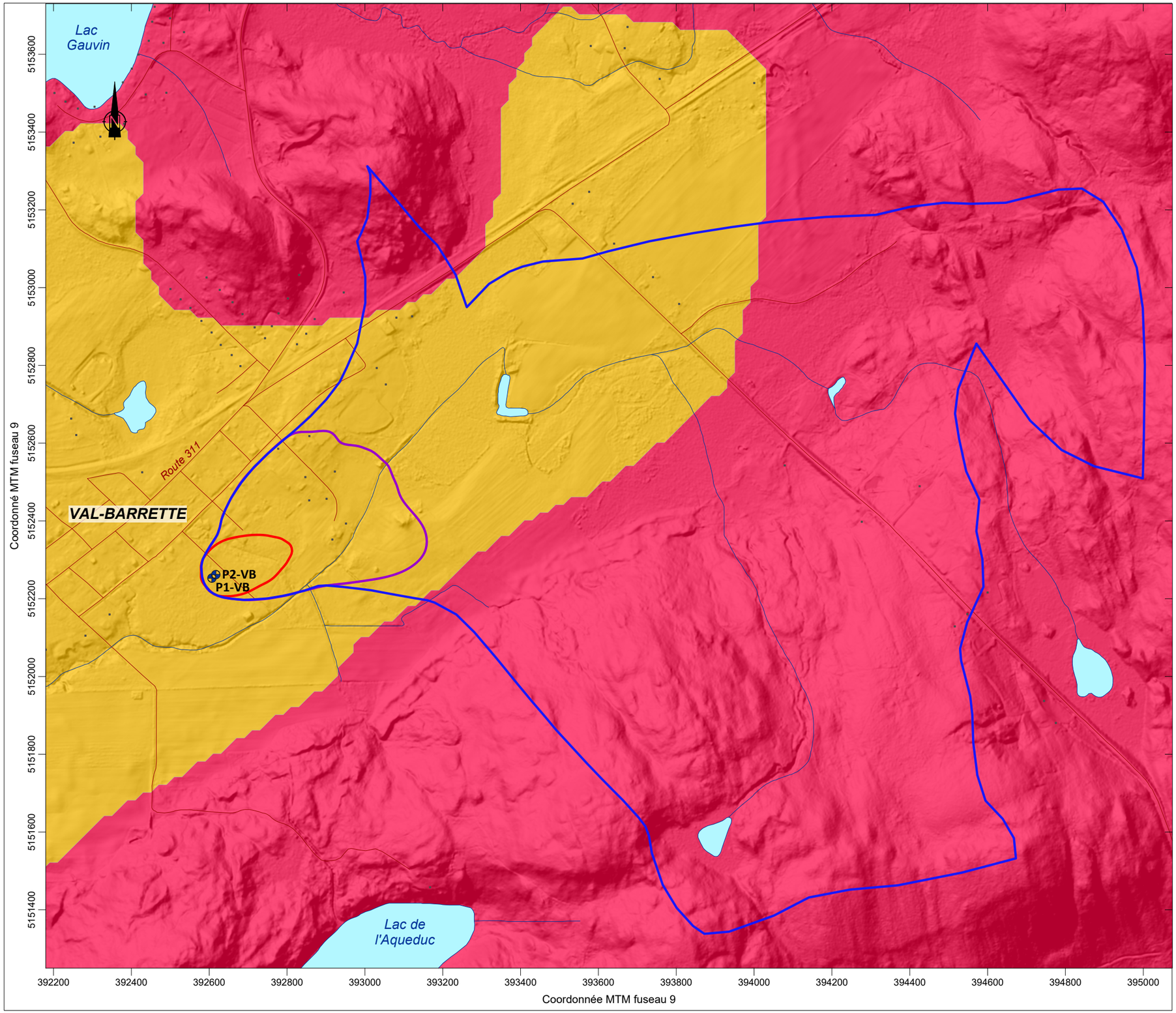
Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date

Octobre 2025

Échelle

1 : 10 000



Légende

Type d'aquifère

- Cote 3: Roche ignée
- Cote 8: Sable et gravier

- Prélèvement d'eau souterraine à l'étude
- Aire de protection bactériologique
- Aire de protection virologiques
- Aire de protection éloignée

0 200 400 600 800 1000

Réseaux routiers et hydrographiques: CANVEC
Modèle numérique d'altitude : LiDAR, MERN Québec
Indice DRASTIC : Richelieu Hydrogéologie

Richelieu Hydrogéologie inc.

Titre

ANNEXE 5 : VULNÉRABILITÉ DRASTIC
PARAMÈTRE A
TYPE D'AQUIFÈRE

Projet

MUNICIPALITÉ DE LAC-DES-ÉCORCES - SECTEUR VAL-BARRETTE
MISE À JOUR DU RAPPORT D'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ 2024
PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE N^{OS} X0009229-1 ET -2

Interprétation et dessin

Guillaume Légaré-Couture, M.Sc. Env.
Analyste en géomatique

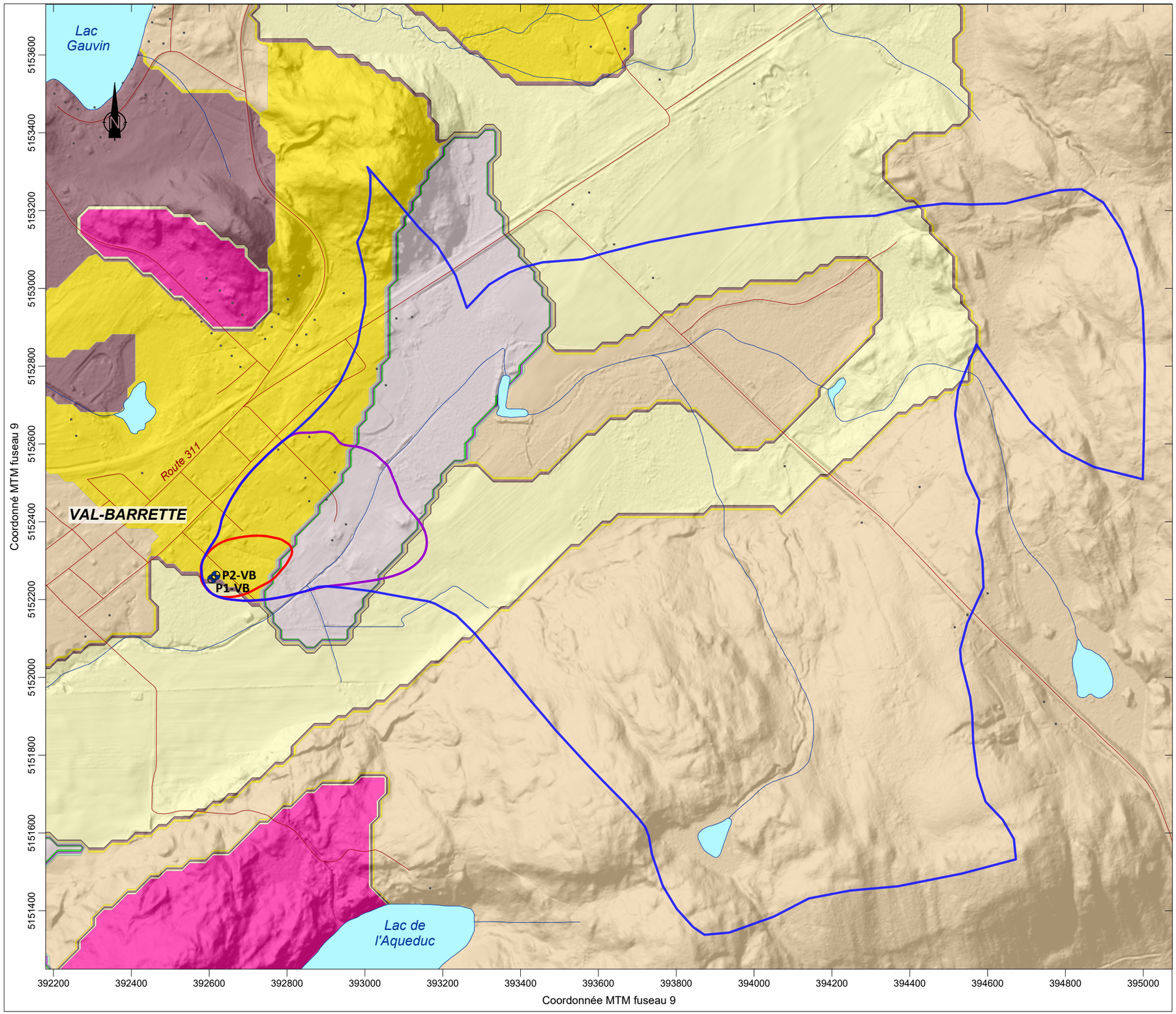
Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date

Octobre 2025

Échelle

1 : 10 000



Légende

Type de sol

- Cote 1 : Argile
- Cote 2 : Terre noire
- Cote 3 : Loam argileux et limono-argileux
- Cote 4 : Loam limoneux
- Cote 5 : Loam
- Cote 6 : Loam sableux
- Cote 7 : Sable loameux
- Cote 8 : Sols organiques (marécages)
- Cote 9 : Sable grossier
- Cote 10 : Pas de sol (roc)

Prélèvement d'eau souterraine à l'étude

Aire de protection bactériologique

Aire de protection virologiques

Aire de protection éloignée

0 200 400 600 800 1000

Réseaux routiers et hydrographiques: CANVEC
Modèle numérique d'altitude : LiDAR, MERN Québec
Indice DRASTIC : Richelieu Hydrogéologie

Richelieu Hydrogéologie inc.

Titre

ANNEXE 5 : VULNÉRABILITÉ DRASTIC
PARAMÈTRE S
TYPE DE SOL

Projet

MUNICIPALITÉ DE LAC-DES-ÉCORCES - SECTEUR VAL-BARRETTE
MISE À JOUR DU RAPPORT D'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ 2024
PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE N^{OS} X0009229-1 ET -2

Interprétation et dessin

Guillaume Légaré-Couture, M.Sc. Env.
Analyste en géomatique

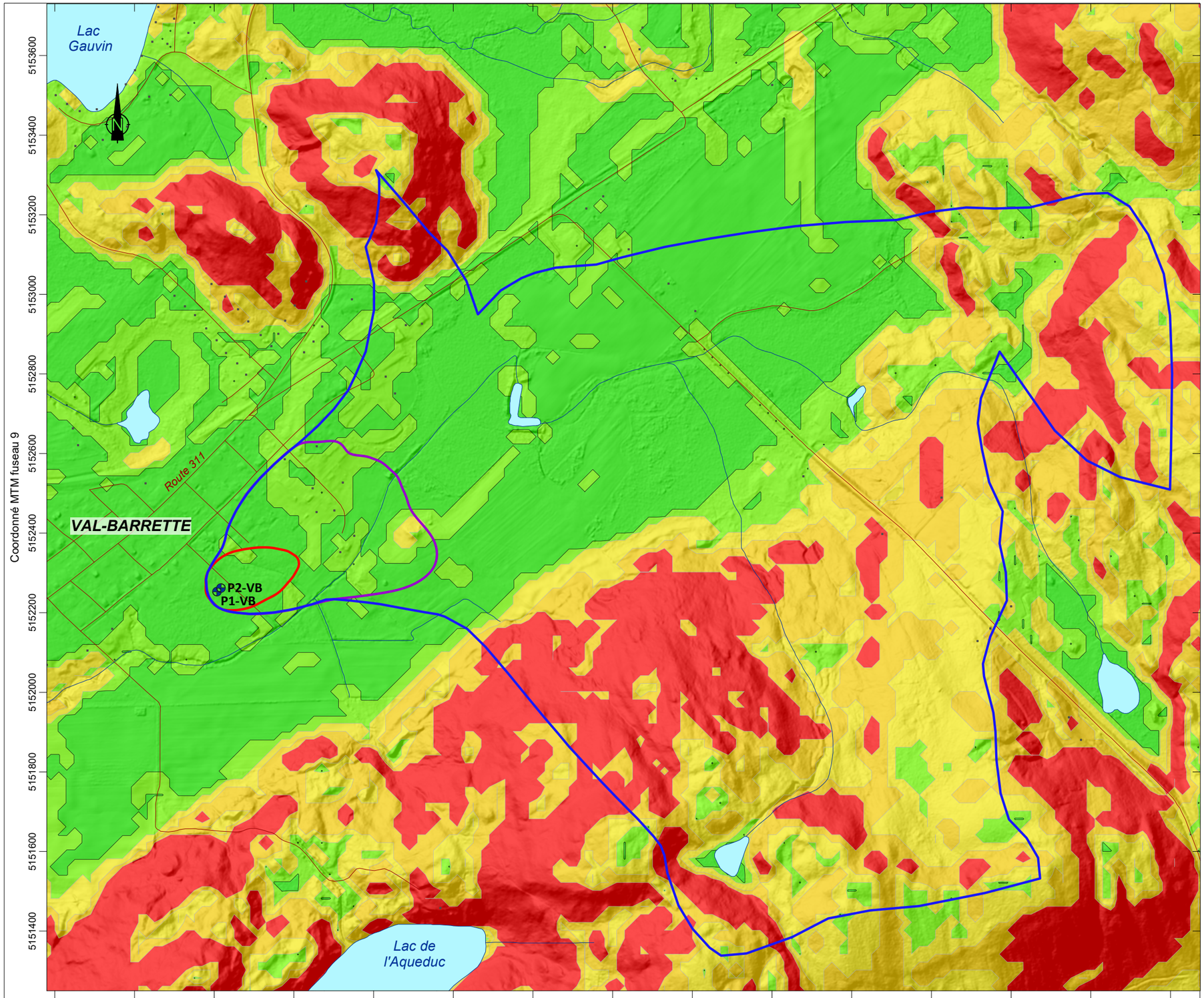
Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date

Octobre 2025

Échelle

1 : 10 000



Légende

Pente du terrain

- Cote 1: >18 %
- Cote 3: 12-18 %
- Cote 5: 6-12 %
- Cote 9: 2-6 %
- Cote 10: 0-2 %

- Prélèvement d'eau souterraine à l'étude
- Aire de protection bactériologique
- Aire de protection virologiques
- Aire de protection éloignée

0 200 400 600 800 1000

Réseaux routiers et hydrographiques: CANVEC
Modèle numérique d'altitude : LiDAR, MERN Québec
Indice DRASTIC : Richelieu Hydrogéologie

Richelieu Hydrogéologie inc.

Titre

ANNEXE 5 : VULNÉRABILITÉ DRASTIC
PARAMÈTRE T
PENTE

Projet

MUNICIPALITÉ DE LAC-DES-ÉCORCES - SECTEUR VAL-BARRETTE
MISE À JOUR DU RAPPORT D'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ 2024
PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE N^{OS} X0009229-1 ET -2

Interprétation et dessin

Guillaume Légaré-Couture, M.Sc. Env.
Analyste en géomatique

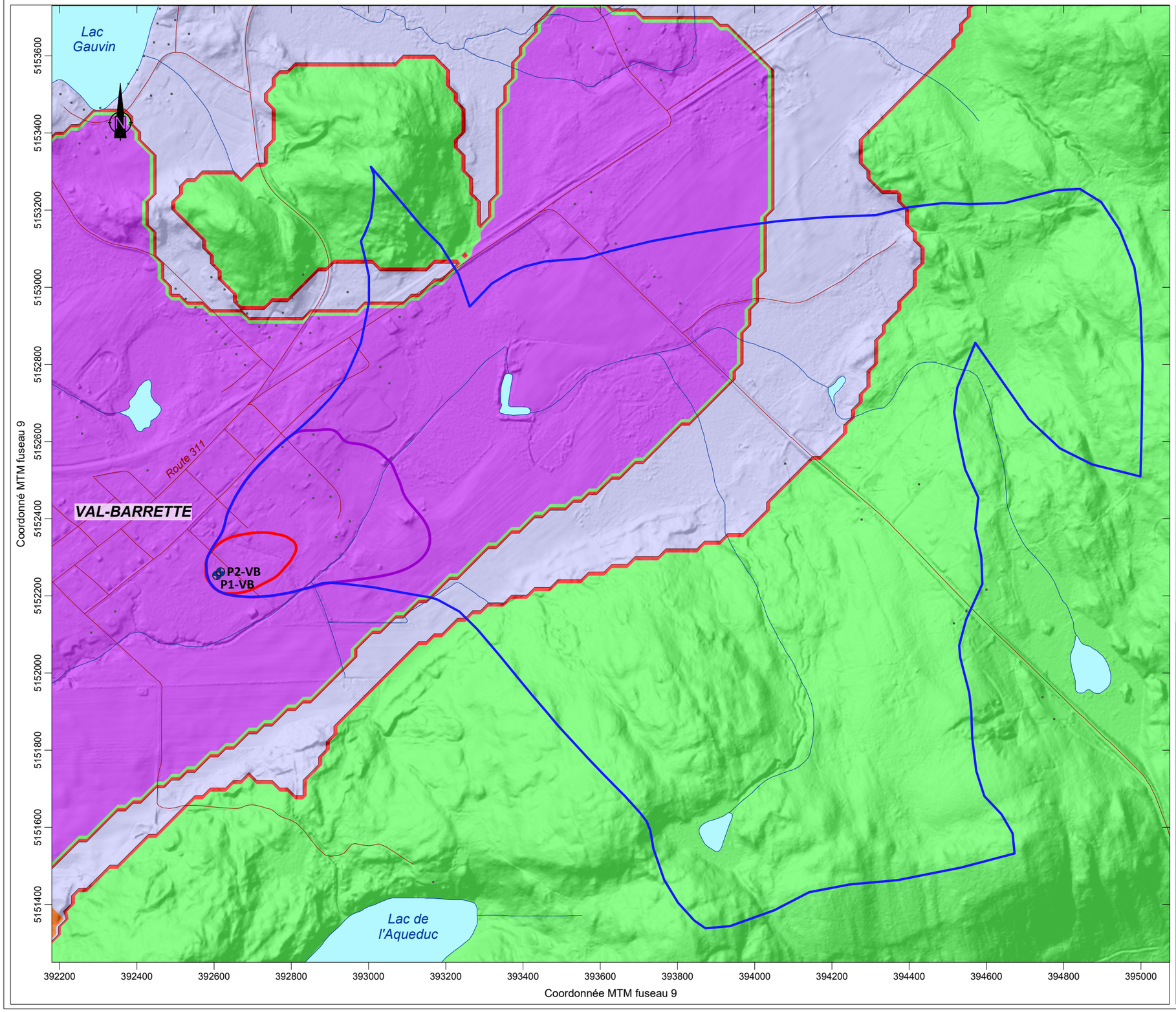
Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date

Octobre 2025

Échelle

1 : 10 000



Légende

Impact de la zone non saturée

- Cote 1 : Couche confinante
- Cote 2 : Till
- Cote 4 : Roche ignée
- Cote 6 : Sédiments glaciolacustres littoraux
- Cote 8 : Sable et gravier

- Prélèvement d'eau souterraine à l'étude
- Aire de protection bactériologique
- Aire de protection virologiques
- Aire de protection éloignée

0 200 400 600 800 1000

Réseaux routiers et hydrographiques: CANVEC
Modèle numérique d'altitude : LiDAR, MERN Québec
Indice DRASTIC : Richelieu Hydrogéologie



Titre

ANNEXE 5 : VULNÉRABILITÉ DRASTIC
PARAMÈTRE I
IMPACT DE LA ZONE NON-SATURÉE

Projet

MUNICIPALITÉ DE LAC-DES-ÉCORCES - SECTEUR VAL-BARRETTE
MISE À JOUR DU RAPPORT D'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ 2024
PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE N^{OS} X0009229-1 ET -2

Interprétation et dessin

Guillaume Légaré-Couture, M.Sc. Env.
Analyste en géomatique

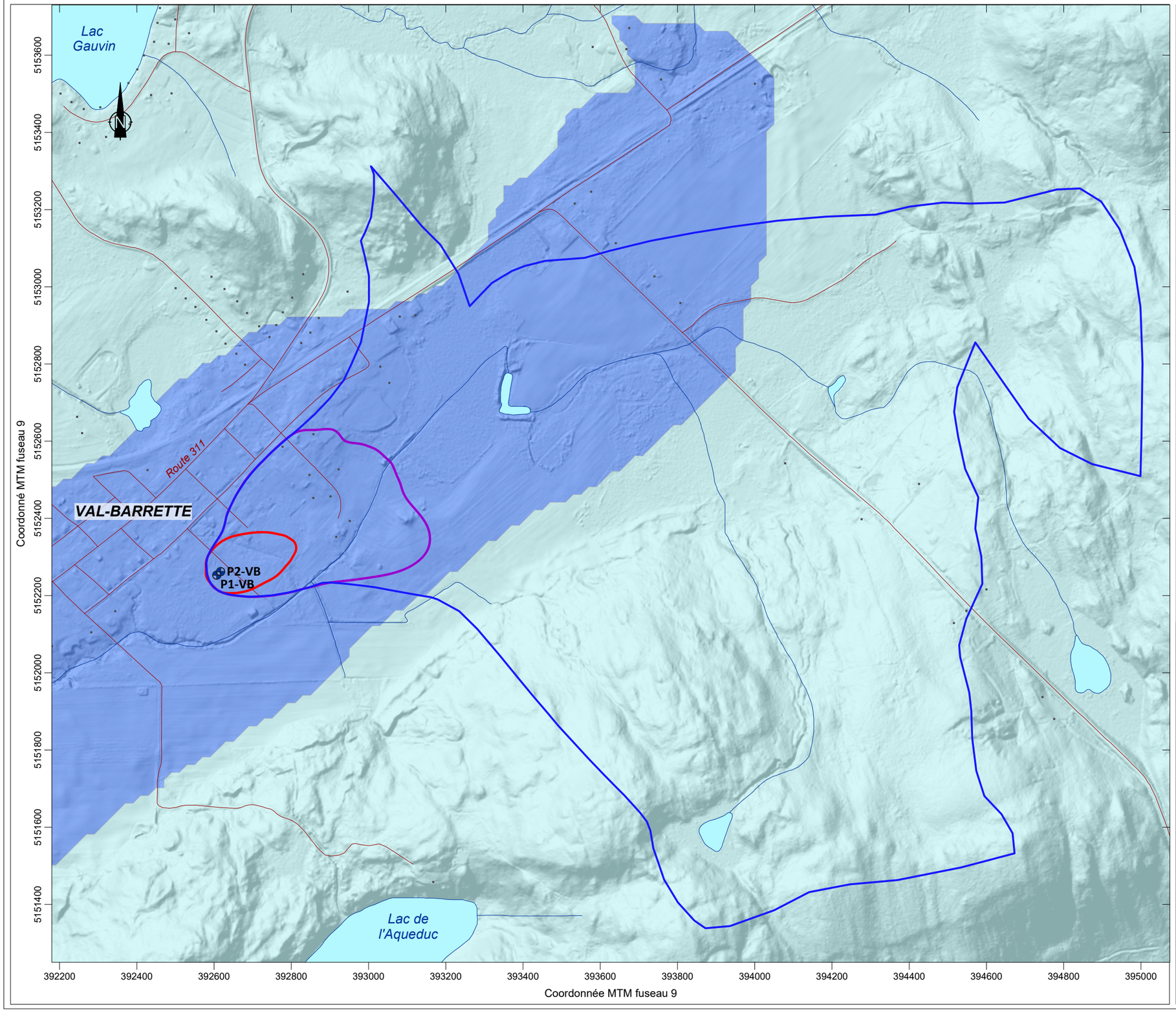
Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date

Octobre 2025

Échelle

1 : 10 000



Légende

Conductivité hydraulique

- Cote 1: 5x10-7 à 5x10-5 m/s
- Cote 6 : 3x10-4 à 5x10-4 m/s

- Prélèvement d'eau souterraine à l'étude
- Aire de protection bactériologique
- Aire de protection virologiques
- Aire de protection éloignée

0 200 400 600 800 1000

Réseaux routiers et hydrographiques: CANVEC
Modèle numérique d'altitude : LiDAR, MERN Québec
Indice DRASTIC : Richelieu Hydrogéologie

Richelieu Hydrogéologie inc.

Titre

ANNEXE 5 : VULNÉRABILITÉ DRASTIC
PARAMÈTRE C
CONDUCTIVITÉ HYDRAULIQUE

Projet

MUNICIPALITÉ DE LAC-DES-ÉCORCES - SECTEUR VAL-BARRETTE
MISE À JOUR DU RAPPORT D'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ 2024
PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE N^{OS} X0009229-1 ET -2

Interprétation et dessin

Guillaume Légaré-Couture, M.Sc. Env.
Analyste en géomatique

Yves Leblanc, ing. géo.
M.Sc. Hydrogéologue

Date

Octobre 2025

Échelle

1 : 10 000